

**「BK21 플러스」 글로벌 인재양성 (글로벌인재양성형분야)
사업단 재선정평가 신청서**

접수번호	10Z20130011098						
사업분야	글로벌인재양성형	신청분야	융복합1	단위	전국	구분	사업단
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야	
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류
	분류명	수학	응용수학	기계공학	유체공학		
	비중(%)	70%		30%			
학과(학부) 또는 협동과정명	연세대학교 계산과학공학과					학과개설일	200909
사업단명	국문) 계산과학공학과						
	영문) Computational Science and Engineering						
사업단장	소속	연세대학교 일반대학원 계산과학공학과					
	직위	교수					
	성명	국문	서진근				
		영문	JIN KEUN SEO				
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	4차년도 ('16.3~'17.2)	5차년도 ('17.3~'18.2)	6차년도 ('18.3~'19.2)	7차년도 ('19.3~'20.2)	8차년도 ('20.3~'20.8)	
	국고지원금	642	642	642	642	321	
총 사업기간	2016.3.1. ~ 2020.8.31.(64개월)						
재선정평가 대상기간	2013.9.1. ~ 2016.8.31.(24개월)						

본인은 「BK21 플러스」사업신청서를 다음과 같이 제출하며, 지원이 결정될 경우 관련 법령, 귀 재단과의 협약, 귀 재단이 정한 제반 사항 등을 준수하여 성실하게 사업을 추진하여 소정의 사업성과를 거두도록 노력하겠습니다.

아울러, 신청서에는 사실과 다른 내용이 포함되지 아니하였으며 만약 허위 사실이나 중대한 오류가 발견될 경우에는 그에 상응하는 불이익을 감수하겠다는 서약합니다.

2016년 09월 14일

작성자	사업단장	서진근 (인)
확인자	연세대학교 산학협력단장	(인)
확인자	연세대학교 총장	(인)

한국연구재단 이사장 귀하

<신청서 요약문>

중심어	계산과학공학	계산수학	수리 모델링
	전산유체역학	의료영상	수치해석
	편미분방정식	역문제	난류이론
지원분야의 중요성 (미래가치)	<p>미래가치를 지향하는 기초 및 응용 연구의 핵심은 자연현상 및 공학문제를 수학 및 이공학, 의생명과학 분야의 지식을 융합하여 기존의 개별 학문이 설명할 수 없었던 문제들을 해결하는 것이며, 이러한 다학제간 연구는 물리 기반 수학적 모델링, 계산수학, 시뮬레이션 등을 기반으로 하는 계산과학공학을 중심으로 가능하다. 첨단 의료영상 분야의 경우, 수학, 의공학, 전자공학, 기계공학 등의 기초 연구 결과들은 계산과학공학의 기술을 통해 융합되고 그 물리현상 규명과 의료 영상의 시각화가 가능하다. 또한 계산과학공학은 실측 (real scale) 실험이 불가능한 거대 자연현상(대기해양환경 분야)을 수리 모델링 및 시뮬레이션에 의해 예측/추정을 가능하게 하며, 첨단 공학(국방과학, 우주항공 분야 등) 연구의 장기간의 고비용 실험과정을 대체할 과학계산 기반 해석 및 설계 기술을 제공한다.</p> <p>미국 NSF 보고서에서 차세대 첨단기술 개발에 대한 계산과학공학의 중요성을 제기하였으며, 선진국에서는 이 분야의 대학원 독립학과 및 협동과정 설립을 지원하여 전문가를 양성하고 관련 연구 분야를 확대하고 있다. 우리나라의 계산과학공학 분야는 계산과학공학 학회 설립(2010년)과 산업응용수학회(KSIAM)를 통하여 그 위상과 연구 영역을 확장하고 있으며 국가 초고성능 컴퓨팅 법안 통과로 인한 전문 인력 양성의 필요성이 증대되고 있다. 그러나 전문화된 석박사과정 인력 양성시스템을 구축한 곳은 본 사업단의 계산과학공학과가 국내 유일하다. 본 학과는 2009년 설립된 이래 짧은 기간 동안 세계 유수대학 (Stanford Univ., Texas Univ. at Austin 등)의 교육 및 연구 시스템을 벤치마킹하고 우수한 연구 실적을 도출하는 등 세계수준의 학과로 성장하였으며 계산과학공학의 국제적 수준에 비추어 도약단계에 이르렀다. 국내 응용수학계에서는 본 학과가 응용수학 분야에 시너지 효과를 창출할 선도그룹으로서 역할을 기대하고 있다. 그러므로 과학계산 관련한 원천기술 연구와 이를 활용한 미래기술을 선도할 다학제간 응용 연구로의 확대가 필요하며, 계산과학공학의 체계적인 교육 시스템 구축과 국제적 연구 네트워크 등을 통해 글로벌 리더십을 지닌 창의적 인재 양성을 위한 국가차원의 지원이 절실히 요구된다.</p>		
사업 목표	<p>본 사업단은 대학원 계산과학공학과를 기반으로 하여 계산과학공학 분야의 창의적 인재 양성, 과학계산 기반 다학제간 통합 연구 확대, 세계 수준의 대학원 학과로 성장을 목표로 한다.</p> <p>체계적인 계산과학공학 교육 시스템 구축을 통하여 수리과학, 공학과 의료영상에서 제기되는 문제에 대하여 물리 기반 수학적 모델링 및 시뮬레이션, 시각화 과정을 포함하는 현장에 적용 가능한 해석기술을 개발하여 산업화에 이르기까지 다단계 연구를 종합적으로 수행할 수 있는 다학제적 고급 인력양성을 하고자 한다. 계산과학 기반 수치해석 연구, 전산유체역학의 대기·환경 응용 연구와 역문제 해결을 통한 의료영상 연구 분야에 대해 사업단의 특성화를 추구하고, 연구 분야 간 클러스터링을 통해 복잡계의 다중물리 기반 문제를 해결하고자 한다. 또한 국제 학술교류 및 연구역량 향상을 통하여 계산과학공학 분야에서 세계 수준의 위상을 확보하고자 한다.</p>		
교육역량 영역	<p>▷ 교육 비전 및 목표</p> <p>본 사업단은 국내 유일의 계산과학 관련 독립학과로서 과학계산을 통합적이고 체계적으로 수행할 수 있는 고급인력 양성과 다학제간 교육/교과 과정 시스템을 구축을 목표로 한다.</p> <p>▷ 교육과정 구성 및 운영</p>		

	<ul style="list-style-type: none"> - 수리모델링, 컴퓨터 시뮬레이션, 분석, 시각화 등을 포함하는 과학계산을 통합적이고 체계적으로 수행할 수 있는 고급인력 양성과 타 전공 분야와 연구 교류가 가능하게 하는 다학제간 교육/교과 과정 시스템 - 기초과목군, 필수핵심과목군(종합시험과목 지정), 전문심화과목군, 특성화과목군으로 세분화하고 세부전공 이수체계 확립, 융복합 강의의 지속적 개설, 연구윤리 과목의 의무 수강 - 모든 과목의 영어 강의, 영어 논문작성/발표 필수 과목 개설 - 강의자료 공개 및 강의 동영상 공유(KOCW), 강의평가 공개 및 개설 강좌 운영방식 공론화 <p>▷ 학사 관리제도</p> <ul style="list-style-type: none"> - 선진화된 학과 행정체계 구축: 행정 Processing map 작성/운영, Academic adviser 운영 - 박사 졸업논문 조건 강화: viva report, 해외학자 committee 제도 확립, SCI논문 게재 의무화 - 학위 취득 장기화 방지 대책: 매학기 연구 발표회 등을 통하여 연구진행 공개적 평가 - 학부연계프로그램 과목개설 및 학점인정 제도 도입, 학부생 인턴프로그램인 URP(undergraduate research program)를 운영, 학위과정 변경 제도 운영 <p>▷ 인력양성 계획 및 진로</p> <ul style="list-style-type: none"> - 우수대학원생 확보: URP, summer/winter school, newsletter, MOU 통한 외국 신입생 확보 - 2011년도부터 졸업생을 배출(해외유학 및 진학, 기업체 취업, 교수임용) - Academic adviser와의 정기적 상담을 통해 진로 지도 <p>▷ 국제화 전략</p> <ul style="list-style-type: none"> - 단기해외교육연수 및 해외학자와의 공동연구, 해외석학의 상시 집중강연/특강/세미나 개최 - 학술연구 및 학생교류 MOU체결 및 확대: 미국 플로리다주립대학교 등 6개 대학/연구소와 기체결
연구역량 영역	<p>본 사업단의 계산과학공학과는 수학 기반의 다학제간 융합연구를 진행하고 있으며 계산수학기반 수치해석, 전산유체역학, 의료영상 연구 분야를 특성화하여 모델링-수치해석-시각화에 대한 계산수학 기반 해석 기술을 심화시키고자 한다. 또한 연구 분야간 융합연구 및 실제 현실에서 도출되는 복잡한 물리현상에 대한 계산과학 기반 통합연구를 수행한다.</p>

	<p>▷ 중점 연구 분야</p> <ul style="list-style-type: none"> - 계산과학기반 수치해석: 수치해석 연구는 과학계산 연구에 필요한 영역분할법, 유한요소법, 유한차분법 등에 대한 기반 연구를 수행하고, 이원작용소를 이용한 최소자승법과 유한요소법의 결합을 통해 특이성을 갖는 비선형 편미분 방정식의 근사해를 구하는 방법을 제시하고 이를 분석하는 연구를 수행한다. 또한, 물리기반모델링에서 제기된 Navier-Stokes 방정식, Maxwell 방정식, 탄성방정식의 효율적인 수치해석 기법개발 및 수치해에 대한 안정성 분석을 하고자 한다. - 수학기반 의료영상: 수학기반 의료영상처리 기법은 측정된 데이터로부터 생체 내부의 물성을 영상의 형태로 추출하는 기술로서 수리모델링-수치알고리즘 개발-시각화과정을 통해 수행된다. 본 사업단은 electromagnetic tissue property imaging 연구 분야에 대한 세계 최고 수준의 기술을 보유하고 있으며 이를 지속적으로 연구하고자 한다. 또한 치과대학과의 Dental CT 연구, 사업단 내 연구자들 간 클러스터 연구로 초음파를 이용한 심장내 혈류 해석 연구를 수행하고 있다. - 전산유체역학: 전산유체역학 연구는 난류의 이해 및 입자와의 상호관계 규명을 통한 난류 변조 연구, 복잡형상 다중물리 수치기법 개발을 통한 신뢰성 있는 대외류모사 기법 개발, 대기환경 유체에 응용하여 도심 풍환경 유동 및 풍하중 해석과 오염물질의 확산 예측 연구를 수행한다. 본 사업단은 난류 입자 유동해석 분야에서 국내 최고 수준의 기술을 보유하고 있다. <p>▷ 연구의 질적 향상 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해외학자(Habib Ammari, John Kim 등 9명)로 구성된 학과 자문단 운영 - 국내외 관련 연구 분야 전문가/기관과 연구 협력을 통해 사업단의 연구 분야 확장 - 우수 신진연구인력 확보를 위한 학과내 인재 pool 운용
<p>글로벌 역량 영역</p>	<p>본 사업단은 계산과학공학 관련 분야에서 사업단 해외학자를 포함한 세계적인 전문가들을 초청하여 다양한 형태의 강의 및 세미나를 개설하고 토론의 장을 마련함으로써 대학원생 교육의 글로벌화를 추구하고, 계산과학 연구 분야에서 아시아의 허브 및 세계 중심으로 자리매김 하기 위한 글로벌 프로그램을 구축 하고자 한다.</p> <p>▷ 해외학자의 교육/연구 프로그램 참여를 통한 교육/연구의 국제화 추구</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정규강의/집중강연의 지속을 통한 해외학자들과 학생들의 중장기적인 교류 - 전문분야의 내용에 대한 각각 특별강연/세미나 형태로 체계적인 학생 교육 실시 - 박사학위 논문심사 committee 지속적인 참여로 글로벌 경쟁력을 갖춘 박사 배출 (2015년 2월 박사학위 졸업자 4명 심사에 해외석학 참여)

	<ul style="list-style-type: none"> - 대학원생들의 해외 교육훈련 시 지도교수로 활용 - 참여 교수들은 사업단 해외학자 및 국내외 저명한 석학들과 지속적으로 연구를 수행해 왔으며, 향후 새로운 연구영역 개척을 위해 국내/해외 학자들의 pool을 꾸준히 넓혀감 - 본 사업단의 계산과학공학 분야의 전문가들로 구성된 ICSE Membership Program 활성화 하여 국제적 프로젝트수행과 더불어 아시아/국제 연구의 허브기관으로 성장 <p>▷ 대학원생의 글로벌 인재 양성을 위한 학과차원의 국제화 기조 유지</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전과목 영어 강의 및 학위논문의 영어 작성 의무화 (현재까지 100% 유지) - 외국인 학생 비율을 20% 내외로 유지 - CSE student Open Lecture 및 국제학술대회 등에서 영어 발표 활성화 <p>▷ 참여교수의 국제적 학술활동을 통한 글로벌 경쟁력 강화</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국제학회 기조강연 및 Invited talk, 국제학회/학술대회 위원회 및 좌장 활동 - 국제 학술지 편집 위원 및 국제 저술 활동 활성화 <p>▷ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 활성화</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사업단 박사과정 및 박사후 연구원을 해외학자에게 취업과 연계한 학술 및 연구자 교류 유지 - 연구 및 학생교류 MOU 체결 기관과의 연구자 방문/Joint workshop 개최 등 학술교류 활성화 - Tutorial/Summer(Winter) School 등을 통한 지속적 교육 교류 유지 <p>▷ 국제 연구 중심으로 자리매김 하기 위한 인프라 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 연세대 교내 사업(글로벌 특성화 사업) 수행 : 국제화 역량 강화를 위해 '계산수학 기반 과학공학 사업단'을 운영. 교내 계산과학공학 관련 분야의 20명 교수가 참여하며 우수한 해외학자를 유치 및 활용에 사업의 초점이 맞추어져 있음 - 국제 협력사업 (A3 Foresight Program) 수행 : 한국, 중국, 일본 3개국의 거점 연구기관을 중심으로 긴밀한 국제협력 네트워크를 구축하고, 동북아 지역의 공통문제 해결에 기여할 수 있는 실질적인 연구를 수행하기 위한 사업(미래부, 한국연구재단)을 수행중이며, 아시아의 허브로 가기 위한 인프라로 활용함
기대효과	<p>물리기반 수학적 모델링, 계산수학, 시뮬레이션의 융복합 연구를 통해 다양한 기술변화에 능동적으로 대처할 수 있는 창의적인 기술인력 양성에 기여하며, 새로운 학문 영역의 창출 및 미래가치 산업의 기반기술과 응용기술을 제공한다. 계산과학공학은 첨단공학 분야의 기술 개발에 있어서 수치시뮬레이션을 통해 경제적 시간적 제약을 완화함으로써 신기</p>

술 개발의 촉진제 역할을 담당한다. 또한 계산과학공학 기술은 거대 자연현상의 수치시물레이션을 통해 환경오염 예측, 자연 재해 피해 예측 등에 활용된다. 계산과학공학 인력은 의료영상 분야(특히 인체기능영상 분야)에서 필수적인데, 이는 전통적인 기초학문(편미분방정식, 수치해석, 전자기학, 유체역학, 의공학)에서부터 영상처리 및 과학계산, 응용기술에까지 다학제적 계산과학공학 지식을 필요로 하기 때문이다. 이렇게 양성된 전문 인력은 수학적 모델링-컴퓨터 시물레이션-시각화 연구를 통합적으로 수행하는 중요한 역할을 담당할 것으로 기대된다.

I 사업단 현황

1 사업단 구성

1.1 사업단장

성명	한글	서진근	영문	JIN KEUN SEO
소속기관		연세대학교	일반대학원	계산과학공학과

1.2 사업단 대학원 학과(부) 현황

<표 1-1> 사업단 대학원 학과(부) 교수 현황

(단위: 명, %)

기준일	대학원 학과(부)	전체 교수 수(교육, 분교, 기금 제외)					기존교수 수(교육, 분교, 기금 제외)					신임교수 수(교육, 분교, 기금 제외)					교육, 분교, 기금 교수 수				
		전체	참여			참여 비율 (%)	전체	참여			참여 비율 (%)	전체	참여			참여 비율 (%)	전체	참여			참여 비율 (%)
			전임	겸임	계			전임	겸임	계			전임	겸임	계			전임	겸임	계	
접수 마감일	계산과 학공학과	6	5	0	5	83.33%	6	5	0	5	83.33%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%

<표 1-2> 사업단 대학원 학과(부) 대학원생 현황

(단위: 명, %)

기준일	대학원 학과(부)	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여비율 (%)	전체	참여	참여비율 (%)	전체	참여	참여비율 (%)	전체	참여	참여비율 (%)
접수 마감일	계산과 학공학과	9	5	55.56%	10	7	70%	25	25	100%	44	37	84.09%

II 부문별

<교육역량 영역>

1 사업단의 교육 비전 및 목표

1.1 사업단의 교육 비전 및 목표

본 사업단은 국내에서 유일한 계산과학공학(CSE : Computational Science and Engineering)의 석박사인력을 양성하는 독립학과로서 2009년 설립된 이래 첨단과학기술 분야 연구현장 중심의 차별화된 문제해결형 교육을 실시하였다. 다학제간 교과 과정을 운영하여 산업 및 연구 현장에서 ‘즉시 활용 가능한’ 고급인력을 양성하는데 주력 하고 있다.

[목차]

- A. 계산과학공학(CSE : Computational Science and Engineering)의 필요성
- B. 다학제간 대학원 과정으로서의 학과의 위상
- C. 사업단의 교육 목표
- D. 사업단의 교육 비전

A. 계산과학공학(CSE : Computational Science and Engineering)의 필요성

미래가치를 지향하는 기초 및 응용 연구의 핵심은 자연현상 및 공학문제를 수학 및 이공학, 의생명과학 분야의 지식을 융합하여 기존의 개별 학문이 설명하기 어려웠던 문제들을 해결하는 것이며, 이러한 다학제간 연구는 물리기반 수학적 모델링, 계산수학, 시뮬레이션 등을 기반으로 하는 계산과학공학을 중심으로 가능하다. 계산과학공학은 수리과학기반의 대표적인 융복합 학문 분야로 과학계산 알고리즘의 급속한 발전, 대용량 컴퓨터의 확산 등으로 인해 다학제간 연구 분야로 확장되고 있다.

미국 NSF(National Science Foundation)에서도 수치기반 첨단과학 분야의 원천기술 개발의 중요성을 제기하였으며 최첨단 기술개발에는 장기간, 고비용의 물리적 실험과정을 수반하게 되므로 정확한 수학적 모델 수립, 최적화, 효과적인 계산방법 사용, 수치모사(Computer Simulation) 등에 의한 차세대 기술개발 전략이 요구되고 있다. 예를 들면, 첨단 의료영상 분야의 경우, 수학, 의공학, 전자공학, 기계공학 등의 기초 연구 결과들은 계산과학공학의 기술을 통해 융합되고 그 물리현상 규명과 의료 영상의 시각화가 가능하다. 또한 계산과학공학은 실측(real scale) 실험이 불가능한 거대 자연현상(대기해양환경 분야)을 수리 모델링 및 시뮬레이션에 의해 예측/추정을 가능하게 하며, 첨단 공학(국방과학, 우주항공 분야 등) 연구의 장기간의 고비용 실험과정을 대체할 과학계산 기반 해석 및 설계 기술을 제공한다.

선진국에서는 계산과학공학 연구 분야의 대학원 독립학과 및 협동과정 설립을 지원하여 전문가를 양성하고 관련 연구 분야를 확대하고 있다. 국내의 경우 계산과학공학학회 설립(2010년)과 산업응용수학학회(KSIAM)를 통하여 그 위상과 연구 영역을 확장하고 있으며 국가 초고성능 컴퓨팅 법안 통과로 인한 전문 인력 양성의 필요성이 증대되고 있다. 과학계산 관련한 원천기술 연구와 이를 활용한 미래기술을 선도할 다학제간 응용 연구로의 확대가 필요하며, 계산과학공학의 체계적인 교육 시스템 구축과 국제적 연구 네트워크 등을 통해 글로벌 리더십을 지닌 창의적 인재 양성을 위한 국가차원의 지원이 절실히 요구된다.

B. 다학제간 대학원 과정으로서의 학과의 위상

본 사업단의 계산과학공학과는 공학, 의료영상, 자연과학 및 산업분야에서 제기되는 문제를 수리모델링-시뮬레이션-시각화과정을 통하여 예측-분석, 사용자에게 효율적인 프로그램 개발, 산업화에 이르기까지 다단계 연구를 종합적으로 수행하는 계산과학 중심의 대학원 과정(scientific computing based multidisciplinary graduate training program)이다.

미국 대부분의 명문대학에서 계산과학공학은 학과단위 또는 Ph.D. 프로그램으로 운영되고 있으며 국내에서는 계산과학공학 분야의 전문화된 석박사과정 인력양성 시스템을 구축한 곳은 본 사업단의 계산과학공학과가 유일하다. 본 학과는 2009년 설립된 이래 짧은 기간 동안 세계 우수대학(Stanford Univ., Texas Univ. at Austin 등)의 교육 및 연구 시스템을 벤치마킹하고 계산과학 분야에서 우수한 연구실적을 도출하는 등 세계수준의 학과로 성장하였으며 계산과학공학의 국제적 수준에 비교하여 볼 때 도약단계에 이르렀다. 또한 국내 응용수학계에서는 본 학과가 응용수학 분야에 시너지 효과를 창출할 선도그룹으로서 역할을 기대하고 있다.

본 사업단은 수학자체를 위한 연구 경향에서 벗어나 수리과학의 균형적인 발전을 위해 과학계산 기반 수치해석 연구와 전산유체역학의 공학적, 대기·환경적 응용 그리고 의학영상시스템 연구를 진행하며 그 스펙트럼을 확장해 가고 있다.

C. 사업단의 교육 목표

본 사업단은 국내에서 유일한 계산과학공학의 석박사 인력을 양성하는 독립학과로서 기존에 구축된 다학제간 교육/교과 과정 시스템을 확장하여 과학계산을 통합적이고 체계적으로 수행하고 산업 현장의 전문가로 활용 가능한 고급인력 양성을 목표로 한다.

- 사업단의 학위 과정: 계산 수학에 기반한 과학 및 공학 응용분야를 선택할 수 있는 학제간 융합 과정의 석사, 박사, 석박사 통합의 대학원 학위 과정 운영
- 계산과학 분야 고급인력 양성: 각 응용분야에서 도출되는 문제에 대한 수리모델링, 분석, 컴퓨터 시뮬레이션, 시각화 등에 대한 과학계산을 통합적이고 체계적으로 수행할 수 있는 고급인력 양성
- 다학제간 교차 연구 가능한 인재 교육: 기존의 단일 전공 단위의 연구 한계 극복 및 타 전공 분야와의 실질적인 연구 교류를 위해 다학제간 교육/교과 과정 시스템을 구축하여 다양한 전공과 연구 협력이 가능하고 응용수학 및 공학 연구에서 교차가 가능한 대학원생 교육 수행

D. 사업단의 교육 비전

계산과학공학 연구는 수치시뮬레이션을 통해 시각화를 가능하게 하고 그 결과를 공학 및 산업분야의 연구에 즉시 반영하여 효과적인 다학제간 연구를 추진하고, 연구 성과 공유에 의한 상승효과를 극대화하는 체계를 가지고 있다. 이러한 학문적 특성을 이해하고 다학제간 연구를 수행할 인재 양성 시스템 구축 및 현장 전문가 교육, 본 사업단만의 연구 특성화, 산학협력을 기술 중심으로 선도할 인재 양성 등을 비전으로 제시한다.

- 산업 현장에 적용 가능한 인력 양성: 현장에서는 모델링·컴퓨터 시뮬레이션-분석능력-시각화 과정을 균형 있게 갖춘 전문 인력이 부족하다. 기존 인력은 주로 코딩기술(또는 단순 수치시뮬레이션)에만 전념하고 모델링 능력이 취약하기 때문에 창의적 연구를 수행하기 어렵고, 변화를 능동적으로 따라잡기 어렵다. 따라서 산업체에서 절실히 필요한 모델링과 프로그래밍 능력을 동시에 갖춘 인력을 양성한다.
- 학술 연구에서 산업화에 이르는 체계적 교육 시스템 구축: 국내 대학의 시뮬레이션 기반 연구는 각 실험실단위로 수행되어 큰 시장가치를 창출하기 어렵다. 본 사업단은 수리모델링-컴퓨터 시뮬레이션-시각화과정 및 산업화에 이르기까지 다단계 과정을 체계적이고 효율적으로 교육하는 대학원 학과로 발돋움한다.
- 연구의 특성화: 계산과학 기반 수치해석 연구와 전산유체역학의 공학적 대기·환경적 응용 그리고 의료영상

시스템 연구를 토대로 사업단의 특성화를 추구한다.

2 교육과정 구성 및 운영

2.1 교육과정 구성 및 운영 계획

미래 교육 트렌드에 대응하고 글로벌 교육 경쟁력을 제고하기 위하여 기존에 구축된 다학제간 교육/교과 과정을 확대 개편 하여 교육시스템을 강화하고자 한다. 대학원 교과과정을 기초과목군, 필수핵심과목군, 전문심화과목군, 특성화과목군으로 세분화하는 교과목 운영을 통하여 계산과학공학의 전문지식을 체계적이고 효과적으로 교육함으로써 학생들의 연구 성과가 양적 성장과 함께 질적으로 도약하는 계기를 마련하였고 이를 지속적으로 유지하고자 한다. 특히 전문심화과목과 특성화과목에 병렬과학계산, 난류모델링, 수학적 모델링 및 수치해석, 수치시뮬레이션기반 과학특강 등의 융복합 교과목을 운영하여 현대 사회와 시대가 요구하는 수학, 경제학, 공학, 의공학 등 실생활 응용 분야로서의 계산과학공학 전문 인력 양성 노력을 기울이고 있다. 또한 창의적이고 수월성을 갖춘 석박사 양성을 위하여 모델링-수치시뮬레이션-시각화 과정에 이르는 문제 인식에서 해결까지 전반적인 내용을 다루는 캡스톤디자인 강의를 새로이 개설 운영 하였으며 이를 확대 하고자 한다.

[목차]

- A. 교과과정 구성
 - a1. 본 사업단의 교과과정 구성
 - a2. 다학제간 연구를 위한 타학과 교과목 수강 인정
- B. 교과과정 운영 현황 및 우수성
 - b1. 교과과정 이수체계를 통한 교육 실시
 - b2. 필수 이수과목 지정 및 운영
 - b3. 학위 과정별 이수학점
 - b4. 교과목 운영 계획
- C. 글로벌 전문인력 양성을 위한 모든 개설과목의 영어 강의
 - c1. 학기별 강의 개설 실적
 - c2. 해외학자 참여를 통한 교육과정 편제 및 운영
- D. 논문 작성법 강의 개설 및 연구윤리 확보 교육
 - d1. 논문작성법 및 발표 교과목 개설 및 강의
 - d2. 연구윤리 교과목 운영
 - d3. 글로벌 수준의 연구윤리 확보를 위한 교육 계획
- E. 강의평가와 그에 따른 계획
 - e1. 강의자료 공개
 - e2. 강의 평가 피드백 운용
- F. 교과과정 다양화 계획
 - f1. 융복합 교과목 개발
 - f2. 캡스톤 디자인 교과목 강의

A. 교과과정 구성

- a1. 본 사업단의 교과과정 구성

본 사업단은 사업 신청 당시부터 계산과학공학 연구분야의 특성을 고려하여 대학원 교과과정을 기초과목군, 필수핵심 과목군, 전문심화과목군, 특성화과목군으로 세분화하여 수학·과학·공학·의학 등의 다양한 분야에서 계산과학공학의 전문지식을 체계적이고 효과적으로 교육할 수 있도록 구성하여 운영하고 있다.

a1.1. 기초과목군: 계산과학공학을 입문하기 위한 기초과목으로 학부과목과 대학원의 연계 과목으로 신입생은 반드시 이수해야 한다.

CSE5001: Basics of Computational Science and Engineering

CSE5002: Basics of Computational Fluid Dynamics

a1.2. 필수핵심과목군: CSE 분야를 이해하고 전문심화과목군의 계산과학관련 교육에 기본적으로 요구되는 모델링-수치 프로그래밍-시각화 과정에 필요한 필수 과목으로 구성하였으며 본 학과의 종합시험 과목들로 지정되어 있다 (학과 내규 제6조 제2항).

CSE5810, MAT6810: Numerical Analysis

CSE5950, MAT6950: Partial Differential Equations for Science and Engineering

CSE5840, MAT6840: Numerical Partial Differential Equations

CSE6623, MEU6230: Viscous Fluid Flow

a1.3. 전문심화과목군: 필수핵심과목을 통해 기초 계산과학공학 지식을 습득한 대학원생들이 각 세부전공 분야 별로 심도 깊은 연구를 수행하기 위해 필요한 과목들로 구성되어 있다.

o 수학 연계과목

CSE6820, MAT6820: Finite Element Methods

CSE6800, MAT6800: Applied Partial Differential Equations

CSE6460, MAT6460: Theory of Partial Differential Equations

CSE7400, MAT7400: Functional Analysis

CSE6970, MAT6970: Analysis for Science and Engineering

CSE6530, MAT7810: Continuum Mechanics

o 기계공학 연계과목

CSE6504, MEU5040: Inviscid Flow Theory

CSE6621, MEU6210: Conduction Heat Transfer

CSE6626, MEU6260: Computational Fluid Dynamics

CSE6652, MEU6520: Convective Heat Transfer

CSE7703, MEU7030: Theory of Elasticity

CSE7726, MEU7260: Theory of Hydrodynamic Stability

CSE7730, MEU7300: Theory of Turbulent Flow

CSE7793, MEU7930: Compressible Fluid Dynamics

o 계산과학공학 전문과목

CSE8820: Advanced Finite Element Method

CSE7850: Stochastic Methods

CSE7890: Numerical Optimization

CSE7500: Applied Functional Analysis

CSE6830: Numerical Linear Algebra

CSE7880: Particle-Laden Flows

a1.4. 특성화과목군: 심도 깊은 연구와 현실적 제한 조건하에서 문제를 해결하는 능력을 배양할 수 있는 특론과목으로 구성되며, 개인프로젝트 부여를 통한 맞춤형 연구지도 수행, 외부연사 초청(콜로퀴움)을 통하여 첨단과학기술의 최근

동향에 대한 정보 수집의 기회를 제공한다.

- CSE7746 : Special Topics In Turbulence
- CSE6642 : Special Topics In Turbulence Simulations
- CSE7820 : Programming For Image Processing/Analysis And Visualization
- CSE7830, CSE7840 : Physics Based Modeling And Simulation For Visualization
- CSE7860, CSE7870 : Mathematical Modeling And Numerical Analysis
- CSE8810, CSE9810 : Topics In Mathematical Modeling And Analysis
- CSE8830, CSE9830 : Topics In Numerical Simulation Based Science
- CSE8850, CSE9850 : Topics In Numerical Simulation Based Engineering
- CSE5970 : Medical Imaging System: Physical Principles And Applications

a1.5. ‘논문 작성 및 발표’ 과목 운영 : 대학원생들의 영어논문 작성과 발표 능력을 향상시키기 위해 매학기 개설하고 졸업 필수과목으로 지정하였다 (학과내규 제6조 제3항 2호).

- CSE6990, CSE6991 : Scientific Writing and Presentation for CSE

a1.6. ‘연구윤리교육’ 과목의 필수과목 지정 : 대학원생의 글로벌 수준의 연구윤리 확보를 위하여 매학기 개설하고 학위과정 중에 반드시 수강하도록 필수과목으로 지정하였다(학과내규 제6조 제3항 3호)

- CSE8000 YSETHIC [연구윤리교육]

a2. 다학제간 연구를 위한 타학과 교과목 수강 인정

본 사업단은 대학원생들이 다학제간 연구를 수행할 수 있는 능력을 배양하기 위해 계산과학공학에 관련한 타학과 전공 과목에 대하여 이수학점에 제한을 두지 않고 폭넓게 수강을 할 수 있도록 하고 있다. 이 경우 본 학과에서 개설되지 않은 타과의 전공 과목을 수강하는 경우 주임교수의 승인을 받아야 이수 학점으로 인정하고 있다 (학과 운영내규 제7조). 계산과학공학 관련 타학과 인정교과목의 예는 다음과 같다.

a2.1. 수학전공

- MAT6400 Real Analysis 1 [실해석학1], MAT6450 Real Analysis 2 [실해석학2]
- MAT6460 Theory of Partial Differential Equations 2 [편미분방정식2]
- MAT6710 Probability Theory 1 [확률론1], MAT6760 Probability Theory 2 [확률론2]
- MAT6800 Applied Partial Differential Equations [응용편미분방정식]
- MAT6970 Analysis for Science and Engineering 1 [이공계 해석학1]
- MAT7400 Functional Analysis 1 [함수해석학I], MAT7450 Functional Analysis 2 [함수해석학2]
- MAT7810 Introduction to Continuum Mechanics [연속체 역학개론]

a2.2. 기계공학전공

- MEU5040 INVISCID FLOW THEORY [비점성유체역학]
- MEU6210 Conduction Heat Transfer [전도열전달]
- MEU6240 Combustion Engineering [연소공학]
- MEU6260 Computational Fluid Dynamics [전산유체역학]
- MEU6290 Particle Engineering [입자공학]
- MEU6520 Convective Heat Transfer [대류열전달]
- MEU7030 Theory of Elasticity [탄성이론]
- MEU7930 Compressible Fluid Dynamics [압축성유체역학]

a2.3. 대기과학전공

ATM6102 Cloud and Precipitation Process [구름 및 강수과정]

ATM6103 Atmospheric Dynamics I [대기역학1], ATM6104 Atmospheric Dynamics II [대기역학2]

B. 교과과정 운영 현황 및 우수성

b1. 교과과정 이수체계를 통한 교육 실시

본 사업단에서는 사업 신청 당시부터 대학원생의 지식 및 연구 능력을 향상 시키도록 전공별 이수체계를 수립하여 운영하고 있으며, 대학원생이 수강신청을 하기 전에 기초과목, 필수핵심과목, 전문심화과목 순서의 이수체계가 지켜지도록 담당교수가 수강지도를 하고 있다(학과 운영내규 제 3조 (수강신청)). 또한 특성화 과목은 필수핵심과목을 이수한 학생에 한하여 세부전공과 관심영역에 따라 담당교수와 상담을 통해 수강지도를 하고 있다. 각 전공 분야별 교과과정 이수체계는 다음과 같다.

b1.1. 수치해석 수학 분야 이수체계

o 기초과목:

Basics of Computational Science and Engineering

Basics of Computational Fluid Dynamics

Basics of Finite Element Methods

o 필수핵심과목:

Numerical Analysis, Partial Differential Equations for Science and Engineering

Numerical Partial Differential Equations

Viscous Fluid Flow (선택)

o 전문심화과목:

Finite Element Methods, Applied PDE, Theory of PDE, Functional Analysis,

Analysis for Science and Engineering, Continuum Mechanics, Stochastic Methods,

Numerical Optimization, Applied Functional Analysis, Numerical Linear Algebra,

Advanced FEM, Parallel Scientific Computing

o 특성화과목:

Mathematical Modeling and Numerical Analysis

Topics in Mathematical Modeling and Analysis

Topics in Numerical Simulation Based Science

Topics in Numerical Simulation Based Engineering

b1.2. 전산유체역학 분야 이수체계

o 기초과목:

Basics of Computational Fluid Dynamics

o 필수핵심과목:

Numerical Analysis, Partial Differential Equations for Science and Engineering,

Numerical Partial Differential Equations, Viscous Fluid Flow

o 전문심화과목:

Inviscid Flow Theory, Conduction Heat Transfer,
Computational Fluid Dynamics, Convective Heat Transfer,
Theory of Hydrodynamic Stability, Compressible Fluid Dynamics,
Particle-Laden Flows, Finite Element Methods(선택),
Numerical Linear Algebra(선택), Stochastic Methods(선택)
Parallel Scientific Computing

o 특성화과목:

Special Topics in Turbulence, Special Topics in Turbulence Simulations,
Physics Based Modeling and Simulation for Visualization,
Topics in Numerical Simulation Based Engineering

b1.3. 의료영상 분야 이수체계

o 기초과목:

Basics of Computational Science and Engineering
Basics of Finite Element Methods (선택)

o 필수핵심과목:

Numerical Analysis, Numerical Partial Differential Equations
Partial Differential Equations for Science and Engineering

o 전문심화과목:

Finite Element Methods, Applied PDE, Theory of PDE,
Functional Analysis, Analysis for Science and Engineering,
Theory of Elasticity, Stochastic Methods, Numerical Optimization,
Applied Functional Analysis, Parallel Scientific Computing

o 특성화과목:

Programming for Image Processing/Analysis and Visualization
Physics Based Modeling and Simulation for Visualization
Medical Imaging System: Physical Principles and Applications

b2. 필수 이수과목 지정 및 운영

계산과학공학 분야의 연구에 반드시 필요한 필수이수과목을 학과 운영내규(제6조 필수이수과목)로 명문화하여 졸업 전에 반드시 이수하게 하고 있으며, 필수이수과목은 필답시험과목과 필수수강과목으로 학과 내규에 규정하여 준수하게 하고 있다.

b2.1. 필답시험과목(학과 운영내규 제6조 제2항)

- o 수학전공자의 필답시험과목 다음의 3과목으로 3과목 모두 이수하여야 하며, 수학전공자는 이 과목에 대하여 필답 시험에 합격하여야 한다(학과 운영내규 제13조 (필답시험)).

CSE5950 Partial Differential Equations for Science and Engineering [이공계편미분방정식]

CSE5810 Numerical Analysis [수치해석]

CSE5840 Numerical Partial Differential Equations [수치편미분방정식]

- 공학전공자의 필답시험과목은 다음의 3과목으로 3과목 모두 이수하여야 하며, 공학전공자는 이 과목에 대하여 필답시험에 합격하여야 한다(학과 운영내규 제13조 (필답시험)).

CSE5810 Numerical Analysis [수치해석]

CSE5840 Numerical Partial Differential Equations [수치편미분방정식]

CSE6623 Viscous Fluid Flow [점성유체역학]

b2.2. 필수수강과목(학과 운영내규 제6조 제3항)

- 다음의 3과목은 과학계산을 위한 중요한 과목으로 이중에서 1 과목은 반드시 이수하여야 한다 (학과 운영내규 제6조 제3항 1호).

CSE5002 Basics of Computational Fluid Dynamics [기초계산유체역학]

CSE5820 Basics of Finite Element Methods [기초유한요소법]

CSE6126 Parallel Scientific Computing [병렬과학계산]

- 논문 작성 및 발표' 과목 운영 : 대학원생들의 영어논문 작성과 발표 능력을 향상시키기 위해 매학기 개설하고 졸업 필수과목으로 지정하였다 (학과내규 제6조 제3항 2호).

CSE6990, CSE6991 Scientific Writing and Presentation for CSE [논문 작성 및 발표]

- '연구윤리교육' 교과목의 수강 의무화 : 연구 부정행위(위조, 변조, 표절, 중복게재, 부당한 논문저자 표기 등) 방지를 위한 가이드라인 제공 및 연구윤리 교육을 실시하고 있으며, 연구윤리 및 지적 재산권 확보를 위해 모든 연구자의 연구노트 작성 의무화하고 있다 (학과 운영내규 제6조 제3항 3호).

CSE8000 YSETHIC [연구윤리교육]

사이버강의 site : <http://underwood8.yonsei.ac.kr:8080>

- '연구지도' 교과목 이수 : 학위논문 연구계획서 제출 이후 석사과정은 “연구지도 1” 과목을1학기 이상, 박사 과정 및 통합과정은 “연구지도 2” 과목을 2학기 이상 이수하여야 한다 (학과 운영내규 제6조 제3항 4호).

CSE7999 Direct Research 1 [연구지도 1]

CSE9999 Direct Research 2 [연구지도 2]

b3. 학위 과정별 이수학점

- 석사과정: 본 학과의 석사과정은 최종학위 또는 박사과정에 진입하기 위한 중간단계로 최소 30학점을 이수하여야 하고 평균 4학기가 소요된다.
- 박사과정: 본 학과의 박사과정은 4-6년이 요구되는 심도 있는 학제간 프로그램으로 석사학위 취득에 필요한 30학점을 포함하여 총 60학점을 이수하여야 한다.
- 석박 통합 과정: 본 학과의 석박 통합과정은 학위취득에 필요한 54학점을 이수해야 한다.

b4. 교과목 운영 계획

b4.1. 기초과목군, 필수핵심과목군, 전문심화과목군, 특성화과목군으로 세분된 교과목 운영을 유지하여 계산과학공학의 전문지식을 체계적이고 효과적으로 교육하는 체계적인 시스템을 정착시키고자 한다. 이와 같은 체계적인 교육은 학생들의 연구가 양적 성장과 함께 질적으로 도약하는 발판이 될 것이다.

b4.2. 시작 단계에 있는 전문심화과목과 특성화과목에 병렬과학계산, 난류모델링, 수학적 모델링 및 수치해석, 수치시뮬레이션기반 과학특강 등의 융복합 교과목을 확대 운영하여 현대 사회와 시대가 요구하는 수학, 경제학, 공학, 의공학 등 실생활 응용 분야로써의 계산과학공학 전문 인력 양성을 하고자 한다.

b4.3. 모델링-수치시뮬레이션-시각화 과정에 이르는 문제 인식에서 해결까지 전반적인 내용을 다루는 캡스톤디자인 강의 재편을 통한 창의적이고 수월성을 갖춘 석박사 양성을 도모하고자 한다.

C. 글로벌 전문인력 양성을 위한 모든 개설과목의 영어 강의

본 사업단에서는 글로벌 전문가 양성과 해외 우수한 인재 확보 및 지도를 위해 본 학과가 개설되어서 부터 현재까지 모든 대학원 개설 과목을 영어로 강의하고 있다.

c1. 학기별 강의 개설 실적

2013-2학기에 총 14과목, 2014-1학기에 총 14과목, 2014-2학기에는 12과목, 2015-1학기에는 총 13과목이 개설되어 모두 영어로 수업이 진행되었다.

o 2013-2학기 개설과목

1. 기초계산유체역학 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 최정일, 수강대상 : 학부 및 대학원
2. 수치해석1 (3학점, 영어강의, 수학과 공동개설), 담당교수 : 정윤모, 수강대상 : 학부 및 대학원
3. 수치편미분방정식 (3학점, 영어강의, 수학과 공동개설), 담당교수 : 이지현, 수강대상 : 학부 및 대학원
4. 이공계편미분방정식 1 (3학점, 영어강의, 수학과 공동개설), 담당교수 : 서진근, 수강대상 : 학부 및 대학원,
5. 의료영상시스템의원리와응용 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 서진근, 수강대상 : 석·박사 과정
6. 논문작성법 및 발표 2 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 정윤모, 이은정, 최정일, 수강대상 : 석·박사 과정
7. 수학적 모델링 및 수치해석 1 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 이은정, 수강대상 : 석·박사 과정
8. 입자와 유동 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 최정일, 수강대상 : 석·박사 과정
9. 수학적 모델링 및 해석특강 1 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 정윤모, 수강대상 : 석·박사 과정
10. 역문제와 의료영상 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 서진근, Habib Ammari, 수강대상 : 석·박사 과정
11. 유한요소법 (3학점, 영어강의, 수학과 공동개설), 담당교수 : 이은정, 수강대상 : 석·박사 과정
12. 난류이론 (3학점, 영어강의, 기계공학과 공동개설), 담당교수 : 이창훈, 수강대상 : 석·박사 과정,
13. 연구지도1 (칭강), 담당교수 : 이창훈, 수강대상 : 석사과정
14. 연구지도2 (칭강), 담당교수 : 이창훈, 수강대상 : 박사과정

o 2014-1학기 개설과목

1. 기초계산과학공학 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 정윤모, 수강대상 : 학부 및 대학원
2. 기초계산유체역학 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 최정일, 수강대상 : 학부 및 대학원
3. 수치해석 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 이지현, 수강대상 : 석·박사 과정
4. 이공계 편미분방정식 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 서진근, 수강대상 : 석·박사 과정
5. 논문작성 및 발표 1 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 서진근, 수강대상 : 석·박사 과정
6. 고급 전산 유체역학 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 최정일, 수강대상 : 석·박사 과정
7. 수치최적화 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 정윤모, 수강대상 : 석·박사 과정
8. 고급유한요소법 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 이은정, 수강대상 : 석·박사 과정
9. 수치모델링 및 수치모사와 시각화 I (3학점, 영어강의, 캡스톤디자인 과목), 담당교수 : 서진근, 수강대상 : 석·박사 과정
10. 수치모델링 및 수치모사와 시각화 II (3학점, 영어강의, 캡스톤디자인 과목), 담당교수 : 이은정,

수강대상 : 석·박사 과정

11. 점성유체역학 (3학점, 영어강의, 기계공학과 공동개설), 담당교수 : 이창훈, 수강대상 : 석·박사 과정
12. 연구윤리교육 (청강, 사이버강의), 담당교수 : 이창훈, 수강대상 : 석·박사 과정
13. 연구지도1 (청강), 담당교수 : 이창훈, 수강대상 : 석사과정
14. 연구지도2 (청강), 담당교수 : 이창훈, 수강대상 : 박사과정

o 2014-2학기 개설과목

1. 기초계산유체역학 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 최정일, 수강대상 : 학부 및 대학원
2. 수치해석 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 정윤모, 수강대상 : 석·박사 과정
3. 수치편미분방정식 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 이은정, 수강대상 : 석·박사 과정
4. 이공계 편미분방정식 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 서진근, 수강대상 : 석·박사 과정
5. 병렬과학계산 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 정윤모, 수강대상 : 석·박사 과정
6. 유한요소법 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 이은정, 수강대상 : 석·박사 과정
7. 논문작성 및 발표2 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 서진근, 수강대상 : 석·박사 과정
8. 난류모델링 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 최정일, 수강대상 : 석·박사 과정
9. 수학적모델링및수치해석2 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 박은재, 수강대상 : 석·박사 과정
10. 수학적모델링및해석특강2 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 이지현, 수강대상 : 석·박사 과정
11. 연구지도1 (청강), 담당교수 : 이창훈, 수강대상 : 석사과정
12. 연구지도2 (청강), 담당교수 : 이창훈, 수강대상 : 박사과정

o 2015-1학기 개설과목

1. 기초계산과학공학 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 정윤모, 수강대상 : 학부 및 대학원
2. 수치해석 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 이은정, 수강대상 : 석·박사 과정
3. 기초유한요소법 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 이은정, 수강대상 : 석·박사 과정
4. 수치편미분방정식 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 이지현, 수강대상 : 석·박사 과정
5. 이공계편미분방정식 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 서진근, 수강대상 : 석·박사 과정
6. 점성유체역학 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 최정일, 수강대상 : 석·박사 과정
7. 유한요소법 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 박은재, 수강대상 : 석·박사 과정
8. 논문작성법 및 발표 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 서진근, 수강대상 : 석·박사 과정
9. 입자와 유동 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 최정일, 수강대상 : 석·박사 과정
10. 수치시뮬레이션기반과학특강 (3학점, 영어강의), 담당교수 : 정윤모, 수강대상 : 석·박사 과정
11. 연구윤리교육 (0학점, 영어강의), 담당교수 : 박은재, 수강대상 : 석·박사 과정
12. 연구지도1 (0학점, 영어강의), 담당교수 : 박은재, 수강대상 : 석사과정
13. 연구지도2 (0학점, 영어강의), 담당교수 : 박은재, 수강대상 : 박사과정

c2. 해외학자 참여를 통한 교육과정 편제 및 운영

본 사업단에서는 해외학자를 정규교육과정에 참여시켜 학과개설 과목을 사업단 참여 교수와 공동강의를 수행함으로써 해외학자들의 전문성을 활용하였고 이를 지속적으로 유지할 수 있도록 해외학자들과 계약 하였다. 해외석학의 교육과정 참여는 학과 학생들이 다양한 전공분야에 대한 심도 깊은 학습이 가능하도록 한다.

c2.1. 2013년 2학기 Habib Ammari 교수(본 사업단 해외학자)의 정규강좌 공동개설

의료영상 분야의 세계적인 석학인 Habib Ammari (Ecole Normale Superieure, 프랑스) 교수가 본 학과의 정규 개설과목인 ‘역문제와 의료영상’ 과목을 서진근교수와 공동으로 강의를 하였다.

- o 강의명 : 역문제와 의료영상 (Inverse Problems in Medical Imaging)
- o 해외학자 : Habib Ammari (Dep. of Mathematics and Applications, Ecole Normale Supérieure, France)
- o 강의 일시 : 2013.10.01.-10.31, 매주 수요일 3시-6시, 금요일 3시-6시 (총 24시간)
- o 강의 내용

The aim of the intensive lectures is to introduce fundamental mathematical and statistical tools, and inversion and optimal design methods to address emerging modalities in medical imaging, nondestructive testing, and environmental inverse problems. Many mathematical and computational challenging problems arise in emerging imaging techniques and they often lead to the investigation of fundamental problems in various branches of mathematics. The intensive lectures describe state-of-the-art in asymptotic imaging, stochastic modelling, and analysis of wave propagation phenomena.

They throw a bridge across these different aspects of mathematical imaging. The intensive lectures provide deep understanding of the different scales in the physical problem and an accurate modelling of the uncertainty and noise sources in order to derive the best imaging functional in the sense that it achieves the optimal trade-off between signal-to-noise ratio and resolution. The intensive lectures also lead the participants to appreciate the practical implementations and performance evaluations of the described imaging methods.

- o 교과목 강의 일정
 - 1주차 : Layer Potential Approaches to Imaging
 - 2주차 : Resolution and Stability Enhancement in Electro-sensing
 - 3주차 : Enhancement of Cloaking using GPT-vanishing Structures
 - 4주차 : Enhancement of Resolution and Stability in Multi-wave Imaging

c2.2. 2014년 2학기 John Kim 교수(본사업단 해외학자)의 정규강좌 공동개설

난류의 수치연구 분야에서 세계적인 석학인 John Kim (UCLA, 미국) 교수는 본 사업단의 참여교수인 이창훈교수와 ‘난류이론’ 교과목을 공동으로 개설하여 강의하였다.

- o 강의명 : 난류이론 (Turbulence Theory)
- o 해외학자 : John Kim
(Rockwell International Distinguished Professor of Mechanical and Aerospace Engineering in the UCLA, USA)
- o 강의 일시 : 2014.09.01.-17, 9시-11시 (총 12시간)
- o 강의 내용

- I Introduction
 - I.1 Characteristics of turbulent flows
 - I.3 Review of index notation and Cartesian tensors
- II The Governing Equations
- III Statistical Description of Turbulent flows
 - III.1 Random variables and probability distributions
 - III.2 Random processes and frequency spectra
 - III.3 Random fields, statistical stationarity and statistical homogeneity
- IV Mean-Flow Equations
 - IV.1 Reynolds decomposition and Reynolds stresses

IV.2 Turbulence kinetic energy equation and energy budget

V Scales of Turbulent Motion

V.1 Energy cascade and Kolmogorov hypotheses

V.2 Integral, Taylor micro, and Kolmogorov scales

V.3 Fourier modes and velocity spectra

D. 논문 작성법 강의 개설 및 연구윤리 확보 교육

d1. 논문작성법 및 발표 교과목 개설 및 강의

- o 과목명 : CSE6990, CSE6991 Scientific Writing and Presentation for CSE [논문 작성 및 발표]
- o 개설주기 : 매학기 개설하고 졸업 필수과목으로 지정 (1학기 - 논문작성법 및 발표1 , 2학기 - 논문작성법 및 발표 2)
- o 수업목표(Requirements) : In this seminar course, one has to choose topics, write a short report on the material, and give at least 3 presentations in form of 20 min seminar about the topic (exact timing indicates the quality of the presentations). In addition, one has to actively participate in the other seminars given by the other participants. This includes that one has to have at least 90% attendance and some documentation on the web is required.
- o Feedback: Professors provide feedback on students' presentations to improve their written and verbal communication skills. (Students are asked to provide a self assessment of their presentation skills.)
- o 강좌운영방식 : In this seminar course, one has to choose topics, write a short report on the material, and give a presentation in form of seminar about the topic. In addition, one has to actively participate in the other seminars given by the other participants. This includes that one has to have at least 90% attendance.
- o Grading Policy: Presentation: 70 points, Report: 30 points

d2. 연구윤리 교과목 운영

- o 과목명 : CSE8000 YSETHIC [연구윤리교육]
- o 개설주기 : 매학기 개설하고 졸업 필수과목으로 지정
- o 사이버강의site : <http://underwood8.yonsei.ac.kr:8080>
- 과목소개 : 본 교과목은 연구자들에게 연구윤리의 역사 및 필요성, 보편화된 윤리강령과 윤리지침, 기관윤리심의 위원회, 인간대상연구, 동물실험연구, 연구실생활, 연구자료관리, 연구부정행위, 출판윤리부정행위 등 연구 전반에 대한 구체적 정보를 제공하기 위해 개설되었으며, 본교에 재학하는 일반대학원, 특수대학원 및 전문대학원의 모든 석, 박사과정 학생은 반드시 이수해야하는 필수과목이다.
- 수업내용
 - 1장 연구윤리의 소개
 - 2장 연구자의 사회적 책임
 - 3장 인간대상연구
 - 4장 동물실험연구
 - 5장 연구실문화
 - 6장 연구자료관리
 - 7장 연구진실성1 - 연구부정행위
 - 8장 연구진실성2 - 출판윤리부정행위
 - 9장 기관윤리위원회

- 이수방법 : 사전시험 --> 윤리교육 --> 사후시험

본과목은 사전시험, 윤리교육, 사후시험, 설문조사로 이루어진다. 사전시험과 사후시험은 교육전, 후 연구윤리 지식에 대한 변화를 평가하기 위해 실시되며, 윤리교육 전반에 관한 내용으로 각 총 10문제가 제시된다.

수강생들은 각 장의 마지막에 제시되는 퀴즈에서 80점이상(5문제 중 4문제 이상)을 획득하여야 하며, 점수가 미달 될 경우 해당 장을 다시 공부해야 퀴즈를 치를 수 있으며, 이전 장을 합격해야 다음 장을 이수할 수 있다. 반드시 기말고사기간 전까지 수강을 완료하여야 한다.

d3. 글로벌 수준의 연구윤리 확보를 위한 교육 계획

- 학과 차원의 연구 부정행위(위조, 변조, 표절, 중복게재, 부당한 논문 저자 표기 등) 방지를 위한 가이드라인 제공 및 연구윤리 교육 확대
- 학과 내 개설된 연구윤리교육(CSE8000)의 수강을 의무화
- 연구윤리 및 지적 재산권 확보를 위해 모든 연구자의 연구노트 작성 의무화
- 대학차원의 전자연구노트 시스템 구축 및 활성화 계획

E. 강의평가와 그에 따른 계획

e1. 강의자료 공개

학과 설립(2009년) 이후 지속적으로 수행하고 있으며 모든 교과목의 강의 자료는 학과의 학생과 교수뿐 아니라 계산과 학공학에 관심 있는 모든 전공자들이 쉽게 접근하여 이를 공유할 수 있도록 본 학과 홈페이지 (<http://cse.yonsei.ac.kr>)에 공개하고 있고 이를 지속적으로 유지하고자 한다. 현재 홈페이지에 공개된 강의자료 목록은 아래와 같다.

- Numerical Analysis (수치해석)
- Numerical Optimization (수치최적화)
- Basics in Partial Differential Equation (이공계편미분방정식)
- Numerical Partial Differential Equation (수치편미분방정식)
- Basic of Computational Science and Engineering (기초계산과학공학)
- Viscous Fluid Flow (점성유체역학)
- Applied Partial Differential Equation (고급 편미분방정식)
- Computational Fluid Dynamics (전산유체역학)
- Mathematical Modeling & Numerical Analysis 1
- Physical based Modeling 1
- Physical based Modeling 2
- Topics of Mathematical Modeling & Analysis 1
- Topics of Numerical Simulation based Science 1

e2. 강의 평가 피드백 운용

개설된 과목에 대한 학교차원의 강의평가는 공개하고, 개설된 강좌의 운영방식을 공론화하여 강의 개설시 이전의 동일 강의관련 정보(수업계획서, 수업방식, 강의평가, 강의개선 방안 등)를 참조하여 반영하도록 하고 있는 현 체제를 유지하고자 한다. 더 나아가 전담강의조교를 통해 학생들의 이해도 및 수업난이도에 대한 자문을 활용 하고자 한다. 대학원 강의평가 평균보다 낮은 과목의 교수에 대해서는 교내 교육개발지원센터에서 제공하는 '교수법 특강' 이수 및 영어 강의 컨설팅을 권장하고 있다.

F. 교과과정 다양화 계획

f1. 융복합 교과목 개발

계산과학공학이 수학, 경제학, 공학, 의공학 등 실생활 응용 분야임을 감안하여 현재의 사회와 시대가 요구하는 과목을 반영할 수 있도록 수요자 중심의 교과목을 편성하고 과다한 개설과목 축소 조정, 연구진작을 위한 특강과목 개설 등의 교과과정을 유동적으로 편성하고자 한다. 이미 체계화된 기초과목 뿐만 아니라 융합전공을 위한 과목, 현실적 문제에 대한 모델링, 그리고 여러분야 응용에 대한 특론에 이르기까지 다양한 교과목을 개설, 운영하고자 한다.

f1.1. 2013년 2학기 개설 융복합 과목 현황

의료영상 시스템의 원리와 응용 (Medical Imaging System: Physical Principles and Applications)
수학적모델링 및 수치해석 1 (Mathematical Modeling and Numerical Analysis 1)
입자와 유동 (Particle-Laden Flows)
수학적모델링 및 해석특강 1 (Topics in Mathematical Modeling and Analysis 1)
역문제와 의료영상 (Inverse Problems in Medical Imaging)

f1.2. 2014년 1학기 개설 융복합 과목 현황

고급전산유체역학 (Advanced Computational Fluid Dynamics)
수치최적화 (Numerical Optimization)
고급유한요소법 (Advanced Finite Element Method)
점성유체역학 (Viscous Fluid Flow)

f1.3. 2014년 2학기 개설 융복합 과목 현황

병렬과학계산 (Parallel Scientific Computing)
난류모델링 (Turbulence Modeling)
수학적모델링 및 수치해석2 (Mathematical modeling and Numerical analysis 2)
수학적모델링 및 해석특강2 (Topics in mathematical modeling and analysis 2)

f1.4. 2015년 1학기 개설 융복합 과목 현황

점성유체역학 (Viscous Fluid Flow)
입자와 유동 (Particle-Laden Flows)
수치시뮬레이션기반 과학특강 (Topics in Numerical Simulation based Science)

f2. 캡스톤 디자인 교과목 강의

수치모델링/수치시뮬레이션/시각화 과정에 이르는 문제 인식에서 해결까지 전반적인 내용을 다루는 캡스톤디자인 강의 (CSE8860, CSE8861 : 수치모델링/해석-수치모사-시각화 I & II)를 2014년 1학기에 개설하여 학생들로 하여금 실제 현상문제에 대한 수학적론, 과학계산, 시각화 등 능력을 배양하고 현장에서 적용 가능한 공학 해석 SW 제출 및 이에 대한 발표평가를 수행하였다. 시작 단계에 있는 캡스톤 디자인 교과목을 교육과정에 정기적으로 편성(매년 가을학기 개설)하여 창의적인 연구를 할 수 있는 인력 양성을 도모 하고자 한다.

- o 캡스톤디자인 수업명 : 수치모델링 및 수치모사와 시각화 I & II (Mathematical Modeling and Simulation and Visualization for Science 1 & 2)
- o 담당교수 : 서진근, 이은정

- 캡스톤디자인 과목 추진일정

- 1-3주차 : 계산과학공학 및 프로그래밍 기초 소개
- 4-9주차 : 물리현상에 대한 원리 및 수리모델링 방법론 교육
- 10주차 : 캡스톤디자인 주제 설정 및 접근 방법론 presentation
- 11-14주차 : 개인 주제에 대한 모델링-시뮬레이션-시각화 프로그래밍
- 15-16주차 : 개인 주제 발표 및 주관-참여기관의 공동 평가
- 프로젝트 주제 : 아래의 주제 중에서 하나를 선택하여 수리모델링-수치시뮬레이션-시각화를 수행하도록 함
- Laplace Bertrami operator : Fabric Sensing
- Image Processing : Metal Artifact Reduction
- Elliptic PDE : Electrical Impedance Imaging
- Elasticity Imaging
- Navier-Stokes Equation : Blood flow

o 수업개요

This is very advanced CSE graduate course aiming to train Ph.D. students to bridge this gap, by providing insights into the various interfaces among mathematical theories, scientific computation and visualization of real world problems. Prerequisites for students with mathematical background are partial differential equation (graduate level) and numerical analysis (FEM). You could be graded on the quality of your accomplishment (level of your Toolbox) and your report covering all the process (modeling-analysis-numerical simulation-visualization-experiment-software, minimum 50 pages). The report should contain the following:

1. Mathematical Model:

- A. Understand underline physical phenomena and the constraints imposed on the problem. Understand PDE models which usually are the processes of information loss.
 - B. Understand what are measurable using available engineering techniques. Practical limitations associated with the measurement noise, interface between target object and instrument, data acquisition time and so on must be properly understood and analyzed.
 - C. Formulate problems in such a way that we can deal with them systematically and quantitatively.
2. Develop computer programs and properly address critical issues of numerical analysis.
3. Validate results by simulations and experiments.
4. Make software for visualization (Matlab Toolkit)

We will deal with the following subjects:

- Computational Electromagnetism (Maxwell's equations)
- Computational Elasticity
- Computational Fluid Dynamics (Navier-Stokes equations)
- Image processing (Level set methods, Denoising, Sparse sensing, Regularization)

Programming Language: We will mostly use MATLAB with parallel computing toolbox.

However, students are free to use language/environment of their own choices:

(e.g Fortran, C/C++, OpenMP, MPI, CUDA, OpenCL, etc)

2.2 학사 단위 관리제도 및 학위 수여 제도의 선진화 계획

본 사업단은 학과 운영에 관한 모든 내용을 재정비하여 명문화함으로써 효율적인 학과 운영 체계를 구축하였다. 학과 운영 내규/세칙을 한글과 영문으로 제작하고 각 행정 체계에 대한 process maps을 제작하여 학과 홈페이지에 공지함으로써 접근성을 높이고 학과 운영의 수월성을 높였다. 경쟁력을 갖춘 인재 양성을 위하여 학위 취득을 위한 요구조건을 강화하고 이를 내규에 명시하였으며, 학과차원에서 이를 정기적으로 공지하고 있다. 학사관리 운영현황에 대한 자세한 내용이 홈페이지에 공지 되어 있으며, 학위 취득 소요기간 장기화 방지를 위한 여러 가지 제도를 구축하였다.

[목차]

- A. 학과 운영내규의 명문화를 통한 학사운영
 - a1. 학과 운영내규 및 운영세칙을 한글본과 영문본으로 제정
 - a2. 외국인 대학원생들을 위한 교과과정 및 학사 진행사항을 수록한 영문 handbook 제작
 - a3. 학사관리 운영현황 (입학전형, 지도교수 선정, 종합시험, 커미티 구성 등)
 - a4. 행정 Process map 및 학사공지를 통한 선진화된 학과 행정체계 구축
- B. 학위 취득 소요기간 장기화 방지를 위한 제도 구축 현황
 - b1. 종합시험 미완에 따른 장기화 방지
 - b2. 연구실적 미완에 따른 장기화 방지 대책
 - b3. 박사학위 전공종합시험 및 연구역량 강화
 - b4. 학과차원의 포스터 발표회를 통한 연구 점검
 - b5. 학과차원의 대학원생 Open Lecture 개최
 - b6. 연구그룹별 정기 세미나 운영
- C. 사업단 내의 학위 연계과정
 - c1. 학석, 석박 통합과정 관련 교육 커리큘럼의 유연성
 - c2. 학위과정 변경 제도
 - c3. 학부생 대상 URP 운영

[참고]

- A. 학과 운영내규 및 운영세칙
 - B. 연구그룹별 정기 세미나 운영 현황(발표자 및 제목)
-

A. 학과 운영내규의 명문화를 통한 학사운영

a1. 학과 운영내규 및 운영세칙을 한글본과 영문본으로 제정

본 학과에서는 학과 운영내규를 명문화 하여 대학원생들의 학사지도 및 졸업에 관련된 사항들을 알기 쉽게 하였으며, 외국인을 위한 영문본도 함께 제정하였다. 학과 운영내규에는 지도교수 배정 및 수강신청, 이수학점, 대학원 등록 및 수료, 전공종합시험, 영어(외국어) 시험, 학위논문심사, 학술활동 졸업요건, 학위과정 변경 등에 관한 사항을 구체적으로 기술하였다. 또한 학과 운영세칙에는 대학원생 포스터 발표, 박사학위 연구과정 연구실적보고서, Lab 근무 원칙, 좌석배정 원칙을 명시하였으며, 학사관련 체크리스트, 졸업관련 체크리스트, 학위논문관련 체크리스트 등을 상세하게 안내하고 있다.

a1.1. 대학원 계산과학공학과(CSE) 운영내규의 개요

제1장 총칙

제1조 (목적)

제2장 지도교수 배정 및 수강신청

제2조 (지도교수 배정), 제3조 (수강신청)

제3장 이수학점

제4조 (이수학점), 제5조 (학기당 이수학점), 제6조 (필수이수과목),

제7조 (타전공 및 타대학원 학점인정), 제8조 (이수인정 평점)

제4장 대학원 등록 및 수료

제9조 (대학원 등록), 제10조 (연구등록 납입금),

제11조 (수료 요건, 수료자 등록 및 휴학)

제5장 전공종합시험

제12조 (전공종합시험), 제13조 (필답시험), 제14조 (필답시험 응시자격),

제15조 (필답시험 공고 및 응시원서 제출), 제16조 (학위논문 제안서 발표시험),

제17조 (전공종합시험 합격의 확정)

제6장 영어(외국어) 시험

제18조 (영어시험 졸업요건)

제7장 학위논문

제19조 (학위논문 제출 자격시험), 제20조 (연구계획서 제출),

제21조 (학위논문 제출자격), 제22조 (학위논문), 제23조 (학위논문 심사위원),

제24조 (학위논문 예비심사), 제25조 (학위논문 본심사), 제26조 (학위논문의 공표)

제8장 학술활동 졸업요건

제27조 (학술활동 졸업요건)

제9장 학위과정 변경

제28조 (석사과정에서 통합과정으로 학위변경), 제29조 (통합과정 중단)

제10장 기타

제30조 (기타), 제31조 (준용)

a1.2. 대학원 계산과학공학과(CSE) 운영세칙의 개요

제1조 (목적)

제2조 (CSE 대학원생 포스터 발표)

제3조 (CSE 박사학위 연구과정 연구실적 보고서)

제4조 (CSE 대학원생 Lab 근무 원칙)

제5조 (CSE 대학원생 좌석 배정)

제6조 (CSE 대학원생 학사관련 체크리스트)

제7조 (CSE 대학원생 졸업관련 체크리스트)

제8조 (CSE 대학원생 학위논문관련 체크리스트)

a2. 외국인 대학원생들을 위한 교과과정 및 학사 진행사항을 수록한 영문 handbook 제작

[Handbook of Ph.D. and MS in Computational Science and Engineering의 개요]

1 Introduction

2 Overview of Program

- 2.1 Aims and Objectives of the Program
- 2.2 Teaching and Learning
- 3 Major steps leading to the MS degree
- 4 Assessment
 - 4.1 Progression and Assessment Regulations
 - 4.2 Plagiarism
- 5 Miscellaneous Matters
 - 5.1 Seminars
 - 5.2 Communication
 - 5.3 Attendance
 - 5.4 Dissertations
 - 5.5 Advice and Guidance
- 6 Course Descriptions
 - 6.1 Preliminary Course
 - 6.2 Core Courses
- 7 Syllabuses
- 8 Academic Calendar

a3. 학사관리 운영 현황 (입학전형, 지도교수 선정, 종합시험, 커미티 구성 등)

a3.1. 입학전형

연세대학교 대학원 입학전형 시 계산과학공학과와 독립학과로 모집하며, 1차 서류전형과, 2차 면접평가를 통해 우수한 신입생 확보에 주력하고 있다. 본 학과에서는 우수 대학원생 확보를 위하여 입학학기보다 한 학기 이전에 선발하는 조기 입학전형 제도를 운영하고 있다.

o 대학원 모집요강 (일반전형) 일부 발췌

- 소속 : 대학원학과
- 모집학과 : 계산과학공학
- 모집과정 : 석사과정, 박사과정, 통합과정
- 세부전공분야 : 응용수학, 기계공학, 전기전자공학, 수치해석 기반 과학 및 공학 전분야

a3.2. 지도교수 선정 및 세부전공 선택

학과 운영내규 제2조 (지도교수 배정)에 따라 석사과정, 석박사 통합과정 및 박사과정 신입생은 입학 확정일 이후 학과에서 정한 기간 내에 교수와의 개별 면담을 통하여 지도교수를 정하며 이의 확인을 위하여 학과의 소정양식에 지도교수 승인을 취득하고 학과 주임교수의 최종 승인을 받도록 하고 있다.

a3.3. 전공종합시험(필수핵심과목의 필답시험+학위논문 제안서 발표시험)

대학원에서 연구에 집중할 수 있도록 필답시험은 입학 후 1년 이내에 합격하도록 하고 있으며 학과 운영 내규에 따라 전공별로 지정된 3과목의 필답시험을 합격해야 한다. 필답시험의 합격기준은 100점 만점 기준에 70점 이상으로 규정하고 있다. 박사학위 전공종합시험은 필답시험과목 3과목에 대한 필답시험과 학위논문 제안서 발표시험으로 정하고 있다 (학과 운영내규 제12조(전공종합시험)).

a3.3.1. 전공별 필답시험 과목

- 수학전공자 필답시험과목 : 이공계편미분방정식, 수치해석, 수치편미분방정식
- 공학전공자 필답시험과목 : 수치해석, 수치편미분방정식, 점성유체역학

a3.3.2. 석사과정 전공종합시험 합격 : 1학기 이상 등록하고 6학점이상 취득 후에 응시가 가능하며 필답시험 3과목에 대한 종합시험을 치르도록 하고 있으며 과목 수강 시 A0 이상의 학점을 취득한 경우 해당과목 필답시험을 면제한다.

a3.3.3. 박사과정/석박사 통합과정 전공종합시험 합격

- 필답시험에는 1학기 이상 등록하고 6학점이상 취득 후에 응시가 가능하며 필답시험은 전공별로 지정된 3과목이며 계산과학공학 전공의 석사학위 보유자나 공통과목의 학점을 석박사 과정 중에 A0 이상 취득한 경우 해당과목 필답시험을 면제한다. 또한 3과목 중 1과목은 수업에서 B0 이상 취득으로 면제된다.
타 전공의 석사학위 보유자의 경우 과목인정 절차를 통하여 해당과목 시험은 면제 될 수 있다.
- 학위논문 제안서 발표시험 (Ph.D. Thesis Proposal Presentation)은 필답시험 통과한 박사과정 및 통합과정의 학생이 졸업 학위논문의 연구 내용 및 방향을 제안하는 발표 시험으로 박사과정의 경우 총 2회의 기회가 주어지며, 4학기(5학기 시작일 전)까지 통과 하여야 하며, 통합과정의 경우 총 2회의 기회가 주어지며, 6학기(7학기 시작일 전)까지 통과 하여야 한다 (학과 운영내규 제16조 (학위논문 제안서 발표시험)).

a3.4. 영어 졸업 자격 시험 (학과 운영내규 제18조 (영어시험 졸업요건))

석사과정, 석박사 통합과정 및 박사과정 학생의 졸업요건으로 TOEFL CBT 210점(TOEFL IBT 80점, 연세대 기관토플PBT 550점), TOEIC 685점, TEPS 557점으로 학과 내규에 명시하고 있다. 외국인 학생도 영어시험 성적을 제출하는 것을 원칙으로 하고, 만약 영어에 능통함을 보일 경우 지도교수 승인 하에 외국어시험을 면제받을 수 있다.

a3.5. MS/Ph.D. 학위 체제

본 학과의 학위는 수학전공과 공학전공의 두 유형의 학위로 구성되어 있으며 전공 선택에 따라 취득학위가 달라진다.

- 수학분야 박사학위명 : Ph.D in CSE - Mathematics
- 수학분야 석사학위명 : MS in CSE - Mathematics
- 공학(기계/전기전자)분야 박사학위명 : Ph.D in CSE - Mechanical/Electrical Engineering
- 공학(기계/전기전자)분야 석사학위명 : MS in CSE - Mechanical/Electrical Engineering

a3.6. 학위취득을 위한 논문 게재 요구사항 (학과 운영내규 제27조 (학술활동 졸업요건))

- 석사의 경우 졸업하는 학생이 제1저자로 들어가 있는 국제저명학술지 또는 학술대회 논문 1편
- 박사의 경우 졸업하는 학생이 제1저자로 들어가 있는 국제저명학술지 논문 2편 이상

a3.7. 학위 취득을 위한 committee 구성 (학과 운영내규 제23조 (학위논문 심사위원))

입학 후 1년 이내에 자격시험(외국어, 필답시험)을 합격해야하며, 자격시험을 합격한 자에 한하여 졸업을 앞둔 한 학기(석사의 경우) 또는 1년(박사의 경우) 이내에 연구계획서를 작성하여, 체제검사를 지도교수에게 받은 후 예비심사 및 본 심사에 임한다. 이에 따른 심사위원 위촉은 지도교수와 상의하여 진행한다.

a3.7.1. 심사위원회 구성

석사학위 논문의 경우 3인, 박사학위 논문의 경우 5인으로 하고, 외부인사는 석사학위 심사위원 중 1인, 박사학위 심사위원 중 2인까지 할 수 있다. 해외학자의 박사학위 심사 참여 및 학위 논문에 대한 pre-viva report 작성을 통해 우수한 논문을 작성하도록 유도하고 있다.

- 2014년 8월 박사졸업자 4명(권혁남, 최재규, Tingting Zhang, 박형석) 모두는 학위 논문 심사 committee에 해외 학자를 위촉하여 심사를 진행하였음

a4. 행정 Process map 및 학사공지를 통한 선진화된 학과 행정체계 구축

a4.1. 행정 Process map 활용 : 학생들의 중요한 학사과정을 쉽게 이해할 수 있도록 행정 Process map을 작성하여 활용하고 있다.

- Guideline after CSE admission notification: 대학원 진학 후 진행되는 오리엔테이션과 summer school/winter school 수강에 대한 상세한 절차 안내
- CSE open lab process map: 매학기 초에 실시되는 학과 open lab 행사의 진행절차와 연구 포스터 발표회의 준비 과정에 대한 상세한 절차 안내
- CSE Ph.D. degree process map: 박사 학위 취득을 위한 종합시험에서부터 논문준비, 논문평가, 심사위원 위촉 등에 대한 상세한 절차 안내
- CSE internship process map: 학부학생 대상 URP(undergraduate research program) 신청, 면접, 평가에 대한 상세한 절차 안내 및 인턴활동 내용의 소개

a4.2. 학과차원 공지를 통한 대학원생 학사관리

대학원생의 학사관리를 체계적으로 수행하기 위하여 학과차원에서 대학원생들이 학사 및 졸업을 위해 필요한 서류 등을 제때 제출할 수 있도록 공지를 하고 있다. 학과 운영내규 및 운영세칙에 명시된 학사관련 체크리스트, 졸업관련 체크리스트, 학위논문관련 체크리스트를 확인할 수 있도록 하여 대학원생들이 학사일정을 잘 준수하도록 도움을 주고 있다.

■ (공지 예시) 2015-1학기 졸업자 졸업 관련 자료 제출 안내

2015학년도 1학기 졸업자들은 아래의 서류들을 첨부자료와 함께 학과사무실로 제출하여 주시기 바랍니다.

제출마감일: 2015.04.10. (금) 오전

제출자료: 붙임9 학술활동 졸업요건 확인서, 붙임14 졸업이수학점 취득 및 필수과목 이수 확인서, 붙임15 학위논문 심사위원 위촉 승인서

제출마감일: 예비심사 후 즉시 제출

제출자료: 붙임 16 학위논문 예비심사 확인서

※ 참고 (붙임9 학술활동 졸업요건 확인서)

- 학회 발표 증빙자료
- 학회 프로시딩 첫표지(제목, 일시 확인되어야 함),
- 본인 발표 제목이 기재되어 있는 목차의 페이지 또는 초록 페이지

- 학술논문 증빙자료
- 게재된 논문 첫 페이지 또는 accepted email 서신

■ (공지 예시) 2015-2학기 박사학위 취득(졸업) 예정자 예심 관련 안내

2015학년도 2학기(2016년 2월 졸업) 박사과정 졸업 예정자들은 2015년 8월까지 예비심사를 마치고, 아래의 제출 서류들을 기간 내에 제출 바랍니다.

* 예비심사 대상자: 신동욱 (지도교수: 박은재), 문기영 (지도교수: 이창훈)

* 관련자료 제출 마감일 : 2015.08.14. (금)

[별지 9] 학술활동 졸업요건 확인서

[별지 14] 졸업이수학점 취득 및 필수과목 이수 확인서

[별지 15] 학위논문 심사위원 위촉 승인서

* 예비심사 마감일 : 2015.08. 28. (금)

[별지 16서식] 학위논문 예비심사 확인서

[첨부 - 별지 16서식] Examiner' s pre-viva report

학과 운영 내규

제 23 조 (학위논문 심사위원)

① 학위논문 심사위원은 주임교수와 지도교수가 협의하여 석사학위 논문의 경우 3 인, 박사학위 논문의 경우 5 인으로 구성하며, 석사학위 심사위원 중 1 인, 박사학위 심사위원 중 2 인까지는 외부인사로 할 수 있다.

제 24 조 (학위논문 예비심사)

① 학위논문 제출자격을 갖춘 학생은 다음 각 호의 학기부터 학위논문 예비심사를 받는다.

2. 박사학위 논문 예비심사는 박사학위 수여일로부터 8 개월 전까지 받아야 한다.

② 학위논문 예비심사는 학생의 학위논문에 대한 구두발표로 이루어지며 학위논문 심사위원회가 합격여부를 결정한다.

③ 예비심사 구두발표는 공개적으로 실시되며 발표심사 일정에 대하여 사전에 학위논문 심사위원 및 학과차원에 공지하여야 한다.

■ (공지 예시) CSE 박사과정 학위논문 제안서 발표시험

CSE 내규 제16조(아래참조)에 의거하여 2014학년도 1학기 이후 박사과정 입학생은 3학기 또는 4학기 이내에 학위논문 제안서 발표시험을 시행하고 통과하여야 합니다. 해당학생은 지도교수와 상의하여 발표시험 일정을 결정하고 신청서(별지6서식)를 학과사무실로 제출하여 주시기 바랍니다.

* 2015학년도 1학기 대상자: 송승호 (현 박사과정 3학기, 지도교수 : 최정일)

학과 운영 내규

제 16 조 (학위논문 제안서 발표시험) <2014-1 학기 박사과정/통합과정 입학생부터 적용함>

① 학위논문 제안서 발표시험 (Ph.D. Thesis Proposal Presentation)은 필답시험 통과한 박사과정 및 통합과정의 학생이 졸업 학위논문의 연구 내용 및 방향을 제안하는 발표 시험이다.

② 박사과정의 경우 총 2 회의 기회가 주어지며, 4 학기(5 학기 시작일 전)까지 통과 하여야 한다.

③ 통합과정의 경우 총 2 회의 기회가 주어지며, 6 학기(7 학기 시작일 전)까지 통과 하여야 한다.

④ 통합과정의 경우 학위논문 제안서 발표시험을 통과하지 못하였을 경우 본 내규 제 29 조 따라 석사 졸업이 가능하게 한다.

⑤ 학위논문 제안서 발표시험 심사위원은 본 학과의 교수 3 인으로 구성하고, 지도교수와

발표시험 일정을 정하여 신청서(별지 6 서식)를 학과사무실에 제출하여야 한다.

⑥ 휴학 및 제적생은 학위논문 제안서 발표시험에 응시할 수 없으며 합격인정이 불가하다.

■ (공지 예시) 재학생 학위논문 제출 자격시험(외국어, 종합)결과 제출

1. 관련 근거 : 대학원 학칙 제22조(학위논문 제출 자격시험)

2. 위 근거에 따라 2015-1학기 학위논문제출 자격시험에 대한 외국어 성적표를 학과사무실에 제출하여 주시기 바랍니다.

가. 제출마감 : 2015. 7. 2(목) 오후 4시까지

나. 참고사항

- 2015-1학기 휴학생 및 제적생에 대해서는 결과입력이 불가함
- 자격시험(외국어, 종합)에 합격한 학생에 한하여 2015-2학기 ‘학위논문연구계획서’ 를 제출할 수 있음
- 신입생 외국어성적 자료는 입학원서 접수시 제출한 성적표로 반영 예정
- 2014-2학기 과정변경이(통합->통합(중단))승인된 학생은 자격시험 합격유지 여부를 확인

■ (공지 예시) CSE 박사학위 연구과정 연구실적 보고서 제출

CSE 운영세칙 제 3조(아래참조)에 의거하여 아래에 해당하는 박사과정 및 통합과정 대학원생(연구등록 홀수 학기자)은 연구실적보고서(별지12서식)를 학과사무실로 제출하여 주시기 바랍니다.

※ 박사학위 연구과정 연구실적보고서의 평가가 현저하게 낮은 경우 연구실 좌석배정에서 제외될 수 있음

제출날짜: 2015년 8월 15일까지

대상자: 박사과정 9학기: 이정훈 (지도교수: 이창훈)

통합과정 7학기: 신재민 (지도교수: 박은재), 이경훈 (지도교수: 서진근)

통합과정 9학기: 박현욱 (지도교수: 이창훈), 장재성 (지도교수: 서진근)

통합과정 11학기: 박상로 (지도교수: 이창훈)

관련근거: 계산과학공학과 운영세칙

제 3 조 (CSE 박사학위 연구과정 연구실적 보고서)

① 박사학위 연구과정(박사과정 5 학기 이상, 통합과정 7 학기 이상) 대학원생은 연구등록학기가 홀수학기(박사과정 5 학기, 7 학기, 9 학기 등, 통합과정 7 학기, 9 학기, 11 학기 등)에 해당하는 학기말(2 월 중순 또는 8 월 중순)에 지난 1 년 연구 내용 및 결과(논문 및 학술대회 실적, 연구 내용 보고서)를 연구실적 보고서(별지 12 서식)로 작성하여 학과사무실에 제출하여야 한다.

② 국제학술지 논문게재(또는 논문 게재 승인) 실적이 있는 경우 그 논문을 연구실적 보고서에 첨부함으로써 보고서의 연구내용을 대체할 수 있다.

③ 박사학위 연구과정 연구실적보고서는 주임교수가 선임한 심사위원이 평가한다.

제 5 조 (CSE 대학원생 좌석 배정)

④ 두 번째 학기부터는 운영세칙 제 5 조(CSE 대학원생 좌석배정) 제 3 항이 정한 자격을 갖춘 학생이라도 아래의 각 호에 해당하는 경우 좌석배정에서 제외할 수 있다.

2. 운영세칙 제 3 조 제 3 항에 의거하여 박사학위 연구과정 연구실적보고서의 평가가 현저하게 낮은 경우

B. 학위 취득 소요기간 장기화 방지를 위한 제도 구축 현황

b1. 종합시험 미완에 따른 장기화 방지

b1.1. 대학원생 수강 지도

대학원생들이 수강 신청할 때, 기초과목 및 필수핵심과목에 대한 이수체계를 잘 따르도록 지도교수가 상담하고, 전문 심화 전공과목 수강 시 지도교수 또는 강의 개설 교수와 상담을 통해 학생의 학습정도를 파악하여 수강하도록 한다.

b1.2. 필답시험 교과목의 우수한 학점인 경우 면제

수강 시 상위 학점(A0이상)에 따라 해당과목에 대한 종합시험을 면제하며, 필답시험과목 3과목 중 1과목은 수업에서 B0 이상 취득으로 면제된다. 또한 본 학과에서 석사학위를 취득하고 박사과정에 진학한 학생은 필답시험이 면제되며, 타 전공의 석사학위 보유자의 경우 과목인정 절차를 통하여 해당과목 시험을 면제 될 수 있도록 하고 있다 (학과 운영 내규 제13조 (필답시험)).

b2. 연구실적 미완에 따른 장기화 방지 대책

본 학과에서는 학위취득 논문 요구조건을 달성시키기 위해서 다음과 같은 방안을 제시한다.

- 국내외 학술대회 발표 권장 및 참여 지원
- 일대일 논문지도 및 연구 그룹별 정기 세미나 운영
- 해외석학과의 공동연구 및 해외연수
- 매달 연구진행 상황을 지도교수에 보고하는 Lab time sheet 작성

b3. 박사학위 전공종합시험 및 연구역량 강화

b3.1. 필답시험 : 필수핵심과목군 중 3과목 필기시험 (학과 운영내규 제 13조 필답시험)

b3.2. 학위논문 제안서 발표시험 (Ph.D. Thesis Proposal Presentation) (운영내규 제 16조 학위논문 제안서 발표)

- 필답시험 통과 후 졸업 학위논문의 연구 내용 및 방향을 제안하는 발표 시험
- 박사과정의 경우 4학기(5학기 시작일 전)까지 통과 하여야하고 통합과정의 경우 6학기(7학기 시작일 전)까지 통과 하여야 한다.
- 통합과정의 경우 학위논문 제안서 발표시험을 통과하지 못하였을 경우 본 내규 제 29조 따라 석사 졸업이 가능하게 한다.
- 심사위원은 학과내 교수 3인으로 구성

b3.3. 박사학위 연구과정 실적 평가 (학과 운영세칙 제 3조)

- 대상 : 박사과정 5학기 이상, 석.박통합 7학기 이상
- 지난 1년 연구 결과(논문 및 학술대회 실적, 연구 내용 보고서)를 평가
- 지난 1년간 연구 내용 보고서(내규의 별지 12 서식)를 작성하여 제출

b3.4. 학술활동의 졸업요건 (학과 운영내규 제 27조 학술활동 졸업요건)

- 국제저명학술지에 2편 이상 게재 또는 게재승인
- 제출된 논문 중 1편은 졸업하는 학생이 제 1 저자이어야 함

b3.5. 학위논문 예비심사 (학과 운영내규 제 24조 학위논문 예비심사)

- 박사학위 수여일로부터 8개월 전까지 받아야 함
- 박사학위 예비심사시에 심사위원들로부터 pre-viva report를 받아서 이를 본심에서 반영하여야 함

b3.6. 졸업논문 본심사 (학과 운영내규 제 25조 학위논문 본심사)

- 박사학위 졸업논문 본심사 위원회는 5인으로 구성(외부인사 2인까지 가능)
- 박사학위 수여일로부터 3개월 전까지 받아야 함
- 입학일로부터 7년 이내(석·박사 통합과정은 입학일로부터 8년 이내)에 학위논문 본심사를 합격하여야 함

b4. 학과차원의 포스터 발표회를 통한 연구 점검

매 학기 초에 진행하는 CSE open lab(포스터 발표회)에서의 연구결과를 의무적 발표(학과 운영세칙 제2조)하게 하여 대학원생의 연구 내용의 진전을 점검한다.

- 모든 학생은 1년에 적어도 한번은 포스터발표회에서 포스터 발표를 하여야 함
- 심사위원을 구성하여 포스터발표에 대한 심사를 실시하여 우수한 학생에게는 인센티브 지급
- 심사위원 : 해외학자(John Kim, Hamdi, Bastian)와 학과 참여교수로 구성

o 2013년 2학기 포스터 발표회 : 6th CSE Open Lab & Poster Exhibitions

일시 : 2013.09.13 (금) 11시

장소 : 첨단관 6층

발표자 : 총20명 (대학원생 15명 & 인턴 5명)

수치해석팀 (5명): 김정은, 신동욱, 신재민, 이슬잎, 장준영

의료영상팀 (4명): 장재성, 이운섭, Tingting Zhang, 권혁남

전산유체역학팀 (6명): Battsetseg Gereltbyamba, 이정훈, 박현욱, 박상로, Weiwei Fang, Xiaomin Pan

CSE URP(학부인턴생) (5팀): 원성진, 유병수, 최원준, 김지윤, 노경민, 오동건, 이민지, 이지영, 최연주

심사위원 : 이은정, 최정일, 정윤모

o 2014년 1학기 포스터 발표회 : 7th CSE Open Lab & Poster Exhibitions

일시 : 2014.03.14 (금) 11시

장소 : 첨단관 6층

발표자 : 총20명 (대학원생 15명 & 인턴 5팀)

수치해석팀 (7명): Irene, 양두리, 김형석, Lina Zhao, 성병한, 윤령경, 정성희

의료영상팀 (4명): 박형석, 최재규, Liangdong Zhou, 이경훈

전산유체역학팀 (4명): 김종수, 이호준, 지현우, 문기영

CSE URP(학부인턴생) (5팀): 오동건(최연주), 김기하, 원성진, 노경민, 최원준

심사위원 : Hamdi Zorgati (Tunis El Manar Faculty of Sciences of Tunis), 이은정, 최정일, 정윤모

o 2014년 2학기 포스터 발표회 : 8th CSE Open Lab & Poster Exhibitions

일시 : 2014.09.12 (금) 11시

장소 : 첨단관 6층

발표자 : 총25명 (대학원생 19명 & 인턴 6명)

수치해석팀 (6명): 신동욱, 신재민, 장준영, 정슬기, 김정은, 이슬잎

의료영상팀 (6명): 이운섭, 장재성, 장팅팅, 권혁남, 유기성, 김동건

전산유체역학팀 (7명): 박상로, 오근우, Battsetseg Gereltbyamba, Xiaomin Pan, 박현욱, 이정훈, Weiwei Fang

CSE URP(학부인턴생) (5명): 천수민, 최윤영, 노경민, 유병수, 이지영

심사위원 : John Kim (UCLA, USA), 이은정, 정윤모, 최정일

o 2015년 1학기 포스터 발표회 : 9th CSE Open Lab & Poster Exhibitions

일시 : 2015.03.20 (금) 11시

장소 : 첨단관 6층

발표자 : 총19명(대학원생 17명 & 인턴 2명)

수치해석팀 (5명): 신동욱, 신재민, Lina Zhao, 정성희, 윤령경

의료영상팀 (5명): 이경훈, Liangdong Zhou, Amal Rannen, 김동건, 유기성

전산유체역학팀 (7명): 이정훈, 이호준, 김종수, Sajjad Ur Rehman, 원성진, 송승호, 김기하

CSE URP(학부인턴생)(2명): 유병수, 노경민

심사위원 : Bastian von Harrach (University of Stuttgart, 독일), 이은정, 정윤모, 최정일

b5. 학과차원의 대학원생 Open Lecture 개최

계산과학공학과 대학원생 중에서 우수한 논문 결과를 도출한 학생들을 선발하여 그 내용을 Open Lecture 형식으로 학과차원에서 발표하게 하며, 발표자가 Open Lecture의 organizer가 되어 손님초청 및 다과 준비 등 행사의 모든 준비를 하도록 하고 있다.

b5.1. 명칭 : CSE Student Open Lecture

- 발표 시간 및 내용 : 30분 정도로 작성된 논문의 내용을 lecture 형식으로 영어 발표
- 발표 일시 : 매학기 월말에 2~3명씩 발표

b5.2. 발표자 의무사항

- 준비물 : 논문 완성본(투고되기 전단계의 논문이어야 하고 논문 포맷으로 작성된 것)
 - ※ 이미 발표된 논문이나 투고된 논문은 대상이 아니며, 새롭게 연구된 결과로 투고를 위한 작성 논문만 인정함
- 발표자가 손님 초청, 음식준비, 강연장 준비, handout 준비 등 행사 전반에 걸친 모두를 organize해야 함
- 학과차원에서 포스터를 제작하여야 하므로 제목과 abstract를 제출해야 함

b5.3. 발표자 특전

- 학과차원에서 포스터를 제작하여 open lecture로 진행 하므로 CV의 경력으로 사용 가능
- 학과장님 서명이 있는 formal한 official letter를 발표자에게 발송함
 - ※ It is my great pleasure to inform that you are selected as a speaker for CSE Student Open Lecture 2014 spring semester. And so on...

o 2014 spring semester : 1st CSE Student Open Lecture

- (2014.03.27.), 권혁남, A local region of interest reconstruction method for Electrical Impedance Tomography with internal electrode
- (2014.03.27.), Tingting Zhang, Electrical impedance spectroscopy-based nondestructive testing for imaging defects in concrete structures
- (2014.04.24.), 이정훈, Turbulence modification in particle-laden near-wall turbulence
- (2014.04.24.), 박현욱, An Implicit Direct Forcing for Low Reynolds Number Incompressible Flows
- (2014.05.25.), 박형석, Characterization of Metal Artifacts in X-ray Computed Tomography
- (2014.05.25.), Irene, Least Squares Finite Element Method for a Nonlinear Stokes Problem in Glaciology

o 2014 fall semester : 2nd CSE Student Open Lecture

- (2014.10.01.), 김정은, Optimal control of Influenza model
- (2014.10.01.), Liangdong Zhou, Viscoelastic modulus reconstruction using time harmonic vibrations
- (2014.10.01.), Xiaomin Pan, Analysis of a Semi-implicit Projection Method for the Incompressible Navier-Stokes Equations
- (2014.11.12.), 신동욱, A Hybridized Finite Element Method for Oseen Equation
- (2014.11.12.), Lina Zhao, A Posteriori Error Estimates for a Staggered Discontinuous Galerkin Method
- (2014.11.12.), 이경훈, Electrical Impedance Tomography-based Pressure sensing using Conductive Membrane

o 2015 spring semester : 3rd CSE Student Open Lecture

- (2015.04.10.), 지현우, Numerical Investigation of Vortex Motion using Vortex Filament Method
- (2015.04.10.), 장재성, Detection of admittivity anomaly on high-contrast heterogeneous backgrounds using frequency difference EIT
- (2015.04.10.), 유기성, Convergence of Empirical Intensity CDF and Texture Classification
- (2015.05.01.), 정성희, Weighted Least Squares Method For Poisson Equation In A Polyhedral Domain
- (2015.05.01.), 장준영, Efficient Therapies for HBV using Feedback Control
- (2015.05.01.), 이호준, Numerical simulation of low Reynolds number flow past a sphere rotating in the streamwise direction
- (2015.06.12.), Battsetseg, DNS of natural convection flow and lagrangian particle tracking in a cubic cavity
- (2015.06.12.), 신재민, A high-order discontinuous galerkin method with lagrange multiplier for hyperbolic systems of conservation laws

(2015.06.12.), 오근우, Numerical simulations of flow around an elliptical cylinder with various geometric configurations

b6. 연구그룹별 정기 세미나 운영

b6.1. 전산유체역학팀 책임교수 : 이창훈, 최정일

2013-2학기 세미나 : 매주 월요일 15시~17시 CFD 대학원생 연구결과 발표
2014-1학기 세미나 : 매주 화요일 15시~17시 CFD 대학원생 연구결과 발표
2014-2학기 세미나 : 매주 화요일 15시~17시 CFD 대학원생 연구결과 발표
2015-1학기 세미나 : 매주 수요일 10시~12시 CFD 연구실 대학원생 연구결과 발표
일대일 면담 : 매 주 CFD 연구실 대학원생 개별 면담 진행

b6.2. 의료영상팀 책임교수 : 서진근

2013-2학기 세미나 : 매주 수요일 16시~19시 대학원생 연구결과 발표(의료영상처리)
매주 목요일 17시~18시 대학원생 연구결과 발표(수치해석모델링)
2014-1학기 세미나 : 매주 목요일 15시~17시 MI 대학원생 연구결과 발표
2014-2학기 세미나 : 매주 목요일 15시~17시 MI 대학원생 연구결과 발표
2015-1학기 세미나 : 매주 목요일 15시~17시 CFD 연구실 대학원생 연구결과 발표
일대일 면담 : 매 주 MI 연구실 대학원생 개별 면담 진행

b6.3. 수치해석팀 책임교수 : 이은정, 박은재, 이지현(겸임교수)

2013-2학기 세미나 : 매주 금요일 10시~12시 NA 대학원생 연구결과 발표
2014-1학기 세미나 : 매주 목요일 17시~18시 NA 대학원생 연구결과 발표(이은정교수팀)
매주 금요일 10시~12시 NA 대학원생 연구결과 발표(박은재교수팀)
매주 금요일 10시~12시 NA 대학원생 연구결과 발표(이지현교수팀)
2014-2학기 세미나 : 매주 화요일 10시~12시 NA 대학원생 연구결과 발표(이은정교수팀)
매주 금요일 10시~12시 NA 대학원생 연구결과 발표(박은재교수팀)
매주 금요일 10시~12시 NA 대학원생 연구결과 발표(이지현교수팀)
2015-1학기 세미나 : 매주 화요일 10시~12시 NA 대학원생 연구결과 발표(이은정교수팀)
매주 금요일 10시~12시 NA 대학원생 연구결과 발표(박은재교수팀)
매주 금요일 10시~12시 NA 대학원생 연구결과 발표(이지현교수팀)
일대일 면담 : 매 주 NA 연구실 대학원생 개별 면담 진행

b6.4. 데이터 분석팀 책임교수 : 정윤모

2014-1학기 세미나 : 매주 금요일 16시~19시 DA 대학원생 연구결과 발표
2014-2학기 세미나 : 매주 금요일 16시~19시 DA 대학원생 연구결과 발표

2015-1학기 세미나 : 매주 금요일 16시~17시 DA 대학원생 연구결과 발표
일대일 면담 : 매 주 DA 연구실 대학원생 개별 면담 진행

C. 사업단 내의 학위 연계과정

c1. 학석사 연계과정, 석박 통합과정 관련 교육 커리큘럼의 유연성

학부생들이 계산과학공학 개설과목을 수강 신청하여 학점을 이수 할 수 있도록 학부연계프로그램으로 아래의 2과목을 개설 및 학점인정 제도를 도입하여 운영하고 있다.

CSE5000 Basics of Computational Science and Engineering [기초계산과학공학]
CSE5001 Basics of Computational Fluid Dynamics [기초전산유체역학]

c2. 학위과정 변경 제도

c2.1. 석사과정에서 통합과정으로 학위 변경 (학과 내규 제 28조)

석사과정 학생이 석박사 통합과정으로 변경하기를 원하는 경우 지도교수와 주임교수의 추천을 통하여 대학원장에게 승인 받아 변경할 수 있도록 학과 내규에 규정하고 있다.

c2.2. 통합과정 중단 (학과 내규 제 29조)

통합과정 학생이 통합과정을 중단하고 석사과정으로 변경하기 위해서는 지도교수 및 주임교수의 승인을 받아 대학원장에게 승인 받아 변경할 수 있도록 학과 내규에 규정하고 있다.

c3. 학부생 대상 URP 운영

본 학과의 학부생 인턴프로그램인 URP(undergraduate research program)를 운영하여 여름/겨울학기에 계산과학공학 관련 기초 교육을 지속적으로 실시하고 있다.

c3.1. URP 연구참여 내용

- Bio-medical imaging
- Computational Fluid Dynamics
- Advanced Numerical Analysis

URP 참여현황

- 2013-2학기 (총 9명) : 김지윤(이화여대 수학과), 노경민(연세대 대기과학과), 오동건(연세대 대기과학과), 원성진(연세대 기계공학과), 유병수(연세대 수학과), 이민지(이화여대 수학과), 이지영(이화여대 수학과), 최연주(연세대 대기과학과), 최원준(연세대 수학과)
- 2014-1학기 (총 12명) : 김지영(이화여대 수학과), 노경민(연세대 대기과학과), 박도현(연세대 기계공학과), 송차환(연세대 수학과), 오동건(연세대 대기과학과), 유병수(연세대 수학과), 이지영(이화여대 수학과), 천수민(연세대 토목환경공학과), 최연주(연세대 대기과학과), 최원준(연세대 수학과), 최윤영(연세대 대기과학과), 홍진영(연세대 기계공학과)
- 2014-2학기 (총 13명) : 김범희(연세대 수학과), 노경민(연세대 대기과학과), 문찬웅(전북대학교 항공우주학과), 박도현(연세대 기계공학과), 서지연(연세대 수학과), 오동건(연세대 대기과학과), 유병수(연세대 수학과), 이지영(이화여대 수학과), 정홍기(연세대 수학과), 천수민(연세대 토목환경공학과), 최연주(연세대 대기과학과), 최윤영(연세대 대기과학과), 홍진영(연세대 기계공학과)
- 2015-1학기 (총 7명) : 김범희(연세대 수학과), 김화평(한양대학교 수학과), 문찬웅(전북대학교 항공우주학과), 박재민(연세대학교 수학과), 서지연(연세대 수학과), 유병수(연세대 수학과), 정홍기(연세대 수학과)

※ [참고]

- A. 학과 운영내규 및 운영세칙
- B. 연구그룹별 정기 세미나 운영 현황(발표자 및 제목)

- A. 학과 운영내규 및 운영세칙(한글본)

대학원 계산과학공학과(CSE) 운영내규

제정: 2009.06.02.

1차개정: 2009.12.28. 2차개정: 201309.26.

3차개정: 2013.11.13. 4차개정: 2015.01.23.

제 1 장 총 칙

제1조 (목적) 이 규정은 「연세대학교대학원학칙」(이하 학칙) 제5장 “수업”, 제6장 “자격시험”, 제7장 “학위논문” 등에 관한 계산과학공학과(이하 본 학과)의 제운영 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제 2 장 지도교수 배정 및 수강신청

제2조 (지도교수 배정)

① 석사과정, 석·박사 통합과정(이하 통합과정) 및 박사과정 신입생은 입학 확정일 이후 첫 학기가 끝나기 전에 지도교수를 정해야 한다.

② 각 신입생은 교수와의 개별 면담을 통하여 지도교수를 정하며 이의 확인을 위하여 지도교수 승인 요청서(별지 1 서

식)에 지도교수 승인을 취득하고 이를 대학원 계산과학공학과 주임교수(이하 ‘주임교수’라 한다)에게 제1항의 기간 내에 제출하여 최종 승인을 받아야 한다.

제3조 (수강신청)

- ① 지도교수가 배정된 대학원생은 수강 신청 시 수강신청 확인서(별지2서식)를 작성하여 반드시 지도교수의 승인을 받은 후 수강신청을 하도록 한다.
- ② 지도교수가 배정되지 않은 대학원생은 수강 신청 시 수강신청 확인서(별지2서식)를 작성하여 반드시 주임교수의 승인을 받은 후 수강신청을 하도록 한다.

제 3 장 이수학점

제4조 (이수학점)

- ① 석사과정 학생은 학위취득에 필요한 30학점을 지도교수의 승인 하에 취득하여야 한다.
- ② 통합과정 학생은 학위취득에 필요한 54학점을 지도교수의 승인 하에 취득하여야 한다. 단, 석사학위만 취득하는 경우는 석사학위과정의 기준을 적용한다.
- ③ 박사과정 학생은 학위취득에 필요한 60학점을 지도교수의 승인 하에 취득하여야 한다. 이때 석사학위과정에서 이수한 학점 중 30학점까지를 포함시킬 수 있다.

제5조 (학기당 이수학점)

- ① 본 학과 학생은 매 학기 12학점을 초과하여 이수할 수 없다.

제6조 (필수이수과목)

- ① 학생은 전공 분야별로 지정된 필수이수과목인 필답시험과목과 필수수강과목을 반드시 이수하여야 한다.
- ② 전공 분야별 필답시험 과목은 아래의 각 호와 같다. < 2014-1학기 입학생부터 적용함>
 - 1. 수학전공자의 필답시험과목은 “CSE5950 이공계편미분방정식”, “CSE5810수치해석”, “CSE5840수치편미분방정식”의 3 과목으로 3과목 모두 이수하여야 하며, 본 학과의 내규 제13조 (필답시험)에 의거하여 필답시험에 합격하여야 한다.
 - 2. 공학전공자의 필답시험과목은 “CSE5810수치해석” “CSE5840수치편미분방정식”, “CSE6623점성유체역학”의 3 과목으로 3과목 모두 이수하여야 하며, 본 학과의 내규 제13조 (필답시험)에 의거하여 필답시험에 합격하여야 한다.
 - 3. 본 학과에서 석사학위를 취득하고 박사과정에 진학한 학생은 필답시험과목에 대한 이수가 면제된다.
- ③ 본 학과의 필수수강과목은 아래의 각호와 같다.
 - 1. 석사과정, 박사과정, 통합과정 학생은 “CSE5002기초계산유체역학”, “CSE5820기초유한요소법”, “CSE6126병렬과학계산”의 3 과목 중에서 1과목을 반드시 이수해야 한다. 단, 본 학과에서 석사학위를 취득하고 박사과정에 진학한 학생은 이 과목에 대한 이수가 면제된다. < 2015-1학기 입학생부터 적용함>
 - 2. 석사과정, 박사과정, 통합과정 학생은 각 학위과정 동안 “CSE6990/CSE6991논문작성법 및 발표” 과목을 반드시 이수해야 하며, 최대 2강좌까지 수강할 수 있다. 단, 본 학과에서 석사학위를 취득하고 박사과정에 진학한 학생은 이 과목에 대한 이수가 면제된다. . < 2014-1학기 입학생부터 적용함>
 - 3. 석사과정, 박사과정, 통합과정 학생은 각 학위과정 동안 “CSE8000연구윤리교육” 과목을 반드시 청강하고 이수해야 하며, 학점으로 인정되지 않는다.
 - 4. 학위논문 연구계획서 제출 이후 석사과정은 “CSE7999연구지도 1” 과목을1학기 이상, 박사과정 및 통합과정은 “CSE9999연구지도 2” 과목을 2학기 이상 청강으로 이수하여야 하며, 학점으로 인정되지 않는다.

제7조 (타전공 및 타대학원 학점인정)

- ① 본 학과에서 개설되지 않은 타과의 전공 과목을 수강하는 경우 주임교수의 승인(별지 3 서식)을 받아야 이수 학점으로 인정된다.
- ② 우리 대학원과 협정에 의해 학점교환제를 실시하는 기관에서 취득한 학점에 대한 인정은 학칙 제17조 및 대학원의 “타 대학원 이수학점 인정에 관한 내규”에 따른다.

제8조 (이수인정 평점)

- ① 학위과정의 수료에 필요한 총평량평균은 3.0(B0) 이상이어야 한다.
- ② 본 학과에서 정한 필수이수과목은 B0 이상이어야 한다. 단, 필답시험에 합격할 경우 이 기준을 만족한 것으로 인정한다.

제 7 장 대학원 등록 및 수료

제9조(대학원 등록)

- ① 각 학위과정의 학생은 등록을 하여야 하며, 등록은 정규등록과 연구등록으로 구분한다.
- 1. 정규등록은 석사과정 및 박사과정은 처음 4학기까지, 통합과정은 처음 6학기까지의 등록을 말한다.
- 2. 연구등록은 각 학위과정별 정규등록을 초과한 학기의 등록을 말한다.

제10조(연구등록 납입금)

- ① 연구등록자의 납입금은 별도로 정하는 바에 의한다.
- ② 연구등록자라 할지라도 “연구지도” 이외의 과목을 수강 신청하는 경우에는 소정의 수업료를 추가로 납부하여야 한다.

제11조(수료 요건, 수료자 등록 및 휴학)

- ① 석사과정 및 박사과정에서 4학기 이상, 통합과정에서 6학기 이상 정규등록을 마치고 학칙 제15조(본 내규 제4조) 및 학칙 제21조(본 내규 제8조)의 요건을 충족하며 학위논문 제출 자격시험(전공 종합시험 및 영어시험)을 합격한 경우 각 학위과정에서 수료 요건이 충족된다.
- ② 수료자는 학위를 취득할 때까지 연구등록을 하여야 한다.
- ③ 수료자로서 연구등록자의 휴학은 지도교수와 주임교수가 승인하는 기간으로 한다.

제 4 장 전공 종합시험

제12조 (전공 종합시험)

- ① 석사학위 전공 종합시험은 필답시험과목 3과목에 대한 필답시험으로 정한다.
- ② 박사학위 종합시험은 필답시험과목 3과목에 대한 필답시험과 학위논문 제안서 발표시험으로 정한다.
- ③ 석사과정, 박사과정, 통합과정 학생은 각 학위과정 학위논문 예비심사 이전에 전공 종합시험을 합격해야 한다.
- ④ 통합과정의 경우 학생이 석사로만 졸업을 희망하는 경우는 석사과정의 규정을 따르며 박사과 졸업을 희망하는 경우는 석사과정 종합시험을 거치지 않고 박사과정의 규정을 따른다.

제13조 (필답시험)

- ① 필답시험은 전공 영역에 대한 전문적 지식 및 연구능력을 평가하기 위하여 필답시험과목에 대한 필기시험으로 하며, 필답시험 출제위원은 대학원 강의 담당교수 2인 이상으로 결정하고, 100점 만점 기준에 70점 이상을 합격으로 한다.
- ② 필답시험과목 중에서 이수학점이 A0 이상 취득한 해당과목은 필답시험에 합격한 것으로 한다.
- ③ 필답시험과목 3과목 중 1과목은 수업에서 B0 이상 취득으로 면제된다.
- ④ 본 학과에서 석사학위를 취득하고 박사과정에 진학한 학생은 필답시험이 면제된다.
- ⑤ 타 전공의 석사학위 보유자의 경우 과목인정 절차(별지 4 서식)를 통하여 해당과목 시험은 면제 될 수 있다.

제14조 (필답시험 응시자격)

- ① 필답시험의 응시자격은 다음 각 호와 같다.
- 1. 석사과정의 경우 1학기 이상 등록하고 6학점이상 취득한 자
- 2. 박사과정의 경우 1학기 이상 등록하고 6학점(본 내규 제4조 제3항에 의하여 인정한 학점을 포함한다)이상 취득한 자
- 3. 통합과정의 경우 1학기 이상 등록하고 6학점이상 취득한 자
- ② 휴학 및 제적생은 필답시험에 응시할 수 없으며 합격인정이 불가하다.

제15조 (필답시험 공고 및 응시원서 제출)

- ① 주임교수는 필답시험 일시·응시자격·원서접수기간·시험장소·시험방법·시험과목·응시료 등에 관한 사항을 매 학기 필답시험 실시 한 달 전에 구체적인 날짜와 시간을 공고한다.
- ② 필답시험에 응시하고자 하는 자(본 내규 제13조의 필답시험 면제자 포함)는 접수시간 내에 응시원서(별지 5서식)를 학과사무실에 제출하여야 한다.
- ③ 학생은 전공시험에 응시하기 위해서 주임교수가 정한 응시료(실비상당액)를 학과에 납부하여야 한다.

제16조 (학위논문 제안서 발표시험) <2014-1학기 박사과정/통합과정 입학생부터 적용함>

- ① 학위논문 제안서 발표시험(Ph.D. Thesis Proposal Presentation)은 필답시험 통과한 박사과정 및 통합과정의 학생이 졸업 학위논문의 연구 내용 및 방향을 제안하는 발표 시험이다.
- ② 박사과정의 경우 총2회의 기회가 주어지며, 4학기(5학기 시작일 전)까지 통과 하여야 한다.
- ③ 통합과정의 경우 총2회의 기회가 주어지며, 6학기(7학기 시작일 전)까지 통과 하여야 한다.
- ④ 통합과정의 경우 학위논문 제안서 발표시험을 통과하지 못하였을 경우 본 내규 제 29조 따라 석사 졸업이 가능하게 한다.
- ⑤ 학위논문 제안서 발표시험 심사위원은 본 학과의 교수 3인으로 구성하고, 지도교수와 발표시험 일정을 정하여 신청서(별지 6 서식)를 학과사무실에 제출하여야 한다.
- ⑥ 휴학 및 제적생은 학위논문 제안서 발표시험에 응시할 수 없으며 합격인정이 불가하다.

제17조 (전공 종합시험 합격의 확정) 전공 종합시험의 합격은 대학원장이 승인함으로써 확정된다.

제 5 장 영어(외국어) 시험

제18조 (영어시험 졸업요건)

- ① 석사과정, 박사과정, 통합과정 학생은 졸업요건으로 영어시험(TOEFL, TOEIC, TEPS 중 선택)을 보아야 하며 졸업가능 최저점수는 TOEFL CBT 210점(TOEFL IBT 80점, 연세대 기관토플PBT 550점), TOEIC 685점, TEPS 557점이다.
- ② 제1항을 적용함에 있어 입학 시에 대학원에 제출한 영어시험(TOEFL, TOEIC, TEPS) 성적이 졸업가능 최저점수 이상이면 영어시험 졸업요건을 충족한 것으로 본다.
- ③ 외국인 학생도 제1항에 의거하여 영어시험 성적을 제출하여야 하고, 만약 영어에 능통함을 보일 경우 지도교수 승인 하에 외국어시험을 면제받을 수 있다.

제 6 장 학위논문

제19조 (학위논문 제출 자격시험)

- ① 학위논문 제출 자격시험(이하 자격시험)은 전공 종합시험과 영어시험으로 두 시험에 모두 합격 확정을 받아야 학위 논문을 제출 할 자격이 주어진다.

제20조 (연구계획서 제출)

- ① 각 학위과정에 있어서 다음 요건을 갖춘 학생은 학위논문 연구계획서를 제출할 수 있다.
 1. 자격시험(전공 종합시험 및 영어시험)에 합격한 학생으로 본 학과의 내규 제4조 (이수학점), 제6조 (필수이수과목), 제8조 (이수인정 평점)를 충족하여야 한다. 단, 당해 학기 수강신청학점도 이수학점에 포함시켜 계산한다.
 2. 자격시험(전공 종합시험 및 영어시험) 합격 확정이 되기 전이라도 지도교수의 승인에 의하여 학위논문 연구계획서를 제출할 수 있다. 다만 본 내규 제12조 제3항에 의거하여 학위논문 예비심사 이전에 전공 종합시험의 합격이 확정되어야 한다.
- ② 휴학 또는 제적 학기에는 연구계획서 제출이 불가하다.

제21조 (학위논문 제출자격)

- ① 각 학위과정에 있어서 다음 요건을 갖춘 학생은 논문 심사를 위하여 학위논문 원고를 제출할 수 있다.
 1. 석사학위과정의 경우 자격시험(전공 종합시험 및 영어시험)에 합격하고, 논문연구계획서(별지 7서식) 및 연구윤리 준수서약서(별지 8 서식)의 승인을 받고 논문지도교수를 배정 받아 1학기 이상 연구지도를 받은 학생으로 입학일로부터 4년 이내에 학위논문의 심사 완료 예정자에 한한다.
 2. 박사학위과정의 경우 자격시험(전공 종합시험 및 영어시험)에 합격하고 논문연구계획서(별지 7서식) 및 연구윤리준

수서약서(별지 8 서식)의 승인을 받고 논문지도교수를 배정 받아 2학기 이상 연구지도를 받은 학생으로 입학일로부터 7년 이내에 학위논문의 심사 완료 예정자에 한한다.

3. 통합과정의 경우 자격시험(외국어시험 및 종합시험)에 합격하고 논문연구계획서(별지 7서식) 및 연구윤리준수서약서(별지 8 서식)의 승인을 받고 논문지도교수를 배정 받아 2학기 이상 연구지도를 받은 학생으로 정규등록 6학기를 필하고 입학일로부터 8년 이내에 학위논문의 심사 완료 예정자에 한한다.

제22조(학위논문)

- ① 본 학과의 모든 석사학위논문은 영문으로 작성되어야 함을 원칙으로 한다. 단, 영문 작성이 부적합한 특정한 주제는 지도교수 및 주임교수가 최종 승인한 경우 영어 이외의 국문 또는 외국어로 작성할 수 있다.
- ② 본 학과의 박사학위논문은 영문으로 작성되어야 한다. 단, 영문 작성이 부적합한 특정한 주제는 지도교수의 요청과 대학원이 최종 승인한 경우 영어 이외의 국문 또는 외국어로 작성할 수 있다.

제23조 (학위논문 심사위원)

- ① 학위논문 심사위원은 주임교수와 지도교수가 협의하여 석사학위 논문의 경우 3인, 박사학위 논문의 경우 5인으로 구성하며, 석사학위 심사위원 중 1인, 박사학위 심사위원 중 2인까지는 외부인사로 할 수 있다.
- ② 학위논문 심사위원장은 지도교수가 맡아 학위논문 예비심사 및 본심사를 주도하며, 의결권에 있어 심사위원과 동일한 권한을 갖는다.

제24조 (학위논문 예비심사)

- ① 학위논문 제출자격을 갖춘 학생은 다음 각 호의 학기부터 학위논문 예비심사를 받는다.
 1. 석사학위 논문 예비심사는 학위논문 연구계획서 승인 학기부터 가능하며 대학원이 정한 기간 이내에 받아야 한다.
 2. 박사학위 논문 예비심사는 박사학위 수여일로부터 8개월 전까지 받아야 한다.
- ② 학위논문 예비심사는 학생의 학위논문에 대한 구두발표로 이루어지며 학위논문 심사위원회가 합격여부를 결정한다.
- ③ 예비심사 구두발표는 공개적으로 실시되며 발표심사 일정에 대하여 사전에 학위논문 심사위원 및 학과차원에 공지하여야 한다.

제25조 (학위논문 본심사)

- ① 예비심사에 합격하고 학위논문을 충실히 수정 보완 한 학생으로서 본 내규 제27조에 규정한 학술활동 졸업요건을 충족한 학생은 학위논문 본심사를 받을 자격이 주어진다.
 1. 석사학위 논문 본심사는 학위논문 심사위원들과 일정을 협의하여 석사학위 수여일로부터 2개월 전까지 받아야 한다.
 2. 박사학위 논문 본심사는 학위논문 심사위원들과 일정을 협의하여 박사학위 수여일로부터 3개월 전까지 받아야 한다.
- ② 학위논문 본심사는 학생의 학위논문에 대한 구두발표로 이루어지며, 학위논문 심사위원회가 합격여부를 결정한다.
 1. 석사학위 논문 본심사 평가는 100점 만점으로 하여 심사위원 2인 이상이 80점 이상으로 평가할 경우 합격으로 간주한다.
 2. 박사학위 논문 본심사 평가는 100점 만점으로 하여 심사위원 4인 이상이 80점 이상으로 평가할 경우 합격으로 간주한다.
- ③ 학위논문 본심사에 불합격한 논문제출자는 1학기 이상 경과한 후 다시 작성하여 재심사 받을 수 있다. 재심사에서 불합격한 경우에는 논문심사를 더 이상 논문심사를 받을 수 없으며 수료생으로 학위과정을 마쳐야 한다.
- ④ 석사과정의 경우 입학일로부터 4년 이내에, 박사과정의 경우 입학일로부터 7년 이내, 통합과정은 입학일로부터 8년 이내에 학위논문 본심사를 합격하여야 한다.

제26조(학위논문의 공표) 합격된 박사학위논문은 합격일로부터 1년 이내에 학계에 공표하여야 한다.

제 7 장 학술활동 졸업요건

제27조 (학술활동 졸업요건)

- ① 석사학위 논문 제출자격은 국내외 저명학술지에 1편 이상 게재/게재 승인 또는 국내·외 학술대회에서 1회 이상 논

문발표(논문발표집에 게재)를 해야 한다. 제출된 논문 또는 논문발표에서는 졸업하는 학생이 제 1 저자가 되어야 한다.

② 박사학위 논문 제출자격은 국제저명학술지에 2편 이상 게재 또는 게재승인으로 한다. 제출된 논문 중 1편은 졸업하는 학생이 제 1 저자가 되어야 한다.

③ 학술활동 졸업요건 확인(별지 9서식)은 학위논문 본심사시에 심사위원들이 하고, 주임교수가 최종 승인한다.

제 8 장 학위과정 변경

제28조 (석사과정에서 통합과정으로 학위변경)

① 석사과정 학생이 통합과정으로 변경하기를 원하는 경우는 지도교수와 주임교수의 추천을 받아 대학원장에게 학위과정 변경 승인 요청을 하여야 하며(대학원 서식(별지 10 서식): 학위과정 변경 신청서(석사 → 통합과정)), 신청 자격 요건은 아래와 같다.

1. 석사 1학기 이상을 마친 자 (석사4학기 이상은 제외)

2. 평량평균이 3.3/4.3 이상인 자

3. 학과 자격(종합)시험을 통과한 자

② 학위과정 변경이 승인된 학생은 학칙 제8조(등록 및 등록금)에 준하여 등록하여야 하며, 학위과정 제반 사항은 통합과정의 규정에 따른다.

③ 석사과정에서 통합과정으로 변경된 학생의 경우, 재학연한은 석사과정의 이수학기를 포함한다

④ 석사과정에서 이수한 학점 중 지도교수 및 주임교수가 인정하는 학점은 모두 인정 받을 수 있다.

제29조 (통합과정 중단)

① 통합과정 학생이 통합과정을 중단하고 석사과정으로 변경하기 위해서는 지도교수 및 주임교수의 승인을 받아 대학원장에게 승인 요청을 하여야 하며(대학원 서식(별지 11 서식): 통합 중단 신청서), 신청 자격 요건은 아래와 같다.

1. 통합과정 3학기 이상 이수자 및 당해학기 이수예정자로 석사과정 자격 요건을 만족한 자

2. 통합과정 8학기 초과자는 신청이 불가함

② 학위과정 변경이 승인된 학생은 학위과정 제반 사항은 석사과정의 규정에 따른다.

제 9 장 기타

제30조 (기타)

① 군위탁 및 기타 정원 외로 입학한 대학원생에 대해서도 각 학위과정의 규정을 동일하게 적용함을 원칙으로 한다.

제31조 (준용규정)

① 계산과학공학과 세부운영내규에 명시 되지 않은 사항들은 학칙 및 대학원 내규를 따른다.

부 칙

① 이 운영내규는 2009년도 2학기부터 시행한다.

② 1차 개정 운영내규는 2010년도 1학기부터 시행한다.

③ 2차 개정 운영내규는 (제 2조 지도교수배정, 제 6조 필수이수과목 제1항 및 제2항) 2014년도 1학기부터 시행한다.

④ 3차 개정 운영내규는 (제16조 학위논문 제안서 발표시험) 2014년도 1학기 박사학위 입학생부터 적용한다.

⑤ 4차 개정 운영내규는 2015년도 1학기부터 시행한다.

대학원 계산과학공학과 운영세칙

제정: 2010.05.03. 1차 개정: 2010.12.21.

2차 개정: 2013.09.26. 3차 개정: 2015.01.23.

제1조 (목적) 본 운영세칙은 “대학원 계산과학공학과 운영내규” (이하 학과내규)에 따라 본 학과를 운영함에 있어서

대학원생들의 학과 생활에 필요한 세부사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조 (CSE 대학원생 포스터 발표)

- ① 각 학위과정3학기이상의 학생은 매 학기초에 실시되는 ‘CSE 포스터 발표회’에 적어도 일년에 한번은 발표하여야 한다.
- ② 학생의 발표 및 내용을 주임교수가 선임한 평가위원이 평가하여 우수한 학생에게는 인센티브 지급이 가능하다.

제3조 (CSE 박사학위 연구과정 연구실적 보고서)

- ① 박사학위 연구과정(박사과정 5학기 이상, 통합과정 7학기 이상) 대학원생은 연구등록학기가 홀수학기(박사과정 5학기, 7학기, 9학기 등, 통합과정 7학기, 9학기, 11학기 등)에 해당하는 학기말(2월 중순 또는 8월 중순)에 지난 1년 연구 내용 및 결과(논문 및 학술대회 실적, 연구 내용 보고서)를 연구실적 보고서(별지 12 서식)로 작성하여 학과사무실에 제출하여야 한다.
- ② 국제학술지 논문게재(또는 논문 게재 승인) 실적이 있는 경우 그 논문을 연구실적 보고서에 첨부함으로써 보고서의 연구내용을 대체할 수 있다.
- ③ 박사학위 연구과정 연구실적보고서는 주임교수가 선임한 심사위원이 평가한다.

제4조 (CSE 대학원생 Lab 근무 원칙)

- ① 좌석이 배정된 대학원생은 주 40시간 근무를 원칙으로 한다.
- ② 학생은 매달 Lab time sheet(별지 13 서식)를 작성하여 지도교수의 승인을 받은 후 다음달 10일 까지 학과사무실에 제출하여야 한다.

제5조 (CSE 대학원생 좌석 배정)

- ① 연구실 내 좌석은 매 학기 재 배정하며 대상은 석사과정4학기 이하, 박사과정 10학기 이하, 통합과정 12학기 이하인 정규등록 및 연구등록 대학원생에 한한다. 단, 석사과정5학기 이상, 박사과정 11학기 이상, 통합과정 13학기 이상인 대학원생에게는 좌석을 배정하지 않는 것을 원칙으로 하며, 만약 좌석배정을 하게 되는 경우 학과회의를 통해 결정한다.
- ② 입학 첫 학기에는 CSE 대학원생 전원이 좌석을 배정 받는다.
- ③ 두 번째 학기부터는 학업성파에 따라 좌석을 배정하는 것을 원칙으로 한다.
 - 1. 이전 학기 성적 GPA 3.4 이상인 자(학점은 본학과 개설과목에 대해서만 적용)
 - 2. 각 학위과정 2학기(정규등록 1년)까지 필답시험에 합격한 자
 - 3. 박사과정 및 통합과정 학생은 각각 4학기 및6학기까지 학위논문 제안서 발표시험(학과내규 제16조)를 합격한 자
- ④ 두 번째 학기부터는 운영세칙 제5조(CSE 대학원생 좌석배정) 제3항이 정한 자격을 갖춘 학생이라도 아래의 각호에 해당하는 경우 좌석배정에서 제외할 수 있다.
 - 1. 운영세칙 제2조 제1항에 의거하여 연속으로 두 학기 이상 포스터 발표를 하지 않은 경우
 - 2. 운영세칙 제3조 제 3항에 의거하여 박사학위 연구과정 연구실적보고서의 평가가 현저하게 낮은 경우
 - 3. 운영세칙 제4조 제1항에 의거하여 근무시간을 준수하지 않은 경우
 - 4. 운영세칙 제4조 제 2항에 의거하여 당월 Lab time sheet을 다음달 10일까지 제출하지 않은 경우

제6조 (CSE 대학원생 학사관련 체크리스트)

- ① 학과내규 제2조(지도교수배정)에 의거 신입생은 첫 학기가 끝나기 전에 지도교수를 정하여 지도교수 승인요청서(별지 1서식)을 학과사무실에 제출
- ② 학과내규 제3조(수강신청)에 의거하여 학생은 수강신청 시 지도교수 또는 주임교수가 승인한 수강신청확인서(별지 2서식)를 학과사무실에 제출
- ③ 운영세칙 제3조(CSE 박사학위 연구과정 연구실적 보고서)에 의거하여 박사학위 연구과정 학생은 홀수학기 말에 연구실적 보고서(별지 12서식)를 작성하여 학과사무실에 제출
- ④ 운영세칙 제4조(CSE 대학원생 Lab 근무원칙) 제2항에 의거하여 학생은 매달 Lab time sheet(별지 13서식)를 지도교수의 승인을 받은 후 다음달 10일 까지 학과사무실에 제출

제7조 (CSE 대학원생 졸업관련 체크리스트)

- ① 학과내규 제2조(이수학점)과 제6조(필수이수과목)에 의거하여 학생은 졸업에 필요한 이수학점 취득 및 필수이수과목 이수확인서(별지 14 서식)를 졸업학기까지 학과사무실에 제출
- ② 학과내규 제15조(필답시험 공고 및 응시원서 제출)에 의거하여 필답시험에 응시하고자 하는 자(학과내규 제13조의 필답시험 면제자 포함)는 접수시간 내에 응시원서(별지 5 서식)를 학과사무실에 제출
- ③ 학과내규 제16조(학위논문 제안서 발표시험)에 의거하여 발표시험에 응시하고자 하는 자는 학위논문 제안서 발표시험 신청서(별지 6 서식)를 학과사무실에 제출
- ④ 학과내규 제18조(영어시험 졸업요건)에 의거하여 학생은 영어시험 성적확인서를 학과사무실에 제출
- ⑤ 학과내규 제27조(학술활동 졸업요건)에 의거하여 졸업하는 학생은 학술활동 졸업요건 확인서(별지 9서식)을 본심사에서 심사위원들의 확인 후에 학과사무실에 제출

제8조 (CSE 대학원생 학위논문관련 체크리스트)

- ① 학과내규 제20조(연구계획서 제출)에 의거하여 학위논문 제출 자격을 갖춘 학생은 학위논문 연구계획서(별지 7 서식)를 학사포탈시스템(<http://portal.yonsei.ac.k>)에 입력하고 이를 출력하여 지도교수 서명을 받아 연구윤리준수서약서(별지 8 서식)를 첨부하여 학기초에 학과사무실에 제출
- ② 학과내규 제21조(학위논문 제출자격) 및 제23조(학위논문 심사위원)에 의거하여 학위논문심사를 받을 학생은 지도교수와 협의하여 심사위원을 위촉하고 학위논문 심사위원 위촉 승인서(별지 15 서식)을 학과사무실에 제출
- ③ 학과내규 제24조(학위논문 예비심사)에 의거하여 학위논문 예비심사를 받은 학생은 학위논문 예비심사 확인서(별지 16 서식)에 심사위원으로부터 서명을 받은 후 학과사무실에 제출
- ④ 학과내규 제25조(학위논문 본심사)에 의거하여 학위논문 본심사를 받을 학생은 일반대학원 학위논문 본심사보고서(대학원 양식)을 학과사무실에서 수령 후 본심사 전에 심사위원에게 전달함

부 칙

- ① 이 운영세칙은 2009학년도 2학기부터 시행한다.
- ② 1차 개정 운영세칙은 2011학년도 1학기부터 시행한다.
- ③ 2차 개정 운영세칙은 (제2조 CSE 대학원생 포스터 발표) 2014학년도 1학기부터 시행한다
- ④ 3차 개정 운영세칙은 (제3조 CSE 박사학위 연구과정 연구실적 보고서, 제5조 CSE 대학원생 좌석배정, 제6조 및 제7조와 제8조CSE 대학원생 체크리스트) 2015년도 1학기부터 시행한다.

- 별지 1 서식 : 석박사과정 지도교수 승인 요청서
- 별지 2 서식 : 수강신청 확인서
- 별지 3 서식 : 타전공 및 타대학원 학점인정요청서
- 별지 4 서식 : 학점인정 신청서
- 별지 5 서식 : 전공종합시험(필답시험) 응시원서
- 별지 6 서식 : 학위논문 제안서 발표시험 신청서
- 별지 7 서식 : 학위논문 연구 계획서
- 별지 8 서식 : 학위논문작성 연구윤리준수 서약서
- 별지 9 서식 : 학술활동 졸업요건 확인서
- 별지 10 서식 : 학위과정 변경 신청서(석사 → 통합과정)
- 별지 11 서식 : 통합 중단 신청서
- 별지 12 서식 : 박사학위 연구과정 연구실적 보고서
- 별지 13 서식 : CSE Lab Time Sheet
- 별지 14 서식 : 졸업이수학점 취득 및 필수과목 이수 확인서
- 별지 15 서식 : 학위논문 심사위원 위촉 승인서
- 별지 16 서식 : 학위논문 예비심사 확인서(첨부: Examiner' s pre-viva report)

B. 연구그룹별 정기 세미나 운영 현황(발표자 및 제목)

▷ 전산유체역학팀 책임교수 : 이창훈, 최정일

- o 2013.09.27. Sangro Park, Review of Rayleigh Benard Convection
Hojun Lee, Basic Concept of Isotropic Turbulence
Yongnam Park, Effect of Gravity on the Preferential Concentration of Heavy Particles
- o 2013.10.04. Junghoon Lee, Mechanisms for Turbulence Modification in Particle-Laden Flows
Battsetseg, Numerical Simulation of Turbulent Natural convection in a Cubic Cavity
Juwon Jang, Particle Motions in the Fluid Flow
- o 2013.10.11. Xiaomin Pan, Multi-Grid Method Applied in solving Navier-Stokes Equation
- o 2013.10.18. Weiwei Fang, Numerical Results of Channel Flow
Jongsu Kim, Solving Riemann Problem using ENO Method
Seungho Song, Shock Propagation after Nuclear Detonation
- o 2013.11.01. Hyunwook Park, Validation of Fully Implicit Multi Direct Forcing
Hyeonu Ji, Study of CFD
Geunwoo Oh, Study of CFD
Sajjad Ur Rehman Rehman, Three Dimensional Boundary Layer Flow Over an Exponentially Stretching Surface with Thermal Radiation
- o 2013.11.11. Sangro Park, Characteristics of Acceleration in Rayleigh-Benard Convection
Hojun Lee, Basics of Isotropic Turbulent Flow
Yongnam Park, Segregation of Heavy Particles by Gravitational Force
- o 2013.11.18. Junghoon Lee, Mechanisms for Turbulence Modification in Particle-Laden Flows
Battsetseg, Numerical Simulation of Turbulent Natural Convection in a Cavity
Juwon Jang, The Motion of Particles with Finite Size in Channel Flow
Younghun Jung, Numerical Simulation of Mixed Convection between Coaxial Vertical Cylinders
- o 2013.11.25. Seulgi Lee, Study of Homogeneous Turbulent Shear Flow
Xiaomin Pan, Domain Decomposition Method
- o 2013.12.02. Weiwei Fang, Numerical Results of Channel Flow
Jongsu Kim, Solution of Burgers Equation with WENO Method
Seungho Song, Shock Propagation after Nuclear Detonation
Hyunwook Park, Validation of Fully Implicit MDF in Low Reynolds Number
- o 2013.12.09. Hyeonu Ji, CFD Study
Geunwoo Oh, CFD Study
Sajjad Ur Rehman Rehman, Three Dimensional Boundary Layer Flow Over an Exponentially Stretching Surface with Thermal Radiation
- o 2013.12.30. Sangro Park, Effect of Gravity on the Finite-Size Particles in Isotropic Turbulence
Hojun Lee, Basics of Isotropic Turbulent Flow
- o 2014.01.06. Yongnam Park, Reyleigh-Benard Convection
Junghoon Lee, The Effect of the Shear Reynolds Number on Particle Statistics in Turbulent Channel Flow
- o 2014.01.13. Battsetseg, Numerical Simulation of Turbulent Natural Convection in Cubic Cavity
Juwon Jang, Fully resolved particle motion with gravity in the quiescent flow
- o 2014.01.20. Xiaomin Pan, Application of Domain Decomposition
Sajjad Ur Rehman Rehman, Introduction to Nano Fluid Models
- o 2014.01.27. Seulgi Lee, Study of Homogeneous Turbulent Shear Flow

- o 2014.02.03. Jongsu Kim, WENO method with 2D
- o 2014.02.03. Seungho Song , Shock Propagation after Nuclear Detonation
- o 2014.02.10. Hyunwook Park, Validation of Fully Implicit MDF in Low Reynolds Number
- o 2014.02.10. Hyeonu Ji, CFD Study
- o 2014.02.17. Geunwoo Oh, CFD Study
- o 2014.02.17. Weiwei Fang, Numerical Results of Channel Flow
- o 2014.02.23. Kiha Kim, CFD Study
- o 2014.02.23. Sungjin Won, CFD Study
- o 2014.02.23. Yeoji Jung, CFD Study
- o 2014.03.04. 원성진, CFD Study
- o 2014.03.11. 이호준, Numerical Simulation of Sphere with Fractional-step Method
- o 2014.03.18. 박상로, Direct Numerical Simulation of Rayleigh Bernard Convection
- o 2014.03.18. 이정훈, Mechanisms for the modifications of turbulent channel flow for a wide range of Stokes Number
- o 2014.03.25. Battseteg, Numerical Simulation of Turbulent Natural Convection in Cubic Cavity
- o 2014.03.25. Xiaomin, Study of Semi-implicit Projection Method
- o 2014.04.01. 김중수, mplementation of Level Set Method
- o 2014.04.01. Sajjad Ur RehmanRehman, Analytic and Numerical Study of Casson Field
- o 2014.04.08. 송승호, Shock propagation after nuclear detonation
- o 2014.04.08. 박현욱, Immersed Boundary Method with wall Model
- o 2014.04.08. 지현우, CFD Study
- o 2014.04.15. 오근우, article inertial Focusing in Serpentine Channel
- o 2014.04.15. 원성진, CFD Study
- o 2014.04.25. WeiWei, Numerical Results of channel flow
- o 2014.04.25. 송승호, Shock propagation after nuclear detonation
- o 2014.04.25. 김기하, CFD Study
- o 2014.04.25. 원성진, CFD Study
- o 2014.05.02. 박상로, Analysis of Coherent Structures in Rayleigh Bernard Convection
- o 2014.05.09. 이호준, umerical Simulation of Sphere with Fractional-step Method
- o 2014.05.09. 이정훈, Mechanisms for the modifications of turbulent channel flow for a wide range of Stokes Number
- o 2014.05.23. Battseteg, Numerical Simulation of Turbulent Natural Convection in Cubic Cavity
- o 2014.05.23. Xiaomin, Study of Semi-implicit Projection Method
- o 2014.05.03. 김중수, Level Set Method
- o 2014.05.03. 송승호, Shock propagation after nuclear detonation
- o 2014.05.03. 박현욱, Immersed Boundary Method with Wall model
- o 2014.05.03. 지현우, CFD Study
- o 2014.06.13. 오근우, Particle inertial Focusing in Serpentine Channel
- o 2014.06.13. 김기하, Fast pasta Circular Cylinder at Low Reynolds number
- o 2014.06.13. 원성진, CFD Study
- o 2014.06.27. Sajjad Ur Rehman Rehman, Projection method
- o 2014.07.02. 원성진, CFD Study
- o 2014.07.02. 박상로, nalsisofCoherentStructuresinRayleighBernardConvection
- o 2014.07.02. Weiwei, Numerical Results of Channel Flow
- o 2014.07.09. 이호준, Numerical Simulation of Sphere with Fractional-step Method
- o 2014.07.16. 이정훈, Reynoldsnumbereffectonparticlestatisticsinchannelturbulence
- o 2014.07.16. Battseteg, Numerical Simulation of Turbulent Natural Convection in Cubic Cavity
- o 2014.07.16. Xiaomin, Study of Semi-implicit Projection Method

- o 2014.07.23. 김종수, Level Set Method
- o 2014.07.23. 박현욱, Immersed Boundary Method with Wall model
- o 2014.07.03. 송승호, Shock propagation after nuclear detonation
- o 2014.07.03. 오근우, Particle inertial Focusing in Serpentine Channel
- o 2014.07.03. 김기하, Fast pasta Circular Cylinder at Low Reynolds number
- o 2014.07.03. 지현우, CFD Study
- o 2014.08.06. Sajjad Ur Rehman Rehman, Projection method with RK3
- o 2014.08.06. 원성진, CFDStudy
- o 2014.08.13. 박상료, Analysis of Coherent Structures in Rayleigh Bernard Convection
- o 2014.08.13. Weiwei, Numerical Results of Channel Flow
- o 2014.08.02. 이호준, Numerical Simulation of Sphere with Fractional-step Method
- o 2014.09.04. Battestseg, Numerical Simulation of Turbulent Natural Convection in a Cubic Cavity
- o 2014.09.04. Xiaomin Pan, Study on Semi-Implicit Projection method
- o 2014.09.11. Junghoon Lee, Lagrangian Statistics of Inertial Particles in Near-wall turbulence
- o 2014.09.11. Seulgi lee, DNS of Homogeneous Shear Turbulent Flow with Suspended Particles
- o 2014.09.18. Seungho Song, Shock Propagation after Nuclear Detonation
- o 2014.09.18. Geunwoo Oh, Numerical Simulation of Flow Around an Elliptical Cylinder with Various Geometric Configurations
- o 2014.09.25. Kiha Kim, Flow Past a Circular Cylinder at Low Reynolds Number
- o 2014.09.25. Yeoji Jung, CFD Study
- o 2014.09.25. Sungjin Won, Immersed Boundary Method with RK3
- o 2014.10.02. Sajjad Ur Rehman Rehman, Projection Method with RK3
- o 2014.10.02. Hyungwook Park, Immersed Boundary Method with Wall Model
- o 2014.10.24. Jongsu Kim, Level Set Method
- o 2014.10.24. Sangro Park, Analysis of Coherent Structures in Raleigh-Benard Convection
- o 2014.10.24. Weiwei Fang, Boundary Condition of Channel Flow
- o 2014.10.31. Yongnam Park, Study on Semi-Implicit Projection method
- o 2014.10.31. Junghoon Lee, Lagrangian Nature of Inertial Particles in Near-Wall Turbulence
- o 2014.10.31. Hojun Lee, Numerical Simulation of Flow Pattern Behind Sphere with Fractional Step Method
- o 2014.11.07. Juwon Jang, Particle Laden turbulent Channel Flow with Immersed Boundary Method
- o 2014.11.07. Battestseg, Numerical Simulation of Turbulent Natural Convection in a Cubic Cavity
- o 2014.11.07. Xiaomin Pan, Study on Semi-Implicit Projection method
- o 2014.11.21. Seulgi lee, DNS of Homogeneous Shear Turbulent Flow with Suspended Particles
- o 2014.11.21. Seungho Song, Shock Propagation after Nuclear Detonation
- o 2014.11.21. Hyunwoo Chi, Numerical Investigation of Vortex Motion Using Vortex Filament Method
- o 2014.11.21. Geunwoo Oh, Numerical Simulation of Flow Around an Elliptical Cylinder with Various Geometric Configurations
- o 2014.12.05. Kiha Kim, Flow Pasta Circular Cylinder at Low Reynolds Number
- o 2014.12.05. Yeoji Jung, CFD Study
- o 2014.12.12. Sungjin Won, Non uniform grid with IBM
- o 2014.12.12. Jongsu Kim, Momentum Solver For Two Phase Flow
- o 2014.12.12. Hyunwook Park, Numerical Study of Flow Through And Around a Circular Array of Cylinders
- o 2014.12.12. Sajjad Ur Rehman Rehman, Projection Method with RK3
- o 2014.12.12. Sun Xiang, Boundedness of solution for a class of impact oscillator with time-dependent polynomial potential
- o 2015.01.06. Junghoon Lee, Lagrangian Statistics of Inertial Particles In Near Wall Turbulence: Effects of Considering Two-Way and Four-Way Coupling Between Particles and Turbulence
- o 2015.01.06. Juwon Jang, Convergence Of The Finite Particle Laden Turbulent Channel Flow

- o Sangro Park, Fundamental Knowledge Of Simulating Particles In Turbulence
- o 2015.01.13 Battestseg, Behavior Of Fluid Particles In Natural Convection Flow
- Hojun Lee, Numerical Simulation Of Fully Resolved Particles in Particle Laden Isotropic Turbulence
- o 2015.01.20. Seulgi lee, Study Of Behavior Of Microbubble In Isotropic Flow
- Geunwoo Oh, Numerical Simulation of Flow Around an Elliptical Cylinder with Various Geometric Configurations
- o 2015.01.27. Kiha Kim, Study Of Out Flow Boundary Condition Of Passing Through Circular Cylinder In Cylindrical Coordinate
- Yeoji Jung, Study On The Two-Way Interaction With Gravity In Particle Laden Isotropic Turbulence
- Sungjin Won, Basic Study Of LES
- o 2015.02.03. Xiaomin Pan, Semi-Implicit Algorithm For Incompressible Flows With Active Scalar transport
- Weiwei Fang, Study Of Channel Couette Flow
- o 2015.03.04. Sajjad Rehman, Study of Isotropic Turbulence
- o 2015.03.04. Xiang Sun, Bayesian Estimates of Parameter Variability in the $k-\epsilon$ Turbulence Model
- o 2015.03.11. Seungho Song, Numerical Study of Fireball Propagation With Real-Gas Effect
- o 2015.03.11. Junghoon Lee, The Influence of Gravity on Turbulence Modification by small particles in a horizontal channel
- o 2015.03.18. Juwon Jang, Finite Particle Behavior in Turbulent Channel Flow
- o 2015.03.18. Sangro Park, Particle Simulation in Natural Convection-code validation with reference paper
- o 2015.03.25. Battsetseg, Behavior of Inertial Particles In The Natural Convection Flow
- o 2015.03.25. Hojun Lee, Flow Past a Sphere at low Reynolds Number
- o 2015.04.01. Seulgi Lee, Understanding Lyapunov Exponent in Dynamical System
- o 2015.04.01. HyunwooChi, Numerical Investigation of Vortex Motion Using Vortex Filament Method
- o 2015.04.08. Geunwoo Oh, Numerical Simulation of Flow Around an Elliptical Cylinder with Various Geometric Configurations
- o 2015.04.08. Kiha Kim, Flow Past a Circular Cylinder at Low Reynolds Number : Oscillating Cylinder in Non-Inertial Frame
- o 2015.04.29. Yeoji Jung, Study on The One-Way Interaction With Gravity in Particle Laden Isotropic Turbulence
- o 2015.04.29. Sungjin Won, Apply LES models to 3D Channel Flow with validation
- o 2015.05.06. Jongsu Kim, Dealing With Discontinuous Quantities in Two Fluid Incompressible Flow
- o 2015.05.06. Hyunwook Park, Two Dimensional Fully Developed Turbulent Channel Flow Using $k-\epsilon$ Model
- o 2015.05.14. Xiaomin Pan, Semi-Implicit Algorithm for Incompressible Flows with Active Scalar Transport
- o 2015.05.14. Weiwei Fang, Statistics of Turbulent Couette Flow
- o 2015.05.20. Myeongheum Kwon, Basic Study of Numerical Method
- o 2015.05.20. Soomin Chun, Combination of Keller Segel model and Burgers' Equation
- o 2015.05.20. Yoonyeong Choi, Multiscale modeling for circular cylinder patch
- o 2015.06.03. Gihun Shim, Drag and Lift Coefficient of Circular Cylinder According To Angle And Thickness of Sticked Pin at Reynolds Number 100
- o 2015.06.03. Sajjad Rehman, Study of Isotropic Turbulence Along With Particle Tracking
- o 2015.06.17. Xiang Sun, Bayesian Uncertainty Analysis for 1 D fully Developed Channel Flow
- o 2015.07.02. Geunwoo Oh, Numerical Simulation of Flow Around an Elliptical Cylinder with Various Geometric Configurations
- Seungho Song, Cylindrical Blast Wave With Non-Ideal Gas Effect
- o 2015.07.08. Junghoon Lee, Pseudo Spectral Method for Burger's Equation
- JuwonJang, Collision Between Particle and Wall

- o 2015.07.15. Sangro Park, Effects of Thermal Structures on Particle Settling in Rayleigh-Benard Convection-Stokes Number 0.01-10.
Hojun Lee, Laminar Flow Past a Sphere Rotating in the Streamwise Direction at low Reynolds Number
Seulgi Lee, Clustering of Particles in Homogenous Shear Turbulent
- o 2015.07.22. Kiha Kim, Flow Past a Circular Cylinder at Low Reynolds Number -Linear Behavior of Aerodynamic Forces in Lock-in Region
Yeoji Jung, Study on the Two-way Coupled Isotropic Turbulence using DNS
Sungjin Won, Stable and Accurate Convective Modelling Based on Quadratic Upstream Interpolation
- o 2015.08.05. Jongsu Kim, Behavior of Binary Droplet Collisions Using Level Set Method
Hyunwook Park, Two Layer Wall Model with Immersed Boundary Method
Xiaomin, Semi-Implicit Algorithm for the Incompressible Flows with Active Scalar Transport
- o 2015.08.12. Battsetseg, DNS of inertial particles behavior in a heated cavity at high Rayleigh numbers
Weiwei Fang, Behavior of Fluid and Particle Acceleration in Turbulent Couette flow: Comparison with Poiseuille Flow.
Myeongheum Kwon, Analysis of Lid-driven Cavity Flows Regarding Various Reynolds Number
- o 2015.08.19. Soomin Chun, 2D Navier Stokes Keller Segel Model
Yoonyeong Choi, Numerical study of vanadium redox flow battery
Gihun Shim, The Lid-driven Cavity for Two-dimensional Steady Flow with Various Reynolds Number Cases
- o 2015.08.26. Sajjad Rehman, Study of Isotropic Turbulence Along With Particle Tracking
Xiang Sun, Spectral Methods for Uncertainty Propagation
Seungho Song, The Effect of Surface Obstacles on Blast Wave Propagation

=====

▷ 의료영상팀 책임교수 : 서진근

- o 2013.09.05. Liangdong Zhou, Crack Problem in EIT
- o 2013.09.12. 최재규, Inverse Problem on Quantitative Susceptibility Mapping
- o 2013.09.26. Jaeseong, Computational model for blood flow in the left ventricle using Vortex equation
- o 2013.08.22. Yoonseop, Directly measured harmonic Bz data in MREIT
Hyeuknam, The effective admittivity of frequency for anisotropic biological tissue model
- o 2013.10.01. Yoonseop, MREPT problem
- o 2013.10.17. Hyeuknam Kwon, Frequency-dependent effective admittivity of anisotropic biological tissues
- o 2013.10.24. Kyounghun, Fabric EIT - elasticity equation
- o 2013.10.31. TINGTING, Trans-Admittance Mammography (TAM) : the anomaly depth and anomaly size by using experiment data
- o 2013.11.07. Hyeuknam Kwon, A local region of interest imaging method for Electrical Impedance Tomography and open problems
- o 2013.10.04. 최재규, Inverse Problem on Quantitative Susceptibility Mapping
Kyounghun, Fabric EIT modeling with assumption.
- o 2013.11.21. TINGTING, Swiss tom 3D reconstruction and Simpleware model configuration
- o 2013.11.28. Hyeuknam Kwon, Local ROI reconstruction for EIT with internal electrode
- o 2013.12.05. 최재규, Metal Artifact Reduction in CT
- o 2013.12.12. Liangdong Zhou, Crack Problem in Multi-frequency EIT
- o 2013.12.19. Hyeuknam Kwon, Localized method for bioimpedance measurement & Local reconstruction using skipped data in MREIT

- o 2013.12.26. Kyounghun, Mathematical Framework for EIT-based Fabric Pressure Sensing-anisotropic conductivity
- o 2013.12.26. Jaeseong, Computational model for blood flow in the left ventricle using Vortex equation and assuming vortex-zero condition
- o 2014.01.02. Kyounghun, Mathematical Framework for EIT-based Fabric Pressure Sensing with poor simulation result
- o 2014.01.02. Liangdong Zhou, Topological Derivative and Anomaly Search
- o 2014.01.09. TINGTING, Electromagnetic Methods for Noninvasive Characterization of Biological Tissue: A Technical Review
- o 2014.01.16. Yoonseop, MREPT problem
- o 2014.01.23. 최재규, Metal Artifact Reduction in CT
- o 2014.02.06. Kyounghun, Mathematical Framework for EIT-based Fabric Pressure Sensing with successful Numerical Simulation
- o 2014.02.13. Jaeseong, Computational model for blood flow in the left ventricle reducing 2D flow problem
- o 2014.03.06. Liangdong, Viscoelastic Modulus Reconstruction Using Time-Harmonic Vibrations
- o 2014.03.13. Yoon Seop, Reconstruction of MREPT by solving semi-elliptic PDE
- o 2014.03.13. Kyounghun, EIT-based conductive membrane pressure-sensing - modelling
- o 2014.03.20. Tingting, breast tumor detection by using trans-admittance tomography (TAM)
- o 2014.03.20. Jaeseong, Reconstruction Model for Blood flow tracking in the left ventricle - 2D model
- o 2014.03.27. Hyeuknam, Vibration assisted conductivity imaging: mathematical model
- o 2014.03.27. Hyung Suk, Fourier Series and Nyquist condition
- o 2014.04.03. Jae Kyu, FIO and MAR
- o 2014.04.03. Liangdong, Frechet derivative and it's related topics
- o 2014.04.10. Yoon Seop, Reconstruction of MREPT using adjoint based optimization method
- o 2014.04.10. Kyounghun, Anisotropic conductivity reconstruction using J-substitution with the magnitude of current density
- o 2014.04.17. Tingting, Crack problems: mathematical theory and simulations
- o 2014.04.17. Jaeseong, Reconstruction Model for Blood flow tracking in the left ventricle- Study for a new computation model
- o 2014.04.24. Hyeuknam, Vibration assisted conductivity imaging: simulation study
- o 2014.04.24. Hyung Suk, Characterization of Metal Artifacts in X-ray Computed Tomography (theory)
- o 2014.05.01. Jae Kyu, FIO and MAR
- o 2014.05.01. Liangdong, Elastography: introduction and application from mathematics to real world
- o 2014.05.08. Yoon Seop, Reconstruction of MREPT using adjoint based optimization method
- o 2014.05.08. Kyounghun, EIT-based conductive membrane pressure-sensing - reconstruction method
- o 2014.05.15. Tingting, Obstructive sleep apnea (OSA) numerical simulations and history
- o 2014.05.15. Jaeseong, Facebow for 3D navigation orthognatic surgery
- o 2014.05.22. Hyeuknam, Magnetic Resonance Electrical Property Tomography: new suggestion with less assumption
- o 2014.05.22. Hyung Suk, Characterization of Metal Artifacts in X-ray Computed Tomography (Proof)
- o 2014.05.29. Jae Kyu, Inverse Problem in QSM
- o 2014.05.29. Liangdong, Crack detection and reconstruction using layer potential techniques
- o 2014.05.29. Yoon Seop, Magnetic resonance based reconstruction method of conductivity and permittivity distributions at the Larmor frequency
- o 2014.05.29. Kyounghun, Uniqueness problem in EIT-based conductive membrane pressure-sensing
- o 2014.06.05. Tingting, real time lung ventilation monitoring by electrical impedance tomography
- o 2014.06.05. Jaeseong, Reconstruction Model for Blood flow tracking in the left ventricle-modeling without NSE

- o 2014.06.12. Hyeuknam, Magnetic Resonance Electrical Property Tomography: mathematical analysis
Hyoungh-Suk, Characterization of Metal Artifacts in X-ray Computed Tomography (Open lecture)
Jae Kyu, Characterization of Metal Artifacts in CT
- o 2014.06.19. Liangdong, Frechet derivatives and Newton's method, convergence and stability
Yoon Seop, Magnetic resonance based reconstruction method of conductivity and permittivity distributions at the Larmor frequency
- o 2014.06.26. Kyoungun, Introduction to homogenization
Tingting, Anisotropic Electrical Impedance Tomography
- o 2014.07.03. Jaeseong, Reconstruction Model for Blood flow tracking in the left ventricle - an optimization approach
Hyeuknam, Magnetic Resonance Electrical Property Tomography: simulation study
- o 2014.07.10. Hyoungh Suk, Uniqueness and stability of Radon Transform
Jae Kyu, Characterization of Metal Artifacts in CT
- o 2014.07.17. Liangdong, Factorization method in EIT problem
Yoon Seop, MREPT - numerical result
- o 2014.07.24. Kyoungun, Asymptotic behavior of fabric structure - modelling
Tingting, Electrical impedance spectroscopy-based NDT for imaging defects in concrete structures
- o 2014.07.31. Jaeseong, Basic concept of weighted fdEIT
Hyeuknam, Anisotropic conductivity imaging using frequency difference impedance imaging: mathematical model
- o 2014.08.07. Hyoungh Suk, Truncated Hilbert Transform and Its Properties
Jae Kyu, Rudin-Osher-Fatemi Model-Theory
- o 2014.08.14. Liangdong, Reconstruction of elasticity and viscosity using adjoint approach
Yoon Seop, Lung EIT
- o 2014.08.21. Kyoungun, Asymptotic behavior of fabric structure - simulation
Tingting, Electrical impedance spectroscopy-based NDT for imaging defects in concrete structures
- o 2014.08.28. Jaeseong, weighted fdEIT for stroke detection
Hyeuknam, Anisotropic conductivity imaging using frequency difference impedance imaging: simulation study
- o 2014.09.04. Jae Kyu, Rudin-Osher-Fatemi Model-Theory 2
- o 2014.09.18. Tingting, Real monitoring of obstructive sleep apnea (OSA) by using EIT
- o 2014.09.25. Jaeseong, fdEIT for the detection of the stroke in the brain
- o 2014.10.16. Jae Kyu, Rudin Osher Fatemi model
Liangdong, Lung EIT in 2D and 3D with fourier domain data separation method
- o 2014.10.23. Yoon Seop, Tingting, Lung EIT
- o 2014.10.30. Kyoungun, EIT reconstruction in 3D using eidos and ghost images
- o 2014.11.13. Hyeuknam, A electrical impedance monitoring method of transportation of high-viscous ratio fluid flow
Jaeseong, weighted fdEIT for detection of contrast anomaly in heterogeneous background
- o 2014.11.27. Jae Kyu, Inverse Problem in QSM
Hyoungh Suk, Analysis of Metal Artifacts and its Reduction Methods in X-ray CT
- o 2014.12.04. Liangdong, Lung Ventilation Monitoring Using Monotonicity-based EIT Method
Yoon Seop, MREPT - reconstruction method with simulation results
- o 2014.12.18. Kyoungun, Elimination of ghost image in 3D-EIT using Elimination of ghost image in 3D-EIT using time-difference measurement data
Tingting, Dynamic lung ventilation monitoring by using electrical impedance tomography

- o 2015.01.08. Hyeuknam, A electrical impedance monitoring method of transportation of high-viscous ratio fluid flow: future works
Jaeseong, Time-spectral approach for reconstruction of LV blood flow
- o 2015.01.15. Hyoung Suk, Backprojection filtration method for computed tomography II
Jae Kyu, Inverse Problem in QSM - Decomposition based reconstruction method
- o 2015.01.22. Liangdong, Monotonicity method in electrical impedance tomography
- o 2015.01.29. Kyounghun, Uniqueness problem in EIT-based conductive membrane pressure-sensing
- o 2015.02.05. Seo, Jin Keun, Adjacent stimulation and measurement patterns considered harmful
- o 2015.02.12. Ji Jin, Finite Element Method for Electrostatic Field
- o 2015.02.26. Jaeseong Jang, Time-spectral approach for the reconstruction of blood flow from the color Doppler data
- o 2015.03.05. Tingting Zhang, Electrical impedance spectroscopy-based nondestructive testing for imaging defects in concrete structures
- o 2015.03.12. Liangdong Zhou, 3D EIT Imaging Method Using Surface Electrodes Distribution: simulations and experiments
- o 2015.03.19. Hyeuknam Kwon, Scanning tissue characterization at variable depth using localized planar EIT with selectively reconfigurable array of electrodes
- o 2015.03.26. Kyounghun Lee, Stomach emptying imaging using EIT
- o 2015.03.26. Tingting Zhang, Diffuse optical tomography
- o 2015.04.02. Hyoung Suk Park, Analysis of Metal Artifacts and its Reduction Method in X-ray CT
- o 2015.04.09. Jaeseong Jang, Frequency-signature based anomaly detection in EIT
- o 2015.04.16. Bastian Von Harrach, Monotonicity in EIT
- o 2015.04.23. Bastian Von Harrach, How to make calculation fast?
- o 2015.04.30. Jae Kyu Choi, Interior Tomography Using 1D GTV
- o 2015.05.07. Ji Jin Lee, Structures of Sensitivity Matrix
- o 2015.05.14. Liangdong Zhou, Lung EIT in 2D and 3D with fourier domain data separation method
- o 2015.05.21. Tingting Zhang, Jaeseong Jang, Kyounghun Lee, Various topics on EIT
- o 2015.06.11. Hyeuknam Kwon, EIT - measuring electrode & track boundary perturbation
- o 2015.06.11. Jaeseong Jang, Mathematical framework for the reconstruction of blood flow in LV-Proposals for reconstruction model
- o 2015.06.18. Hyoung Suk Park, Local reconstruction method from limited radon transform
- o 2015.06.18. Jae Kyu Choi, A Method for Estimating and Removing Streaking Artifacts in QSM
- o 2015.06.25. Ji Jin Lee, Three types of EIT
- o 2015.07.02. Kyounghun Lee, Asymptotic behavior of fabric structure (convergence and periodicity results)

▷ 수치해석1팀 책임교수 : 박은재

- o 2013.04.12. Vallejos Michelle, An Introduction to Multigrid
- o 2013.04.19. Vallejos Michelle, Basic Multigrid Programming
- o 2013.05.03. Vallejos Michelle, Multigrid for Optimization
- o 2013.05.10. Dongwook Shin, Energy Stable and Momentum Conserving Hybrid FEM for the Incompressible Navier-Stokes Equation
- o 2013.05.31. Jaemin Shin, Introduction to Symmetric Interior Penalty Method
- o 2013.06.07. Jaemin Shin, Lifting Operators and Numerical Fluxes
- o 2013.06.14. Jaemin Shin, SIP and LDG methods from Mixed DG Methods

- o 2013.06.21. Dongwook Shin, Mass matrix and stiffness matrix for high-order FEM
Lina Zhao, Introduction to the Physical Background for Stokes Problem Coupled with the Darcy Equations
- o 2013.06.28. Lina Zhao, The inf-sup condition and the well-posedness for the Stokes Problem
- o 2013.07.05. Lina Zhao, The inf-sup condition and the well-posedness for the Coupled System
- o 2013.07.12. Lina Zhao, The Discrete Problem and its well-posedness
Doory Yang, Introduction to the Projection Method
- o 2013.07.19. Doory Yang, Lid Driven Cavity Flow and its Analysis
- o 2013.08.02. Seulip Lee, Introduction to Domain Decomposition (Hybrid Formulation and Schwarz Framework)
- o 2013.08.09. Seulip Lee, Steklov-Poincare Framework and Lagrange Multiplier Framework
- o 2013.08.16. Seulip Lee, Least Squares-Control Framework
Dongwook Shin, A locally conservative hybridized discontinuous element method for the Stokes problem
- o 2013.08.23. Jaemin Shin, A Discontinuous Galerkin Transport Scheme on the Cubed Sphere
- o 2013.08.30. Lina Zhao, Introduction to Staggered Discontinuous Galerkin method for Poisson equation
Doory Yang, Explanation about making code and boundary condition.
- o 2013.09.13. Seulip Lee, Variational Formulation
Dongwook Shin, A hybrid discontinuous Galerkin method for advection-diffusion-reaction problems - stability
- o 2013.09.27. Jaemin Shin, Modal approach for 2D DG Transport scheme on cubed sphere
Lina Zhao, Stability and convergence of Staggered Discontinuous Galerkin method for Poisson equation
- o 2013.10.04. Doory Yang, Several Physical Properties and meaning of result and introduction of fully implicit method.
- o 2013.10.11. Seulip Lee, Consistency & Finite Element Spaces
Dongwook Shin, A hybrid discontinuous Galerkin method for advection-diffusion-reaction problems - error analysis
- o 2013.10.25. Jaemin Shin, Nodal approach and quadrature free calculation for 2D DG Transport scheme.
Lina Zhao, Main idea of Domain decomposition method: nonoverlapping Schwarz algorithm
- o 2013.11.01. Doory Yang, Fully implicit projection method algorithm and advantage of method
Seulip Lee, Coercivity of Bilinear Forms
- o 2013.11.08. Dongwook Shin, A hybrid discontinuous Galerkin method for advection-diffusion-reaction problems - L2 error estimate
- o 2013.11.15. Jaemin Shin, Application of limiter and filters to 2D DG Transport scheme
- o 2013.11.22. Lina Zhao, Introduction to two level overlapping Schwarz algorithm
- o 2013.11.29. Doory Yang, Result and analysis of fully implicit method and Important proof of PDE and FEM.
- o 2013.12.26. Seulip Lee, Existence and Uniqueness of DG solution
- o 2014.01.10. Dongwook Shin, A locally conservative hybridized DG method for the Oseen equations
- o 2014.01.17. Jaemin Shin, Nonoscillatory Discontinuous Galekin Transport Scheme on the Cubed Sphere
Lina Zhao, Posteriori error analysis of Staggered Discontinuous Galerkin method
- o 2014.01.24. Doory Yang, Comparison of semi implicit projection method and fully implicit method.
Seulip Lee, Discontinuous Galerkin Methods for Solving Elliptic Equations
- o 2014.02.06. Dongwook Shin, A hybridized finite element method for the Oseen equation - Introduction of bilinear forms- Coercivity ,
Jaemin Shin, A Nonoscillatory Discontinuous Galekin Transport Scheme on the Cubed Sphere
- o 2014.02.13. Lina Zhao, Staggered Discontinuous Galerkin method for the Stokes system
- o 2014.03.07. Dong-wook Shin, Adaptive Hybridized Discontinuous Galerkin Method for Elliptic Problems
Lina Zhao, Error Analysis of Staggered DG Method for Stokes Equation

- o 2014.03.21. Doory Yang, Runge Kutta Methods and Connection to Numerical Integration Rules
Seulip Lee, Discontinuous Galerkin Methods for Solving Elliptic Equations
- o 2014.03.28. Dong-wook Shin, Hybridized Method for Advection-Diffusion-Reaction Problems
Jaemin Shin, Steady Advection-Reaction (Book : Mathematical Aspects of DG Methods)
- o 2014.04.04. Lina Zhao, A Posteriori Error Estimator for Stokes Equation
Doory Yang, Introduction to Model Problem (The Incompressible Navier-Stokes Equation) with Helmholtz Decomposition.
- o 2014.04.11. Seulip Lee, The Local Discontinuous Galerkin Method
- o 2014.04.25. Dong-wook Shin, Adaptive Hybridized Finite Element Method for Poisson Problem
Jaemin Shin, Steady Advection-Reaction (Book : Mathematical Aspects of DG Methods)
- o 2014.05.02. Lina Zhao, A Posteriori Error Estimate for Stokes Equation
Seulip Lee, The Local Discontinuous Galerkin Method
- o 2014.05.09. Doory Yang, The Two Forced Flows and Numerical Result and Analysis by Handling The Boundary Condition (CBC and MBC)
- o 2014.05.16. Dong-wook Shin, A Locally Conservative Hybridized DG Method for The Oseen Equations
- o 2014.05.23. Jaemin Shin, Steady Advection-Reaction (Book : Mathematical Aspects of DG Methods)
- o 2014.05.30. Lina Zhao, A Posteriori Error Estimate for Stokes Equation
- o 2014.06.13. Doory Yang, The Final Presentation and Feedback for The Examination of The Thesis
- o 2014.06.27. Seulip Lee, Fundamental Solution to General Partial Differential Equations with Constant Coefficients
- o 2014.07.04. Dong-wook Shin, A Locally Conservative Hybridized DG Method for The Oseen Equations
- o 2014.07.11. Jaemin Shin, Introduction to Adaptive Algorithm Using Shock Detecting Indicator
- o 2014.07.18. Lina Zhao, A Staggered DG Method for Convection-Diffusion Equation
- o 2014.07.25. Seulip Lee, Newton's Method to Solve Nonlinear Large Deformation Beam Problems by Using FDM
- o 2014.08.01. Dong-wook Shin, Adaptive Hybrid Discontinuous Galerkin Method for Elliptic Problems
- o 2014.08.22. Jaemin Shin, Final Summary of My Research for Transport DG Method on The Cubed Sphere
- o 2014.08.29. Lina Zhao, A Posteriori Error Estimates for Poisson Equation and Stokes Equation
- o 2014.09.05. Seulip Lee, CO Interior Penalty Method to Solve Fourth Order Derivative in The Beam Problems
- o 2014.09.19. Jaemin Shin, Introduction to Discontinuous Galerkin Lagrange Multiplier Method (DGLM)
- o 2014.09.26. Lina Zhao, The Staggered DG Method is The Limit of A Hybridizable DG Method
- o 2014.09.05. Seulip Lee, CO Interior Penalty Method to Solve Fourth Order Derivative in The Beam Problems
- o 2014.09.19. Jaemin Shin, Introduction to Discontinuous Galerkin Lagrange Multiplier method (DGLM)-Introduction, notation, and basic concepts
- o 2014.09.26. Lina Zhao, The staggered DG method is the limit of a hybridizable DG method -Introduction to the relationship between staggered DG method and HDG method
- o 2014.10.10. Seulip Lee, Discontinuous Galerkin Methods for Solving Large Deformation Elastic Beam Problems-Newton's Methods with CO Interior Penalty Methods to Treat the Nonlinear Term
- o 2014.10.17. Dong-wook Shin, Matlab codes in 1D
- o 2014.10.24. Dong-wook Shin, Matlab codes in 2D
- o 2014.10.31. Dong-wook Shin, Matlab codes in 2D FEM
- o 2014.11.07. Jaemin Shin, Introduction to Discontinuous Galerkin Lagrange Multiplier method (DGLM)-Local and global weak formulation
- o 2014.11.14. Jaemin Shin, Introduction to Discontinuous Galerkin Lagrange Multiplier method (DGLM)-DGLM main algorithm and linearization technique
- o 2014.11.21. Jaemin Shin, Introduction to Discontinuous Galerkin Lagrange Multiplier method (DGLM)-Time dependent conservation law (Backward Euler method)
- o 2014.11.28. Lina Zhao, Modified SDG applied to convection diffusion equations -Priori error analysis for modified SDG

- o 2014.12.12. Lina Zhao, Modified SDG applied to convection diffusion equations
- o 2015.01.09. Shijie Dong, High-order methods for computational fluid dynamics
- o 2015.01.16. Seulip Lee, Discontinuous Galerkin Methods for Solving Large Deformation Elastic Beam Problems-Continuity and Coercivity of the Bilinear Form
- o 2015.01.23. Seulip Lee, Discontinuous Galerkin Methods for Solving Large Deformation Elastic Beam Problems-Stability Bounds of the Semidiscrete Weak Formulation
- o 2015.01.30. Dong-wook Shin, Flux reconstruction in adaptive HDG for Poisson problem
- o 2015.02.06. Dong-wook Shin, Flux reconstruction in adaptive HDG for Poisson problem -Efficiency
- o 2015.03.06. Jaemin Shin, Apply DGLM method to 1D Shallow Water Equations
- o 2015.03.13. Jaemin Shin, Introduce how to construct system matrices
- o 2015.03.20. Jaemin Shin, Apply DGLM method to 1D Euler Equations
- o 2015.04.03. Lina Zhao, New version of SDG method for convection diffusion equations
- o 2015.04.10. Lina Zhao, Efficiency of the desired error estimator of SDG method for convection diffusion equations
- o 2015.04.17. Seulip Lee, C0 interior penalty finite element methods for nonlinear fourth-order differential equations
- o 2015.05.01. Seulip Lee, Introduction and preliminaries for existence of a C0 interior penalty solution
- o 2015.05.08. Seulip Lee, Derivation of C0 interior penalty bilinear form
- o 2015.05.15. Seulip Lee, Truncated C0 interior penalty semidiscrete formulation for the existence
- o 2015.05.29. Shijie Dong, Formulate h-p Analysis of a HDG for Helmholtz Equation
- o 2015.06.05. Shijie Dong, Stability analysis for Helmholtz Equation
- o 2015.06.12. Shijie Dong, Error analysis for Helmholtz Equation
- o 2015.06.19. Dong-wook Shin, C0 discontinuous Galerkin method for the SGQE of the ocean
- o 2015.06.26. Dong-wook Shin, Error analysis for the linear Stommel-Munk model (C0 discontinuous Galerkin method)
- o 2015.07.03. Dohyun Kim, DG method to convection-diffusion equations
Younghun Kang, Nonlinear Poisson equations
- o 2015.07.17. Jaemin Shin, Introduce High-order DGLM for systems of conservation laws
- o 2015.07.24. Jaemin Shin, Stability analysis for systems of conservation laws
- o 2015.07.31. Jaemin Shin, Construct system matrices for general case of conservation laws
- o 2015.08.07. Lina Zhao, Introduction of Staggered Discontinuous Galerkin Method for nonlinear equation
- o 2015.08.14. Lina Zhao, Linearization of nonlinear problem with Staggered Discontinuous Galerkin
- o 2015.08.21. Lina Zhao, A priori error analysis of Staggered Discontinuous Galerkin method for nonlinear equation

=====

▷ 수치해석2팀 책임교수 : 이은정

- o 2014.10.07. 정성희, Pencil operator, Weighted regularity result in 3D
- o 2014.10.14. 윤령경, Introduce minus one norm implementation _ using precondition
- o 2014.10.21. 정성희, Introduce the Mellin transform
- o 2014.10.28. 정성희, Numerical simulation with weighted norm _ weighted variational formula
- o 2014.11.04. 윤령경, Interpolation method in Nonlinear problem
- o 2014.11.11. 윤령경, Describe best method to find initial condition in Nonlinear problem
- o 2014.11.18. 정성희, Numerical simulation with weighted norm _ weighted norm error
- o 2014.11.25. 윤령경, Properties of convection diffusion term and diffusion term in model
- o 2014.12.02. 정성희, Application of the Cea' s lemma to error analysis

- o 2014.12.09. 정성희, Prove the error bounds for FEM _ L2 norm
- o 2014.12.16. 윤령경, Application of iterative method (CG , PCG , GMRES)
- o 2014.12.23. 윤령경, Numerical simulation of Nonlinear Stokes equation _ set up the basic format
- o 2014.12.30. 정성희, Prove the error bounds for FEM
- o 2015.01.06. 윤령경, Relation between boundary condition and numerical simulation
- o 2015.01.13. 최원준, Solving Poisson equations on circular mesh using Galerkin method
- o 2015.01.20. 정성희, Introduce the Nitsche' s trick
- o 2015.01.27. 윤령경, Application of Compactness Argument
- o 2015.02.03. 최원준, Paper study 1 : Numerical conservative properties of H(div)conforming LSFEM for Burger' s equation
- o 2015.02.10. 정성희, Applying the Nitsche' s trick for prove error analysis, Introduce iterative method
- o 2015.02.17. 윤령경, Regularity result of Stokes equation, Regularity result of second order general elliptic equation with various bd condition
- o 2015.02.24. 최원준, Paper study 2 : Numerical conservative properties of H(div)conforming LSFEM for Burger' s equation
- o 2014.03.06. Irene, Linearize method_Picard method
- o 2014.03.13. Irene, 성병한, Modified Picard method, Newton's method
- o 2014.03.20. 윤령경, Derive elasticity equation (Hook's law)
- o 2014.03.27. 정성희, Introduction of the Poisson equation in singular domain
- o 2014.04.03. Irene, Determine boundary conditions of Glaciology problem
- o 2014.04.10. 성병한, Riesz representation & Lax-Milgram's theorem
- o 2014.04.17. 윤령경, Time-harmonic condition (Phasor) & Fourier transform
- o 2014.04.24. 정성희, Introduce previous studies to overcome difficulties of singular domain
- o 2014.05.01. Irene, Establish two type of model depending on way of replacement
- o 2014.05.08. 성병한, Induce Navier-Stokes equation (mass, momentum conservation)
- o 2014.05.15. 윤령경, Relation between Elliptic condition and Positive definite
- o 2014.05.22. 정성희 , Structure of the singular solution on singular edges and corners
- o 2014.05.29. Irene, Prove well posedness of model (stability & continuity)
- o 2014.06.05. 성병한, Overall process of First-Order system Least-squares method
- o 2014.06.12. 윤령경, Regularity result for general 2nd-order elliptic equation
- o 2014.06.19. 정성희 , Weighted Sobolev spaces and weighted norm least squares functional
- o 2014.08.05. 정성희, Prove weighted Poincare inequality
- o 2014.08.12. Irene, L2-norm & H1-norm error analysis
- o 2014.08.19. 윤령경, Extend model with slack variable and show identically zero
- o 2014.08.26. 정성희, Introduce outlet of numerical simulation with weighted norm
- o 2015.03.03. 정성희, numerical simulations with cube domain
- o 2015.03.10. 윤령경, Application of Newton method
- o 2015.03.17. 최원준, A decomposition of vector fields
- o 2015.03.24. 정성희, numerical simulations with Fichera corner domain
- o 2015.03.31. 윤령경, Numerical simulation with polynomial example
- o 2015.04.07. 최원준, Least squares finite elements methods for linear PDE in two dimensions
- o 2015.04.14. 정성희, numerical simulations with L-shaped cylindrical domain
- o 2015.04.21. 윤령경, Numerical simulation depending on the boundary condition
- o 2015.04.28. 최원준, Least squares finite elements methods for linear PDE in three dimensions
- o 2015.05.05. 정성희, numerical simulations with different parameters
- o 2015.05.12. 윤령경, Application FOSLL* method for nonlinear PDE
- o 2015.05.19. 최원준, Least squares finite elements methods for nonlinear PDE in two dimensions
- o 2015.05.26. 정성희, numerical simulations with different smooth example

- o 2015.06.02. 윤령경, Derive weak formula corresponding dual problem (Navier-Stokes eqn)
- o 2015.06.09. 최원준, Least squares finite elements methods for nonlinear PDE in three dimensions
- o 2015.06.16. 정성희, numerical simulations with different singular example
- o 2015.06.23. 윤령경, Numerical simulation with sin function
- o 2015.06.30. 최원준, Error analysis of Least squares finite elements methods for nonlinear PDE
- o 2015.07.07. 정성희, verifying the results compared to theories.
- o 2015.07.14. 윤령경, make nonlinear solver : stopping point , interpolation , initial condition
- o 2015.07.21. 최원준, Linear multigrid methods
- o 2015.07.28. 정성희, scientific writing skill of introduction and abstract
- o 2015.08.04. 윤령경, make nonlinear solver : formulate Stiffness matrix and RHS
- o 2015.08.11. 최원준, H(div) conforming least squares finite elements methods for the Burgers equation
- o 2015.08.18. 정성희, presentation skill of finite element method
- o 2015.08.25. 윤령경, make nonlinear solver : GMRES, PCG, AMG

▷ 수치해석3팀 책임교수 : 이지현(겸임교수)

- o 2014.03.07. 윤명호, Basic of kalman filtering
- o 2014.03.21. 김정은, Optimal control of an Influenza model
- o 2014.03.28. 정슬기, Spatial model of rabbies
- o 2014.04.04. 장준영, A feedback control of treatment strategies for hepatitis B virus patients
- o 2014.04.07. 석정주, Maximum Entropy and its background
- o 2014.04.11. 김현중, State recovery using Kalman filter
- o 2014.04.14. 김형석, The flexibility of an optimization based domain decomposition method
- o 2014.04.23. 윤명호, Principles of maximum entropy and maximum caliber in statistical physics
- o 2014.05.02. 김정은, Optimal control of an Influenza model with seasonal forcing
- o 2014.05.09. 정슬기, Solving spatial model of rabbies using implicit and explicit method with Dirichlet condition
- o 2014.05.16. 장준영, Mathematical Model and Stability Analysis of Hepatitis B
- o 2014.05.24. 석정주, Parameter estimation using maximum entropy
- o 2014.05.30. 김현중, Parameter estimation using Kalman filter
- o 2014.06.10. 윤명호, Relation between maximum entropy and information theory
- o 2014.06.17. 김정은, Optimal control of an Influenza model with age-structure
- o 2014.07.04. 정슬기, Solving spatial model of rabbies using implicit and explicit method with Neuman condition
- o 2014.07.07. 장준영, Parameter Estimation of HBV model using Differential Evolution Method
- o 2014.07.08. 석정주, Model validation using maximum entropy
- o 2014.07.09. 김현중, Comparing performance of Kalman filter and of least square method with perturbation
- o 2014.07.14. 윤명호, Basic of bayes factor and computing method
- o 2014.07.16. 김정은, Optimal control of an Influenza model with state constraints
- o 2014.07.22. 정슬기, Solving 2D spatial model of rabbies using implicit and explicit method with Neuman condition
- o 2014.07.28. 장준영, Comparing two treatment of HBV to find efficient strategy
- o 2014.08.11. 석정주, Initial inference using maximum entropy
- o 2014.08.21. 김현중, Observation of relation between initial covariance and the size of seeds on ensemble Kalman Filter
- o 2014.08.28. 이윤정, Data-driven quantification of the robustness and sensitivity of cell signaling networks

- o 2014.09.05. 윤명호, Model Selection using Bayesian Inference
- o 2014.09.12. 장준영, A Feedback Control of Treatment Strategies for HBV patients
- o 2014.09.19. 김찬수 (초청), Individual Based Model
이윤정, Maximum Likelihood Estimation
윤명호, Bayesian Ranking of Biochemical System Models
- o 2014.09.26. 김현중, Estimating Parameters in Epidemic Model using Kalman Filtering
- o 2014.10.10. 이윤정, Monte Carlo Sampling from the Posterior
- o 2014.10.24. 김현중, Bayesian Inference
석정주, Maximum Entropy: Parameter Estimation and Model Validation
- o 2014.10.31. 김현중, Maximum Entropy and Its Application
석정주, Basics of the program R
- o 2014.11.02. 이주련 (초청), Principles of Maximum Entropy and Maximum Caliber in Statistical Physics
- o 2014.11.14. 윤명호, Bayesian Statistics using Conjugate Priors
- o 2014.11.21. Leo Lee (초청), Stochastic PDE
- o 2014.12.05. 석정주, 장준영, Replication of Bayesian Ranking of Biochemical System Models
이윤정, Data-Driven Quantification of the Robustness and Sensitivity of Cell Signaling Networks
- o 2014.12.19. 김정은, Markov Chain
- o 2014.12.26. 정슬기, Markov Chain Monte Carlo (MCMC) Sampling from Posterior
- o 2014.12.29. 윤명호, Statistical Inference from a MCMC Sampling
- o 2015.01.09. 김현중, LSM and Inverse Problem Formulation
이윤정, Computation of Estimated Mean, Standard Errors and Confidence Interval
- o 2015.01.16. 이윤정, Investigation of Statistical Assumption of LSM
김현중, Asymptotic Theory of LSM
- o 2015.02.06. 이윤정, Theoretic Comparison of Bootstrapping and Asymptotic Error Analysis
- o 2015.02.13. 김현중, Model Selection Criteria based on Kullback-Leibler Information Criteria and Akaike Information Criteria (AIC)
- o 2015.02.27. 김범희, Maximum Entropy: The Universal Method for Inference
- o 2015.03.06. 장준영, Efficient Therapies for HBV using Feedback Control
- o 2015.03.13. 장준영, Efficient Therapies for HBV using Feedback Control in Open Lecture
- o 2015.03.20. 장준영, Describing Feedback Control in the detail
- o 2015.03.27. 장준영, Searching optimized parameters N_p , P and C_r of Differential Evolution
- o 2015.04.03. 장준영, Efficient Therapies for HBV using Feedback Control
- o 2015.04.10. 석정주, Initial Estimation using Maximum Entropy Method
- o 2015.04.17. 석정주, Statistical Sampling Method: SIR and MH in Single-variate Distribution
- o 2015.04.24. 석정주, Statistical Sampling Method: SIR and MH in Multi-variate Distribution
- o 2015.05.01. 석정주, Bayesian Ranking of Biochemical System Model
- o 2015.05.08. 석정주, Computing Bayes Factors using Thermodynamic Integration
- o 2015.05.15. 김정은, Optimal Control of an Influenza Model with Seasonal Forcing and Age Structure
- o 2015.05.22. 김정은, Variations of the SEIAR model : seasonal SEIAR model and Age-structured model
- o 2015.05.29. 김정은, Constrained Optimal Control Applied to Vaccination for Influenza
- o 2015.06.05. 김정은, SEIAR model with limited vaccination : Penalty method and structured model
- o 2015.06.12. 김정은, Numerical Simulation of Optimal Control of an Influenza Model with Seasonal Forcing and Age Structure
- o 2015.06.19. 김현중, Parameterization of group-structure model
- o 2015.06.26. 김현중, Least Square Inverse Problem formulation with Statistical Estimation
- o 2015.07.03. 김현중, Parameter Estimation using modified Kalman Filter with synthetic data
- o 2015.07.10. 김현중, Parameter Estimation using modified Kalman Filter with field data

- o 2015.07.17. 김현중, EnKF analysis
- o 2015.07.24. 이윤정, Computation of covariance matrix of LS
- o 2015.07.31. 이윤정, Investigating of Statistical Assumption in LS: Residual plot
- o 2015.08.07. 이윤정, Bootstrapping vs. Asymptotic Error Analysis
- o 2015.08.14. 이윤정, Model Selection Criteria: AIC and TIC
- o 2015.08.21. 이윤정, Estimation of Probability Measures using Aggregate Population Data I
- o 2015.08.28. 이윤정, Estimation of Probability Measures using Aggregate Population Data II

▷ 데이터 분석팀 책임교수 : 정운모

- o 2014.03.07. 김동건, Summary on differential geometry: Curves in 2D
유기성, Dimensionality Reduction- Linear methods
- o 2014.03.21. 유기성, Dimensionality Reduction - Nonlinear Methods
김동건, Summary on differential geometry: Curves in 3D and isoperimetric inequality
- o 2014.04.04. 김동건, Summary on differential geometry: Tangents and derivatives
유기성, Diffusion map
- o 2014.04.18. 유기성, Spectral graph theory view on Diffusion operator
김동건, Summary on differential geometry: The first fundamental form
- o 2014.05.02. 김동건, Summary on differential geometry: Gaussian, mean, and principal curvatures
유기성, Text on asperceptive framework
- o 2014.05.23. 유기성, Local Binary Patterns for texture classification
김동건, 2.Introduction to Kronecker PCA and its historical review
- o 2014.06.13. 김동건, Implementation: Covariance Estimation and its application
유기성, Bayesian estimation on intrinsic dimensionality
- o 2014.06.27. 유기성, Textons without filters
김동건, Video classification using Kronecker PCA: Simple example(moving boxes)
- o 2014.07.11. 김동건, Video classification using Kronecker PCA: Real-world example (walk vs run)
- o 2014.07.25. 유기성, Basics of MCMC
김동건, Suitability of applying Kronecker PCA to video application
- o 2014.08.08. 김동건, Covariance structure of periodic behavior
유기성, MCMC and statistical inference in texture modeling
- o 2014.08.22. 유기성, Heuristics on extracting core information of texture classes
김동건, Attempt to generate texture pattern
- o 2014.09.19. 김동건, Study on relation between conditional expectation and least squares
- o 2014.09.26. 유기성, Texture classification using fractal-based features
- o 2014.10.10. 김동건, Review on MIMO stochastic channel
- o 2014.10.17. 유기성, Grey Level Co-occurrence matrices
- o 2014.10.24. 김동건, Implementation of pattern generation using covariance structure
- o 2014.10.31. 유기성, Multiresolution Gray-Scale and Rotation Invariant Texture Classification with Local Binary Patterns
- o 2014.11.07. 김동건, Research on periodic random behaviour and its covariance structure
- o 2014.11.14. 유기성, Texture Classification Are Filter Banks Necessary ?
- o 2014.11.21. 김동건, Study on Fourier PCA
- o 2014.11.28. 유기성, Statistical Approach on Texture Classification from Single Images
- o 2014.12.05. 김동건, Research on PCA for periodic random signal in a multiscale way
- o 2014.12.12. 김동건, Review on wavelets,
유기성, statistical approach to Material Classification using Image Patch Exemplars

- o 2014.12.19. 김동건, Study on multiscale PCA
- o 2014.12.26. 정은주, Amal Rannen, Classical PCA, Matrix multiplication
- o 2015.01.02. 김동건, Study on blind source separation,
정은주, PCA application on images with Matlab coding
- o 2015.01.09. 유기성, Moment Generating Functions and Central Limit Theorem
정은주, PCA application on normally distributed dataset with Matlab coding
- o 2015.01.19. 김동건, Research on exhaustive behaviour of eigenspectrum depending on period
- o 2015.01.23. 유기성, Nonparametric Estimation - Histograms
- o 2015.01.30. 유기성, Optimal Data-based binning for histograms,
정은주, Poisson equation 2d(C coding by using iterative methods)
- o 2015.03.06. 김동건, Wavelet analysis and multiscale decomposition
Amal Rannen, Topological Properties of Neural Network Function Classes: First proofs
- o 2015.03.13. 정은주, Basic of Kalman-filter and its application : background subtraction
- o 2015.03.20. 유기성, Brief introduction to concentration inequalities
Amal Rannen, Topological Properties of Neural Network Function Classes: steps to follow and test data
- o 2015.03.27. 정은주, Background subtraction MATLAB coding based on Kalman filter
- o 2015.04.03. 김동건, Dictionary learning algorithm: K-SVD
정은주, A threshold selection method from gray-level histogram : Otsu method
- o 2015.04.10. Amal Rannen, Topological Properties of Neural Network Function Classes
정은주, Otsu method : text classification and MATLAB coding
- o 2015.04.17. 유기성, A family of gradient descent algorithms
- o 2015.04.24. Amal Rannen, Topological Properties of Neural Network Function Classes
- o 2015.05.01. 김동건, Matrix analysis on eigenvalues of a sum of symmetric positive definite matrices
- o 2015.05.08. 정은주, Mixture of Gaussians : background subtraction
- o 2015.05.15. 유기성, Spectral clustering and connectivity analysis
- o 2015.05.22. Amal Rannen, Topological Properties of Neural Network Function Classes
- o 2015.05.29. 김동건, Decomposition algorithm for periodic signal of divisible periods
- o 2015.06.12. 유기성, Feature extraction algorithms for image textures
- o 2015.06.26. 김동건, Multiscale extension of K-SVD and denoising algorithm
Amal Rannen, Breast cancer detection using OCT: new results and new directions
- o 2015.06.30. 정은주, Robust PCA and its application : foreground detection
- o 2015.07.07. 정은주, Nuclear norm and its optimization algorithms
- o 2015.07.10. 유기성, Multilayer perceptron and neural networks
- o 2015.07.21. 정은주, Basic of Python : simple coding
- o 2015.07.24. 김동건, Meaning of the first singular vector in terms of principal components
- o 2015.07.28. 정은주, Optimization problem based on Robust PCA (Augmented Lagrange Multiplier Method)
- o 2015.08.07. 유기성, Convolutional Neural Network for Vision Problems
정은주, Robust PCA for background subtraction
- o 2015.08.21. 김동건, Rough equivalence of SVDs with or without centering
정은주, A New approach to Robust PCA

3 인력양성 계획 및 지원 방안

3.1 대학원생 인력 확보/배출 및 지원 계획

① 대학원생 확보 및 배출 실적 (최근 2년)

<표 2> 사업단 소속 학과(부) 대학원생 확보 및 배출 실적 (단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보	2013년	3.5	4	12.5	20
	2014년	6.5	7.5	27.5	41.5
	2015년	3	5	15	23
	계	13	16.5	55	84.5
배출	2014년	3	0	X	3
	2015년	5	5	X	10
	계	8	5	X	13

② 대학원생 확보 및 지원 계획

가. 대학원생 배출 계획

<표 3> 향후 사업단 소속 학과(부) 대학원생 배출 계획 (단위: 명)

연도	대학원생 배출 계획		
	석사	박사	계
4차년도	5	5	10
5차년도	6	6	12
6차년도	7	7	14
7차년도	7	7	14
8차년도	7	7	14
계	32	32	X

※ 상기 목표 설정에 관한 실현가능성 및 부가설명 기술

본 학과는 2009년 2학기에 첫 신입생이 입학하여 2012년까지 석사 7명을 배출하였으며, 2012년에 박사 졸업생2명을 배출하였다.

- BK21PLUS 사업기간동안 대학원생의 학기당 평균수는 42명이며, 본 학과의 졸업생은 2014년에 석사 3명, 2015년에 석사 5명 박사 5명이 각각 학위를 취득하였다.
- 본 학과는 현재까지 대학원지원자의 질적제고를 위해 입학정원(20명)의 70% 이내로 신입생으로 선발하고 있다.
- 향후 대학원 졸업생의 수가 점진적으로 증가할 것으로 예상되며 본 학과의 최종목표를 6차년도 이후에는 매년 석사졸업생7명, 박사졸업생 7명으로 유지하는 것으로 설정하였다.
- 교수 1인당 매년 석사1명, 박사1명 이상을 배출하는 것을 목표로 대학원생을 지도하여 연구의 질을 높이고 고급 전문 인력 양성을 하는 세계 수준의 학과로 성장하고자 한다.

나. 사업단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

본 사업단은 국내의 계산과학공학과(CSE) 전공분야에 대한 인식의 부족, 짧은 홍보기간, 최근 학생들의 이공계 기피현상 등의 어려움에도 불구하고, 지속적인 CSE 전공 홍보 노력(CSE 관련 학회 주관 및 지원/참여, 매학기 open lab 행사 개최, 홈페이지 및 SNS 운영, 학과 리플릿과 브로셔 제작 및 홍보, 인턴제도 운영, 국내외 석학 특강 개최를 통한 홍보, 사업단 정기 뉴스레터 발간, 산학협력 프로젝트 운영, 외국 대학과 학술교류/학생교류 MOU를 통한 우수한 학생 유치 등)을 통해 우수한 대학원생들을 선발하여 왔다. 2009년 본 사업단이 계산과학공학 독립 학과로 설립된 이래 본 학과 지원자들이 점차적으로 늘고 있으며 엄격한 선발 절차를 거쳐 계산과학공학과(CSE)의 설립이념에 부합하는 우수한 인재를 선발 하고 있다. Bridge Program (winter/summer school)을 매학기 운영하여 신입생들이 학과 교육과정에 빠르게 적응하도록 하고 있으며 장학금지급, 국내외 학술대회 발표 및 참여 지원, 대학원생 우수 활동 실적에 대한 인센티브 지급, 연구실 공간 배정 등의 다양한 지원을 하고 있다.

[목차]

A. 우수 대학원생 확보 계획

- a1. 대학원생 확보 및 배출 현황
- a2. 국내 학회를 통한 계산과학공학과 홍보 및 인지도 향상
- a3. 매 학기 학과 open lab 개최를 통한 타학과(부)생의 참여 유도
- a4. 홈페이지 및 SNS 운영을 통한 홍보
- a5. 학과 차원의 리플릿과 브로셔 제작 및 홍보
- a6. URP(undergraduate research program)을 통한 우수 대학원생 확보
- a7. 국내외 석학들의 특강/세미나 개최를 통한 홍보
- a8. 사업단 뉴스레터 발행
- a9. 사업단 참여교수의 산학협력 프로젝트 및 각종 자문활동
- a10. 외국 대학과 학술교류/학생교류 MOU를 통한 우수한 학생 유치

B. 대학원생 지원 계획

- b1. 인건비 및 TA/RA 지원
- b2. 국내외 학술대회 발표 및 참여 지원
- b3. 대학원생 우수 활동 실적에 대한 인센티브 지급
- b4. Summer School, Winter School에 강의 할 우수한 대학원생을 선발하여 인센티브 지급
- b5. 국내외 저명 해외학자 초청
- b6. 외국인 학생 의료보험 지원
- b7. 연구실 공간 배정

b8. 개인용 PC 지급 및 과학계산용 서버 지원

A. 우수 대학원생 확보 노력

본 사업단은 2009년 2학기부터 신입생을 받기 시작하였으며 전반적으로 CSE 전공에 대한 인식의 부족(학과 단위 대학원 과정으로는 한국 최초임)과 짧은 홍보기간 등의 어려움에도 불구하고, 지속적인 CSE 전공 홍보 노력을 통해 우수한 대학원생들을 선발하여 왔다. 지원자들에 대한 철저한 검증을 통한 우수한 신입생을 확보하고 세계수준의 학생을 배출하기 위하여 미국 유명대학의 엄격한 종합시험 시스템을 도입하는 등 계산과학공학과(CSE)의 설립이념에 부합하는 우수한 인재 선발 및 교육을 진행하고 있다.

a1. 대학원생 확보 및 배출 현황

- 2013년도 2학기(1차년도) 대학원생 확보 및 배출
 - 2013년도 9월 입학생 : 오근우, 김동건, 유기성(이상 통합 3명), Sajjad Ur Rehman UR REHMAN(박사 1명)
 - 2014년도 2월 졸업생 : 없음
- 2014년도 1학기(2차년도 상반기) 대학원생 확보 및 배출
 - 2014년도 3월 입학생 : 김현중(석사 1명), 송승호(박사 1명), 김기하, 원성진(이상 통합 2명)
 - 2014년도 8월 졸업생 : Irene Sonja Monnesland, 양두리, 김형석(이상 석사 3명)
- 2014년도 2학기(2차년도 하반기) 대학원생 확보 및 배출
 - 2014년도 9월 입학생 : 이윤정, 정은주(이상 석사 2명), 이지진, Amal Rannen, Sun Xiang(이상 박사 3명), 최원준, Dong Shijie(이상 통합 2명)
 - 2015년도 2월 졸업생 : 지현우(석사 1명), 권혁남, Tingting Zhang, 박형석, 최재규(이상 박사 4명)
- 2015년도 1학기(3차년도 상반기) 대학원생 확보 및 배출
 - 2015년도 3월 입학생 : 문창용, 강상우, 하현진
 - 2015년도 8월 졸업생 : 김동건, 유기성, 이슬잎, 장준영 (이상 석사4명), 김정은 (박사 1명)

a2. 국내 학회를 통한 계산과학공학과 홍보 및 인지도 향상

국내의 계산과학공학 전공분야에 대한 낮은 인지도를 높이기 위해 국내 CSE 관련 학회를 주관 및 지원을 통해 계산과학공학과를 홍보하고 계산과학공학과 위상을 널리 알려 다수의 대학원 지원자 확보를 위해 노력하였다. 아래 학회 리스트는 본 학과가 단독 개최 및 공동 주관한 학회이다.

- 1) Workshop on Computational Mathematics & Scientific Computing, August 19-21, 2015
- 2) International conference on Domain Decomposition Method, July 6-10, 2015
- 3) A3 Foresight Program Conference on Modeling and Computation of Applied Inverse Problems, November 20-23, 2014
- 4) 2014 한국계산과학공학회 추계학술대회, November 21, 2014
- 5) International Workshop on Computational Mathematics - Advances in Computational PDEs (ICM 2014 Satellite Conference: 2014 NIMS Hot Topics Workshop), August 9-12, 2014
- 6) IWCM 2013, March 25-27, 2013

7) KSIAM 2013 Spring Conference, May 24-25, 2013

a3. 매 학기 학과 open lab 개최를 통한 타학과(부)생의 참여 유도

본 학과의 open lab 행사는 교내 학생들에게 학과를 소개하고 한 학기동안의 대학원생 연구실적을 포스터 발표하게 함으로써 참석자들이 계산과학공학의 연구를 인지하는 자리를 마련하기 위해 2011년부터 매 학기 시행하고 있다. 이 행사는 참석자와 대학원생의 포스터에 대해 질문과 대답을 하는 자리를 마련하여 교내에 계산과학공학 분야의 연구를 널리 알리고 우수한 신입생들이 지원하도록 유도하고 있다.

- 1) 2011년 1학기: 13개 포스터 전시 및 발표
- 2) 2011년 2학기: 13개 포스터 전시 및 발표
- 3) 2012년 1학기: 23개 포스터 전시 및 발표
- 4) 2012년 2학기: 15개 포스터 전시 및 발표
- 5) 2013년 1학기: 27개 포스터 전시 및 발표
- 6) 2013년 2학기: 20개 포스터 전시 및 발표
- 7) 2014년 1학기: 20개 포스터 전시 및 발표
- 8) 2014년 2학기: 25개 포스터 전시 및 발표
- 9) 2015년 1학기: 19개 포스터 전시 및 발표

a4. 홈페이지 및 SNS 운영을 통한 홍보

본 학과를 널리 홍보하는 방안의 일환으로 홈페이지와 SNS를 운영한다. 본 학과에 관심이 있는 학생들에게 쉽게 정보를 제공하기 위하여 홈페이지에 사업단의 학술 연구 성과 및 사업단의 활동, 학과 소개, 모집 요강, 교과과정, 구성원, 연구 정보, 강의 자료, 사업단 현황, 학술 활동 일정 등을 공개하고 있다. 홈페이지는 한글과 영어 버전으로 운영하고 자료를 체계적이고 신속하게 갱신하고 있다. 또한 온라인 SNS의 파급력을 고려하여 CSE 페이스북 계정을 개설하여 세미나 및 특강공지, conference 및 workshop 등의 관련 정보를 업로드하여 학생과 일반인들이 CSE 전공 분야와 최근 동향 및 학술 활동에 대한 정보를 쉽게 얻을 수 있게 하고 있다.

- 홈페이지: <http://cse.yonsei.ac.kr>
- SNS: <http://www.facebook.com/yonsei.cse>

a5. 학과 차원의 리플릿과 브로셔 제작 및 홍보

학과를 소개하는 리플릿과 브로셔를 제작하여 국내외 교육기관과 관련 학회에 배포하였으며, 학회 프로시딩에 대학원생 모집 공고를 지속적으로 게재하고 있다.

a6. URP(undergraduate research program)을 통한 우수 대학원생 확보

학부생 인턴연구원을 통해 우수 대학원생을 미리 확보하기 위하여 학부생 인턴 연구원 모집 포스터를 제작하여 교내 및 외부 대학에도 게시를 하여 학부생을 모집하고 있다. 모집된 인턴 연구원들은 지도교수의 지도하에서 계산과학공학에 필요한 기초 지식을 습득할 수 있도록 교육 받고 있으며 학과차원에서 향후 학과의 신입생으로 연계될 수 있도록 유도하고 있다.

- CSE URP 9기(2013-1학기): 총 3명
- 김동건(연세대 응용통계학과, 현 본 학과 대학원생), 유병수(연세대 경영학과, 수학과),

최원준(연세대 수학과, 현 본 학과 대학원생)

- CSE URP 10기(2013-2학기): 총 6명
- 김지윤(이화여대 수학과), 노경민(연세대 대기과학과), 오동건(연세대 대기과학과), 이민지(이화여대 수학과), 이지영(이화여대 수학과), 최연주(연세대 대기과학과)
- CSE URP 11기(2014-1학기): 총 6명
- 김지영(이화여대 수학과), 최윤영(연세대 대기과학과, 현 본 학과 대학원생), 천수민(연세대 토목환경공학과, 현 본 학과 대학원생), 송차환(연세대 수학과), 박도현(연세대 기계공학과), 홍진영(연세대 기계공학과)
- CSE URP 12기(2014-2학기): 총 5명
- 정홍기(연세대 수학과), 김범희(연세대 수학과), 서지연(연세대 수학과), 이승리(연세대 수학과, 현 본 학과 대학원 신입생), 문찬웅(전북대 항공우주공학과, 현 본 학과 대학원 신입생)
- CSE URP 13기(2015-1학기): 총 2명
- 박재민(연세대 수학과), 김화평(한양대학교 수학과)

a7. 국내외 석학들의 특강/세미나 개최를 통한 홍보

본 학과의 참여교수와 공동연구를 수행하거나 계산과학공학 분야의 세계적으로 저명한 학자를 초청하여 특강 및 세미나를 개최함으로써 학부생 및 대학생의 계산과학분야의 관심을 유도하고 있다.

- 해외학자 집중강연: Goodarz Ahmadi(Clarkson University, USA) 등
- 해외학자 초청 세미나: Habib Ammari (Ecole Normale Supérieure, French) 등 총31회(최근 2년)

a8. 사업단 뉴스레터 발행

본 학과의 홍보책자인 “CSE 뉴스레터”는 한 학기에 1회 정기적으로 발행되고 있으며 CSE의 주요 업적, 학술지 발표, 연구현황, 방문연구, 발표회 현황 등의 내용을 포함하고 있다. CSE 뉴스레터를 통해 내부적으로 본 사업단의 구성원들이 학과 현황을 공유하게 되고, 외부적으로는 계산과학공학 홍보물로 활용하여 우수학생 모집에 도움이 되도록 한다.

a9. 사업단 참여교수의 산학협력 프로젝트 및 각종 자문활동

본 사업단은 과제 책임자 및 참여 구성원의 산학협력 프로젝트 및 대외 자문활동을 적극 지원한다. 특히, 산학협력 및 공동연구를 통하여 산업체 차원의 전문가 인력 양성에 필요한 산학장학생 등을 유치하고, 관련기관과 산업체에 대한 적극적인 기술자문과 기술지도와 각종 언론 및 대외적인 홍보를 통하여 계산과학공학 분야에 대한 일반인의 이해 확대와 국가 발전에 필요한 원천 기술에 대한 선도적 역할을 수행한다. 또한 계산과학공학 분야의 교육을 원하는 외부 연구 인력들을 위하여 Summer School, Winter School, 산학강좌 등의 교육 프로그램을 운영한다.

a10. 외국 대학과 학술교류/학생교류 MOU를 통한 우수한 학생 유치

해외 우수 대학과 학술교류를 적극적으로 추진하고 학생교류 MOU를 체결하여 외국의 우수한 신입생을 확보하고자 한다. 본 사업단은 BK21PLUS 사업 전에 독일 Humboldt 대학, 중국 Ocean 대학, Southeast 대학, Zhejiang 대학, 몽고과학기술대학과 학생교류 MOU를 체결하였으며, 독일 3명, 중국 6명, 몽골 4명의 신입생을 유치한 바 있다. 지난 2014년 2학기에는 중국 Ocean 대학에서 대학원생 2명(Sun Xiang (박사과정), Dong Shijie(통합과정))을 추천하여 신입생으로 확보하였으며, 프랑스 Ecole Supélec 석사과정 학생이었던 Amal Rannen는 박사과정으로 입학하였다. 또한 이창훈 교수와 공동연구를 진행하고 있는 S. Nadeem 교수의 제자인 Sajjad Ur Rehman이 2013-2학기에 신입생으로 입학하였다.

B. 대학원생 지원 계획

b1. 인건비 및 TA/RA 지원

모든 대학원생은 입학 후 대학원 내규의 대학원생 인건비 세칙에 따라 재정지원을 받게 되며 우수한 인력 양성을 위해 학업성취에 따라 차등하게 지원된다. 석사과정은 입학일로부터 2년, 박사과정은 입학일로부터 4년(석박사 통합과정은 입학일로부터 5년)까지 인건비를 지급받으며 이후에는 연구학기 등록금만 지원한다.

- 입학 후 첫 학기에는 CSE 대학원생 전원이 연구에 착수함으로써 인건비 지원을 받는다.
- 두 번째 학기부터는 TA 또는 RA를 하게 되며 인건비의 계속 지급 여부는 학업성취에 따라 달라지며 입학 후 두 학기 안에 CSE 필수핵심과목에 대하여 내규에 정해진 학점(A0) 이상을 취득하거나 종합시험을 통과하여야 한다.
- 두 번째 학기에는 이전 학기 성적 GPA 3.4 이상인 학생에게만 인건비를 지급한다.
- 세 번째 학기 이후부터는(입학 후 1년 이내에) 종합시험에 합격한 자에 한하여 인건비를 지급하며 학기 말에 포스터 발표를 통해 연구실적을 발표하며 평가결과에 따라 인건비를 차등 지급한다. 평가는 A, B, C의 세 등급으로 학과장이 선임한 평가위원이 수행하며, 기준 금액에 대비하여 A등급은 증액, B등급은 변동 없음, C등급은 감액 지급하며, 증액 또는 감액 액수는 학과장이 결정한다.

b2. 국내외 학술대회 발표 및 참여 지원

국내외 학술대회에 논문 발표(포스터 발표 포함) 시 참석 비용을 지원한다.

- KSIAM(한국응용산업수학회)
- 대한기계학회(KSME)
- 한국계산과학공학회(KSCSE),
- Society for Industrial and Applied Mathematics(SIAM)
- Applied Inverse Problem conference
- 대한수학회
- 한국 유체공학 학술대회
- 한국대기환경학회
- American Physical Society
- Korean Fluid Machinery Association(KFMA)
- Chinese Society of Engineering Thermophysics(CSET)
- Turbomachinery Society of Japan(TSJ)
- Center for Research in Mathematical Engineering
- International Society for Electrical Bio-Impedance(ISEBI)

b3. 대학원생 우수 활동 실적에 대한 인센티브 지급

Open Lab의 포스터 발표회에서 평가위원이 직접 평가하여 우수 학생에게 인센티브를 지급하고 있으며 또한 이를 통해 학생들 간에 연구에 대한 경쟁을 유도한다. 또한 프로그램 등록, 교육 매뉴얼 제작(URP 대상) 등 연구활동 이외의 우수 활동에 대해서도 인센티브를 지급하였으며 향후 이 범위를 확장할 계획이다.

- 2013년도 2학기 포스터 발표회 수상자: 권혁남, 박상로, 김정은, 원성진
- 2014년도 1학기 포스터 발표회 수상자: 박형석, Irene Sonja Monnesland, 오동건, 최연주

- 2014년도 2학기 포스터 발표회 수상자: Tingting Zhang, 신재민, Xiaomin Pan, 유병수
- 2015년도 1학기 포스터 발표회 수상자: 송승호, 이경훈, Lina Zhao, 노경민

b4. Summer School, Winter School에 강의 할 우수한 대학원생을 선발하여 인센티브 지급

본 학과에서는 여름방학과 겨울방학을 통해 신입생과 인턴연구원을 대상으로 계산과학공학 연구에 기초가 되는 지식을 습득할 수 있도록 Summer School/Winter School을 개최하여 교육하고 있다. 이 기간 동안 이론강의와 더불어 실습수업도 병행하게 되는데 실습시간의 조교를 대학원생 중 우수한 학생을 선발하여 강의에 따른 인센티브를 지급하고 있으며 지속적으로 활용할 계획이다.

b5. 국내외 저명 해외학자 초청

- 국내외 저명 학자가 진행하는 Summer School/Winter School 강의
- 집중강연/특강/세미나/워크샵 등
- 해외석학 세미나 및 집중강연 후 관련 주제에 대한 연구지도 및 토론

b6. 외국인 학생 의료보험 지원

외국인 대학원생이 안정적인 대학원 생활을 할 수 있도록 의료보험 가입을 권장하며 의료보험 가입한 경우 확인서와 영수증을 제출하면 매 달 인건비와 함께 지급하고 있다.

b7. 연구실 공간 배정

모든 대학원생은 입학 후 학과 내규의 운영세칙(제5조(CSE 대학원생 자리배정))에 따라 연구실 좌석을 배정하며, 학업 성적, 필답시험여부, 학기초과 등을 고려하여 졸업 장기화 방지를 목적으로 한다.

- 좌석배정 대상은 석사과정 4학기 이하, 박사과정 10학기 이하, 통합과정 12학기 이하인 정규등록 및 연구등록 대학원생에 한한다.
- 입학 첫 학기에는 CSE 대학원생 전원이 좌석을 배정 받는다.
- 두 번째 학기부터는 GPA 3.4 이상, 필답시험 합격자, 학위논문 제안서 발표시험(학과내규 제16조)를 합격한 자에 한한다.
- 연속으로 두 학기 이상 포스터 발표를 하지 않은 경우, 박사학위 연구과정 연구실적보고서의 평가가 현저하게 낮은 경우, 근무시간을 준수하지 않은 경우, Lab time sheet를 제출하지 않은 경우에는 좌석배정에서 제외될 수 있다.

b8. 개인용 PC 지급 및 과학계산용 서버 지원

대학원생은 입학 후 연구실 공간을 배정받게 되며 대학원 내규의 세칙에 따라 대학원 인건비 지급을 받는 학생만으로 한정하고 있어 종합시험을 통과하지 못하거나 학업성적이 좋지 못한 경우에는 배정을 제한하고 있다. 또한 개인별로 연구를 위한 개인용 컴퓨터를 지급하고 있으며 학과차원에서 과학계산에 필요한 과학계산용 그리드/서버(GPGPU 워크스테이션, 테라곤(Teragon) 서버 등)를 구축하여 학생들이 필요시에 쓸 수 있도록 지원하고 있다.

3.2 대학원생의 취업 현황 및 진로 개발 계획

① 취업률 및 취업의 질적 우수성

<표 4> 사업단 소속 학과(부) 대학원생 취업률 실적

(단위: 명, %)

구분		졸업 및 취업현황						취업률(%) (D/C)×100
		졸업자(G)	비취업자(B)			취업대상자 (C=G-B)	취업자(D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2014년 8 월 졸업자	석사	3	0	0	0	3	2	석사/박사 합산
	박사	0	X	X	0	0	0	66.67
2015년 2 월 졸업자	석사	1	1	0	0	0	0	석사/박사 합산
	박사	4	X	X	0	4	4	100
계		8	1	0	0	7	6	85.71

취업률 및 취업의 질적 우수성

본사업단의 2014년 8월 졸업자와 2015년 2월 졸업자는 석사 4명 박사 4명으로 총 8명이다. Irene Sonja Monnesland 는 노르웨이에 있는 글로벌 매니지먼트 컨설팅 회사인 Accentrue에 취직하여 석사학위 전공을 살려 program developer로 근무하게 되었다. 권혁남은 스위스 최고의 대학인 스위스 쾰리히 공대(ETH Zurich)에 박사후연구원으로 취직하여 박사 학위 중 연구 중이던 역문체 및 EIT 관련 연구를 지속적으로 하게 되었다. Tingting Zhang은 Universite Paris Diderot의 Josselin Garnier교수(본 사업단의 해외학자)로부터 연구 능력을 인정받아 박사후연구원으로 2015년 9월부터 근무할 예정이다. 최재규는 박사학위 논문심사를 했던 UC-Irvine의 Hongkai Zhao교수의 추천을 받아 중국 상하이 자우통대학(상하이 교통대학) 박사후연구원으로 근무하게 되었다. 지난 2014년 8월과 2015년 2월 졸업자들은 석사학위 졸업자들은 대부분 기업체로, 박사학위 졸업자는 전원 박사후 연구원으로 국내외 우수 기업체와 대학에 취직하였으며 전원 자신의 학위 전공을 이어 사회로 진출하고 있다.

■ '14년 8월 졸업자 현황 : 총 석사 3명 졸업

1) 외국인 석사 졸업생 Irene Sonja Monnesland

석사학위 취득 후 노르웨이 Accenture (global technology company, <http://www.accenture.com/no-en>)에 취직하여 program developer로 근무 중이다. Accenture는 전세계에 500여 지부를 두고 있는 multinational management consulting, technology services, outsourcing 회사이다. 본사는 아일랜드 더블린에 있으며 세계에서 가장 큰 컨설팅

회사로 알려져 있다.

2) 석사졸업생 양두리

졸업 후 인터넷 쇼핑몰(자영업)을 운영하고 있으며, 현재 수학교육 자영업(공부방)을 병행하고 있다.

3) 석사졸업생 김형석

현재 수학과 관련 교육 자료를 모바일을 통해 운용할 수 있도록 수학교육 서비스 기획 개발 벤처(자영업)를 운영하고 있다. 졸업 직후에는 편집디자인, 웹 & UI 디자인 등의 사업을 하는 (주)퍼셉션(중소기업)에서 신사업개발팀에 근무하고 있었으며, 모바일 수학교육 분야의 벤처 창업을 위해 (주)퍼셉션을 퇴사하였다.

■ '15년 2월 졸업자 현황 : 석사 1명, 박사 4명 총 5명 졸업

1) 석사졸업생 지현우

본 학과에 박사과정으로 진학하여 vortex filament method를 이용하여 기존의 DNS로 접근하기 힘든 Euler equation의 문제를 지도교수인 이창훈 교수와 연구를 진행하고 있다. 이 분야의 연구는 regularized된 vortex filament를 Biot-Savart 법칙에 따라 운동하는 것을 시뮬레이션하여 stretching이 급격히 일어날 때 어떤 현상이 일어나는지를 관찰하고 이를 위해서는 초기 조건을 잘 주는 것이 중요한데 현재 elliptic vortex로 시도해보고 있다. 한편 시뮬레이션의 수치적 방법에 있어서도 reliability를 보장하기 위한 연구가 진행되고 있으며, 이를 바탕으로 elliptic vortex를 관찰하고 있다.

2) 박사졸업생 권혁남

연세대학교 자연과학연구원에 박사후 연구원으로 취직하여 연구를 진행한다. 2016년 3월부터는 스위스 취리히 공대(ETH Zurich) 박사후연구원(지도교수 Habib Amari, 본 사업단 해외학자)으로 근무할 예정이다. 취리히 연방 공과대학교는 스위스 취리히에 위치한 이공계 연구중심대학이다. 흔히 ETH(에테하)로도 불린다. 스위스 제일의 명문이자 세계의 주요대학 중 하나로 손꼽히며 자연과학 및 공학에 대한 교육 및 연구를 중점적으로 수행하고 있다. 물리학자 아인슈타인, 파울리, 건축가 산티아고 칼라트라바 등이 이 대학을 졸업하였으며 이 학교의 학생 및 교수 출신으로 25명의 노벨상 수상자를 배출하였다. 권혁남 학생이 박사후 연구원으로 공동연구를 하게 될 Habib Amari 교수는 수학기반 의료영상 분야에 세계적인 권위자이다. 권혁남 학생과 Amari 교수는 이미 functional magnetic resonance electrical impedance tomography, vibration assisted electrical impedance tomography, magnetic resonance electrical properties tomography 분야에서 공동연구를 하였으며 박사후 연구원으로 지속적으로 연구를 해 나갈 것이다.

3) 박사졸업생 박형석

본 학과의 영상처리 Lab의 박사후연구원(삼성미래재단 지원 포스닥)으로 근무중이다. 박형석은 박사학위 과정 중 이미 치료용 dental CT에서의 metal artifact reduction(MAR)에 대한 연구를 진행하여 다수의 논문을 게재/승인/제출하는 등 뛰어난 연구 성과를 냈으며 이 연구를 지속적으로 진행하기 위하여 본 학과의 영상

처리 Lab의 박사후연구원(삼성미래재단 지원 포스닥)으로 근무를 하게 되었다.

4) 박사졸업생 최재규

본학과 박사후 연구원으로 취직하여 지도교수와 연구를 진행하고 있다. 2015년 9월부터는 중국 상하이 자오퉁대학(상하이 교통대학) 박사후연구원으로 근무할 예정이다. 본 학과를 방문한 Hongkai Zhao(UC-Irvine 교수) 추천을 받아 본 취업이 이루어 졌다.

상하이 자오퉁 대학(상해교통대학)은 중화인민공화국 상하이에 위치한 가장 오래되고 영향력 있는 대학 중의 하나이다. 1896년 성선회가 황제의 칙령에 의해 상하이에 설립한 난양 공립학교를 그 기원으로 하며 북양대학당과 함께 중국 사람에 의해 설립된 가장 오래된 대학이다. 대학은 중화인민공화국 국무원 교육부와 상하이 정부의 관할 하에 있는 국가중점대학이며, 이공계의 전통이 강하고, 베이징 대학, 칭화 대학에 이어 들어가기 힘든 학교 중 하나이다. 상하이에 소재하고 장쩌민의 출신 학교로 유명하다.

5) 박사졸업생 Tingting Zhang

본학과의 박사후 연구원으로 취직하고 있으며, Universite Paris Diderot의 Josselin Garnier 교수(본 사업단의 해외학자)에게 박사후연구원으로 2015년 9월부터 근무할 예정이다.

Universite 파리 디드로 또는 파리 디드로 대학의 파리 7으로 알려진 Universite Paris Diderot는 프랑스 파리에 위치한 프랑스 최고의 대학 중 하나이다. 파리 6대학과 함께 12 세기 중반에 설립된 파리 대학의 과학 학부의 중 하나이며, 유럽에 설립 된 최초의 대학 중 하나였다. 두 명의 노벨상 수상자, 필즈 메달 수상자를 배출했으며 수학, 과학에서의 교육으로 유명하다.

Josselin Garnier 교수는 응용수학자로서 역문제 분야에서 세계적인 권위자이다. Garnier 교수가 연구하고 있는 homogenization과 multi-scaled diffusion approximation 분야에서 현재 수학기반 의료영상 팀에서 진행 중인 multi-frequency EIT for determining crack 연구를 맡았던 Tingting Zhang의 연구를 인정하여 박사후연구원으로 고용하였다.

② 취업지도/진로 개발 실적 및 계획

졸업생들의 취업을 지원하기 위하여 현재 (주)볼트시플레이션과 산학협력 공동연구를 진행 하고 있으며 (주)지오시스 템리서치, SEMES(세메스), (주)인코어드 테크놀로지스와의 공동 연구를 추진하고 있다. 또한 해외 학자들과의 공동연구가 졸업 후 박사후 연구원으로서의 취직으로 이어지는 사례를 바탕으로 해외 공동연구가 취업으로 연계될 수 있도록 하고 있다. 학과가 배출하는 학생들의 우수성을 알리고 계산과학공학의 현실적 요구사항과 요구되는 인재상, 대학원 교육의 중요성 등에 대해 논의하기 위해 본 학과의 연구와 관련을 갖는 연구소 또는 기업의 임원 및 연구원을 초청하여 특별세미나/간담회 등을 개최하였으며 앞으로도 지속적인 교류를 유지하고자 한다.

■ 산학협력 공동 연구 프로젝트를 통한 취업연계

본 학과는 졸업 후 현장에 직접 응용 가능한 전문가 양성에 주안점을 두기 때문에 실질적으로 현장에서 나타나는 문제들을 모델링하고 수치시플레이션을 통한 시각화 등의 연구를 진행한다. 따라서 본 사업단은 국가수리과학연구소, (주)삼성메디슨, (주)볼트시플레이션 등과 산학공동연구를 추진하면서 학생들이 공동연구에 참여하게 함으로써 졸업 후 취업과 연계하는 프로그램을 운영 중이다. BK21PLUS 사업 이전에 실제로 이 기관에 졸업생이 취직하거나 취직이 예정된 사례도 있다.

- NIMS(국가수리과학연구소): 계산수리과학연구부와 의료영상처리 분야 협력 연구
- (주)삼성메디슨: Ultrasound 영상 처리 협력 연구 (양한별, 황윤구 취직)
- (주)볼트시뮬레이션: 입자-난류의 상호작용 연구 및 실제 확산과정 예측 연구 (문기영 산학장학생)
- 국가슈퍼컴퓨팅연구소(KISTI) : 유체해석 프로그래밍 병렬화 연구 (오근우 인턴연구원)

■ 해외 공동연구를 통한 취업 및 연구 지속성 모색

본 사업단은 계산과학공학 관련 해외 연구자들과 많은 공동연구를 수행하고 있으며 공동연구를 진행하고 있는 지도교수의 학생들을 단기 연수 등을 통해 해외 연구자에게 지도를 받거나 공동연구를 진행하도록 유도하고 있다. 이러한 과정에서 학생의 연구 능력을 배양시키고 졸업 후에도 Post-doc으로 연계될 수 있도록 하고 있다.

- ETH Zurich (취리히 공대, 스위스) : Habib Ammari 교수와 공동연구 (권혁남 박사졸업생 박사후연구원 취업)
- Stuttgart 대학교(독일) : Bastian von Harrach 교수와 공동연구
- University Paris VII(프랑스) : Josselin Garnier 교수와 공동연구 (Tingting Zhang 박사졸업생 박사후연구원 취업)
- Florida 주립대(미국) : Max Gunzburger 교수와 공동연구

■ 본 사업단과 연계 가능한 기업/연구소의 임원 초청 및 간담회 개최

본 학과의 연구와 관련을 갖는 연구소 또는 기업의 임원 및 연구원을 초청하여 특별세미나/간담회 등을 개최하고 현재 계산과학공학의 현실적 요구사항과 요구되는 인재상, 대학원 교육의 중요성 등에 대한 발표와 논의를 진행한다. 취업 결정권자와 대화의 시간을 가짐으로써 취업에 있어서 자신의 적성과 능력을 정확히 파악 할 수 있는 대화의 장이 되도록 한다.

- LG 화학 : 이호경 연구위원, 김경훈 부장, LG 화학의 연구분야인 advanced analytics and optimization과 computational chemistry and application에 대한 발표, 본 학과의 공동연구 가능성 모색, 대학원생 산학장학생 지원 논의 등, 2015.07
- (주) 지오시스템리서치 송용식 상무, 전산유체역학을 통한 하천/해양 시뮬레이션 연구 소개 및 대학원생 산학장학생 지원 논의, 2015.05
- SEMES(세메스) 최해원 박사, 세메스 기업 소개 및 계산과학공학의 중요성 피력, 계산과학공학과와의 산학장학생 지원 논의, 2015.02
- 국가슈퍼컴퓨팅연구소(KISTI)의 강지훈 박사, 2015 KISTI-YONSEI Winter Tutorial On Parallel Computing for Scientific and Engineering Application, 2015.02
- (주) 인코어드 테크놀로지스의 함일한 상무, Energy Finger Print 기술 소개 및 계산과학공학과와의 연계 논의, 2014.12
- 국가슈퍼컴퓨팅연구소(KISTI)의 강지훈 박사, 2014 KISTI-YONSEI Summer Tutorial On Parallel Computing for Scientific and Engineering Application, 2014.08
- 국가핵융합연구소 권재민박사, 핵융합 플라즈마 난류 현상과 Gyrokinetic 시뮬레이션 소개, 2014.02

4 대학원생 연구역량

4.1 대학원생 연구 실적의 우수성 (최근 2년)

① 대학원생 1인당 국제저명학술지 게재 논문 환산 편수

<표 5> 대학원생 논문 환산 편수 실적

구분	최근 2년간 실적			전체기간 실적
	2013년	2014년	2015년	
논문 총 건수	2	10	9	21
1인당 논문 건수	X	X	X	0.2485
논문 총 환산 편수	0.94	2.6066	3.4	6.9466
1인당 논문 환산편수	X	X	X	0.0822
소속 학과 대학원생 수				84.5

② 대학원생 SCI(E) (SSCI 포함) 논문의 환산 보정 IF

<표 6> 대학원생 1인당 SCI(E) (SSCI 포함) 논문의 환산 보정 IF

구분	최근 2년간 실적			전체기간 실적
	2013년	2014년	2015년	
총 환산 편수	0.94	2.6066	3.4	6.9466
총 환산 보정 IF	0.57613	1.97146	1.49103	4.03862
환산 논문 1편당 환산 보정 IF	0.6129	0.75633	0.43853	0.58138
1인당 환산 보정 IF	X	X	X	0.04779
소속 학과 대학원생 수				84.5명

③ 대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산 편수

<표 7> 대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산 편수

구분	최근 2년간의 학술대회 발표 실적									전체기간 실적		
	2013년			2014년			2015년					
	국제	국내	계	국제	국내	계	국제	국내	계	국제	국내	계

총 건 수	2	10	12	30	37	67	27	8	35	59	55	114
총 환산편수	1.6666	5.5666	7.2332	38.7996	18.2019	57.0015	27.6186	5.25	32.8686	68.0848	29.0185	97.1033
1인당 환산편수	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1491
소속 학과 대학원생 수										X	X	84.5명

4.2 대학원생 연구 수월성 증진의 우수성

① 연도별 목표설정의 우수성

<표 8> 연도별 목표설정의 우수성

항목	연도별 목표					연평균 증가율
	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	8차년도	
대학원생 1인당 국제저명학술지 논문 환산 편수	0.0621	0.0686	0.0749	0.0779	0.08	7.88%
대학원생 1인당 SCI, SCIE (SSCI, A&HCI 포함) 논문의 환산 보정 IF	0.0441	0.0514	0.0608	0.0631	0.0654	12.87%
환산 논문 1편당 환산 보정 IF	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	7.16%
대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산 편수	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	7.72%

※ 상기 목표 설정에 관한 실현가능성 및 부가설명 기술최근 2년간의 실적을 근거로 하여 대학원생 연구실적(환산 편수, 환산 보정 IF 등)에 관한 실현 가능성 및 목표설정의 적절성 등 부가설명 기술

■ 본 학과는 2009년에 첫 신입생을 받아 학과운영을 시작하였다. 2013년 BK21PLUS 사업 신청당시(2013년1학기 기준) 대학원생이 총39명이었으며, 이중 참여 대학원생은 모두 37명이였다. 2013년 BK21PLUS 사업진행 후 2년 동안 학기 평균 대학원생은 42명, 참여대학원생은 학기 평균 38명이다. 본 사업단에서는 4차년도 이후에 대학원생 50명 규모의 학과를 유지할 것으로 예상되며 매년 석사졸업생 7명과 박사졸업생 7명을 배출할 것을 목표로 하고 있다.

■ 대학원생 1인당 국제 저명학술지 논문 환산 편수

지난 2년 동안 학과의 대학원생 1인당 논문 편수는 0.2485(= 총 21편/학과대학원생 84.5명 : 2년간 논문 실적은 논문에 명기된 저자(대학원생)의 소속이 사업단 학과이고, 과거 또는 현재 그 학과의 학생의 실적이면 모두 인정)이며, 1인당 논문 환산편수는 0.0822으로 나타났으며, 이는 논문 1편당 환산편수는 약 0.33에 이르는 수치이다. 이 수치를 좀더 엄밀히 하기 위해 지난 2년간 본 사업단 BK21PLUS 참여대학원생을 기준으로 하여 1인당 논문 환산편수를 다시 계산하면 0.0611이고, 이 수치는 2013년 BK21PLUS 사업 선정당시 제안서에 제시하였던 3차년도 목표치 0.0621에 근접한 수치이다. 본 사업단은 4차년도 부터의 연차별 목표를 참여대학원생을 기준으로 위와 같이 대학원생 1인당 논문환산 편수에 대한 목표를 BK21PLUS 사업이 종료되는 시점(8차년도)에 0.08이 되도록 설정하였다. 이는 논문 1편당 환산 편수를 0.33으로 하여 계산하였을 때, 대학원생 1인당 0.24편의 논문을 게재하는 것이다.

■ 대학원생 1인당 논문 환산 보정 IF

지난 2년 동안 학과의 대학원생 1인당 논문 환산 보정 IF는 0.04779로 2013년 BK21PLUS 사업 선정당시 제안서에 제시 하였던 3차년도 목표치 0.0441에 약간 높은 수치이지만, 상기의 실적에는 학과 졸업생의 실적이 포함되어 있으므로 참여대학원생의 정확한 수치라고 보기 어렵다. 실제로 2년간 학과 참여 대학원생 1인당 논문 환산 보정 IF는 0.03449이다. 따라서 본 사업단에서는 대학원생(참여대학원생 기준) 1인당 논문 환산 보정 IF에 대한 사업신청당시와 동일하게 설정(8차년도 최종 목표치인 0.0654)하였다. 사업 년차별 대학원생 1인당 논문 환산보정 IF 수치가 꾸준한 증가추세에 있으므로 사업 시작 당시 설정한 8차년도 최종 목표치인 0.0654을 달성 할 수 있을 것으로 보인다.

■ 대학원생 환산 논문 1편당 환산 보정 IF

지난 2년 동안의 학과의 대학원생 환산 논문 1편당 환산 보정 IF는 0.58138로 나타났으며, 2013년 BK21PLUS 사업 선정 당시 제안하였던 3차년도 목표치인 0.71과 비교하여 볼 때 목표달성이 약간 미흡하였으나 사업년차별로 이 지표에 대한 수치를 분석해보면 수치가 증가추세에 있으므로 현 시점에서 사업 시작 당시 설정한 목표를 달성할 수 있을 것으로 보인다. 따라서, 환산 논문 1편당 환산보정 IF의 BK21PLUS 사업이 종료되는 8차년도의 최종목표를 사업 선정당시와 동일한 수치인 0.85로 설정하였다. 이 수치는 IF 지표 기준 상위 20% 정도의 논문 수준으로 사료된다.

■ 대학원생 1인당 학술대회 발표 환산편수

BK21PLUS 사업 기간 동안 학과 대학원생의 학술대회 발표수는 총 114회(국제 59건, 국내 55건)으로 1인당 연간 1.3편 정도를 발표한 수치이며, 대학원생 1인당 학술대회 발표 환산편수는 1.1491로 지난 사업 신청 당시 0.6002편에 비하여 2배 가량 향상되었다. 대학원생의 학술대회 발표는 논문의 질적 제고를 위해 국내학회의 경우 대학원생 년 1회 발표 및 국제학회는 대학원생 년 0.5회 발표하는 것으로 하여 국내와 국제학술대회 비율을 2:1 정도 유지하고자 한다. 이에 따라 이 지표에 대한 8차년도 최종 목표를 1.5로 설정하였다.

4.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

[목차]

- A. 우수 신진연구인력 현황 및 확보 계획
 - a1. 우수 신진연구인력 현황
 - a1.1. BK21PLUS 사업의 본 사업단 참여 우수 신진연구인력 현황
 - a1.2. 본학과의 우수 신진연구인력 현황
 - a1.3. 본학과의 우수 신진인력 배출 현황
 - a2. 우수 신진연구인력 확보 계획
 - a2.1. 기존의 신진연구인력 채용 방법
 - a2.2. 계산과학공학 분야의 신진연구인력 pool 구성 및 확보
- B. 신진연구인력(박사학위 소지자) 지원 계획
- C. 신진연구인력과 구성원과 연계활동 계획
 - c1. 계산과학기반 수치해석 연구 분야
 - c2. 수학기반 의료영상 연구 분야
 - c3. 전산유체역학 분야

A. 우수 신진연구인력 현황 및 확보 계획

본 학과는 2009년 설립 당시부터 우수 신진연구인력(박사후 연구원, 연구교수) 확보를 위해 적극 노력하여 왔고, 본 학과의 사업참여 교수들과 전공 분야별로 수치해석, 전산유체, 의료영상 교수진의 지도 아래 공동 연구를 수행해오고 있다. 현재 본학과는 신진연구인력은 연구교수 2명(BK21PLUS 지원 1명, 교수연구비 지원 1명)과 박사후 연구원 3명이 근무하고 있다. 지난 학과 설립 이후 본 학과에서 근무한 박사 후 연구원들 중에서 5명은 국내/해외 교수로 임용되었으며, 4명은 국내/해외대학으로 박사후 연구원으로 취업, 국가출연연구소 연구원 2명 취직, 대기업 연구원 2명 취직 등 다양한 분야로 전문성을 갖추어 취직하여 각 분야의 전문가로 활동 중이다.

a1. 우수 신진연구인력 현황

BK21PLUS 글로벌인재양성 사업은 대학원생의 글로벌 인재양성에 초점이 맞추어져 있는 사업이므로 대학원생에 대한 지원과 해외학자의 지원에 대한 예산이 많이 할당되어서, 상대적으로 신진연구인력을 많이 채용하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 사업단에서는 BK21PLUS 사업에 필수적인 신진연구인력만을 채용하여 지원하고 있으며, 각 분야의 연구에 필요한 신진연구인력들의 채용 및 지원은 사업 참여교수 및 학과 교수의 국가 및 산업체 연구비를 활용하여 운영되고 있다.

a1.1. BK21PLUS 사업의 본 사업단 참여 우수 신진연구인력 현황

정태욱 박사(2013.11-현재)은 본 사업단의 소속의 연구교수로 재직하고 있으며, 연세대 전기전자공학 박사 취득하였으며, 전공분야는 영상신호처리 및 비디오 신호처리이다. 현재 항공영상/의료영상에 적용 가능한 convex/nonconvex optimization을 이용한 denoising과 deblurring 모델 및 알고리즘 개발 연구를 진행하고 있으며, 항공영상 압축 및 인식률에 관한 논문을 BK21PLUS 사업기간 동안 게재하였으며, 현재 nonconvex optimization을 이용한 deblurring모델

및 알고리즘 개발하여 논문을 제출한 하였다. 향후에도 본 사업단의 신진연구인력으로 참여하여 본 사업의 참여교수들과 공동연구를 진행할 계획이다.

a1.2. 본학과의 우수 신진연구인력 현황

1) 오정선 박사(2015.01-현재)

뉴욕주립대학교 대학원(토목구조환경공학부)를 졸업하고, 본 학과의 연구교수로 근무하고 있으며, 전산유체역학 Lab(최정일 교수)에서 하천의 부유사 이동에 대한 통계 모델 개발 연구를 진행하고 있다.

2) 박형석 박사(2015.03-현재)

본 학과의 의료영상처리 Lab(서진근교수)의 박사후연구원(삼성미래재단 지원 포스닥)으로 근무중이다. 박형석은 박사 학위 과정 중 이미 치료용 dental CT에서의 metal artifact reduction(MAR)에 대한 연구를 진행하여 다수의 논문을 게재/승인/제출하는 등 뛰어난 연구 성과를 냈으며 이 연구를 지속적으로 진행하기 위하여 본 학과의 영상처리 Lab의 박사후연구원(삼성미래재단 지원 포스닥)으로 근무를 하게 되었다.

3) 권혁남 박사(2015.04-현재)

연세대학교 자연과학연구원에 박사후 연구원(지도교수 : 서진근 교수)으로 취직하여 연구를 진행이다. 2016년 3월부터는 스위스 쥐리히 공대(ETH Zurich) 박사후연구원(지도교수 Habib Amari, 본 사업단 해외학자)으로 근무할 예정이다.

4) 위헌박사(2015.03-현재)

경희대학교 동서의료공학과 박사학위 취득 후 본 학과의 박사후연구원으로 근무하고 있으며, 의료영상처리 Lab(서진근 교수님)에서 임피던스 측정 시스템의 안정성 확보와 소형화를 통해 다양한 공동연구 및 임피던스정보를 이용한 multi-modality 생체 정보 활용 분야에 대한 공동연구를 진행하고 있다.

5) 서보운 박사

연세대 수학과를 졸업하고 수치해석 Lab(박은재 교수)와 Parabolic PDE의 a posteriori 정보를 이용한 approximation에 관한 연구를 진행하고 있으며, 2015년 2학기에 박사후 연구원으로 참여할 예정이다.

a1.3. 본학과의 우수 신진인력 배출 현황

■ 해외/국내 대학의 교수 임용

1) Munkh-Erdene Ts 박사(2012.09-2013.01)

본 학과의 박사 졸업생으로 졸업 후 Post-doc으로 재직하면서 서진근 교수와 EIT에 관한 공동연구를 수행하였다. 2013

년 1월에 몽고과학기술대학(MUST)의 교수로 임용되었으며 본 사업단의 해외학자로 참여하여 서진근 교수와 EIT를 활용한 지하오염물 탐사에 관한 공동연구를 지속적으로 수행할 계획이다.

2) Yizhuang Song 박사(2012.09-2013.08)

본 학과의 박사 졸업생으로 졸업 후 Post-doc으로 재직하면서 MRI를 이용한 electrical property imaging의 역문제에 관한 연구를 진행하였으며 서진근 교수와 공동연구를 추진하였고 독일 Stuttgart의 Bastian von Harrach 교수와 연계하여 연구를 수행하였다. 2013년 8월에 중국 Shandong Normal University 수학과 교수에 임용되었으며, BK21PLUS 사업 기간동안 본 사업단을 방문하여 공동연구를 진행하였으며, 향후에도 지속적으로 연구를 수행할 계획이다.

3) Yibao Li 박사(2013.03-2014.08)

고려대학교에서 응용수학 박사학위를 받고 본 학과의 전산유체역학 그룹에서 연구를 하였으며, 현재 Xian Jiaotong 대학교 수리통계학부의 교수로 재직 중이다. 본 학과의 연구원 재직 시 최정일교수와 산학연 과제인 ‘핵폭발 과정에 대한 압축성 열유동 해석’의 연구를 진행하였으며, multi-physics현상을 포함하는 가상경계기법을 활용한 복잡 유동해석기법 개발에 대한 연구를 수행하였다.

4) Tushar Kanti Bera 박사(2012.08-2014.05)

인도에서 EIT 분야로 박사학위를 마치고 본 학과에 박사후 연구원(지도교수 : 서진근교수)으로 재직하였으며 의료영상 분야의 서진근 교수와 Multi Frequency Electrical Impedance Tomography에 관한 연구를 수행하였으며, 2014년 6월에 인도의 BMS College of Engineering (BMCE)의 교수로 취직하였다.

5) 고철기 박사(2009.09-2011.08)

Schrodinger uncertainty relation에 대한 수리물리학적 연구를 진행하였으며 현재 본교의 학부대학 교수로 재직 중이면서 본 학과의 글로벌특성화 사업의 참여교수로서 지속적으로 연구 연계를 이어가고 있다.

■ 해외/국내 대학의 박사후 연구원 취업

1) 최재규 박사(2015.03-2015.08)

본학과의 영상처리 Lab의 박사후 연구원(서진근 교수)으로 취직하여 지도교수와 연구를 진행하였다. 2015년 9월부터 중국 상하이 자우통대학(상하이 교통대학) 박사후연구원으로 근무하게 되었는데, 이는 본 학과를 방문한 Hongkai Zhao(UC-Irvine 교수) 추천을 받아 본 취업이 이루어졌다.

2) Tingting Zhang 박사(2015.03-2015.08)

본학과의 영상처리 Lab(서진근 교수)의 박사후 연구원으로 근무하였으며, 2015년 9월부터 Universite Paris Diderot 의 Josselin Garnier교수(본 사업단의 해외학자)의 박사후연구원으로 근무하고 있다.

3) Michelle Vallejos 박사(2012.10-2013.08)

본 학과의 연구원 재직 시 Philippines 대학의 조교수를 겸직하고 있었으며, Numerical PDE 관련하여 수치해석 Lab(박은재교수)와 convection-diffusion의 최적제어를 위한 Multigrid optimization에 관한 공동연구를 진행하였다. 현재, Chemnitz University of Technology의 Numerical Mathematics (Partial Differential Equations) 그룹에서 박사후 연구원으로 근무하고 있다.

4) 김재명 박사(2013.03-2013.08)

성균관대 수학과에서 박사학위를 받고 현재 서울대학교 수학과에서 Post-doc으로서 전산유체역학 그룹에서 연구를 하고 있다. 본 학과에 재직 시 벽면조도에 따른 유동에 대한 해의 존재성 및 안정성에 대한 연구를 수행하였으며, 임의 형상의 벽면조도를 효과적으로 처리할 수 있는 변형된 Navier-Stokes 방정식을 제안하는 연구를 진행하였다.

■ 국가출연연구소 연구원 취직

1) 안치영 박사(2011.10-2012.12)

초음파 영상에서 좌심실 경계를 추출하는 연구를 서진근 교수와 함께 (주)삼성메디슨과의 산학협력 과제로서 수행하였으며 현재 NIMS(국가수리과학연구소)의 연구원으로서 초음파 영상에서 심장혈류 해석을 서진근 교수와 공동 연구 중이다.

2) 황승재 박사(2012.03-2012.09)

미국 Kansas 대학에서 우주항공공학 박사학위를 받고 전산 유체역학 그룹에서 Post-doc으로 핵폭발 초기 열유동 해석에 대한 연구를 수행하였다. 이 연구결과는 2012년 11월에 시작된 ‘핵폭발 과정에 대한 압축성 열유동 해석’에 대한 국방과학연구소, 볼트시물레이션과의 산학연 연구과제의 선행연구 결과로 활용되고 있다. 현재 항공우주연구소 공력성능팀의 선임연구원으로서 항공기 공력설계관련 유체해석을 연구하고 있다.

■ 대기업 연구원 취직

1) 김병구 박사(2009.02-2010.07)

전산유체역학그룹에서 도심지 오염물질 확산 수치모사 기법을 개발하였으며 실제로 서울시 테헤란로의 도시협곡 지역에서의 오염물질 확산을 수치모사하고 분석한 바 있으며 도심지 확산모델링 기법을 확립하였고 현재는 LG전자 HA(Home Appliance) 사업본부에서 세탁기 CAE팀에서 책임연구원으로 근무하면서 실제 산업현장에서 세탁기 설계에 필요한 유동의 CFD해석에 관한 연구를 수행중이다.

2) 서영호 박사(2009.03-2012.04)

전산유체역학그룹에서 변형하는 액적에 가해지는 배경전단유동에 의한 항력 및 양력을 정확히 계산할 수 있는 새로운 수치기법을 개발하였으며 이 연구결과는 2013년도 Journal of Computational Physics에 게재되었다. 현재는 삼성전자 생산기술연구소 Display 설비팀에서 책임연구원으로 근무하면서 액적의 거동을 포함한 유동해석 연구를 수행중이다.

a2. 우수 신진연구인력 확보 계획

a2.1. 기존의 신진연구인력 채용 방법

본 학과의 신진연구인력은 각 연구자 중심으로 연구 활성화 및 성과의 극대화를 위해 개인적으로 채용을 하였으나 국내에서 계산과학공학 분야의 인식 부족과 전문가 부족으로 인해 부합하는 인력을 찾기가 쉽지 않았다. 따라서 향후에는 지금까지 구축된 계산과학공학 인프라를 활용하여 사업단 비전에 맞는 pool을 구성하여 다양한 신진연구인력을 확보하려 한다.

a2.2. 계산과학공학 분야의 신진연구인력 pool 구성 및 확보

- 기존 계산과학공학 분야의 국제적인 인프라를 이용하여 국내외 학자들과 컨소시엄, Joint 워크샵 개최 및 MOU를 통해 우수한 신진인력을 확보한다.
- 참여교수는 국내외 학술대회에 활발히 참여하여 신진연구자들을 평가하고 그것을 기반으로 point contact를 통해 확보 한다.
- 본 사업단이 추구하고 있는 연구 분야 및 이외의 분야에 대한 시너지 효과를 위하여 연구 분야와 관련된 이종분야의 신진연구인력을 확보한다.
- 해외학자의 외국인 박사과정 학생과의 개별면담을 통해 국내외 우수대학에서의 Recruiting을 진행한다.

B. 신진연구인력(박사학위 소지자) 지원 계획

신진연구인력(Post-doc 또는 계약교수) 채용 계약은 최소 1년 이상으로 이루어져야 하고, 채용계약 시 급여, 법정보험, 근무조건, 의무, 계약해지 조건 등을 명시하여야 한다. 근무조건 등의 의무사항을 성실히 이행하지 아니한 경우에는 산학협력단장은 사업단장의 동의를 얻어 계약을 해지할 수 있다. 급여는 연 3,000만원 이상으로 한다. 신진연구인력은 초빙기간 동안 매년 활동한 내용에 관한 결과 보고서를 제출하여야 한다. 신진연구인력의 지원은 인건비 이외에 학회 발표 및 동향 조사를 위한 국제학술대회 참석 경비 지원, 우수연구결과에 따른 인센티브 지급 등을 지원할 계획이다.

C. 신진연구인력과 구성원과 연계활동 계획

본 사업단의 연구 중점분야는 계산과학 기반 수치해석 연구, 전산유체역학의 대기·환경 응용 연구와 수학기반 의료영상 연구 분야이다. 사업단의 특성화된 연구 분야에 부합하는 이학, 공학, 의공학 분야의 신진연구인력을 채용하여 참여교수 및 해외학자, 참여교수의 공동연구를 수행하고 있는 국내외 학자와 연구 협력을 할 수 있도록 한다.

c1. 계산과학기반 수치해석 연구 분야

적응 유한 요소법 연구, 질량 보존 법칙(Conservation of mass)이 성립하는 수치해법의 연구, 높은 레이놀즈 수에 대한 Navier-Stokes 문제의 분석을 위한 Smagorinsky 모델과 비선형 비압축성 Blatter-Pattyn 모델의 연구, 비압축성 Navier-Stokes 방정식의 다양한 분리(splitting) 방법들의 수치안정성 분석 등의 연구에 활용하고자 한다.

c2. 수학기반 의료영상 연구 분야

전기임피던스 단층촬영(EIT) 연구, 자기공명 임피던스 단층촬영법(MREIT)의 연구, 자기공명 elastography 연구 분야에서 모델링-수치해석-시각화 연구가 가능한 신진연구인력을 과학계산 전문가와 의공학 분야의 전문가들을 포함하는 연구팀에 합류시켜 융합연구에 활용할 계획이다.

c3. 전산유체역학 분야

복잡형상에서의 multi-physics 유동해석에 대한 수치기법 개발, 난류의 이해 및 입자와의 상호관계 규명, 가상경계기법에 대한 open surface 형상에서의 유동경계조건 등에 대한 응용연구에 활용하고자 한다.

<연구역량 영역>

5 사업단의 연구 비전 및 달성 전략

5.1 향후 4년간 사업단이 수행할 연구의 비전 및 추진 방법의 우수성

[목차]

- A. 본 사업단의 현재 연구 수준 및 특성화된 연구 분야
 - a1. 계산과학기반 수치해석 연구 분야
 - a2. 전산유체역학 연구 분야
 - a3. 수학기반 의료영상 연구 분야
 - a4. 국내외 계산과학공학 관련 연구 현황
- B. 세계수준 연구역량 향상을 위한 비전
 - b1. 계산과학기반 수치해석 연구 분야
 - b2. 전산유체역학 연구 분야
 - b3. 수학기반 의료영상 연구 분야
- C. 연구 추진 전략 및 방법의 우수성
 - c1. 계산과학공학 기반 글로벌 특성화 연구 추진 전략 및 방법
 - c2. 산학연 협력을 통한 연구 추진 및 방법
 - c3. 국내외 협력 연구 추진 및 방법
 - c4. 연구역량 향상을 위한 교육 제도 개선 운영
 - c5. 세계 준거집단과의 연구 실적 비교 및 논문의 질적 향상을 위한 노력
 - c6. 해외석학과의 지속적 공동연구

A. 본 사업단의 현재 연구 수준 및 특성화된 연구 분야

본 사업단은 계산과학공학 분야의 전문화된 석박사과정 인력 양성하는 국내 유일의 독립 학과 단위의 연구/교육체계 대학원 학과이다. 현재 계산과학공학 분야의 세계 우수대학(Stanford 대학, Texas-Austin 대학, Florida 주립대 등)의 교육 및 연구 시스템을 벤치마킹하고 우수한 연구실적 도출, 해외석학 초청 및 방문을 통한 국제화 등 세계수준의 학과로 성장하였으며 계산과학공학의 국제적 수준에 비추어 도약단계에 이르렀다. 국내 응용수학계에서는 본 학과가 응용수학 분야에 시너지 효과를 창출할 선도그룹으로서 역할을 기대하고 있다.

본 사업단은 선형 혹은 비선형 편미분 방정식의 다양한 수치해석 기법의 기반을 마련하였으며, 전산유체역학 분야에서는 난류-입자 해석에 대해서는 국내 최고 수준의 기술을 확보하였다. 의료영상의 경우, 세계최고 수준의 도전을 영상법인 무회전 MREIT의 개발 및 수학기론을 정립하여 원천기술을 확보하였다.

- a1. 계산과학기반 수치해석 연구 분야
 - 질량 보존적 수치 해법 연구
 - 적응 유한 요소법 연구
 - 비선형 편미분 방정식의 수치해 분석 및 안정성
 - 의료영상 수치 시뮬레이션 알고리즘 개발

a2. 전산유체역학 연구 분야

- 난류의 이해 및 입자와의 상호관계 규명
- 복잡형상 multi-physics 수치계산 기법 개발

a3. 수학기반 의료영상 연구 분야

- 진기임피던스 단층촬영(EIT) 연구
- 자기공명 임피던스 단층촬영법(MREIT)의 연구
- 자기공명 elastography 연구
- 수치모델링 기반의 양약 모델 및 치과용 CT(metal artifact 제거) 연구
- 초음파 영상 연구

a4. 국내외 계산과학공학 관련 연구 현황

· 미국 과학재단(National Science Foundation)의 Simulation-Based Engineering Science (SBES)보고서에서 수리모델링/해석-시뮬레이션-시각화과정을 포함하는 종합적인 연구의 중요성을 강조하였고, 첨단과학 분야(의학, 에너지 환경, 재료, defense, homeland security 등)의 연구를 제안하였다. 이러한 분야에서 강조되고 있는 것은 수치모사에 근거한 연구가 주요 순수 및 응용 과학 분야의 연구에 돌파구를 제공할 수 있다는 사실에 근거하고 있다. 특히 슈퍼컴퓨터를 활용한 계산능력의 발전에 따라, 차세대 첨단기술 개발에 대한 계산과학공학의 중요성이 더욱 부각되고 있다.

[미국과학재단 SBES 보고서 발췌 내용]

SBES is a discipline indispensable to the nation's continued leadership in science and engineering. It is central to advances in biomedicine, nanomanufacturing, homeland security, microelectronics, energy and environmental sciences, advanced materials, and product development. There is ample evidence that developments in these new disciplines could significantly impact virtually every aspect of human experience.

Formidable Challenges stand in the way of progress in SBES research. These challenges involve resolving open problems associated with multiscale and multi-physics modelling, real-time integration of simulation methods with measurement systems, model validation and verification, handling large data, and visualization. Significantly, one of those challenges is education of the next generation of engineers and scientists in the theory and practices of SBES.

Much of our current software in computational engineering science is inadequate for dealing with the multifaceted applications and challenges of SBES. New software tools, paradigms, and protocols will need to be developed so that software is more transferable between fields and not wastefully duplicated. In the multidisciplinary teams we establish for SBES research, we must incorporate experienced software developers who will work closely with engineering scientists to develop tomorrow's SBES software.

· 미국을 비롯한 선진국에서는 지속적으로 계산과학공학 분야의 대학원 독립학과 및 협동과정 설립을 지원하여 전문가를 양성하고 관련 연구 분야를 확대하고 있다. 2005년 기준 SIAM에서 보고된 계산과학 관련 유사전공 대학원 학과 및 과정은 약 40여개에 이며, 현재는 대부분의 유명대학이 대학원 협동과정으로 운영하고 있다. 본 사업단이 벤치마킹 대상으로 고려하는 Stanford 대학, Texas-Austin대학, Florida 주립대학에서는 계산과학공학에 대한 분야를 과학(수학, 물리, 화학, 생물, 생화, 지질, 천문대기 등)과 공학(전기전자, 기계, 우주 항공, 화공, 컴퓨터, 건축, 도시공학 등)에 한정하지 않고 상경 및 의학 분야와도 연계를 주도하고 있다.

· 국내에서는 학과단위 계산과학 관련 연구는 본 사업단 학과가 유일하며, 선도적 연구그룹의 리더십을 제공하며,

연구의 중심 허브 역할을 하고 있다. 계산과학공학 관련 분야는 한국산업응용수학회(KSIAM) 및 2010년에 설립된 계산과학공학회(ISCSE)를 중심으로 그 위상 및 연구 영역이 확장되고 있으며, 국가 슈퍼컴퓨팅 법안의 통과 및 기본법 제정 추진 등 국가경쟁력 확보를 위해 다양한 분야에서 정부차원의 투자가 예상된다.

· 계산과학공학 관련 유사전공 및 학과 (SIAM 2005년 자료)

학교	유사전공 & 학과
Clemson University	Computational Science & Engineering Program (CS&E)
ETH, Zurich, Switzerland	Rechnergestutzte Wissenschaften (CSE)
George Mason University	Computational Sciences and Informatics
George Washington University Virginia Campus	Computational Sciences
Georgia State University	M.S. in Scientific Computation
Helsinki University of Technology	Computational Science and Engineering
Indiana University at Bloomington	Scientific Computing Program
KTH, Stockholm, Sweden	International Programme in Scientific Computing MS program
Mississippi State University	Computational Engineering
National Singapore University	Computational Science
New York University (NYU)	Masters Degree Program in Scientific Computing
Old Dominion University	Certificate in Computational Science & Engineering
Oxford University Computing Laboratory	Graduate Courses in Computing
Pennsylvania State University	High Performance Computing
Princeton University	Program in Applied and Computational Mathematics
Purdue University	Computational Science and Engineering
Rensselaer Polytechnic Institute	Computational Science and Engineering Program
Rice University	Computational Science & Engineering (CS&E)
San Diego State University	Computational Science
Stanford University	Scientific Computing/Computational Mathematics Program
State University of New York Brockport	Computational Sciences
State University of New York Stony Brook	Computational Applied Mathematics Program
Syracuse University	Computational Science Program (CPS)
Technische Fachhochschule Berlin	University of Applied Sciences: Computational Engineering
Technische Universitat Munchen	International Masters Program on CSE
Technischen Universitat Braunschweig	Computational Sciences in Engineering
Universitat Erlangen-Nurnberg	Computational Engineering
University of Colorado, Denver	PhD Degree in Applied Mathematics with a Computational Mathematics Option
University of Delaware	Graduate Program in Scientific Computation
University of Houston	Computational Sciences Initiative
University of Illinois, Chicago	Computational Science and Applied Mathematics program
University of Illinois, Urbana	Computational Science and Engineering (CSE) option
University of Iowa	Applied Mathematics and Computational Sciences Program
University of Maryland, College Park	Applied Mathematics and Scientific Computation Program
University of Michigan	Doctoral Program in Scientific Computing
University of Minnesota	Scientific Computation Program
University of Oxford	MSc degree in Mathematical Modelling & Numerical Analysis D. Phil. degree in Numerical Analysis.
University of Texas, Austin	Institute for Computational Engineering and Science Program

B. 세계수준 연구역량 향상을 위한 비전

본 사업단은 계산과학공학 분야의 창의적 인재 양성, 과학계산 기반 다학제간 통합 연구 확대, 세계 수준의 대학원 학과로 성장하고자 한다. 수리과학, 공학과 의료영상에서 제기되는 문제에 대하여 물리기반 수학적 모델링 및 시뮬레이션, 시각화 과정을 포함하는 현장에 적용 가능한 해석기술을 개발 및 산업화에 이르기까지 다단계 연구를 종합적으로 수행하고자 한다. 연구중점 분야로서, 계산과학 기반 수치해석 연구, 전산유체역학의 대기·환경 응용 연구와 수학기반 의료영상 연구 분야에 대해 사업단을 특성화 하고, 각 연구 분야 간의 클러스터링을 통해 복잡계의 multi-physics 기반 문제를 해결하여 계산과학공학 분야에서 세계 수준의 연구 위상을 확보 하고자 한다.

b1. 계산과학기반 수치해석 연구 분야

b1.1. 질량 보존적 수치 해법 연구

질량 보존 법칙(Conservation of mass)이 성립하는 수치해법의 연구는 유체역학, 전자기학, 석유공학 등 많은 응용분야에서 요구되고 있다. 전통적으로 질량 보존을 위하여 유한체적법 등을 이용하였으나, 고차의 수렴성을 갖으며 복잡한 영역의 경계를 효율적으로 다룰 수 있는 유한요소법이 각광을 받고 있다. 전통적인 표준 유한요소법과는 다른 Discontinuous Galerkin method, mixed finite element method 등의 비표준 비순응 수치 해법을 개발한다. 특히, 유속이 보존되는 (flux conservative) 방법인 혼합 유한요소를 이용하여 post-processing 기법을 연구한다. 또한 병렬처리 기법 및 적응유한 요소기법을 적용하여 더욱 효율적인 수치해법을 연구한다.

b1.2. 적응 유한 요소법 연구

적응유한 요소법은 다음과 같은 루프를 반복적으로 수행하여 효율적인 격자망(mesh geometry)을 구성하여 해를 계산하는 기법이다.

[SOLVE] ---> [ESTIMATE] ---> [MARK] ---> [REFINE]

여기서, SOLVE 단계는 미분방정식의 수치해를 의미하는데, 원칙적으로 직접해법(direct solver) 이나 반복해법(iterative solver)을 이용하여 풀 수 있다. 필요에 따라 다중격자법이나 영역분할법 등을 적용한다. 두 번째 ESTIMATE 단계에서는 경험적 오차해석(a posteriori error analysis)에 근거한 오차 인디케이터(error indicator)를 고안한다. 이때 오차 인디케이터는 효율적이고 의존할 수 있는(efficient and reliable) 것으로 만들어야한다. 또한 국소적인 유한요소 수준에서 쉽게 계산 가능하도록 한다. 세 번째 MARK에서는 요소의 세분화(mesh refinement) 과정이 필요한 곳을 찾는다. 이때 유한요소 격자망의 각각의 요소에서 적절한 판정법(bulk criterion)에 근거하여 오차가 큰 부분을 표시한다. 마지막으로 REFINE 단계는 MARK 단계에서 표시해 두었던 유한요소를 세분화한다. 그리고 세분된 격자망위에서 다시 SOLVE 단계를 거쳐 문제를 푼다. 적응 유한 요소기법의 핵심은 수학적으로 엄밀한 a posteriori error estimator를 디자인하는데 있다.

b1.3. 비선형 편미분 방정식의 수치해 분석 및 안정성

비선형 편미분 방정식의 근사해를 구하기 위해서 최소자승 유한요소법에 근간을 두고 있는 LL* 방법을 연구한다. 통상

적으로 방정식의 해는 계산공간과, 계수, 데이터 등의 적절한 smoothness 가정 하에서 Sobolev 공간에 속해 있다. 따라서 주어진 선형 편미분 방정식에서, 불연속 계수가 있든지, 계산공간에 singularity가 있으면 그 해 또한 singularity를 가지게 되고 이로 인해 LS방법뿐만 아니라 통상적인 유한요소법의 모든 방법의 이용이 어렵게 된다. 이를 극복하기 위해 FOSLL*방법이 개발 되었다. FOSLL* 방법은 그 dual 시스템을 고려하여 얻은 근사 해를 일종의 corrector역할을 하는 인자로서 이용하여 regularity가 낮은 근사 해를 찾아 주게 된다. 이미 선형 편미분 방정식에서 성공적인 결과를 보여준 FOSLL*방법을 Newton의 방법에 접목시켜 일반적인 비선형 편미분 방정식을 푸는데 적용시켰다. Newton의 방법은 비선형 편미분 방정식을 푸는데 가장 많이 쓰이는 방법 중 하나이다. Newton의 방법은 Frechet 미분형태를 이용하여 비선형 방정식을 선형화 하게 되고 이렇게 선형화된 방정식을 FOSLL*를 이용해서 풀고자 한다. 다만 Newton의 방법의 계속을 위해서 요구되는 조건을 FOSLL*의 근사 해는 만족하지 못하기 때문에 이를 극복하기 위한 연구가 필요하다. 또한 그 근사해의 존재성과 수렴성에 대한 이론적 증명 또한 연구할 것이다.

b1.4. 고해상도 전기 임피던스 단층촬영법 알고리즘의 개발 및 이론적 증명

인체조직의 전기적 특성을 나타내는 생체 임피던스를 영상화하는 전기임피던스 단층촬영기법은 의료계의 전기 생리학 적 연구와 관련되어 수많은 의용공학자 및 수학자들의 중요한 연구 대상이 되어왔다. 생체 조직의 도전율과 유전율은 분자 수준의 성분, 이온의 농도와 이동도, 체액을 구성하는 용매의 양과 상태 등에 따라 변하며, 모두 생체 조직의 기능과 대사에 따라 그 값이 큰 폭으로 변하고 있다. 따라서 EIT 의료영상 기법들은 기존의 기술로는 얻을 수 없는 전혀 다른 유용한 정보를 제공하며, 내부의 구조 뿐 아니라 기능 및 대사의 영상화와 영상 정보를 이용한 생리 현상의 실시간 모니터링을 가능하게 한다. 인체 내부 단면에서의 해당 물성의 분포를 영상으로 복원하기 위해서 EIT 기법은 인체에 적절한 저주파 전류를 인가한 뒤, 인가한 물리량이 인체내부의 해당 물성에 의해 변조되는 현상을 인체 표면 또는 외부에서 측정하고, 이렇게 측정한 데이터로부터 인체 내부의 물성을 영상의 형태로 추출하는 방법을 사용된다. 여기에는 인가한 물리량과 물성에 관한 물리적 현상에 대한 수학적 해석 및 모델링에 해당하는 순문제(forward problem)와 외부에서 측정한 데이터로부터 내부에서의 물성의 분포를 영상으로 복원하는 문제인 역문제(inverse problem)에 대한 해를 구하는 기술이 필요하게 된다. 이 역문제의 수학적 이론에 관해서는 지난 30년간 수많은 수학자들에 의해 micro-local analysis, 편미분방정식, 복소 해석 이론은 동원하여 그 해법에 관한 많은 결과가 있었다. 그러나 비선형성(nonlinearity), 낮은 민감도(instability) 등에 기인하는 근본적인 기술적인 난제 및 직문제(forward model)의 영역에 관한 미세한 오차 등 여전히 많은 문제점들이 있고 그를 극복하기 위해 또한 수없이 많은 연구들이 이루어져 왔다. 이 연구에서도 이러한 문제점을 극복하기 위하여 다주파 전기임피던스 단층촬영기법 (multi-frequency EIT, mfEIT)을 이용한 새로운 알고리즘을 개발하고 그에 상응하는 전극 배열을 제안하였다. 또한 수치시뮬레이션을 통하여 얻어진 데이터로 전기전도율 분포 이미지를 복원한 뒤 이를 이용해 전극의 배치와 이미지 복원 알고리즘을 시험하고 최종적으로 실험을 통해 얻은 데이터를 이용해 내부 전기임피던스 이미지의 복원을 성공적으로 이루었다.

b2. 전산유체역학 연구 분야

b2.1. Particle-laden Rayleigh-Benard convection의 수치모사 (난류의 이해 및 입자와의 상호관계 규명)

난류 대류현상의 대표적인 유동인 Rayleigh-Benard convection에 대한 수치모사를 통해 온도차와 중력에 의해서 가해지는 부력에 의한 난류 생성, 유지 메커니즘과 난류구조의 특성에 대한 연구를 진행 중이다. 두 채널 사이의 대류현상을 수치모사하기 위해서 스펙트럴 방법을 사용하였으며 밀도의 변화는 Boussinesque 가정에 의해서 온도차로 변환하여 사용하였다. 난류구조의 특성을 파악하기 위해서 velocity gradient tensor의 invariant들 간의 상관관계에 대해서 통계적 조사를 수행하고 열전달 현상에 난류구조의 역할에 대해서 조사하였다. 난류플룸이라 불리는 구조 근처에서의 와도, 즉 소용돌이 강도의 분포를 보여주고 있으며 두 구조 사이에는 매우 밀접한 관계가 있음을 보여주고 있다. 부유된 입자의 거동 특성을 파악하여 입자와 난류 구조 사이의 상호 작용에 대한 이해의 범위를 대류난류로 확장 중이다. 이러한 연구는 대기에서 부유 액적이나 입자의 거동이 기상이나 확산에 미치는 영향을 제대로 이해할 수 있도록 도움을

줄 것으로 기대된다.

b2.2. 직접가진기법 기반 완전내제 가상경계기법 개발 (복잡형상 multi-physics 수치계산 기법 개발)

가상경계기법은 물체 표면 주위의 격자점에 가진항(immersed boundary forcing, IB forcing)을 첨가하여 간접적으로 물체 표면에서의 점착조건을 부여하는 방법이며, 복잡한 물체 및 이동하는 물체 주위의 유동을 고정된 직각좌표계에서 구현 가능하다는 장점을 지니고 있다. 현재까지 개발된 여러 가상경계기법 중 직접가진(DF, Direct Forcing) 기법은 사용절차가 매우 간단하며 수치적으로 안정적이라는 장점을 지니고 있으며 많은 연구자로부터 사용되어 왔다. 하지만 DF 기법은 물체 표면에서 점착조건을 완벽히 만족시키지 못한다는 결과가 여러 차례 보고되었으며, 이를 보완하기 위해 다중직접가진(MDF, Multi-Direct Forcing) 기법이 제시된 바 있다. 하지만 MDF 기법 또한 점성향이 큰 유동의 경우 물체 표면에서 점착조건을 완벽히 만족시킬 수 없다는 것이 확인되었다. 따라서 본 연구에서는 점성향이 큰 경우에서도 높은 정확도로 점착조건을 만족시킬 수 있는 가상경계기법을 개발하였다. 현재 개발된 가상경계기법에는 물체 근처에서 두 종류의 격자점 (나비에-스톡스 방정식이 계산되는 Eulerian 격자와 물체표면에 분포된 Lagrangian 격자점)을 구성하고, 두 격자점 사이의 정보 교환은 내삽 및 외삽법을 통해 수행한다. 현재 개발된 가상경계기법은 계산의 효율성을 위해, projection method 에서의 중간속도의 물체 표면에 점착조건을 부여하였다. 개발된 가상경계기법의 검증에 대해 다양한 Reynolds 수에 따른 2차원 원형실린더 주위의 유동, 3차원 구 주위의 유동, 실린더 다발 유동에서의 공력계수 및 유동정보를 기존의 유형과 비교하였다.

b3. 수학기반 의료영상 연구 분야

질병, 생리현상, 대사작용에 의해 변하는 생체조직의 물성(전자기 및 기계적 특성)을 가시화하는 차세대 복합의료영상 진단기술을 개발한다. 생체조직의 전자기 및 기계적 물성을 가시화하기 위해서는 매우 복잡한 이론적 해석과 정교한 영상복원 알고리즘의 개발이 필요하다. 해당 물성에 의해 변조되는 물리량(current, magnetic field, mechanical vibration)을 인체에 인가한 후, 적절한 계측방식(전극, 코일, MRI, ultrasound, optics)을 이용하여 생체조직의 물성이 반영된 데이터를 얻어야 한다. 측정된 데이터는 인가한 물리량과 물성의 영향을 반영한 편미분방정식(Maxwell's equations, elasticity equation)에 기초한 수리모델로 해석될 수 있다. 측정 데이터로부터 인체내부의 물성을 영상화하는 방법은 역문제로 표현되는데, CT, MRI 등 기존 의료영상기술과는 달리 다루기 어려운 비선형 구조를 가지고 있다. 새로운 기술이 의료 진단용으로 활용되기 위해서는 repeatability, robustness뿐만 아니라 공간분해능, 실시간성, 편리성, 비침습성, 차별성 등을 모두 고려해야 한다. 이러한 생체조직의 물성 영상화 기술은 의료영상 분야에서도 최첨단 분야이며, 수학-공학-의학 기반의 다학제적 전문지식이 필요하다. 본 연구의 핵심은 생체조직의 물성과 측정 가능한 데이터의 비선형적 연관성을 기술하는 물리법칙을 파악하고, well-posed problem이 되게 하는 수리 모델을 세워 최적의 차세대 영상 복원 알고리즘을 개발하는 것이다.

b3.1. 전기임피던스 단층촬영(EIT) 연구

EIT를 이용하여 인체의 기능과 대사를 비침습적으로 실시간 영상 모니터링을 하기 위한 원천기술의 개발하였다. 수학적 이론의 현실 검증을 위해 판톰 실험을 수행하였다. 실제 인체의 3차원 모형을 스캔하고 전극의 위치를 지정한 후 3D프린터를 이용하여 제작하여 본 연구팀이 개발한 수학적이론의 정당성을 검증하였다. Homogenization 이론을 이용한 frequency-dependent effective conductivity 개념 구축하였고, 수학적 해석을 통한 Debye relaxation time, 주파수에 따라 Anisotropic coefficient가 isotropic coefficient 변화하는 현상을 설명하였다. fdEIT 기초이론 관한 수리적 개념의 설명하는 논문과 책 저술하였다. 또한 본 연구진은 EIT기술을 기반으로 도전막(conductive membrane)을 이용한 압력센서 수리모델을 개발하였다.

b3.2. 자기공명 임피던스 단층촬영법(MREIT)의 연구

최근 본 연구진은 Functional MREIT 개발을 위한 연구를 수행하였다. 뇌기능을 영상화하는 fMRI는 신경활동에 따른 에너지대사에 수반하는 작은 크기(1-2%)의 혈류자성 및 혈류동역학적 변화를 영상화한다. 느린 대사-혈류동역학 과정을 통한 간접적 저민감도 방법이며, 빠른 신경활동을 직접적 및 즉시적으로 영상화하지 못한다. EEG 신호원영상법은 신경활동의 직접영상법이나, 부피전도계의 대규모 비가역적 신호 상쇄 및 혼합의 문제와 부피전도 현상에 큰 영향을 미치는 도전을 정보의 부재에 따른 정확도 검증의 어려움이 있다. 뇌신경과학과 인지과학의 도약적 발전을 위해서는 fMRI와 EEG 신호원 영상법 등 기존 방법의 한계를 극복하는 새로운 뇌신경활동 영상화 도구가 필요하다. 뇌신경활동을 최고 10-4m, 10-2s의 해상도로 직접적으로 영상화하는 방법이 개발된다면, 이는 뇌신경과학 분야에서 fMRI를 능가하는 매우 큰 파급효과를 가져올 것이다.

b3.3. 자기공명 Electrical property imaging(EPT,고주파)의 기초이론 정립

자기공명을 이용한 전기적 속성 단층 촬영(EPT)은 환자의 전기 전도도와 유전율을 표준 자기 공명 시스템에 사용되는 RF 코일의 공간 민감도 분포를 이용하여 영상화하는 방식이다. 이미징 대상 환자의 전기 속성은 심근 경색 후 괴사, 중요한 조직 사이에 종양과 건강한 조직을 구별, 뇌졸중과 관련하여 뇌 조직을 특성화하는 데 도움이 될 수 있다. MREIT는 주파수 100MHz 대의 Maxwell 방정식을 사용하기에 타원형 편미방과 Helmholtz 방정식 사이에 있다. 이는 타원형 방정식과 파동방정식의 성질을 동시에 이용하여 도전율과 유전율을 복원해야하기에 다루기 무척 어려운 방정식이다. 본 연구팀은 최근 도전율이 semi-elliptic PDE를 만족함을 발견하였고, 이것이 알고리즘에 사용될 수 있음을 확인하였다.

b3.4. 자기공명 elastography 연구

자기공명 elastography (MRE)는 탄성도를 측정하고자 하는 부위 근처의 인체 표면에 저주파(10-400Hz)의 전단 응력 발생 장치를 부착하여 내부에 전단 응력을 인가한다. MRE는 전단 응력에 의해 유기된 피부 조직에 전단파의 변위(또는 미세 진동)를 MRI 장비를 이용하여 측정함으로써 조직 내의 파동의 전개 및 탄성 계수를 영상화하는 기법이다. 수학적으로는 탄성 편미분 방정식을 따른다. 파의 진행 속도는 매질인 피부 조직의 단단한 정도에 따라 진행속도가 크게 달라진다. MRE는 비침습적인 방식으로 조직의 탄성도를 측정하는 방식으로 환자의 신체에 손상을 가하지 않으면서 간섭유화와 같은 단계를 추정할 수 있는 방식이다. 본 연구팀이 최근에 새롭게 개발한 알고리즘은 adjoint-based optimization 방식이며, 수치시뮬레이션을 통하여 고해상도 영상이 복원됨을 확인하였다.

b3.5. 수치모델링 기반의 양약 모델 및 치과용 CT(metal artifact 제거) 연구

X-ray 컴퓨터 단층촬영 (X-ray CT) 영상으로부터 금속물, 인체 내의 뼈와 같은 고밀도 물체에 의해 발생하는 인공물을 배경 화면으로부터 보정하는 새로운 방법을 개발하였다. 상용화되고 있는 복원 알고리즘, Filtered backprojection (FBP) algorithm은 X-ray 데이터 값이 물체의 두께와 선형적 관계를 가진다는 가정 하에서 개발되었지만 고밀도 물체에 대해서는 이러한 가정이 성립하지 않는다. 그로 인해 복원과정에서 인공물(artifact)이 발생하여 영상을 왜곡하게 된다. 본 방법은 FBP 복원 알고리즘에서 유도된 빔 경화 보정 함수를 이용하여 CT 영상을 보정하였다. 상기 방법은 기존의 인공물 보정방법들과 달리, 물체의 모양정보 이외에 물질의 감쇠계수(attenuation coefficient), X-ray 에너지 스펙트럼, 이중 에너지(dual energy) 등 다른 사전 정보를 이용하지 않으며, CT 영상만을 이용하여 효과적으로 인공물을 보정할 수 있고 이를 이용한다면 다양한 응용분야에 적용 될 수 있을것으로 기대한다.

b3.6. 초음파 영상 연구

혈류의 와류흐름에 대한 유체역학 기반 역문제 수리모델을 개발하였고 이를 확장하고자 한다. 초음파 컬러 도플러 영

상에서 추출되는 혈류 속도는 초음파 단면 및 진행방향 속도만을 나타내기 때문에 단면에 수직으로 유입되는 혈류에 대한 모델링을 한다. 이에 대해, 삼차원 Navier-Stokes 유체방정식과 실시간 측정된 혈류속도와 병합하는 역문제를 구성하여 단면에서의 혈류속도를 복원한다. 또한 복잡하고 동적인 형상의 심실 내 혈류를 해석하기 위해서 가상경계기법 기반 유체해석 기법을 사용하였다. 심실 및 밸브 경계추출은 혈류 복원의 경계조건으로 매우 중요하다. 영상 노이즈로 인한 심실 경계 추출의 불확실성과 초음파 응답특성에 비해 밸브의 빠른 움직임에 따른 밸브 경계추출의 어려움을 해결하기 위해, 유체-탄성역학 이론에 근거한 역문제에 대한 수리모델링을 제안하였다.

C. 연구 추진 전략 및 방법의 우수성

본 사업단이 속한 계산과학공학과는 국내 유일의 독립된 형태의 학과로써 2009년 설립된 이래 꾸준한 연구 활동을 통해 얻어진 인프라를 활용한 연구를 지속하고 그 영역을 확대하고자 한다. 이에 계산과학공학 분야의 수치해석, 전산유체역학, 의료영상에 따른 특성화된 연구를 추진하고 해외학자와의 공동연구를 통한 세계 수준의 연구를 가속화 하고자 한다.

c1. 계산과학공학 기반 글로벌 특성화 연구 추진 전략 및 방법

c1.1. 계산과학기반 수치해석 연구

계산과학기반 수치해석 연구팀은 본 사업단 참여교수 박은재, 이은정 교수를 중심으로 외부 석학들과의 공동 연구체제로 그 연구가 이루어지고 있다. 유한요소법, 유한차분법 등을 이용하여 편미분 방정식의 근사해를 찾을 수 있는 수치기법의 개발을 수행하고 있으며, 수치 의료영상분야와 전산유체역학 분야 교수들과의 공동연구를 통하여 그 시너지 효과를 도모하고자 한다. 본 연구진은 적극적인 개별 연구를 추진, 수행함과 동시에 사업단 참여교수를 중심으로 Max Gunzburger, Thomas Manteuffel, Carsten Carstensen 등의 해외학자와의 협동연구를 통하여 글로벌 경쟁력을 키우고 다학제 복합문제를 해결하고자 한다.

c1.2. 전산유체역학과 환경공학에의 응용 연구

전산유체역학 팀은 공학적 및 환경적 응용을 위한 전산유체역학 수치기법과 모델개발을 목표로 하고 있다. 목표의 달성을 위해서 본 사업단 참여교수인 이창훈, 최정일 교수를 중심으로 해외연구자들 Jonh Kim, Goodarz Ahmadi, Lian-Ping Wang 과의 공동연구형식으로 추진하고자 한다. 우선 난류의 이해 및 미세입자와의 상호작용에 대한 기초적인 수치연구와 이 연구결과를 바탕으로 공학적 응용으로 복잡형상에서 multi-physics 수치계산을 위한 수치기법의 개발 그리고 환경적 응용으로서 부유된 입자의 확산을 예측 연구를 수행하고자 한다. 난류의 이해 및 입자와의 상호작용에 관한 연구는 난류의 직접수치모사 등을 수행해온 이창훈, 최정일 교수와 난류연구의 세계적인 석학인 John Kim 교수와 입자난류 연구의 전문가인 Lian-Ping Wang 교수와의 공동연구를 진행할 계획이다. 대와류모사의 실제 공학적 적용 및 환경 분야의 응용 및 복잡 형상에서의 multi-physics 계산을 위한 수치기법의 개발에 관한 연구는 최정일, 이창훈 교수를 중심으로 외부 석학들과의 공동연구를 진행하여 세계수준의 연구역량을 확보하고자 한다.

c1.3. 수학기반 의료영상 연구

서진근 교수를 중심으로 한 본 연구진의 전기 임피던스 영상 연구는 지난 15년간 연구해온 분야로서 세계적인 기술력을 보유한 분야이다. 새로운 복합 의료영상 분야를 개척하기 위해서는 연구개발의 과정에 인력양성이 포함되어야 한다. 특히 MREIT(자기공명 임피던스영상)는 모델링-수치해석-시각화가 필수적인 전형적인 다학제 주제이다. 이와 같은

연구를 성공적으로 수행하기 위해서는 과학계산 전문가와 의공학 분야의 전문가들을 포함하는 연구팀을 구성하여야 하며, 모든 연구결과를 효과적으로 융합할 수 있어야 한다. 따라서 계산과학공학 과정을 통하여 연구 인력을 하나의 집단으로 구성하여, 보다 체계적인 공동연구가 가능하게 하고자 한다. 본 연구진과 다년간 공동연구를 수행해 온 참여 해외학자로서 수학기반 의료영상 세계적인 권위자 Habib Ammari 교수, 역문제 분야의 전문가 Bastian von Harrach 교수, EIT 전문가 Munkh-Erden Ts 교수들과의 긴밀한 공동연구를 지속 발전시켜 수학기반 의료영상 분야의 세계적 수준의 연구 집단으로 성장하고자 한다.

c2. 산학연 협력을 통한 연구 추진 및 방법

c2.1. 국가수리과학연구소(NIMS) 의료영상팀과의 공동연구 추진

본 사업단의 의료영상 그룹은 초음파 의료진단 장비 회사인 (주)삼성메디슨과 2009년 이후 초음파 영상의 심장 객체추출에 대한 공동연구를 수행하고 있으며, Optical flow기법을 이용한 PDE 기반 좌심실 경계추적 알고리즘을 개발하여 실제 초음파 장비에 적용된 바 있다. 기존의 연구를 확장하여, NIMS 의료영상팀, 세브란스 심장외과와 공동으로 초음파 영상을 활용한 혈류유동의 수학적 모델링 및 심실 내 혈류 속도의 정량적 측정 알고리즘 개발에 대한 연구를 수행하고자 한다. 이를 통해, 초음파 영상을 활용한 심장기능 진단기법의 새로운 가능성을 제시하고, 국내 혈류유동 영상 분석 연구의 발전에 기여하고자 한다.

c2.1. (주)볼트시뮬레이션, 국방과학연구소(ADD) 화생방 부서와의 공동연구 추진

본 사업단의 전산유체 그룹은 풍환경, 대기오염 솔루션 회사인 (주)볼트시뮬레이션와 전산유체역학 기반 도심 풍환경 예측과 부유입자와 배경난류유동에 대한 이해 및 수치모형 개발에 대한 연구를 수행하고 있다. 난류 및 입자 유동해석에 대한 연구를 응용하여 핵폭발 피해예측 산정에 대한 정밀 분석 모형 개발에 대해 (주)볼트시뮬레이션, 국방과학연구소와의 공동연구를 2012년 6월부터 시작하였으며 2015년 5월까지 수행하였다. 이를 통해, 핵폭발 시 피해 예측을 위한 실시간 대응시스템의 신뢰성 확보를 위해서 실제 핵폭발에 따른 화구의 상승작용에 따른 버섯구름의 형성 및 낙진 거동을 정확히 예측할 수 있는 난류유동 해석을 위한 대와류모사 기법 및 입자 추적 기법을 개발하고자 한다. 아울러 초기 화구의 생성 예측모델 및 충격파 수치모델 등을 통해 핵폭발에 따른 일련의 과정을 예측할 수 있는 정밀 분석 모델을 개발하고자 한다.

c3. 국내외 협력 연구 추진 및 방법

c3.1. 교내 글로벌 특성화 사업인 '계산수학 기반 과학공학 사업단'을 통한 연구분야 확대

본 사업단을 중심으로 수학, 기계공학, 대기과학, 전기전자공학, 의치대학 연구자들과 연구성과 교류 및 공동연구를 위한 교내 연구 특성화 사업단 (참여교수진 총 20명, 사업단장 이창훈, 연구비 5억원/5년)을 2012년 5월에 설립하였다. 교내 사업단은 2017년 2월까지 수리기반 연구, 대기환경 난류 연구, 의료영상 연구를 중심 주제로 수학기론, 난류해석, 수치예보, 하드웨어 제작, 영상처리, 임상실험을 수행하고, 대학원생들을 위한 융합교과목 개발을 그 목적으로 한다. 본 사업단은 교내 글로벌 특성화 사업단을 기반으로 국내외 계산과학 관련 전문 연구자들의 연구 허브를 구축하고, 관련 유사전공자들의 우수연결과의 확산 및 고급 연구인력을 육성하여 연구 분야의 다양성 및 전문성을 확보하고자 한다.

· 참여여교수진

계산과학공학과 서진근, 이창훈, 최정일, 정윤모, 이은정, Dongbin Xiu

수학과	김세익, 박은재, 이지현
기계공학과	엄원석, 이형석, 주철민
전기전자공학과	황도식
대기과학과	노의근, 홍성유, 홍진규
의과대학	박해정
치과대학	이상휘
학부대학	김동호, 고철기

c3.2. 국내외 워크숍/학회 개최 및 해외석학 초청강연/세미나를 통한 연구역량 향상

본 사업단의 국제적 연구수준의 위상을 높이기 위해서 해외석학과의 교류 및 연구 그룹 결성을 통한 연구성과 공유와 공동연구를 추진한다. 또한 국제 워크숍 및 국제 학회를 주도적으로 개최하여 계산과학공학 분야의 아시아 중심 사업단으로 성장하여 관련 연구자들의 인적, 지적 교류의 허브로 자리매김 한다.

- 국내 학술대회 공동 개최를 통한 계산과학공학 분야의 허브로 자리매김
- 해외 석학 초청 강연 및 세미나 확대
- 국제 학술대회 개최를 통한 글로벌 경쟁력 및 위상 제고
- 국제 콘소시엄 구성 : 인적 인프라 및 연계된 해외학자들을 활용하여 특성분야별 국제적 연구그룹을 결성하여 국제 공동과제 도출 및 공동연구를 추진한다.

c4. 연구역량 향상을 위한 교육 제도 개선 운영

교육 제도 개선 운영으로 고급인력의 양성하고 이를 통한 연구역량의 향상을 도모 한다.

c4.1. 계산과학공학을 통합적이고 체계적으로 수행할 수 있는 다학제간 교과 과정 운영

계산 수학에 기반한 과학 및 공학 응용분야를 선택할 수 있는 학제간 융합 과정의 석사, 박사, 석박사 통합의 대학원 학위 과정 운영하고 있으며, 수학과분야와 공학분야의 두가지 학위 취득이 가능하게 하고 있다. 전공분야 별로 지정된 필수이수과목인 필답시험과 필수수강과목을 반드시 이수하도록 학과내규에 규정하여 특화된 교육을 체계적으로 받을 수 있게 하였다.

c4.2. 글로벌 전문가 양성과 해외 우수한 인재 확보 및 지도를 위해 100% 영어 강의

c4.3 융복합 강의 및 캡스톤디자인 수업 운영

산업 현장의 전문가로 활용 가능한 고급인력을 양성하기 위하여 수요자 중심의 교과목(캡스톤디자인)을 운영하였으며, 융합전공을 위한 과목, 현실적 문제에 대한 모델링, 그리고 다양한 응용에 대한 특론에 이르기까지 다양한 교과목을 개설 및 운영하고 있다.

c4.4 해외학자 참여를 통한 교육과정 편제 및 운영

해외학자를 정규교육과정에 참여시켜 학과개설 과목을 참여교수와 공동강의를 수행함으로써 해외학자들의 전문성을 증

분히 활용하고, 학과 학생들이 다양한 전공분야에 대한 심도 깊은 학습이 가능하도록 하였고 앞서가는 학문을 접할 수 있는 기회를 마련하였다.

c4.5. 국내외 석학 초청강연 및 연구지도

국내외 석학 초청강연을 실시하고 강연 후 관련 주제에 대한 토론을 수행함으로써 다양한 분야의 전문가들의 지식을 접해볼 수 있는 기회를 제공한다. 국내외 학자들이 사업단 참여교수의 지도학생을 연구지도 하고 박사학위 논문지도 및 심사를 실시하도록 하여 경쟁력 있는 연구 능력을 배양하는데 도움을 줄 수 있다.

c4.6. 박사학위 졸업자격시험 강화를 통한 대학원생 연구의 질적 향상 도모

대학원에서 졸업 필답시험은 입학 후 1년 이내에 합격하도록 하고 있으며, 박사학위 전공종합시험은 필답시험과목 3과목에 대한 필답시험과 학위논문 제안서 발표시험으로 정하고 있다. 졸업요건을 강화함으로써 질적, 양적인 면에서 연구 향상을 도모한다.

(예) 학위취득을 위한 논문 게재 요구사항 (학과 운영내규 제27조 (학술활동 졸업요건))

- 석사의 경우 졸업하는 학생이 제1저자로 들어가 있는 국제저명학술지 또는 학술대회 논문 1편
- 박사의 경우 졸업하는 학생이 제1저자로 들어가 있는 국제저명학술지 논문 2편 이상

c5. 세계 준거집단과의 연구 실적 비교 및 논문의 질적 향상을 위한 노력

SIAM에서 보고된 계산과학 관련 유사전공 대학원 학과 및 과정은 약 40여개에 이르며, 미국 상위 집단인 Stanford 대학의 ICME, Texas-Austin 대학의 ICES(Institute for computational engineering and science), Florida 주립대의 과학계산학과를 자체준거집단으로 설정하였다.

c5.1. 준거집단의 특성

Stanford 대학: 사업단 단위, 참여교수 58명, 참여전공 12개

Texas-Austin 대학: 사업단 단위, 참여교수 48명, 참여전공 17개

Florida 주립대: 학과단위, 참여교수 13명, 참여전공 6개

- 유사전공 및 학과 형태는 크게 다수의 과들이 융합하여 대규모 사업단을 결성/운영하는 형태 (Stanford 대학, Texas-Austin 대학)와 단일 학과 체제로 운영하는 형태(Florida 주립대)로 구분된다.
- Stanford대학, Florida 주립대학, Texas-Austin 대학 등에서는 계산과학에 대한 분야를 과학 (수학, 물리, 화학, 생물, 생화, 지질, 천문대기 등)과 공학(전기전자, 기계, 우주 항공, 화공, 컴퓨터, 건축, 도시공학 등)에 한정하지 않고 상경 및 의학 분야와도 연계하고 있다.

c5.2. 세계 준거집단과 실적비교를 통한 본 사업단의 경쟁력 분석

준거집단에 대해 지난 2년간 (2013.09-2015.08) 소속교수들의 SCI/SCIE 논문편수(Web of Science 데이터 베이스 참조)를 취합하여 사업단의 경쟁력을 분석하였다.

- o 2년간 교수 일인당 출간된 논문편수

- Stanford 대학 : 6.1
- Texas-Austin 대학 : 9.3
- Florida 주립대 : 7.2
- 연세대 계산과학공학과(본 사업단) : 8.4

o 2년간 교수 일인당 IF(impact factor)의 합

- Stanford 대학 : 18.8
- Texas-Austin 대학 : 29.6
- Florida 주립대 : 19.7
- 연세대 계산과학공학과(본 사업단) : 12.5

o 2년간 논문 1편당 IF(impact factor)

- Stanford 대학 : 3.1
- Texas-Austin 대학 : 3.1
- Florida 주립대 : 2.7
- 연세대 계산과학공학과(본 사업단) : 1.5

c5.3. 논문의 질적 향상을 위한 노력

준거집단과 2년 동안의 논문의 질적/양적 분석을 해보면 1인당 논문편수에서는 세계 준거집단과 비교하여 높은 편에 속하지만, 논문의 질적 지표를 나타내는 IF의 수치는 비교적 낮은 편이다. 논문의 질적 향상을 위해서 아래 내용과 같이 연구 평가에 따른 차등인센티브 지급, 정기적 연구현황 발표 등의 노력을 하고 있다.

o 연구 결과의 우수성 평가를 통한 차등 인센티브

- 참여교수의 국제저명학술지 게재 실적을 매년 평가 : BK21PLUS 사업의 참여 제한 및 사업단의 비참여교수의 참여 기회를 제공
- 사업단의 연구비의 차등 분배, 차등 인센티브 지급
- 대학원생의 우수연구 독려 : 학과의 세칙에 의거 학업성적에 따른 인건비 지급 차등화, 연구 성과를 기반으로 해외 단기/장기 연수와 국제학술대회 참여 지원 등에 대한 차등 기회 제공

o 참여교수와 대학원생의 정기적인 연구현황 발표 및 평가

- 학기 초 학과 포스터 발표회 개최
- 팀별 정기적인 연구발표회/논의를 통하여 연구현황 및 성과를 공유

o 대학원생의 연구 역량 강화

- 매년 참여 대학원생의 연구성과 평가 : 대학원생 인건비 지급에 제한
- 학술활동 졸업요건 기준 강화 : 석사학위의 경우 국내외 저명학술지 게재 1편 또는 국내외 학술대회 1회 이상 제1 저자로 논문발표, 박사학위의 경우 국제저명학술지에 2편 이상 게재 또는 게재승인(적어도 1편은 제1저자)
- 우수 대학원생 해외 공동연구 지원
- 박사 학위논문 심사위원 중에 해외학자 참여 독려

o 국제저명학술지 논문게재를 위한 영어논문 작성 프로그램 및 전문 영어 교정 서비스 지원

- 교내 언어연구교육원과 연계 : 전공별 원어민 컨설턴트가 교정 및 Head Editor의 최종 검수를 포함하는 영어논문 교정 지원
- 논문 작성 및 발표 과목의 수강 의무화

o 국내외 우수기관과 공동연구를 통한 연구의 질적 확대

- 참여 해외학자, 국내외 석학들의 세미나/집중강연/워크숍/학술대회 등을 통한 연구 교류를 증대
- 체계적인 방문/멤버십 프로그램 운영

c6. 해외석학과의 지속적 공동연구

해외석학들과의 지속적인 교류 및 공동연구를 통하여 글로벌 네트워킹을 통한 수월성을 추구하고자 한다. 지난 2년간 각 분야 해외 석학 및 전문가를 초청하여 다양한 강의 및 연구에 참여토록 하였으며 최근 2년간 총 30여건이 넘는 초청 실적을 통하여 융합 연구 역량 강화를 도모하고 지속적이고 체계적인 학술 인프라 구축을 위해 노력 하였다. 또한 주제별로 균형 있는 프로그램 구성과 다양한 외부 전문가의 특강을 통하여 학생들의 수요를 수용하였다. 새로운 연구 분야의 탐구를 위하여 앞으로도 국제적 수준의 해외 석학 및 각 분야 전문가를 꾸준히 초청할 것이다.

c6.1. 미국 Florida State University에 있는 Max Gunzburger 교수

비선형 Stokes equations을 분석하고 최소자승유한요소법을 이용하여 그 근사해를 찾는 방법에 대해 공동연구를 하였다. 우선 negative-norm 최소화 문제를 정의하고 그에 대응되는 variational formulation을 정의 하였다. 적당한 Sobolev solution space를 정의하여 variational formulation의 해의 존재성과 유일성을 증명하였다. 다양한 시도를 통해 negative norm 수치 시뮬레이션을 완성하였고 2차 공간에서 성공적인 수치값을 얻어냈다. “Least squares method for a nonlinear Stokes problem in glaciology ” 논문을 완성하기 투고하였다.

c6.2. 미국 University of Colorado, Boulder의 Thomas A. Manteuffel 교수, Wabash college의 Chad R. Westphal 교수

비선형 편미분 방정식의 근사해를 구하기 위해서 최소자승 유한요소법에 근간을 두고 있는 LL* 방법에 대해 공동연구를 진행 하였다. 통상적으로 방정식의 해는 계산공간과 계수, 데이터 등의 적절한 smoothness 가정 하에서 Sobolev 공간에 속해 있지만 주어진 선형 편미분 방정식에서, 불연속 계수가 있든지, 계산공간에 singularity가 있으면 그 해 또한 singularity를 가지게 되고 이로 인해 LS방법뿐만 아니라 통상적인 유한요소법의 모든 방법의 이용이 어렵게 된다. 이를 극복하기 위해 FOSLL*방법이 개발 하였다. FOSLL*방법을 Newton의 방법에 접목시켜 일반적인 비선형 편미분 방정식을 푸는데 적용시키는 연구를 하고 그 이론을 완성하였다. “FOSLL* for nonlinear partial differential equations ” 논문이 SIAM Journal on Scientific Computing 2015년 4월에 accepted 되었다.

c6.3. 프랑스 Ecole Normale Superieure의 Habib Ammari 교수

EIT를 이용하여 인체의 기능과 대사를 비침습적으로 실시간 영상 모니터링을 하기 위한 원천기술의 개발을 공동연구를 통해 수행하였다. 수학적이론의 현실 검증을 위해 판톰 실험을 수행하였다. 실제 인체의 3차원 모형을 스캔하고 전극의 위치를 지정한 후 3D프린터를 이용하여 제작하여 본 연구팀이 개발한 수학적이론의 정당성을 검증하였다.

Homogenization 이론을 이용한 frequency- dependent effective conductivity 개념 구축하였고, 수학적 해석을 통한 Debye relaxation time, 주파수에 따라 Anisotropic coefficient가 isotropic coefficient 변화하는 현상을 설명하였다. 또한 외부에서 물리적 진동을 가함으로서 내부의 도전율과 유전율을 분포에 변화를 주어 이를 이용해 차이 데이터를 만들어 내부의 도전율 분포도를 이미지화 해내는 전기임피던스 단층촬영기법 알고리즘을 공동 개발하였다. 이 기법을 통하여 기존의 전기임피던스 단층촬영기법들에 비해 상대적으로 고해상도의 이미지를 추출해 낼 수 있는 새로운 구조의 전극 배열을 제시하였다.

c6.4. 독일 Stuttgart 대학의 Bastian Harrach 교수

전기임피던스 tomography 기술은 이미징 하고자 하는 영역의 모양과 전극의 위치에 아주 큰 영향을 받는다는 단점이 있다. 독일 Stuttgart 대학의 Harrach 교수와 이런 단점을 극복하기 위해 ultrasound 조절을 통한 EIT measurement를 이용하여 이런 기하학적인 구조로부터 자유로운 frequency difference 데이터를 이용한 anomaly의 위치 추적 알고리즘을 공동 개발하였다. 또한 monotonicity-based lung electrical impedance tomography imaging과 spectral decomposition in EIT에 대한 연구를 진행하고 있다.

c6.5. 몽골 MUST의 Munkh-Erdne Ts 교수

Munkh-Erdne 교수와 전기임피던스단층 방법을 이용해서 토양 내에서의 오염원 발견이나 오염의 긴 시간 관찰을 가능하게 하는 알고리즘을 개발하였고 이를 입증하는 수치 시뮬레이션, 팬텀실험을 완성하였다. 경계영역에서 수집되는 전류, 전압을 복소 해석, 조화 해석에서의 여러 이론들을 통하여 표현함으로써 경계에서의 값과 내부에서의 변화량의 관계를 밝히는 연구를 진행하였다. 긴 시간 관찰을 위해서는 다른 시간대에서 측정된 경계에서의 해 값의 차이가 내부의 전도율 변화와 어떤 관계가 있는지의 증명하였고 오염원의 발견을 위해서는 짧은 시간 내에 안의 전도율의 변화를 만들어낼 수 있는 방법을 고안 후 이의 차이를 이용하는 방법을 수학적으로 증명하였다.

c6.6. 미국 University of Illinois at Urbana-Champaign의 Jianhong Shen 교수

image processing과 인지과학에 관련된 illusory contour에 관한 공동연구를 수행하였다. 기존의 연구 결과인 illusory contours first-order modeling와 phase-field theory를 결합하여 새 모델을 도출하였으며 이의 계산을 위한 iterative method을 고안하였다. 이 iterative method의 local optima의 기본적인 수렴성에 관한 수학적 분석을 수행하였다. 연구 결과는 Journal of Mathematical Imaging and Vision에 투고되어 현재 게재 확정되었다.

c6.7. 이스라엘 Weizmann Institute of Science의 Fouxon 박사

Sojourn time of sedimenting particles at temperature minima에 대한 공동 연구 진행 중에 있다. 최저 온도 근처에서 중력에 의한 입자 침강 스토케스틱 모델 개발하는 것으로 현재 논문 투고 준비 중에 있다.

c6.8. 스위스 University of Zurich의 Michel Chipot 교수

Chipot 교수와 Navier-Stokes 방정식을 first-order vorticity formulation을 변형하고 최소자승기법을 적용하였을 때 유도되는 variational formulation의 coercivity를 증명하기 위하여 특수한 경우의 second order elliptic equations의 해와 coefficients의 조건과의 관계에 대해 논의를 하고 그에 따른 regularity result에 대해 조언을 받았다. 또한 asymptotic behavior of fabric structure에 대한 공동 연구를 진행하였으며 이론을 더욱 발전시켜 수렴성 및 주기성을 밝혔다.

c6.9. 홍콩 Chinese University of Hong Kong의 Raymond H. Chan 교수

Chan 교수와 ground-based astronomy에서의 PSF(Point-spread function)을 이용한 영상복원에 대한 논의를 하였다. atmospheric turbulence로 인하여 영상은 블러현상이 발생하고, 이를 제거 할 수 있는 방법이 자연적/인공적인 guide star의 PSF를 이용하는 방법이다. PSF를 추정하는 방법은 망원경에 도달한 별빛의 수차를 이용하는 방법이지만, 실제적으로 감광되는 Phase는 저해상도이므로 regularization이 필요하게 된다. 따라서 고해상도 영상 복원을 위한 regularization 알고리즘과 수치모델의 해법을 위한 ADMM(alternating direction method of multiplier)에 관한 논의를 진행하였다.

c6.10. 튀니지 University of Tunis El Manar의 Hamdi Zorgati 교수

Hamdi 교수와 초음파 장비를 이용한 심장의 혈류 이동에 대한 imaging 연구를 진행하였다. 연구에 필요한 초음파장비는 연세대 보유 장비를 활용하고, 심장모형은 NIMS(국가수리과학연구소)에 있기 때문에 장비 사용 관련 협의 필요하고, 초음파 장비에 붙어있는 probe는 심장 스캔용 probe가 아니므로 심장 스캔용 probe를 따로 구입하여야 한다. 우선 연대의 초음파 장비를 NIMS에 대여하여 모형 데이터 획득하기로 하여 분석을 하여 보았다. 그 결과는 A Reconstruction Method of Blood Flow Velocity in Left Ventricle Using Doppler Ultrasound 논문으로 작성하였으며, 2015년에 출간되었다. (저널명 : Computational and Mathematical Methods in Medicine)

c6.11. 중국 산둥대학교의 Yizhuang Song 교수

Yizhuang Song 교수와 functional magnetic resonance electrical impedance tomography (FMREIT) 에 대해 공동연구를 진행 중이다. 특히 FMREIT의 이론적인 한계에 분석하였고 정리의 기술 및 표현에 대하여 집중적으로 연구하고 있다.

c6.12. 미국 UC-Irvine의 Hongkai Zhao 교수

Zhao 교수는 사업단장인 서진근교수와 X-ray computed tomography 및 quantitative susceptibility mapping에 대하여 연구를 진행하였다. 서진근교수의 박사과정 학생인 박형석, 최재규와 각각 X-ray computed tomography 및 quantitative susceptibility mapping 에서 발생하는 streaking artifacts를 효과적으로 줄일 수 있는 알고리즘에 대한 연구 진행하였으며, 두 학생은 각각의 연구 결과를 토대로 박사 학위논문을 작성하였으며, Zhao 교수가 그들의 예비심사에 참여 하였다. 본 연구를 통하여 박형석, 최재규 학생이 수행한 CT와 QSM 이론적 연구들에 대해 적용 가능성을 제시하였으며, 그 결과의 일부인 CT streaking artifact reduction관련 논문이 현재 IEEE transaction on medical imaging에서 심사 중에 있다. 또한, 최근 본 학과를 다시 방문하여 4D CT model to improve spatiotemporal resolution (low-dose limited view): Low rank regularization, Principal component Analysis 에 관한 새로운 분야의 공동연구에 착수하였다.

c6.13. 중국 Ocean University의 Deawoong Piao 교수

Piao 교수, 서진근 교수, 산둥대학교 송의장 교수는 전기임피던스(EIT) 영상 복원 알고리즘에 대한 동향과 현재 진행 중인 알고리즘 등을 소개 하였으며, 이 EIT imaging 방법을 심폐기능 모니터링에 적용할 수 있는지에 대하여 논의하였다. EIT는 시간 분해능이 뛰어나 호흡에 따른 흉관의 임피던스 영상의 변화를 저해상도로 모니터링하기 위해서 적합하다고 보여지기 때문이다. 이 EIT 영상을 코골이 환자에 적용할 수 있는 지도 모색하였다.

c6.14. 미국 아리조나대학의 Rosalind Sadleir 교수

Rosalind 교수는 본 사업단의 medical imaging Lab(지도교수 서진근)의 대학원생들에게 아리조나 대학 임피던스 영상 연구실 소개하였으며, Medical Image Computing 관련 논의를 진행하였다. 대학원생 장정정은 심폐모니터링 임피던스 영상을 설명하였고, 권혁남은 Local EIT에 대한 설명, 최재규는 Quantitative susceptibility에 관한 설명, 이경훈은 flexible EIT 센서에 대하여 설명하였다. 이 자리에는 Vikram Kodibagkar 교수(아리조나 대학), Aprinda 교수(아리조나 대학), 우응제 교수(경희대), 이준성 박사(연세대 전기전자공학), 서진근 교수가 함께하였다.

c6.15. 미국 스탠포드대학의 Kristen W. Yeom 교수

Yeom 교수와 자기공명을 이용한 영상기법에 대한 논의를 진행하면서, Quantitative susceptibility mapping의 inverse problem과 관련하여 수학 이론 분야와 의학 임상 적용 분야 간의 공동 연구 가능성에 대해서 논의 하였다. 또한 스탠포드 대학 병원 소아환자의 diffusion tensor imaging을 이용한 진단방식, quantitative susceptibility를 이용한 외상 환자 식별방식에 관한 논의가 진행되었으며, 소아환자의 의료영상 데이터를 공유하여 공동연구를 수행하기로 하였다.

c6.16. 영국 Bath University의 Soleimani Manuchehr 교수

Soleimani Manuchehr 교수와 Tomography 관련한 연구주제에 관해 논의를 하였다. 그 주제로는 Industrial Process Tomography의 분야로 Capacitance tomography 및 electrical impedance imaging 기법을 이용한 기름과 물의 two phase flow에 대한 모니터링 연구, multi-frequency electrical impedance tomography를 이용한 콘크리트 crack 검출, 지하 오염 모니터링 시스템에 대한 내용들이었다.

c6.17. 미국 University of Mary Washington의 Jangwoon Lee 교수

Lee 교수는 2014년 10월과 11월에 본 학과를 방문하고, Stochastic PDE와 FEM for Optimal Control Problems Constrained by Stochastic Elliptic PDEs를 주제로 대학원생 및 연구자들을 대상으로 강연하였다. how to apply domain decomposition techniques to stochastic PDEs에 관해 공동연구를 수행하여 그 결과를 논문에 게재하였다. Optimization based domain decomposition method for optimal control problems constrained by stochastic elliptic PDEs 문제로의 확장 가능성을 타진하였으며 공동연구를 지속하기로 하였다.

c6.18. 중국 Ocean University의 Zhen Gao 교수

Hybrid FC Method and WENO Finite Difference Scheme for Hyperbolic Conservation Laws in a Single-Domain Framework를 주제로 세미나를 진행 하였다. Characteristics of flow around an oscillating circular cylinder in arbitrary direction을 주제로 미팅을 진행 하고 내용에 관해서 논의하였다. Implicit/explicit method for radiation hydrodynamic과 Uncertainty quantification in computational fluid dynamics에 대한 공동연구를 진행하기로 하였다.

6 연구진의 구성

6.1 참여 연구진 구성의 우수성

① 사업 목표 달성을 위한 연구진 구성의 적절성

[목차]

- A. 사업단장의 연구 및 행정 역량
 - a1. 사업 단장: 서진근 교수
 - a2. 사업단장 연구 역량
- B. 사업 단장직 수행의지
 - b1. 계산과학공학을 체계적으로 수행하는 인력 양성
 - b2. 계산수학기반 수치해석, 전산유체역학, 의료영상 연구 분야의 특성화 및 통합연구 수행
- C. 사업단 내 연구팀 구성 및 연구진의 적합성
 - c1. 다학제간 연구를 종합적으로 수행 가능한 교수진으로 구성
 - c2. 참여교수의 최근 2년 논문 성과
 - c3. 사업단 구성 인력의 적합성 및 우수성

A. 사업단장의 연구 및 행정 역량

- a1. 사업 단장: 서진근 교수
 - 소속: 연세대학교 계산과학공학과 교수
 - 최종학력: 미국 University of Minnesota, 수학박사(1991년 7월)
 - 연구실적(최근2년): SCI 급 저널 19편 게재 및 9편 제출
 - 주요 행정경력: 연세대 BK21PLUS 계산과학공학사업단 사업단장 (2013-현재)
WCU-계산과학공학과(연세대학교) 사업단장(2008-2013)
연세대 계산과학공학과 학과장(2009-2010)
연세대 수학과 학과장 (2008-2009)
연세대 BK21 수리과학사업단 사업단장 (2003-2006)

a2. 사업단장 연구 역량

사업단장인 서진근 교수는 수학적 모델링, PDE, 의료영상처리, Harmonic analysis 등의 응용수학 분야에서 뛰어난 연구 역량과 실적을 보여 왔다. 무회전 MREIT의 모델을 개발하여 세계 최초로 물체를 MRI장치 내에서 회전하지 않고 물체내의 저항률분포 및 전류밀도 영상을 동시에 얻어내는 방법(국제특허, 원천기술)을 제시하였고, 최근 동물실험에도 성공하였다. 이 결과를 서진근 교수는 응용수학분야 대표적인 국제학회 “International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM2015, 북경, 4년마다 개최)” 의 plenary speaker(한국인 최초)로 초청되어 발표하였으며, 수학기 상위 1% 저널인 SAIM Review에 논문을 게재(2011년)하였다. 또한 그 연구 결과가 그해 WCU 2011 이학분야 연구

대표 사례에서 최우수 성과로 선정되었으며, 2013년 한국산업응용수학회 제 1회 금곡학술상을 수상하였다. 서진근 교수는 2002년 역전도 문제에서 이상 물질의 위치 및 크기 추적 알고리즘을 개발하여 수학기계의 최고학술지 *Comm. Pure Appl. Math.*에 게재하였고, 이 결과를 전기 임피던스를 이용한 유방암 검출 알고리즘에 적용하였다. 이 연구는 역 문제를 새로운 시각에서 접근하게 하는 계기가 되었고, 최근 국제적으로 이 분야에 관한 이론적인 연구가 활발히 진행되고 있다. 2000년 대한수학회 논문상과 연세대학교 학술상을 받았다. 현재에도 Habib Ammari 교수(Ecole Normale Supérieure, 프랑스), Bastian von Harrach 교수(Stuttgart 대학, 독일), Josselin Garnier 교수(U. of Paris, 프랑스), Munkh-Erdene Ts 교수(MUST, 몽골) 등과 지속적으로 공동연구를 진행하고 있으며, MRI, MREIT, MRE에 관한 심도 깊은 연구와 Ultrasound, EIT, fdEIT, TAS 등의 의료영상 연구를 수행중이다.

▷ 국제학술지 게재 논문(최근 2년) 현황

1. H. Ammari, K. Kang, Kyoung-hun Lee, Jin Keun Seo, A Pressure Distribution Imaging Technique with a Conductive Membrane using Electrical Impedance Tomography, *SIAM Journal on Applied Mathematics*, 75(4), 1493-1512, 201508
2. Jaeseong Jang, CY Ahn, K Jeon, J Heo, D Lee, C Joo, Jung-il Choi, Jin Keun Seo, A Reconstruction Method of Blood Flow Velocity in Left Ventricle Using Doppler Ultrasound, *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2015, 108274, 201505
3. H. Ammari, E. Bretin, P. Millien, L. Seppecher, Jin Keun Seo, Mathematical modeling in full-field optical coherence elastography, *SIAM Journal on Applied Mathematics*, 75(3), 1015-1030, 201505
4. H. Ammari, P. Grasland-Mongrain, P. Millien, Jin Keun Seo, L. Seppecher, A mathematical and numerical framework for ultrasonically-induced Lorentz force electrical impedance tomography, *Journal de Mathématiques pures et Appliquées*, 103(6), 1390-1409, 201506
5. H. Ammari, Eunjung Lee, Hyeunknam Kwon, Jin Keun. Seo, E.J. Woo, Mathematical modeling of mechanical vibration assisted conductivity imaging, *SIAM Journal on Applied Mathematics*, 75(3), 1031-1046, 201505
6. Tingting Zhang, Liangdong Zhou, H Ammari, Jin Keun Seo, Electrical impedance spectroscopy-based defect sensing technique in estimating cracks, *SENSORS*, 15(5), 10909-10922, 201505
7. Hyoung Suk Park, YE Chung, Jin Keun Seo, Computed tomographic Beam Hardening Artifacts: Mathematical Characterization and Analysis, *Philosophical Transactions of the Royal Society a Mathematical Physical and Engineering Sciences*, 373(2043), 20140388, 201506
8. Jaeseong Jang, Jin Keun Seo, Detection of admittivity anomaly on high-contrast heterogeneous backgrounds using frequency difference EIT, *Physiological Measurement*, 36(6), 1179-1192, 201506
9. CY Ahn, BK Kim, MK Hong, Y Jang, J Heo, C Joo, Jin Keun Seo, Automated Measurement of Stent Strut Coverage in Intravascular Optical Coherence Tomography, *Journal of the Korean Physical Society*, 66(4), 558-570, 201502
10. Eun Jung Lee, H Wi, AL McEwan, A Farooq, H Sohal, EJ Woo, Jin Keun Seo and TI Oh, Design of a microscopic electrical impedance tomography system for 3D continuous non-destructive monitoring of tissue culture, *BioMedical Engineering OnLine*, 13, pp.142 , 201410
11. Jae Kyu Choi, Hyoung Suk Park, S Wang, Y Wang, Jin Keun Seo, Inverse Problem in Quantitative Susceptibility Mapping, *SIAM Journal on Imaging Sciences*, 7(3), 1669-1689, 201408
12. Moon Kyung Choi, B Harrach, JK Seo, Regularizing a linearized EIT reconstruction method using a sensitivity-based factorization method, *Inverse Problems in Science and Engineering*, 22(7), 1029-1044, 201407
13. B. Karki*, H. Wi, A. McEwan, Hyeuknam Kwon, TI. Oh, EJ. Woo, JK. Seo, Evaluation of a multi-electrode bioimpedance spectroscopy tensor probe to detect the anisotropic conductivity spectra of biological tissues, *Measurement Science & Technology*, 25(7), 75702, 201407
14. TK Bera, Y Mohamadou, Kyoung-hun Lee, H Wi, TI Oh, EJ Woo, M Soleimani, JK Seo, Electrical Impedance Spectroscopy for Electro-Mechanical Characterization of Conductive Fabrics, *SENSORS*, 14(6), 9738-9754, 201406
15. Jin Keun Seo, EJ Woo, Electrical Tissue Property Imaging at Low Frequency Using MREIT, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 61(5), 1390-1399, 201405

16. Hyeuknam Kwon, Yoon Mo Jung, J. Park, Jin Keun Seo, A new computer-aided detection method of brain metastases on contrast-enhanced MR images, *Inverse Problems and Imaging*, 8(2), 491-505, 201405
17. Tingting Zhang, Eunjung Lee, Jin Keun Seo, Anomaly depth detection in trans-admittance mammography: a formula independent of anomaly size or admittivity contrast, *Inverse Problems*, 30(4), 45003, 201404
18. Yizhuang Song, Jin Keun Seo, Conductivity and Permittivity Image Reconstruction at the Larmor Frequency using MRI, *SIAM Journal on Applied Mathematics*, 73(6), 2262-2280, 201312
19. Hyoung Suk Park, Jae Kyu Choi, KR Park, KS Kim, SH Lee, JC Ye, Jin Keun Seo, Metal artifact reduction in CT by identifying missing data hidden in metals, *Journal of X-ray Science and Technology*, 21(3), 357-372, 201309

▷ 국제학술지 투고 논문(2015년 8월 현재)

1. H. Ammari, J.K. Seo and L. Zhou, Viscoelastic modulus reconstruction using time harmonic vibrations, submitted to *Mathematical Modelling and Analysis* (2015)
2. H. Ammari, H. Kwon, Y. Lee, K. Kang, and J.K. Seo, Magnetic resonance-based reconstruction method of conductivity and permittivity distributions at the Larmor frequency, submitted to *Inverse Problem* (2015)
3. Habib Ammari, Laure Giovangigli, Loc Hoang Nguyen, Jin-Keun Seo, Admittivity imaging from multi-frequency micro-electrical impedance tomography, *Journal of Differential Equations* (2015)
4. H. Ammari, J. Garnier, L. Giovangigli, W. Jing, and J.K. Seo, Spectroscopic imaging of a dilute cell suspension. submitted to *Journal of European Mathematical Society* (2015)
5. Hyoung Suk Park, Jin Keun Seo, Metal Artifacts Reduction for Polychromatic X-ray based on the Analytical Artifact Corrector, submitted to *IEEE Trans medical imaging* (2015)
6. Hyoung Suk Park, Jae Kyu Choi, JinKeun Seo, Characterization of Metal Artifacts in X-ray Computed Tomography, submitted to *SIAM Imaging Science* (2015)
7. Yizhuang Song, Eung Je Woo and Jin Keun Seo, A method for MREIT-based source imaging:simulation studies, *Physics in medicine and biology* (2015)
8. Habib Ammari, Hyeuknam Kwon, Yoonseop Lee, Kyungkeun Kang, Jin Keun Se, Magnetic resonance-based reconstruction method of conductivity and permittivity distributions at the Larmor frequency, *Inverse Problems* (2015)
9. Jae Kyu Choi and Jin Keun Seo, A Method for Removing Streaking Artifacts in Quantitative Susceptibility Mapping, *Inverse Problems* (2015)

B. 사업 단장직 수행의지

본 사업단은 계산과학공학과를 실질적으로 첨단 산업 및 공학 발전을 견인할 수 있는 연구와 교육을 수행하는 대학원 과정으로 만들고 계산과학공학 분야의 명실상부한 아시아와 세계의 허브로 자리매김하는 것이다.

b1. 계산과학공학을 체계적으로 수행하는 인력 양성

계산과학공학과 교육 목표 및 비전에 부합하는 자연과학, 공학, 의학 등 다양한 응용분야에서 도출되는 상황을 계산 과학에 기반하여 수리모델링, 컴퓨터 시뮬레이션, 분석, 시각화 등을 포함하는 과학계산을 통합적이고 체계적으로 수행할 수 있는 고급인력 양성을 목표로 한다.

b2. 계산수학기반 수치해석, 전산유체역학, 의료영상 연구 분야의 특성화 및 통합연구 수행

본 사업단이 추진하고 있는 다학제간 연구 영역인 계산수학기반 수치해석, 전산유체역학, 의료영상 연구 분야를 특성화하여 모델링-수치해석-시각화에 대한 계산수학 기반 해석 기술을 심화시키고자 한다. 또한 연구 분야간 융합연구 및 실제 현실에서 도출되는 복잡한 물리현상에 대한 계산과학 기반 통합연구를 수행한다.

1) 계산수학기반 수치해석 연구 분야:

영역분할법, FEM, FDM 등의 과학계산 연구의 기반 연구를 수행하고, 이원작용소를 이용한 특이성을 갖는 비선형 편미분 방정식의 근사해 도출에 대한 방법론 연구, 물리기반모델링에서 제기된 Navier-Stokes 방정식, Maxwell 방정식, 탄성방정식의 효율적인 수치해석 기법개발 및 수치해에 대한 안정성 분석 등에 대한 연구를 특성화 한다.

2) 전산유체역학 연구 분야

난류의 이해 및 입자와의 상호관계 규명을 통한 난류 변조 연구, 복잡형상 다중물리 수치기법 개발을 통한 신뢰성 있는 대와류모사 기법 개발, 대기환경 유체에 응용하여 도심 풍환경 유동 및 풍하중 해석과 오염물질의 확산 예측 연구를 특성화 한다.

3) 수학기반 의료영상 연구 분야

본 사업단이 세계 최고수준의 기술로 보유하고 있는 Electromagnetic tissue property imaging 연구 분야와 더불어 Dental CT 연구 등을 특성화 하고, 사업단 내 연구자들 간 클러스터 연구로 초음파를 이용한 심장내 혈류 해석 연구를 수행한다.

C. 사업단 내 연구팀 구성 및 연구진의 적합성

c1. 다학제간 연구를 종합적으로 수행 가능한 교수진으로 구성

본 사업단은 수리모델링-컴퓨터 시뮬레이션-시각화과정을 통하여 예측-분석, 사용자를 위한 효율적인 프로그램 개발, 산업화에 이르기까지 다학제적 연구를 종합적으로 수행할 수 있는 교수진으로 구성 되었다. 본 사업단의 연구 분야 특성화를 수행하고 연구자간 클러스터 연구에 참여하는 대학원 Lab은 아래와 같다.

- Numerical Analysis & Scientific Computing Lab(계산수학기반 수치해석 연구): 박은재 교수, 이은정 교수,
- Computational & Theoretical Fluid Dynamics Lab(전산유체역학 연구): 이창훈 교수, 최정일 교수
- Inverse Problems & Medical Imaging Lab(수학기반 의료영상 연구): 서진근 교수, 이지현 교수(겸임교수)

c2. 참여교수의 최근 2년 논문 성과

- 사업단장: 서진근 SCI급 논문 19편
- 참여교수: 이창훈 SCI급 논문 9편, 박은재 SCI급 논문 8편, 이은정 SCI급 논문 6편, 최정일 SCI급 논문 6편

사업단장은 최근 2년간 논문이 19편으로 연구 역량이 뛰어나며, 참여교수들도 BK21PLUS 사업의 수학분야 참여기준 연구 실적인 3년간 1.2편보다 높은 연구 실적을 도출하였다.

c3. 사업단 구성 인력의 적합성 및 우수성

■ 이창훈 교수

이창훈 교수는 전산유체역학 분야, 특히 난류에 대한 수치모사분야의 전문가이다. 경력초기에는 항력감소를 위한 난류의 제어에 대한 연구를 수행하였으며, 난류제어를 위한 neural network의 적용에 관한 논문(Physics of Fluids, 1997), 항력감소를 위한 suboptimal control의 적용에 관한 논문(Journal of Fluid Mechanics, 1998), 그리고 항력감소를 위한 electromagnetic force의 적용에 관한 논문(Physics of Fluids, 2000)은 지금까지 합쳐서 280회 이상 SCI 논문에서 인용이 된 바 있다. 이창훈 교수는 2005년에는 한국과학기술총연합회 과학기술우수논문상을, 2007년에는 대한기계학회 남현학술상을 수상하였다. 또한 2013년과 2015년에는 연세대학교 우수업적교수상(교육부문, 공학분야)를 수상한 바 있다. 한국계산과학공학회 부회장 및 대한기계학회 유체공학부문 부회장 등을 맡고 있다. 최근에는 입자부유된 등방성 난류, 경계층 난류 그리고 자연대류난류의 직접수치모사를 통한 난류 특성과 입자의 거동특성에 대한 연구를 수행 중이다.

▷ 국제학술지 게재 논문(최근 2년) 현황

1. S. Nadeem, Rizwan Ul Haq, Changhoon Lee, MHD boundary layer flow over an unsteady shrinking sheet: analytical and numerical approach, Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, vol. 37, pp. 1339-1346, 201507
2. Junghoon Lee, Changhoon Lee, Modification of particle-laden near-wall turbulence: Effect of Stokes number, PHYSICS OF FLUIDS, 27(2), 23303, 201502
3. Kiyong Moon, JM Hwang, BG Kim, Changhoon Lee, Jung-il Choi, Large-eddy simulation of turbulent flow and dispersion over a complex urban street canyon, Environmental Fluid Mechanics, 14(6), 1381-1403, 201412
4. Hea Eun Lee, Changhoon Lee, Behavior of particles in turbulence over a wavy boundary, International Journal of Multiphase Flow, 67, 118-131, 201412
5. Y Park, Changhoon Lee, Gravity-driven clustering of inertial particles in turbulence, Physical Review E, 89(6), 61004, 201406
6. S Nadeem, MA Sadiq, Jung-il Choi, Changhoon Lee, Exponentially Stagnation Point Flow of Non-Newtonian Nanofluid over an Exponentially Stretching Surface, International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation, 15(3-4), 171-180, 201406
6. NS Akbar, S Nadeem, Changhoon Lee, ZH Khan, Numerical Simulation of Nanoparticle Fraction for the Peristaltic Flow of a Six Constant Jeffrey's Fluid Model, Current Nanoscience, 9(6), 798-803, 201312
8. NS Akbar, S Nadeem, Changhoon Lee, Biomechanical Analysis of Eyring Prandtl Fluid Model for Blood Flow in Stenosed Arteries, International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation, 14(6), 345-353, 201310
9. S Nadeem, ST Hussain, Changhoon Lee, Flow of a Williamson Fluid over a Stretching Sheet, Brazilian Journal of Chemical Engineering, 30(3), 619-625, 2013JUL-SEP

▷ 국제학술지 논문 투고 현황 (2015년 8월 현재)

1. Sangro Park, Changhoon Lee Analysis of coherent structures in Rayleigh-Bernard convection, Journal of Turbulence (2015) accepted
2. Sangro Park, Younghoon Jung, Changhoon Lee, Numerical simulation of mixed convection in vertical concentric cylinders, Journal of Mechanical Science and Technology (2015) accepted

3. Jung-Il, Choi, Yongnam Park, Ohjoon Kwon, Changhoon Lee, Inter-particle collision mechanism in turbulence, *Physical Review E* (2015)
4. I. Fouxon, Y. Park, R. Harduf, C. Lee, Inhomogeneous distribution of water droplets in cloud turbulence, *Physical Review E* (2015) accepted
5. Hyunwook Park, Xiaomin Pan, Changhoon Lee and Jung-Il Choi, A pre-conditioned implicit direct forcing based immersed boundary method for incompressible viscous flows, *Journal of Computational Physics* (2015)
6. Xiaomin Pan, Changhoon Lee, Kyoungyoun Kim and Jung-Il Choi, Analysis of velocity-components decoupled projection method for the incompressible Navier-Stokes equations, *SIAM Journal of Numerical Analysis* (2015)
7. Sajjad-ur-Rehman, Sohail Nadeem, Changhoon Lee, Series solution of magnetohydrodynamic boundary layer flow over bidirectional exponentially stretching surfaces, *Journal of Brazilian Society of Mechanical Science and Engineering* (2015) accepted
8. Sajjad-ur-Rehman, Riswan-ul-Haq, Changhoon Lee, S. Nadeem, Numerical study of non-Newtonian Fluid Flow over an Exponentially Stretching Surface: An Optimal HAM validation, *Journal of Brazilian Society of Mechanical Science and Engineering* (2015)

■ 박은재 교수

박은재 교수는 계산수학자로 선형 및 비선형 편미분 방정식의 수치해법 전문가이다. 유한요소법에 대한 우수한 연구결과로 수치해석 국제학회 “The 5th International Conference on Computational Methods in Applied Mathematics, Berlin, Germany” 에서 Plenary talk을 하였고, 또한 일본, 인도 등 여러 국제학회에서 50분 초청강연을 하였다. 특히, 전문가만 초청하는 캐나다 Banff workshop 초청강연, 수학자의 천국으로 알려진 독일 수학연구소 Oberwolfach workshop에 4회의 초청 등 국제적으로 활발한 활동을 하고 있다. 주요 상훈은 1994-96년 이태리 CNR Fellowship을 시작으로, 2006-07년 미국 UT-Austin의 J. Tinsley Oden Faculty Fellow, 2011년 연세대의 우수연구실적 표창자로 선정되었다.

세계 유수의 연구진과 공동연구를 해오고 있으며, 특히 미국의 석좌교수 Sue Brenner 및 Li-Yeng Sung (Louisiana State Univ.)과 새롭게 공동연구를 시작했다. 그리고 독일의 Carsten Carstensen (Humboldt University of Berlin), 미국의 JaEun Ku (Oklahoma State Univ.), Jeongho Ahn (Arkansas State Univ.), 인도의 Amiya Pani (IIT-Bombay), 아랍에미리트의 Tae-Yeon Kim (Khalifa Science Tech & Engineering) 등과 공동연구를 수행하고 있다.

▷ 국제학술지 게재 논문(최근 2년) 현황

1. Z. Cai, V. Carey, JE Ku, Eun-Jae Park, Asymptotically exact a posteriori error estimators for first-order div least-squares methods in local and global L2 norm, *Computers & Mathematics with Applications*, 70(4), 648-659, 201508
2. J. Ahn, Eun-Jae Park, Dynamic frictionless contact of a nonlinear beam with two stops, *Applicable Analysis*, 94(7), 1355-1379, 201507
3. C Carstensen, Eun-Jae Park, Convergence and optimality of adaptive least squares finite element methods, *SIAM Journal on Numerical Analysis*, 53(1), 43-62, 201501
4. Y Jeon, Eun-Jae Park, D Sheen, A hybridized finite element method for the Stokes problem, *Computers & Mathematics with Applications*, 68(12), 2222-2232, 201412
5. S Cho, SV Nepomnyaschikh, Eun-Jae Park, Domain decomposition preconditioning for elliptic problems with jumps in coefficients, *Computers & Mathematics with Applications*, 68(12), 2292-2313, 201412
6. S Cho, Eun-Jae Park, A Nonconforming Primal Mixed Finite Element Method for the Stokes Equations, *Bulletin of the Korean Mathematical Society*, 51(6), 1655-1668, 201411
7. D Kim, Eun-Jae Park, B Seo, Two-scale product approximation for semilinear parabolic problems in mixed methods, *Journal of the Korean Mathematical Society*, 51(2), 267-288, 201404

8. Eun-Jae Park, B Seo, An upstream pseudostress-velocity mixed formulation for the oseen equations, Bulletin of the Korean Mathematical Society, 51(1), 267-285, 201401

▷ 국제학술지 논문 투고 현황 (2015년 8월 현재)

1. Dong-wook Shin, Youngmok Jeon, and Eun-Jae Park, A hybrid discontinuous Galerkin method for advection-diffusion-reaction problems, Applied Numerical Mathematics, 95 (2015), pp.292-303.
2. A. Borzi, E.-J. Park, M. Vallejos Lass, Multigrid Optimization Methods for the Optimal Control of Convection-Diffusion Problems with Bilinear Control, Journal of Optimization Theory and Applications, August 4 2015, Online First.
3. Tae-Yeon Kim Eun-Jae Park Dong-wook Shin, A CO-discontinuous Galerkin method for the stationary quasi-geostrophic equations of the ocean, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Submitted
4. Carsten Carstensen and Eun-Jae Park, Convergence of Natural Adaptive Least Squares Finite Element Methods, Numerische Mathematik, Submitted

■ 이은정 교수

이은정 교수는 2009년 9월에 계산과학공학과 교수로 임용된 후 연구, 교육, 국내외 학술활동 등 여러 분야에 걸쳐 활발한 활동을 하고 있다. CSE 학과 내 수치해석팀 및 의료영상팀과 연구 분야를 공유하고 있으며 특히 유한요소법을 이용한 난류모델 계산, Image registration에서 파생된 최적제어 문제, 전기임피던스 영상 복원 알고리즘 개발 등의 연구를 진행하고 있다. 또한 경희대 임피던스 영상 신기술 연구센터(IIRC)와 공동으로 Micro-EIT 알고리즘 및 phantom 실험용 KHU Mark 2/2.5 EIT system들의 개발에 참여하였고 이와 관련된 특허 등록을 진행 중이다. 계산과학공학 분야의 젊은 차세대 주자로 다양한 대외 학술활동을 진행하고 있으며, 2014년에 서울에서 열리는 세계수학자대회(ICM)의 위성학회 세계여성수학자대회(ICWM)의 조직위원을 비롯한 전문학술대회의 조직위원 및 session 주관자, KSC2011 학회에서 포스터세션 심사위원, 한국산업응용수학회(KSIAM) 이사, 한국여성수리과학회(KWMS) 이사 등의 활발한 대외 학술활동을 하고 있다.

▷ 국제학술지 게재 논문(최근 2년) 현황

- 1 B. Harrach, Eunjung Lee, M. Ullrich, Combining frequency-difference and ultrasound modulated electrical impedance tomography, Inverse Problems, 31(9), 095003, 201508
2. H. Ammari, Eunjung Lee, Hyeunknam Kwon, Jin Keun. Seo, E.J. Woo, Mathematical modeling of mechanical vibration assisted conductivity imaging, SIAM Journal on Applied Mathematics, 75(3), 1031-1046, 201505
3. Eunjung Lee, Newton-LL* method for the second-order semi-linear elliptic partial differential equations, Computers & Mathematics with Applications, 69(10), 1031-1044, 201505
4. Eun Jung Lee, H Wi, AL McEwan, A Farooq, H Sohal, EJ Woo, Jin Keun Seo and TI Oh, Design of a microscopic electrical impedance tomography system for 3D continuous non-destructive monitoring of tissue culture, BioMedical Engineering OnLine, 13, pp.142 , 201410
5. MK Zhao, H Wi, Eun Jung Lee, EJ Woo, TI Oh, Feasibility of anomaly detection and characterization using trans-admittance mammography with 60×60 electrode array, Physics in Medicine and Biology, 59(15), 5831-5847, 201410
6. Tingting Zhang, Eunjung Lee, Jin Keun Seo, Anomaly depth detection in trans-admittance mammography: a formula independent of anomaly size or admittivity contrast, Inverse Problems, 30(4), 45003, 201404

▷ 국제학술지 논문 투고 현황 (2015년 8월 현재)

1. Eunjung Lee, TA Manteuffel, CR Westphal, FOSLL* for nonlinear partial differential equations, SIAM Journal on Scientific Computing (2015) accepted
2. IS Monnesland, Eunjung Lee, M Gunzburger, Ryeongkyung Yoon, Least squares method for a nonlinear Stokes problem in glaciology, Computers and Mathematics with Applications (2015)
3. SeongHee Jeong and Eunjung Lee, Weighted norm least squares finite element method for Poisson equation in a polyhedral domain, Journal of Computational and Applied Mathematics (2015)
4. S Kim and Eunjung Lee, Newton's algorithm for magnetohydrodynamic equations with the initial guess from Stokes-like problem, Journal of Computational and Applied Mathematics (2015)
5. Munkh-Erdene Ts, Eunjung Lee, Liangdong Zhou, Kyoung Hun Lee and Jin Keun Seo, Remote real time monitoring for underground contamination in Mongolia using electrical impedance tomography, Journal of Nondestructive Evaluation (2015)

■ 최정일 교수

최정일 교수는 2010년 9월에 계산과학공학과 교수로 임용된 후 연구, 교육, 국내외 학술 활동 및 산업체 협력 등 다양한 분야에서 활동을 하고 있다. 주요 연구분야는 전산유체역학 및 환경난류이며, 관련 연구분야의 저명한 학자들과 활발한 연구 교류를 하고 있다. 특히, 복잡한 형상 주위 유동해석에 적합한 가상경계법 기반 대외류 모사기법 개발 및 활용 연구를 수행하고 있다. 미국표준기술연구소(NIST)의 실내공기질 그룹, 화재안전 그룹과의 국제공동연구를 진행하고 있으며, 관련 연구결과를 국제 전문학술지 및 학술회의에 발표한 바 있다. 최근에는 효율적인 비압축성 유동해석 기법 및 가상경계법 개발에 대한 연구를 수행 하였으며, 이를 활용한 대기경계층 유동 특성 연구를 수행하고 있다. 또한 국방과학연구소의 화생방부서와 핵폭발 초기과정 수치모형개발, 전자부품연구원과 공동으로 유동흐름전지 설계 등 산학연 기반의 연구를 수행 중이다.

▷ 국제학술지 게재 논문(최근 2년) 현황

1. Jaeseong Jang, CY Ahn, K Jeon, J Heo, D Lee, C Joo, Jung-il Choi, Jin Keun Seo, A Reconstruction Method of Blood Flow Velocity in Left Ventricle Using Doppler Ultrasound, Computational and Mathematical Methods in Medicine, 2015, 108274, 201505
2. YB Li, D Jeong, Jung-il Choi, S Lee, J Kim, Fast local image inpainting based on the Allen-Cahn model, Digital Signal Processing, 37, 65-74, 201502
3. Y-J Sohn, Jung-Il Choi, K Kim, Numerical Analysis on Water Transport in Alkaline Anion Exchange Membrane Fuel Cells, Electrochemistry, 83(2), 80-83, 201502
4. Kiyong Moon, JM Hwang, BG Kim, Changhoon Lee, Jung-il Choi, Large-eddy simulation of turbulent flow and dispersion over a complex urban street canyon, Environmental Fluid Mechanics, 14(6), 1381-1403, 201412
5. S Nadeem, MA Sadiq, Jung-il Choi, Changhoon Lee, Exponentially Stagnation Point Flow of Non-Newtonian Nanofluid over an Exponentially Stretching Surface, International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation, 15(3-4), 171-180, 201406
6. J Lee, JH Lee, Jung-il Choi, HJ Sung, Spatial Organization of Large- and Very-Large-Scale Motions in a Turbulent Channel Flow, Journal of Fluid Mechanics, 749, 818-840, 201406

▷ 국제학술지 논문 투고 현황 (2015년 8월 현재)

1. Jinsoo Park, Jung-Il Choi, and Gwang Hoon Rhee, Enhanced single-sided ventilation with overhang in building,

Building and Environment (2015)

2. Hyunwook Park, Xiaomin Pan, Changhoon Lee and Jung-Il Choi, A pre-conditioned implicit direct forcing based immersed boundary method for incompressible viscous flows, Journal of Computational Physics (2015)
3. Xiaomin Pan, Changhoon Lee, Kyoungyoun Kim and Jung-Il Choi, Analysis of velocity-components decoupled projection method for the incompressible Navier-Stokes equations, SIAM Journal of Numerical Analysis (2015)
4. Jung-Il Choi, Yongnam Park, Ohjoon Kwon and Changhoon Lee, Inter-particle collision mechanism in turbulence, Physical Review E (2015)
5. Hyeuknam Kwon, Jung-Il Choi, and Jin Keun Seo, An electrical impedance monitoring method of water-lubricated oil transportation, Flow Measurement and Instrumentation, in press, 2015.
6. Yibao Li, Jung-Il Choi and Junseok Kim, A phase-field fluid modeling and computation with interfacial profile correction term, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulations, Vol. 30, pp.84-100, 2016.

② 전공학과(학사단위) 전체교수 중 참여교수 비율

<표 9-1> 2015년 참여교수 비율

(단위 : 명, %)

구분	전체교수 수	참여교수 수	비율 (%)
2015년 참여교수 비율	6	5	83.33%

<표 9-2> 최근 2년간 사업단 대학원 학과(부) 소속 교수 변동 현황

(단위 : 명)

구분	2014년		2015년	
	1학기	2학기	1학기	2학기
전체 교수 수 (명)	6	6	6	6
전입 교수 수 (명)	0	0	1	0
전출 교수 수 (명)	0	0	1	0

<표 9-3> 최근 2년간 사업단 대학원 학과(부) 소속 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유
1	이승철	2015년1학기	전출	교내 수학과로 소속 변경 (2014.09~2015.08 안 식년으로 인한 참여불 가로 소속 변경)
2	박은재	2015년1학기	전입	교내 수학과로부터 소속 변경

7 참여교수 연구역량

7.1 연구비 (최근 2년)

<표 10> 최근 2년간 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적 (단위: 천원)

항목	수주액(천원)		
	'13.9.1~'14.8.31	'14.9.1~'15.8.31	전체기간 실적
정부 연구비 수주 총 입금액	1,006,780	1,225,413	2,232,193
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	-	149,090	149,090
해외기관 연구비 수주 총 환산입금액	-	-	-
1인당 총 연구비 수주액	201,356	274,900	476,256
참여교수 수	X	X	5

7.2 논문 (최근 2년)

① 참여교수 1인당 국제저명학술지 환산 논문 편수

<표 11> 참여교수 1인당 논문 환산 편수 실적

구 분	최근 2년간 실적			전체기간 실적
	2013년	2014년	2015년	
논문 총 건수	5	19	18	42
1인당 논문 건수	X	X	X	8.4
논문 총 환산 편수	1.5666	6.2896	6.0565	13.9127
1인당 논문 환산편수	X	X	X	2.7825
참여교수 수				5

② 참여교수 국제저명학술지 논문의 환산 보정 IF

<표 12> 최근 2년간 참여교수 1인당 SCI, SCIE (SSCI 포함) 논문의 환산 보정 IF

구 분	최근 2년간 실적			전체기간 실적
	2013년	2014년	2015년	
총 환산편수	1.5666	6.2896	6.0565	13.9127
총 환산보정 IF	0.69375	3.941	4.01389	8.64864
환산 논문 1편당 환산보정 IF	0.44283	0.62658	0.66274	0.62163
1인당 환산 보정 IF	X	X	X	1.72972
참여교수 수				5

③ 사업단 참여 교수 논문의 우수성

<표 13> 참여교수 1인당 논문의 환산 보정 Eigenfactor Score와 환산 보정 IF

구 분		최근 2년간 실적			전체기간 실적
		2013년	2014년	2015년	
Eigenfactor Score	총 환산편수	1.5666	6.2896	6.0565	13.9127
	총 환산보정 ES	0.31493	5.70851	5.64153	11.66497
Eigenfactor	환산 논문 1편당	0.20102	0.90761	0.93148	0.83844

Score	환산보정 ES	0.20102	0.90761	0.93148	0.83844
Eigenfactor Score	1인당 환산보정 ES	X			2.33299
Impact Factor	총 환산편수	1.5666	6.2896	6.0565	13.9127
	총 환산보정IF	0.69375	3.941	4.01389	8.64864
	환산 논문 1편당 환산보정IF	0.44283	0.62658	0.66274	0.62163
	1인당 환산보정 IF	X			1.72972
참여교수 수					5

<표13>의 1인당 환산 보정 ES(환산 논문 1편당 환산 보정 ES 포함) 또는 1인당 환산 보정 IF(환산 논문 1편당 환산 보정 IF 포함)를 활용하여 사업단 논문의 질적 우수성을 기술

▷ 참여교수 1인당 논문 환산 편수의 증가에 따른 양적 우수성

본 사업단의 BK21PLUS 사업 기간(2013.09-2015.08) 동안의 참여교수 논문 실적은 2013년2학기에 5편, 2014년에 19편, 2015년 1학기에 18편으로 총 42편의 SCI급 논문을 게재하였다. 2년간 1인당 8.4편(연간 4.2편)의 논문을 게재한 것이며, 참여교수 1인당 논문 환산편수는 2.7825로 나타났으며 이는 저자 환산비율이 0.33 정도이다. 본 사업단의 사업 신청 당시 참여교수 1인당 논문 환산 편수는 2.988로 3년(2010-2012년)동안의 실적을 바탕으로 계산되었으므로 2년으로 환산하면 약 2.0정도 되므로 사업 수행 후의 수치인 2.7825로 논문 실적이 많이 증가되었다고 볼 수 있다.

▷ 환산 보정 IF 측면에서의 논문의 질적 우수성

인용횟수와 출간 논문수의 비율을 나타내는 저널의 IF 지표 중에서 본 사업단의 BK21PLUS 사업기간 동안의 환산논문 1편당 환산 보정 IF 수치는 0.62163로 나타났으며, 2013년 0.4428, 2014년 0.62658, 2015년 0.66274로 꾸준히 증가 추세에 있다. 환산 보정 IF는 저널의 category 별로 상위 20%의 평균으로 IF를 보정하여 나타낸 값이므로 그 수치가 1이면 상위 20%의 평균에 해당한다고 볼 수 있다. 본 사업단의 환산논문 1편당 환산 보정 IF 수치는 0.62163이므로 참여교수의 논문들은 평균적으로 상위 20% 내에 위치한다고 볼 수 있다. 실제로 참여교수의 총 42편의 논문 중에서 21편이 상위 20% 이내의 저널들이다.

1인당 환산 보정 IF 기준으로 볼 때, 본 학과의 BK21PLUS 사업기간 동안의 지표는 1.72972로 나타났다. 본 사업단의 사업 신청 당시 참여교수 1인당 환산 보정 IF는 2.6019로 3년(2010-2012년)동안의 실적을 바탕으로 계산되었으므로 2년으로 환산하면 약 1.7346 정도 이므로 사업 수행 후의 수치인 1.72972와 비교한다면 지표의 수치가 유지되고 있음을 볼 수 있다. 따라서 본 사업단에서는 논문의 질을 유지하면서 양적으로도 증가하고 있음을 반영한다.

▷ 환산 보정 ES 측면에서의 논문의 질적 우수성

JCR 기준 전체 저널에 대한 각 저널의 영향력을 나타내는 Eigenfactor score(ES)의 지표 중에서 본 사업단의 환산 논문 1편당 환산 보정 ES는 BK21PLUS 사업기간 동안 0.83844로 나타났으며, 2013년 0.2010, 2014년 0.9076, 2015년 0.9314로 꾸준한 증가 추세에 있다. 논문 1편당 환산보정 ES는 상위 20%의 평균으로 보정하는 수치를 의미하므로, 본 사업단의 참여교수가 게재한 논문들은 ES가 거의 1에 가까우므로 저널의 상위 20%의 평균에 해당한다고 볼 수 있다. 실제로는 학문영역별 세부 분야에서 적어도 상위 20% 이내의 영향력 있는 저널에 논문을 게재하고 있다는 것을 보여준다.

1인당 환산 보정 ES 기준으로 볼 때, 본 학과의 BK21PLUS 사업기간 동안의 지표는 2.3329로 나타났다. 본 사업단의 사

업 신청 당시 참여교수 1인당 환산 보정 ES는 2.9634로 3년(2010-2012년)동안의 실적을 바탕으로 계산되었으므로 2년으로 환산하면 약 1.975정도 이므로 사업 수행 후의 수치인 2.3329와 비교한다면 사업 수행후의 실적이 다소 증가되었음을 보여준다. 이는 적어도 상위 20% 이내의 영향력 있는 저널에 논문을 게재하고 있음을 의미한다. 따라서 본 사업단에서는 논문의 질을 유지하면서 양적으로도 증가하고 있음을 반영한다.

사업단 특성에 따라 <표13> 이외에 공신력 있는 논문 평가방법(예: SCOPUS의 SJR, SNIP, Google Scholar 등)을 활용하여 사업단 논문의 질적 우수성을 객관적으로 기술할 수 있음

=====
[목차]
=====

- A. 상위 10%이내의 논문의 우수성
 - B. Google Scholar 피인용수(Citation)에 따른 논문의 우수성
 - C. 그 외 대표 논문의 우수성
- =====

- ▷ 2년간 총 게재 논문수 : 총 42편
- ▷ 교수 1인당 논문 편수 : 8.4편 (2년기준)
- ▷ Google Scholar 피인용 횟수 : 1편당 평균 1.62회

A. 상위 10%이내의 논문의 우수성

본 사업단의 참여교수가 게재한 논문에 대하여 JCR IF 기준으로 상위 논문 편수를 보면, 10%이내 9편, 20% 이내 21편 등으로 본 사업단에서 게재한 논문의 각각 21%와 50%를 차지하고 있다.

(1) 상위 2.4% 논문

- 논문명 : Inverse Problem in Quantitative Susceptibility Mapping
- 게재학술지명 : SIAM Journal on Imaging Sciences, 7(3), 1669, 201408,
- 교수명 : 서진근(공동저자), IF : 2.867, 피인용수 : 0
- 논문의 우수성:

생체 Quantitative Susceptibility Mapping(QSM) 방식은 인체가 자기장 안에 놓이면 자기 모멘트를 띠게 된다는 점에 기반하여, 그 자기 모멘트와 자기장을 연관시켜 주는 계수인 자화성(magnetic susceptibility)를 영상화하는 새로운 영상 기법이다. MRI 촬영의 기본 전체 조건은 자기장의 세기가 균일하다는 것이다. MRI에 인체가 놓이면 자기장의 미세한 변화가 일어나게 되고, 이로 인하여 전기 신호에는 위상의 변이가 일어나게 된다. 이 위상의 변이로부터 철분의 농도를 측정할 수 있다. 본 연구에서는 QSM에 관한 수리모델과 수학적론을 세우고, 영상의 streaking artifact의 존재성을 엄밀하게 분석하였다. 이 논문으로 인해 최재규 학생은 KSIAM 젊은 응용수학자상을 받았고, 연세대 최우수 논문상을 받았다.

(2) 상위 6.8% 논문

- 논문명 : Domain decomposition preconditioning for elliptic problems with jumps in coefficients
- 게재학술지명 : Computers & Mathematics with Applications, 68(12), 2292, 201412
- 교수명 : 박은재(교신저자), IF : 1.996, 피인용수 : 4
- 논문의 우수성 :

본 연구에서는 유체역학의 기본방정식인 타원형 방정식의 안정적인 수치해를 구하기 위해 유한요소법으로 이산화후에 나타나는 행렬 방정식의 효율적인 풀이법을 연구하였다. 비중복 영역분할법(non-overlapping domain decomposition method)을 이용한 선형계의 preconditioner를 유도하였다. 특히 계수의 값이 불연속이어서 점프가 있을 때 발생하는 문제를 해결하였고, 수치실험을 통하여 이를 검증하였다.

(3) 상위 6.8% 논문

- 논문명 : Newton-LL* method for the second-order semi-linear elliptic partial differential equations
- 게재학술지명 : Computers & Mathematics with Applications, 69(10), 1031, 201505
- 교수명 : 이은정(단독저자), IF : 1.996, 피인용수 : 0
- 논문의 우수성 :

LL* 방법은 dual 작용소를 이용하는 방법으로 이를 Newton iteration에 이용할 경우 그 해의 낮은 미분가능성으로 인하여 iteration의 계속이 불가능하다. 이를 극복하기 위하여 개발되었던 Newton-LL* 방법을 second-order semi-linear elliptic 편미분 방정식에 적용하여 weak solution의 존재성과 유일성을 밝히고 그 수렴성을 증명하였다. 또한 3차 공간에서의 수치 시뮬레이션을 통하여 이러한 이론들을 뒷받침하는 근거를 제시하였다.

(4) 상위 6.8% 논문

- 논문명 : Asymptotically exact a posteriori error estimators for first-order div least-squares methods in local and global L2 norm
- 게재학술지명 : Computers & Mathematics with Applications, 70(4), 648, 201508
- 교수명 : 박은재(공동저자), IF : 1.996, 피인용수 : 1
- 논문의 우수성:

본 연구에서는 least squares methods를 이용하여 전통적인 energy functional이 아닌 L2 norm으로 오차를 측정하였을 때 수학적으로 엄밀하고 근사적으로 정확한 a posteriori error estimator를 디자인 하였다. Effectivity index의 계산을 통하여 제안된 방법의 우수성을 보여주고 있다.

(5) 상위 6.8% 논문

- 논문명 : A hybridized finite element method for the Stokes problem
- 게재학술지명 : Computers & Mathematics with Applications, 68(12), 2222, 201412
- 교수명 : 박은재(공동저자), IF : 1.996, 피인용수 : 0
- 논문의 우수성:

본 연구에서는 유체역학의 Stokes 방정식에 해법으로 hybridized finite element methods를 고안하였다. 전통적인 유한요소인 Taylor-Hood 방법에 비하여 최종적으로 풀어야 하는 선형계의 미지수의 갯수를 획기적으로 줄였다. 엄밀한 수학적 분석을 통하여 Stability기반 이론이 되는 inf-sup 조건을 증명하였으며, 최적의 수렴성을 보장하는 오차해석을 하였다.

(6) 상위 8.3% 논문

- 논문명 : A mathematical and numerical framework for ultrasonically-induced Lorentz force electrical impedance tomography
- 게재학술지명 : Journal de Mathematiques Pures et Appliquees(수학저널), 103(6), 1390, 201506
- 교수명 : 서진근(공동저자), IF : 1.217, 피인용수 : 6
- 논문의 우수성 :

초음파와 자장과 로렌츠 힘을 이용하여 전류를 발생하여 저항률 분포를 새로운 수리모델을 개발하였고, 수치실험과 생체실험을 통해 정당성을 입증하였다.

(7) 상위 8.6% 논문

- 논문명 : Spatial organization of large- and very-large-scale motions in a turbulent channel flow
- 게재학술지명 : Journal of Fluid Mechanics, 749, 818, 201406
- 교수명 : 최정일(공동저자), IF : 2.294, 피인용수 : 5
- 논문의 우수성 :

직접수치모사기법을 사용하여 난류 채널유동에서 발견되는 거대스케일 유동(LSM, VLMSs)의 공간적 특성을 조사하였다. 거대스케일 유동은 유동방향으로 저속유동의 시간특성에 따라 성장, 병합되어짐을 관찰하였다.

(8) 상위 9.2% 논문

- 논문명 : Anomaly depth detection in trans-admittance mammography: a formula independent of anomaly size or admittivity contrast
- 게재학술지명 : Inverse Problems, 30(4), 45003, 201404
- 교수명 : 서진근, 이은정(공동저자), IF : 1.802, 피인용수 : 2
- 논문의 우수성 :

이 논문에서는 새로이 개발한 high density trans admittance mammography (TAM) system과 도전을 영상 복원 알고리즘을 처음으로 수학적으로 분석하였다. 포텐셜 이론을 통하여 개발된 알고리즘의 작용 원리와 얻어지는 수치들의 의미를 분석하였다. 기존의 EIT 분야에서의 anomaly 탐지 알고리즘들이 anomaly의 위치와 그 크기, 그리고 admittivity contrast가 서로 연관이 있어 독립적으로 이러한 정보를 얻어 내는 것이 불가능 했던데 반해 이 논문에서는 최초로 독립적으로 anomaly의 위치를 추정하는 수식을 제시하였다.

(9) 상위 9.2% 논문

- 논문명 : Combining frequency-difference and ultrasound modulated electrical impedance
- 게재학술지명 : Inverse Problems, 31(9), 45003, 201508
- 교수명 : 이은정(공동저자), IF : 1.802, 피인용수 : 0
- 논문의 우수성 :

전기임피던스 tomography 기술은 이미징 하고자 하는 영역의 모양과 전극의 위치에 아주 큰 영향을 받는다는 단점이 있다. 독일 Stuttgart 대학의 Harrach 교수와 이은정 교수는 이런 단점을 극복하기 위해 ultrasound 조절을 통한 EIT measurement를 이용하여 이런 기하학적인 구조로부터 자유로운 frequency difference 데이터를 이용한 anomaly의 위치 추적 알고리즘을 개발하였다.

B. Google Scholar 피인용수(Citation)에 따른 논문의 우수성

Google Scholar 피인용수를 기준으로 하여 본 사업단의 참여교수가 게재한 논문들의 피인용도 지표는 5회 이상이 7편, 1회 이상이 21편으로 총 논문수의 16.6%와 50%를 차지한다. 논문 실적기간이 2년임을 감안할 때, 게재 후 1년 이내에 평균 1회 정도 피인용 되었다고 볼 수 있다. 다음은 5회 이상의 피인용도를 갖는 논문에 대한 정보를 나타내었다.

(1) 피인용수 9회

- 논문명 : Flow of a Williamson fluid over a stretching sheet
- 게재학술지명 : Brazilian Journal of Chemical Engineering, 30(3), 619, 201307
- 교수명 : 이창훈(공동저자), IF : 0.912, 상위 62.4%
- 논문의 우수성:

윌리엄슨 유체에 대한 2차원 유동특성을 연구하였다. 상사변환 및 경계층 이론을 기반으로 유체 지배방정식을 단순화 하였다. 이에 대해, Homotopy 기법을 사용하여 윌리엄슨 유체의 다양한 물리적인 특성을 제시하였다.

(2) 피인용수 6회

- 논문명 : A mathematical and numerical framework for ultrasonically-induced Lorentz force electrical impedance tomography
- 게재학술지명 : Journal de Mathematiques Pures et Appliquees(수학저널), 103(6), 1390, 201506
- 교수명 : 서진근(공동저자), IF : 1.217, 상위 8.3%
- 논문의 우수성 :

초음파와 자장과 로렌츠 힘을 이용하여 전류를 발생하여 저항률 분포를 새로운 수리모델을 개발하였고, 수치실험과 생체실험을 통해 정당성을 입증하였다.

(3) 피인용수 5회

- 논문명 : Spatial organization of large- and very-large-scale motions in a turbulent channel flow
- 게재학술지명 : Journal of Fluid Mechanics, 749, 818, 201406
- 교수명 : 최정일(공동저자), IF : 2.294, 상위 8.6%
- 논문의 우수성:

직접수치모사기법을 사용하여 난류 채널유동에서 발견되는 거대스케일 유동(LSM, VLSMs)의 공간적 특성을 조사하였다. 거대스케일 유동은 유동방향으로 저속유동의 시간특성에 따라 성장, 병합되어짐을 관찰하였다.

(4) 피인용수 5회

- 논문명 : Gravity-driven clustering of inertial particles in turbulence
- 게재학술지명 : PHYSICAL REVIEW E, 89(6), 61004, 201406
- 교수명 : 이창훈(교신저자), IF : 2.326, 상위 10.9%
- 논문의 우수성:

중력의 영향이 상대적으로 큰 구름 내 액적의 경우 중력에 의해 하강하는 과정에서 주변 난류와의 상호작용에 따라 액적의 분포가 균일하지 않고 수직 띠 형태의 응집현상을 보이곤 한다. 이 현상의 설명을 위해서 입자 부유된 등방성 난류의 수치모사를 수행하였다. 결과적으로 중력에 의해서 액적이 경험하는 배경 난류유동의 특정 물리량인 수평면에서의 convergence 특성이 비대칭적 특성을 갖기 때문임을 최초로 밝혔다.

(5) 피인용수 5회

- 논문명 : Electrical impedance spectroscopy for electro-mechanical characterization of conductive fabrics
- 게재학술지명 : SENSORS, 14(6), 9738, 201406
- 교수명 : 서진근(교신저자), IF :2.048, 상위 17.5%
- 논문의 우수성 :

본 연구는 전도성 섬유를 이용하여 임피던스 기반 압력측정법을 이용하면 정적/동적 압력변화를 동시에 측정할 수 있으며, 비격자 형태로 외부에 부착된 전극만을 이용해서 내부 압력변화를 추정할 수 있다는 것을 보인 논문이다.

(6) 피인용수 5회

- 논문명 : Numerical Simulation of Nanoparticle Fraction for the Peristaltic Flow of a Six Constant Jeffrey's Fluid Model
- 게재학술지명 : Current Nanoscience, 9(6), 798, 201312
- 교수명 : 이창훈(공동저자), IF : 1.422, 상위 47.8%
- 논문의 우수성 :

움직이는 파형의 비대칭 벽 사이의 비뉴턴유동과 부유된 나노입자들의 거동에 대한 수치적 연구를 수행하였다. 레이놀즈수는 매우 낮다고 가정하였고 5차 Runge-Kutta 방법을 이용하여 수치적으로 해를 구하고 해의 특성을 여러 가지 무차원 파라미터의 거동을 통해 설명하였다.

(7) 피인용수 5회

- 논문명 : Regularizing a linearized EIT reconstruction method using a sensitivity-based factorization method
- 게재학술지명 : Inverse Problems in Science and Engineering(수학저널), 22(7), 1029, 201407
- 교수명 : 서진근(공동저자), IF : 0.8, 상위 56.3%
- 논문의 우수성 :

인체조직의 이방성도전률을 전기임피던스로 측정해내는 새로운 방식과 수학적론에 관한 것이다. 전극배역을 최적화하여 측정된 전압-전류 관계로부터 이방성도전률을 계산하는 공식을 개발하였다.

C. 그 외 대표 논문의 우수성

(1) 대표논문

- 논문명 : Convergence and optimality of adaptive least squares finite element methods
- 게재학술지명 : SIAM J. Numer. Anal. 53 (2015), no. 1, 43-62 (수학저널)
- 교수명 : 박은재(교신저자), IF : 1.69, 피인용수 : 2, 상위 10.8%
- 논문의 우수성 :

이 연구는 최소자승법에서 오랫동안 난제로 남아있던 least squares FEM의 adaptive procedure의 수렴성을 증명하였다. div-LSFEM은 mixed fem과 밀접한 관계가 있으며, 또한 nonconforming fem 과도 연결이 되어있어 이를 활용한 접근법을 제시하였다. 또한, div-LSFEM에서 다루는 functional은 adaptivity의 수렴성 증명에 필요한 mesh parameter h factor가 없는 관계로 근본적인 어려움이 발생한다. 본 연구에서는 소위 second thresholding 이라는 개념을 도입하여

mesh parameter 없이 할 수 있는 길을 제시하였으며 이 결과로 연구진은 많은 주목을 받고 있다. 본 결과는 수치해석분야의 최상위 저널인 SINUM에 게재되었다.

(2) 대표논문

- 논문명 : Gravity-driven clustering of inertial particles in turbulence
- 게재학술지명 : Physical Review, 89(6), 61004, 201406
- 교수명 : 이창훈(교신저자), IF : 2.326, 피인용수 : 5, 상위 10.9%
- 논문의 우수성:

중력의 영향이 상대적으로 큰 구름 내 액적의 경우 중력에 의해 하강하는 과정에서 주변 난류와의 상호작용에 따라 액적의 분포가 균일하지 않고 수직 띠 형태의 응집현상을 보이곤 한다. 이 현상의 설명을 위해서 입자 부유된 등방성 난류의 수치모사를 수행하였다. 결과적으로 중력에 의해서 액적이 경험하는 배경 난류유동의 특정 물리량인 수평면에서의 convergence 특성이 비대칭적 특성을 갖기 때문임을 최초로 밝혔다.

(3) 대표논문

- 논문명 : Modification of particle-laden near-wall turbulence: Effect of Stokes number
- 게재학술지명 : Physics of Fluids, 27(2), 23303, 201502
- 교수명 : 이창훈(교신저자), IF : 2.04, 피인용수 : 1, 상위 15.1%
- 논문의 우수성:

난류 채널유동에서 부유된 입자의 영향으로 벽 근처 난류의 변화현상을 수치적으로 모사하고 물리적 설명을 제시하였다. 입자의 크기 매우 적거나하여 스토크스수가 충분히 적을 때는 이로 인해 벽 근처 난류의 강도가 강해지는 현상을 발견하였다. 이는 입자가 충분히 작아서 입자들이 유체와 거의 한 움직임을 보이는 반면 상대적으로 입자의 무게가 무거워서 마치 유체의 관성을 키운 효과를 가져오기 때문인 것을 수치적 결과 및 이론적으로 설명하였다.

(4) 대표논문

- 논문명 : Mathematical modeling of mechanical vibration assisted conductivity imaging
- 게재학술지명 : SIAM Journal on Applied Mathematics(수학저널), 75(3), 1031, 201505
- 교수명 : 이은정(교신저자), 서진근(공동저자), IF : 1.414, 피인용수 : 1, 상위 16.3%
- 논문의 우수성 :

전기단층촬영기법은 생체조직의 전기적 특성을 나타내는 생체 임피던스를 영상화한다. 이 논문에서는 외부에서 물리적 진동을 가함으로서 내부의 도전율과 유전율을 분포에 변화를 주어 이를 이용해 차이 데이터를 만들어 내부의 도전율 분포도를 이미지화 해내는 전기임피던스 단층촬영기법 알고리즘을 처음으로 제안하였다. 또한 이 기법을 효과적으로 적용 시키고 기존의 전기임피던스 단층촬영기법들에 비해 상대적으로 고해상도의 이미지를 추출해 낼 수 있는 새로운 구조의 전극 배열을 제시하는 하였다.

(5) 대표논문

- 논문명 : A new computer-aided detection method of brain metastases on contrast-enhanced MR images
- 게재학술지명 : Inverse Problems and Imaging, 8(2), 491, 201405
- 교수명 : 서진근(공동저자), IF : 1.388, 피인용수 : 0, 상위 18.7%
- 논문의 우수성:

MR의료영상을 이용하여 두뇌에 발생하는 초기 종양(6 mm 이하)을 자동적으로 발견해내는 알고리즘을 개발하였다. 기하

학적 특성과 크기를 고려하여 뇌종양으로 의심되는 반점을 포함하면 0이 아닌 값을 가지고, 그렇지 않으면 0을 가지는 새로운 filtering 함수를 고안하였다. 제안된 방법은 높은 sensitivity 레벨을 가지고 있으면서 상대적으로 적은 false-positive를 가지고 있다.

(6) 대표논문

- 논문명 : Behavior of particles in turbulence over a wavy boundary
- 게재학술지명 : Journal of Multiphase Flow, 67, 118, 201412
- 교수명 : 이창훈(교신저자), IF : 1.943, 피인용수 : 0, 상위 19.4%
- 논문의 우수성 :

파형의 바닥 위를 지나는 난류유동에 부유된 입자들의 거동을 직접수치모사를 이용하여 해석하였다. 파형의 골과 정상 근처에서의 난류구조의 거동이 매우 다르고 이에 따라 부유된 입자들의 응집현상도 매우 비균질함을 발견하였다. 입자의 크기에 따라서 파형의 정상으로 접근하는 지역에 입자들이 뭉쳐지고 평평한 바닥 위에서 발견되었던 유동방향의 띠 모양의 응집현상은 상대적으로 약해지는 것을 발견하였다.

(7) 대표논문

- 논문명 : Feasibility of anomaly detection and characterization using trans-admittance mammography with 60x60 electrode array
- 게재학술지명 : Physics in Medicine and Biology, 59(19), 5831, 201409
- 교수명 : 이은정(공동저자), IF : 2.922, 피인용수 : 1, 상위 21.1%
- 논문의 우수성 :

유방암 발견을 위해 가장 많이 쓰이는 방법은 유방조영상(mammogram)이지만 그 정확도가 많이 떨어지는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 본 연구에서는 high density trans admittance mammography (TAM) system을 제안 하였다. 새로운 60x60의 전극 배열과 전류 주입 방식을 제안하고 anomaly detection을 위한 알고리즘을 제안하였다. 실제 실험을 통하여 그 유효성도 검증하였다. 실제 유방조영상의 부정확성은 많은 통계적 보고를 통해 널리 알려져 있다. 유방암 검사 시에 TAM 시스템을 부가적인 검사 툴로 이용한다면 좀 더 정확한 진단을 내릴 수 있으리라 기대한다.

(8) 대표논문

- 논문명 : Electrical tissue property imaging at low frequency using MREIT
- 게재학술지명 : IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 61(5), 1390, 201405
- 교수명 : 서진근(주저자), IF : 2.233, 피인용수 : 4, 상위 36.8%
- 논문의 우수성 :

본 연구는 IEEE TBE 60년 기념 초청논문이다. 우리 연구팀은 도전율과 측정데이터 사이의 비선형적인 연관성을 기술하는 Biot-Savart 법칙을 분석해, 측정된 Bz 데이터의 2차 미분인 Laplacian이 도전율 분포의 등전위면 방향 변화율을 감지한다는 사실을 규명했다. 두 개의 서로 독립된(linearly independent) 전류주입에 의해 측정대상 영역에서 유기된 두 종류의 전류밀도 벡터장이 이루는 평행사변형의 면적이 모든 영역에서 0이 아니라면, Bz 데이터만으로 충분히 도전율의 공간변화를 완벽하게 표현해 낸다. MREIT와 EIT의 역문제의 이론적인 해석을 하였다.

(9) 대표논문

- 논문명 : Design of a microscopic electrical impedance tomography system for 3D continuous non-destructive monitoring of tissue culture

- 게재학술지명 : BioMedical Engineering OnLine, 13, 142, 201410
- 교수명 : 이은정(주저자), 서진근(공동저자), IF : 1.746, 피인용수 : 0, 상위 46.1%
- 논문의 우수성 :

오랜시간 지속적인 세포배양 관찰을 위해서는 non-invasive and low cost 방법이 필요하다. 이를 위하여 본 연구를 통해 새로운 micro-EIT 시스템 구조와 내부 도전을 시간차 변화 분포의 이미지 재건 알고리즘을 제안하였다. 실제 육면체의 micro-EIT시스템을 제작하여 실험을 하였고 이를 통해 얻은 데이터로 시간에 따른 도전을 변화 이미지를 성공적으로 재건하였다. 이는 기존의 EIT 보다 고해상도의 이미지를 제공하고 세포 배양에 있어 그동안 관찰하지 못했던 특성들을 제안할 수 있다는 점에서 그 응용이 다양할 것으로 기대한다.

(10) 대표논문

- 논문명 : Large-eddy simulation of turbulent flow and dispersion over a complex urban street canyon
- 게재학술지명 : Environmental Fluid Mechanics, 14(6), 1381, 201412
- 교수명 : 최정일(교신저자), 이창훈(공동저자), IF : 1.164, 피인용수 : 0, 상위 51.8%
- 논문의 우수성:

실제 도심지형에 대한 대와류 모사 (Large Eddy Simulation)를 수행하여 도깨노피의 유동 및 확산 특성에 대하여 고찰하여, 건물 밀집도에 따른 오염물질 확산에 대한 정량적 분석을 통하여 도심지역 확산 특성을 제시하였다. 특히, 저층 건물 밀집지역에 배출원이 위치한 경우, 높은 난류량으로 인해 오염물질이 상대적으로 넓게 퍼지는 것을 볼 수 있다. 반면에 배출원이 도시협곡 내부에 있는 경우 풍향이 협곡과 평행하면 낮은 난류량과 높은 풍속으로 인하여 오염물이 협곡 내부로 빠르게 확산 되는 현상을 관찰하였다.

7.3 사업단의 연구역량 향상 계획 (국제저명학술지 논문 게재, 대학 간 공동연구 등)

가. 사업단의 연구역량 향상 계획

=====

[목차]

- A. 우수 논문 향상 계획
 - B. 해외석학과의 지속적 공동연구를 통한 연구 역량 강화
 - C. 국제학술지 위원활동 및 국제워크숍/학술대회 개최를 통한 계산과학분야의 국제허브 자리매김
 - D. 연구역량 향상을 위한 교육 제도 개선 운영
 - E. 교내 다학과간 공동연구를 통한 연구역량 향상
 - F. 국내외 교육기관, 연구소와 협약 및 ICSE Membership Program 활성화
- =====

계산과학공학 분야에서 세계 수준의 연구 위상을 확보하고자 계산과학 기반 수치해석 연구, 전산유체역학의 대기·환경 응용 연구와 수학기반 의료영상 연구 분야에 대해 사업단을 특성화 하고, 각 연구 분야 간의 클러스터링을 통해 복잡계의 multi-physics 기반 문제를 해결 할 수 있는 연구역량을 갖는 것을 목표로 한다.

A. 우수 논문 향상 계획

a1. 준거집단 비교 분석을 통한 사업단 국제저명학술지 우수 논문 향상 목표 설정

계산과학공학 분야의 준거집단(Stanford 대학, Texas-Austin 대학, Florida 주립대)에 대해 지난 2년간 (2013.09-2015.08) 소속교수들의 SCI/SCIE 논문편수(Web of Science 데이터 베이스 참조)를 취합하여 사업단의 경쟁력을 분석하였다.

- o 2년간 교수 일인당 출간된 논문편수
 - Stanford 대학 : 6.1
 - Texas-Austin 대학 : 9.3
 - Florida 주립대 : 7.2
 - 연세대 계산과학공학과(본 사업단) : 8.4
- o 2년간 교수 일인당 IF(impact factor)의 합
 - Stanford 대학 : 18.8
 - Texas-Austin 대학 : 29.6
 - Florida 주립대 : 19.7
 - 연세대 계산과학공학과(본 사업단) : 12.5
- o 2년간 논문 1편당 IF(impact factor)
 - Stanford 대학 : 3.1

- Texas-Austin 대학 : 3.1
- Florida 주립대 : 2.7
- 연세대 계산과학공학과(본 사업단) : 1.5

준거집단과 본 사업단의 지난 2년간의 논문의 질적/양적 분석을 해보면 1인당 논문편수에서는 세계 준거집단과 비교하여 높은 편에 속하지만, 논문의 질적 지표를 나타내는 IF의 수치는 비교적 낮은 편이다. 준거집단과의 비교를 바탕으로 향후 4년간의 사업기간 동안 논문편수와 환산보정 ES 및 IF 목표를 설정하여 양질의 연구결과를 도출함으로써 세계 최고 수준의 연구 집단으로 성장하고자 한다.

a2. 자체평가를 사업단 운영내규로 명문화하여 사업단 운영에 반영

a2.1 사업단 참여교수 평가

사업단 운영내규 제8조에 의거하여 연구업적, 교육업적, 학과기여, 사업단장 평가 등의 항목에 대하여 평가를 실시하며, 사업단 운영내규 제7조 제2항에 의거하여 평가실적을 고려하여 참여교수의 교체를 할 수 있게 규정하고 있다. 또한 사업단 운영내규 제 11조에 의거하여 평가의 등급에 따라 성과급을 차등으로 지급한다.

a2.2 사업단 참여대학원생 평가

사업단 운영내규 제9조에 의거하여 학업성적, 논문 및 학술대회 발표실적, 사업단 참여도, 지도교수평가 등의 항목에 대하여 평가를 하며, 장학금 지원 및 학술대회 참가 지원 등에 활용하고 있다.

a2.3. 사업단 신진연구인력 평가

사업단 운영내규 제12조 제3항에 의거하여 신진연구 인력은 매년 정기적으로 평가를 받으며, 평가 결과는 재계약 여부 및 차기 연봉에 반영하고 있다. 또한 우수한 연구결과에 대해서는 성과급을 별도로 지급하게 하고 있다.

a3. 사업단 연구 결과를 발표 및 평가의 장 운영

a3.1. 포스터 발표회를 통한 참여대학원생의 연구결과 발표 및 평가

본 사업단에서는 매학기 초에 학과차원의 포스터 발표회를 개최하고 있다. 대학원생은 지도교수와 연구한 결과를 발표하게 되며, 해외학자와 참여교수로 구성된 4명의 심사위원이 심사를 하게 되며, 우수성과에 대하여 최우수상 1편, 우수상 3편, 우수 URP 1편을 선정하여 대학원생들의 연구를 독려하고 있다.

a3.2. Student Open Lecture를 통한 연구 독려

계산과학공학과 대학원생 중에서 우수한 논문 결과를 도출한 학생들을 선발하여 그 내용을 Open Lecture 형식으로 학과차원에서 발표하게 하고 있으며, 이미 발표된 논문이나 투고된 논문은 대상이 아니며, 새롭게 연구된 결과로 투고를 위한 작성 논문에 대하여 발표하도록 독려하고 있다.

B. 해외석학과의 지속적 공동연구를 통한 연구 역량 강화

해외석학들과의 지속적인 교류 및 공동연구를 통하여 글로벌 네트워킹을 통한 수월성을 추구하고자 한다. 지난 2년간 각 분야 해외 석학 및 전문가를 초청하여 다양한 강의 및 연구에 참여토록 하였으며 최근 2년간 총 30여건이 넘는 초청 실적을 통하여 융합 연구 역량 강화를 도모하고 지속적이고 체계적인 학술 인프라 구축을 위해 노력 하였다. 새로운 연구 분야의 탐구를 위하여 앞으로도 국제적 수준의 해외 석학 및 각 분야 전문가를 꾸준히 초청하여 공동연구의 장을 넓히고자 한다.

C. 국제학술지 위원활동 및 국제워크숍/학술대회 개최를 통한 계산과학분야의 국제허브 자리매김

c1. 국제 학술지 편집 위원 지속적 활동

=====

Associate Editor

Jin Keun Seo, Inverse Problems and Imaging, American Institute of Mathematical Science
Jin Keun Seo, Inverse Problems in Science & Engineering
Jin Keun Seo, Mathematics in Industry, Springer Verlag
Jin Keun Seo, Journal of Elliptic and Parabolic Equations (학과 방문교수인 Chipot 교수가 chief editor)
Changhoon Lee, Journal of Korean Society for Computational Fluids Engineering

=====

Chief Editor

Changhoon Lee, Journal of KSME (-2014)
Jin Keun Seo, The journal of the Korean Society for Industrial and Applied Mathematics(Journal of KSIAM)

=====

Editor

Changhoon Lee, Journal of Computational Science, Elsevier
Eun-Jae Park, Journal of the Korean Mathematical Society
Eun-Jae Park, Advances and Applications in Fluid Mechanics
Eun-Jae Park, Computers & Mathematics with Applications (상위 10% 저널, Special Issue Editor)

=====

c2. 국제학회/학술대회 위원회 및 좌장 활동

Committee

Jin Keun Seo, International Conference on Inverse Problems and Related Topics, 2014 Dec 15 - Dec 19, 2014
Jin Keun Seo, 16th International Conference on Biomedical Applications of EIT, June 2-5, Switzerland
Eunjung Lee, International Congress of Women Mathematicians 2014, Aug. 12-14, 2014
Eunjung Lee, ICM 2014 Satellite Conference-International Workshop on Computational Mathematics, Aug 9-12, 2014

Changhoon Lee, The Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena, 2011-
Eun-Jae Park, ICM 2014 Satellite Conference - International Workshop on Computational Mathematics,
Aug. 9-12, 2014
Eun-Jae Park, The 23rd International Conference on Domain Decomposition Methods, Jeju, Korea, July 6-10, 2015

=====
Organizer & Session Chair
=====

Jin Keun Seo, A3 Foresight Program Conference on Modeling and Computation of Applied Inverse Problems,
International Convention Center, Jeju, Korea, 2014.11.20.-23
Eunjung Lee, 5th International Workshop on Process Tomography (IWPT-5), September 15-18, 2014
Eunjung Lee, ICIAM 2015 (국제산업응용수학회), August 10-14, 2015
=====

c3. 국제학회 기조강연 및 초청강연

=====
기조강연
=====

(Jin Keun Seo) KSIAM 2013 가을 학회 기조강연 "Mathematical framework for electrical tissue property imaging
using MRI" (2013년 11월 23일)
(Jin Keun Seo) 대한수학회 2014 봄학기(KMS2014 spring) 초청강연, 수학적 사고와 계산과학, 강릉원주대학교
(2014.4.24.~26)

=====
초청강연
=====

Jin Keun Seo, ICIAM 2015 (국제산업응용수학회) Mathematical models and methods for noninvasive bioimpedance
imaging, August 10-14, 2015 : 국내 수학자로 최초.
Jin Keun Seo, The 2nd Chongqing workshop on Computational and Applied Mathematics(CQWCAM2) Invited talk, A
Challenging issue on computerized tomography: metal artifact reduction, Chongqing University in Chongqing
China, 16-19 Aug.2015
Jin Keun Seo, The International Conference on Inverse Problems, Imaging and Applications(Satellite Conference
of 2015 ICIAM) Invited talk, Electrical Impedance Tomography for Monitoring Lung Function, Department of
Mathematics and Center for Interdisciplinary Applied and Computational Mathematics, Zhejiang University,
Hangzhou, China, 6-9 Aug. 2015
Changhoon Lee, 2014 Summer School and International Symposium on Fundamental Issues of Multiphase Flows 초청강
연, Effect of gravity on the interaction between turbulence and particles (2014. 6)
Changhoon Lee, 2014 KIAPS International Symposium on the Global NWP System Modeling, Direct simulation
approach for sedimenting droplets in the air (2014.10.29.)
Changhoon Lee, The 10th Asian Computational Fluid Dynamics Conference, Direct numerical simulation of droplets
sedimenting in cloud turbulence (2014. 11)
=====

c4. 국내외 워크숍/학회를 개최

계산과학공학 분야의 아시아 중심 사업단으로 성장하여 관련 연구자들의 인적, 지적 교류의 허브로 자리매김 한다.

- 국내 학술대회 공동 개최를 통한 계산과학공학 분야의 허브로 자리매김
- 해외 석학 초청 강연 및 세미나 확대
- 국제 학술대회 개최를 통한 글로벌 경쟁력 및 위상 제고
- 국제 콘소시엄 구성 : 인적 인프라 및 연계된 해외학자들을 활용하여 특성분야별 국제적 연구그룹을 결성하여 국제 공동과제 도출 및 공동연구를 추진한다.

D. 연구역량 향상을 위한 교육 제도 개선 운영

d1. 계산과학공학을 통합적이고 체계적으로 수행할 수 있는 다학제간 교과 과정 운영

계산 수학에 기반한 과학 및 공학 응용분야를 선택할 수 있는 학제간 융합 과정의 석사, 박사, 석박사 통합의 대학원 학위 과정 운영하고 있으며, 수학분야와 공학분야의 두가지 학위 취득이 가능하게 하고 있다. 전공분야 별로 지정된 필수이수과목인 필답시험과 필수수강과목을 반드시 이수하도록 학과내규에 규정하여 특화된 교육을 체계적으로 받을 수 있게 하였다.

d2 융복합 강의 및 캡스톤디자인 수업 운영

산업 현장의 전문가로 활용 가능한 고급인력을 양성하기 위하여 수요자 중심의 교과목(캡스톤디자인)을 운영하였으며, 융합전공을 위한 과목, 현실적 문제에 대한 모델링, 그리고 다양한 응용에 대한 특론에 이르기까지 다양한 교과목을 개설 및 운영하고 있다.

d3. 해외학자 참여를 통한 교육과정 편제 및 운영

해외학자를 정규교육과정에 참여시켜 학과개설 과목의 공동강의를 수행함으로써 해외학자들의 전문성을 충분히 활용하고, 학과 학생들이 다양한 전공분야에 대한 심도 깊은 학습이 가능하도록 하였고 앞서가는 학문을 접할 수 있는 기회를 마련할 것이다.

d4. 국내외 석학 초청강연 및 연구지도

국내외 석학 초청강연을 실시하고 강연 후 관련 주제에 대한 토론을 수행함으로써 다양한 분야의 전문가들의 지식을 접해볼 수 있는 기회를 제공한다. 국내외 학자들이 사업단 참여교수의 지도학생을 연구지도 하고 박사학위 논문지도 및 심사를 실시하도록 하여 경쟁력 있는 연구 능력을 배양하는데 도움을 준다.

d5. 박사학위 졸업자격시험 강화를 통한 대학원생 연구의 질적 향상 도모

대학원에서 졸업 필답시험은 입학 후 1년 이내에 합격하도록 하고 있으며, 박사학위 전공종합시험은 필답시험과목 3과목에 대한 필답시험과 학위논문 제안서 발표시험으로 정하고 있다. 졸업요건을 강화함으로써 질적, 양적인 면에서 연구 향상을 도모하였다.

(예) 학위취득을 위한 논문 게재 요구사항 (학과 운영내규 제27조 (학술활동 졸업요건))

- 석사의 경우 졸업하는 학생이 제1저자로 들어가 있는 국제저명학술지 또는 학술대회 논문 1편
- 박사의 경우 졸업하는 학생이 제1저자로 들어가 있는 국제저명학술지 논문 2편 이상

d6. 대학원생 평가를 통한 연구비 지원 대학원생 교체

연구 역량을 강화하기 위하여 매학기 연구성과 평가를 통해 BK21PLUS 참여 대학원생의 제한을 제고한다.

d7. 학위논문 제안서 발표시험 (Ph.D. Thesis Proposal Presentation)

필답시험 통과한 박사과정 및 통합과정의 학생이 졸업 학위논문의 연구 내용 및 방향을 제안하는 발표 시험으로 박사 과정의 경우 총2회의 기회가 주어지며, 4학기(5학기 시작일 전)까지 통과 하여야 하며, 통합과정의 경우 총2회의 기회가 주어지며, 6학기(7학기 시작일 전)까지 통과 하여야 한다 (학과 운영내규 제16조 (학위논문 제안서 발표시험)).

d8. 박사학위 연구과정 실적 평가 (학과 운영세칙 제 3조)

박사학위 연구과정(박사과정 5학기 이상, 통합과정 7학기 이상) 대학원생은 연구등록학기가 홀수학기(박사과정 5학기, 7학기, 9학기 등, 통합과정 7학기, 9학기, 11학기 등)에 해당하는 학기말(2월 중순 또는 8월 중순)에 지난 1년 연구 내용 및 결과(논문 및 학술대회 실적, 연구 내용 보고서)를 연구실적 보고서(별지 12 서식)로 작성하여 학과사무실에 제출하여야 한다. 국제학술지 논문게재(또는 논문 게재 승인) 실적이 있는 경우 그 논문을 연구실적 보고서에 첨부함으로써 보고서의 연구내용을 대체할 수 있다. 박사학위 연구과정 연구실적보고서는 주임교수가 선임한 심사위원이 평가한다.

d9. 해외학자 박사학위 심사위원 참여 독려

박사 졸업자들의 국제적 연구수준을 함양시키기 위하여, 박사 학위논문 심사위원 중에 해외학자 1명을 참여시키도록 하여 pre-viva report 작성을 통해 우수한 논문을 작성하도록 유도하고 있다.

- 2014년 8월 박사졸업자 4명(권혁남, 최재규, Tingting Zhang, 박형석) 모두는 학위 논문 심사 committee에 해외학자를 위촉하여 심사를 진행하였음
- 해외학자 심사위원 : Hongkei Zhao(UC Ulvine, USA), Habib Ammari (Ecole Normale Supérieure, France), Soleimani Manuchehr (Bath University, UK)

E. 교내 다학과간 공동연구를 통한 연구역량 향상: 교내 글로벌 특성화 사업인 '계산수학 기반 과학공학 사업단'을 통한 연구분야 확대

e.1. 연구성과 교류 및 공동연구를 위한 연세대학교 교내 연구 특성화 사업단 설립

본 사업단을 중심으로 수학, 기계공학, 대기과학, 전기전자공학, 의치대학 연구자들과 연구성과 교류 및 공동연구를 위한 연세대학교 교내 연구 특성화 사업단 (참여교수진 총 20명, 사업단장 이창훈, 연구비 5억원/5년)을 2012년 5월에 설립하였다. 교내 사업단은 2017년 2월까지 수리기반 연구, 대기환경 난류 연구, 의료영상 연구를 중심 주제로 수학적 이론, 난류해석, 수치예보, 하드웨어 제작, 영상처리, 임상실험을 수행하고, 대학원생들을 위한 융합교과목 개발을 그 목적으로 한다. 본 사업단은 교내 글로벌 특성화 사업단을 기반으로 국내외 계산과학 관련 전문 연구자들의 연구 허브

를 구축하고, 관련 유사전공자들의 우수연결과의 확산 및 고급 연구인력을 육성하여 연구 분야의 다양성 및 전문성을 확보하고자 한다.

· 참여여교수진 (소속, 성명)

계산과학공학과	서진근, 이창훈, 최정일, 정윤모, 이은정, Dongbin Xiu
수학과	김세익, 박은재, 이지현
기계공학과	엄원석, 이형석, 주철민
전기전자공학과	황도식
대기과학과	노의근, 홍성유, 홍진규
의과대학	박해정
치과대학	이상휘
학부대학	김동호, 고철기

F. 국내외 교육기관, 연구소와 협약 및 ICSE Membership Program 활성화

f1. 본 사업단은 다학제간 융복합 연구에 대해 Membership Program을 운영하여 외부 교수, 연구원이 참여하는 공동 연구를 통해 국내외 연구의 허브기관으로 성장하고자 한다.

· Membership 프로그램 참여 교수 (소속, 성명)

국내대학	KAIST	이창욱, 예종철	해외대학	UCLA	John Kim
	국민대	박원광		FSU	Max Gunzburger
	경희대	우응제, 김혜연		Univ of Utah	Dongbin Xiu
	건국대	권오인		Humboldt Univ	Carsten Carstensen
	아주대	전영목		Georgia Tech	Haesun Park
	GIST	전성찬		MUST	Munkh-Erdene Ts
	인하대	권희대		Quaid-i-Azam Univ	S Nadeem
	한밭대	김성환 등			

f2. 사업단의 대학, 연구소 차원에서의 해외 협력 MOU 체결을 통하여 연구자 교류/파견 및 공동연구

· MOU 체결현황

미국	표준기술연구소(NIST)
독일	Humboldt 대학
중국	Ocean 대학, Southeast 대학, Zhejiang 대학
몽골	몽골과학기술대학(MUST)

f3. 외부기관 자문, 초청강연, 국제세미나, 포럼, 워크숍 개최, 단기강좌, 국제 여름, 겨울 학교 개최 등의 다양한 협력체계 구축

나. 국제저명학술지 논문 게재 지원 계획

[목차]

- A. 연구 결과의 우수성 평가를 통한 차등 인센티브
- B. 참여교수, 대학원생의 정기적인 연구현황 발표 및 평가
- C. 대학원생의 연구 역량 강화
- D. 국제저명학술지 논문게재를 위한 영어논문 작성 프로그램 및 전문 영어 교정 서비스 지원
- E. 국내외 우수기관과 공동연구를 통한 연구의 질적 확대
- F. 해외자문단의 연구성과 평가에 따른 질적 향상

본 사업단은 우수 연구결과 평가의 지표로서 정량적 지표(SCI 논문 수)에 의한 평가 및 정성적 지표(논문 IF 및 ES, 상위 1%/10% 논문 수, 실제 인용회수 등)에 의한 평가를 통해 양적, 질적으로 우수한 연구결과를 도출하도록 한다.

A. 연구 결과의 우수성 평가를 통한 차등 인센티브

- 참여교수의 국제저명학술지 게재 실적을 매년 평가하여 BK21PLUS 사업의 참여 제한 및 사업단의 비참여교수의 참여기회를 제공하고자 한다. 정량화된 실적기준(논문의 질적 양적 평가, 학술대회 발표실적, 특허실적 등)을 통하여 사업단의 연구비의 차등 분배, 차등 인센티브 지급을 하도록 한다.
- 사업단의 연구 우수성을 향상하기 위해 계산과학공학 분야의 신진연구인력 pool을 통해 우수한 신진연구자를 체계적인 절차로 확보하고 매년 제출하는 결과보고서를 평가하여 인건비 이외에 국제학술대회 참석 경비, 인센티브 등을 차등 지급한다.
- 대학원생의 우수연구를 독려하기 위해 본 학과의 세칙에 규정에 의거하여 학업성적에 따른 인건비 지급을 차등화 하고, 연구 성과를 기반으로 해외 단기/장기 연수와 국제학술대회 참여 지원 등에 대한 차등 기회를 제공한다.

B. 참여교수, 대학원생의 정기적인 연구현황 발표 및 평가

본 사업단은 학기 초에 학과 포스터 발표회를 개최하고, 우수성과에 대해 최우수상 1편, 우수상 3편, 우수 URP 1편을 선정하여 대학원생들의 연구를 독려하고 있다. 우수 논문 향상 달성을 위해 기존의 대학원생 참여 포스터 발표회와 더불어 참여교수, 신진연구자들로 구성된 학과 차원의 정기적인 연구발표회를 통하여 연구현황 및 성과를 공유하고 각 연구자들의 피드백을 통한 우수 연구결과를 도출한다.

C. 대학원생의 연구 역량 강화

참여 대학원생의 연구 역량을 강화하기 위하여 매년 연구성과 평가를 통해 BK21PLUS 참여 대학원생의 제한을 제고한다. 학술활동 졸업요건 기준을 석사학위의 경우 국내외 저명학술지 게재 1편 또는 국내외 학술대회 1회 이상 제1저자로 논문발표, 박사학위의 경우 국제저명학술지에 2편 이상 게재 또는 게재승인(적어도 1편은 제1저자)으로 하여 연구 역량을 향상시킨다. 우수 대학원생 장기해외연수 및 해외 공동연구 지원을 통한 국제적 연구수준을 함양시키고, 박사학위논문 심사위원 중에 해외학자 1명을 참여시켜 연구결과의 수준을 높인다.

D. 국제저명학술지 논문게재를 위한 영어논문 작성 프로그램 및 전문 영어 교정 서비스 지원

교내 언어연구교육원과 연계하여 각 연구과목의 특성에 맞게 특화된 영어교육과정을 통하여 전문적인 영어능력을 향상시키고, 전공별 원어민 컨설턴트가 교정 및 Head Editor의 최종 검수를 포함하는 영어논문 교정지원 프로그램을 활용하여 논문의 우수성을 증대시킨다. 또한 학과 내 논문 작성 및 발표 과목의 수강 의무화와 영어 교정 전문가의 개별지도를 통해 영어논문 작성 능력을 증가시킨다.

E. 국내외 우수기관과 공동연구를 통한 연구의 질적 확대

본 사업단의 참여 해외학자와 더불어 국내외 저명학자들의 세미나/집중강연/워크숍/학술대회 등을 통한 연구 교류를 증대하고, 공동연구 기회를 확대한다. 체계적인 방문/멤버십 프로그램 운영을 하여 연구의 질적 향상은 물론 계산과학 공학 연구의 중심 집단으로 성장한다.

F. 해외자문단의 연구성과 평가에 따른 질적 향상

본 사업단의 해외학자들로 구성된 해외자문단을 통해 매년 사업단의 연구성과를 평가하여 국제 경쟁력을 제고하고, 해외학자 및 참여교수의 pre-view system을 통하여 연구논문의 우수성을 내부적으로 평가함으로써 연구의 질적 향상을 극대화한다.

8 산학협력

8.1 특허 및 기술이전 (최근 2년)

① 참여교수 1인당 특허 등록 환산 건수

<표 14> 참여교수 특허 등록 실적

구 분		최근 2년간 실적			전체기간 실적
		2013년	2014년	2015년	
국내 특허	등록건수	0건	1건	0건	1건
	등록 환산건수	건	0.2건	건	0.2건
국제 특허	등록건수	0건	0건	0건	0건
	등록 환산건수	건	건	건	건
등록건수 합계		0	1	0	1
등록환산건수 합계		0	0.2	0	0.2
참여교수 1인당 등록환산건수		X	X	X	0.04
참여교수 수					5

② 참여교수 1인당 기술이전 실적

<표 15> 참여교수 기술이전 실적

(단위 : 천원)

항목		최근 2년간 실적(천원)			전체기간 실적
		2013년	2014년	2015년	
특허 관련	기술료 수입액	-	-	-	-
	참여교수 1인당 수입액	X			0
특허 이외 산업 재산권 관련	기술료 수입액	-	-	-	-
	참여교수 1인당 수입액	X			0
지적재산권 관련	기술료 수입액	-	-	-	-
	참여교수 1인당 수입액	X			0

Know-how 관련	기술료 수입액	-	-	19,800	19,800
	참여교수 1인당 수입액	X			3,960
기술이전 전체실 적	기술료 수입액	0	0	19,800	19,800
	참여교수 1인당 수입액	X			3,960
참여교수 수					5

8.2 산학협력 연구 및 산학 간 인적/물적 교류의 우수성 (전국단위)

본 사업단은 (주)볼트시뮬레이션과는 ‘핵폭발 Particle Entrainment Model 개발’이라는 국방과학연구원 산학과제를 진행하였으며, (재)삼성미래기술육성재단과의 산학과제인 ‘Microlocal Analysis를 통한 CT영상에서 금속물에 의한 영상왜곡 해결’을 시작하였다. 이러한 산업체와의 공동연구는 졸업생들의 취업으로도 연결되었으며 향후 기업연계형 연구개발 인력 양성 프로그램도 도입할 계획이다. 본 사업단이 추진하고 있는 ‘과학계산 기반 엔지니어링 해석 SW 인력 양성 프로그램(가칭)’은 산업계가 요구하는 R&D 및 산학공동 프로젝트 수행을 통한 현장중심의 연구인력 양성과 취업이 연계되는 인력양성 신모델을 구축하고, 계산과학 관련 산학협력을 기술 중심으로 선도해 나갈 세계적인 경쟁력을 갖춘 전문가 양성하는 프로그램으로 이미 총 5개의 산업체, 경원테크 (반도체 SW), 볼트시뮬레이션 (환경/국방 SW), 지오시스템(해양/환경 SW), 에스엔위즈(제조 SW)가 참여를 결정하였다.

[목차]

- A. 산학협력 연구실적
 - a1. (주) 볼트시뮬레이션과의 산학과제
 - a2. (재)삼성미래기술육성재단과의 산학과제
 - B. 기술이전 실적
 - b1. 난류시뮬레이터 개발
 - C. 산학간 인적 물적 교류실적
 - c1. (주)볼트시뮬레이션의 산학 장학생 및 취업 : 문기영(2010.03.01~현재까지)
 - c2. NIMS(국가수리과학연구소)와의 연계
 - c3. 한국전파진흥협회 자문
 - c4. 가람에널리틱스 자문
 - D. 산학협력 연구 및 인적/물적 교류 계획(향후)
 - d1. 기업연계형 연구개발 인력 양성 프로그램 도입(계획)
-

A. 산학협력 연구 실적

a1. (주)볼트시뮬레이션과의 산학과제

a1.1. 제목: 핵폭발 Particle Entrainment Model 개발 (국방과학연구원 과제)

- 참여인력: 이창훈
- 연구기간: 2012.6 ~ 2015. 5
- 총연구비: 1억 5천만원
- 연구 성과:

핵폭발시 피해 예측을 위한 대응시스템의 신뢰성 확보를 위해서 실제 핵폭발에 따른 화구의 상승작용에 따른 버섯구름의 형성 및 낙진 거동을 정확히 예측할 수 있는 수치 모형을 개발한다. 정확한 유동현상의 예측을 위해 대와류모사 기법을 적용하고 입자 거동 예측을 위한 입자운동방정식을 동시에 해석하여 버섯구름을 포함하여 낙진의 확산을 정확히 예측할 수 있는 모델을 개발한다. 개발된 모형은 초기 화구의 생성 예측모델 및 충격파 수치 모델과 아울러 핵폭발에 따른 후속 거동 전 과정을 예측 할 수 있는 수치모형을 완성하게 된다.

a1.2. 제목 : 입자와 유동사이의 상호작용

- 참여인력: 이창훈, 최정일
- 연구기간: 2010.12 ~ 2015.05
- 총연구비: 4천만원
- 연구성과:
 - 대기 중 미세먼지 확산 예측 수치모형 제시
 - 미세먼지 부유된 난류유동의 수치모형을 통해 입자 거동 예측모델 제시
 - 대기 중 미세먼지 확산 예측 수학적 모델 및 수치모델 제시
 - 환경솔루션 프로그램 개발을 위한 알고리즘 및 코드 개발

a1.3. 제목 : 도심지 확산예측을 위한 대외류모사 연구

- 참여인력: 이창훈
- 연구기간: 2015.05 ~ 2017.04
- 총연구비: 4천만원
- 연구성과:
 - 도심지 미세먼지 확산 예측 정밀분석모델 제시
 - 도심지 건물의 영향을 반영할 수 있는 가상경계법의 제시
 - 대외류모사의 적용시 필요한 경계조건의 개발
 - 미세먼지 확산 정밀 분석 도구의 개발

a1.4. 제목 : 핵폭발 실시간 대응모델 개발(VectorBlast)

- 참여인력: 최정일
- 연구기간: 2015.05 ~ 2016.04
- 총연구비: 2천만원
- 연구 성과:
 - 폭발 피해예측 실시간 모델 Vector blast 소스코드 (Fortran2003)
 - 직육면체의 구조물에서 모든 면들이 받는 blast loading을 구하는 기술구현
 - 코드 구현을 통하여 blast wave의 회절에 의한 현상 계산
 - 폭발에 의한 구조물이 받는 피해 예측을 통한 예방 방안수립 활용

a2. (재)삼성미래기술육성재단과의 산학과제

- 제목 : Microlocal Analysis를 통한 CT영상에서 금속물에 의한 영상왜곡 해결(1/5)
- 참여인력: 서진근
- 연구기간: 2014.12 ~ 2015.11
- 총연구비: 1억원
- 연구 성과:
 - Set up mathematical framework for MAR
 - CT 영상에서 Metal artifact가 생기는 원인에 관한 수학적 구조를 정밀하게 분석
 - 상기분석이 타당함을 수치시뮬레이션과 판톰 실험으로 검증

B. 기술이전 실적

b1. 난류시뮬레이터 개발

- 참여인력 : 이창훈
- 기술이전 계약기간 : 2015년 6.1-2030.5.31.
- 기술이전료: 1800만원+부과세 (2015년 8.4 입금)
- 기술이전 내용:
 - 교육용 난류시뮬레이터의 개발을 위한 유동 시뮬레이터
 - 산업체/학교 교육용 난류시뮬레이터의 개발
 - 편리한 사용자 시스템 구축을 통한 난류현상의 쉬운 이해 추구
 - 국제적 수요 고려한 범용 소프트웨어의 개발

C. 산학간 인적 물적 교류 실적

c1. (주)볼트시뮬레이션의 산학 장학생 및 취업 : 문기영(2010.03.01~현재까지)

- (주)볼트시뮬레이션으로 부터 장학금 수혜 금액: 3년간 총 9천만원
- 2016년 2월 박사학위 취득 후 (주)볼트시뮬레이션에 취직하기로 함
- 연구내용:

향후 전산유체역학을 대기 경계층에 적용 가능한 보다 정확하고 효율적인 방법 개발. 핵폭발 시 피해 예측을 위한 실시간 대응시스템의 신뢰성 확보를 위한 정밀 모수화 개발을 하고자 한다. 핵폭발 시 발생하는 화구의 상승작용에 따른 버섯구름의 형성 및 낙진 거동을 정확히 예측할 수 있는 수치모형을 개발한다.

정확한 유동현상의 예측을 위해서 대와류모사 기법을 적용하고 입자 거동 예측을 위한 입자운동방정식을 동시에 해석하여 버섯구름을 포함하여 낙진의 확산을 정확히 예측할 수 있는 모델을 개발한다.

개발된 모형은 초기 화구의 생성 예측모델 및 충격파 수치모델과 아울러 핵폭발에 따른 후속 거동 전체 과정을 예측할 수 있는 수치모형을 완성하게 된다.

c2. NIMS(국가수리과학연구소)와의 연계

본 사업단의 서진근 교수와 최정일 교수는 NIMS의 안치영 박사와 함께 좌심실내 혈류 흐름에 대한 공동연구를 수행하였으며 그 결과를 논문에 게재하였다.

- Jaeseong Jang, CY Ahn, K Jeon, J Heo, D Lee, C Joo, Jung-il Choi, Jin Keun Seo, A Reconstruction Method of Blood Flow Velocity in Left Ventricle Using Doppler Ultrasound, Computational and Mathematical Methods in Medicine, 2015, 108274, 201505

c3. 한국전파진흥협회 자문

본사업단의 정윤모 교수와 신진 연구인력인 정태욱 연구교수는 2013년 10월 방송통신 산업체를 대표하는 한국전파진흥협회와 UHD 콘텐츠 제작가이드라인 작성을 위한 범위 및 용어정의, 표준 작성에 대한 고려사항, 제작가이드라인 초안 작성에 대한 자문을 수행하였다. 또한 UHD 품질평가 개요 및 범위 조사, UHD 제작가이드라인 품질평가 고려사항, UHD 품질평가 방법 등에 대한 자문을 수행하였다.

c4. 가람에널리틱스 자문

장외과생상품 모델링, 장외과생상품 업무 시스템, 금융상품 Marketing automation & Contents marketing의 서비스를 제공하는 핀테크(FinTech) 전문 업체 가람에널리틱스의 자문을 2015년 7월 1일 ~ 2015년 10월 31일 기간동안 수행 중이다. 상품 트레이딩 시스템과 자산관리 서비스 등에서 고객 맞춤형과 고객 추천 서비스 및 상품을 제공하기 위해서는 데이터 분석의 응용이 필요하다. 기계학습의 수학적 방법론과 알고리즘을 바탕으로 앞으로 중소기업청 과제 수주 및 다양한 상품과 서비스 개발을 위해 지속적으로 협력할 계획에 있다.

D. 산학협력 연구 및 인적/물적 교류 계획

d1. 기업연계형 연구개발 인력 양성 프로그램 도입(계획)

본 사업단에서는 향후 산업계가 요구하는 R&D 및 산학공동 프로젝트 수행을 통한 현장중심의 연구인력 양성과 취업이 연계되는 인력양성 신모델을 구축하고, 계산과학 관련 산학협력을 기술 중심으로 선도해 나갈 세계적인 경쟁력을 갖춘 전문가 양성기관으로 발돋움하고자 한다.

d1.1. 프로그램명 : 과학계산 기반 엔지니어링 해석 SW 인력양성 프로그램

- 참여교수 : 계산과학공학과 교수 6명 (최정일, 박은재, 서진근, 이창훈, 이은정, 정윤모)
- 참여기업(총 4개사) : 경원테크 (반도체 SW), 볼트시물레이션 (환경/국방 SW), 지오시스템(해양/환경 SW), 에스앤위즈(제조 SW)

d1.2. 프로그램 계획 배경 및 필요성

- 엔지니어링 SW 인력양성은 정부의 핵심정책(제조업 3.0) 중 하나로 제조업 소프트파워 강화를 위해 종합대책을 수립 중에 있으며, 이를 위한 일부 사업을 시행하고 있음
- 엔지니어링 SW 전문가는 다학제적 전문지식(공학+수학+SW)을 갖추고 있어야 하며, 체계적인 수리모델링-시물레이션-시각화 과정을 통하여 문제 중심의 해석 SW를 개발 할 수 있음
- 엔지니어링 SW 개발사 자체로는 전문인력 양성 비용과 최소 2년 이상을 필요로 하는 양성시간을 감내하기 어려운 실정
- 본학과는 국내 유일의 계산과학공학 석박사 인력을 양성하는 독립학과로 본사업을 수행함이 학과의 위상과도 부합하며, 엔지니어링 SW 전문인력 양성에 적합함

d1.3. 기업연계형 프로그램 내용

- 인력양성 전 과정에 기업 참여 확대 : 연구인력 선발부터 학위 심사·부여까지 산학협력 전 과정에 기업 참여를 보장하고, 공동 R&D 후 채용 연계

- 기업수요 기반의 산학공동 프로젝트 수행 : 기업수요에 따라 다양하게 기업지원(브랜드개발, 상품기획, 디자인 등)을 할 수 있는 참여기업의 R&D를 기반으로 공동 프로젝트 수행하면서 연구인력(대학원생)을 양성함
- 기업수요형 대학원 교육 시스템 구축 : 기업의 수요를 받아 대학원 캡스톤디자인, 대학원 현장실습(기업 상주 파견)등 교육과정 개발·운영하고 학과의 지도교수와 기업체의 공동지도 연구원이 대학원생을 공동으로 관리
- 참여학생 고용연계 : 참여학생의 참여기업 및 동종업계 기업으로 취업

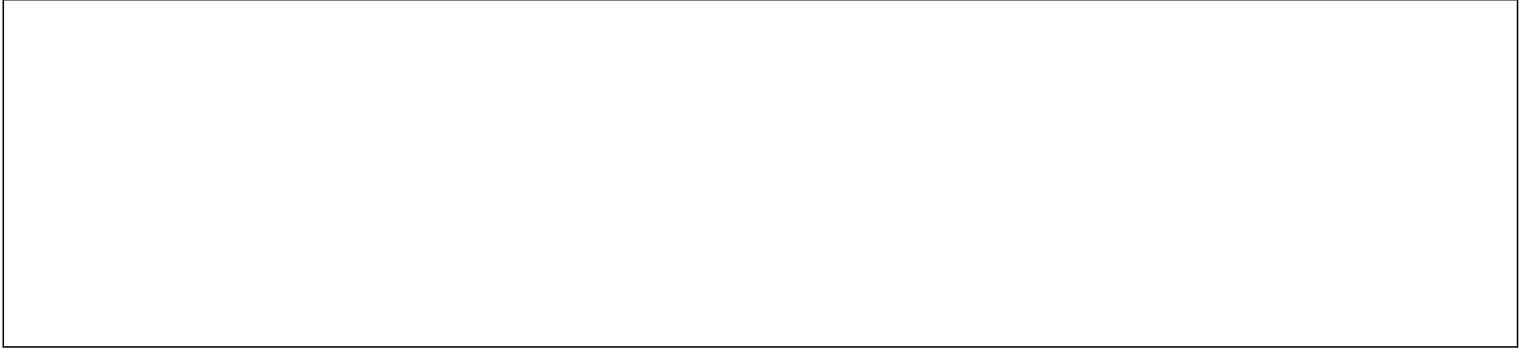
d1.4. 프로그램 수행 체계 및 수행방법

- 연세대학교 계산과학공학과(본 사업단)
 - 참여기업과 연계한 연구원 모집 및 학사 관리
 - 계산과학 산업석(박)사에 대한 교과목 이수체계 확립 및 이에 기초한 기초/고급/특론/캡스톤디자인 등 체계적인 교육 실시
 - 프로젝트 기반 산업인력 졸업생 공동관리
 - 참여기업과의 플라즈마 해석 SW, 방열설계 공학해석 SW, 화생방 피해예측 모델링 SW 개발에 대한 산학 공동 프로젝트 수행
- (주)경원테크 (참여기업)
 - (R&D) 반도체 제조공정 설계에 대한 독자 개발 K-SPEED 상용 SW 개선 및 차세대 K-Plasma SW 개발
 - (산학공동프로젝트) 반도체 및 디스플레이 분야의 플라즈마 해석 SW 개발을 위한 공동 프로젝트 수행 및 졸업생 프로젝트 공동관리
 - (인력양성) K-SPEED/K-Plasma SW의 활용 및 PIC-MCC-IBM 기반 플라즈마 해석 SW 모듈 개발에 대한 현장실습 주관
- (주)에스엔위즈 (참여기업)
 - (R&D) 기계/전자 관련 부품류 설계를 위한 범용성 열전달해석 및 방열해석 CAE SW 개발 및 상용화
 - (산학공동프로젝트) 범용 열전달 수리모델링 및 방열해석 SW 개발의 공동 프로젝트 수행 및 졸업생 프로젝트 공동 관리
 - (인력양성) 사출/주조 공정 해석 SW인 S&Casting 활용 및 열전달, 방열해석 SW 관련 모듈 개발에 대한 현장실습 주관
- (주)볼트시뮬레이션 (참여기업)
 - (R&D) Wearable/Portable 개인착용 표출장비/탐지센서와 연동된 화생방 피해 예측 모델링 시스템 개발
 - (산학공동프로젝트) 개인착용 표출장비/탐지센서와 클라우드 시스템 기반 NBC-RAMS SW간 인터페이스 개발 및 대용량 실시간 추출 SW 개발의 공동 프로젝트 수행 및 졸업생 프로젝트 공동관리
 - (인력양성) 화생방 피해예측 SW인 NBC-RAMS 활용 및 Wearable 화생방 피해 예측 시스템 관련 SW모듈 개발에 대한 현장실습 주관

d1.8. (주)지오시스템리서치 (참여기업)

- (R&D) 구조물 주변 상세 흐름 해석을 위한 자체 비정수압 모델 개발 및 고도화, 비정수압 모델과 정수압 모델과의 연계 연구
- (산학공동프로젝트) 하천 및 해양구조물 인근의 상세흐름 해석을 위한 모델 개발의 공동 프로젝트 수행 및 졸업생 프로젝트 공동관리
- (인력양성) 3차원 비정수압 모형을 적용한 유체 흐름 해석에 대한 캡스톤디자인 교과목 주관 및 3차원 비정수압 모형 적용에 대한 현장실습 주관

산학협력 연구 및 산학 간 인적/물적 교류의 우수성 (지역단위)



8.3 연구성과의 학문의 선도성 및 과학기술 대중화 등 사회 기여도 실적

=====

[목차]

=====

- A. 사업단 연구성과 및 연구의 우수성
 - B. 대외협력 및 사회기여
 - C. 향후 과학기술의 대중화 및 사회기여 계획
- =====

A. 사업단 연구성과 및 연구의 우수성

본 사업단은 계산과학 기반 수치해석 연구, 전산유체역학의 대기·환경 응용 연구, 수학기반 의료영상 연구 분야에 기반을 두고 다양한 분야에서 다년간 많은 연구 성과를 거두어 왔다.

(1) 논문명 : Asymptotically exact a posteriori error estimators for first-order div least-squares methods in local and global L2 norm

본 연구에서는 least squares methods를 이용하여 전통적인 energy functional이 아닌 L2 norm으로 오차를 측정하였을 때 수학적으로 엄밀하고 근사적으로 정확한 a posteriori error estimator를 디자인 하였다. Effectivity index의 계산을 통하여 제안된 방법의 우수성을 보여주고 있다.

(2) 논문명 : Impedance Imaging With First-Order TV Regularization

전기단층촬영기법(EIT) 문제는 illposedness를 가진 전형적인 역문제이므로 정칙화(regularization) 방법이 요구된다. 전통적으로는 Tikhonov regularization과 truncated SVD 등이 정칙화의 목적으로 자주 사용되어왔다. 최근 들어 total variation (TV) regularization이 EIT에서도 응용되기 시작하였다. 하지만 TV를 EIT에 성공적으로 적용하기 위해서는 몇 가지 제약 조건을 극복하여야 하는데, TV의 미분 불가능성이 극복되어야 하고, TV는 비선형적이므로 실용적으로 사용되기 위해서는 간단하고도 빠른 알고리즘을 필요로 한다. 이를 위하여 최적화 이론을 적용시켜 최근 급속도로 발전한 TV 알고리즘들을 성공적으로 EIT에 적용시켰다.

(3) 논문명 : Newton-LL* method for the second-order semi-linear elliptic partial differential equations

LL* 방법은 dual 작용소를 이용하는 방법으로 이를 Newton iteration에 이용할 경우 그 해의 낮은 미분가능성으로 인하여 iteration의 계속이 불가능하다. 이를 극복하기 위하여 개발되었던 Newton-LL* 방법을 최초로 second-order semi-linear elliptic 편미분 방정식에 적용하여 weak solution의 존재성과 유일성을 밝히고 그 수렴성을 증명하였다. 또한 3차 공간에서의 수치 시뮬레이션을 통하여 이러한 이론들을 뒷받침하는 근거를 제시하였다.

(4) 논문명 : Inverse Problem in Quantitative Susceptibility Mapping

생체 Quantitative Susceptibility Mapping(QSM) 방식은 인체가 자기장 안에 놓이면 자기 모멘트를 띠게 된다는 점에

기반하여, 그 자기 모멘트와 자기장을 연관시켜 주는 계수인 자화성(magnetic susceptibility)를 영상화하는 새로운 영상 기법이다. MRI 촬영의 기본 전제 조건은 자기장의 세기가 균일하다는 것이다. MRI에 인체가 놓이면 자기장의 미세한 변화가 일어나게 되고, 이로 인하여 전기 신호에는 위상의 변이가 일어나게 된다. 이 위상의 변이로부터 철분의 농도를 측정할 수 있다. 본 연구에서는 QSM에 관한 수리모델과 수학기론을 세우고, 영상의 streaking artifact의 존재성을 엄밀하게 분석한 최초의 연구이다.

(5) 논문명 : Spatial organization of large- and very-large-scale motions in a turbulent channel flow

직접수치모사기법을 사용하여 난류 채널유동에서 발견되는 거대스케일 유동(LSM, VLSMs)의 공간적 특성을 조사하였다. 거대스케일 유동은 유동방향으로 저속유동의 시간특성에 따라 성장, 병합되어짐을 관찰하였다.

(6) 논문명 : Anomaly depth detection in trans-admittance mammography: a formula independent of anomaly size or admittivity contrast

이 논문에서는 새로이 개발한 high density trans admittance mammography (TAM) system과 도전을 영상 복원 알고리즘을 처음으로 수학적으로 분석하였다. 포텐셜 이론을 통하여 개발된 알고리즘의 작용 원리와 얻어지는 수치들의 의미를 분석하였다. 기존의 EIT 분야에서의 anomaly 탐지 알고리즘들이 anomaly의 위치와 그 크기, 그리고 admittivity contrast가 서로 연관이 있어 독립적으로 이러한 정보를 얻어 내는 것이 불가능 했던데 반해 이 논문에서는 최초로 독립적으로 anomaly의 위치를 추정하는 수식을 제시하였다.

(7) 논문명 : Flow of a Williamson fluid over a stretching sheet

윌리엄슨 유체에 대한 2차원 유동특성을 연구하였다. 상사변환 및 경계층 이론을 기반으로 유체 지배방정식을 단순화하였다. 이에 대해, Homotopy 기법을 사용하여 윌리엄슨 유체의 다양한 물리적인 특성을 제시하였다.

(8) 논문명 : Electrical impedance spectroscopy for electro-mechanical characterization of conductive fabrics

본 연구는 전도성 섬유를 이용하여 임피던스 기반 압력측정법을 이용하면 정적/동적 압력변화를 동시에 측정할 수 있으며, 비격자 형태로 외부에 부착된 전극만을 이용해서 내부 압력변화를 추정할 수 있다는 것을 보인 연구이다.

(9) 논문명 : A mathematical and numerical framework for ultrasonically-induced Lorentz force electrical impedance tomography

초음파와 자장과 로렌츠 힘을 이용하여 전류를 발생하여 저항률 분포를 새로운 수리모델을 개발하였고, 수치실험과 생체실험을 통해 정당성을 입증하였다.

(10) 논문명 : Numerical Simulation of Nanoparticle Fraction for the Peristaltic Flow of a Six Constant Jeffrey's Fluid Model

움직이는 파형의 비대칭 벽 사이의 비뉴턴유동과 부유된 나노입자들의 거동에 대한 수치적 연구를 수행하였다. 레이놀즈수는 매우 낮다고 가정하였고 5차 Runge-Kutta 방법을 이용하여 수치적으로 해를 구하고 해의 특성을 여러 가지 무차원 파라미터의 거동을 통해 설명하였다.

(11) 논문명 : Regularizing a linearized EIT reconstruction method using a sensitivity-based factorization method

인체조직의 이방성도전률을 전기임피던스로 측정해내는 새로운 방식과 수학적론에 관한 것이다. 전극배역을 최적화하여 측정된 전압-전류 관계로부터 이방성도전률을 계산하는 공식을 개발하였다.

(12) 논문명 : A new computer-aided detection method of brain metastases on contrast-enhanced MR images

MR의료영상을 이용하여 두뇌에 발생하는 초기 종양(6 mm 이하)을 자동적으로 발견해내는 알고리즘을 개발하였다. 기하학적 특성과 크기를 고려하여 뇌종양으로 의심되는 반점을 포함하면 0이 아닌 값을 가지고, 그렇지 않으면 0을 가지는 새로운 filtering 함수를 고안하였다. 제안된 방법은 높은 sensitivity 레벨을 가지고 있으면서 상대적으로 적은 false-positive를 가지고 있다.

(13) 논문명 : Large-eddy simulation of turbulent flow and dispersion over a complex urban street canyon

실제 도심지형에 대한 대외류 모사 (Large Eddy Simulation)를 수행하여 도깨노피의 유동 및 확산 특성에 대하여 고찰하여, 건물 밀집도에 따른 오염물질 확산에 대한 정량적 분석을 통하여 도심지역 확산 특성을 제시하였다. 특히, 저층 건물 밀집지역에 배출원이 위치한 경우, 높은 난류량으로 인해 오염물질이 상대적으로 넓게 퍼지는 것을 볼 수 있다. 반면에 배출원이 도시협곡 내부에 있는 경우 풍향이 협곡과 평행하면 낮은 난류량과 높은 풍속으로 인하여 오염물이 협곡 내부로 빠르게 확산 되는 현상을 관찰하였다.

(14) 논문명 : Mathematical modeling of mechanical vibration assisted conductivity imaging

전기단층촬영기법은 생체조직의 전기적 특성을 나타내는 생체 임피던스를 영상화한다. 이 논문에서는 외부에서 물리적 진동을 가함으로서 내부의 도전율과 유전율을 분포에 변화를 주어 이를 이용해 차이 데이터를 만들어 내부의 도전율 분포도를 이미지화 해내는 전기임피던스 단층촬영기법 알고리즘을 처음으로 제안하였다. 또한 이 기법을 효과적으로 적용 시키고 기존의 전기임피던스 단층촬영기법들에 비해 상대적으로 고해상도의 이미지를 추출해 낼 수 있는 새로운 구조의 전극 배열을 제시하는 하였다.

(15) 논문명 : Design of a microscopic electrical impedance tomography system for 3D continuous non-destructive monitoring of tissue culture

오랜시간 지속적인 세포배양 관찰을 위해서는 non-invasive and low cost 방법이 필요하다. 이를 위하여 본 연구를 통해 새로운 micro-EIT 시스템 구조와 내부 도전율 시간차 변화 분포의 이미지 재건 알고리즘을 제안하였다. 실제 육면체의 micro-EIT시스템을 제작하여 실험을 하였고 이를 통해 얻은 데이터로 시간에 따른 도전율 변화 이미지를 성공적으로 재건하였다. 이는 기존의 EIT 보다 고해상도의 이미지를 제공하고 세포 배양에 있어 그동안 관찰하지 못했던 특성들을 제안할 수 있다는 점에서 그 응용이 다양할 것으로 기대한다.

(16) 논문명 : Feasibility of anomaly detection and characterization using trans-admittance mammography with 60x60 electrode array

유방암 발견을 위해 가장 많이 쓰이는 방법은 유방조영상(mammogram)이지만 그 정확도가 많이 떨어지는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 본 연구에서는 high density trans admittance mammography (TAM) system을 제안 하였다. 새로운 60x60의 전극 배열과 전류 주입 방식을 제안하고 anomaly detection을 위한 알고리즘을 제안하였다. 실제 실험을 통하여 그 유효성도 검증하였다. 실제 유방조영상의 부정확성은 많은 통계적 보고를 통해 널리 알려져 있다. 유방암 검사 시에 TAM 시스템을 부가적인 검사 툴로 이용한다면 좀 더 정확한 진단을 내릴 수 있으리라 기대한다.

(17) 논문명 : Modification of particle-laden near-wall turbulence: Effect of Stokes number

난류 채널유동에서 부유된 입자의 영향으로 벽 근처 난류의 변화현상을 수치적으로 모사하고 물리적 설명을 제시하였다. 입자의 크기 매우 적거나하여 스토크스수가 충분히 적을 때는 이로 인해 벽 근처 난류의 강도가 강해지는 현상을 발견하였다. 이는 입자가 충분히 작아서 입자들이 유체와 거의 한 움직임을 보이는 반면 상대적으로 입자의 무게가 무거워서 마치 유체의 관성을 키운 효과를 가져오기 때문인 것을 수치적 결과 및 이론적으로 설명하였다.

(18) 논문명 : Gravity-driven clustering of inertial particles in turbulence

중력의 영향이 상대적으로 큰 구름 내 액적의 경우 중력에 의해 하강하는 과정에서 주변 난류와의 상호작용에 따라 액적의 분포가 균일하지 않고 수직 띠 형태의 응집현상을 보이곤 한다. 이 현상의 설명을 위해서 입자 부유된 등방성 난류의 수치모사를 수행하였다. 결과적으로 중력에 의해서 액적이 경험하는 배경 난류유동의 특정 물리량인 수평면에서의 convergence 특성이 비대칭적 특성을 갖기 때문임을 최초로 밝혔다.

(19) 논문명 : Behavior of particles in turbulence over a wavy boundary

파형의 바닥 위를 지나는 난류유동에 부유된 입자들의 거동을 직접수치모사를 이용하여 해석하였다. 파형의 골과 정상 근처에서의 난류구조의 거동이 매우 다르고 이에 따라 부유된 입자들의 응집현상도 매우 비균질함을 발견하였다. 입자의 크기에 따라서 파형의 정상으로 접근하는 지역에 입자들이 뭉쳐지고 평평한 바닥 위에서 발견되었던 유동방향의 띠 모양의 응집현상은 상대적으로 약해지는 것을 발견하였다.

(20) 논문명 : Electrical tissue property imaging at low frequency using MREIT

우리 연구팀은 도전율과 측정데이터 사이의 비선형적인 연관성을 기술하는 Biot-Savart 법칙을 분석해, 측정된 Bz 데이터의 2차 미분인 Laplacian이 도전율 분포의 등전위면 방향 변화율을 감지한다는 사실을 규명했다. 두 개의 서로 독립된(linearly independent) 전류주입에 의해 측정대상 영역에서 유기된 두 종류의 전류밀도 벡터장이 이루는 평행사변형의 면적이 모든 영역에서 0이 아니라면, Bz 데이터만으로 충분히 도전율의 공간변화를 완벽하게 표현해 낸다. MREIT와 EIT의 역문제의 이론적인 해석을 하였다.

(21) 논문명 : A pressure distribution imaging technique with conductive membrane using electrical impedance tomography

전기임피던스 토모그래피 장치를 conductive membrane의 경계면에 설치하여 새로운 압력센서의 수리모형을 제안하고, 수치실험을 통해 정당성을 보였다. 이 새로운 방식은 특허출원 예정이다.

(22) 논문명 : Mathematical modeling in full-field optical coherence elastography

본 연구는 광학적 단층촬영의 유연성을 높이기 위한 연구로 세포의 병리학적 상태를 비침습적인 방식으로 얻어내는 새로운 모델에 관한 것이다.

(23) 논문명 : Electrical impedance spectroscopy-based defect sensing technique in estimating cracks

본 연구는 콘크리트 구조물의 균열상태를 검사하는 새로운 전기 임피던스 방식이다. 주입전류의 주파수를 조정하여 균열의 정성적인 성질을 평가하는 방식이다. 이 결과로 본 학과 대학원생 장정정은 2014년 영국 브리트톨에서 개최된 역문제학회에서 최우수 포스터상을 수여하였다.

(24) 논문명 : Evaluation of a multi-electrode bioimpedance spectroscopy tensor probe to detect the anisotropic conductivity spectra of biological tissues

인체조직의 이방성도전률을 전기임피던스로 측정해내는 새로운 방식과 수학적론에 관한 것이다. 전극배역을 최적화하여 측정된 전압-전류 관계로부터 이방성도전률을 계산하는 공식을 개발하였다.

(25) 논문명 : Conductivity and permittivity image reconstruction at the larmore frequency using MRI

본 연구는 MRI장치를 이용하여 도전률을 구하는 Electrical Potential Tomography에 관한 연구이다. 기존의 복원방식은 다른 물질간의 경계면에서 심각한 왜곡현상이 발생하는데, 새로운 수학적론으로 이를 일부분 해결하였다.

(25) 논문명 : Series solution of magneto-hydrodynamic boundary layer flow over bi-directional exponentially stretching surfaces

바닥면에 두 방향으로 exponential 한 분포로 stretching 하는 경계층에서 자기수력 경계층 유동의 시리즈해를 최초로 구했으며, 해의 특성을 대표적인 유동량인 벽 마찰계수의 변수에 따른 변화를 고찰하였다.

(26) 논문명 : Exponentially Stagnation Point Flow of Non-Newtonian Nanofluid over an Exponentially Stretching Surface

Exponential 분포로 stretching 하는 경계층에서 나노입자들이 부유된 비뉴턴 유체의 정체유동에 대한 해를 해석적으로 구했으며, 해의 특성을 벽에서의 열전달계수나 마찰계수의 분포 및 변수에 따른 영향 등을 고찰하였다.

(27) 논문명 : Biomechanical Analysis of Eyring Prandtl Fluid Model for Blood Flow in Stenosed Arteries

혈관 벽과 같이 단면적이 변하는 파이프 유동에서 비뉴턴 유체인 Eyring Prandtl 유체의 거동에 대해서 해석적 해를 구하고 여러 변수의 따른 압력의 분포 및 유선의 분포의 고찰을 통해 혈관유동모델을 제시하였다.

(28) 논문명 : Inhomogeneous distribution of water droplets in cloud turbulence

중력의 영향하에 낙하하는 미세 액적의 분포가 fractal structure를 구성하고 있으며 이론적으로 Kaplan-Yorke

dimension을 제시하고 수치적으로 검증하였다.

(29) 논문명 : A Phase-field fluid modeling and computation with interfacial profile correction term

기존의 Phase-field model에 사용되는 Cahn-Hilliard 모델에 대해서, interfacial profile 부정확성을 극복하는 수정된 Cahn-Hilliard 모델을 제공하였으며, 이에 대해, falling droplets, Rayleigh instability 등 물리적인 문제에 적용하여 보다 나은 결과를 얻었다.

(30) 논문명 : Fast local image inpainting based on the Allen-Cahn model

유실된 영상에 대해, Allen-Cahn 방정식의 수치해를 통해 Curvature-driven diffusions을 고려하여 영상복원을 시도하였다. 특히, 본 영상복원 기법은 부분적으로 소실된 영상 영역에 대해서 local Allen-Cahn 수치해를 이용함으로써, 향상된 복원속도 및 안정한 영상복원기법을 제시하였다.

(31) 논문명 : FOSLL* for nonlinear partial differential equations, accepted to SIAM Journal on Scientific Computing

비선형 편미분 방정식에서 regularity가 낮은 해의 근사해를 찾는 방법에 대해서 연구를 하였다. Dual 작용소를 이용하여 그 미분가능성이 낮은 해도 근사해를 찾아 낼 수 있다는 것을 보였으며 편미분 방정식이 비선형이어도 선형화 과정을 거쳐, 선형화 과정에서 요구되는 해의 높은차수 미분가능성에 대한 제약을 완화시킴으로써, 근사해의 수렴성을 증명하고 이를 수치 시뮬레이션을 통해 검증하였다. 이 연구를 통해 소개한 방법은 최소자승법으로 비선형 편미분 방정식의 L2-approximation을 direct로 구하는 방법을 처음으로 제시하였고 그 분석 또한 처음으로 이루어 졌다.

(32) 논문명 : Combining frequency-difference and ultrasound modulated electrical impedance tomography

전기임피던스 tomography 기술은 이미징 하고자 하는 영역의 모양과 전극의 위치에 아주 큰 영향을 받는다는 단점이 있다. 독일 Stuttgart 대학의 Harrach 교수와 이은정 교수는 이런 단점을 극복하기 위해 ultrasound 조절을 통한 EIT measurement를 이용하여 이런 기하학적인 구조로부터 자유로운 frequency difference 데이터를 이용한 anomaly의 위치 추적 알고리즘을 개발하였다.

(33) 논문명 : Least squares method for a nonlinear Stokes problem in glaciology

Glaciology에서 흔히 다루어지는 비선형 Stokes 방정식을 negative-norm 최소자승기법을 이용하여 그 근사해를 찾는 최초의 시도이다. 이론적으로 weak solution의 존재성과 유일성을 밝혔으며 2차공간에서의 수치 시뮬레이션에서 성공적인 결과를 도출하였다.

(34) 논문명 : Illusory Shapes via First-Order Phase Transition and Approximation

Phase fields와 phase transitions을 이용하여 illusory shapes이 1에 가까운 phase 값을 가지고 그 외의 부분은 0에 가까운 값을 가지게 하는 모델을 고안하고 모델의 수학적 성질과 수치 계산 방법을 제안하였다.

(35) 논문명 : Asymptotically exact a posteriori error estimators for first-order div least-squares methods in local and global norm

본 연구에서는 least squares methods를 이용하여 전통적인 energy functional이 아닌 L2 norm으로 오차를 측정하였을 때 수학적으로 엄밀하고 근사적으로 정확한 a posteriori error estimator를 디자인 하였다. Effectivity index의 계산을 통하여 제안된 방법의 우수성을 보여주고 있다.

(36) 논문명 : Dynamic frictionless contact of a nonlinear beam with two stops

비선형 빔 방정식으로 표현되는 Gao model에 대하여 시노리니 형태의 접촉문제 모형을 제안하고 적절한 수치해법을 고안 하였다. 제안된 수치 모형에 대하여 에너지 균형이론을 증명하고 수치실험을 통하여 알고리즘을 검증하였다. 특히, Gao 수학 모형은 선형 모형과 달리 buckling 현상을 허용하며 이는 수치적으로 관찰할 수 있었다.

B. 대외협력 및 사회기여

b1. 핵폭발 Particle Entrainment Model 개발

- (주)볼트시뮬레이션과 공동연구

핵폭발시 피해 예측을 위한 대응시스템의 신뢰성 확보를 위해서 실제 핵폭발에 따른 화구의 상승작용에 따른 버섯구름의 형성 및 낙진 거동을 정확히 예측할 수 있는 수치 모형을 개발하였다. 정확한 유동현상의 예측을 위해서 대와류모사 기법을 적용하고 입자 거동 예측을 위한 입자운동방정식을 동시에 해석하여 버섯구름을 포함하여 낙진의 확산을 정확히 예측할 수 있는 모델을 개발한다. 개발된 모형은 초기 화구의 생성 예측모델 및 충격파 수치 모델과 아울러 핵폭발에 따른 후속 거동 전 과정을 예측 할 수 있는 수치모형을 완성하였다.

b2. 입자와 유동사이의 상호작용 분석을 통한 환경술류션 프로그램 개발

- (주)볼트시뮬레이션과 공동연구

대기 중 미세먼지 확산 예측 수치모형 제시하는 프로그램을 개발하였다. 미세먼지 부유된 난류유동의 수치모델을 통해 입자 거동 예측모델과 대기 중 미세먼지 확산 예측 수학적 모델 및 수치모델 제시 하였다. 이를 바탕으로 환경술류션 프로그램 개발을 위한 알고리즘 및 코드의 개발을 완성하였다.

b3. 도심지 확산예측을 위한 대와류모사 연구

- (주)볼트시뮬레이션과 공동연구

도심지 미세먼지 확산 예측 정밀분석모델 제시 하였다. 도심지 건물의 영향을 반영할 수 있는 가상경계법의 제시 하고 대와류모사의 적용시 필요한 경계조건의 개발 하였다. 미세먼지 확산 정밀 분석 도구의 개발도 완성하였다.

b4. 핵폭발 실시간 대응모델 개발(VectorBlast)

- (주)볼트시뮬레이션과 공동연구

폭발 피해예측 실시간 모델 Vector blast 소스코드 (Fortran2003) 개발 : 직육면체의 구조물에서 모든 면들이 받는

blast loading을 구하는 기술구현 하고 코드 구현을 통하여 blast wave의 회절에 의한 현상 계산 하였다. 폭발에 의한 구조물이 받는 피해 예측을 통한 예방 방안수립 활용 할 수 있다.

b5. Microlocal Analysis를 통한 CT영상에서 금속물에 의한 영상왜곡 해결

- (재)삼성미래기술육성재단과의 산학과제

CT 영상에서 Metal artifact가 생기는 원인에 관한 수학적 구조를 정밀하게 분석하고 상기분석이 타당함을 수치시물레이션과 판톰 실험으로 검증하였다.

b6. 난류시뮬레이터 개발

교육용 난류시뮬레이터의 개발을 위한 유동 시뮬레이터를 개발 하였다. 이는 산업체 및 학교에서 쓰일 수 있는 교육용 난류시뮬레이터로 편리한 사용자 시스템 구축을 통한 난류현상의 쉬운 이해 추구 하며 국제적 수요 고려한 범용 소프트웨어 이다.

b7. NIMS(국가수리과학연구소)와의 연계 공동연구

본 사업단의 서진근 교수와 최정일 교수는 NIMS의 안치영 박사와 함께 좌심실내 혈류 흐름에 대한 공동연구를 성공적으로 수행 하였다.

b8. 한국전파진흥협회 자문

본사업단의 신진 연구인력인 정태욱 연구교수는 2013년 10월 방송통신 산업체를 대표하는 한국전파진흥협회와 UHD 콘텐츠 제작가이드라인 작성을 위한 범위 및 용어정의, 표준 작성에 대한 고려사항, 제작가이드라인 초안 작성에 대한 자문을 수행하였다. 또한 UHD 품질평가 개요 및 범위 조사, UHD 제작가이드라인 품질평가 고려사항, UHD 품질평가 방법 등에 대한 자문을 수행하였다.

b9. 가람에널리틱스 자문

장외과생상품 모델링, 장외과생상품 업무 시스템, 금융상품 Marketing automation & Contents marketing의 서비스를 제공하는 핀테크(FinTech) 전문 업체 가람에널리틱스의 자문을 2015년 7월 1일 ~ 2015년 10월 31일 기간동안 수행 중이다. 상품 트레이딩 시스템과 자산관리 서비스 등에서 고객 맞춤형과 고객 추천 서비스 및 상품을 제공하기 위해서는 데이터 분석의 응용이 필요하다. 기계학습의 수학적 방법론과 알고리즘을 바탕으로 앞으로 중소기업청 과제 수주 및 다양한 상품과 서비스 개발을 위해 지속적으로 협력할 계획에 있다.

b10. 현장에서 활용 가능한 인재 양성을 통한 산학간 인적 물적 교류

- (주)볼트시물레이션의 산학 장학생 및 취업 : 문기영(2010.03.01~현재까지)
 - (주)볼트시물레이션으로 부터 장학금 수혜 금액: 3년간 총 9천만원
 - 2016년 2월 박사학위 취득 후 (주)볼트시물레이션에 취직하기로 함
- 기업연계형 연구개발 인력 양성 프로그램 도입 계획

본 사업단에서는 향후 산업계가 요구하는 R&D 및 산학공동 프로젝트 수행을 통한 현장중심의 연구인력 양성과 취업이 연계되는 인력양성 신모델을 구축하고, 계산과학 관련 산학협력을 기술 중심으로 선도해 나갈 세계적인 경쟁력을 갖춘 전문가 양성기관으로 발돋움하고자 한다.

[프로그램명 : 과학계산 기반 엔지니어링 해석 SW 인력양성 프로그램]

- 참여교수 : 계산과학공학과 교수 6명 (최정일, 박은재, 서진근, 이창훈, 이은정, 정윤모)
- 참여기업 : 경원테크 (반도체 SW), 볼트시뮬레이션 (환경/국방 SW), 지오시스템(해양/환경 SW), 에스앤위즈(제조 SW)
- 엔지니어링 SW 인력양성은 정부의 핵심정책(제조업 3.0) 중 하나로 제조업 소프트웨어 강화를 위해 종합대책을 수립 중에 있으며, 이를 위한 일부 사업을 시행하고 있음, 엔지니어링 SW 전문가는 다학제적 전문지식 (공학+수학+SW)을 갖추고 있어야 하며, 체계적인 수리모델링-시뮬레이션-시각화 과정을 통하여 문제 중심의 해석 SW를 개발 할 수 있음, 엔지니어링 SW 개발사 자체로는 전문인력 양성 비용과 최소 2년 이상을 필요로 하는 양성시간을 감내하기 어려운 실정
- 본학과는 국내 유일의 계산과학공학 석박사 인력을 양성하는 독립학과로 본사업을 수행함이 학과의 위상과도 부합하며, 엔지니어링 SW 전문인력 양성에 적합함

C. 향후 과학기술의 대중화 및 사회기여 계획

c1. 계산과학공학의 대중화

미래가치를 지향하는 기초 및 응용 연구의 핵심은 자연현상 및 공학문제를 수학 및 이공학, 의생명과학 분야의 지식을 융합하여 기존의 개별 학문이 설명하기 어려웠던 문제들을 해결하는 것이며, 이러한 다학제간 연구는 물리 기반 수학적 모델링, 계산수학, 시뮬레이션 등을 기반으로 하는 계산과학공학을 중심으로 가능하다. 선진국에서는 계산과학공학 연구 분야의 필요성이 이미 수십년 전부터 일반화 되었으며 대학원 독립학과 및 협동과정 설립을 지원하여 전문가를 양성하고 관련 연구 분야를 확대하고 있다. 국내에서는 2010년에서야 계산과학공학회가 설립되었으며 근래 들어 국가 초고성능 컴퓨팅 법안 통과로 인한 전문 인력 양성의 필요성을 절감하고 있다. 본 사업단이 속한 계산과학공학과는 2009년 설립된 국내 유일의 독립된 형태의 계산과학공학과 이다. 2011년 2월에 첫 석사 졸업생을 배출한 이래로 매년 꾸준히 석, 박사를 배출하여 사회에 진출시킴으로써 계산과학공학 전공자를 사회에 배출하고 각종 학술 대회 등의 발표를 통하여 계산과학공학의 역할을 꾸준히 알리고 있다. 또한 대중강연을 통하여 계산과학공학의 필요성과 중요성을 일반에 알리는 역할을 지속적으로 해 나갈 계획이다.

c2. 사회 기여 계획

c2.1. 첨단 과학 기술의 발전에 기여

미국 NSF(National Science Foundation)에서도 수치기반 첨단과학 분야의 원천기술 개발의 중요성을 제기하였으며 최첨단 기술개발에는 장기간, 고비용의 물리적 실험과정을 수반하게 되므로 정확한 수학적 모델 수립, 최적화, 효과적인 계산방법 사용, 수치모사(Computer Simulation) 등에 의한 차세대 기술개발 전략이 요구되고 있다. 예를 들면, 첨단 의료영상 분야의 경우, 수학, 의공학, 전자공학, 기계공학 등의 기초 연구 결과들은 계산과학공학의 기술을 통해 융합되고 그 물리현상 규명과 의료 영상의 시각화가 가능하다. 또한 계산과학공학은 실측(real scale) 실험이 불가능한 거대 자연현상(대기해양환경 분야)을 수리 모델링 및 시뮬레이션에 의해 예측/추정을 가능하게 하며, 첨단 공학(국방과학, 우주항공 분야 등) 연구의 장기간의 고비용 실험과정을 대체할 과학계산 기반 해석 및 설계 기술을 제공할 수 있다.

c2.2. 산업체 즉시 활용 가능한 인력 제공

c2.2.1. 산업용 해석 소프트웨어 전문가 양성을 통한 기업의 인력난 완화

- 현실 문제에 대한 수리모델링-수치 시뮬레이션-시각화 과정을 체계적으로 수행할 수 있는 공학 해석 소프트웨어 고급 인재 양성
- 산업체 연계 현장실습 교육을 통한 산업체의 요구에 부응하는 인력 양성

c2.2.2. 기업 연계형 연구인력 양성을 통한 경쟁력 강화

- 기업차원에서는 해석 소프트웨어 전문가 양성에 대한 비용 및 시간의 절감 효과가 있으며, 대학과 연계하여 기업체에 특화된 전문가를 현장에 바로 투입시킬 수 있어 제품의 품질 및 시장 경쟁력 강화와 기업의 부가가치 창출이 가능

c2.2.3. 산학 공동 프로젝트를 수행한 결과물에 대한 기대효과

- 국산 알고리즘, 기술 개발을 통한 수입 기술 대체 및 외화절감

<글로벌 역량 영역>

9 교육의 국제화 전략

9.1 교육의 인프라 국제화 현황 (최근 2년)

가. 대학원 과목 외국어 강의비율, 외국인 교수·학생 비율 및 학위논문 외국어 작성 비율

<표 16> 교육의 인프라 국제화 현황 (학과 전체 기준)

항목	구분	최근 2년간 실적			전체기간 실적
		2013년	2014년	2015년	
외국어 강의	사업단 학과(부) 개설과목 수	14	26	13	53
	외국어강의 수	14	25	12	51
	비율 (%)	100%	96.15%	92.31%	96.23%
외국인 전임교수	사업단 학과(부) 전임교수 수	-	-	-	0
	외국인 전임교수 수	-	-	-	0
	비율 (%)	0%	0%	0%	0%
외국인 대학원생	사업단 학과(부) 대학원생 수	20	41.5	23	84.5
	외국인대학원생 수	5	8.5	4.5	18
	비율 (%)	25%	20.48%	19.57%	21.3%
외국어학위논문	사업단 학과(부) 대학원생 학위논문 수	0	8	5	13
	대학원생 외국어 작성 학위논문 수	0	8	5	13
	비율 (%)	0%	100%	100%	100%

나. 외국인 교수 연구실적 및 교과담당계획 (학과전체기준)

본 학과에는 외국인 교수가 없으나, 개설되는 강좌는 모두 영어로 진행되고 외국인 교수가 담당하는 강의 및 연구지도 부분의 제약점을 본 학과의 국내교수들이 충분히 소화해 내고 있다. 또한 해외학자들의 정규강좌 공동개설, 단기집중강연, 특강 등을 통하여 학생들에게는 해외 석학의 강의를 들을 수 있는 기회를 제공하였으며 이를 지속적으로 유지할 계획이다. 이 외에도 해외 석학들의 대학원생들 논문지도 및 공동연구를 지속적으로 해 나갈 수 있도록 할 계획이다. (이미 박사학위 논문 peer-review 프로세스에 해외학자들이 수개월 전부터 개입되어 논문 심사를 하고 있으며 뿐만 아니라 연구에 있어서도 해외학자와 대학원생들이 활발하게 공동연구를 진행하여 최고 수준의 학술지에 제1저자로 논문을 게재하는 학생들이 증가하고 있다. 지난 2년간 해외학자와 참여교수와의 공동연구도 활발히 진행되어 총 20편의 논문이 SCI 상위 저널들에 게재 및 투고된 상태이다.)

9.2 교육 프로그램의 국제화 현황

① 대학원생 국제교류

본 사업단은 대학원생의 국제교류를 위하여 박사학위 논문 심사에 해외학자의 참여를 적극적으로 권장하고 있으며 이를 지난 2014년부터 실시하고 있다. 또한 사업단 참여교수도 해외대학 박사학위 논문 심사에 참여하고 있다. 대학원생의 단기 해외대학 방문 및 해외학자 방문 시 정기적인 세미나를 통하여 대학원생과 해외교수와의 공동연구를 적극적으로 추진해 오고 있으며 이를 지속해나갈 계획이다.

[목차]

- A. 학위논문 국제 공동심사 committee 운영
 - a1. 본 사업단 박사학위 논문심사에 해외학자 참여
 - a2. 사업단 참여교수의 해외대학 박사학위 논문심사에 참여
- B. 대학원생과 해외교수와의 공동연구 실적
 - b1. 1차년도(2013년 2학기) 공동연구
 - b2. 2차년도(2014년 1학기 및 2학기) 공동연구
 - b3. 3차년도(2015년 1학기) 공동연구

- A. 학위논문 국제 공동심사 committee 운영
 - a1. 본 사업단 박사학위 논문심사에 해외학자 참여

본 학과의 내규에는 박사학위 논문의 경우 5인의 심사위원회를 구성하게 되어 있으며, 이 중 외부인사는 2인까지로 하고 있다. 졸업학기에 박사학위 논문에 대한 예비심사와 본심사가 이루어지는 경우 실질적으로 해외학자들의 일정 등을 감안하면 학위논문에 대한 심사가 참여가 쉽지는 않은 편이다. 본 학과에서는 박사학위 논문예비심사를 8개월 전에 하도록 내규에 정하고 있으며, 예비심사에서 심사위원들이 pre-viva report를 작성하여 졸업예정자들이 충분한 시간을 갖고 심사위원의 comment에 대하여 심도 깊은 고찰이 이루어지게 하고 있다. 지난 2015년 2월에 박사학위를 취득한 4명의 대학원생들에 대하여 해외학자가 방문하였을 때 예비심사를 진행하였다.

- o Hongkai Zhao(University of California, Irvine, 미국) : 2014.08.12.
 - 박사과정 박형석 논문 심사 : Analysis of Metal Artifacts and its Reduction Methods in X-ray
 - 박사과정 최재규 논문 심사 : Inverse Problem in Quantitative Susceptibility Mapping
- o Habib Ammari (Ecole Normale Superieure, 프랑스) : 2014.07.31
 - 박사과정 권혁남 논문 심사 : Inverse Problem for Electrical Tissue Property Imaging
 - 박사과정 장정정 논문 심사 : Nonlinear inverse Problems for coefficient Identification in Elliptic PDE
- o Soleimani Manuchehr (Bath University, 영국) : 2014.10.29
 - 박사과정 권혁남 논문 심사 : Inverse Problem for Electrical Tissue Property Imaging

- 박사과정 장정정 논문 심사 : Nonlinear inverse Problems for coefficient Identification in Elliptic PDE

a2. 사업단 참여교수의 해외대학 박사학위 논문심사에 참여 (2014.01)

(1) 본 사업단의 서진근 교수는 2014년 1월 해외학자인 Habib Ammari 교수의 지도학생인 Lsurent Seppercher과 Laure Giovangigli 두 명의 박사학위 심사에 참가하였다. 이들 두 학생은 2013년에 본 학과를 3주간 방문했고, 서진근 교수와 4편의 논문을 작성하여 국제 저널에 게재하였다.

- L. Giovangigli (supervised with J. Garnier), Mathematical Modeling for Cell Membrane Imaging, PhD Thesis, University of Paris VII, June 2014 (Reviewers: D. Auroux and J. Schotland, J.K. Seo)

- L. Seppercher (supervised with J. Garnier), Mathematical Modeling of Biomedical Imaging by Mechanical Perturbations, PhD Thesis, University of Paris VI, June 2014 (Reviewers: O. Scherzer and J. Schotland, J.K. Seo)

(2) 본 사업단의 이은정 교수는 몽고과학기술대학 수학과와 Ulziibayar Vandandoo 박사과정학생의 학위 논문심사를 하였다. Ulziibayar Vandandoo 학생은 2014년 6월23일부터 7월2일까지 본 사업단이 속한 계산과학공학과를 방문하여 이은정 교수와 학위 논문 세미나를 하였고 이후 이메일을 통해 논문에 대해 논의를 하였다.

- High-order finite-difference schemes for numerical solution of some partial differential equations

(3) 본 사업단의 이은정 교수는 파키스탄 Islamabad에 있는 Quaid-i-Azam University 수학과 Iffat Zehra 학생의 박사학위 논문을 2014년 12월에 심사하였다. Quaid-i-Azam 대학의 Sohail Nadeem 교수가 본 사업단이 속한 계산과학공학과를 방문 중 수치해석 전공인 이은정 교수와 유체 방정식을 유한요소법으로 푸는것에 대해 논의 후 Quaid-i-Azam 수학과 학생인 Iffat Zehra 박사과정학생이 유한차분법을 이용해 유체 방정식을 근사적으로 푸는 방법을 제시한 박사학위 논문 심사를 의뢰하였다.

- Numerical solution for steady flows with pressure dependent viscosities

B. 대학원생과 해외교수와의 공동연구 실적

b1. 1차년도(2013년 2학기) 공동연구

(1) Habib Ammari 교수 (Ecole Normale Superieure & Director of Research at CNRS, 프랑스) 협력연구(2013.10.)

1. 이경훈 학생과 함께 매주 월요일 오전 10:00-12:00에 미팅을 가지며 Fabric EIT: Electro-mechanical Imaging이라는 주제에 대하여 토의하고 연구를 진행하였다. 이 주제에 대한 논문의 초안을 완성하였다. (저자: Ammari Habib, 서진근, 이경훈, Bera)

2. 권혁남 학생과 함께 매주 목요일 4:00시에 Breast EIT using harmonic vibration에 대한 미팅을 가지고 연구를 진행하였다. (Ammari Habib, 서진근, 이은정, 권혁남)

3. Liangdong Zhou 학생과 Tingting Zhang 학생과 함께 매주 화요일 오전 11:00에 Multi-frequency EIT for determining Crack에 대한 주제로 미팅을 가졌다.

4. 주량동 학생은 Habib Ammari 교수와 Magnetic Resonance elastography 에 대하여 공동연구를 시작하였다. 정확한 역문제를 기술하고 앞으로의 연구방향에 대하여 논의하였다.

5. 장재성 학생은 Inverse problems for determining velocity using doppler effect에 대하여 소개하고, Habib

Ammari 교수와의 공동연구 가능성과 연구방향을 모색하였다.

(2) Munkh-Erdene Ts 교수 (Mongolian Univ. of Science and Technology, 몽골) 협력연구 (2014.2.10. ~ 23.)

권혁남 학생은 Munkh-Erdene Ts 교수와 함께 planar electrical impedance tomography에 대해 연구를 진행하였다. 여기서 planar EIT의 최근 동향과 실제 상황에서의 적용을 집중적으로 의논하였다.

(3) Song Yizhuang 교수 (Shandong Normal University, 중국) 협력연구 (2014.2.7. ~ 27.)

권혁남 학생은 송의장 교수와 함께 functional magnetic resonance electrical impedance tomography (FMREIT)에 대해 의논하였다. fMREIT의 동기 및 사용 가능한 데이터 그리고 요구되는 가정들에 대해 의논하며 적절한 연구의 방향을 설정하였다.

(4) Sohail Nadeem 교수 (Quaid-i-Azam University, 파키스탄)와 협력연구 (2013.01. ~ 2015.05.)

대학원생 Sajjad ur-Rehman는 Nadeem 교수와 Three-dimensional boundary-layer flow over an exponentially stretching surface with thermal radiation에 관한 연구를 진행하였으며, 그 결과는 논문에 게재되었다. (Heat transfer research, vol 46, pp. 503-514, 2015)

· Malik Muhaamad Yousaf, Sajjad ur-Rehman, Sohail Nadeem

b2. 2차년도(2014년 1학기 및 2학기) 공동연구

(1) Michel Chipot 교수 (Universitat Zurich, 스위스) (2014.04.12. ~ 2014.04.24.)

1. 권혁남 학생과 electrical impedance tomography (EIT)를 이용한 membrane structure reconstruction에 대해 논의하였다. 특히, 세미나를 통하여 homogenization 테크닉에 대해 소개하고 이를 EIT에 적용하고자 하였다.
2. 이경훈 학생과 Asymptotic behavior of fabric structure에 대한 연구를 시작하였다. 연구의 방향에 대하여 논의하고 이론정립을 위한 수학적 가정 및 증명방법을 논의하였다.

(2) Habib Ammari 교수 (Ecole Normale Supérieure & Director, CNRS, 프랑스) (2014.07.11. ~ 2014.08.10.)

1. Habib Ammari 교수는 2014년 7-8월 중 CSE를 방문하여 공동연구 수행 및 학위논문 심사
 - 권혁남 학생의 학위 논문 "Inverse problem for electrical tissue property imaging"
 - 장정정 학생의 학위 논문 "Nonlinear inverse problems for coefficient identification in elliptic PDE"
2. 권혁남 학생과 3가지 주제에 대하여 토의를 진행하였다. ('functional magnetic resonance electrical impedance tomography & vibration assisted electrical impedance tomography & magnetic resonance electrical properties tomography') 이를 통하여 한 개의 논문이 publish되었으며 한 논문은 현재 review 중에 있다.
3. 이경훈 학생은 Habib Ammari 교수와 EIT의 응용으로서 얇은 도전 물질(conductive membrane)을 이용한 압력 센서에 대한 수리모델을 공동 연구하였다. (EIT-based conductive membrane pressure-sensing.) 이 주제에 해당하는 논문이 현재 publish 되었다.
4. 주량동 학생과 2013년부터 이어온 Viscoelasticity reconstruction using time harmonic vibrations 주제로 연구 진행하였다. 이 주제에 대한 논문은 학술지에 submit하였다.

5. 주량동 학생, 장정정 학생은 Habib Ammari 교수와 함께 작년부터 이어온 Electrical impedance spectroscopy-based nondestructive testing for image defects in concrete structures라는 주제로 연구를 계속 진행하였다. 방문 기간 동안 활발한 토론을 통하여 연구를 더욱 발전시켰다. 이 주제에 대한 논문이 현재 publish되었다.

6. Ammari 교수의 방문 기간 중 EIT의 장래 연구 방향 및 다른 의료 영상 기술들 대해 토론하였으며, 향후 Ammari 교수와 지속적인 공동 연구를 앞으로도 유지하기로 함.

(3) Song Yizhuang 교수 (Shandong Normal University, 중국) 협력연구 (2014.08.05. ~ 2014.09.04.)

권혁남 학생은 송의장교수와 함께 functional magnetic resonance electrical impedance tomography (FMREIT) 에 대해 의논하였다. 특히 FMREIT의 이론적인 한계에 대하여 논의하였으며 정리의 기술 및 표현에 대하여 집중적으로 연구했다.

(4) Hongkai Zhao 교수 (UC Irvine, 미국) 협력연구 (2014.08.11. ~ 2014.08.15.)

1. CSE 학생의 학위논문 심사

박형석, 최재규 학생의 학위논문을 예비심사 하였다. 그리고 박형석, 최재규 학생이 수행한 CT와 QSM 이론적 연구들에 대해 적용 가능성을 제시하였다.

2. 박형석, 최재규 학생은 Hongkai Zhao 교수와 함께 X-ray computed tomography 및 quantitative susceptibility mapping 에서 발생하는 streaking artifacts를 효과적으로 줄일 수 있는 알고리즘에 대해 논의하고 앞으로의 연구방향을 모색하였다. 이런 논의를 통하여 CT streaking artifact reduction관련 논문이 현재 IEEE transection on medical imaging에서 심사 중에 있다.

(5) Bastian Von Harrach 교수 (Universitat Stuttgart, 독일) (2014.09.25. ~ 2014.10.03.)

권혁남 학생과 the effect of electrode distances in electrical impedance tomography에 관한 연구 수행하였다. 특히 EIT에서의 driving electrode와 sensing electrode의 거리로부터 sensitivity map이 영향을 받는다는 점에 대한 수학적 분석과 활용 방안을 논의하였다.

(6) Kristen W. Yeom 교수 (Stanford University Medical Center, 미국) (2014.10.01. ~ 2014.10.02.)

박형석, 최재규 학생과 Quantitative susceptibility mapping의 inverse problem과 관련하여 수학 이론 분야와 의학 임상 적용 분야 간의 교류 실시하였다. 또한 앞으로 공동 연구 가능성을 모색하였다.

(7) Manuchehr Soleimani 교수 (Bath University, 영국) (2014.10.29. ~ 2014.10.30.)

CSE 학생의 학위논문 심사

- 권혁남 학생의 학위 논문 "Inverse problem for electrical tissue property imaging "
- 장정정 학생의 학위 논문 "Nonlinear inverse problems for coefficient identification in elliptic PDE"

(8) Itzhak Fouxon 박사 (Weizmann Institute of Science, 이스라엘)와 이창훈 교수팀 협력연구(2014.05. ~ 현재)

대학원생 이정훈은 지도교수와 함께 본 학과를 방문했었던 Itzhak Fouxon와 Sojourn time of sedimenting particles

at temperature minima에 대한 연구를 진행 중에 있다. 연구 내용은 최저 온도 근처에서 중력에 의한 입자 침강 스토크스 모델 개발하는 것으로 현재 논문 투고 준비중에 있다.

(9) Sohail Nadeem 교수 (Quaid-i-Azam University, 파키스탄)와 협력연구

1. 논문명 : Series solution of magneto-hydrodynamic boundary layer flow over bi-directional exponentially stretching surfaces
 - Sajjad ur-Rehman, Sohail Nadeem, 이창훈(2014.02 ~ 2015.03)
 - In this study, we found the series solution of non-Newtonian boundary layer flow over bi-directional exponential stretching surfaces.
 - 논문 게재 (Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, DOI 10.1007/s40430-015-0344-2)
2. 논문명 : Numerical study of non-Newtonian fluid over and exponentially stretching surface: an optimal HAM validation
 - Sajjad ur-Rehman, Rizwan-ul-Haq, 이창훈, Sohail Nadeem (2014.8.12. ~ 2015.1.24.)
 - This study is related to a boundary layer flow of Casson fluid model over stretching surfaces. The solution of highly nonlinear coupled ordinary differential equations is obtained numerically and analytically by using Runge-Kutta Fehlberg method and optimal HAM (Homotopy Analysis Method).
 - 논문 제출 (Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering)

(10) Max Gunzburger 교수 (Florida State University, 미국) 협력연구 (2014.03. ~ 2015.04.)

1. Gunzburger 교수와 이은정 교수는 Irene Monnesland의 공동 지도교수로 매주 정기적인 미팅과 이메일 논의를 통한 공동연구 수행하였다.
2. Irene Monnesland, 윤령경 학생과 nonlinear glaciology problem을 Least-squares method를 이용하여 푸는 주제로 연구를 진행하였다.
3. "Least squares method for a nonlinear Stokes problem in glaciology" 논문을 완성, "Computer and Mathematics with Application" journal에 제출하였다.

(11) Huaxiong Huang 교수 (York University, 캐나다)와 최정일 교수팀 협력연구 (2014.09.01)

"Immersed Boundary Method for Coupled Fluid Flows and Mass Transfer"를 주제로 세미나를 진행 하고 송승호, 오근우, 김기하, Xiang Sun 학생이 참석하여 토론을 진행함

(12) John Kim 교수 (UCLA, 미국)와 최정일 교수팀 협력연구 (2014.09.)

John Kim교수는 한 달 동안 Turbulence theory에 대한 특강을 진행했고 송승호, 오근우, 김기하 학생이 특강을 수강하면서 과제 및 Turbulence scale 이라는 주제로 term project를 진행하였다.

(13) Matthew Blaschko 교수 (Ecole Centrale Paris, 프랑스)와 협력연구 (2015.01.22. ~ 27.)

대학원생 Amal Rannen은 프랑스 Blaschko 교수와 Topological properties of neural network function classes에 대하여 공동연구를 진행하였다. 현재 학기중에는 한달에 한번, 방학중에는 매주 video conferencing으로 공동연구를 진행

중이다.

(14) Eric Chung 교수 (Chinese Univ. of Hong Kong & Texas A&M Univ., 미국) 협력 연구(2014.08.09. ~ 12.)

Eric Chung 교수는, 2014년 8월 ICM (세계 수학자 대회) 기간에 연세대학교(박은재, CSE)에서 주최하는 Satellite conference에 참석차 방문하여 Lina Zhao 학생과의 공동연구를 통하여 작성중인 논문 “A posteriori error analysis for poisson equation” (Eric Chung, 박은재, Lina Zhao)에 대하여 마무리 검토 작업을 하였다.

(15) Susanne C. Brenner 교수 & Li-yeng Sung 교수 (Louisiana State Univ., 미국) 협력 연구 (2014.08.08. ~ 09.)

Louisiana State University의 Susanne C. Brenner 교수와 Li-yeng Sung 교수는 ICM 2014 Satellite conference인 International workshop on computational mathematics 에 참석 차 연세대학교에 방문하였으며, 이 기간 중에 신동욱 학생과 CO interior penalty method 의 여러 문제에 대한 discussion을 진행하였다.

b3. 3차년도(2015년 1학기) 공동연구

(1) Bastian Von Harrach 교수 (Universitat Stuttgart, 독일) (2015.03.18. ~ 2015.04.28.)

1. 주량동 학생과 함께, Monotonicity-based lung electrical impedance tomography imaging에 대하여 연구하고 이를 이어갔다. 그리고 이 주제에 대한 논문이 학술지에 submit되어 있다.
2. 이경훈 학생과 함께, Spectral decomposition in EIT에 대한 연구를 진행하였다. 이후에도 지속적인 공동연구를 진행하였고 논문초안을 완성하였다.

(2) Michel Chipot 교수 (Universitat Zurich, 스위스) (2015.06.22. ~ 2015.07.06.)

2014년부터 진행해 온 Asymptotic behavior of fabric structure에 대한 연구를 이경훈 학생과 진행하였다. Theory를 더욱 발전시켜 수렴성 및 주기성을 밝혔다.

(3) Habib Ammari 교수 (ETH, 스위스) (2015.07.04. ~ 2015.07.30.)

이경훈 학생은 Michel Chipot 교수와 진행해온 Asymptotic behavior of fabric structure에 대한 연구를 Habib Ammari 교수에게 소개하고 연구를 더욱 발전시킬 방법을 논의하였다.

(4) Zafar Hayyat Khan 박사 (Peking University, 중국)과 협력연구 (2015.03.01. ~ 현재)

연구제목 : Entropy generation analysis of non-Newtonian nanofluid with zero normal flux of nanoparticles at the stretching surface

공동연구자 : Sajjad ur-Rehman, Rizwan-ul-Haq, Zafar Hayyat Khan, 이창훈

- This study is related to a boundary layer flow of Jeffery nanofluid along with zero normal flux of nanoparticles. The entropy generation analysis is considered.
- 현재 논문 투고 준비 중이다.

(5) Zhen Gao 교수 (Ocean University, 중국)와 최정일 교수팀 협력연구 (2015.06.29.)

1. "Hybrid FC Method and WENO Finite Difference Scheme for Hyperbolic Conservation Laws in a Single-Domain Framework" 를 주제로 세미나를 진행 하고 송승호, 오근우, 김기하, Xiang Sun 학생이 참석하여 토론 진행하였다.
2. 김기하 학생이 진행 중인 "Characteristics of flow around an oscillating circular cylinder in arbitrary direction" 를 주제로 미팅을 진행 하고 내용에 관해서 의견을 제시하였다.
3. 송승호 학생이 "implicit/explicit method for radiation hydrodynamic" 에 대한 주제로 토론하였으며, 향후 지속적인 공동연구를 유지하기로 하였다.
4. Xiang Sun 학생이 "Uncertainty quantification in computational fluid dynamics" 에 대한 주제로 토론하였으며, 향후 지속적인 공동연구를 유지하기로 하였다.
5. 오근우 학생이 "Numerical simulations of flow around an elliptical cylinder with various geometric configurations" 에 대한 주제를 바탕으로 미팅을 진행하였다.

(6) Goodarz Ahmadi 교수(Clarkson University, 미국)와 최정일 교수팀 협력연구 (2015.07.20. ~ 24.)

Goodarz Ahmadi 교수는 일주일 동안 Fundamental of particla motion에 대한 특강을 진행했고 송승호, 오근우, 김기하, Xiang Sun 학생이 특강을 수강하였다.

(7) Michel Chipot 교수 (Universitat Zurich, 스위스)와의 협력연구 (2015.06.)

윤령경 학생이 Chipot 교수와 Navier-Stokes 방정식을 first-order vorticity formulation을 변형하고 최소자승기법을 적용하였을 때 유도되는 variational formulation의 coercivity를 증명하기 위하여 특수한 경우의 second order elliptic equations의 해와 coefficients의 조건과의 관계에 대해 세미나를 하고 그에 따른 regularity result에 대해 이틀간 두시간씩 토론하였다.

(8) Youngjin Cha 교수 (University of Manitoba, 캐나다)와 공동연구 (2015.03. ~ 2015.06.)

유기성 학생은 사진을 통한 건설 환경에서의 볼트-너트 시스템의 조임 정도의 오토매틱 디텍션에 관한 내용을 이메일 통한 교류하였다.

(9) Tae-Yeon Kim 교수 (Khalifa University of Science, 아랍에미리트) 협력 연구(2015.01. ~ 2015.06.)

Khalifa University (UAE)의 김태연 박사와 large scale wind-driven ocean circulation을 다루는 stationary quasi-geostrophic equation(SQGE)에 C0 불연속 갤러킨 방법(C0 discontinuous Galerkin method)을 적용하는 연구를 진행하였다. 본 연구는 2014년 Susanne C. Brenner 교수와 Li-yeng Sung 교수와 논의했던 C0 interior penalty method와 관련된 연구이다. 이 연구 결과는 논문으로 제출되었다. A C0-discontinuous Galerkin method for the stationary quasi-geostrophic equation of the ocean (김태연, 박은재, 신동욱)

(10) Jeongho Ahn 교수 (Arkansas State University, 미국) 협력연구 (2015.05. ~ 2015.06.)

이슬잎 학생과 "Discontinuous Galerkin Methods for Nonlinear Fourth-Order Differential Equations" 에 관한 연구

수행하였으며, Gao Beam Model에 대한 해석과 Gao Beam Problem을 풀기 위한 유한요소법에 관한 공동 연구 진행하였다. 또한 이슬잎 학생의 석사 학위 논문 지도하였다. 향후 지속적인 공동 연구를 통하여 2015년 중으로 논문 제출 예정이다.

(11) Xuemin Tu 교수 (University of Kansas, 미국)와 협력 연구(2015.07.06. ~ 10.)

Xuemin Tu 교수는, 2015년 7월 6-10일 제주도에서 개최된 ‘23rd International Conference on Domain Decomposition Methods’ 에 참석하였다가 Lina Zhao 학생의 포스터 발표주제인 “Convection Diffusion Equation with modified staggered discontinuous Galerkin method (SDG)” 에 대하여 관심을 가지고, 후에 자신이 연구 중인 ‘BDDC preconditioner’ 를 이 학생의 문제에 접목시키는 것을 제안하였다.

② 외국 대학과의 교육 콘텐츠 교류

A. 서진근 교수가 발간한 계산과학공학에 관한 교재(Nonlinear Inverse Problems in Imaging, Wiley press, 2013년)를 Stuttgart 대학에서 응용 수학 교과목에 활용되고 있다.

- [Nonlinear Inverse Problems in Imaging] (ISBN: 978-0-470-66942-6), Jin Keun Seo, Eung Je Woo

B. 서진근 교수는 MRI를 이용한 electro-magnetic tissue property imaging 관련 교재를 발간하여 수학적 이론과 모델링, measurement 방법, computation issue 등에 대한 내용으로 관련 분야의 첨단 지식을 제공하고 있다.

- [Electro-Magnetic Tissue Properties MRI (Modelling and Simulation in Medical Imaging)] (ISBN-13: 978-1783263394 ISBN-10: 1783263393), Jin Keun Seo, Eung Je Woo, Ulrich Katscher and Yi Wang, Imperial College Press, 2014

C. 본 사업단에서는 강의자료를 공개하고 있으며 모든 교과목의 강의 자료는 학과의 학생과 교수뿐 아니라 계산과학공학에 관심 있는 모든 전공자들이 쉽게 접근하여 이를 공유할 수 있도록 본 학과 홈페이지(<http://cse.yonsei.ac.kr>)에 공개하고 있다. 공개된 강의 자료는 특히 몽고과학기술대학 등에서 대학원생들에게 소개하여 교육, 연구에 참고할 수 있도록 소개하고 있다. 현재 홈페이지에 공개된 강의자료 목록은 아래와 같다.

- Numerical Analysis (수치해석)
- Numerical Optimization (수치최적화)
- Basics in Partial Differential Equation (이공계편미분방정식)
- Numerical Partial Differential Equation (수치편미분방정식)
- Basic of Computational Science and Engineering (기초계산과학공학)
- Viscous Fluid Flow (점성유체역학)
- Applied Partial Differential Equation (고급 편미분방정식)
- Computational Fluid Dynamics (전산유체역학)
- Mathematical Modeling & Numerical Analysis 1
- Physical based Modeling 1
- Physical based Modeling 2
- Topics of Mathematical Modeling & Analysis 1
- Topics of Numerical Simulation based Science 1

③ 기타 교육의 국제화 현황 및 실적

본 사업단에서는 대학원생의 글로벌 경쟁력을 높이기 위하여 해외 단기 교육 프로그램을 운영하고 있고 외국 대학 대학원생을 대상으로 summer/winter school을 운영하여 계산과학공학 교육을 실시하고 있다. 지난 2년간 국내외 석학들의 2회의 정규 강좌, 3회의 단기강좌, 그리고 28개의 특강을 개최하여 세계적인 석학들의 강의를 듣고 학생들에게 새로운 연구내용들을 제공할 수 있는 발판을 마련하였다. 또한 정기적인 병렬처리 Tutorial을 운영하고 각종 국제/국내 학술대회를 주관하여 연구와 교육의 범위를 확장하기 위해 노력하였다.

[목차]

- A. 해외 단기 교육 프로그램 운영
- B. 몽골과학기술대학(MUST) 수학과 대상 CSE Summer School 및 joint workshop 개최
- C. 국내외 석학의 세미나/특강/단기강좌 개최
- D. 병렬처리 Tutorial 개최
- E. 국제/국내 학술대회 개최

A. 해외 단기 교육 프로그램 운영

본 사업단에서는 해외 단기 교육프로그램을 운영하고 있으며 이를 통해 학생들의 시야를 넓히고 글로벌 경쟁력을 갖추는데 도움을 주고 있다.

a1. 프랑스 Ecole Normale Superieure 대학에 단기연수 및 공동연구

- 연수기간 : 2014.1.14.-2014.1.30. (16박 17일)
- 연수참가자 : 권혁남, 주량동
- 연수기관 : Dept. of Mathematics, Ecole Normale Superieure, France
- 연수내용 : 프랑스 Ecole Normale Superieure 대학의 Habib Ammari 교수와 공동연구

· 일정

2015.01.15		미팅 : Mechanical Property Imaging using MRI 논문 초안 논의
2015.01.17		미팅: Vibration-assisted electrical impedance imaging 논문 초안논의
2015.01.18. - 26		논문 완성작업
		H. Ammari, Laurent Seppachery와 공동연구 “A mathematical and numerical framework for ultrasonically-induced Lorenz force electrical impedance tomography” 논문 최종 완성
		H. Ammari, 이은정, 권혁남과 공동연구 “ Vibration-assisted electrical impedance imaging” 논문 초안완성
		H. Ammari, 권혁남과 공동연구 “ Electrical property imaging at Lamor frequency” 논문 초안 완성
		H. Ammari, 주량동과 공동연구 “ Mechanical Property Imaging using MRI” 논문 초안 완성
		H. Ammari, 주량동, 장팅팅과 공동연구 “ Crack detection using EIT” 논문초안 완성

- | 1월 27-28일: 논문 교정 미팅 (Ammari, 이은정교수, 주량동, 권혁남): 초안이 완성된 논문
- | 보강 작업.
- | 논리의 허점이 다량 발견, 추가 보안 요구됨
- 2015.01.29. | Ammari 교수가 주관한 "medical imaging seminar" 참여
- | 9:00-9:30 Han Wang, wavelet representations for micro-electrical impedance tomography
- | 9:30-10:00 Laure Giovangigli, Reconstruction from multifrequency micro-eit data
- | 10:00-10:30 Hyeuknam Kwon, Mechanical vibration assisted conductivity imaging
- | 11:00-11:30 Pierre Millien, conductivity imaging by Lorentz force
- | 11:30-12:00 Liangdong Zhou, Viscoelastic modulus reconstruction using time harmonic vibrations
- | 12:00-12:30 Pol Grasland-Mongrain, elastography by Lorentz force

B. 몽골과학기술대학(MUST) 수학부 대상 CSE Summer School 및 joint workshop 개최

본 사업단은 몽골과학기술대학교(MUST, Mongolian University of Science and Technology) 수학부의 요청에 따라 MUST의 교수 및 학생들을 대상으로 여름계절학기를 개최하여 계산과학공학 분야에 대한 전반적인 교육을 실시하였다. MUST의 교수 및 학생 등 총 18명이 연세대 계산과학공학과를 방문하여 2주간 계절학기를 수강하였으며, 본 사업단에서는 이번 계절학기를 통해 세계적으로 이슈화되고 있는 분야인 계산과학공학을 몽골의 MUST에 소개하고 홍보하였다. 본 학과는 몽골의 MUST와 학술교류 및 학생교환 등에 대한 MOU를 체결하여 매년 워크숍을 통해 학술교류를 증진하고 있으며 몽골 출신 유학생들을 교육하고 있다. 현재 본 학과에서 배출한 박사 졸업생이 MUST 수학부 교수로 활동하고 있다.

b1. 몽골과학기술대학 수학부 대상 Summer School

- 일시 : 2014년 06월 23일 ~ 07월 02일
- 장소 연세대학교 계산과학공학과(첨단관)

· 일정

- 2014.06.23.-2015.06.24. 10:00-12:00 | Numerical Analysis 강의 (이은정 교수)
- 2014.06.23.-2015.06.25. 13:30-15:30 | Numerical Analysis 실습 (대학원생 주관)
- 2014.06.26.-2015.06.27. 10:00-12:00 | Computational Fluid Dynamics 강의 (최정일 교수)
- 2014.06.23.-2015.06.25. 13:30-15:30 | Computational Fluid Dynamics 실습 (대학원생 주관)
- 2014.06.30.-2015.07.01. 10:00-12:00 | Image Processing 강의 (정윤모 교수)
- 2014.06.30.-2015.07.01. 13:30-15:30 | Image Processing 실습 (대학원생 주관)
- 2014.07.02.-2015.07.02. 10:00-12:00 | How to prepare a presentation 강의 (박사과정 조교)

b2. 몽골과학기술대학과 joint workshop

- 명칭 : The Third Workshop on Applied Mathematics
- 일시 : 2014년 7월 3일 10:00 - 17:00
- 장소 : 연세대학교 상남기념관 Oak Room
- Organizing Committee :
 - Eunjung Lee, CSE Yonsei University

- Munkh-Erdene Tsagaanchuluun, School of Mathematics, MUST
- Invited Speakers : Eung Je Woo, Kyung Hee University

· 일정

10:00 - 10:15	Introduction of CSE - Changhoon Lee
10:15 - 10:30	Introduction of MUST - Nyamsuren Dorj
10:30 - 10:40	Introduction of NIMS - Chiyong Ahn
10:40 - 11:10	Chi-Young Ahn (NIMS) 발표
11:10 - 11:20	Break
11:20 - 11:30	Liangdong Zhou (CSE, Yonsei University) 발표
11:30 - 11:40	Irene Sonja Monnesland (CSE, Yonsei University) 발표
11:40 - 11:50	Ryungkeong Yoon (CSE, Yonsei) 발표
11:50 - 12:00	Amal Rannen (Ecole superieure delectricite, France) 발표
12:00 - 12:10	Byunghan Sung (CSE, Yonsei University) 발표
12:10 - 12:20	Xiaomin Pan (CSE, Yonsei University) 발표
12:20 - 12:30	Seonghee Jeong (CSE, Yonsei University) 발표
12:30 - 13:40	Lunch (Rotus Hall, Sangnam)
13:40 - 13:50	Jaekyu Choi (CSE, Yonsei University) 발표
13:50 - 14:00	Dae Young Kim (UCLA, USA) 발표
14:00 - 14:30	Munkh-Erdene Tsagaanchuluun (MUST) 발표
14:30 - 14:40	Ulziibayar Vandandoo (School of Mathematics, MUST) 발표
14:40 - 14:50	Break
14:50 - 15:00	Choisuren Ragchaabazar (School of Mathematics, MUST) 발표
15:00 - 15:10	Munkhnaran Naranbat (School of Mathematics, MUST) 발표
15:10 - 15:20	Murun Batnorov (School of Mathematics, MUST) 발표
15:20 - 15:30	Purevtseden Gerelbat (School of Mathematics, MUST) 발표
15:30 - 15:40	Byambasuren Zorigt (School of Mathematics, MUST) 발표
15:40 - 15:50	Tumurkhuyag Turmagnai (School of Mathematics, MUST) 발표
15:50 - 16:00	Sainbileg Gansukh (School of Mathematics, MUST) 발표
16:00 - 16:10	Break
16:10 - 16:50	Eung Je Woo (Kyung Hee University) 초청강연
17:30 - 20:00	Banquet (Jessica's Kitchen)

· 워크숍 history :

- The First MUST-Yonsei Mini Workshop on Mathematics : 2009.6.29-7.2 (Mongolian University of Science and Technology, Mongolia)
- The Second Workshop on Applied Mathematics : 2012.7.4-5 (Mongolian University of Science and Technology, Mongolia)

C. 국내외 석학의 정규교과/단기강좌/특강 개최

국내외 석학들이 정규강좌 이외에도 단기강좌, 특강 등을 개최함으로써 세계적인 석학들의 강의를 듣고 학생들에게 새로운 연구내용들을 제공할 수 있는 발판을 마련하고 있다. 지난 2년간 총 2강좌의 정규 강좌가 열렸으며 3회의 단기강좌, 그리고 28개의 특강을 개최하여 연구와 교육의 범위를 확장하기 위해 노력하였다.

c1. 정규강좌 (2강좌 공동개설)

- (2013.10) Inverse Problems in Medical Imaging, Habib Ammari (Department of Mathematics and Applications, Ecole Normale Superieure & Director of Research at CNRS, French)
- (2014.09) Turbulence theory, John Kim (Mechanical and Aerospace Engineering, UCLA, USA)

c2. 단기강좌 (3회)

- (2013.12) Lessons from three decades of electrical impedance imaging and bio-impedance, Prof. David Holder (Biophysics and Clinical Neurophysiology Hon. Consultant in Clinical Neurophysiology University College London & UCL Hospital, UK)
- (2014.01) Inertial particles in turbulence: new, robust results, Itzhak Fouxon (Weizmann Institute of Science, Israel)
- (2015.07) Introduction to Computational Fluid Dynamics, Goodarz Ahmadi (Clarkson Distinguished Professor, Clarkson University, USA)

c3. 특강 (28회)

- (2013.12.23), Interactive Visual Analytics for High Dimensional Data, Prof. Haesun Park (Director of CSE, Georgia Tech)
- (2014.03.25), Dimension reduction in solid mechanics, Hamdi Zorgati (Prof, University of Tunis El Manar Faculty of Sciences of Tunis)
- (2014.03.25), Lagrangian analysis of entrainment and mixing of environmental air in a cumulonimbus cloud, Kyongmin Yeo (IBM Thomas J. Watson Research Center, USA)
- (2014.04.02), 핵융합 플라즈마 난류 현상과 Gyrokinetic 시뮬레이션 소개, 권재민 박사(국가핵융합연구소) Dr. Jaemin Kwon (National Fusion Research Institute)
- (2014.04.11), Large-scale Numerical Computation for imaging and dimension reduction, Dr. Hyenkyun Woo (Korea Institute for Advanced Study)
- (2014.04.18), Point-spread function reconstruction in ground-based astronomy, Raymond Honfu Chan (Chairman Department of Mathematics, The Chinese University of Hong Kong)
- (2014.04.22), Asymptotic Analysis and Basics in Homogenization, Prof. Michel Chipot (Universitat Zurich)
- (2014.05.15), Dynamics and Implications of a Model of Hepatitis B Virus Infection with Time Delay, Yang Kuang (Department of Mathematics, Arizona State University)
- (2014.05.15), Geometric Optimal Control Applied to Combination Therapies for Cancer: Results and Open Problems, Urszula Ledzewicz (Department of Mathematics and Statistics, Southern Illinois University, Edwardsville)
- (2014.05.30), Stochastic modeling of biochemical networks, Hye-Won Kang (Department of Mathematics and Statistics, University of Maryland, Baltimore County)
- (2014.07.08), Impacts of small-scale turbulence on cloud and precipitation processes in maritime shallow convection, Prof. Lian-Ping Wang (University of Delaware, Mechanical Engineering)
- (2014.07.09), Study of turbulence modulation by finite-size solid particles using the lattice Boltzmann approach, Prof. Lian-Ping Wang (University of Delaware, Mechanical Engineering)
- (2014.08.08), Finite element methods for fourth order variational inequalities, Li-yeng Sung (Department of Mathematics, Louisiana State University, USA)

- (2014.09.01), Immersed Boundary Method for Coupled Fluid Flows and Mass Transfer, Huaxiong Huang (Department of Mathematics and Statistics, York University, Canada)
- (2014.09.17), Numerical Simulation of Semiconductor Fabrication System, Ho Jun Kim (Principal Engineer Samsung Electronics)
- (2014.09.25), 컴퓨팅 아트 : 수학과 예술의 관계, 진중권 교수 (동양대학교)
- (2014.10.02), Advanced MRI applications for pediatric brain, Kristen W. Yeom (Radiology at Lucile Salter Packard children's hospital and the Stanford University Medical Center)
- (2014.11.05), The hxp FEM for Optimal Control Problems Constrained by Stochastic Elliptic PDEs, Jangwoon Lee (Department of Mathematics, University of Mary Washington, USA)
- (2014.11.26), Mathematical modeling of tumor growth: an application to breast cancer and glioblastoma, Yangjin Kim (Department of Mathematics, Konkuk University)
- (2014.12.03), Effects of sub-grid scale modeling on time correlations in large-eddy simulation, Guowei He (LNM, Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, China)
- (2014.12.16), Smart Home & Building using Energy Finger Print & Big Data Services, 함일한 상무 ((주)인코 어드테크놀로지스)
- (2014.12.30), B-spline Based finite-element method for the stationary quasi-geostrophic equations of the Ocean, Prof. Tae-Yeon Kim (Civil Infrastructure and Environmental Engineering, Khalifa University of Science, UAE)
- (2015.04.03), Introduction to Inverse Problems, Prof. Bastian von Harrach (University of Stuttgart, Department of Mathematics - IMNG)
- (2015.04.09), An Inexact Accelerated Block Coordinate Descent Method for Least Squares Semidefinite Programming, Kim-Chuan Toh (Department of Mathematics, National University of Singapore)
- (2015.05.21), Big Data Analysis Through the TDA Looking Glass, Namyong Lee (Department of Mathematics & Statistics, Minnesota State University)
- (2015.05.22), Mathematical & Numerical Approaches: Dynamic Contact of Linear & Nonlinear Beams, Jeongho Ahn (Department of Mathematics & Statistics, Arkansas State University)
- (2015.06.23), The parallel multigrid and domain decomposition methods, Kab Seok Kang (High Level Support Team (HLST), Max-Planck-Institute for Plasma Physics Germany)
- (2015.06.29), Hybrid FC Method and WENO Finite Difference Scheme for Hyperbolic Conservation Laws in a Single-Domain Framework, Zhen Gao (School of Mathematical Sciences, Ocean University of China)

D. 병렬처리(Parallel computing) Tutorial 개최

과학계산이 다루어야 하는 데이터의 양과 크기가 커지는데 발맞추어 병렬처리 알고리즘은 무엇보다 필요한 영역이 되어가고 있다. 이런 현재의 추세에 발맞추기 위해 매년 KISTI와 함께 병렬처리 tutorial을 개최 하였고 앞으로도 이를 지속해갈 계획이다.

- 2014 KISTI-YONSEI Summer Tutorial On Parallel Computing for Scientific and Engineering Applications
 - 2014년 8월 18일 - 19일 : MPI programming tutorial with 2D Poisson equation
 - 연세대 첨단관
- 2015 KISTI-YONSEI Winter Tutorial On Parallel Computing for Scientific and Engineering Applications
 - 2015년 2월 3일 - 6일 : OpenMP and MPI programming tutorial with 2D Poisson equation
 - 연세대 첨단관
 - Tutorial 개요 : 병렬 계산 (parallel computing) 기법은 계산과학 및 공학 분야에서 끊임없이 제기되고 있는 대상 문제와 해석 프로그램의 고정밀도 (high fidelity)와 대규모 (Large scale) 화를 충족시키기 위한 매우

중요한 접근 방법 중 하나이다. 특히 최근에는 계산 성능을 증가시키기 위해서 단일 프로세서의 클럭스피드를 높이는 대신, 멀티코어 또는 매니코어 프로세서를 이용하거나 수십~수만 개의 프로세서를 병렬로 연결시키는 대형 병렬 클러스터 (massively parallel cluster) 등을 이용하는 방법이 주류를 이룸에 따라 이러한 시스템에 적합한 병렬 계산 기법의 개발 및 적용은 필수적인 상황이다. 본 튜토리얼에서는 이러한 수요에 맞추어 계산 과학 및 공학 분야에서의 병렬 계산의 필요성과 중요성, 그리고 활용 가능한 병렬 계산 기법을 소개한다. 먼저 병렬 계산의 대두 배경과 필요성을 소개하며 주요 병렬 계산 모델인 OpenMP와 MPI(Message Passing Interface)에 대해 소개한다. 계산과학 문제에서 다루는 가장 기본적인 방정식 중의 하나인 2차원 Poisson 방정식을 대상으로 현재 가장 주류를 이루고 있는 병렬 프로그래밍 모델인 OpenMP와 MPI를 적용하여 실제적인 성능 차이를 시연하며, 해당 문제에 적용한 프로그래밍 기법을 검토한다. 각각 OpenMP와 MPI에 적합한 공유데이터분할 기법 및 영역분할 기법을 소개하고 주어진 문제에 대해 이들을 적용하여 프로그래밍 과제를 수행함에 따라 단기간 내에 병렬컴퓨팅을 습득하고 적용할 수 있는 기회를 제공한다. 보다 나은 프로그래밍을 위해 MPI의 기본 함수 대신 MPI가 제공하는 강력하고 간편한 자체 내장 함수들을 활용하는 방법을 여러 예제를 통해 소개하며 이를 통해 보다 체계적이고 고효율의 병렬 프로그램 작성 방법을 소개한다. 마지막으로 병렬 계산 기법을 적용한 결과를 평가하기 위한 방법으로 제공되는 다양한 프로파일링 기법에 대한 소개를 통해 병렬컴퓨팅의 필요성과 중요성을 강조한다.

E. 국제/국내 학술대회 개최

연구의 폭을 넓히고 각 분야의 석학들을 만나 공동연구의 기회를 만들기 위해 단순한 학술대회 후원이 아니라 적극적인 학술대회 개최를 통하여 학생들이 새로운 학문을 접하고 여러 분야의 전문가를 만날 수 있는 기회를 제공하였다.

e1. 국제 학술대회 개최

- International Workshop on Computational Mathematics - Advances in Computational PDEs- ICM 2014 Satellite Conference: 2014 NIMS Hot Topics Workshop (2014.8.9-12)

2014 서울세계수학자 대회의 위성학회인 “ICM 2014 Satellite Conference : International Workshop on Computational Mathematics - Advances in Computational PDEs” 은 본 사업단(연세대 계산과학공학과)이 주관한 계산수학기반 편미분방정식관련 학회로 2014년 8월 9일(금) - 12일(화)에 연세대학교 장기원기념관에서 개최되었으며, 국가수리과학연구소(NIMS) Hot Topics Workshop Series 중의 하나이다. 본 학회는 계산수학 분야의 최근 이슈를 논의하고 연구 결과를 공유함으로써 연구영역 확대 및 새로운 패러다임을 제시하는 장으로 활용되고 있으며, 이번 학회에는 이 분야의 거장인 Carsten Carstensen 교수(독일 Humboldt 대학)와 Max Gunzburger 교수(미국, Florida 주립대)를 비롯하여 국내외 저명학자 14명의 초청강연이 있었으며 다수의 논문발표도 진행되었다.

e2. 국내 학술대회 개최

- 2014 한국계산과학공학회 추계학술대회 공동 개최
2014년 10월 21일(화) 연세대학교 학술정보원 7층 국제회의실

2014년 10월 21일(화)에 연세대학교에서 개최된 한국계산과학공학회(KSCSE, 2009년 설립) 추계학술대회에서는 ‘사회현상의 계산과학공학적 접근’ 과 ‘기후변화, Future Earth’ 주제에 대한 초청강연 세션이 열렸으며, 계산과학 및 공학 관련 분야의 논문 발표 세션도 있었다. 본 사업단의 이창훈교수가 한국계산과학공학회의 공동 부회장을 맡고 있으며, 본 사업단에서 이번 학술대회를 공동으로 주최하였다. 이 학술대회는 우리나라 계산과학공학 및 관련 산업분야의 발전을 위해 상호 연구 정보를 교류하고 새로운 아이디어를 발표하는 장으로서 매년 봄과 가을에 정기적으로 개최되고 있다.

9.3 교육 프로그램의 국제화 계획

[목차]

A. 교육 인프라 향상 계획

- a1. 현재까지 전과목 영어 강의 실시하였으며 이를 지속적 유지
- a2. 해외 학자의 교육 프로그램에 적극 참여
- a3. 외국인 학생 비율을 20% 내외로 유지
- a4 석박사 학위논문 영어작성 의무화

B. 대학원생 국제교류 및 외국대학과의 교육 콘텐츠 교류 계획

- b1. 해외 단기 교육훈련 지속적 활용
- b2. 해외 석학의 대학원 정규 강좌 개설
- b3. 해외 학자의 박사학위 논문심사 committee 지속적인 참여
- b4. 해외 학자들과의 대학원생의 공동연구 지속
- b5. 개설과목의 강의자료 홈페이지에 공개

C. 기타 교육 프로그램 국제화 계획

- c1. 해외 전문가 초빙 및 활용을 통한 국제화 추구
 - c2. 연구그룹별 국제 컨소시엄에 기반한 Tutorial 초청연사 의한 교육프로그램 운영
 - c3. 학생교류 및 교육프로그램 공유에 관한 MOU 체결 확대
 - c4. Summer/Winter school 운영
-

A. 교육 인프라 향상 계획

- a1. 현재까지 전과목 영어 강의 실시하였으며 이를 지속적 유지

본 학과에서는 2009년 설립 시점부터 현재까지 기초과목군에서 특성화과목에 이르는 모든 개설과목을 영어로 강의를 진행하고 있다.

- 글로벌 전문가 양성과 해외 우수한 인재 확보 및 지도를 위해 모든 대학원 개설 과목의 영어 강의 의무화
- 2013-2학기에 총 12과목, 2014-1학기에 총 11과목, 2014-2학기에는 10과목, 2015-1학기에는 총 13과목이 개설되어 모두 영어로 수업이 진행되었다.

- a2. 해외 학자의 교육 프로그램에 적극 참여

본 사업단은 계산과학공학 관련 분야에서 우수한 9명의 해외학자를 초청하여 다양한 형태의 강의(정규강좌 및 특강)와 세미나를 개설하여 학생들의 교육 극대화 및 국제화를 이루고자 한다. 또한 참여 해외학자들과 토론의 장을 마련하고 참여교수와의 공동연구, 대학원생의 연구지도 및 논문심사 위원 위촉, 해외단기 연수 시 지도교수로 활용하는 등 대학원생들의 전문성 함양에 적극 참여하게 할 계획이다.

- a2.1. 지난 2년간(2013.09-2015.08) 해외학자 교육 프로그램 실적

- Habib Ammari (Ecole Normale Superieure대학) : 2013년 2학기 정규과목 강의 (서진근교수와 공동강의개설)
 - CSE9860 역문제와 의료영상 (Inverse Problems in Medical Imaging) - 총24시간 강의
 - 강의 내용
 - 1주: Layer potential approaches to imaging
 - 2주: Resolution and stability enhancement in electro-sensing
 - 3주: Enhancement of cloaking using GPT-vanishing structures
 - 4주: Enhancement of resolution and stability in multi-wave imaging
- John Kim (UCLA) : 2014년 2학기 정규과목 강의 (이창훈교수와 공동강의 개설)
 - MEU7300 난류이론 (Turbulence Theory) - 총 12시간 강의
 - 강의내용
 - I Introduction
 - I.1 Characteristics of turbulent flows
 - I.3 Review of index notation and Cartesian tensors
 - II The Governing Equations
 - III Statistical Description of Turbulent flows
 - III.1 Random variables and probability distributions
 - III.2 Random processes and frequency spectra
 - III.3 Random fields, statistical stationarity and statistical homogeneity
 - IV Mean-Flow Equations
 - IV.1 Reynolds decomposition and Reynolds stresses
 - IV.2 Turbulence kinetic energy equation and energy budget
 - V Scales of Turbulent Motion
 - V.1 Energy cascade and Kolmogorov hypotheses
 - V.2 Integral, Taylor micro, and Kolmogorov scales
 - V.3 Fourier modes and velocity spectra
- Goodarz Ahmadi (Clarkson University, USA) : 2015-1학기 단기강좌 개설
 - Introduction to Computational Fluid Dynamics - 총 15시간 강의
 - 강의내용
 - 1일차 : Fundamentals of spherical and non-spherical particle motion in particle-laden flows
 - 2일차 : Sublayer and RANS models for particle transport and deposition analysis
 - 3일차 : Seminar - Biological and environmental applications
 - 4일차 : DNS of turbulent two-phase flows
 - 5일차 : Introduction / Eulerian-Eulerian multiphase flow

a3. 외국인 학생 비율을 20% 내외로 유지

본 학과의 외국인 학생비율은 현재 전체 학생의 21% 정도이며, 국적은 중국, 몽골, 튀니지, 파키스탄 등이다. 각 학기 별 외국인 학생 현황은 다음과 같다.

- 2013-2학기 : 외국인 학생은 10명으로 총학생수 40명의 25.0%
- 2014-1학기 : 외국인 학생은 8명으로 총학생수 40명의 20.0%
- 2014-2학기 : 외국인 학생은 9명으로 총학생수 43명의 20.9%
- 2015-1학기 : 외국인 학생은 9명으로 총학생수 46명의 19.6%

a4. 석박사 학위논문 영어작성 의무화

본 학과에서는 석사 및 박사 학위논문의 영어 작성을 의무화(학과 운영내규 제 22조 (학위논문)하고 있으며, 현재까지 졸업생의 석사 및 박사학위 논문은 100% 영어로 작성되었다.

· 2014년 1학기 졸업자 및 졸업논문 제목

Irene Sonja Monnesland (석사) : Least squares FEM for a nonlinear Stokes problem in glaciology

양두리 (석사) : Study on projection methods for the incompressible Navier-Stokes equation

김형석 (석사) : The Flexibility of an Optimization Based Domain Decomposition Method

· 2014년 2학기 졸업자 및 졸업논문 제목

박형석(박사) : Analysis of Metal Artifacts and its Reduction Methods in X-ray Computed Tomography

Tingting Zhang (박사) : Nonlinear Inverse Problems For Coefficient Identification In Elliptic PDE

지현우 (석사) : Numerical Investigation of Vortex Motion Using Vortex Filament Method

권혁남 (박사) : Inverse problem for electrical tissue property imaging

최재규 (박사) : Inverse Problem in Quantitative Susceptibility Mapping

· 2015년 1학기 졸업자 및 졸업논문 제목

김동건 (석사) : Periodic Signal Analysis as an Application of Principal Component Analysis

김정은 (박사) : Optimal control of an Influenza model

유기성 (석사) : Convergence of Empirical Intensity CDF and Texture Classification

이슬잎 (석사) : CO Interior Penalty Finite Element Methods for Nonlinear 4th-Order Differential Equations

장준영 (석사) : Efficient Therapies for HBV Using Feedback Control

B. 대학원생 국제교류 및 외국대학과의 교육 콘텐츠 교류 계획

b1. 해외 단기 교육훈련 지속적 활용

본 사업단에서는 해외 단기 교육프로그램을 운영하고 있으며 이를 통해 학생들의 시야를 넓히고 글로벌 경쟁력을 갖추는데 도움을 주고 있다. 현재 Habib Ammari교수가 있는 프랑스 Ecole Normale Superieure로 대학원생들을 보내는 해외 단기 교육프로그램을 운영하고 있으며 이를 지속, 확대할 계획이다. 해외학자로 참여하고 있는 외국 교수들과 이에 대해 논의 하고 있다.

· 단기연수 및 공동연구 : 2014.1.14.-2014.1.30. (16박 17일)

- 연수기관 : Dept. of Mathematics, Ecole Normale Superieure, France

- 연수참가자 : 권혁남, 주량동

- 연수내용 : 프랑스 Ecole Normale Superieure 대학의 Habib Ammari 교수와 공동연구

b2. 해외 석학의 대학원 정규 강좌 개설

본 사업단에서는 지금까지 해오던 해외학자의 집중강연 형태의 정규강좌를 유지하여 매년 학문의 흐름에 맞는, 학생들의 요구에 부합하는 주제에 대해서 강연이 이루어질 것이다. 차년도에는 세계적인 석학인 스위스 ETH의 Habib Ammari 교수가 역문체 분야에 대한 집중 강연을 하게 된다.

b2.1. 지난 2년간(2013.09-2015.08) 해외 석학의 대학원 정규 강좌 개설 실적

- Habib Ammari : 2013년 2학기 정규과목 강의 (서진근교수와 공동강의개설)
- CSE9860 역문제와 의료영상 (총24시간 강의)
- John Kim : 2014년 2학기 정규과목 강의(이창훈교수와 공동강의 개설)
- MEU7300 난류이론 (총 12시간 강의)

b3. 해외 학자의 박사학위 논문심사 committee 지속적인 참여

2015년 2월에 박사학위를 받은 4명의 학생 모두가 (권혁남, 박형성, 최재규, Tingting Zhang) 의 학위 심사 committee 로 해외석학이 참여하였다. 해외 석학의 박사학위 심사는 단순히 일회성에 그치는 심사가 아니라 peer-review를 수개월 전부터 시행하여 학생들과의 지속적인 교류를 통해 글로벌 경쟁력을 갖춘 박사를 배출하는데 많은 공헌을 하고 있다. 앞으로 해외학자의 박사학위 논문 심사 참여를 적극적으로 시행하고자 한다.

b4. 해외 학자들과의 대학원생의 공동연구 지속

지난 2년간 본 사업단 참여교수 및 학생들은 해외학자와 많은 공동연구를 해왔다. 앞으로도 지속적인 교류를 통해 글로벌 인프라를 확장할 것이며, 해외학자와의 공동연구의 지속을 통해 국제적 경쟁력을 갖춘 사업단으로 한걸음 더 나아가고자 한다.

b5. 개설과목의 강의자료 홈페이지에 공개

본 학과는 개설된 과목 중 24과목에 대해 900여 회분의 강의 동영상을 KOCW를 통해 공유하였으며, 총 330여건의 강의록을 홈페이지를 통해 공개하여 계산과학공학 교육에 활용하고 있다. 향후에도 기존 개설 과목에 대한 강의록 보완 및 신규 과목에 대한 강의록을 작성하여 공유하도록 한다.

- 강의 자료 업로드 : <http://cse.yonsei.ac.kr/lecture-note.html>
- 강의자료 홈페이지 공개 현황 : CSE5001 기초계산과학공학, CSE5810 수치해석, CSE5950 이공계편미분방정식, CSE7890 수치최적화, CSE5840 수치편미분방정식 등 13개 과목

C. 기타 교육 프로그램 국제화 계획

c1. 해외 전문가 초빙 및 활용을 통한 국제화 추구

본 학과는 지난 2년간 해외학자들을 초청하여 정규강좌 이외에도 단기집중강좌, 특강 등을 개최함으로써 세계적인 석학들의 강의를 듣고 학생들에게 새로운 연구내용들을 제공할 수 있는 발판을 마련하고 있다. 지난 2년간 총 2강좌의 정규강좌가 열렸으며 3회의 단기강좌, 그리고 24개의 특강을 개최하여 연구와 교육의 범위를 확장하기 위해 노력하였다. 향후 해외 전문가를 지속적으로 초청하여 워크샵 및 세미나, 집중강연, 간담회 등의 교육 프로그램을 국제화하여 학생들의 연구 영역을 확대할 것이며 단순히 방문하여 강연만 하는 것이 아니라 집중 토론을 통한 공동 연구의 모색, 적극적인 대학원생 교육의 참여를 유도하고자 한다.

- International workshop on computational mathematics - advances in computational PDEs (ICM2014 Satellite conference)를 통한 해외 전문가 초빙 및 공동연구 진행

- 2014.08.08~2014.08.13 Carstensen, Carsten(Humboldt University) :이은정교수, 신동욱학생, 박은재교수와 공동연구 진행, 본 사업단에서 주최하는 ICM 위성학회 조직위원 활동 및 초청강연 진행
- Medical imaging 워크샵 개최
워크샵 명 : Medical Image Computing: Challenging Issue and Future direction 서진근교수가 의료영상 분야 연구에 대한 워크샵을 개최하여 국내외 전문가들이 발표 및 연구 관련 토의를 진행함
- 2015.06.08~2015.06.10 Gao, Hao(Shanghai Jiao Tong University) 워크샵 참가 발표 및 연구관련 토의
- 2015.06.08~2015.06.12 Shen, Zuwei(National University of Singapore) 워크샵 참가 발표 및 연구관련 토의
- 2015.06.08~2015.06.12 Zhao, Hongkai(University of California Irvine) 워크샵 참가 발표 및 연구관련 토의
- 해외학자 특강 및 세미나 개최
본 학과는 2013년 9월부터 2015년 8월까지 해외학자 정규강좌(공동개설) 2과목 개설, 해외학자의 단기강좌 2회, 국내외 석학들의 특강을 총 28회 개최하였다. 또한 연구그룹별 워크샵, 해외 전문가 초빙을 통한 자문 및 공동 연구를 수행하였다.

c2. 연구그룹별 국제 컨소시엄에 기반한 Tutorial 초청연사 의한 교육프로그램 운영

지난 2014년 8월8일부터 13일까지 본 학과는 계산과학공학 국제학술대회의 일환으로 International workshop on computational mathematics - advances in computational PDEs (ICM2014 Satellite conference)를 주최하여 관련 연구 분야의 국제적 저명인사들을 초청하였다. 이는 수치해석분야인 Computational PDE 분야의 국제 컨소시엄을 구성하기 위하여 본 학과가 개최하였던 2012년 “International Conference on Computational Mathematics- Advances in Computational PDEs” 학회와 2013년 “International workshop and tutorial on computational mathematics-Advances in Computational PDEs” 워크숍 시리즈의 연장으로 관련 분야의 연구자들이 대학원생 대상 세미나를 통하여 교육도 참여하고 또한 연구자들간 심도 깊은 논의도 진행해왔다. 또한 2015년 6월8일부터 12일까지 Medical imaging 워크숍 (Medical Image Computing: Challenging Issue and Future direction)을 개최 하였는데 Medical imaging 워크숍은 학생 및 국내외 학자들 짧은 발표 후 긴 시간 동안의 토론 위주로 진행되어 해외 전문가와의 공동연구를 도모하는 계기를 마련하였다. 특히 해외학자들은 방문 기간 동안 본 학과 박사과정 논문심사 과정에도 적극적으로 참여하였으며 대학원생들의 발표세미나에 참석하여 많은 조언을 하였다. 이러한 국제 컨소시엄 기반 초청연사의 tutorial도 교육 프로그램을 국제화하는데 도움이 되어 향후 지속적으로 추진하고자 한다.

c2.1. 지난 2년간 연구그룹별 국제 컨소시엄 기반한 해외 전문가 자문/연구/교육 프로그램 운영 실적

- 전산유체역학 연구그룹
 - 2014.02.03~2014.02.07 Fouxon, Yitzhak(Weizmann Institute of Science, Israel) : 전산유체실험실 그룹 세미나 참가 및 자문, 세미나 발표
 - 2014.05.31~2014.06.05 Fouxon, Yitzhak(Weizmann Institute of Science, Israel) : Localization-delocalization에 대한 이론적 연구 및 수치적 연구의 비교 및 검증 내용 강연
 - 2014.07.07~2014.07.12 Wang, Lian-Ping(University of Delaware) :Impacts of small-scale turbulence on cloud and precipitation process in maritime shallow convection 세미나 및 이창훈 교수와 공동연구
 - 2014.12.14~2014.12.15 Fouxon, Yitzhak(Weizmann Institute of Science, Israel) :해외학자 초청 자문 및 공동 연구 (이창훈 교수) (Problem of distribution of water droplets in clouds that has direct relevance to rain formation and weather prediction and statistics of particles in the non-restricted range of parameters which has numerous applications)
 - 2014.12.03~2014.12.05 He, Guowei(Chinese Academy of Sciences) :해외학자 초청 자문 및 공동연구 (이창훈 교수)

· 의료영상 연구그룹

- 2014.02.10~2014.02.23 Tsagaananchuluun, Munkh-Erdene(MUST) :서진근 교수팀과 공동연구 (Early detection of hydrargyrum polluted soil using projected image reconstruction of EIT)
- 2014.02.09~2014.02.28 Song, Yizhuang(Shandong Normal University) :Local Bz reconstruction using skipped k=space data in MREIT 공동연구 진행
- 2014.06.23~2014.06.27 Tsagaananchuluun, Munkh-Erdene(MUST) :이은정교수와 공동연구 진행: The underground hydrargyrum polluted area detecting algorithm and depth formula
- 2014.07.11~2014.08.10 Ammari, Habib(Ecole Normale Superieure) :Medical Image Computing, Project-based Seminar, 서진근교수와 공동연구
- 2014.08.05~2014.08.18 Song, Yizhuang(Shandong Normal University) :서진근교수팀과 공동연구 진행 (Project Functional Magnetic Resonance Electrical Impedance Tomography)
- 2014.08.11~2014.08.15 Zhao, Hongkai(University of California Irvine) :서진근교수팀과 공동연구 및 CSE대학원생 paper previsa 실시
- 2014.10.29~2014.10.30 Soleimani, Manuchehr(University of Bath) :공동연구 논의(서진근 교수팀에서 이론과 알고리즘, Soleimani교수팀에서 실험을 진행)
- 2015.01.22~2015.02.05 Tsagaananchuluun, Munkh-Erdene(MUST) :이은정, 서진근교수와 공동연구 진행: Remote real time monitoring for underground contamination in Mongolia using EIT
- 2015.02.23~2015.02.28 Song, Yizhuang(Shandong Normal University) :서진근 교수와 공동연구 진행: Anisotropic magnetic resonance electrical impedance tomography
- 2015.03.18~2015.04.28 Graf von Harrach, Bastian(University of Stuttgart) :서진근, 이은정교수와 공동연구 및 자문

· 수치해석 연구그룹

- 2014.08.08~2015.08.13 Sue Brenner and Li-Yeng Sung (Louisiana State University 석좌교수): 초청강연 및 공동 연구시작 (Multigrid for Saddle point problems)
- 2014.08.20. Duk-Soon Oh (Rutgers University) 초청강연 및 공동연구시작 (MG for Convection-diffusion)
- 2014.12.30. Kim,Tae-Yeon(Khalifa University of Science, UAE): 초청강연(B-spline Based finite element method for the stationary quasi-geostrophic equations of the ocean) 및 박은재 교수 및 신동욱 학생과 공동 연구 진행(A DG method for the stationary quasi-geostrophic equations of the ocean)
- 2015.05.21~2015.05.21 Lee, Namyong(Minnesota State University) :초청강연(Big Date Analysis) 및 박은재교수와 연구관련 논의
- 2015.05.15~2015.06.10 Ahn, Jeongho(Arkansas State University) :세미나 강연 및 박은재교수와 공동연구 진행
- 2015.05.21~2015.05.21 Lee, Namyong(Minnesota State University) :초청강연(Big Date Analysis) 및 박은재교수와 연구관련 논의
- 2015.05.15~2015.06.10 Ahn, Jeongho(Arkansas State University) :세미나 강연 및 박은재교수와 공동연구 진행

c3. 학생교류 및 교육프로그램 공유에 관한 MOU 체결 확대

현재 5개 대학 및 기관과 MOU 체결을 통해 학생 교육/교류를 수행하고 있으며 향후 해외학자가 속한 대학을 중심으로 연구교류의 활성화를 위해 MOU를 체결하여 학생교육/학생교류를 활성화한다.

c4. Summer/Winter school 운영

본 사업단은 몽골과학기술대학교(MUST, Mongolian University of Science and Technology) 수학부의 요청에 따라 MUST의 교수 및 학생들을 대상으로 2014년 06월 23일부터 07월 02일까지 여름 계절 학기를 개최하여 계산과학공학 분야에 대한 전반적인 교육을 실시하였다. MUST의 교수 및 학생 등 총 18명이 연세대 계산과학공학과를 방문하여 2주간 계절 학기를 수강하였으며, 본 사업단에서는 이번 계절 학기를 통해 세계적으로 이슈화되고 있는 분야인 계산과학공학을 몽골의 MUST에 소개하고 홍보하였다. 본 학과는 몽골의 MUST와 학술교류 및 학생교환 등에 대한 MOU를 체결하여 매년 워크숍을 통해 학술교류를 증진하고 있으며 이를 지속 확대할 계획이다.

10 연구의 국제화 현황 및 계획

10.1 참여교수의 국제화 현황 (최근 2년)

① 국제적 학술활동 참여 실적

[목차]

- A. 국제학회 기조강연 및 Invited talk 실적
- B. 국제학회/학술대회 위원회 및 좌장 활동
- C. 국제 학술지 편집 위원 활동
- D. 국제 저술 활동

A. 국제학회 기조강연 및 Invited talk 실적

- 서진근 교수
 - ICIAM 2015 (국제산업응용수학회) invited talk, Mathematical models and methods for noninvasive bioimpedance imaging, 2015.08.10.-14 : 국내 수학자로 최초.
 - The 2nd Chongqing workshop on Computational and Applied Mathematics(CQWCAM2) Invited talk, A Challenging issue on computerized tomography: metal artifact reduction, Chongqing University in Chongqing China (2015.08.16.-19)
 - The International Conference on Inverse Problems, Imaging and Applications(Satellite Conference of 2015 ICIAM) Invited talk, Electrical Impedance Tomography for Monitoring Lung Function, Department of Mathematics and Center for Interdisciplinary Applied and Computational Mathematics, Zhejiang University, Hangzhou, China (2015.08.06.-09.)
 - CMC 정오의 수학산책(KAIST) 초청강연, Compactness and Dirichlet Principle (2014.05.02.)
 - 대한수학회 2014 봄학기(KMS2014 spring) 초청강연, 수학적 사고와 계산과학, 강릉원주대학교 (2014.04.24.~26.)
 - KSIAM 2013 가을 학회 기조강연 "Mathematical framework for electrical tissue property imaging using MRI" (2013.11.23)
- 이창훈 교수
 - 2014 Summer School and International Symposium on Fundamental Issues of Multiphase Flows 초청강연, Effect of gravity on the interaction between turbulence and particles (2014. 6)
 - 2014 KIAPS International Symposium on the Global NWP System Modeling 초청강연, Direct simulation approach for sedimenting droplets in the air (2014.10.29.)
 - The 10th Asian Computational Fluid Dynamics Conference 초청강연, Direct numerical simulation of droplets sedimenting in cloud turbulence (2014. 11)

B. 국제학회/학술대회 위원회 및 좌장 활동

- 서진근 교수
 - (Organizer) A3 Foresight Program Conference on Modeling and Computation of Applied Inverse Problems, International Convention Center, Jeju, Korea, 2014.11.20.-23.
 - (Scientific committee) International Conference on Inverse Problems and Related Topics, 2014.12.15.-19.
 - (Scientific committee) EIT2015, Neuchâtel, Switzerland, 2015.06.02.-05.
 - (Program committee) 16th International Conference on Biomedical Applications of Electrical Impedance Tomography, Switzerland, 2015.06.02.-05.

- 이창훈 교수
 - (Advisory Board) The Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena, 2011-

- 박은재 교수
 - (Chair of Organizing Committee) Eun-Jae Park, ICM 2014 Satellite Conference - International Workshop on Computational Mathematics, Aug. 9-12, 2014
 - (Organizing Committee) Eun-Jae Park, 23rd International Conference on Domain Decomposition Methods, International Convention Center, Jeju, Korea, July 6-10, 2015

- 이은정 교수
 - (Local Organizing Committee) International Congress of Women Mathematicians 2014, 2014.08.12.-14.
 - (Local Organizing Committee) ICM 2014 Satellite Conference - International Workshop on Computational Mathematics, 2014.08.09.-12.
 - (Session Chair) 5th International Workshop on Process Tomography (IWPT-5), 2014.09.15.-18.
 - (Session Chair) ICIAM 2015 (국제산업응용수학회), 2015.08.10.-14.

C. 국제 학술지 편집 위원 활동

- 서진근 교수
 - (Associate Editor) Inverse Problems and Imaging, American Institute of Mathematical Science
 - (Associate Editor) Inverse Problems in Science & Engineering
 - (Associate Editor) Mathematics in Industry, Springer Verlag
 - (Associate Editor) Journal of Elliptic and Parabolic Equations (방문교수인 Chipot 교수가 chief editor)
 - (Chief Editor) The journal of the Korean Society for Industrial and Applied Mathematics(Journal of KSIAM)

- 이창훈 교수
 - (Editor) Journal of Computational Science, Elsevier
 - (Associate Editor) Journal of Computational Fluids Engineering (Journal of Korean Society for Computational Fluids Engineering)
 - (Editor-in-Chief) Journal of KSME (~2014)

- 박은재 교수
 - (Editor) Eun-Jae Park, Journal of the Korean Mathematical Society
 - (Editor) Eun-Jae Park, Advances and Applications in Fluid Mechanics
 - (Special Issue Editor) Eun-Jae Park, Computers & Mathematics with Applications (상위 10% 저널)

D. 국제 저술 활동

- 서진근 교수
- Electro-Magnetic Tissue Properties MRI (Modelling and Simulation in Medical Imaging), by Jin Keun Seo, Eung Je Woo, Ulrich Katscher, Yi Wang, Imperial College Press 1 edition (May 11, 2014), ISBN-13: 978-1783263394

② 국제 공동 연구 실적

<표 17> 최근 2년간 국제 공동 연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국/소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM-YYYYMM)	연구결과물 (논문게재, 특허등록 등)
	사업단 참여교수	국외 공동연구자				
1	서진근	H. Ammari	프랑스/Ecole Normale Supérieure	A pressure distribution imaging technique with conductive membrane using electrical impedance tomography	201311-201501	논문게재
2	서진근	H. Ammari, E. Bretin, P. Millien, L. Seppecher	프랑스/Ecole Normale Supérieure, Université de Lyon	Mathematical modeling in full-field optical coherence elastography	201311-201501	논문게재
3	서진근	H. Ammari, P. Grasland - Mongrain, P. Millien, L. Seppecher	프랑스/Ecole Normale Supérieure, Université de Lyon	A mathematical and numerical framework for ultrasonically-induced Lorentz force electrical impedance tomography	201311-201501	논문게재
4	서진근, 이은정	H. Ammari	프랑스/Ecole Normale Supérieure	Mathematical modeling of mechanical vibration	201311-201501	논문게재

4	서진근, 이은정	H. Ammari	프랑스/Ecole Normale Supérieure	assisted conductivity imaging	201311-201501	논문게재
5	서진근	H. Ammari	프랑스/Ecole Normale Supérieure	Electrical impedance spectroscopy-based defect sensing technique in estimating cracks	201311-201501	논문게재
6	서진근, 이은정	AL. McEwan	호주 /University of Sydney	Design of a microscopic electrical impedance tomography system for 3D continuous non-destructive monitoring of tissue culture	201309-201402	논문게재
7	서진근	S. Wang, Y. Wang	중국/Univ Elect Sci & Technol, 미국 /Cornell Univ	Inverse Problem in Quantitative Susceptibility Mapping	201311-201402	논문게재
8	서진근	B. Harrach	독일 /university Stuttgart	Regularizing a linearized EIT reconstruction method using a sensitivity-based factorization method	201311-201402	논문게재
9	서진근	A. McEwan	호주 /University of Sydney	Evaluation of a multi-electrode bioimpedance spectroscopy tensor probe to detect the anisotropic conductivity spectra of biological tissues	201311-201401	논문게재

10	서진근	M Soleimani	영국 /University of Bath	Electrical Impedance Spectroscopy for Electro-Mechanical Characterization of Conductive Fabrics	201311-201401	논문게재
11	서진근	Yizhuang Song	중국/Shandong Normal University	CONDUCTIVITY AND PERMITTIVITY IMAGE RECONSTRUCTION AT THE LARMOR FREQUENCY USING MRI	201311-201309	논문게재
12	이창훈	S Nadeem	파키스탄 /Quaid-I-Azam University	Series solution of magneto-hydrodynamic boundary layer flow over bi-directional exponentially stretching surfaces	201412-201508	논문 리뷰 중
13	이창훈, 최정일	S Nadeem, MA Sadiq,	파키스탄 /Quaid-I-Azam University, 사우디아라비아 /Dammam Community College	Exponentially Stagnation Point Flow of Non-Newtonian Nanofluid over an Exponentially Stretching Surface	201312-201403	논문게재
14	이창훈	NS Akbar, S Nadeem, ZH Khan	파키스탄/Natl Univ Sci & Technol, Quaid-I-Azam University, 중국/ Peking Univ	Numerical Simulation of Nanoparticle Fraction for the Peristaltic Flow of a Six Constant Jeffrey's Fluid Model	201309-201310	논문게재
15	이창훈	NS Akbar, S Nadeem	파키스탄/Natl Univ Sci &	Biomechanical Analysis of	201309-201309	논문게재

15	이창훈	NS Akbar, S Nadeem	Technol, Quaid-I-Azam University	Eyring Prandtl Fluid Model for Blood Flow in Stenosed Arteries	201309-201309	논문게재
16	이창훈	S Nadeem, ST Hussain,	파키스탄/Natl Univ Sci & Technol, Quaid-I-Azam University	FLOW OF A WILLIAMSON FLUID OVER A STRETCHING SHEET	201309-201309	논문게재
17	최정일	YB Li	중국/Xi'an Jiaotong University	A Phase-field fluid modeling and computation with interfacial profile correction term	201309-201408	논문게재 확정 2016.01.
18	최정일	YB Li	중국/Xi'an Jiaotong University	Fast local image inpainting based on the Allen-Cahn model	201209-201309	논문게재
19	이은정	TA Manteuffel, C Westphal	미국 /University of Colorado at Boulder	FOSLL* for nonlinear partial differential equations	201306-201405	논문게재 승인
20	이은정	B. Harrach	독일 /university Stuttgart	Combining frequency-difference and ultrasound modulated electrical impedance tomography	201403-201503	논문게재
21	이은정	Max Gunzburger	미국/Florida State University	Least squares method for a nonlinear Stokes problem in glaciology	201303-201409	논문 리뷰 중
22	박은재	Z Cai, V Carey, J Ku	미국/ Purdue Univ., Univ. of Texas at Austin, Oklahoma State Univ	Asymptotically exact a posteriori error estimators for first-order	201401-201508	논문게재

22	박은재	Z Cai, V Carey, J Ku	미국/ Purdue Univ., Univ. of Texas at Austin, Oklahoma State Univ	div least-squares methods in local and global norm	201401-201508	논문게재
23	박은재	J. Ahn	미국/Arkansas State Univ.	Dynamic frictionless contact of a nonlinear beam with two stops	201310-201502	논문게재
24	박은재	S.V. Nepomnyaschikh	러시아/SD Russian Academy of Sciences	Domain decomposition preconditioning for elliptic problems with jumps in coefficients	201309-201409	논문게재
25	박은재	C. Carstensen	독일/Humboldt Univ.	Convergence and optimality of adaptive least squares finite element methods	201401-201409	논문게재
26	박은재	A. Borzi, M. Vallejos Lass	독일 /Universitat Wurzburg, Technische Universitat Darmstadt	Multigrid Optimization Methods for the Optimal Control of Convection-Diffusion Problems with Bilinear Control	201309-201503	논문게재 승인 Online Published
27	박은재	T.-Y. Kim	아랍에미리트 /Khalifa University of Science	A CO-Discontinuous Galerkin method for the stationary quasi-geostrophic equations of the ocean	201412-201508	논문제출

국제 공동 연구의 우수성 및 중요성을 자유롭게 기술

(상기 표에 대한 논문에 대하여 국제 공동연구의 우수성 및 중요성을 작성함)

1. A pressure distribution imaging technique with conductive membrane using electrical impedance tomography : 전기임피던스 토모그래피 장치를 conductive membrane의 경계면에 설치하여 새로운 압력센서의 수리모델을 제안하고, 수치실험을 통해 정당성을 보였다. 이 새로운 방식은 특허출원 예정이다.

2. Mathematical modeling in full-field optical coherence elastography : 본 연구는 광학적 단층촬영의 유연성을 높이기 위한 연구로 세포의 병리학적 상태를 비침습적인 방식으로 얻어내는 새로운 모델에 관한 것이다. 본 연구에 참여한 프랑스쉴러 학생 L. Seppecher은 서진근 교수가 박사학위 심사를 하였고, 현재 MIT에 박사후 연구원으로 취직하였다.

3. A mathematical and numerical framework for ultrasonically-induced Lorentz force electrical impedance tomography : 초음파와 자장과 로렌츠 힘을 이용하여 전류를 발생하여 저항률 분포를 새로운 수리모델을 개발하였고, 수치실험과 생체실험을 통해 정당성을 입증하였다.

4. Mathematical modeling of mechanical vibration assisted conductivity imaging : 전기단층촬영기법은 생체조직의 전기적 특성을 나타내는 생체 임피던스를 영상화한다. 이 논문에서는 외부에서 물리적 진동을 가함으로서 내부의 도전율과 유전율을 분포에 변화를 주어 이를 이용해 차이 데이터를 만들어 내부의 도전율 분포도를 이미지화 해내는 전기 임피던스 단층촬영기법 알고리즘을 처음으로 제안하였다. 또한 이 기법을 효과적으로 적용 시키고 기존의 전기임피던스 단층촬영기법들에 비해 상대적으로 고해상도의 이미지를 추출해 낼 수 있는 새로운 구조의 전극 배열을 제시하였다.

5. Electrical impedance spectroscopy-based defect sensing technique in estimating cracks : 본 결과는 콘크리트 구조물의 균열상태를 검사하는 새로운 전기 임피던스 방식이다. 주입전류의 주파수를 조정하여 균열의 정성적인 성질을 평가하는 방식이다. 이 결과로 본 학과 대학원생 장정정은 2014년 영국 브리튼에서 개최된 역문제학회에서 최우수 포스터상을 수여하였다.

6. Design of a microscopic electrical impedance tomography system for 3D continuous non-destructive monitoring of tissue culture : 오랜 시간 지속적인 세포배양 관찰을 위해서는 non-invasive and low cost 방법이 필요하다. 이를 위하여 본 연구를 통해 새로운 micro-EIT 시스템 구조와 내부 도전율 시간차 변화 분포의 이미지 재건 알고리즘을 제안하였다. 실제 육면체의 micro-EIT시스템을 제작하여 실험을 하였고 이를 통해 얻은 데이터로 시간에 따른 도전율 변화 이미지를 성공적으로 재건하였다. 이는 기존의 EIT 보다 고해상도의 이미지를 제공하고 세포 배양에 있어 그동안 관찰하지 못했던 특성들을 제안할 수 있다는 점에서 그 응용이 다양할 것으로 기대한다.

7. Inverse Problem in Quantitative Susceptibility Mapping : 생체 Quantitative Susceptibility Mapping(QSM)방식은 인체가 자기장 안에 놓이면 자기 모멘트를 띠게 된다는 점에 기반하여, 그 자기 모멘트와 자기장을 연관시켜 주는 계수인 자화성(magnetic susceptibility)를 영상화하는 새로운 영상 기법이다. MRI 촬영의 기본 전제 조건은 자기장의 세기가 균일하다는 것이다. MRI에 인체가 놓이면 자기장의 미세한 변화가 일어나게 되고, 이로 인하여 전기 신호에는 위상의 변이가 일어나게 된다. 이 위상의 변이로부터 철분의 농도를 측정할 수 있다. 본 연구에서는 QSM에 관한 수리모델과 수학적론을 세우고, 영상의 streaking artifact의 존재성을 엄밀하게 분석하였다. 이 논문으로 인해 최재규 학생은 KSAIM 젊은 응용수학자상을 받았고, 연세대 최우수 논문상을 받았다.

8. Regularizing a linearized EIT reconstruction method using a sensitivity-based factorization method : 본 논문은 2015년 IPSE editor's choice articles로 선정되었다. 기존의 두 방식(Linerized method and factorization method)의 연관성을 엄밀하게 분석하여 새로운 복원방식을 제안하였다.

9. Evaluation of a multi-electrode bioimpedance spectroscopy tensor probe to detect the anisotropic conductivity spectra of biological tissues : 인체조직의 이방성도전률을 전기임피던스로 측정해내는 새로운 방식과

수학이론에 관한 것이다. 전극배역을 최적화하여 측정된 전압-전류 관계로부터 이방성도전률을 계산하는 공식을 개발하였다.

10. Electrical Impedance spectroscopy for electro-mechanical characterization of conductive fabrics : 본 연구는 전도성 섬유를 이용하여 임피던스 기반 압력측정법을 이용하면 정적/동적 압력변화를 동시에 측정 할 수 있으며, 비격자 형태로 외부에 부착된 전극만을 이용해서 내부 압력변화를 추정할 수 있다는 것을 보인 논문이다.

11. Conductivity and permittivity image reconstruction at the larmore frequency using MRI : 본 연구는 MRI장치를 이용하여 도전률을 구하는 Electrical Potential Tomogrphy에 관한 연구이다. 기존의 복원방식은 다른 물질간의 경계면에서 심각한 왜곡현상이 발생하는데, 새로운 수학적이론으로 이를 일부분 해결하였다.

12. Series solution of magneto-hydrodynamic boundary layer flow over bi-directional exponentially stretching surfaces : 바닥면에 두 방향으로 exponential 한 분포로 stretching 하는 경계층에서 자기수력 경계층 유동의 시리즈해를 최초로 구했으며, 해의 특성을 대표적인 유동량인 벽 마찰계수의 변수에 따른 변화를 고찰하였다.

13. Exponentially Stagnation Point Flow of Non-Newtonian Nanofluid over an Exponentially Stretching Surface Exponential 분포로 stretching 하는 경계층에서 나노입자들이 부유된 비뉴턴 유체의 정체유동에 대한 해를 해석적으로 구했으며, 해의 특성을 벽에서의 열전달계수나 마찰계수의 분포 및 변수에 따른 영향 등을 고찰하였다.

14. Numerical Simulation of Nanoparticle Fraction for the Peristaltic Flow of a Six Constant Jeffrey's Fluid Model : 파이프 내에서 진동하는 유동, 즉 peristaltic flow에 대해서 나노입자가 부유된 비뉴턴 유체인 6상수 제프리 유체의 유동에 대한 수치적 해를 구했으며, 마찰계수 등에 미치는 나노입자의 농도의 영향에 대해서 고찰하였다.

15. Biomechanical Analysis of Eyring Prandtl Fluid Model for Blood Flow in Stenosed Arteries : 혈관 벽과 같이 단면적이 변하는 파이프 유동에서 비뉴턴 유체인 Eyring Prandle 유체의 거동에 대해서 해석적 해를 구하고 여러 변수의 따른 압력의 분포 및 유선의 분포의 고찰을 통해 혈관유동모델을 제시하였다.

16. Flow of a Williamson fluid over a stretching sheet : Stretching 바닥 위의 경계층에서 비뉴턴 유체인 Williamson 유체의 경계층 유동에 대한 해석적 해를 제시하고 해의 특성을 벽면에서의 마찰계수 등의 변수에 따른 변화의 고찰을 통해 제시하였다.

17. A Phase-field fluid modeling and computation with interfacial profile correction term : 기존의 Phase-field model에 사용되는 Cahn-Hilliard 모델에 대해서, interfacial profile 부정확성을 극복하는 수정된 Cahn-Hilliard 모델을 제공하였으며, 이에 대해, falling droplets, Rayleigh instability 등 물리적인 문제에 적용하여 보다 나은 결과를 얻었다.

18. Fast local image inpainting based on the Allen-Cahn model : 유실된 영상에 대해, Allen-Cahn 방정식의 수치해를 통해 Curvature-driven diffusions을 고려하여 영상복원을 시도하였다. 특히, 본 영상복원 기법은 부분적으로 소실된 영상 영역에 대해서 local Allen-Cahn 수치해를 이용함으로써, 향상된 복원속도 및 안정한 영상복원기법을 제시하였다.

19. FOSLL* for nonlinear partial differential equations, accepted to SIAM Journal on Scientific Computing : University of Colorado at Boulder의 Thomas A. Manteuffel 교수와 미국 Wabash college에 있는 Chad R. Westphal 교수와 비선형 편미분 방정식에서 regularity가 낮은 해의 근사해를 찾는 방법에 대해서 연구를 하였다. Dual 작용소를 이용하여 그 미분가능성이 낮은해도 근사해를 찾아 낼 수 있다는 것을 보였으며 편미분 방정식이 비선형이어도 선형화 과정을 거쳐, 선형화 과정에서 요구되는 해의 높은차수 미분가능성에 대한 제약을 완화시킴으로써, 근사해의 수렴성을 증명하고 이를 수치 시뮬레이션을 통해 검증하였다. 이 연구를 통해 소개한 방법은 최소자승법으로 비선형 편미분 방정식의 L2-approximation을 direct로 구하는 방법을 처음으로 제시하였고 그 분석 또한 처음으로 이루어 졌다.

20. Combining frequency-difference and ultrasound modulated electrical impedance tomography : 전기임피던스 tomography 기술은 이미징 하고자 하는 영역의 모양과 전극의 위치에 아주 큰 영향을 받는다는 단점이 있다. 독일 Stuttgart 대학의 Harrach 교수와 이은정 교수는 이런 단점을 극복하기 위해 ultrasound 조절을 통한 EIT measurement 를 이용하여 이런 기하학적인 구조로부터 자유로운 frequency difference 데이터를 이용한 anomaly의 위치 추적 알고리즘을 개발하였다.

21. Least squares method for a nonlinear Stokes problem in glaciology : Glaciology에서 흔히 다루어지는 비선형 Stokes 방정식을 negative-norm 최소화승기법을 이용하여 그 근사해를 찾은 최초의 시도이다. 이론적으로 weak solution의 존재성과 유일성을 밝혔으며 2차공간에서의 수치 시뮬레이션에서 성공적인 결과를 도출하였다.

22. Asymptotically exact a posteriori error estimators for first-order div least-squares methods in local and global norm : 본 연구에서는 least squares methods를 이용하여 전통적인 energy functional이 아닌 L2 norm으로 오차를 측정하였을 때 수학적으로 엄밀하고 근사적으로 정확한 a posteriori error estimator를 디자인 하였다. Effectivity index의 계산을 통하여 제안된 방법의 우수성을 보여주고 있다.

23. Dynamic frictionless contact of a nonlinear beam with two stops : 비선형 빔 방정식으로 표현되는 Gao model에 대하여 시노리니 형태의 접촉문제 모형을 제안하고 적절한 수치해법을 고안하였다. 제안된 수치 모형에 대하여 에너지 균형이론을 증명하고 수치실험을 통하여 알고리즘을 검증하였다. 특히, Gao 수학 모형은 선형 모형과 달리 buckling 현상을 허용하며 이는 수치적으로 관찰할 수 있었다.

24. Domain decomposition preconditioning for elliptic problems with jumps in coefficients : 본 연구에서는 유체 역학의 기본방정식인 타원형 방정식의 안정적인 수치해를 구하기 위해 유한요소법으로 이산화후에 나타나는 행렬 방정식의 효율적인 풀이법을 연구하였다. 비중복 영역분할법(non-overlapping domain decomposition method)을 이용한 선형계의 preconditioner를 유도하였다. 특히 계수의 값이 불연속이어서 점프가 있을 때 발생하는 문제를 해결하였고, 수치실험을 통하여 이를 검증하였다.

25. Convergence and optimality of adaptive least squares finite element methods : 이 연구는 최소자승법에서 오랫동안 난제로 남아있던 least squares FEM의 adaptive procedure의 수렴성을 증명하였다. div-LSFEM은 mixed fem과 밀접한 관계가 있으며, 또한 nonconforming fem 과도 연결이 되어있어 이를 활용한 접근법을 제시하였다. 또한, div-LSFEM에서 다루는 functional은 adaptivity의 수렴성 증명에 필요한 mesh parameter h factor가 없는 관계로 근본적인 어려움이 발생한다. 본 연구에서는 소위 second thresholding 이라는 개념을 도입하여 mesh parameter없이 할 수 있는 길을 제시하였으며 이 결과로 연구진은 많은 주목을 받고 있다. 본 결과는 수치해석분야의 최상위 저널인 SINUM 에 게재되었다.

26. Multigrid Optimization Methods for the Optimal Control of Convection-Diffusion Problems with Bilinear Control : 본 연구는 확산과 대류가 공존하는 모델에 대한 bilinear control 문제의 고속해법으로 다중격자법을 제안하였다. bilinear control은 비선형문제로 나타나기 때문에 고속해법의 개발에 근본적인 어려움이 있다. 대류가 지배하는 문제를 극복하는 2차 수렴성을 갖는 upwind scheme과 multigrid optimization 기술을 결합하여 고속해법 알고리즘을 개발하였다. optimization 분야의 전문저널 JOTA(상위 17.2%)에 게재되었다.

27. A C0-Discontinuous Galerkin method for the stationary quasi-geostrophic equations of the ocean : 본 논문에서는 ocean circulation 모델 방정식의 해법으로 미지수의 개수를 획기적으로 줄일 수 있는 stream function formulation에 기반한 연속 Discontinuous Galerkin 방법을 제안하였다. 특히 penalty formulation에서 발생하는 parameter의 선택을 엄밀한 수학기론을 통하여 계산하였으며 여러 수치 실험을 통하여 이론을 검증하였다. 계산과학공학분야의 최상위 저널인 CMAME(상위 6.32%)에 제출하여 심사중에 있다.

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적

[목차]

- A. 해외 연구자의 본 사업단 방문을 통한 교류 실적
 - a1. 본 사업단 해외학자 방문 교류 실적
 - a2. 본 사업단 해외학자와의 해외 연구자 방문 교류 실적
- B. 본 사업단 참여교수의 외국 대학 및 연구기관 방문을 통한 교류 실적
- C. 기타 연구자 교류 실적
 - c1. 박사후 연구원 교류
 - c2. 박사학위 심사
 - c3. 해외단기 교육 프로그램 운영

A. 해외 연구자의 본 사업단 방문을 통한 교류 실적

a1. 본 사업단 해외학자 방문 교류 실적

a1.1. 미국 Florida State University의 Max Gunzburger 교수

(2015.08.19.~2015.08.22.) Workshop on Computational Mathematics & Scientific Computing에 참석

a1.2. 프랑스 Ecole Normale Superieure의 Habib Ammari 교수

(2013.10.01.~2013.10.29.) 역문제와 의료영상 정규강의 및 서진근교수팀과 Breast EIT/MRE 등 연구 교류
(2014.07.11.~2014.08.10.) 서진근교수팀과의 EIT 관련 연구 교류 및 Medical Imaging Seminar
(2014 Yonsei CSE project-based program: Medical Image Computing) 참석, 박사학위논문 심사 등
(2015.07.04.~2015.07.30.) 서진근교수 팀과 fabric EIT 등에 관한 연구 진행 등

a1.3. 미국 UCLA의 John Kim 교수

(2014.08.29.~2014.09.18.) 난류이론 정규강의, 최정일교수팀과 Turbulence scale관련 term project 진행

a1.4. 독일 Stuttgart 대학의 Bastian Harrach 교수

(2014.09.25.~2014.10.03.) 서진근교수팀과 EIT의 electrode-sensitivity 관련 수학적 분석과 활용 방안 연구
(2015.03.18.~2015.04.28.) 서진근교수팀과 EIT를 이용한 lung imaging과 spectral decomposition에 관한 연구

a1.5. 독일 Humboldt 대학의 Carsten Carstensen 교수

(2014.08.08.~2014.08.13.) 박은재교수와 공동연구를 수행하고 있으며, International Workshop on Computational Mathematics - Advances in Computational PDEs(ICM 2014 Satellite Conference)에 참가

a1.6. 미국 Clarkson 대학의 Goodarz Ahmadi 교수

(2015.07.19.~2015.07.26.) 입자유동(Particle-Laden Flow)에 대한 집중강연 및 최정일 교수팀과 협력연구

a1.7. 미국 Delaware 대학의 Lian-Ping Wang 교수

(2014.07.07.~2014.07.12.) small-scale turbulence의 영향성과 turbulence modulation에 관한 특강 및 이창훈 교수팀과 협력연구

a1.8. 몽골 MUST의 Munkh-Erdne Ts 교수

(2014.02.10.~2014.02.23.) 이은정 교수 및 서진근 교수팀과 planar EIT에 관한 최근동향 및 실제 상황에 적용하는
방안에 대한 공동 연구 진행

(2014.06.23.~2014.07.02.) 몽골과학기술대학 수학부 대상 summer school 및 MUST-Yonsei joint workshop 주관

(2015.01.22.~2015.02.06.) 이은정교수와 몽골 지하 토양 오염 모니터링 EIT 관한 연구

a2. 본 사업단 해외학자 외 해외 연구자 방문 교류 실적

a2.1. 미국 UC-Irvine의 Hongkai Zhao 교수

(2014.08.11.~2014.08.15.) 서진근 교수팀과 detail CT에서 metal artifact reduction에 관한 학생 지도

(2015.06.08.~2015.06.12.) 서진근 교수팀과 X-ray CT의 streaking artifact reduction 알고리즘 연구

a2.2. 이스라엘 Weizmann Institute of Science의 Itzhak Fouxon 박사

(2014.02.04.~2014.02.06.) particle-laden turbulence 주제로 대학원생 및 연구자들 대상 단기강좌 제공

(2014.03.07.~2014.03.11.) 이창훈 교수팀과 중력에 의하여 야기된 입자의 군집현상에 관한 두 편의 논문 작성

(2014.05.31.~2014.06.05.) 이창훈 교수팀과 공동연구 및 그 결과에 대한 논문작성에 관한 논의

(2014.07.20.~2014.07.27.) 이창훈 교수팀과 공동연구를 완성하여 2편의 논문제출 함

(2014.12.14.~2014.12.15.) 이창훈 교수팀과 inertial particles의 behavior에 관한 지속적 연구 수행

a2.3. 스위스 University of Zurich의 Michel Chipot 교수

(2014.04.12.~2014.04.24.) 서진근 교수팀과 섬유 압력 센싱의 수리적 해석 및 asymptotic method 검토

(2015.06.22.~2015.07.06.) 서진근 교수팀과 EIT-based Fabric sensor 에 관한 연구 착수

a2.4. 홍콩 Chinese University of Hong Kong의 Raymond H. Chan 교수

(2014.04.17.~2014.04.24.) ground-based astronomy의 PSF 복원 관련 특강 및 서진근 교수팀과 QSM 관련 연구

a2.5. 튀니지 University of Tunis El Manar의 Hamdi Zorgati 교수

(2014.03.02.~2014.04.30.) 서진근 교수와 좌심실 혈류 흐름에 대한 Ultrasound imaging 관련 논문 작성(출간됨)

a2.6. 중국 Shandong Normal대학교의 Yizhuang Song 교수

(2014.02.06.~2014.02.28.) 서진근 교수와 fMREIT 관련 연구 진행

(2014.08.05.~2014.09.04.) 서진근 교수가 주최한 Medical Imaging Seminar (2014 Yonsei CSE project-based program: Medical Image Computing) 참석

(2015.02.22.~2015.03.07.) 서진근 교수팀과 fMREIT 관련 연구 소개 및 문제점/개선점 논의

(2015.07.19.~2015.08.04.) 서진근 교수팀과 fMREIT 연구 진행

a2.7. 미국 스탠포드대학의 Kristen W. Yeom 교수

(2014.10.01.~2014.10.02.) 서진근 교수팀 및 국내 학자와 자기공명을 이용한 영상기법 논의

a2.8. 영국 Bath University의 Soleimani Manuchehr 교수

(2014.10.29.~2014.10.30.) 서진근 교수팀과 EIT 관련 연구 진행 및 박사학위 논문심사

a2.9. 중국 Ocean University의 Zhen Gao 교수

(2015.06.28.~2015.06.30.) Hybrid FC와 WENO Finite Difference Scheme에 관한 특강 및 최정일 교수팀과 연구

a2.10. 중국 Chinese Academy of Sciences의 Guowei He 교수

(2014.12.03.~2014.12.05.) large-eddy simulation에서 sub-grid scale modeling에 관한 특강

a2.11. Arkansas State University의 Jeongho Ahn 교수

(2015.05.15.~2015.06.12.) 박은재 교수팀 대학원생 논문지도 및 선형/비선형 빔의 Dynamic Contact에서의 수학적/수치적 접근에 관한 특강

a2.12. 프랑스 Ecole Normale Superieure의 Hai Zhang 교수

(2014.08.10.~2014.08.20.) 서진근 교수가 주최한 Medical Imaging Seminar (2014 Yonsei CSE project-based program: Medical Image Computing) 참석

a2.13. 미국 Weber State University의 Gengsheng Lawrence Zeng 교수

(2015.03.08.~2015.03.12.) 서진근 교수팀과 CT 관련 Challenging Issue and Future Direction을 논의하고 Beam hardening artifacts corrections 연구 착수

a2.14. 미국 University of Mary Washington의 Jangwoon Lee 교수

(2014.10.10.) 수치해석팀과의 공동연구

(2014.11.05.) Stochastic Elliptic PDEs의 최적제어문제에 대한 특강

a2.15. 미국 아리조나대학의 Rosalind Sadleir 교수

(2014.09.18.) 서진근 교수 및 국내 학자와 Medical Image Computing 관련 논의

a2.16. 싱가포르 University of Singapore의 Toh Kim Chuan 교수

(2015.04.09.) Inexact Accelerated Block Coordinate Descent Method에 대한 특강

a2.17. 미국 Minnesota State University의 Namyong Lee

(2015.05.21.) Big Data Analysis관련 특강

a2.18. 홍콩 Hong Kong Baptist University의 Tao Tang 교수

(2015.05.28.) 박은재 교수와 Spectral methods for PDEs 에 관한 연구 논의

a2.19. 캐나다 York University의 Huaxiong Huang 교수

(2014.09.01.) Coupled Fluid Flows and Mass Transfer의 IBM 적용에 관한 특강

a2.20. 아랍에미레이트 Khalifa University of Science의 Tae-Yeon Kim 교수

(2014.12.30.) 박은재 교수의 초청으로 B-spline Based finite-element method for the stationary quasi-geostrophic equations of the ocean에 관한 특강

B. 본 사업단 참여교수의 외국 대학 및 연구기관 방문을 통한 교류 실적

b1. 서진근 교수

b1.1. 프랑스 Ecole Normale Superieure의 Habib Ammari 교수 방문

(2014.01.16.~2014.01.31.) Mechanical vibration assisted conductivity imaging 공동연구 논의

(2014.06.09.~2014.06.22.) Ammari 교수와 EIT 관련 공동연구 프로젝트 수행 및 박사학위 논문심사

(2015.01.04.~2015.01.09.) micro and macroscopic imaging of electrical tissue properties관련 공동연구를 수행

b1.2. 영국 Bath대학 의 Solemoni 교수 방문

(2015.01.14.~2015.01.16.) Process Tomography 및 Fabric EIT에 관한 공동연구 및 Solemoni 교수팀과 연구 세미나

b1.3. 스페인 Bilbao 대학의 Escauriaza 교수 방문

(2014.06.16.-2015.06.19) Ammari 교수와 공동연구 논문인 "Fabric pressure imaging"에 필요한 unique continuation에 관해 논의

b2. 이창훈 교수

b2.1. 1st Joint Conference of A3 Foresight Program 참석

(2014.11.21.-2014.11.22.) 한국-중국-일본의 유체분야의 다양한 발표를 통해 관련 분야에 종사하는 다른 연구원들의 연구 성과를 접함, 다양한 세션 참석 및 관련 연구원들과 의견교환

b3. 박은재 교수

b3.1. 독일 MFO(Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach) 수학연구소 방문 및 워크샵 참가

(2014.06.22.~2014.06.28.) Computational Multiscale Methods 워크샵 참가 및 석좌 교수로 있는 Enquist, Wheeler, Lipton, Gunzburger 등이 활발한 토론 참여

b3.2. 미국 Texas-Austin 대학의 ICES연구소 방문

(2013.11.04.~2013.11.06.) Workshop on Minimum Residual and Least Squares Finite Element Methods에 참가 및 발표, 유럽의 석학인 Dahmen, Carstensen, Wohlmuth, Wieners, Stevenson과 미국의 석학인 Bochev, Manteuffel, Cai, Demkowicz, Gopalakrishnan 등이 참여하였으며 많은 의견을 나눔

b4. 이은정 교수

b4.1. 프랑스 Ecole Normale Superieure의 Habib Ammari 교수 방문

(2014.01.16.~2014.01.31.) Mechanical vibration assisted conductivity imaging 공동연구 논의

b4.2. 대만 National Central University의 Feng-Nan Hwang 교수 방문

(2013.11.28.~2013.11.30.) Interdisciplinary Workshop on the Numerical Simulation of Solar System Plasma and Fluid Dynamics에 참석 및 발표, 향후 공동연구에 대한 구체적 방안을 모색 및 학생교류 등에 대한 논의

b5. 최정일 교수

b5.1. 미국 North Carolina State University의 Jack Edwards 교수 방문

(2013.10.18.-2013.10.27.) 복잡형상 주위 유동해석을 위한 가상경계기법 개발 논의, 복잡형상을 표현하는 물체격자 (STL)에서의 질량유속을 저장하는 방법론에 대한 논의 등

b5.2. 중국 Ocean University의 Zhen Gao 교수 방문

(2015.08.17.-2015.08.18.) 2nd International Conference in Applied Mathematics and Scientific Computing에 참석 및 발표, Zhen Gao 교수와 Efficient Projection Methods 개발 및 향후 공동연구 주제에 대한 논의, Dr. Misun Min (Argonne National Lab, USA)와 Spectral Element Method를 이용한 열유체해석에 대한 논의, Prof. Jose Castillo (Sandiego State Univeresity, CSRC)와 Yonsei CSE department와의 학생 교류에 대한 논의

C. 박사후 연구원 교류 및 해외 단기 교육 실적

c1. 박사후 연구원 교류

▷ 박사졸업생 권혁남

연세대학교 자연과학연구원에 박사후 연구원으로 취직하여 연구를 진행하다. 2016년 3월부터는 스위스 취리히 공대(ETH Zurich) 박사후연구원(지도교수 Habib Amari, 본 사업단 해외학자)으로 근무할 예정이다.

취리히 연방 공과대학교는 스위스 취리히에 위치한 이공계 연구중심대학이다. 흔히 ETH(에테하)로도 불린다. 스위스 제일의 명문이자 세계의 주요대학 중 하나로 손꼽히며 자연과학 및 공학에 대한 교육 및 연구를 중점적으로 수행하고 있다. 물리학자 아인슈타인, 파울리, 건축가 산티아고 칼라트라바 등이 이 대학을 졸업하였으며 이 학교의 학생 및 교수 출신으로 25명의 노벨상 수상자를 배출하였다.

권혁남 학생이 박사후 연구원으로 공동연구를 하게 될 Habib Amari 교수는 수학기반 의료영상 분야에 세계적인 권위자이다. 권혁남 학생과 Amari 교수는 이미 functional magnetic resonance electrical impedance tomography, vibration assisted electrical impedance tomography, magnetic resonance electrical properties tomography 분야에서 공동연구를 하였으며 박사후 연구원으로 지속적으로 연구를 해 나갈 것이다.

▷ 박사졸업생 최재규

본학과 박사후 연구원으로 취직하여 지도교수와 연구를 진행하고 있다. 2015년 9월부터는 중국 상하이 자오퉁대학(상하이 교통대학) 박사후연구원으로 근무할 예정이다. 본 학과를 방문한 Hongkai Zhao(UC-Irvine 교수) 추천을 받아 본 취업이 이루어 졌다.

상하이 자오퉁 대학(상해교통대학)은 중화인민공화국 상하이에 위치한 가장 오래되고 영향력 있는 대학 중의 하나이다. 1896년 성선회가 황제의 칙령에 의해 상하이에 설립한 난양 공립학교를 그 기원으로 하며 북양대학당과 함께 중국 사람에 의해 설립된 가장 오래된 대학이다. 대학은 중화인민공화국 국무원 교육부와 상하이 정부의 관할 하에 있는 국가중점대학이며, 이공계의 전통이 강하고, 베이징 대학, 칭화 대학에 이어 들어가기 힘든 학교 중 하나이다. 상하이에 소재하고 장쩌민의 출신 학교로 유명하다.

▷ 박사졸업생 Tingting Zhang

본학과의 박사후 연구원으로 재직하고 있으며, Universite Paris Diderot의 Josselin Garnier 교수(본 사업단의 해외학자)에게 박사후연구원으로 2015년 9월부터 근무할 예정이다.

파리 디드로 대학의 파리 7으로 알려진 Universite Paris Diderot는 프랑스 파리에 위치한 프랑스 최고의 대학 중 하나이다. 파리 6대학과 함께 12 세기 중반에 설립된 파리 대학의 과학 학부의 중 하나이며, 유럽에 설립 된 최초의 대학 중 하나였다. 두 명의 노벨상 수상자, 필즈 메달 수상자를 배출했으며 수학, 과학에서의 교육으로 유명하다. Josselin Garnier 교수는 응용수학자로서 역문제 분야에서 세계적인 권위자이다. Garnier 교수가 연구하고 있는 homogenization과 multi-scaled diffusion approximation 분야에서 현재 수학기반 의료영상 팀에서 진행 중인 multi-frequency EIT for determining crack 연구를 맡았던 Tingting Zhang의 연구를 인정하여 박사후연구원으로 고용하였다.

c2. 박사학위 심사

c2.1. 외국대학 연구원의 본 사업단 박사학위 심사 참여 실적

▷ 미국 University of California, Irvine의 Hongkai Zhao 교수

2014년 8월에 본 사업단을 방문하여 박사과정 학생인 박형석(Analysis of Metal Artifacts and its Reduction Methods in X-ray)과 최재규(Inverse Problem in Quantitative Susceptibility Mapping)의 학위 논문 심사 committee로 참여하였다.

▷ 프랑스 Ecole Normale Superieure의 Habib Ammari 교수

2014년 7월 본 사업단 방문기간 동안 박사과정 권혁남(Inverse Problem for Electrical Tissue Property Imaging)과 장정정(Nonlinear inverse Problems for coefficient Identification in Elliptic PDE)의 박사학위 논문 심사를 하였다.

▷ 영국 Bath University의 Soleimani Manuchehr 교수

2014년 10월에 본 사업단을 방문하여 권혁남(Inverse Problem for Electrical Tissue Property Imaging)과 장정정(Nonlinear inverse Problems for coefficient Identification in Elliptic PDE)의 박사학위 논문 심사위원으로 참여하였다.

c2.2. 본 사업단 참여교수의 외국대학 박사학위 심사 참여 실적

▷ 본 사업단의 서진근 교수는 해외학자인 Habib Ammari 교수의 지도학생인 Lsurent Seppercher과 Laure Giovangigli 두 명의 박사학위 심사 참가하였다. 이들 두 학생은 2013년에 본 학과를 3주간 방문했고, 서진근 교수와 4편의 논문을 작성하여 국제 저널에 게재 및 투고하였다.

▷ 본 사업단의 이은정 교수는 몽고과학기술대학 수학과와 Ulziibayar Vandandoo 박사과정학생의 학위 논문 "High-order finite-difference schemes for numerical solution of some partial differential equations" 심사를 하였다. Ulziibayar Vandandoo 학생은 2014년 6월23일부터 7월2일까지 본 사업단이 속한 계산과학공학과를 방문하여 이은정 교수와 학위 논문 세미나를 하였고 이후 이메일을 통해 논문에 대해 논의를 하였다.

▷ 본 사업단의 이은정 교수는 파키스탄 Islamabad에 있는 Quaid-i-Azam University 수학과 Iffat Zehra 학생의 박사학위 논문 "Numerical solution for steady flows with pressure dependent viscosities" 2014년 12월에 심사하였다. Quaid-i-Azam 대학의 Sohail Nadeem 교수가 본 사업단이 속한 계산과학공학과를 방문 중 수치해석 전공인 이은정 교수와 유체 방정식을 유한요소법으로 푸는 것에 대해 논의 후 Quaid-i-Azam 수학과 학생인 Iffat Zehra 박사과정학생이 유한차분법을 이용해 유체 방정식을 근사적으로 푸는 방법을 제시한 박사학위 논문 심사를 의뢰하였다.

c3. 해외단기 교육 프로그램 운영

글로벌 경쟁력을 갖추는데 도움을 주고자 Habib Ammari교수가 있는 스위스 취리히 공대(ETH Zurich)로 대학원생들을 보내는 해외 단기 교육프로그램을 운영하고 있으며 이를 지속, 확대할 계획이다. 현재 해외학자로 참여하고 있는 외국 교수들과 이에 대해 논의 하고 있다.

c2.1. 프랑스 Ecole Normale Superieure 대학에 단기연수 및 공동연구

- 연수기간 : 2014.1.14.-2014.1.30. (16박 17일)
- 연수참가자 : 권혁남, 주량동
- 연수기관 : Dept. of Mathematics, Ecole Normale Superieure, France
- 연수내용 : 프랑스 Ecole Normale Superieure 대학의 Habib Ammari 교수와 공동연구

c2.2 중국 Hunan University에 winter school 참가

- 연수기간 : 2014.12.08.-2014.12.12. (3박 4일)
- 연수참가자 : Lina Zhao
- 연수기관 : College of Mathematics and Econometrics, Hunan University, Changsha, China
- 연수내용 : 2014 Winter School on Multiscale Model Reduction에 참가하여 multiscale finite element method에 관한 교육을 받았으며, Ms FEM의 numerical programming을 배움

c2.3 몽골과학기술대학(MUST) 수학부 대상 CSE Summer School 및 joint workshop 개최

- 일시 : 2014년 06월 23일 ~ 07월 02일
- 장소 연세대학교 계산과학공학과(첨단관)
- 연수참가자 : MUST 교수 및 학생 18명
- 연수내용 : 세계적으로 이슈화되고 있는 분야인 계산과학공학을 몽골의 MUST에 소개하고 홍보

10.2 사업단 비전에 맞는 국제화 전략 및 계획

본 사업단의 계산과학공학과는 계산과학에 기반을 두고 자연과학, 공학, 의학 등 다양한 응용분야를 선택할 수 있는 학제간 융합 과정으로서 수리모델링, 컴퓨터 시뮬레이션, 분석, 시각화 등을 포함하는 과학계산을 통합적이고 체계적으로 수행할 수 있는 고급인력 양성 및 세계수준의 연구 성과 도출을 그 목표를 하고 있다. 지난 2년간 세계 각국 다양한 분야의 해외석학들과의 교류 및 공동연구와 각종 국제 세미나/학술대회 유치를 통해 글로벌 경쟁력 및 위상을 제고하였다. 준거집단과의 비교를 통하여 차별화된 강점을 찾고 이를 바탕으로 글로벌 교육 경쟁력을 키우고 한 단계 더 나아가는 연구역량의 도약을 꾀하고자 한다. 해외학자 초청 프로그램을 통하여 다양한 분야에서의 연구 시각 범위를 확대하고 세계수준의 사업단으로의 성장을 위하여 연구 결과 우수성 향상을 위한 제도개선, 대학원생 연구 역량 강화를 위한 제도 개선, 국내외 학자들과의 교류 확대 등을 지속적으로 추진해 나갈 것이다.

[목차]

A. 국제화 전략 및 계획

- a1. 해외학자 초청 프로그램 운영을 통한 정규강좌/단기강좌/초청세미나 확대
- a2. 국제워크숍/학술대회 개최를 통한 사업단의 국제화
- a3. 해외 학자의 CSE 교육/연구/행정 참여 확대

B. 세계수준 달성 계획

- b1. 자체 준거 집단 설정
 - b2. 세계수준의 사업단으로 성장 계획
-

A. 국제화 전략 및 계획

- a1. 해외학자 초청 프로그램 운영을 통한 정규강좌/단기강좌/초청세미나 확대

본 사업단은 지난 2년간 (2013.09-2015.08) 해외학자 정규강좌(공동강의 개설) 2과목 개설, 해외학자 단기집중강연 3강좌, 해외석학 초청 세미나 24회를 개최하였다. 이는 세계적인 석학들의 강의를 듣고 학생들에게 새로운 연구내용들을 제공할 수 있는 발판을 마련하고 있다. 향후 해외 학자의 범위를 넓혀 이를 지속 확대할 계획이다.

▷ 해외학자 정규강좌 실적 (2013.09-2015.08): 총 2회

- (2013.10), Inverse Problems in Medical Imaging, Habib Ammari (Department of Mathematics and Applications, Ecole Normale Supérieure & Director of Research at CNRS, French)
- (2014.09), Turbulence theory, John Kim (Mechanical and Aerospace Engineering, UCLA, USA)

▷ 해외학자 단기집중강연 실적 (2013.09-2015.08): 총 3회

- (2013.12), Lessons from three decades of electrical impedance imaging and bio-impedance, David Holder (Biophysics and Clinical Neurophysiology Hon. Consultant in Clinical Neurophysiology University College London & UCL Hospital, UK)

- (2014.01) Inertial particles in turbulence: new, robust results, Itzhak Fouxon (Weizmann Institute of Science, Israel)
- (2015.07), Introduction to Computational Fluid Dynamics, Goodarz Ahmadi (Clarkson Distinguished Professor, Clarkson University, USA)

▷ 해외학자 초청세미나 실적(2013.09-2015.08): 총 24회

- (2013.12.23), Interactive Visual Analytics for High Dimensional Data, Prof. Haesun Park (Director of CSE, Georgia Tech)
- (2014.03.25), Dimension reduction in solid mechanics, Hamdi Zorgati (Prof, University of Tunis El Manar Faculty of Sciences of Tunis)
- (2014.03.25), Lagrangian analysis of entrainment and mixing of environmental air in a cumulonimbus cloud, Kyongmin Yeo (IBM Thomas J. Watson Research Center, USA)
- (2014.04.11), Large-scale Numerical Computation for imaging and dimension reduction, Hyenkyun Woo (KIAS)
- (2014.04.18), Point-spread function reconstruction in ground-based astronomy, Raymond Chan (Chairman Department of Mathematics, The Chinese University of Hong Kong)
- (2014.04.22), Asymptotic Analysis and Basics in Homogenization, Prof. Michel Chipot (Universitat Zurich)
- (2014.05.15), Dynamics and Implications of a Model of Hepatitis B Virus Infection with Time Delay, Yang Kuang (Department of Mathematics, Arizona State University)
- (2014.05.15), Geometric Optimal Control Applied to Combination Therapies for Cancer: Results and Open Problems, Urszula Ledzewicz (Department of Mathematics and Statistics, Southern Illinois University Edwardsville)
- (2014.05.30), Stochastic modeling of biochemical networks, Hye-Won Kang (Department of Mathematics and Statistics, University of Maryland, Baltimore County)
- (2014.07.08), Impacts of small-scale turbulence on cloud and precipitation processes in maritime shallow convection, Prof. Lian-Ping Wang (University of Delaware, Mechanical Engineering)
- (2014.07.09), Study of turbulence modulation by finite-size solid particles using the lattice Boltzmann approach, Prof. Lian-Ping Wang (University of Delaware, Mechanical Engineering)
- (2014.08.08), Finite element methods for fourth order variational inequalities, Li-yeng Sung (Dept. of Mathematics, Louisiana State University, USA)
- (2014.09.01), Immersed Boundary Method for Coupled Fluid Flows and Mass Transfer, Huaxiong Huang (Department of Mathematics and Statistics, York University, Canada)
- (2014.10.02), Advanced MRI applications for pediatric brain, Kristen W. Yeom (Radiology at Lucile Salter Packard children's hospital and the Stanford University Medical Center)
- (2014.11.05), The hxp FEM for Optimal Control Problems Constrained by Stochastic Elliptic PDEs, Jangwoon Lee (Department of Mathematics, University of Mary Washington, USA)
- (2014.11.26), Mathematical modeling of tumor growth: an application to breast cancer and glioblastoma, Yangjin Kim (Department of Mathematics, Konkuk University)
- (2014.12.03), Effects of sub-grid scale modeling on time correlations in large-eddy simulation, Guowei He (LNM, Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, China)
- (2014.12.30), B-spline Based finite-element method for the stationary quasi-geostrophic equations of the Ocean, Prof. Tae-Yeon Kim (Civil Infrastructure and Environmental Engineering, Khalifa University of Science, UAE)
- (2015.04.03), Introduction to Inverse Problems, Prof. Bastian von Harrach (University of Stuttgart, Department of Mathematics - IMNG)
- (2015.04.09), An Inexact Accelerated Block Coordinate Descent Method for Least Squares Semidefinite Programming, Kim-Chuan Toh (Department of Mathematics, National University of Singapore)

- (2015.05.21), Big Data Analysis Through the TDA Looking Glass, Namyong Lee (Department of Mathematics & Statistics, Minnesota State University)
- (2015.05.22), Mathematical & Numerical Approaches: Dynamic Contact of Linear & Nonlinear Beams, Jeongho Ahn (Department of Mathematics & Statistics, Arkansas State University)
- (2015.06.23), The parallel multigrid and domain decomposition methods, Kab Seok Kang (High Level Support Team (HLST), Max-Planck-Institute for Plasma Physics Germany)
- (2015.06.29), Hybrid FC Method and WENO Finite Difference Scheme for Hyperbolic Conservation Laws in a Single-Domain Framework, Zhen Gao (School of Mathematical Sciences, Ocean University of China)

a2. 국제워크숍/학술대회 개최를 통한 사업단의 국제화

연구의 폭을 넓히고 각 분야의 석학들을 만나 공동연구의 기회를 만들기 위해 단순한 학술대회 후원이 아니라 적극적인 학술대회 개최를 통하여 글로벌 인프라를 확장할 것이며, 해외학자와의 공동연구의 지속을 통해 국제적 경쟁력을 갖춘 사업단으로 한걸음 더 나아가고자 한다. 또한 학생들이 새로운 학문을 접하고 여러 분야의 전문가를 만날 수 있는 기회를 제공할 것이다.

▷ 개최실적: 4회 개최

- International workshop on computational mathematics - advances in computational PDEs (ICM2014 Satellite conference), 2014.08.08~2014.08.13
- A3 Foresight Program Conference on Modeling and Computation of Applied Inverse Problems, International Convention Center, Jeju, Korea, 2014.11.20.-23
- Workshop on Medical Image Computing: Challenging Issue and Future direction, 2015.06.08~2015.06.12
- MUST-YONSEI Joint Workshop : The Third Workshop on Applied Mathematics, 2014.07.03-04

a3. 해외 학자의 CSE 교육/연구/행정 참여 확대

- 국내 학자와 공동 연구 및 산학 연구 공동 수행
- 대학원생 공동 연구지도 및 학위 논문 심사를 통한 연구 질 향상
- CSE 관련 융복합 정규 과정 개설 및 특강
- 학과 행정 계획 수립 및 학과 발전을 위한 자문위원으로 참여 및 활동
- 국제 협력 프로그램 공동 참여
- 해외 단기 학생 교육 및 학생 교류 프로그램 참가 학생 지도
- 국내외 학술대회 유치 및 조직위원으로 참여
- 교육 향상을 위한 대학간 workshop 정기적 개최
- 아시아의 CSE society에 대한 허브로 자리매김을 위한 활동

B. 세계수준 달성 계획

본 사업단의 계산과학공학과는 계산과학 관련 유사전공 대학원 학과 및 과정 중 상위 집단인 Stanford대학의 Institute for Computational and Mathematical Engineering(ICME) 석·박사과정 프로그램을 벤치마킹하여 학과를 구성/운영하고 있다. 본 학과는 계산과학에 기반을 두고 자연과학, 공학, 의학 등 다양한 응용분야를 선택할 수 있는 학제간 융합 과정으로서 수리모델링, 컴퓨터 시뮬레이션, 분석, 시각화 등을 포함하는 과학계산을 통합적이고 체계적으로 수행할 수 있는 고급인력 양성 및 세계수준의 연구성과를 도출하고자 한다.

b1. 자체 준거 집단 설정

SIAM에서 보고된 계산과학 관련 유사전공 대학원 학과 및 과정은 약 40여개에 이르며, 미국 상위 집단인 Stanford 대학의 ICME, Texas-Austin 대학의 ICES(Institute for computational engineering and science), Florida 주립대의 과학계산학과를 준거집단으로 설정하였다.

▷ 준거집단의 특성

Stanford 대학: 사업단 단위, 참여교수 58명, 참여전공 12개

Texas-Austin 대학: 사업단 단위, 참여교수 48명, 참여전공 17개

Florida 주립대: 학과단위, 참여교수 13명, 참여전공 6개

- 유사전공 및 학과 형태는 크게 다수의 과들이 융합하여 대규모 사업단을 결성/운영하는 형태 (Stanford 대학, Texas-Austin 대학)와 단일 학과 체제로 운영하는 형태(Florida 주립대, Nagoya 대학)로 구분된다.
- Stanford 대학, Florida 주립대학, Texas-Austin 대학 등에서는 계산과학에 대한 분야를 과학 (수학, 물리, 화학, 생물, 생화, 지질, 천문대기 등)과 공학(전기전자, 기계, 우주 항공, 화공, 컴퓨터, 건축, 도시공학 등)에 한정하지 않고 상경 및 의학 분야와도 연계하고 있다.

▷ 사업단의 경쟁력 분석 및 목표 설정

- 준거집단에 대해 BK21PLUS 사업기간 (2013.09-2015.08) 동안 소속교수들의 SCI/SCIE 논문편수를 취합하여 사업단의 경쟁력을 분석하였다. 연간 교수 일인당 출간된 논문편수는 Stanford 대학, Texas-Austin 대학, Florida 주립대에 대해 각각 3.07, 4.68, 3.62이고, IF(impact factor) 지수는 각각 9.42, 14.81, 9.87이다. 본 사업단의 BK21PLUS 사업기간 (2013.09-2015.08) 동안 연간 교수 일인당 출간된 논문 편수는 4.2이고 IF 지수는 6.25이다.
- Texas-Austin 대학 사업단이 연구논문의 질적, 양적으로 높은 위치를 차지하고 있으며 본 사업단은 연간 교수 일인당 논문편수에서 Stanford 대학과 Florida 주립대와 유사한 결과를 나타내고 있다.
- 교수 일인당 논문 편수 (2013.09-2015.08 출간 기준) 및 IF 총합에 따른 계산과학공학 관련 국내외 사업단 비교 분석을 보면, Texas-Austin 대학 사업단이 우위를 점하고 있다. Texas-Austin 대학의 연구성과를 분석한 결과, 일인당 연간 논문 편수는 4.68편이며, 일인당 연간 IF총합의 평균은 14.81이다.
- 준거집단과 BK21PLUS 사업 기간 동안의 논문의 질적/양적 분석을 해보면 1인당 논문편수에서는 세계 준거집단과 비교하여 높은 편에 속하지만, 논문의 질적 지표를 나타내는 IF의 수치는 비교적 낮은 편이다. 논문의 질적 향상을 위해서 참여교수 및 연구원의 연구 평가에 따른 차등인센티브 지급, 정기적 연구현황 발표, 연구의 질적 확대를 위해 국내외 우수기관과 공동연구와 국내외 석학들의 세미나/집중강연/워크숍/학술대회 개최 등의 노력을 하고 있다.

b2. 세계수준의 사업단으로 성장 계획

본 사업단은 일인당 연간 SCI(급) 논문편수 및 IF 지수에 대해 사업종료 시점을 기준으로 논문편수를 3.8, 연간 IF총합을 8.0로 선정하여 양질의 연구결과를 도출함으로써 세계 최고 수준의 연구 집단으로 성장하고자 한다.

▷ 연구 결과의 우수성 향상을 위한 제도 개선

- 교원 승진, 승봉 평가에서 정성적 지표 반영 (논문 IF, 상위 1%/10% 논문 수 등)

- 해외참여석학(Max Gunzburger, Carsten Carstensen, John Kim 교수 등)에 의한 해외자문단 구성
- 연구 우수성 도출을 위한 내부 peer-review 활동 및 승진심사 참여
- 해외학자 및 참여교수의 pre-view system 활용

▷ 대학원생의 연구 역량 강화를 위한 제도 개선

- 국제학술대회 발표 및 SCI 논문 게재 의무화 확대를 통한 대학원생 졸업 요건 강화
- 우수 대학원생 해외연수 지원 및 해외학자들과의 공동연구 장려
- 해외 참여학자의 박사학위논문 심사위원 위촉 권장
- 학과차원의 연구 현황 공개 발표 및 자체 연구 평가

▷ 국내외 우수기관과 공동연구를 통한 연구의 질적 확대

- 국내외 저명학자들을 초빙하여 세미나/집중강연 등을 통한 공동연구 확대
- 국내외 연구자들의 방문/멤버십 프로그램 운영을 통한 연구 교류 활성화

11 해외학자 유치·활용 계획

11.1 해외학자 유치·활용의 우수성

① 해외학자를 유치·활용한 교육·연구 계획

가. 유치·활용 해외학자

<표 18> 연차별 유치·활용 해외학자

연도	해외학자 성명	소속기관	전공분야	나이	국내초빙 여부	국가	국적	초빙기간	활용내역
4차년도	Habib Ammari	ETH Zurich	Medical Imaging	47	Y	프랑스	프랑스	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
4차년도	Carsten Carstensen	Humboldt University	Numerical Analysis	54	Y	독일	독일	14일	특강, 세 미나, 공동 연구, 학생 지도
4차년도	Lian-Ping Wang	University of Delaware	Environmental Fluid Mechanics	51	Y	미국	중국	14일	특강, 세 미나, 공동 연구
4차년도	John Kim	University of California at Los Angeles	Computational Fluid Dynamics	69	Y	미국	미국	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
4차년도	Max Gunzburger	Florida State University	Applied Mathematics	71	Y	미국	미국	5일	특강, 세 미나, 공동 연구, 학생 지도
4차년도	Thomas A.Manteuffel	University of Colorado at Boulder	Applied Mathematics	69	Y	미국	미국	5일	특강, 세 미나, 공동 연구, 학생 지도
4차년도	Goodarz Ahmadi	Clarkson University	Environmental Fluid Mechanics	73	Y	미국	미국	14일	특강, 세 미나, 공동 연구
4차년도	Bastian von Harrach	University of Stuttgart	Inverse problems of partial different	39	Y	독일	독일	14일	특강, 세 미나, 공동 연구, 학생 지도

4차년도	Bastian von Harrach	University of Stuttgart	differential equations	39	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
4차년도	Munkh-Erdene Ts	Mongolian University of Science and Technology	Medical Imaging	36	Y	몽고	몽고	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
5차년도	Habib Ammari	Ecole Normale Supérieure	Medical Imaging	48	Y	프랑스	프랑스	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
5차년도	Carsten Carstensen	Humboldt University	Numerical Analysis	55	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
5차년도	Lian-Ping Wang	University of Delaware	Environmental Fluid Mechanics	52	Y	미국	중국	14일	특강, 세미나, 공동연구
5차년도	John Kim	University of California at Los Angeles	Computational Fluid Dynamics	70	Y	미국	미국	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
5차년도	Max Gunzburger	Florida State University	Applied Mathematics	72	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
5차년도	Thomas A. Manteuffel	University of Colorado at Boulder	Applied Mathematics	70	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
5차년도	Goodarz Ahmadi	Clarkson University	Environmental Fluid Mechanics	74	Y	미국	미국	14일	특강, 세미나, 공동연구
5차년도	Bastian von Harrach	University of Stuttgart	Inverse problems of partial differential equations	40	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도

5차년도	Munkh-Erdene Ts	Mongolian University of Science and Technology	Medical Imaging	37	Y	몽고	몽고	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
6차년도	Habib Ammari	Ecole Normale Supérieure	Medical Imaging	49	Y	프랑스	프랑스	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
6차년도	Carsten Carstensen	Humboldt University	Numerical Analysis	56	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
6차년도	Lian-Ping Wang	University of Delaware	Environmental Fluid Mechanics	53	Y	미국	중국	14일	특강, 세미나, 공동연구
6차년도	John Kim	University of California at Los Angeles	Computational Fluid Dynamics	71	Y	미국	미국	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
6차년도	Max Gunzburger	Florida State University	Applied Mathematics	73	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
6차년도	Thomas A. Manteuffel	University of Colorado at Boulder	Applied Mathematics	71	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
6차년도	Goodarz Ahmadi	Clarkson University	Environmental Fluid Mechanics	75	Y	미국	미국	14일	특강, 세미나, 공동연구
6차년도	Bastian von Harrach	University of Stuttgart	Inverse problems of partial differential equations	41	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
6차년도	Munkh-Erdene Ts	Mongolian University of	Medical Imaging	38	Y	몽고	몽고	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도

6차년도	Munkh-Erdene Ts	Science and Technology	Medical Imaging	38	Y	몽고	몽고	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
7차년도	Habib Ammari	Ecole Normale Supérieure	Medical Imaging	50	Y	프랑스	프랑스	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
7차년도	Carsten Carstensen	Humboldt University	Numerical Analysis	57	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
7차년도	Lian-Ping Wang	University of Delaware	Environmental Fluid Mechanics	54	Y	미국	중국	14일	특강, 세미나, 공동연구
7차년도	John Kim	University of California at Los Angeles	Computational Fluid Dynamics	72	Y	미국	미국	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
7차년도	Max Gunzburger	Florida State University	Applied Mathematics	74	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
7차년도	Thomas A. Manteuffel	University of Colorado at Boulder	Applied Mathematics	72	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
7차년도	Goodarz Ahmadi	Clarkson University	Environmental Fluid Mechanics	76	Y	미국	미국	14일	특강, 세미나, 공동연구
7차년도	Bastian von Harrach	University of Stuttgart	Inverse problems of partial differential equations	42	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
7차년도	Munkh-Erdene Ts	Mongolian University of Science and Technology	Medical Imaging	39	Y	몽고	몽고	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도

8차년도	Habib Ammari	Ecole Normale Supérieure	Medical Imaging	51	Y	프랑스	프랑스	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
8차년도	Carsten Carstensen	Humboldt University	Numerical Analysis	58	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
8차년도	Lian-Ping Wang	University of Delaware	Environmental Fluid Mechanics	55	Y	미국	중국	14일	특강, 세미나, 공동연구
8차년도	John Kim	University of California at Los Angeles	Computational Fluid Dynamics	73	Y	미국	미국	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
8차년도	Max Gunzburger	Florida State University	Applied Mathematics	75	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
8차년도	Thomas A. Manteuffel	University of Colorado at Boulder	Applied Mathematics	73	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
8차년도	Goodarz Ahmadi	Clarkson University	Environmental Fluid Mechanics	77	Y	미국	미국	14일	특강, 세미나, 공동연구
8차년도	Bastian von Harrach	University of Stuttgart	Inverse problems of partial differential equations	43	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
8차년도	Munkh-Erdene Ts	Mongolian University of Science and Technology	Medical Imaging	40	Y	몽고	몽고	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도

나. 해외학자 교육·연구 계획

본 사업단의 참여 해외학자는 9명이다. John Kim 교수와 Habib Ammari 교수는 각각 난류이론과 역문제 분야의 세계적인 석학으로 정규강좌 공동개설을 통하여 학생들에게는 최고의 강의를 들을 수 있는 기회를 제공하였으며 Goodarz Ahmadi, Lian-Ping Wang, Bastian von Harrach 교수는 단기집중강연 및 특강을 수행하여 학생들의 연구의 시각을 넓힐 수 있는 계기를 마련하였다. 이 외에도 Max Gunzburger 교수는 대학원생들 논문지도를, Habib Ammari 교수는 학위논문 committee로 본 사업단 대학원생들의 교육에 적극 참여하였다. 앞으로 글로벌 경쟁력을 높이기 위해서 이러한 해외학자들의 교육 참여를 더욱 적극적으로 추진할 예정이다. 뿐만 아니라 연구에 있어서도 해외학자와 대학원생들이 활발하게 공동연구를 진행하여 최고 수준의 학술지에 제1저자로 논문을 게재하는 학생들이 증가하고 있다. 지난 2년간 해외 학자와 참여교수와의 공동연구도 활발히 진행되어 20여편의 논문이 SCI 상위 저널들에 게재 및 투고된 상태이다.

=====

[목차]

A. 해외학자를 활용한 교육 실적 및 계획

a1. 해외학자의 계산과학공학과 교육 참여 실적 (2013.09-2015.08)

- a1.1. 정규강좌 공동 개설
- a1.2. 단기집중강연 및 특강
- a1.3. 대학원생 공동지도 교수 활동
- a1.4. 박사학위 논문심사 committee 참여

a2. 해외학자 활용 교육 방안에 따른 구체적 실행 계획

- a2.1. 집중강연(정규강의)의 지속을 통한 해외석학들과 학생들의 중장기적인 교류
- a2.2. 기존 해외학자들과의 교류 유지 및 새로운 해외학자들을 영입을 통한 영역 확대
- a2.3. 체계적인 학생 교육 (특별단기강좌-세미나)
- a2.4. 박사학위 논문심사 committee 지속적인 참여
- a2.5. 학생 해외 교육훈련

B. 해외학자를 활용한 연구 계획

- b1. 해외학자와 참여교수의 공동연구 현황 (2013.09-2015.08)
 - b2. 해외학자와 대학원생의 공동연구 현황 (2013.09-2015.08)
 - b3. 해외학자와의 공동연구 논문실적 (2013.09-2015.08)
 - b4. 연구 분야별 참여 해외학자
 - b5. 해외학자를 활용한 연구 계획
-

A. 해외학자를 활용한 교육 실적 및 계획

본 사업단은 계산과학공학 관련 분야에서 세계적인 전문가들을 초청하여 다양한 형태의 강의 및 세미나를 개설하고 토론의 장을 마련함으로써 학생의 교육극대화를 이루고자 한다. 이를 위해 해외학자들의 전문성을 충분히 활용할 수 있도록 강의 및 세미나를 체계적으로 구성하여 학생들이 다양한 전공분야에 대한 심도 깊은 학습이 가능하도록 할 것이다. 참여 해외학자들은 계산수학기반 수치해석, 수리기반 의료영상, 전산유체역학 등의 분야에서 저명한 학자들로서 각각의 전문 분야대해 집중강연, 특별단기강좌, 세미나 등을 통하여 학생들을 지도하고 나아가 논문 심사 위원의 역할도 하게 된다.

a1. 해외학자의 계산과학공학과 교육 참여 실적 (2013.09-2015.08)

- a1.1. 정규강좌 공동 개설

a1.1.1. 2013년 2학기 Habib Ammari 교수(본 사업단 해외학자)의 정규강좌 공동개설

의료영상 분야의 세계적인 석학인 Habib Ammari (Ecole Normale Superieure, 프랑스) 교수가 본 학과의 정규 개설과목인 ‘역문제와 의료영상’ 과목을 서진근교수와 공동으로 강의를 하였다.

- 강의명 : 역문제와 의료영상 (Inverse Problems in Medical Imaging)
- 해외학자 : Habib Ammari (Dep. of Mathematics and Applications, Ecole Normale Superieure, France)
- 강의 일시 : 2013.10.01.-10.31, 매주 수요일 3시-6시, 금요일 3시-6시 (총 24시간)
- 강의 내용

The aim of the intensive lectures is to introduce fundamental mathematical and statistical tools, and inversion and optimal design methods to address emerging modalities in medical imaging, nondestructive testing, and environmental inverse problems. Many mathematical and computational challenging problems arise in emerging imaging techniques and they often lead to the investigation of fundamental problems in various branches of mathematics. The intensive lectures describe state-of-the-art in asymptotic imaging, stochastic modelling, and analysis of wave propagation phenomena.

They throw a bridge across these different aspects of mathematical imaging. The intensive lectures provide deep understanding of the different scales in the physical problem and an accurate modelling of the uncertainty and noise sources in order to derive the best imaging functional in the sense that it achieves the optimal trade-off between signal-to-noise ratio and resolution. The intensive lectures also lead the participants to appreciate the practical implementations and performance evaluations of the described imaging methods.

- 교과목 강의 일정
- 1주차 : Layer Potential Approaches to Imaging
- 2주차 : Resolution and Stability Enhancement in Electro-sensing
- 3주차 : Enhancement of Cloaking using GPT-vanishing Structures
- 4주차 : Enhancement of Resolution and Stability in Multi-wave Imaging

a1.1.2. 2014년 2학기 John Kim 교수(본 사업단 해외학자)의 정규강좌 공동개설

난류의 수치연구 분야에서 세계적인 석학인 John Kim (UCLA, 미국) 교수는 본 사업단의 참여교수인 이창훈 교수와 ‘난류이론’ 교과목을 공동으로 개설하여 강의를 하였다.

- 강의명 : 난류이론 (Turbulence Theory)
- 해외학자 : John Kim
(Rockwell International Distinguished Professor of Mechanical and Aerospace Engineering in the UCLA, USA)
- 강의 일시 : 2014.09.01.-17, 9시-11시 (총 12시간)
- 강의 내용

I Introduction

I.1 Characteristics of turbulent flows

I.2 Review of index notation and Cartesian tensors

II The Governing Equations

III Statistical Description of Turbulent flows

III.1 Random variables and probability distributions

III.2 Random processes and frequency spectra

III.3 Random fields, statistical stationarity and statistical homogeneity

IV Mean-Flow Equations

IV.1 Reynolds decomposition and Reynolds stresses

IV.2 Turbulence kinetic energy equation and energy budget

V Scales of Turbulent Motion

V.1 Energy cascade and Kolmogorov hypotheses

V.2 Integral, Taylor micro, and Kolmogorov scales

V.3 Fourier modes and velocity spectra

a1.2. 단기집중강연 및 특강

a1.2.1. 2015년 1학기 Goodarz Ahmadi (본 사업단 해외학자)의 단기집중강연

환경유체역학의 세계적인 권위자인 Goodarz Ahmadi (미국, Clarkson Univ.) 교수는 입자유동(Particle-Laden Flow)에 대한 집중강연을 수행하였다.

- 강의 일시 : 2015.07.20.-24, 2시-5시 (총 15시간)
- 강의 내용
1일차 : Fundamentals of spherical and non-spherical particle motion in particle-laden flows
2일차 : Sublayer and RANS models for particle transport and deposition analysis
3일차 : Seminar - Biological and environmental applications
4일차 : DNS of turbulent two-phase flows
5일차 : Introduction / Eulerian-Eulerian multiphase flow

a1.2.2. 해외학자 활용 특강실적

본 사업단의 해외학자 중 2명이 총 3회의 특강을 개최하였다. Lian-Ping Wang 교수는 대기환경 유체역학의 전문가로서 난류입자유동에 대한 많은 연구를 진행해 오고 있으며, 2014년 1학기에 본 학과를 방문하여 특강 및 참여교수와의 연구 논의를 진행하였다. Bastian von Harrach는 편미분 방정식을 이용한 역문제 분석의 전문가로 수년간 본 사업단 참여교수와 공동연구 및 학생지도를 진행하고 있다.

- (2014.07.08), Impacts of small-scale turbulence on cloud and precipitation processes in maritime shallow convection, Prof. Lian-Ping Wang (University of Delaware, Mechanical Engineering)
- (2014.07.09), Study of turbulence modulation by finite-size solid particles using the lattice Boltzmann approach, Prof. Lian-Ping Wang (University of Delaware, Mechanical Engineering)
- (2015.04.03), Introduction to Inverse Problems, Prof. Bastian von Harrach (University of Stuttgart, Department of Mathematics - IMNG)

a1.3. 대학원생 공동지도 교수 활동

해외학자가 대학원생의 연구 지도에 적극 참여할 수 있도록 추진할 계획이다.

- Max Gunzburger 교수 (Florida State University, 미국)

1. Irene Monnesland는 이은정교수의 지도학생이며, Max Gunzburger가 공동 지도교수로 참여하여 매주 정기적인 미팅과 이메일 논의를 통하여 논문을 지도하였다. Irene의 석사논문은 Least squares finite element method for a nonlinear Stokes problem in glaciology이다.

2. 윤령경 학생은 이은정교수의 지도 학생으로 Max Gunzburger 교수의 지도를 받아 논문 Least squares method for a

nonlinear Stokes problem in glaciology의 수치 시뮬레이션을 완성하였다. 이 논문은 “Computer and Mathematics with Application” journal에 투고하였다.

a1.4. 박사학위 논문심사 committee 참여

본 사업단의 해외학자인 Habib Ammari 교수 등은 지난 2015년 2월에 박사학위를 취득한 4명의 대학원생들의 박사학위 논문심사에 committee로 참여하였다. 해외학자의 박사학위 논문심사는 해외학자가 사업단을 직접 방문하였을 때 실시하였다.

- Habib Ammari (Ecole Normale Superieure, France) : 2014.07.31.
 - 박사과정 권혁남 논문 심사 : Inverse Problem for Electrical Tissue Property Imaging
 - 박사과정 장정정 논문 심사 : Nonlinear inverse Problems for coefficient Identification in Elliptic PDE
- Hongkai Zhao (UC Irvine, 미국) : 2014.08.12.
 - 박사과정 박형석 논문 심사 : Analysis of Metal Artifacts and its Reduction Methods in X-ray
 - 박사과정 최재규 논문 심사 : Inverse Problem in Quantitative Susceptibility Mapping
- Soleimani Manuchehr (Bath University, UK) : 2014.10.29.
 - 박사과정 권혁남 논문 심사 : Inverse Problem for Electrical Tissue Property Imaging
 - 박사과정 장정정 논문 심사 : Nonlinear inverse Problems for coefficient Identification in Elliptic PDE

a2. 해외학자 활용 교육 방안에 따른 구체적 실행 계획

a2.1. 집중강연(정규강의)의 지속을 통한 해외석학들과 학생들의 중장기적인 교류

집중강연은 학생들이 CSE 교육을 통해 얻은 지식을 체계적으로 다시 한 번 정립하는 기회를 줄 뿐만 아니라 같은 주제에 대해 새로운 시각으로 바라볼 수 있는 기회를 제공한다. 또한 이런 세계적인 석학들과의 중장기적인 교류는 학생들의 인식의 폭을 넓히는데 큰 영향을 주었다. 본 사업단에서는 지금까지 해오던 해외학자 단기집중강연을 확장하여 전반적인 기초 내용에서부터 심화 내용까지 정규강의 형태의 집중강연을 하고자 한다. 집중강연은 역문제 부분에서 세계적인 석학인 Ecole Normale Superieure의 Habib Ammari 교수가 각 한 달씩 체류하면서 지속적으로 강의 하기로 하였다.

a2.2. 기존 해외학자들과의 교류 유지 및 새로운 해외학자들을 영입을 통한 영역 확대

이미 BK21PLUS 1,2차년도 사업을 통해서 본 사업단 교육에 참여 했던 기존의 9명의 해외 학자들과의 교류를 유지하면서 새로운 해외학자들도 적극 영입하여 그 영역을 확대하고 교육의 질을 높이고자 한다.

▷ 계산수학기반 수치해석

응용수학 분야에서 세계적인 권위자인 Thomas Manteuffel 교수가 있는 University of Colorado at Boulder에 대학원생을 단기간 연수 보내어 연구 지도를 받게 한다.

▷ 수학기반 의료영상

역문제, 최적화, 의료영상, 초음파 등의 분야에서 다음의 전문가를 정기적으로 초청한다.

- 역문제 분야 세계석학인 스위스 ETH의 Habib Ammari 교수
- 독일 Stuttgart 대학의 Bastian von Harrach 교수

▷ 전산유체역학

다양한 분야로의 확대를 위해 다음의 해외학자들이 최소 2주씩 방문하게 된다.

- Delaware 대학의 Lian-Ping Wang 교수
- Clarkson 대학의 Goodarz Ahmadi 석좌교수

▷ 사업단 참여 교수들과 지속적인 연구를 해왔던 국외 학자 및 새로운 연구영역 개척을 통한 해외 석학들의 꾸준한 영입을 추진할 계획이다. 이를 통하여 연구뿐 만 아니라 교육에 있어서도 시너지 효과를 기대할 수 있다 (본 사업단은 지난 2년간 해외학자 뿐만 아니라 본 사업단이 속한 계산과학공학과를 방문한 국외 학자들을 활용하여 대학원생들의 세미나 발표 참가, 박사논문 peer-review등에 적극 활용 하였으며 이를 지속 확대할 계획이다).

a2.3. 체계적인 학생 교육 (특별단기강좌-세미나)

해외학자들은 방문기간 동안 전문분야의 기본 내용과 특성화된 분야의 심층연구 내용에 대해 각각 특별단기강좌, 세미나 형태로 구성된 체계적인 학생 교육을 할 것이다. 개별적으로 이루어졌던 해외학자들의 특별단기강좌와 세미나는 연속성을 가지면서 기초적·전문적 내용을 차례로 제시하는 형태로 다음과 같이 체계적으로 조직될 것이다.

a2.4. 박사학위 논문심사 committee 지속적인 참여

2015년 2월에 박사학위를 받은 4명의 학생 모두가 (권혁남, 박형성, 최재규, Tingting Zhang) 의 학위 심사 committee 로 해외석학이 참여하였다. 해외 석학의 박사학위 심사는 단순히 일회성에 그치는 심사가 아니라 peer-review를 수개월 전부터 시행하여 학생들과의 지속적인 교류를 통해 글로벌 경쟁력을 갖춘 박사를 배출하는데 많은 공헌을 하고 있다. 앞으로 해외학자의 박사학위 논문 심사 참여를 적극적으로 시행하고자 한다.

a2.5. 학생 해외 교육훈련

해외학자 활용은 계산과학공학과 대학생들의 해외 교육훈련으로도 확장할 계획이다. 해외학자들이 몸담고 있는 우수기관에 학생을 보내어 지도를 받게 하여 단순한 학문만의 습득을 위한 교육훈련이 아니라 이를 통해 다른 연구 시스템 하에서 교육내용과 학습방법에 대해 경험하고 각자의 연구 분야에 있어 인식을 넓혀간다. 본 사업단은 현재까지의 성공적인 학생 해외 교육훈련프로그램을 지속적으로 유지하면서 새로운 해외학자와의 교류를 통하여 좀 더 다양한 분야로의 영역확대를 꾀하고자 한다. 이를 통하여 학생들의 학문적 시각의 확대를 기대한다.

B. 해외학자를 활용한 연구 계획

해외학자와의 공동연구는 각각의 특성화된 분야에서의 연구 발전·확대뿐만 아니라 학문적 교류를 통해 본 사업단의 연구역량 강화와 연구 방향 제시 등의 파급효과를 가져다 줄 것이다. 본 사업단과 공동연구를 진행하게 될 해외학자들은 각 분야에서 세계적으로 권위 있는, 선택적으로 선별된 학자들이다. 본 사업단은 해외학자들과의 개별적인 연구 외에도 해외학자들의 전문지식을 여러 분야에서 활용할 수 있도록 각종 프로젝트에서 직면한 문제점들에 대해 적극적으로

로 의견을 나눔으로써 동반 상승효과를 이루고자 한다.

b1. 해외학자와 참여교수의 공동연구 현황 (2013.09-2015.08)

본 사업단의 참여교수는 해외학자들과 지속적인 연구교류를 진행하고 있다. 주로 해외학자들이 본 사업단을 방문하여 학과에 체류하면서 공동연구 및 연구 논의를 진행하고, 해외학자의 방문이 어려운 경우에는 이메일 또는 화상통화를 통해 연구를 진행하기도 한다. 또한 참여교수가 해외학자를 직접 방문하여 공동연구를 진행하는 경우도 있다. 해외학자와 참여교수와의 공동연구 현황은 아래와 같다.

b1.1. 본 사업단 참여 해외학자와 참여교수의 공동연구 현황 (2013.09-2015.08)

(1) (2013.08-2015.08) Max Gunzburger (Florida State University, 미국)

- Nonlinear Stokes problem in glaciology를 풀기 위해 minus-one-norm을 이용한 minimization 문제 공동 연구
- 비선형 스톡스 방정식을 풀기 위해 minus-one-norm 최소자승법을 이용한 최초의 논문
- 계산과학공학과 대학원생 Irene Sonja Monnesland의 공동 지도 교수로 논문 지도를 하고 이메일로 논의, 토의를 진행함.
- 2014년 후반기에는 계산과학공학과 대학원생인 윤령경의 minus-one-norm 구현을 도움
- 2015년 5월에 Least squares method for a nonlinear Stokes problem in glaciology 논문을 Computers and Mathematics with Applications에 투고함.

(2) (2014.01.16.~31, 2014.02~2014.08) Habib Ammari (Ecole Normale Superieure, 프랑스)

- 이은정 교수가 프랑스 파리의 Ecole Normale Superieure를 2주간 방문하여 'Mechanical vibration assisted conductivity imaging' 공동연구 논의
- 외부에서 물리적 진동을 가함으로써 내부의 도전율과 유전율을 분포에 변화를 주는 원리 개발
- 차이 데이터를 만들어 내부의 도전율 분포도를 이미지화 해내는 전기임피던스 단층촬영기법 알고리즘을 처음으로 제안

(3) (2013.08-2015.08) Thomas A. Manteuffel (University of Colorado at Boulder, 미국)

- 비선형 편미분 방정식의 근사해를 찾기 위한 유한요소기법 공동 연구
- 지속적인 이메일로 논의, 토의를 진행함.
- 2013년 FOSLL*를 이용해 비선형 편미분 방정식의 L2-근사해를 구하는 방법 공동 연구 시작: 일반적인 비선형 편미분 방정식에 대한 general theory 개발
- 2014년 Newton-LL* 방법을 semi-elliptic 편미분 방정식에 적용
- 2015년 2월 부터는 hyperbolic conservation law를 풀기 위한 유한요소법 개발 공동연구 시작
- 2015년 6월에 FOSLL* for nonlinear partial differential equations 논문이 SIAM Journal on Scientific Computing 에 accepted 됨

(4) (2014.03-2014.12) Bastian von Harrach (University of Stuttgart, 독일)

- 전기임피던스 단층촬영기법에 있어서 geometry의 영향을 받지 않는 방법 개발에 대해 공동 연구
- Ultrasound를 EIT에 접목시키는 방법 제안
- 수치 시뮬레이션을 통하여 알고리즘의 문제점 발견, 알고리즘 개선
- 2015년 6월에 Combining frequency-difference and ultrasound modulated electrical impedance tomography 논문이 Inverse Problems 에 accepted 됨

(5) (2015.01.26.) Munkh-Erdene Ts (Mongolian University Science and Technology, 몽골)

몽골과학기술대 교수인 Munkh-Erdene 교수와 이은정 교수는 Remote real time monitoring for underground contamination

in Mongolia using electrical impedance tomography에 관한 논의를 진행하였다. 현재 몽고에서 심각하게 대두되고 있는 토양 오염을 모니터링 할 수 있는 실시간 전기임피던스 단층 촬영기법을 개발하고 그 수학적 근거를 증명하였다. 이 연구에서는 다른 시간대에서 얻은 계산공간의 경계에서의 포텐셜 차이 값이 어떻게 계산공간내의 물질을 모사하는 계수와 관계가 있는지를 수학적으로 밝히고 이를 이용하는 알고리즘을 개발하였다. 이렇게 개발된 알고리즘을 수치 모사를 통하여 그 유효성을 입증하였고 앞으로 지속적인 공동연구를 통하여 실제 응용으로까지 확장하고자 한다. 논문은 Journal of Nondestructive Evaluation 에 투고하였다.

(6) (2015.07.21.) John Kim (UCLA, 미국)

- Superhydrophobic surface를 이용한 항력감소에 대한 수치연구 공동연구 추진
- Water-air pocket interface의 동력학적 특성 및 deflection의 효과를 고려한 수치연구 공동수행
- Deflection의 효과적인 수치적 반영을 위한 Immersed Boundary Method의 적용
- 빈 air pocket, 정적 deflection, 동적 deflection 고려의 단계별 적용을 위한 계획 수립
- 대학원생 교류 및 공동연구를 위한 계획 수립

(7) (2015.07.20.-2015.07.24.) Goodarz Ahmadi (Clarkson Univ., 미국)

- 입자유동(Particle-Laden Flow)에 대한 집중강연
- Fundamentals of spherical and non-spherical particle motion in particle-laden flows
- Sublayer and RANS models for particle transport and deposition analysis
- DNS of turbulent two-phase flows
- Eulerian-Eulerian multiphase flow

(8) (2014.03.26.) Habib Ammari (Ecole Normale Superieure, 프랑스)

- 섬유 압력 센싱의 수리적 해석 논의
- 4월에 방문 예정인 Chipot 교수와 Hamdi 교수와의 공동연구 관련 논의
- 대학원생 연구 참여 및 연구주제 관련 논의: 이경훈이 수치 시뮬레이션을 수행하기로 함
- Hamdi교수와 A Reconstruction Method of Blood Flow Velocity in Left Ventricle Using Doppler Ultrasound 논문을 작성하였으며, 2015년에 출간되었다. (저널명 : Computational and Mathematical Methods in Medicine)

(9) (2014.06.10~22) Habib Ammari (Ecole Normale Superieure, 프랑스)

- Micr-EIT for cell growth imaging,
- Multi-frequency EIT method for identifying anisotropic conductivity.
- Homogenization approaches on Fabric pressure sensing.
- Electrical tissue property mapping.
- Mechanical property imaging using optics
- Other related subjects

(10) (2014.06.10~22) Habib Ammari (Ecole Normale Superieure, 프랑스)

- 신경활동검출 MREIT 세미나 1
 - MREIT 영상상 실험 결과 발표(발표자: 김형중), MREPT의 미국 GE 그룹의 최근 결과 (발표자: 이준성)
 - 연세대 실험 환경 설명 (이준성)
 - 논문 Nature의 투고방식 논의 (서진근, Ammari) 및 논문 구성 방향 논의
- 신경활동검출 MREIT 세미나 2
 - 김형중 박사가 발표한 MREIT 영상 실험 결과 발표에 대하여 논의
 - 연세대학교 의과대학 동물실험 관련 논의(소형동물 사육관리 및 장비 사용)
 - Habib Ammari 교수와 공동연구 중인 논문관련 공동작업 논의

(11) (2014.07.21) Habib Ammari (Ecole Normale Superieure, 프랑스)

- 의료영상계산 세미나 진행, 전기 임피던스 토모그래피를 이용한 심폐기능 모니터링 기술 설명
- 3차원 심폐기능 모니터링 수차 알고리즘 설명
- 현 영상기술의 한계점, 소프트웨어 개발 방식 논의, 3차원영상 구현방식 논의
- 서진근: 표면전극 부착방식 및 전류 주입방식 제안
- Habib Ammari: 3차원 영상 대신 4종의 2차원 슬라이스 영상 제안
- 우응제: 스템셀의 증을 임피던스로 모니터링하는 모델 제안
- Habib Ammari: Homogenization 이론을 활용한 수리모델 개발 필요성 논의
- 우응제: 임피던스를 이용한 Fabric 모델의 개선 필요성 설명

(12) (2014.07.29.) Habib Ammari (Ecole Normale Superieure, 프랑스), 우응제

- 장정정 : EIT imaging 심폐 모니터링 시스템 소프트웨어 진행 현황
- 주량동: Sensitivity analysis for Factorization method
- 장재성: 임피던스 영상에서 전극의 영향

(13) (2014.07.31.) Habib Ammari (Ecole Normale Superieure, 프랑스), 김세익

- 장정정: 마이크로 임피던스 토모그래피와 주파수 변위에 따른 임피던스 영상 (우응제: Boundary geometry 및 전극의 불확정성을 측정하는 것을 수학적으로 엄밀히 정량화 할 것을 권고함).
- Habib: time difference EIT 상황에 근거하여 그러한 예러가 영상에 미치는 영향을 조사할 것을 권고함)
- 권혁남: Local ROI EIT와 열증가를 임피던스로 측정하는 방식
- 우응제: probe 아래에 여러 종류의 물질을 두고 상황에 관계없이 robust한 결과가 나오는지 검토 필요.
- 이경훈: 지배방정식에서의 임피던스 ROI 영역의 문제점
- 권혁남: 자기공명을 이용한 도전을 복원 방식: Habib가 제안한 Adjoint method 의 문제점

(14) (2014.08.01) Habib Ammari (Ecole Normale Superieure, 프랑스), 정용은(연세대 의과대), 김세익(연세대 수학)

- 서진근: CT 금속물질에 의한 영상 외극 현상 분석 및 해결 방안
- 정용은: 실험실에서 이론과 실험이 일치하는지 확인하고자 함. 실험은 밤 11시부터 새벽까지 가능함으로 철저한 계획 필요. 수학기론의 정교한 분석 필요.

(15) (2014.08.08.) Habib Ammari 교수 (Ecole Normale Superieure, 프랑스)

- Medical Imaging Seminar(2014 Yonsei CSE project-based program: Medical Image Computing)
- Articular cartilage의 layer 별 구조와 성분에 따라 각 layer의 전기적 물성인 anisotropic conductivity가 어떻게 다른지를 고찰. Cell, collagen, GAGs, water와 anisotropic conductivity 사이의 모델을 만들고 측정 결과와 비교. Mechanical properties와 연결. 최종 목적은 engineered cartilage의 quality control과 yield를 높이기 위해 non-destructive continuous monitoring of chondrogenesis process and its feedback control함

(16) (2014.08.11.) Carten Cartensen (Humboldt Univ., 독일), Song Yizhuang (Shandong Normal Univ., 중국), Hai Zhang (CNRS, 프랑스)

- Medical Imaging Seminar(2014 Yonsei CSE project-based program: Medical Image Computing)
- 자기공명을 이용한 도전을 복원 방식 설명. Functional MREIT 설명
- Functional MREIT 복원 공식 증명

(17) (2015.07) Habib Ammari 교수 (Ecole Normale Superieure, 프랑스) 협력연구

- Habib Ammari 교수는 2015년 7월 (1달) CSE를 방문하여 공동연구 수행
- 권혁남 박사와 "Impedance spectroscopy and homogenization "에 관한 논문 초안 작성
- 장정정 학생의 학위 논문 "Nonlinear inverse problems for coefficient identification in elliptic PDE"
- 권혁남, 이운섭 학생과 Magnetic resonance electrical property tomography에 논문 최종 교정하여 저널 Inverse Problems에 투고함.
- 이경훈 학생과 EIT-based Fabric sensor 에 관한 연구 착수. 스위스 취리히 대학 Chipot 교수는 homogenization

부분 완성함.

(18) (2015.03-04) Bastian von Harrach 교수 (Universität Stuttgart, 독일) 협력연구
Bastian 교수는 2015년 3-4월 중 CSE를 방문하여 대학원 박사과정 주량동 학생과 공동연구 수행하여 논문
Monotonicity-based Electrical Impedance Tomography Lung Imaging을 IEEE Trans. Medical Imaging에 투고하였다.

b1.2. 본 사업단 참여 해외학자 이외의 국외학자와의 공동연구 현황 (2013.09-2015.08)

(1) (2014.01. ~ 2014.04.) Jianhong Shen (University of Illinois at Urbana-Champaign, 미국)과 공동 연구
· Image processing과 인지과학에 관련된 illusory contour에 관한 공동연구 수행

기존의 연구 결과인 illusory contours first-order modeling과 phase-field theory를 결합하여 새 모델을 도출하였으며 이의 계산을 위한 iterative method을 고안하였다. 이 iterative method의 local optima의 기본적인 수렴성에 관한 수학적 분석을 수행하였다. 연구 결과는 Journal of Mathematical Imaging and Vision에 투고되어 현재 게재 확정되었다.

(2) (2014.02. ~ 2014.03.) Fouxon과 공동연구 (Weizmann Institute of Science, 이스라엘)
· Preferential concentration of particles settling in turbulence

이론물리학자인 Dr. Fouxon이 2014년 2월 중에 본 학과를 단기 방문하고, 방문기간 동안 3일에 걸쳐 particle-laden turbulence의 주제로 대학원생 및 연구자들을 대상으로 단기강좌를 제공하였으며, 본 연구실 최근 연구성과인 중력에 의하여 야기된 입자의 군집현상에 대한 토의 중 이에 대한 이론적 연구의 가능성을 타진하였으며 지속적인 교류를 통해 공동연구를 추진하고 하였다. 이 결과 2014년 3월 중에 다시 한번 방문하여 공동으로 두 편의 논문을 집필하였다. 또한 입자부유된 난류에 대한 이론의 수치적 검증에 대한 공동연구를 지속하기로 하였다.

(3) (2014.04.02.) Hamdi Zorgati (University of Tunis El Manar, 튀니지)
· A Reconstruction Method of Blood Flow Velocity in Left Ventricle Using Doppler Ultrasound 논문 작성

2015년 Computational and Mathematical Methods in Medicine 저널에 논문이 출간되었다.

(4) (2014.04.18.) Raymond Chan (Chinese U. of Hong Kong, 홍콩), Michel Chipot (U. Zurich, 스위스),
Hamdi Zorgati (University of Tunis El Manar, 튀니지)
· Point-spread function reconstruction in ground-based astronomy
· Quantitative susceptibility Mapping

(5) (2014.04.22.) Michel Chipot (Universität Zurich, 스위스), Hamdi Zorgati (Univ. of Tunis El Manar, 튀니지)

최근 예일대학에서 포스트닥을 하고 울산과학기술대 교수로 임용된 김윤호 교수와 광학에 의한 연구 논의. 전자 현미경의 2차원 데이터로부터 3차원 구조 영상을 추출하는 수학적 문제 논의. 물체를 되도록 비 침습적으로 관찰해야하기에 데이터의 노이즈가 많음. SNR이 아주 낮음. 이때 노이즈를 처리하는 문제에 관해 김윤호 교수가 설명하였다.

(6) (2014.04.22.) Michel Chipot (Universitat Zurich, 스위스), Hamdi Zorgati (Univ. of Tunis El Manar, 튀니지)

Asymptotic Analysis and Basics in Homogenization/ Chipot 교수가 발표한 분석을 섬유조직에 적용하기로 함. Hamdi 교수와 이경훈 학생에 이에 관한 자료를 정리하여 발표하기로 함

(7) (2014.04.28) Michel Chipot (Universitat Zurich, 스위스), Hamdi Zorgati (Univ. of Tunis El Manar, 튀니지)

· 내용: 섬유 압력 센싱의 수리적 해석

- Chipot 교수의 asymptotic method 방식 검토.
- Hamdi 교수의 Gamma convergence 이론으로 조정할 것 논의
- Hamdi 교수와 박사과정 이경훈 학생은 미팅을 지속적으로 수행해 최종 결과를 얻기로 함

(8) (2014.08.12.) Hongkai Zhao (UC Irvine, 미국), Song Yizhuang (Shandong N. U, 중국), Hai Zhang (CNRS, 프랑스)

· Medical Imaging Seminar (2014 Yonsei CSE project-based program: Medical Image Computing)

- 박형석 : Metal artifacts reduction in computed tomography and microlocal analysis
- 최재규 : Quantitative susceptibility mapping and microlocal analysis

(9) (2014.08.12.) Hongkai Zhao (UC Irvine, 미국), Song Yizhuang (Shandong N. U, 중국), Hai Zhang (CNRS, 프랑스)

- Cine cone beam CT reconstruction using low-rank matrix factorization, a simulation study
- Moving interface and free boundary occur in many multiphase and multi-physics problems that arise in science and engineering

(10) (2014.08.18.) Deawoong Piao(Ocean University, 중국), Song Yizhuang (Shandong N. U., 중국)

- 전기임피던스 영상 복원 알고리즘 소개, 심폐기능 모니터링에 적용가능성 설명, 코걸이 환자에 적용가능성 논의
- 자기공명을 이용한 활탄성 계수 복원 알고리즘 논의

(11) (2014.09.18.) Rosalind Sadleir, Vikram Kodibagkar, Aprinda(이상 Arizona State University, 미국), 우응제(경희대 의공학교실), 이준성(연세대 전기전자공학)

- Medical Image Computing 논의
- 장정정 : 심폐모니터링 임피던스 영상 설명
- 권혁남 : Local EIT 설명
- 최재규 : Quantitative susceptibility 설명
- Rosalind Sadleir : 아리조나 대학 임피던스 영상연구실 소개
- 이경훈 : flexible EIT 센서 설명

(12) (2014.10.02.) Kristen W. Yeom(Stanford Univ., 미국), 김동현, 황도식(이상 연세대 전기전자공학과)

- 자기공명을 이용한 영상기법 논의
- 스탠포드대학 병원 소아환자의 diffusion tensor imaging을 이용한 진단방식, quantitative susceptibility를 이용한 외상 환자 식별방식에 대해 논의함.
- 소아환자의 의료영상데이터를 공유하여 공동연구를 수행하기로 함

(13) (2014.10.30.) Soleimani Manuchehr (Bath University, 영국)

영국 Bath 대학교 Soleimani Manuchehr 교수와 아래와 같은 연구주제에 관해 논의를 하였고, 서진근 교수팀에서 이론과 알고리즘, Soleimani 교수팀에서 실험을 진행하기로 하였다.

- Industrial Process Tomography: Using Capacitance tomography and electrical impedance imaging method, we try to monitor the two phase flow such as oil and water flow.
- Concrete crack detection using multi-frequency electrical impedance tomography.
- Ground contamination monitoring system

(14) (2014.11.05.) Jangwoon Lee (UMW, 미국)

· University of Mary Washington (UMW)에 재직 중인 Jangwoon Lee 교수를 초청하여 아래의 주제로 세미나 및 토의 진행

- The hxp FEM for Optimal Control Problems Constrained by Stochastic Elliptic PDEs
- We analyze the hxp version of the finite element method for optimal control problems constrained by elliptic partial differential equations with random inputs. The main result is that the hxp error bound for the control problems subject to stochastic partial differential equations leads to an exponential rate of convergence with respect to p as for the corresponding direct problems. Numerical examples are used to confirm the theoretical results

(15) (2015.02.25.) Song Yizhuang (Shandong N. U., 중국)

- Song Yizhuang 교수의 최근 functional MREIT에 관한 방식 소개
- MR 데이터를 일부만 사용하여 측정시간을 단축시키는 것이 핵심
- 이론적인 결과가 실제상황에 적용될지 의문임, 아직 검증되지 않은 결과로 개선이 필요함

(16) (2015.07) Michel Chipot 교수 (Universitat Zurich, 스위스) 협력연구

· 이경훈 학생과 EIT-based Fabric sensor 에 관한 연구 착수. 스위스 취리히 대학 Chipot 교수는 homogenization 부분 완성함.

(17) (2015.03.09.-11) Gengsheng L. Zeng (Weber State University & University of Utah (미국)) 협력연구

· Computed Tomography: Challenging Issue and Future Direction을 논의하고 Beam hardening artifacts corrections 연구 착수

(18) (2015.6.8.-12) Hongkai Zhao (UC Irvine, 미국), Zuwei Shen (National U. of Singapore) 협력연구

· 4D CT model to improve spatiotemporal resolution (low-dose limited view):
Low rank regularization, Principal component Analysis 에 관한 공동연구 착수

b2. 해외학자와 대학원생의 공동연구 현황 (2013.09-2015.08)

- (1) John Kim 교수(UCLA, 미국)와 최정일 교수팀 협력연구 (2014.9)
 - 석박통합 김기하, 오근우, 박사과정 송승호 : Turbulence scale 주제로 term project 진행
- (2) Habib Ammari 교수 (Ecole Normale Superieure, 프랑스) 협력연구
 - 박사과정 이경훈 : Fabric EIT: Electro-mechanical Imaging 공동 연구 진행
 - 박사과정 권혁남 : Breast EIT using harmonic vibration 공동 연구 완성
 - 박사과정 Liangdong Zhou, Tingting Zhang : Multi-frequency EIT for determining Crack 문제 연구 마무리
 - 박사과정 Liangdong Zhou : Magnetic Resonance elastography 에 대하여 공동연구를 시작
 - 박사과정 장재성 : Inverse problems for determining velocity using doppler effect에 대하여 공동연구 시작
- (3) Bastian Von Harrach (Universitä t Stuttgart, 독일) (2014.09.25.~2014.10.03)
 - 박사과정 주량동 : Monotonicity-based lung electrical impedance tomography imaging 공동연구 완성
 - 박사과정 이경훈 : Spectral decomposition in EIT 공동연구 진행
- (4) Goodarz Ahmadi 교수 (Clarkson University, 미국)와 최정일 교수팀 협력연구 (2015.7.20-24)
 - 박사과정 송승호 : Fundamental of particle motion에 대한 공동연구 논의
- (5) Munkh-Erdene Ts 교수 (Mongolian University of Science and Technology, 몽골) 협력연구 (2014.2.10. ~ 23.)
 - 박사과정 권혁남 : Planar electrical impedance tomography에 대해 연구 진행
- (6) Song Yizhuang 교수 (Shandong Normal University, 중국) 협력연구 (2014.2.7. ~ 27.)
 - 박사과정 권혁남 : Functional magnetic resonance electrical impedance tomography (FMREIT) 에 대해 연구시작
- (7) Sohail Nadeem 교수 (Quaid-i-Azam University, 파키스탄)와 협력연구 (2013.01~2015.05)
 - 박사과정 Sajjad ur-Rehman : Three-dimensional boundary-layer flow over an exponentially stretching surface with thermal radiation에 관한 연구 완성
- (8) Michel Chipot 교수 (Universitat Zurich, 스위스) (2014.04.12.~2014.04.24)
 - 박사과정 권혁남 : Electrical impedance tomography (EIT)를 이용한 membrane structure reconstruction에 대해 논의. Homogenization 테크닉에 대한 연구 시작
 - 박사과정 이경훈 : Asymptotic behavior of fabric structure에 대한 공동연구 진행
 - 석사과정 윤령경 : General second order elliptic equation의 coercive를 증명하기 위한 coefficients의 조건과 그에 따른 regularity result에 대한 협력연구
- (9) Hongkai Zhao 교수 (UC Irvine, 미국) 협력연구 (2014.8.11. ~ 8.15.)
 - 박사과정 박형석, 최재규 : X-ray computed tomography 및 quantitative susceptibility mapping 에서 발생하는 streaking artifacts를 효과적으로 줄일 수 있는 알고리즘에 대한 연구 진행
- (10) Kristen W. Yeom 교수 (Stanford University Medical Center, 미국) (2014.10.01.~2014.10.02)
 - 박사과정 박형석, 최재규 : Quantitative susceptibility mapping의 inverse problem과 관련하여 수학 이론 분야와 의학 임상 적용 분야 간의 연구 교류
- (11) Itzhak Fouxon (Weizmann Institute of Science, 이스라엘)과 이창훈 교수팀과 협력연구(2014.05.~현재)
 - 박사과정 이정훈 : Sojourn time of sedimenting particles at temperature minima에 대한 연구 진행
- (12) Itzhak Fouxon (Weizmann Institute of Science, 이스라엘)과 이창훈 교수팀과 협력연구 (2015.01 ~ 현재)
 - 박사과정 이호준 : Drag/lift force on a sphere in stratified/convective environment

- (13) Huaxiong Huang 교수(Ork University, Canada)와 최정일 교수팀 협력연구 (2014.09.01)
 - 석사과정 김기하, 박사과정 송승호, Xiang Sun : Immersed Boundary Method for Coupled Fluid Flows and Mass Transfer 협력연구 진행
- (14) Matthew Blaschko (Ecole Centrale Paris, 프랑스)와 협력연구 (2015.01.22.-27)
 - 석사과정 Amal Rannen : Topological properties of neural network function classes에 대하여 공동연구 진행
- (15) Eric Chung 교수 (Chinese University of Hong Kong & Texas A&M University, 미국) 협력 연구(2014.08.09-12)
 - 박사과정 Lina Zhao : A posteriori error analysis for Poisson equation 공동연구 완성
- (16) Susanne C. Brenner 교수, Li-yeng Sung 교수 (Louisiana State University, 미국) 협력 연구 (2014.8.8-9)
 - 박사과정 신동욱 : CO interior penalty method 협력연구 진행
- (17) Zafar Hayyat Khan과 협력연구 (2015.3.1.~현재)
 - 박사과정 Sajjad ur-Rehman : Entropy generation analysis of non-Newtonian nanofluid with zero normal flux of nanoparticles at the stretching surface 공동연구 진행
- (18) Zhen Gao 교수(Ocean University, China)와 최정일 교수팀 협력연구 (2015.6.29)
 - 석박통합 김기하, 오근우, 박사과정 송승호, Xiang Sun : Hybrid FC Method and WENO Finite Difference Scheme for Hyperbolic Conservation Laws in a Single-Domain Framework 협력 연구 진행
 - 석박통합 김기하 : Characteristics of flow around an oscillating circular cylinder in arbitrary direction 협력연구 진행
 - 박사과정 송승호 : Implicit/explicit method for radiation hydrodynamic 공동연구 진행
 - 박사과정 Xiang Sun : Uncertainty quantification in computational fluid dynamics 공동연구 진행
 - 석박통합 오근우 : Numerical simulations of flow around an elliptical cylinder with various geometric configurations 협력연구 진행
- (19) Youngjin Cha 교수 (University of Manitoba, Canada)와 공동연구 (2015.03-06.)
 - 석사과정 유기성 : 사진을 통한 건설 환경에서의 볼트-너트 시스템의 조임 정도의 오토매틱 디텍션에 관한 내용 이메일 통한 교류
- (20) Tae-Yeon Kim (Khalifa University of Science, UAE) 협력 연구(2015.01-06)
 - 박사과정 신동욱 : Large scale wind-driven ocean circulation을 다루는 stationary quasi-geostrophic equation(SQGE)에 CO 불연속 갤러킨 방법(CO discontinuous Galerkin method)을 적용하는 공동연구 완성
- (21) Jeongho Ahn 교수 (Arkansas State University, 미국) 협력연구 (2015.05-06)
 - 석사과정 이슬잎 : Discontinuous Galerkin methods for nonlinear fourth-order differential equations 공동연구 진행
- (22) Xuemin Tu 교수 (University of Kansas, 미국)와 협력 연구(2015.07.06-10)
 - 박사과정 Lina Zhao : BDDC preconditioner를 convection diffusion equation with modified staggered discontinuous Galerkin method 접목시키는 것을 제안

b3. 해외학자와의 공동연구 논문실적 (2013.09-2015.08)

b3.1. 논문 게재 현황 : 해외학자와의 공동연구를 통한 논문

1. H. Ammari, Kyunghun Lee, K. Kang, Jin Keun Seo, A pressure distribution imaging technique with conductive membrane using electrical impedance tomography, SIAM Journal on applied mathematics, 75(4), 1493-1512, 201508
2. H. Ammari, E. Bretin, P. Millien, L. Seppecher, Jin Keun Seo, Mathematical modeling in full-field optical coherence elastography, SIAM JOURNAL ON APPLIED MATHEMATICS, 75(3), 1015-1030, 201505
3. H. Ammari, P. Grasland-Mongrain, P. Millien, Jin Keun Seo, L. Seppecher, A mathematical and numerical framework for ultrasonically-induced Lorentz force electrical impedance tomography, JOURNAL DE MATHEMATIQUES PURES ET APPLIQUEES, 103(6), 1390-1409, 201506
4. H. Ammari, Eunjung Lee, Hyeunknam Kwon, Jin Keun. Seo, E.J. Woo, Mathematical modeling of mechanical vibration assisted conductivity imaging, SIAM JOURNAL ON APPLIED MATHEMATICS, 75(3), 1031-1046, 201505
5. Tingting Zhang , Liangdong Zhou, H Ammari, Jin Keun Seo, Electrical impedance spectroscopy-based defect sensing technique in estimating cracks, SENSORS, 15(5), 10909-10922, 201505
6. Moon Kyung Choi, B Harrach, JK Seo, Regularizing a linearized EIT reconstruction method using a sensitivity-based factorization method , INVERSE PROBLEMS IN SCIENCE AND ENGINEERING, 22(7), 1029-1044, 201407
7. Eunjung Lee, TA Manteuffel, C Westphal, FOSLL* for nonlinear partial differential equations, SIAM Journal on Scientific Computing, accepted(2015)
8. Bastian Harrach, Eunjung Lee, Marcel Ullrich, Combining frequency-difference and ultrasound modulated electrical impedance tomography, Inverse Problems, accepted(2015)
9. H. Ammari, Eunjung Lee, Hyeunknam Kwon, Jin Keun. Seo, E.J. Woo, Mathematical modeling of mechanical vibration assisted conductivity imaging, SIAM JOURNAL ON APPLIED MATHEMATICS, 75(3), 1031-1046, 201505
10. C Carstensen, Eun-Jae Park , Convergence and optimality of adaptive least squares finite element methods, SIAM Journal on Numerical Analysis, 53(1), 43-62, 201501

b3.2. 논문 투고 현황 : 해외학자와의 공동연구를 통한 논문

1. Irene Sonja Monnesland, Eunjung Lee, Max Gunzburger and Ryeongkyung Yoon, Least squares method for a nonlinear Stokes problem in glaciology, submitted to Computers and Mathematics with Applications (2015)
2. H. Ammari, H. Kwon, Y. Lee, K. Kang, and J.K. Seo, Magnetic resonance-based reconstruction method of conductivity and permittivity distributions at the Larmor frequency, submitted to Inverse Problem (2015)
3. Habib Ammari, Laure Giovangigli, Loc Hoang Nguyen, Jin-Keun Seo, Admittivity imaging from multi-frequency micro-electrical impedance tomography, Journal of Differential Equations (2015)
4. H. Ammari, J. Garnier, L. Giovangigli, W. Jing, and J.K. Seo, Spectroscopic imaging of a dilute cell suspension. submitted to Journal of European Mathematical Society (2015)
5. Habib Ammari, Hyeuknam Kwon, Yoonseop Lee, Kyungkeun Kang, Jin Keun Se, Magnetic resonance-based reconstruction method of conductivity and permittivity distributions at the Larmor frequency, submitted to Inverse Problems (2015)
6. Munkh-Erdene Ts., Eunjung Lee, Liangdong Zhou, Kyoung Hun Lee and Jin Keun Seo, Remote real time monitoring for underground contamination in Mongolia using electrical impedance tomography, submitted to Journal of Nondestructive Evaluation (2015)
7. H. Ammari, J.K. Seo and L. Zhou, Viscoelastic modulus reconstruction using time harmonic vibrations, submitted to Mathematical Modelling and Analysis (2015)

b4. 연구 분야별 참여 해외학자

▷ 계산수학기반 수치해석

- 참여해외학자

Max Gunzburger (수치해석, 영역분할법, 유동제어 및 최적화 문제)
 Carsten Carstensen (적응유한요소법, 귀납적 오차 분석)
 Thomas Manteuffel (계산수학, 반복법, 멀티그리드 방법)

과학계산 연구에 필요한 영역분할법, 유한요소법, 유한차분법 등에 대한 기반 연구를 수행하고, 물리기반모델링에서 제기된 Navier-Stokes방정식, Maxwell방정식, 탄성방정식의 효율적인 수치 해석 기법개발 및 수치해에 대한 안정성 분석을 하고자 한다.

▷ 수학기반 의료영상

- 참여해외학자

Habib Ammari (역문제, 수학기반 의료영상)
 Bastican von Harrach (편미분방정식에서의 역문제)
 Munkh-Erdene Ts (전기단층임피던스, 의료영상 알고리즘)

수학기반 의료영상처리 기법은 측정된 데이터로부터 생체내부의 물성을 영상의 형태로 추출하는 기술로서 수리모델링-수치알고리즘 개발-시각화과정을 통해 수행된다. 본 사업단은 electromagnetic tissue property imaging 연구 분야에 대한 세계최고 수준의 기술을 보유하고 있다.

▷ 전산유체역학

- 참여해외학자

John Kim (난류 수치 시뮬레이션, 대용량 과학계산의 수치알고리즘)
 Lian-Ping Wang (난류, 환경유체역학, 다상유동)
 Goodarz Ahmadi (환경유체역학, 입자공학, 난류-입자 유동)

전산유체역학 연구는 난류의 이해 및 입자와의 상호관계 규명을 통한 난류 변조 연구, 복잡형상 다중물리 수치기법 개발을 통한 신뢰성 있는 대외류모사 기법 개발, 대기환경 유체에 응용하여 도심 풍환경 유동 및 풍하중 해석과 오염물질의 확산 예측 연구를 수행하고자 한다. 본 사업단은 난류 입자 유동해석 분야에서 국내 최고 수준의 기술을 보유하고 있다.

b5. 해외학자를 활용한 연구 계획

지난 2년간 본 사업단 참여교수 및 학생들은 해외학자와 많은 공동연구를 해왔다. 앞으로도 지속적인 교류를 통해 글로벌 인프라를 확장할 것이며, 해외학자와의 공동연구를 통해 국제적 경쟁력을 갖춘 사업단으로 한걸음 더 나아가고자 한다.

▷ Gunzburger 교수는 이미 수년간 image registration과 유한요소법을 eddy-viscosity 모델에 적용시키는 분야에서 공동 연구를 수행해오고 있다. 최근 Gunzburger 교수와 nonlocal 문제(nonlocal diffusion problems, nonlocal balance laws를 분석하고 그 근사해를 찾는 것) 확장시키는 연구를 하고자 한다. 지금까지는 증명되지 않았던

nonlocal problems의 많은 수학적 이론들을 calculus 단계부터 증명하고 이를 응용하는 문제를 찾고자 한다. 예를 들어 시간이 지나면서 크랙이 발생하게 되는 현상을 수치적으로 풀어야 할 때 nonlocal volume-constrained problem을 풀어내면 이를 이용할 수 있다.

▷ Carstensen 교수와의 연구를 통하여 유체역학의 기본 방정식인 Stokes system에 대하여 mass conservation 성질을 유지하면서 stress변수를 정확하고 효율적으로 계산 할 수 있는 기법을 개발 한 바 있다. 향후 지속적인 연구를 통하여 adaptive process를 통하여 그 효율성을 극대화 하고자 한다. 또한 Stokes 문제를 pseudo-stress와 velocity를 이용한 mixed formulation을 유도한 후 local post-processing을 통하여 한차수가 더 높은 수렴성을 갖는 velocity 변수를 구하고 이에 대해 효율적이고 안정적인 a posteriori error estimation을 증명하는 프로세스를 일반적인 hyperbolic 편미분 방정식으로의 적용으로 확대하고자 한다. 새로운 변수의 도입을 통한 안정적인 a posteriori error estimation은 단지 hyperbolic 문제뿐만 아니라 다른 편미분 방정식의 분석에도 유용하게 쓰일 것으로 기대된다.

▷ Manteuffel 교수와의 공동연구를 통하여 이원 작용소를 이용한 최소자승법과 유한요소법의 결합을 통한 비선형 편미분 방정식의 근사해를 구하는 방법을 제시하고 이를 증명하고자 하였다. 편미분 방정식의 근사해를 찾는 방법 중 하나인 LL* 방법은 이원 작용소를 이용한 최소자승법과 유한요소법의 결합에 근간을 두고 있다. 통상적으로 방정식의 해는 계산공간과, 계수, 데이터 등의 적절한 미분가능성 가정 하에서 최적의 해공간에 속해 있다. 하지만 주어진 편미분 방정식에서 특이점(불연속 계수, 계산공간에 singularity 존재)이 있으면 이로 인해 통상적인 유한요소법의 모든 방법의 이용이 어렵게 된다. Manteuffel 교수와의 선행연구에서는 이를 극복하기 위해 LL* 방법을 이용해 선형 편미분 방정식의 수치해를 찾는 알고리즘을 제안한 바가 있다. 이를 이용하여 hyperbolic conservation laws를 푸는데 있어 새로운 알고리즘을 제안하고 이를 일반적인 비선형 편미분 방정식에 적용하고자 한다.

▷ Ammari 교수는 역문제(Inverse Problems)의 세계적 권위자이다. 특히 본 연구팀과는 전기임피던스 단층촬영(Electrical Impedance Tomography, EIT) 관련 공동연구를 수행하고 있다. 이 방식은 인체표면에서 전류를 주입하고 전압을 측정하여 내부의 도전을 분포를 영상으로 복원하기 위한 방식이다. 도전을 영상복원을 위해서는 역문제의 해를 구하는 영상복원 알고리즘이 필요하다. EIT는 본질적으로 측정데이터가 도전율의 변화에 둔감하고, 측정대상의 기하적인 구조에 민감하다. 이를 극복하기 위하여 제안된 weighted frequency difference EIT에 있어서 기존의 접근방법과는 다른 modulated EIT를 개발하고자 한다. 임피던스 영상분야에서 정립된 수학적 이론은 의료영상에 직접적으로 이용될 수 있을 뿐 아니라 그와 비슷한 수학적 구조를 지닌 비파괴검사, 지질탐사, 유체가 흐르는 관 내부의 부식탐사 등 여러 역문제 분야에 응용된다. Ammari 교수는 최근 본 연구팀이 세계적인 경쟁력을 갖춘 자기공명 임피던스 단층촬영법(Magnetic Resonance Electrical Impedance Tomography, MREIT)의 연구에 참여한다. MREIT의 근간은 인체에서 발생하는 전자기 현상을 다루는 생체전자기학이다. 자기공명 임피던스 단층촬영법에서는 주입전류에 의해 유기된 인체내부의 자속밀도 분포를 자기공명영상시스템으로 측정 한 뒤, 이를 이용하여 인체내부의 도전을 영상을 계산하여 화면에 출력한다. 도전율과 주입전류에 의해 유기된 자속밀도 사이의 관계는 복잡한 비선형성을 가지고 있기 때문에, 자기공명 임피던스 단층촬영법에서는 다른 의료영상법들에 비하여 더 복잡한 이론적 해석과 영상복원 알고리즘의 개발이 필요하다.

▷ Harrach 교수는 함수해석(functional analysis) 방식을 활용하여 디리클레-노이만 데이터로 부터 도전을 분포를 분석하는 Factorization method에서 전문가이다. 이 함수해석적인 연구방식은 범위가 넓은 일반론을 설명하는 도구여서, 복소 포텐셜의 특별한 구조에 파악 하는 데는 깊이 있는 세밀한 기하학적인 특징을 잡지 못하는 근본적인 한계성을 가지고 있다. 그러나 이 방식은 간혹 조화해석이나 편미분 방정식 이론만으로 설명하기 복잡한 현상을 개괄적으로 기술하는데 놀라운 도구로 사용되기도 한다. 또한 함수해석 방식은 선형대수, 해석학, 함수해석, 편미분 방정식, 수치해석의 연결고리의 깊은 이해를 준다. Harrach 교수의 factorization 방법은 본 연구팀의 전기 임피던스 단층 촬영법(EIT)의 수학적 분석에 큰 도움을 준다.

▷ Munkh-Erdene Ts 교수는 계산과학공학과를 졸업하고 몽고과학기술대학에 교수로 취직을 하였다. 몽고는 겨울철 혹은 한으로 인하여 하수관들이 대략 지하 4-6m 아래에 매립되어 있어 파이프에 틈이 생겨 누수가 발생할 경우 이를 찾아내는 것이 상당히 어렵다고 알려져 있다. 현재 Munkh-Erdene Ts 교수와 몽고 지하 매립 하수관 crack detection 프로젝트를 진행하고 있다. 이를 기반으로 연세대학교 계산과학공학과와 MOU를 맺은 몽고과학기술대학에서는 몽고의

underground contamination의 발생여부, 심각성 등을 측정할 수 있는 알고리즘 개발의 공동연구를 제안하였다. 몽고는 자연자원이 풍부한 나라로써 그 개발이 최근 들어 활발해 지고 있지만 그에 따른 부작용으로 underground contamination이 심각한 문제로 대두되고 있다. Munkh-Erdene Ts 교수는 몽고의 지하 매립 하수관의 crack detection 뿐만 아니라 같은 기술을 이용하여 지하 오염지역 발견 및 그 측정의 연구를 제안하였고 본 학과와 함께 이를 추진하고자 한다.

▷ John Kim 교수와는 그 동안 주로 수행해 온 난류경계층 유동에서 내재된 선형 메커니즘의 물리적 이해를 위해서 수치적 연구 및 이론적 연구를 공동으로 수행할 계획이다. 수치적으로는 직접수치모사를 통한 Navier-Stokes 방정식의 정착성에 대한 분석 및 경계층 유동 내에서 난류구조의 역할 분석을 통한 지배방정식의 선형적 특성에 대한 연구를 수행할 예정이다. 또한 난류의 내재적 특성을 이해하기 위해서 Euler turbulence의 finite-time singularity에 대한 분석을 위해서 line vortex method의 개발 및 적용에 관한 연구를 공동으로 수행할 계획이다. 이와 아울러 유한사이즈 입자가 부유된 난류의 특성을 이해하기 위해서 가상경계법을 결합한 spectral 기법을 개발하고 입자유동에 적용을 통해서 난류의 변화에 대한 연구를 공동으로 수행하고자 한다. 이 외에도 대와류모사 기법의 개발을 포함한 공학적 응용 모델의 개발에 관하여 자문을 구할 예정이다.

▷ Lian-Ping Wang 교수는 난류입자유동의 세계적인 권위자이다. 다상유동(multiphase flows) 이론 및 전산 해석 방법을 기반으로 대기과학 및 환경공학에서의 난류, 난류-입자에 대한 상호작용에 대한 연구를 진행하여, 환경입자유동에 대한 기초이론의 정립 및 전산유체기법 개발을 하였다. 특히 구름형성 과정에서의 빗방울의 성장 및 충돌에 대한 물리 기반 수학적 모형 개발을 하였으며, 그 결과를 바탕으로 warm rain initiation에 대한 빗방울 성장, 충돌의 영향에 대한 많은 연구를 수행하였다. Wang 교수의 환경입자유동에 대한 전문지식은 본 연구팀의 입자난류유동에 대한 이해를 증진시키고, 대기환경 난류해석을 위한 전산유체 알고리즘 개발에 기여할 것이다. Wang 교수는 현재 중국 Huazhong 과학기술대학의 특훈 겸직교수로서 입자난류유동 연구에 대한 한-미-중 연구자들 간의 연구 클러스터링 구축에 기여할 것이다.

▷ Ahmadi 교수는 환경유체역학의 세계적인 권위자이다. 다상난류유동으로부터 오염물질 확산 예측 모델링에 이르기까지 환경유체역학 관련 분야에 많은 기여를 하였다. 난류 유동 내 입자 수송(aerosol transport), 점착(deposition), 제거(removal)에 대한 이론을 정립하였으며, 이를 활용하여 미소기전 시스템에서의 micro-contamination을 저감하는 기술을 개발한 바 있다. 현재 미국 기계학회의 Fellow이며, 400여 편의 국제학술논문 및 2편의 저서를 발표한 석학이다. Ahmadi 교수의 난류입자 이론 및 오염원확산 모델링에 대한 전문지식은 본 연구팀의 다상난류유동에 대한 이해를 증진시키고, 입자에 의한 난류변조 연구 및 환경유체역학 응용 연구에 기여할 것이다.

② 해외학자 유치·활용을 위한 제도적 인프라 구축 실적 및 계획

[목차]

- A. 글로벌 특성화 사업 유치
- B. 국제 협력사업 유치 (A3 Foresight Program)
- C. 참여 해외학자와의 적극적 공동연구 추진 및 국외학자와의 교류를 통한 우수 해외학자 유치

A. 글로벌 특성화 사업 유치

국제화 역량 강화를 목적으로 하는 연세대학교 교내 사업(글로벌 특성화 사업)을 '계산수학 기반 과학공학 사업단'을

구성하여 유치하였다. 본 사업단이 주축이 된 교내 글로벌 특성화 사업단, '계산수학 기반 과학공학 사업단'은 국내외 계산과학 관련 전문 연구자들의 연구 허브를 구축하고, 관련 유사전공자들의 우수연결과의 확산 및 고급 연구인력을 육성하여 연구 분야의 다양성 및 전문성을 확보하는 것을 목표로 한다.

- 수학, 기계공학, 대기과학, 전기전자공학, 의치대학 교수들로 구성
- 참여교수진 총 20명, 사업단장 이창훈 (본사업단 소속 참여교수: 서진근, 이창훈, 박은재, 이은정, 최정일)
- 연구비 5억원/5년 (2012년 5월-2017년 4월)

2012년부터 예산의 대부분(50% 이상)을 해외학자 지원으로 편성하여 우수한 해외학자를 유치 및 활용에 사용하였으며 사업이 끝나는 2017년까지 점차적으로 해외학자 지원을 늘려 우수한 인력을 확보하는 노력을 하고자 한다.

B. 국제 협력사업 유치 (A3 Foresight Program)

A3 Foresight Program은 미래창조과학부 주관의 한국연구재단의 기본 사업으로 한국, 중국, 일본 3개국의 거점 연구기관을 중심으로 긴밀한 국제협력 네트워크를 구축하고, 동북아 지역의 공동문제 해결에 기여할 수 있는 실질적인 연구를 수행하기 위한 사업이다. 2014년 본 사업단 단장인 서진근 교수를 책임자로 한 A3 사업이 채택되어 중국 Zhejiang University와 일본 University of Tokyo 연구진과 함께 국제 협력 연구를 시작 하였다.

- 총연구기간: 2014.08.01 - 2019.07.31 (60개월)
- 연간지원금액: 7천만원 (한국 측 연구비)
- 중국 참여 학자: Jin Cheng (Fudan U.), Yongming Yang (Fudan U.), Jijun Liu (Southeast U.), Xiang Xu (Zhejiang U.), Zhi Lin (Zhejiang U.)
- 일본 참여 학자: Hiroshi Isozaki (U. of Tsukuba), Masaru Ikehata (Hiroshima U.), Masato Kimura (Kanazawa U.), Muneo Hori (The U. of Tokyo), Takaaki Nara (The U. of Tokyo), Naoshi Nishimura (Kyoto U.), Hiroshi Fujiwara (Kyoto U.), Yutaka Kamimura (Tokyo U. of Marine Science and Technology), Takashi Ohe (Okayama U. of Science), Yuko Hatano (U. of Tsukuba), Shu Takagi (The U. of Tokyo), Ryuichi Ashino (Osaka Kyoiku U.), Fumio Kojima (Kobe U.)

A3 사업을 통해 아시아권 석학들과의 공동연구를 적극적으로 추진하고 있으며 정기적인 워크숍 개최를 통하여 참여 학자뿐만 아니라 다양한 분야의 석학들과의 교류도 할 수 있는 계기를 마련하고 있다.

C. 참여 해외학자와의 적극적 공동연구 추진 및 국외학자와의 교류를 통한 우수 해외학자 유치

본 사업단은 지난 2년간 참여 해외학자와의 활발한 공동연구를 통하여 20여편의 논문을 제재 및 투고 하였고 이외에도 다양한 영역의 국외 학자들을 초청하여 공동연구를 추진하였다. 향후 이러한 노력을 지속적으로 유지 하고자 한다.

<본 사업단 참여 해외학자 이외의 국외학자와의 공동연구 현황 (2013.09-2015.08)>

(1) (2014.01 - 2014.04) Jianhong Shen (University of Illinois at Urbana-Champaign, 미국)과 공동 연구 Image processing과 인지과학에 관련된 illusory contour에 관한 공동연구를 수행하였다. 기존의 연구 결과인 illusory contours first-order modeling과 phase-field theory를 결합하여 새 모델을 도출하였으며 이의 계산을 위한 iterative method을 고안하였다. 이 iterative method의 local optima의 기본적인 수렴성에 관한 수학적 분석을 수행 하였다. 연구 결과는 Journal of Mathematical Imaging and Vision에 투고되어 현재 게재 확정되었다.

- (2) (2014.02 - 03) Fouxon (Weizmann Institute of Science, 이스라엘)과 공동연구
이론물리학자인 Dr. Fouxon이 2014년 2월 중에 본 학과를 단기 방문하고, 방문기간 동안 3일에 걸쳐 particle-laden turbulence의 주제로 대학원생 및 연구자들을 대상으로 단기강좌를 제공하였으며, 본 연구실 최근 연구성과인 중력에 의하여 야기된 입자의 군집현상에 대한 토의 중 이에 대한 이론적 연구의 가능성을 타진하였으며 지속적인 교류를 통해 공동연구를 추진하고 하였다. 이 결과 2014년 3월 중에 다시 한번 방문하여 공동으로 두 편의 논문을 집필하였다. 또한 입자부유된 난류에 대한 이론의 수치적 검증에 대한 공동연구를 지속하기로 하였다.
- (3) (2014.04.02.) Hamdi Zorgati (University of Tunis El Manar Faculty of Sciences of Tunis)
- 심장모형은 NIMS(국가수리과학연구소)에 있으며, 사용가능한 초음파장비는 연세대에서 보유하고 있기 때문에 장비 사용 관련 협의 필요
- 초음파 장비에 붙어있는 probe는 심장 스캔용 probe가 아님
- 심장 스캔용 probe를 따로 구입, 연대의 초음파 장비를 NIMS에 대여하여 모형 데이터 획득하기로 함
- A Reconstruction Method of Blood Flow Velocity in Left Ventricle Using Doppler Ultrasound 논문을 작성하였으며 2015년에 출간되었다. (저널명 : Computational and Mathematical Methods in Medicine)
- (4) (2014.04.18) Raymond Honfu Chan (The Chinese U. of Hong Kong, 홍콩), Michel Chipot(Universitat Zurich, 스위스), Hamdi Zorgati (University of Tunis El Manar, 튀니지)
- Point-spread function reconstruction in ground-based astronomy
- Quantitative susceptibility Mapping
- (5) (2014.04.22) Michel Chipot(Univ. Zurich, 스위스), Hamdi Zorgati(Univ. of Tunis El Manar, 튀니지)
최근 예일대학에서 포스트닥을 하고 울산과기대 교수로 임용된 김윤호 교수와 광학에 의한 연구 논의. 전자 현미경의 2차원 데이터로부터 3차원 구조 영상을 추출하는 수학적 문제 논의. 물체를 되도록 비 침습적으로 관찰해야하기에 데이터의 노이즈가 많음. SNR이 아주 낮음. 이때 노이즈를 처리하는 문제에 관해 김윤호 교수가 설명하였다.
- (6) (2014.04.22) Michel Chipot(Univ. Zurich, 스위스), Hamdi Zorgati(Univ. of Tunis El Manar, 튀니지)
Asymptotic Analysis and Basics in Homogenization/ Chipot 교수가 발표한 분석을 섬유조직에 적용하기로 함. Hamdi 교수와 이경훈 학생에 이에 관한 자료를 정리하여 발표하기로 하였다.
- (7) (2014.04.28) Michel Chipot(Univ. Zurich, 스위스), Hamdi Zorgati(Univ. of Tunis El Manar, 튀니지)
내용: 섬유 압력 센싱의 수리적 해석
- Chipot 교수의 asymptotic method 방식 검토.
- Hamdi 교수의 Gamma convergence 이론으로 조정할 것 논의
- Hamdi 교수와 박사과정 이경훈 학생은 미팅을 지속적으로 수행해 최종 결과를 얻기로 함
- (8) (2014.08.12.) Hongkai Zhao (UC Irvine, 미국), Song Yizhuang (Shandong N. U., 중국), Hai Zhang(CNRS,프랑스)
Medical Imaging Seminar (2014 Yonsei CSE project-based program: Medical Image Computing)
- 박형석 : Metal artifacts reduction in computed tomography and microlocal analysis
- 최재규 : Quantitative susceptibility mapping and microlocal analysis
- (9) (2014.08.12.) Hongkai Zhao (UC Irvine, 미국), Song Yizhuang (Shandong N. U., 중국), Hai Zhang(CNRS,프랑스)
- Cine cone beam CT reconstruction using low-rank matrix factorization, a simulation study
- Moving interface and free boundary occur in many multiphase and multi-physics problems that arise in science and engineering
- (10) (2014.08.18.) Deawoong Piao(Ocean university), Song Yizhuang (Shandong N. U., 중국)
- 전기임피던스 영상 복원 알고리즘 소개, 심폐기능 모니터링에 적용가능성 설명, 코걸이 환자에 적용가능성 논의

- 자기공명을 이용한 활탄성 계수 복원 알고리즘 논의

(11) (2014.09.18.) Rosalind Sadleir, Vikram Kodibagkar, Aprinda (이상 Arizona State Univ., 미국), 우응제(경희대), 이준성(연세대 전기전자공학)

- Medical Image Computing 관련 논의
- 장정정: 심폐모니터링 임피던스 영상 설명
- 권혁남: Local EIT 설명
- 최재규: Quantitative susceptibility 설명
- Rosalind Sadleir: 아리조나 대학 임피던스 영상연구실 소개
- 이경훈: flexible EIT 센서 설명

(12) (2014.10.02.) Kristen W. Yeom (Stanford Univ., 미국), 김동현, 황도식 (이상 연세대 전기전자공학과)

- 자기공명을 이용한 영상기법 논의
- 스탠포드대학 병원 소아환자의 diffusion tensor imaging을 이용한 진단방식, quantitative susceptibility를 이용한 외상 환자 식별방식에 대해 논의함.
- 소아환자의 의료영상데이터를 공유하여 공동연구를 수행하기로 함

(13) (2014.10.30.) Soleimani Manuchehr (Bath University, 영국)

아래의 연구주제 관련 논의, 서진근 교수팀에서 이론과 알고리즘, Soleimani 교수팀에서 실험을 진행하기로 하였다.

- Industrial Process Tomography: Using Capacitance tomography and electrical impedance imaging method, we try to monitor the two phase flow such as oil and water flow.
- Concrete crack detection using multi-frequency electrical impedance tomography.
- Ground contamination monitoring system

(14) (2014.11.05.) Jangwoon Lee (UMW, 미국)

University of Mary Washington (UMW)에 재직 중인 Jangwoon Lee 교수를 초청하여 아래의 주제로 세미나 및 토의 진행

- The hxp FEM for Optimal Control Problems Constrained by Stochastic Elliptic PDEs
- We analyze the hxp version of the finite element method for optimal control problems constrained by elliptic partial differential equations with random inputs. The main result is that the hxp error bound for the control problems subject to stochastic partial differential equations leads to an exponential rate of convergence with respect to p as for the corresponding direct problems. Numerical examples are used to confirm the theoretical results

(15) (2015.02.25.) Song Yizhuang (Shandong N. U., 중국)

- Song Yizhuang 교수의 최근 functional MREIT에 관한 방식 소개
- MR 데이터를 일부만 사용하여 측정시간을 단축시키는 것이 핵심
- 이론적인 결과가 실제상황에 적용될지 의문임, 아직 검증되지 않은 결과로 개선이 필요함

(16) (2015.07) Michel Chipot 교수 (Universitat Zurich, 스위스) 협력연구

이경훈 학생과 EIT-based Fabric sensor 에 관한 연구 착수. 스위스 취리히 대학 Chipot 교수는 homogenization 부분 완성 하였다.

(17) (2015.03.09.-11) Gengsheng L. Zeng (Weber State University & University of Utah, 미국) 협력연구

Computed Tomography: Challenging Issue and Future Direction을 논의하고 Beam hardening artifacts corrections 연구 착수 하였다.

(18) (2015.06.08.-12) Hongkai Zhao (UC Irvine, 미국), Zuwei Shen (National U. of Singapore, 싱가포르) 협력연구

4D CT model to improve spatiotemporal resolution (low-dose limited view): Low rank regularization, Principal

component Analysis 에 관한 공동연구를 시작 하였다.

11.2 해외학자의 적합성 및 우수성

[목차]

- A. 해외학자의 적합성 및 우수성
 - a1. Habib Ammari
 - a2. John Kim
 - a3. Bastian von Harrach
 - a4. Lian-Ping Wang
 - a5. Goodarz Ahmadi
 - a6. Munkh-Erdene Ts
 - a7. Max Gunzburger
 - a8. Thomas Manteuffel
 - a9. Carsten Carstensen
- B. 사업단과의 교류 유지 노력 및 계획
 - b1. 해외학자 활용 교육 방안에 따른 실행 계획
 - b2. 박사학위 논문심사 committee 지속적인 참여
 - b3. 해외학자와의 공동연구 계획

A. 해외학자의 적합성 및 우수성

a1. Habib Ammari

주요경력

- 프랑스 Ecole Normale Supérieure 교수
- Director of Research at the French National Center for Scientific Research
- 프랑스 Ecole Polytechnique 겸임교수
- 스위스 ETH Zurich 교수

· 적합성

- 수학기반 의료영상 분야의 세계적 석학
- 프랑스 과학기반연구 국립센터 소장
- 수년간 이미 계산과학공학과와 공동연구 수행

· 수상실적

- Kuwait Prize 2013 in Basic Sciences (상금 2억)
- 2015 winner of the Khwarizmi International Award in Basic Sciences and received this prestigious prize from His Excellency the President of the Islamic Republic of Iran

· 참여교수와의 공동연구 업적(2015년도 업적)

- H. Ammari, K.H. Lee, K. Kang, and J.K. Seo*, A pressure distribution imaging technique with conductive membrane using electrical impedance tomography, SIAM J. on Applied Math (2015)

- Tingting Zhang , Liangdong Zhou, Habib Ammari, Jin Keun Seo*, Electrical impedance spectroscopy-based defect sensing technique in estimating cracks, Sensors (2015)
- H. Ammari, E. Bretin, P. Millien, L. Seppecher and J.K. Seo, Mathematical modeling in full-field optical coherence elastography, SIAM Journal on Applied Mathematics (2015)
- H. Ammari, P. Grasland-Mongrain, P. Millien, J.K. Seo, and L. Seppecher, A mathematical and numerical framework for ultrasonically-induced Lorentz force electrical impedance tomography. Journal de Mathematiques Pures et Appliquees (2015)
- H. Ammari, H. Kwon, E. Lee, J.K. Seo, and E.J. Woo, Mathematical modeling of mechanical vibration assisted conductivity imaging. SIAM Journal on Applied Mathematics (2015)

· 해외학자의 우수성

Habib Ammari 교수는 수학기반 의료영상 분야에 세계적인 권위자이다. Ammari 교수의 연구는 본 사업단의 의료영상 및 수치해석 프로젝트와 밀접한 관련성이 있으며 이미 사업단장인 서진근 교수와 매년 1달(2013, 2014, 2015년도)씩 상호 방문하며 공동연구를 수행하고 있다. 진행하고자 하는 공동 프로젝트는 생체조직의 물리적(전자기적, 광학적, 기계적) 특성의 영상화하는 것인데, 이를 위해서 인체에 적절한 물리량을 인가한 뒤, 인가한 물리량이 인체내부의 해당 물성에 의해 변조되는 현상을 측정하고, 이렇게 측정한 데이터로부터 인체내부의 물성을 영상의 형태로 추출하는 방법이 사용된다. 여기에는 인가한 물리량과 물성에 관한 물리적 현상에 대한 수학적 해석 및 모델링에 해당하는 순문제(forward problem)와 측정한 데이터로부터 내부 물성의 분포를 영상으로 복원하는 역문제의 해를 구하는 기술이 사용되는데 이 분야의 전문가인 Ammari와의 공동연구를 통해 그 진행속도에 가속이 붙을 것이라 기대한다.

a2. John Kim

주요경력

- UCLA 기계항공공학부 석좌교수
- 2002년 호암상 공학부문 수상자
- American Physical Society Fellow, National Academy of Engineering member

· 적합성

- 난류의 수치연구 분야에서 세계적인 석학
- 집중강연을 통해 난류이론 과목과 전산유체역학 과목을 학생들에게 교육
- 계산과학공학과 정규강의를 통한 학생지도 및 공동연구 수행

· 참여교수와의 공동 연구 업적

- Changhoon Lee, Taegee Min and John Kim, Stability of a channel flow subject to wall blowing and suction in the form of a traveling wave, Physics of Fluids, vol 20 (2008)
- Changhoon Lee, John Kim, Control of viscous sublayer for drag reduction, Physics of Fluids, vol 14, no 7 (2002) pp. 2523-2529
- Changhoon Lee, Namhyun Kim and John Kim, Application of the Goore Scheme to turbulence control for drag reduction (I): Improvement of the Goore Scheme, KSME International Journal, vol 15, no 12 (2001) pp. 1572-1579
- Changhoon Lee and John Kim, Application of the Goore Scheme to turbulence control for drag reduction (II): Application to turbulence control, KSME International Journal, vol 15, no 12 (2001) pp. 1572-1579
- Timothy W. Berger, John Kim, Changhoon Lee and Junwoo Lim, Turbulent boundary layer control utilizing the Lorentz force, Physics of Fluids, vol 12, no 3 (2000) pp.631-649
- Changhoon Lee, John Kim and Haecheon Choi, Suboptimal control of turbulent channel flow for drag

reduction, Journal of Fluid Mechanics, vol 358 (1998) pp. 245-258

- Changhoon Lee, John Kim, David Babcock and Rodney Goodman, Application of neural networks to turbulence for drag reduction, Physics of Fluids, vol 9, no. 6 (1997) pp.1740-1747

· 해외학자의 우수성

John Kim 교수는 UCLA 기계항공공학부 석좌교수로서 난류의 수치연구 분야에서 세계적인 석학이다. 과거 30여 년간 난류의 기초적인 연구를 꾸준히 수행해오면서 과급력이 큰 연구결과들을 제시해오고 있다. 예를 들면 1987년 Journal of Fluid Mechanics에 게재한 논문은 현재까지 1000회 이상 인용되면서 이 저널 논문 중 역대 두 번째 최다 인용논문이기도 하다. 유체역학 분야 최고권위 저널인 Physics of Fluids 편집장을 맡고 있으며, 호암상 공학부문 수상자이기도 하고 미국 공학학술원(National Academy of Engineering) Fellow이다. John Kim 교수의 방문 시 전산유체역학 그룹의 학생들을 대상으로 집중강연을 통해 난류이론 과목과 전산유체역학 과목을 학생들에게 교육할 계획이다. 이 강의는 학생 뿐만이 아니라 해당분야 연구자 및 교수들에게도 석학 강연으로서 매우 큰 영감을 줄 것으로 기대하고 있다. 또한 본 사업단 전산유체역학그룹에서 추구하는 입자부유난류의 수치적 연구 분야에서 수행되고 있는 대학원생들의 세부 연구 주제 및 방향에 대한 자문 및 공동지도의 역할을 담당할 계획이다. John Kim 교수는 2010년에도 본 학과를 1개월간 방문하여 난류에 대한 집중강연을 한 바가 있으며, 2014에 난류 정규강과 개설 및 강의(1개월) 및 본 학과 CFD 그룹과 공동연구 협의를 하였다.

a3. Bastian von Harrach

주요경력

- University of Stuttgart 교수
- Chair of Optimization and Inverse Problems

· 적합성

- 편미분 방정식을 이용한 역문제 분석의 전문가
- 수년간 본 사업단 참여교수와 공동연구 및 학생지도

· 참여교수와의 공동 연구 업적(2013-2015)

- Bastian Harrach, Eunjung Lee, Marcel Ullrich, Combining frequency-difference and ultrasound modulated electrical impedance tomography, Inverse Problems, accepted(2015)
- Moon Kyung Choi, Bastian Harrach and Jin Keun Seo, Regularizing a linearized EIT reconstruction method using a sensitivity based factorization method, Inverse Problems in Science and Engineering, 2014
- Munkh-Erdene Ts, Eunjung Lee, Jin Keun Seo, Bastian Harrach, Sungwhan Kim, Projective electrical impedance reconstruction with two measurements, SIAM J. on Applied Math., 2013

· 해외학자의 우수성

Bastian von Harrach 교수는 수차례에 걸쳐 계산과학공학과를 방문하여 공동연구를 수행해 왔으며 이미 공저 논문이 다수 있다. 또한 방문 때마다 박사과정 학생들과 단기간의 심화 세미나를 통하여 역 문제의 전반적인 수학적 분석 방법을 지도하고 학생들의 연구 분야에 새로운 아이디어를 제공하는 등 적극적인 지도를 해 왔다. 2015년 3-4월에도 본 학과를 방문하여 local conductivity identification in electrical impedance tomography, MR-based electrical tissue property imaging 등에 대해서 세미나와 토론을 하였다. 우리학과의 MI팀 대학원생(주량동, 이경훈 등)과 공동연구를 수행하여 Monotonicity-based Electrical Impedance Tomography Lung Imaging을 IEEE Trans. Medical Imaging에 투고하였다. Harrach 교수와의 지속적인 연구/교육 교류를 앞으로도 유지 하고자 한다.

a4. Lian-Ping Wang

주요경력

- University of Delaware 교수
 - Chang Jiang Chair Professor of the State Key Laboratory for Coal Combustion, Huazhong University of Science and Technology, China
 - Fellow of the American Physical Society
-

· 적합성

- 대기, 환경 분야에서의 전산유체역학 모델링 전문가

· 해외학자의 우수성

Lian-Ping Wang 교수는 대기환경 유체역학의 전문가로서 난류입자유동에 대한 많은 연구를 진행해 오고 있다. Wang 교수는 미국물리학회 유체부분의 Fellow이며, 현재 중국 Huazhong 과학기술대학의 특훈교수이다. 또한 Wang 교수는 International Journal of Engineering Systems Modelling and Simulation 저널의 부편집인이며, 90여 편의 국제학술 논문을 발표하였다. Cloud microphysics에 대한 연구는 전 세계적으로 주목받고 있으며, 이는 본 연구팀의 입자난류유동 연구 및 한-미-중 연구자들 간의 연구 클러스터링 구축에 핵심적인 역할을 할 것이다. Wang 교수는 2014년 7월 집중강연(Impacts of small-scale turbulence on cloud and precipitation processes in maritime shallow convection, Study of turbulence modulation by finite-size solid particles using the lattice Boltzmann approach)을 하였으며, 본 학과 CFD 그룹과 입자난류유동에 대한 공동연구를 추진하고 있다.

a5. Goodarz Ahmadi

주요경력

- Clarkson University 석좌교수
 - Robert R. Hill Professor of Department of Mechanical and Aeronautical Engineering
 - Co-Director, Center for Air Resources Engineering and Science (CARES)
 - Fellow, American Society of Mechanical Engineering (ASME)
-

· 적합성

- 대기환경 관련 유체역학 및 입자공학의 세계적 석학

· 해외학자의 우수성

Ahmadi 교수는 Clarkson 대학의 환경유체역학의 세계적인 권위자이다. 현재 Clarkson 대학의 Robert R. Hill 석좌교수이고, ARES 센터의 공동 센터장이다. 미국 기계학회의 Fellow이며, 580 여 편의 국제학술논문 및 2편의 저서를 발표한 세계적인 석학이다. Ahmadi 교수는 다상난류유동의 이론정립부터 오염물질 확산 예측 모델링에 이르기까지 환경유체역학 관련 연구를 하고 있다. 최근 입자재부유 (Particle Resuspension) 현상에 대해 동 대학 Andrea Ferro 교수와 함께 이론, 측정, 수치해석을 통하여 수리모델링에 대한 연구를 진행하고 있다. 또한 입자유동에 대해 2015년 7월에 집중강연을 하였다. 본 연구팀의 입자난류유동의 이해 증진 및 응용연구에 많은 기여를 할 것으로 기대된다.

a6. Munkh-Erdene Ts

주요경력

- Mongolian University of Science and Technology 교수
-

· 적합성

- 전기 임피던스 단층 촬영 이미지 복원을 위한 알고리즘개발에 다년간의 경험
- COMSOL을 이용한 수치 시뮬레이션 전문가

· 참여교수와의 공동 연구 업적

- Munkh-Erdene Ts., Eunjung Lee, Liangdong Zhou, Kyoung Hun Lee and Jin Keun Seo, Remote real time monitoring for underground contamination in Mongolia using electrical impedance tomography, submitted to Journal of Nondestructive Evaluation (2015)
- Munkh-Erdene Ts, Eunjung Lee, Jin Keun Seo , Bastian Harrach , Sungwhan Kim, Projective electrical impedance reconstruction with two measurements, SIAM J. on Applied Math., 2013

· 해외학자의 우수성

Munkh-Erdene Ts 교수는 연세대학교 CSE를 졸업하고 몽고과학기술대학에 교수로 취직을 하였다. 특히 COMSOL을 이용해서 3차공간에서의 다양한 계산공간을 만드는데 탁월한 기술이 있으며 이들을 이용하여 의료영상 분야에 수치 시뮬레이션에 있어서 앞으로 다양한 응용에 쓰이고 있다. Munkh-Erdene Ts 교수는 본 사업단을 방문할 때마다 심화단기 프로그램을 통하여 COMSOL을 이용한 수치 시뮬레이션방법을 대학원생들에게 교육하여 학생들이 수치 시뮬레이션을 실시하는데 많은 시간과 노력을 아낄 수 있었고 이는 학생들의 발전에 큰 영향을 미칠 것이라 기대한다. 특히 몽고과학기술대학은 연세대학교 계산과학공학과와 MOU를 맺고 있고 매년 몽고-한국을 오가며 공동 학술대회를 열고 있다. 특히 2014년과 2015년에도 Munkh-Erdene Ts 교수는 본학과를 방문하여 연구를 공동연구를 수행하였다. 앞으로 한국-몽고간의 지속적인 교류를 통하여 몽고학생들에게 선진교육을 전파하는 시발점이 될 것이다.

a7. Max Gunzburger

주요경력

- Francis Eppes Professor of Scientific Computing, Florida State University
- 2009년 SIAM이 선정한 최초의 SIAM Fellows
- 미국 산업수학학회의 Chairman of the Board of Trustees를 역임

· 적합성

- 수치해석 및 모델링 분야의 세계적 석학
- Florida State University의 과학계산학과 founding director
- 다년간 연세대학교 계산과학공학과 학생 지도

· 참여교수와의 공동 연구 업적

- Irene Sonja Monnesland, Eunjung Lee, Max Gunzburger and Ryeongkyung Yoon, Least squares method for a nonlinear Stokes problem in glaciology, submitted to Computers and Mathematics with Applications (2015)
- Eunjung Lee and Max Gunzburger, A finite element, filtered eddy-viscosity method for the Navier-Stokes equations with large Reynolds number, Journal of Mathematical Analysis and Applications, V.385 Issue 1(2012) pp. 384-398
- Eunjung Lee and Max D. Gunzburger, Analysis of finite element discretizations of an optimal control formulation of the image registration problem, SIAM J. Numer. Anal. 49 (2011) pp.1321-1349
- Eunjung Lee and Max D. Gunzburger, An optimal control formulation of an image registration problem, Journal of mathematical imaging and vision, V.36, Issue 1(2010) pp. 69-80
- Max D. Gunzburger, Eunjung Lee, Yuki Saka, Catalin Trenchea, and Xiaoming Wang, Analysis of nonlinear spectral eddy-viscosity models of turbulence, Journal of Scientific Computing, V.45 Number 1-3 (2010)

· 해외학자의 우수성

Max Gunzburger 교수는 수치해석의 최고권위의 저널인 SIAM Journal on Numerical Analysis Editor in Chief를 역임하였으며, 2009년 SIAM이 선정한 최초의 SIAM Fellows중의 한명이다. 또한 미국 산업수학학회의 Chairman of the Board of Trustees를 역임하였다. 계산과학 분야의 세계적인 권위자인 Gunzburger 교수는 연구뿐만 아니라 전 세계적인 응용수학의 흐름에 익숙한 학자로서 계산과학공학과와 교육프로그램과 운영체제 등 다양한 방면으로 많은 도움을 주고 있다. Gunzburger 교수가 학과장으로 있었던 플로리다 주립대학의 과학계산학과 또한 현재 우리가 지향하는 연구와 교육의 큰 흐름을 같이 하고 있으므로 MOU를 통하여 서로에게 동반상승효과를 주리라 기대한다. 특히 계산과학공학과 학생들의 해외교육훈련 프로그램을 위하여 플로리다 주립대학의 과학계산학과에서 병렬계산강좌와 'How to make a mesh', 'What makes the ocean wave?', 'Parallel for MATLAB, OpenMP for C or Fortran' 주제로 수업형태의 강의 커리큘럼을 만들어 계산과학공학과 학생의 방문 때마다 교육하였고 이를 지속 발전시켜나가기로 약속하였다. 2015년 8월에 우리나라 제주에서 개최된 Workshop on Computational Mathematics & Scientific Computing에 참가하여 본 사업단 교수들과 계산수학과 과학계산에 대한 심도 깊은 논의를 진행하였다.

a8. Thomas Manteuffel

주요경력

- University of Colorado at Boulder 교수
- 2001-2002년에는 SIAM 회장을 역임
- 2009년 SIAM이 선정한 최초의 SIAM Fellows

· 적합성

- 계산수학 분야의 세계적 석학
- 30년간 University of Colorado at Boulder의 응용수학과에서 Computational Mathematics Group의 리더로 활약

· 참여교수와의 공동 연구 업적

- Eunjung Lee, Thomas A. Manteuffel and Chad R. Westphal, FOSLL* for nonlinear partial differential equations, accepted to SIAM Journal on Scientific Computing
- J. J. Heys, E. Lee, T. A. Manteuffel, S. F. McCormick, and J. Ruge, Enhanced mass conservation in least-squares methods for Navier-Stokes equations, SIAM Journal on Sci. Comput. 31 (2009) no. 3, pp. 2303-2321
- Eunjung Lee, Thomas A. Manteuffel, and Chad R. Westphal, Weighted-norm first-order system least-squares (FOSLS) for Div/Curl systems with three dimensional edge singularities, SIAM J. on Numer. Anal. 46 (2008) no. 3, pp. 1619-1639
- J.J. Heys, E. Lee, T.A. Manteuffel, and S.F. McCormick, An alternative least-squares formulation of the Navier-Stokes equations with improved mass conservation, Journal of computational physics, V.226, Issue 1, September (2007) pp. 994-1006
- Eunjung Lee and Thomas A. Manteuffel, FOSLL* for eddy current problems with three-dimensional edge singularities, SIAM J. on Numer. Anal. 45(2007) no.2, 787-809
- J. J. Heys, E. Lee, T. A. Manteuffel, and S. F. McCormick, On mass-conserving least-squares methods, SIAM Journal Sci. Comp. 28 (2006) pp. 1675-1693
- Eunjung Lee, Thomas A. Manteuffel, and Chad R. Westphal, Weighted norm first-order system least squares (FOSLS) for problems with corner singularities, SIAM Journal on Numer. Anal. 44 (2006) no. 5, pp. 1974-1996

· 해외학자의 우수성

Manteuffel 교수는 다년간 SIAM Journal on Numerical Analysis Editor in Chief를 역임하였으며 2001-2002년에는 SIAM 회장을 역임하였고, 2009년 SIAM이 선정한 최초의 SIAM Fellows 중 한명이다. 수년간 응용수학 분야에서 많은 연구 업적을 쌓았고 미국 내에 있는 여러 국립연구소와 30여년간 지속적으로 공동 프로젝트를 진행하는 등 적극적으로 수치해석을 실제 응용에 확장하고자 노력해 왔으며 이는 우리 사업단의 취지에도 부합한다. 현재 hyperbolic conservation law를 유한요소기법을 이용해 푸는 방법에 대해 공동연구를 진행 중이고 차후 계산과학공학과 학생들의 단기 방문 등을 통하여 지도를 계획 중이다.

a9. Carsten Carstensen

주요경력

- Director of Center of Computational Sciences in Adlershof(CCSA)
Humboldt University in Berlin, Germany

· 직함성

- 적응 유한요소법 분야의 세계적 석학
- 연세대학교 계산과학공학과와 MOU를 맺은 Humboldt대학 CCSA의 소장
- 다년간 연세대학교 계산과학공학과 학생 지도, 공동연구 수행

· 본 계산과학공학과에서의 활동 실적

- 겸임교수와 공저 논문 2편(2011,2012, SIAM Journal)
- 본 학과 교과목인 Adaptive finite element method 교재 발간

· 참여교수와의 공동 연구 업적

- C. Carstensen and E.J. Park, Convergence and optimality of adaptive Least Squares Finite Element Methods, SIAM J. Numer. Anal., 53 (2015) no.1, pp 43-62

· 해외학자의 우수성

Carstensen 교수는 adaptive finite element method의 세계적인 권위자이며 수치해석의 대표저널인 SIAM Journal on Numerical Analysis 와 Mathematics of Computation의 편집위원을 역임했다. Carstensen 교수는 학부에서 토목공학을 전공한 수학박사로서 탄성역학, 전자기학, 유체역학에 관한 adaptive method에 관한 우수한 결과를 발표하였다. Carstensen 교수는 전산과학 기반의 다학제 연구에 가장 적합한 학자이다. Carstensen 교수는 계산과학공학과 프로그램의 모델링과 수치해석부분에서 공동연구를 수행하였고 앞으로도 수치해석 알고리즘 개발에 대한 공동연구를 수행하고자 한다. 2014년 8월에 ICM 2014 Satellite Conference: International Workshop on Computational Mathematics - Advances in Computational PDEs (본 사업단이 주관한 국제학회)에 참가하여 본 사업단의 참여교수들과 계산수학 분야의 최근 이슈를 논의하고 연구 결과를 공유하였다.

B. 해외학자와 사업단과의 교류 유지 노력 및 계획

b1. 해외학자 활용 교육 방안에 따른 실행 계획

b1.1. 공동개설 정규강좌의 지속

기초 내용에서부터 심화 내용까지 넓은 영역의 내용을 포함하는 해외학자들의 정규강의는 지식을 체계적으로 정립할

수 있는 기회를 주고 같은 주제에 대해 스스로 새로운 시각으로 바라볼 수 있는 능력을 기를 수 있다. 역문제 분야에서 세계적인 석학인 Habib Ammari 교수는 2013년 2학기에 개설되었던 정규강좌 ‘역문제와 의료영상(Inverse Problems in Medical Imaging)’을 본 학과의 정규교과로 편성하여 정기적으로 서진근교수와 공동개설하기로 하였다. Ammari 교수와의 중장기적이 교류는 학생들의 인식의 폭을 넓히는데 큰 영향을 주리라 기대한다.

b1.2. 단기집중강연/특강

기존 해외학자들과의 교류 유지 및 새로운 해외학자들을 영입을 통한 영역을 확대하고자 한다. 이미 지난 2년간 본 사업단의 해외학자의 단기집중강연 및 특강이 아래와 같이 이루어졌고

- Goodarz Ahmadi (Clarkson Univ., 미국) 교수 : 입자유동(Particle-Laden Flow)에 대한 15시간 집중강연
- Lian-Ping Wang (University of Delaware, Mechanical Engineering) : Impacts of small-scale turbulence on cloud and precipitation processes in maritime shallow convection 특강
- Lian-Ping Wang (University of Delaware, Mechanical Engineering) : Study of turbulence modulation by finite-size solid particles using the lattice Boltzmann approach 특강
- Bastian von Harrach (University of Stuttgart, Department of Mathematics - IMNG) : Introduction to Inverse Problems

이외에도 많은 해외석학들이 다음과 같이 단기집중강연(2건)과 특강(19건)을 하였다.

- 단기집중강연
 - David Holder (Biophysics and Clinical Neurophysiology Hon. Consultant in Clinical Neurophysiology University College London & UCL Hospital, UK) : Lessons from three decades of electrical impedance imaging and bio-impedance
 - Itzhak Fouxon (Weizmann Institute of Science, Israel) : Inertial particles in turbulence: new, robust results
- 특강 (19회)
 - Haesun Park (Director of CSE, Georgia Tech) : Interactive Visual Analytics for High Dimensional Data
 - Hamdi Zorgati (Prof, University of Tunis El Manar Faculty of Sciences of Tunis) : Dimension reduction in solid mechanics
 - Kyongmin Yeo (IBM Thomas J. Watson Research Center, USA) : Lagrangian analysis of entrainment and mixing of environmental air in a cumulonimbus cloud
 - Raymond Honfu Chan (Department of Mathematics, The Chinese University of Hong Kong) : Point-spread function reconstruction in ground-based astronomy
 - Michel Chipot (Universitat Zurich) : Asymptotic Analysis and Basics in Homogenization
 - Yang Kuang (Department of Mathematics, Arizona State University) : Dynamics and Implications of a Model of Hepatitis B Virus Infection with Time Delay
 - Urszula Ledzewicz (Department of Mathematics and Statistics, Southern Illinois University Edwardsville) : Geometric Optimal Control Applied to Combination Therapies for Cancer: Results and Open Problems
 - Hye-Won Kang (Department of Mathematics and Statistics, University of Maryland Baltimore County) : Stochastic modeling of biochemical networks
 - Li-yeng Sung (Department of Mathematics, Louisiana State University, USA) : Finite element methods for fourth order variational inequalities
 - Huaxiong Huang (Department of Mathematics and Statistics, York University, Canada) : Immersed Boundary Method for Coupled Fluid Flows and Mass Transfer
 - Kristen W. Yeom (Radiology at Lucile Salter Packard children's hospital and the Stanford University

Medical Center) : Advanced MRI applications for pediatric brain

- Jangwoon Lee (Department of Mathematics, University of Mary Washington, USA) : The hxp FEM for Optimal Control Problems Constrained by Stochastic Elliptic PDEs
- Guowei He (LNM, Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, China) : Effects of sub-grid scale modeling on time correlations in large-eddy simulation
- Tae-Yeon Kim (Civil Infrastructure and Environmental Engineering, Khalifa University of Science, UAE) : B-spline Based finite-element method for the stationary quasi-geostrophic equations of the ocean
- Kim-Chuan Toh (Department of Mathematics, National University of Singapore) : An Inexact Accelerated Block Coordinate Descent Method for Least Squares Semidefinite Programming
- Namyong Lee (Department of Mathematics & Statistics, Minnesota State University) : Big Data Analysis Through the TDA Looking Glass,
- Jeongho Ahn (Department of Mathematics & Statistics, Arkansas State University) : Mathematical & Numerical Approaches: Dynamic Contact of Linear & Nonlinear Beams
- Kab Seok Kang (High Level Support Team (HLST), Max-Planck-Institute for Plasma Physics, Germany) : The parallel multigrid and domain decomposition methods
- Zhen Gao (School of Mathematical Sciences, Ocean University of China) : Hybrid FC Method and WENO Finite Difference Scheme for Hyperbolic Conservation Laws in a Single-Domain Framework

본 사업단은 앞으로도 지속적으로 사업단 해외학자들의 단기집중강연과 특강을 독려하고 기존의 해외학자 이외에도 여러 분야에서 탁월한 연구업적을 보이는 해외석학들을 초빙하여 단기집중강연과 특강을 개최하여 학생들이 다양한 연구 내용들을 접해볼 수 있는 기회를 제공하고자 한다. 해외석학들은 방문기간 동안 전문분야의 기본 내용과 특성화된 분야의 심층연구 내용에 대해 각각 특별단기강좌, 세미나 형태로 구성된 체계적인 학생 교육을 할 것이다.

b2. 박사학위 논문심사 committee 지속적인 참여

2015년 2월에 박사학위를 받은 4명의 학생 모두가 (권혁남, 박형성, 최재규, Tingting Zhang) 의 학위 심사 committee 로 해외석학이 참여하였다. 해외 석학의 박사학위 심사는 단순히 일회성에 그치는 심사가 아니라 peer-review를 수개월 전부터 시행하여 학생들과의 지속적인 교류를 통해 글로벌 경쟁력을 갖춘 박사를 배출하는데 많은 공헌을 하고 있다. 앞으로 해외학자의 박사학위 논문 심사 참여를 적극적으로 시행하고자 한다.

b3. 해외학자와의 공동연구 계획

지난 2년간 본 사업단 참여교수 및 학생들은 해외학자와 많은 공동연구를 해왔다. 앞으로도 지속적인 교류를 통해 글로벌 인프라를 확장할 것이며, 해외학자와의 공동연구를 통해 국제적 경쟁력을 갖춘 사업단으로 한걸음 더 나아가고자 한다.

<제도개선 및 지원 영역>