

『BK21 플러스』 글로벌 인재양성형 사업 신청서

관리번호	10220130011098								
단위	전국								
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야			
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류		
	분류명	수학	응용수학	기계공학	유체공학				
비중(%)	70%		30%						
학과(학부)	연세대학교 계산과학공학과					신설학과 역부			
사업명	국문) 계산과학공학								
	영문) Computational Science and Engineering								
사업단장	소속	연세대학교 일반대학원 계산과학공학과							
	직위	교수							
	성명	국문	서진근						
		영문	JIN KEUN SEO						
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 ('13.9 ~'14.2)	2차년도 ('14.3 ~'15.2)	3차년도 ('15.3 ~'16.2)	4차년도 ('16.3 ~'17.2)	5차년도 ('17.3 ~'18.2)	6차년도 ('18.3 ~'19.2)	7차년도 ('19.3 ~'20.2)	
	국고지원금	300	600	600	600	600	600	600	
총 사업기간	2013.9.1. ~ 2020.2.29. (78개월)								
1차년도 사업기간	2013.9.1. ~ 2014.2.28. (6개월)								
<p>본인은 『BK21 플러스』 신규사업 지원을 신청서와 같이 신청하며, 지원이 결정될 경우 관련 법령, 귀 재단과의 협약, 귀 재단이 정한 제반 사항 등을 준수하여 성실하게 사업을 추진하여 소정의 사업성과를 거두도록 노력하겠습니다.</p> <p>아울러, 신청서에는 사실과 다른 내용이 포함되지 아니하였으며 만약 허위 사실이나 중대한 오류가 발견될 경우에는 그에 상응하는 불이익을 감수하겠다는 서약합니다.</p> <p style="text-align: right;">2013년 06월 16일</p>									
작성자	서진근 사업단장							(인)	
확인자	연세대학교 산학협력단장							(인)	
확인자	연세대학교 총장							(인)	
한국연구재단 이사장 귀하									

<신청서 요약문>

중심어	계산과학공학	계산수학	수리 모델링
	전산유체역학	의료영상	수치해석
	편미분방정식	역문제	난류
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 WCU 사업으로 설립된 본 사업단의 계산과학공학과가 국내 유일하다. 본 학과는 WCU사업 4년이라는 짧은 기간 동안 세계 우수대학(Stanford Univ., Texas Univ. at Austin 등)의 교육 및 연구 시스템을 벤치마킹하고 우수한 연구실적을 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 WCU사업을 통해 설립한 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 단단계 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> <ul style="list-style-type: none"> - 본 사업단은 국내 유일의 계산과학 관련 독립학과로서 과학계산을 통합적이고 체계적으로 수행할 수 있는 고급인력 양성과 다학제간 교육/교과 과정 시스템을 구축을 목표로 한다. <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 		

	<p>다학제간 교육/교과 과정 시스템</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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(현 신입생을 제외한 대학원생 80%가 본 학과의 WCU 해외 석학으로부터 단기해외연수를 받음), 해외석학의 상시 집중강연/특강/세미나 개최 - 학술 연구 및 학생 교류 MOU 체결 및 확대: 독일 Humboldt 대학교 등 6개 대학/연구소와 기체결
<p>연구역량 영역</p>	<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 심장

	<p>내 혈류 해석 연구를 수행하고 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전산유체역학: 전산유체역학 연구는 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 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 12명)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
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 신기술 개발의 촉진제 역할을 담당한다. 또한 계산과학공학 기술은 거대 자연현상의 수치시뮬레이션을 통해 환경오염 예측, 자연 재해 피해 예측 등에 활용된다. 계산과학공학 인력은 의료영상 분야(특히 인체기능영상 분야)에서 필수적인데, 이는 전통적인 기초학문(편미분 방정식, 수치해석, 전자기학, 유체역학, 의공학)에서부터 영상처리 및 과학계산, 응용기술에까지 다학제적 계산과학공학 지식을 필요로 하기 때문이다. 이렇게 양성된 전문 인력은 수학적 모델링-컴퓨터 시뮬레이션-시각화 연구를 통합적으로 수행하는 중요한 역할을 담당할 것으로 기대된다.</p>

<신청서 영문요약문>

Keywords	computational science and	computational mathematics	mathematical modeling
	computational fluid	medical imaging	numerical analysis
	partial differential	inverse problems	turbulence
Project Goal	<p>The CSE (Computational Science and Engineering) is based on the department of CSE which was established by WCU project. The CSE department is the only one in Korea for training graduate students and on a taking-off stage for the world class level in CSE fields. The ultimate objectives of the CSE are to carry out computation-based multidisciplinary research that integrates the knowledge and techniques of various research areas, to provide innovative education for the next generation of computational scientists and engineers, and finally to achieve global leadership in the field of CSE. The missions of CSE are</p> <ul style="list-style-type: none"> ▷ To specialize in computational science based numerical analysis, computational fluid dynamics and its applications to atmospheric environmental problems, and math-based medical imaging; to perform multidisciplinary studies on complex multi-physics problems through research clusters, ▷ To develop advanced education system in CSE fields and to train CSE experts who can conduct the physics based modeling, simulation, and visualization for advanced technology in science and engineering, ▷ To increase international collaborations and to improve research capabilities for global leadership in CSE fields. 		
Project Contents	<p>[Systematic education in the CSE]</p> <ul style="list-style-type: none"> ▷ Curriculum and its management <ul style="list-style-type: none"> - Four categories: basic courses, core courses, advanced courses, and special topics - Opening multi-/interdisciplinary courses: 100% lectures in English - Required courses for research ethics and scientific writing/presentation/seminar ▷ Degree management <ul style="list-style-type: none"> - Running administration processing map: guidance of academic adviser - Viva report for Ph.D. defense - Design basic level courses for both undergraduate/graduate students ▷ International program <ul style="list-style-type: none"> - Research collaboration and student exchange program - 6 MOU's including MOU with Humboldt University - Foreign scholar's intensive lectures <p>[Research areas and potentials in the CSE]</p> <ul style="list-style-type: none"> ▷ Numerical Analysis and Scientific Computing <p>The NASC group in the CSE performs fundamental studies on domain decomposition method, FEM, and FDM needed for scientific computing. The group develops a least-squares finite element method using dual operator to obtain approximate solutions for nonlinear PDEs with singularities and a novel fractional step method considering computational efficiency and numerical stability for Navier-Stokes equation solvers.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▷ Inverse Problems and Medical Imaging 		

	<p>The IP&MI group in the CSE develops the mathematics-based medical image processing technique that extracts the internal biological properties from the measured data using mathematical modeling, numerical algorithm, and visualization. The group has been recognized as a global leading group in the electrical impedance imaging using MRI and electromagnetic tissue property imaging. The group also performs collaborative studies on dental CT with the College of Dentistry at Yonsei University and an interdisciplinary study on left ventricular hemodynamics analysis using ultrasound image with researchers in the CSE.</p> <p>▷ Computational and Theoretical Fluid Dynamics</p> <p>The CFD group in the CSE aims to study on turbulent flow physics and turbulence modulation due to turbulence-particles interactions, to develop robust large-eddy simulation techniques for multi-physics flow problems with complex geometries, and to analyze flow and wind load in urban areas and pollutant dispersion in atmospheric boundary layer. The CFD group has developed cutting-edge numerical algorithms and accumulated in-depth knowledge in the field of the particle-laden turbulent flows.</p> <p>[Plan for improving the quality of research]</p> <p>▷ Operating scientific advisory board consisting of 12 foreign scholars including distinguished professors Habib Ammari (Ecole Normale Superieure) and John Kim (UCLA)</p> <p>▷ Expanding research areas by collaborations with computational science & engineering experts in domestic and international institutes/universities</p> <p>▷ Recruiting outstanding junior researchers from the brain pools in the CSE</p>
<p>Expected Project Outcomes</p>	<p>The CSE research through the interdisciplinary studies including the physics-based mathematical modeling, computational mathematics, and simulation enables to contribute to education of expertise, to extend new research areas, and to provide future directions on innovative and creative technologies in industrial applications. The CSE research will be a cornerstone for the development of cutting-edge technology by reducing the limitations of time and expense. For examples, the impact of CSE research will be significant in the field of atmospheric environment by predicting and forecasting large-scale phenomena in environment pollution, and natural disaster, etc. Also the CSE research will lead to improve human welfare by promoting the medical research incorporated with medical imaging technologies. The CSE experts in systematic interdisciplinary researches based on mathematical modeling, computer simulation, and visualization will play a key role in emerging technology developments through industry-university collaborations.</p>

목 차

I . 사업단 현황	7
1. 사업단 구성	7
1.1 사업단장	7
1.2 사업단 대학원 학과(부) 현황	8
II . 부문별	9
<교육역량 영역>	9
1. 사업단의 교육 비전 및 목표	9
1.1 교육 비전 및 목표	9
2. 교육과정 구성 및 운영	11
2.1 교육과정 구성 및 운영	11
3. 인력양성 계획 및 지원방안	23
3.1 대학원생 인력 확보/배출 및 지원 계획	23
3.2 대학원생의 취업률 현황 및 진로 개발 계획	31
4. 인력의 연구수월성	35
4.1 대학원생 연구 실적의 우수성	35
4.2 대학원생 연구 수월성 증진의 우수성	37
4.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획	39
5. 교육의 국제화 전략	42
5.1 교육 인프라의 국제화 현황	42
5.2 교육 프로그램의 국제화 현황 및 실적	43
5.3 교육 프로그램의 국제화 계획	53
<연구역량 영역>	56
6. 사업단의 연구비전 및 달성 전략	56
6.1 역량 향상을 위한 비전	56
6.2 연구 추진 전략 및 방법의 우수성	62
7. 연구진의 구성	65
7.1 참여 연구진 구성의 우수성	65
8. 연구의 국제화 현황 및 계획	69
8.1 참여교수의 국제화 현황 (최근 3년)	69

8.2 사업단 비전에 맞는 국제화 전략 및 계획의 우수성	74
9. 참여교수 연구역량	80
9.1 연구비 (최근 3년)	80
9.2 논문 (최근 3년)	81
10. 산학협력	86
10.1 특허 및 기술이전	86
10.2 산학협력 연구의 우수성	88
10.3 산학간 인적 및 물적 교류	92
<해외학자 유치·활용 계획>	95
11. 해외학자 유치·활용 계획	95
11.1 해외학자를 활용한 교육·연구계획	100
11.2 해외학자의 적합성 및 우수성	108
<제도혁신 및 지원 영역>	
12. 전략과 비전	
12.1 세계적 수준의 연구중심대학으로 도약하기 위한 전략과 중장기 계획	
13. 연구중심 대학으로서 시스템 개혁 방안	
13.1 연구중심대학으로서의 시스템 구성의 우수성	
13.2 세계수준의 교육/연구 여건 및 개선 계획	
13.3 대학원생 장학지원프로그램	
13.4 연구윤리 확보 계획	
14. 사업단 지원 및 육성	
14.1 선정 사업단 지원 및 육성 계획의 우수성	
Ⅲ. 사업비 집행 계획	115
1. 사업비 집행 계획(1~7차년도)	115
2. 사업비 집행 세부 내역(1~3차년도)	116
[첨부]	122

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(임상, 교육, 분교, 기금 제외)					기존 교수 수(임상, 교육, 분교, 기금 제외)					신임 교수 수(임상, 교육, 분교, 기금 제외)					임상, 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	
20130617	계산과학공학과	7	5	0	5	71.43%	5	4	0	4	80%	2	1	0	1	50%	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	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
20130617	계산과학공학과	10	10	100%	9	7	77.78%	20	20	100%	39	37	94.87%

II 부문별

1 사업단의 교육 비전 및 목표

1.1 교육 비전 및 목표

[목차]

- ▷ 계산과학공학(CSE : Computational Science and Engineering)의 필요성
- ▷ 다학제간 대학원 과정으로서의 학과의 위상
- ▷ 교육의 목표
- ▷ 교육의 비전

▷ 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 물리 기반 수학적 모델링, 계산수학, 시뮬레이션 등을 기반으로 하는 계산과학을 중심으로 가능하다. 계산과학은 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.

▷ 다학제간 대학원 과정으로서의 학과의 위상

본 사업단의 계산과학공학과는 WCU사업을 통해 설립된 대학원 학과이며 공학, 의료영상, 자연과학 및 산업 분야에서 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 WCU사업 4년이라는 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 수치 해석 연구와 전산유체역학의 공학적, 대기·환경적 응용 그리고 의학영상시스템 연구를 진행하며 그 스펙트럼을 확장해 가고 있다.

▷ 교육의 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

▷ 교육의 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

2.1.1 교과과정의 구성 및 운영 계획의 우수성

[목차]

- A. 교과과정 구성
- B. 교과목 이수 체계 및 학위별 이수 학점
 - b1. 분야별 교과목 이수 체계
 - b2. 이수 체계의 준수 방안
 - b3. 학위과정별 이수 학점
- C. 교과과정 운영의 우수성
- D. 연구윤리 확보 및 논문작성법 강의 계획
 - d1. 글로벌 수준의 연구윤리 확보를 위한 교육 계획
 - d2. 영어 논문 작성 향상 계획

A. 교과과정 구성

본 사업단은 계산과학공학 연구분야의 특성을 고려하여 대학원 교과과정을 기초과목군, 필수핵심과목군, 전문심화과목군, 특성화과목군으로 세분화하여 수학·과학·공학·의학 등의 다양한 분야에서 계산과학공학의 전문지식을 체계적이고 효과적으로 교육할 수 있도록 구성하고 있다.

▷ 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

▷ 필수핵심과목군: CSE 분야를 이해하고 전문심화과목군의 계산과학관련 교육에 기본적으로 요구되는 모델링-수치프로그래밍-시각화 과정에 필요한 필수 교과목으로 구성하였으며 본 학과의 종합시험 과목들로 지정되어 있다.

CSE5810, MAT6810: Numerical Analysis

CSE5950, MAT6950: Partial Differential Equations for Science and Engineering

CSE5840, MAT6840: Numerical Partial Differential Equations

CSE6623, MEU6230: Viscous Fluid Flow

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

· 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

· 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

· 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

▷ 특성화과목군: 심도 깊은 연구와 현실적 제한 조건하에서 문제를 해결하는 능력을 배양할 수 있는 특론 과목으로 구성되며, 개인프로젝트 부여를 통한 맞춤형 연구지도 수행, 매주 콜로퀴움 개최하여 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

▷ ‘논문 작성 및 발표’ 과목 운영 : 대학원생들의 영어논문 작성과 발표 능력을 향상시키기 위해 매학기 개설하고 졸업 필수과목으로 지정하였다.

CSE6990, CSE6991 : Scientific Writing and Presentation for CSE

B. 교과목 이수 체계 및 학위별 이수 학점

b1. 분야별 교과목 이수 체계

▷ 수치해석 수학 분야

· 기초과목: Basics of Computational Science and Engineering,
Basics of Computational Fluid Dynamics

· 필수핵심과목: Numerical Analysis, Partial Differential Equations for Science and Engineering, Numerical Partial Differential Equations,
Viscous Fluid Flow (선택)

· 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

- 특성화과목: Mathematical Modeling and Numerical Analysis,
Topics in Mathematical Modeling and Analysis,
Topics in Numerical Simulation Based Science,
Topics in Numerical Simulation Based Engineering

▷ 전산유체역학 분야

- 기초과목: Basics of Computational Fluid Dynamics
- 필수핵심과목: Numerical Analysis,
Partial Differential Equations for Science and Engineering,
Numerical Partial Differential Equations, Viscous Fluid Flow
- 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)
- 특성화과목: Special Topics in Turbulence, Special Topics in Turbulence Simulations,
Physics Based Modeling and Simulation for Visualization,
Topics in Numerical Simulation Based Engineering

▷ 의료영상 분야

- 기초과목: Basics of Computational Science and Engineering
- 필수핵심과목: Numerical Analysis, Numerical Partial Differential Equations
Partial Differential Equations for Science and Engineering,
- 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
- 특성화과목: Programming for Image Processing/Analysis and Visualization,
Physics Based Modeling and Simulation for Visualization,
Medical Imaging System: Physical Principles and Applications

b2. 이수 체계의 준수 방안

▷ 신입생은 기초과목 중 해당 전공분야와 관련된 1 과목 이상을 반드시 이수하여야 한다.

▷ 필수핵심과목은 입학 후 1년 이내에 이수하게 하고 이를 종합시험으로 지정하여 계산과학공학 연구를 수행함에 있어서 기반지식을 함양하도록 하였으며, 응용수학 전공자는 Numerical Analysis, PDE for Science and Engineering, Numerical PDE를 종합시험 과목으로, 전산유체역학 전공자는 Numerical Analysis, Numerical PDE, PDE for Science and Engineering, Viscous Fluid Flow 중 3과목을 종합시험과목으로 통과해야 한다.

▷ 기초과목, 필수핵심과목, 전문심화과목 순서의 이수체계가 지켜지도록 담당교수가 수강지도를 하고 있다.

▷ Scientific Writing and Presentation for CSE(논문 작성 및 발표 과목)은 졸업 필수과목으로 지정되어 있으며 이수학기에 관계없이 수강이 가능하다.

▷ 특성화 과목은 필수핵심과목을 이수한 학생에 한하여 세부전공과 관심영역에 따라 담당교수와 상담을 통해 수강지도를 하고 있다.

b3. 학위과정별 이수 학점

▷ 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.

C. 교과과정 운영의 우수성

▷ 체계적인 이수체계 준수

- 수강 신청 시 지도교수와의 상담을 통해 분야별 이수체계를 준수하도록 유도한다.

▷ 글로벌 전문 인력 양성을 위한 모든 과목의 영어 강의

- 국제적 위상을 갖는 글로벌 전문가 양성과 해외 우수한 인재 확보 및 지도를 위해 학과 설립 이후 모든 대학원 개설 과목의 영어 강의를 의무화하고 있다.

▷ 융복합 강의 개설 및 유동적인 교과과정

- 계산과학공학의 특성상 수학, 경제학, 다양한 공학 배경의 대학원생들을 교육하여야 하므로 기본적으로 학과에서 개설되는 모든 교과목은 융복합의 특성을 지닌다.

- 이러한 융합과목들은 다학제 연구에 대한 기본적 이해에서 전문화된 융합학문 연구 진행에 필요한 과정을 제공하게 되므로 기초과목에서 융합전공을 위한 과목, 현실적 문제에 대한 모델링, 그리고 다양한 응용에 대한 특론에 이르기까지 다양한 범위에 이른다.

- 계산과학공학의 연구가 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 편성하고 있다.

- 계산과학공학의 방법론을 공학 분야에 널리 알리고 새로운 문제 제시 및 해결 방법을 제시할 수 있는 공대 대학원생 레벨의 기초과목을 구성/개설하고 있다.

▷ 해외학자 참여를 통한 교육과정 편제 및 운영

- 본 사업단의 교과과정은 해외학자들의 전문성을 충분히 활용하여 학과 학생들이 다양한 전공분야에 대한 심도 깊은 학습이 가능하도록 하고 있다.

- 기존 계산과학공학과 참여 해외학자들은 수치해석, 영상처리 및 계산유체역학 등의 분야에서 저명한 학자들로서 각각의 전문분야 강의를 통해 대학원생들을 지도하고 있다. 본 학과의 해외학자들이 교육을 담당함으로써 대학원생들은 다양한 분야를 접할 수 있는 계기를 제공하고, 동시에 자신이 선택한 전공 분야에 있어서 고급단계에 이르는 전문성을 함양시키는 등의 교육의 최적화 도모 및 최대효과 도출을 위한 교육과정을 운영하고 있다.

- 또한 계산과학공학 관련 분야의 세계적인 전문가/학자들을 특별 초청하여 집중강연을 개설하고 토론의 장을 마련함으로써 시뮬레이션 및 물리현상에 대한 기초적인 이해와 문제해결을 위한 융합연구 능력 배양과 계산과학공학 관련 다양한 연구 분야에 노출시켜 연구 분야의 경계를 확장하는 장으로 활용하는 등 교수진과 학생들의 교육 극대화에 노력하고 있다.

- Carsten Carstensen 교수(Humboldt 대학)는 FEM(Finite Element Method)의 세계적인 권위자로 CSE에서 Advanced Finite Element Method를 비롯하여 수치시뮬레이션과 모델링 등과 관련한 수치해석 강의를 지속적으로 진행하였다.

- 수치해석의 최고 권위자인 Max Gunzburger 교수(Florida 주립대)는 Stochastic Methods에 관한 집중강의와 수치시뮬레이션 관련 특론을 개설하였다.

- 계산유체역학 분야의 세계적인 권위자인 John Kim 교수(UCLA)는 난류에 대한 특별집중 강연을 위해 특별히 초청되었다.

- 향후 본 사업단에서는 Habib Ammari(Ecole Normale Superieure)과 John Kim 등의 세계적인 석학을 포함한 해외학자 12명과 공동연구 및 대학원생 교육을 진행하기로 계획하고 있다.

▷ 강의 자료 및 평가 공개와 피드백 운용

· 강의자료 및 강의 동영상 공개는 학과 설립(2009년) 이후 지속적으로 수행하고 있으며 모든 교과목의 강의 자료는 학과의 학생과 교수뿐 아니라 계산과학공학에 관심 있는 모든 전공자들이 쉽게 접근하여 이를 공유할 수 있도록 학과 홈페이지에 공개하고 있으며 KOCW를 활용하여 강의 동영상을 공개하고 있다.

· 개설된 과목에 대한 학교차원의 강의평가는 누구나 열람 할 수 있도록 학과홈페이지에 그 결과를 모두 공개하고, 개설된 강좌의 운영방식을 공론화하여 강의 개설시 이전의 동일 강의관련 정보(수업계획서, 수업방식, 강의평가, 강의개선 방안 등)를 참조하여 반영하도록 하고 있으며, 전담강의조교를 통해 학생들의 이해도 및 수업난이도에 대한 자문을 활용한다.

· 대학원 강의평가 평균보다 낮은 과목의 교수에 대해서는 교내 교육개발지원센터에서 제공하는 ‘교수법 특강’ 이수 및 영어강의 컨설팅을 권장하고 있다.

D. 연구윤리 확보 및 논문작성법 강의 계획

d1. 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

d2. 영어 논문 작성 향상 계획

▷ 논문작성 및 발표 과목(CSE6990, CSE6991, 구 CSE 세미나)을 지속적으로 개설

· 매 학기 정규과목으로 개설(한 학기 의무수강, 두 학기까지 수강가능)하고 교수들의 팀티칭을 통해 학생들의 영어 논문 작성 및 영어발표를 증진시킴

· 학과 내 영어 교정 전문가를 활용한 개별 지도

▷ 학과 외부의 프로그램 활용

· 타 기관에서 진행하는 영어 논문 작성법 강좌의 수강 지원

· 교내 영어 논문 교정 서비스 활용

2.1.2 학사관리제도 및 수준의 우수성

[목차]

A. 학사운영 내규 제정을 통한 학사 행정 체계 구축

▷ 입학전형

▷ 지도교수 선정 및 세부전공 선택

▷ 종합시험(필수핵심과목 필답시험)

▷ 영어 졸업 자격 시험

▷ MS/Ph.D. 학위 체제

▷ 학위취득을 위한 논문 게재 요구사항

▷ 학위 취득을 위한 committee 구성

B. 선진화된 행정체계

▷ 외국인 대학원생들을 위한 교과과정 및 학사진행사항을 수록한 영문 handbook 제작

▷ 행정 Process map 작성/운영을 통한 선진화된 학과 행정체계 구축

C. 대학원 생활지도 및 상담

- ▷ Academic adviser 운영을 통한 교육 및 생활 지도
 - ▷ 외국인 대학원생의 안정된 정착을 위한 지원
 - D. 학위 취득 소요기간 장기화 방지를 위한 제도 구축 현황
 - ▷ 종합시험 미완에 따른 장기화 방지
 - ▷ 연구실적 미완에 따른 장기화 방지 대책
 - E. 사업단 내의 학위 연계 과정
 - ▷ 학석, 석박 통합과정 관련 교육 커리큘럼의 유연성
 - ▷ 학위과정 변경 제도
 - ▷ 학부생 대상 URP 운영
- [참고] 학과운영내규 및 세칙

A. 학사운영 내규 제정을 통한 학사 행정 체계 구축

본 학과는 대학원에 관한 운영 내규를 한글본과 영문본으로 제정하여 지도교수 선정, 학점 이수, 전공종합시험, 학위논문심사, 졸업요건, 학위과정 변경 등을 명문화하고 학생들의 학사 운영에 따른 지침으로 활용하고 있다. 또한 대학원생의 인건비 지급 및 좌석배정, Lab 근무 원칙을 세칙으로 명문화하여 학사 행정의 근간으로 삼고 있다.

▷ 입학전형

연세대학교 대학원 입학전형 시 계산과학공학과와 독립 학과로 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.

▷ 지도교수 선정 및 세부전공 선택

학과 운영내규에 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.

▷ 종합시험(필수핵심과목 필답시험)

대학원에서 연구에 집중할 수 있도록 종합시험은 입학 후 1년 이내에 합격하도록 하고 있으며 학과 운영 내규에 따라 3과목의 필답시험을 합격해야 한다. 필답시험의 합격기준은 100점 만점 기준에 70점 이상으로 규정하고 있다.

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

· 박사과정/석박사 통합과정: 1학기 이상 등록하고 6학점이상 취득 후에 응시가 가능하며 종합시험은 필수핵심과목 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.

▷ 영어 졸업 자격 시험

석사과정, 석박사 통합과정 및 박사과정 학생의 졸업요건으로 TOEFL CBT 210점(TOEFL IBT 80점, 연세대 기관토플PBT 550점), TOEIC 685점, TEPS 557점으로 학과 내규에 명시하고 있다.

▷ MS/Ph.D. 학위 체제

본 학과의 학위는 MS/Ph.D. in CSE로 Mathematics와 Mechanical Eng./Electrical Eng.으로 두 유형의 학위

로 구성되어 있으며 전공 선택에 따라 취득학위가 달라진다.

▷ 학위취득을 위한 논문 게재 요구사항

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

▷ 학위 취득을 위한 committee 구성

입학 후 1년 이내에 자격시험(외국어, 종합)을 합격해야하며, 자격시험을 합격한 자에 한하여 졸업을 앞둔 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.

- 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 viva report 작성을 통해 우수한 논문을 작성하도록 유도한다.

B. 선진화된 행정체계

▷ 외국인 대학원생들을 위한 교과과정 및 학사진행사항을 수록한 영문 handbook 제작

본 학과의 외국인 대학원생 비율은 36%정도이며 외국인 대학원생들이 학위과정을 진행함에 있어서 학사일정과 졸업에 필요한 요구사항 등을 적은 handbook을 배포하고 있다.

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

Contents

- 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

▷ 행정 Process map 작성/운영을 통한 선진화된 학과 행정체계 구축

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 준비과정에 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

C. 대학원 생활지도 및 상담

▷ Academic adviser 운영을 통한 교육 및 생활 지도

본 사업단에서는 Academic adviser를 선정하여 대학원생들이 대학원 생활에 잘 적응하고 학업에 전념할 수 있도록 지도교수 선정 시까지 학생들의 상담, 교육 및 생활지도를 담당하게 한다.

- 입학 후의 교과과정 및 생활에 대한 상담과 졸업 후 진로에 대한 상담
- 학생 복지 부분(예, 의료건강보험 가입여부) 점검
- 외국학생들이 본 학과의 대학원 생활에 잘 적응할 수 있도록 지속적인 관심과 상담을 실시
- 지도교수 선정을 위한 상담
- 신입생 오리엔테이션 주관
- Buddy program 진행: 외국인-국내 대학원생 연계 지정하여 대학원 생활 적응에 도움을 줌

▷ 외국인 대학원생의 안정된 정착을 위한 지원

- 장학금 지원, 안정적인 대학원 생활을 위하여 교내 글로벌 리더 펠로우쉽 추천
- 교내 국제학 대학원(GSIS)의 Korean Language and Communication 강좌를 수강 권장
- 한국어학당에서의 한국어 강좌 한 학기의 수강료 지원

D. 학위 취득 소요기간 장기화 방지를 위한 제도 구축 현황

▷ 종합시험 미완에 따른 장기화 방지

기초과목 및 필수핵심과목에 대한 이수체계를 잘 따르도록 유도하고, 전문심화 전공과목 수강시 academic advisor 또는 지도교수, 강의를 개설한 교수와 상담을 통해 학생의 학습정도를 파악하여 수강하도록 한다. 종합시험 교과목의 수강 시 상위 학점(A0이상)에 따라 해당과목에 대한 종합시험을 면제한다.

▷ 연구실적 미완에 따른 장기화 방지 대책

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

- 매 학기 초에 진행하는 CSE open lab(포스터발표회)에서의 연구결과 의무적 발표
- 국내외 학술대회 발표 권장
- 일대일 논문지도 및 정기적 팀 세미나
- 해외석학과의 공동연구 및 해외연수
- 매달 연구진행 상황을 지도교수에 보고하는 Lab time sheet 작성

E. 사업단 내의 학위 연계 과정

▷ 학석, 석박 통합과정 관련 교육 커리큘럼의 유연성

학부생들이 계산과학공학 개설과목을 수강 신청하여 학점을 이수 할 수 있도록 학부연계프로그램 과목(CSE5000 Basics of Computational Science and Engineering, CSE5001 Basics of Computational Fluid Dynamics) 개설 및 학점인정 제도를 도입하였으며 향후에도 이를 유지한다.

▷ 학위과정 변경 제도

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

▷ 학부생 대상 URP 운영

본 학과의 학부생 인턴프로그램인 URP(undergraduate research program)를 운영하여 여름/겨울학기에 계산과학공학 관련 기초 교육을 하고 있으며, 이를 유지하도록 한다.

[참고] 학과운영내규 및 세칙

계산과학공학과(CSE) 대학원에 관한 운영내규

제정일: 2009. 6. 2.

개정일: 2009. 12. 28.

제 1 장 총 칙

제1조 (목적) 이 규정은 「연세대학교대학원학칙」 제16조 제2항 및 제22조 제2항에 의거하여 대학원 계산과학공학과(전공)의 “학위논문제출 자격시험” 등 본 학과(전공)의 제운영에 관한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조 (지도교수배정)

- ① 석사과정, 석·박사 통합과정 및 박사과정 신입생은 입학 확정일 이후 학과에서 정한 기간 내에 지도교수를 정해야 한다.
- ② 각 신입생은 교수와의 개별 면담을 통하여 지도교수를 정하며 이의 확인을 위하여 학과의 소정양식(별지 1)에 지도교수 승인을 취득하고 이를 대학원 계산과학공학과 주임교수(이하 ‘주임교수’ 라 한다)에게 제1항의 기간 내에 제출하여 최종 승인을 받아야 한다.

제 2 장 이수학점

제3조 (이수학점)

- ① 학생은 수강신청과목에 대해 지도교수로부터 구두로 승인을 받아야 한다.
- ② 석사과정 학생은 학위취득에 필요한 30학점을 지도교수의 승인 하에 취득하여야 한다.
- ③ 석박사 통합과정학생은 학위취득에 필요한 54학점을 지도교수의 승인 하에 취득하여야한다. 단, 석사학위만 취득하는 경우는 석사학위과정의 기준을 적용한다.
- ④ 박사과정 학생은 학위취득에 필요한 60학점을 지도교수의 승인 하에 취득하여야 한다. 이때 석사학위과정에서 이수한 학점 중 30학점까지를 포함시킬 수 있다.

제4조 (학기당 이수학점)

- ① 학생은 매 학기 12학점을 초과하여 이수할 수 없다.
- ② 석사과정 및 박사과정 학생의 경우 기초공통과목을 반드시 이수하여야 한다. 박사과정의 경우 계산과학공학 전공 석사학위 소유자의 경우 면제된다.
- ③ 석사과정 및 박사과정 학생은 세미나과목을 2 강좌까지 수강할 수 있다.
- ④ 석·박사 통합과정 학생의 경우 세미나과목을 2 강좌까지 수강할 수 있다.

제5조 (이수인정 평점) 학위과정의 수료에 필요한 총평량평균은 3.0(B0) 이상이어야 한다. 학과에서 정한 기초공통과목은 B0 이상이어야 한다.

단, 기초공통과목 중 종합시험에 합격할 경우 이 기준을 만족한 것으로 인정한다.

제 3 장 전공 종합시험

제6조 (합격시기)

- ① 석·박사과정 학생은 학위논문 예비심사 이전에 종합시험을 합격해야 한다.
- ② 석·박사 통합과정의 경우 학생이 석사로만 졸업을 희망하는 경우는 석사과정의 규정을 따르며 박사과 졸업을 희망하는 경우는 석사과정 종합시험을 거치지 않고 박사과정의 규정을 따른다. 다만 응시자격은 본 내규 제7조 제1항 제3호에 의한다.

제7조 (응시자격)

- ① 종합시험의 응시자격은 다음 각 호와 같다.

1. 석사과정의 경우 1학기 이상 등록하고 6학점이상 취득한 자
2. 박사과정의 경우 1학기 이상 등록하고 6학점(본 내규 제3조 제4항에 의하여 인정한 학점을 포함한다) 이상 취득한 자

3. 석·박사 통합과정의 경우 1학기 이상 등록하고 6학점이상 취득한 자

제8조 (시험 공고 및 응시원서 제출)

① 주임교수는 시험일시·응시자격·원서접수기간·시험장소·시험방법·시험과목·응시료 등에 관한 사항을 매 학

기 종합시험 실시 한 달 전에 구체적인 날짜와 시간을 공고한다.

② 종합시험에 응시하고자 하는 자는 응시원서 접수시간 내에 학과의 소정양식(별지 2)의 응시원서 및 성적 증명서 1통을 주임교수에게 제출하여야 한다.

제9조 (응시료) 학생은 전공시험에 응시하기 위해서 주임교수가 정한 응시료(실비상당액)를 학과에 납부하여야 한다.

제10조 (시험방법) 종합시험은 필답시험으로 하며, 전공 영역에 대한 전문적 지식 및 연구능력을 시험한다.

제11조 (필답 시험출제위원 및 합격점수) 필답시험 출제위원은 대학원 강의 담당교수 2인 이상으로 결정하고, 100점 만점 기준에 70점 이상을 합격으로 한다.

제12조 (출제범위)

① 석사학위 종합시험은 다음 각 호와 같다.

1. 필답시험과목: 기초 공통과목 3과목
2. 기초 공통과목의 학점을 A0 이상 취득한 경우 해당과목 필답시험은 면제된다.
3. 3과목 중 1과목은 수업에서 B0 이상 취득으로 면제된다.

② 박사학위 종합시험은 다음 각 호와 같다.

1. 필답시험과목: 기초 공통과목 3과목
2. 필답시험은 계산과학공학 전공의 석사학위 보유자나 공통과목의 학점을 석.박사 과정 중에 A0 이상 득한 경우 해당과목 필답시험은 면제된다.
3. 3과목 중 1과목은 수업에서 B0 이상 취득으로 면제된다.
4. 타 전공의 석사학위 보유자의 경우 과목인정 절차를 통하여 해당과목 시험은 면제 될 수 있다.

제13조 (합격의 확정) 전공종합시험의 합격은 대학원장이 승인함으로써 확정된다.

제 4 장 학위논문

제14조 (제출자격)

① 종합시험에 합격한 학생은 논문연구계획서를 제출하여 지도교수의 승인을 받아야 한다.

② 본 내규 제13조의 규정에 의하여 합격 확정이 되기 전이라도 지도교수의 승인에 의하여 논문연구계획서를 제출할 수 있다. 다만 본 내규 제6조 제1항 및 제17조 제4항의 발표심사 이전에 종합시험 합격이 확정되어야 한다.

제15조 (학위논문 예비심사)

① 학위논문 연구계획서를 승인 받은 학생은 학위논문 예비심사를 받을 자격이 다음 각 호의 학기부터 주어진다.

1. 석사과정 학생의 경우 논문 예비심사는 논문연구계획서를 승인 받은 학기
 2. 박사과정 학생의 경우 논문 예비심사는 논문연구계획서를 승인 받은 학기의 다음 학기
- ② 예비심사는 학생의 학위논문에 대한 구두발표로 이루어지며 예비심사 위원회가 합격여부를 결정한다.
- ③ 예비심사 위원회는 주임교수와 지도교수가 협의하여 석사학위 논문의 경우 3인, 박사학위 논문의 경우 5인으로 구성한다. 석사학위 심사위원 중 1인, 박사학위 심사위원 중 2인까지는 외부인사로 할 수 있다.
- ④ 예비심사 구두발표는 공개적으로 실시되며 발표심사 일정에 대하여 사전에 공지하여야 한다.
- ⑤ 예비심사는 학생이 졸업목표를 하는 학기의 첫 주까지 실시하여야 한다.

제16조 (학위논문 본심사)

① 예비심사에 합격하고 학위논문을 충실히 수정 보완 한 학생으로서 본 내규 제18조에 규정한 학술활동 졸업요건을 충족한 학생은 학위논문 본심사를 받을 자격이 주어진다.

② 본심사는 학생의 학위논문에 대한 구두발표로 이루어진다.

- ③ 본심사 위원회는 석사학위 논문의 경우 3인, 박사학위 논문의 경우 5인으로 하며, 논문지도교수는 자동적으로 심사위원이 된다. 석사학위 심사위원 중 1인, 박사학위 심사위원 중 2인까지는 외부인사로 할 수 있다.
- ④ 본심사 평가는 100점 만점으로 하여 석사학위논문에는 심사위원 2인 이상이 80점 이상으로 평가할 경우 합격으로 간주하며, 박사학위논문에는 심사위원 4인 이상이 80점 이상으로 평가할 경우 합격으로 간주한다.
- ⑤ 본심사에 불합격한 논문제출자는 1학기 이상 경과한 후 다시 작성하여 심사 받을 수 있다. 재심사에서 불합격한 경우에는 논문심사를 더 이상 받을 수 없다.
- ⑥ 석사학위의 경우 입학일로부터 4년 이내에, 박사학위의 경우 입학일로부터 7년 이내(석·박사 통합과정은 입학일로부터 8년 이내)에 학위논문 본심사를 합격하여야 한다.

제 5 장 졸업요건

제17조 (영어시험 졸업요건)

- ① 석사과정, 석·박사 통합과정 및 박사과정 학생은 졸업요건으로 영어시험(TOEFL, TOEIC, TEPS 중 선택)을 보아야 하며 졸업가능 최저점수는 석사과정의 경우 TOEFL CBT 210점(TOEFL IBT 80점, 연세대 기관토플PBT 550점), TOEIC 685점, TEPS 557점이다. 박사과정의 경우에도 동일하다.
- ② 제1항을 적용함에 있어 입학시에 대학원에 제출한 영어시험(TOEFL, TOEIC, TEPS) 성적이 졸업가능 최저점수 이상이면 졸업을 위한 별도의 영어성적을 요구하지 않는다.
- ③ 외국인 학생은 지도교수 승인 하에 외국어시험을 면제받을 수 있다.

제18조 (학술활동 졸업요건)

- ① 석사학위 논문 제출자격은 국내외 저명학술지에 1편 이상 게재/게재 승인 또는 국내·외 학술대회에서 1회 이상 논문발표(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 졸업요건의 충족은 학위논문 본심사시에 심사위원회에서 확인받고, 주임교수가 최종 승인한다.

제 6 장 학위과정 변경 신청 (석사->통합)

- ① 석사 1학기 이상을 마친 자 (석사4학기 이상은 제외)
- ② 평량 평균이 3.3 이상인 자
- ③ 학과 자격(종합)시험을 통과한 자
- ④ 지도교수의 추천을 받은 자

제 7 장 기타

제19조 (기타)

- ① 군위탁 및 기타 정원 외로 입학한 대학원생에 대해서도 같은 요건을 적용함을 원칙으로 한다.
- ② 계산과학공학 대학원 세부운영내규에 명시 되지 않은 사항들은 대학원 학칙 및 내규를 따른다.

부 칙

- ① 이 규정은 2009학년도 2학기부터 시행한다.
- ② 이 개정 규정은 (제 12조 출제범위) 2010학년도 1학기부터 시행한다.

세 칙

CSE 대학원생 인건비 지급 및 좌석 배정 원칙

- (1) 입학 후 첫 학기에는 CSE 대학원생 전원이 연구에 착수함으로써 인건비 지원을 받는다. 두 번째 학기부터는 TA 또는 RA를 하게 되며 인건비의 계속 지급여부는 학업성파에 따라 아래와 같이 결정한다.
- (2) 입학 후 두 학기 안에 CSE 기초과목에 능통함을 보여야 한다. CSE 기초과목에 대하여 내규에 정해진 학

점이상을 취득하거나 종합시험을 통과 하여야 한다.

- (3) 두 번째 학기에는 연세대학교 대학원 규정에 의거하여, 이전 학기 성적 GPA 3.4 이상인 학생에게만 인건비 지급이 가능하다. (단, 학점은 CSE홈페이지에 나열한 CSE 개설과목에 대해서만 적용한다.)
- (4) 세 번째 학기 이후부터는 (입학 후 1년 이내에) 종합시험에 합격한 자에 한하여 인건비를 지급한다. 지급의 경우, 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.
- (5) 석사학위의 경우 입학일로부터 2년, 박사학위의 경우 입학일로부터 4년 (석박사 통합과정은 입학일로부터 5년)까지 인건비 지급이 가능하다.
- (6) 박사과정 5학기부터, 석박사 통합과정 7학기부터는 연구학기 등록금만 지원 가능하다.
- (7) 연구실 내 좌석배정은 매 학기 재배정한다. 배정대상은 인건비를 지급받는 학생에 한한다.

CSE 대학원생 Lab 근무 원칙

- (1) 인건비 지원받는 대학원생은 주 40시간 근무를 원칙으로 한다.
- (2) 매달 Lab time sheet를 작성하여 지도교수의 승인을 받는다.

Financial Assistance requirements of CSE

- (1) Generally, beginning students are offered financial support during their initial semesters. After initial semesters, students are required to serve as teaching assistants (TAs) or research assistants (RAs) and the renewal of financial support will depend on the academic performance of the students.
- (2) Within the first two semesters, the student is expected to demonstrate proficiency in certain basic areas of CSE by passing qualifying examinations.
- (3) In accordance to the Yonsei University Graduate School requirement, a minimum GPA required for students to receive the full financial support is 3.4.
- (4) A student who does not meet the minimum GPA requirement shall receive reduced or no support (with appropriate warning). The reduction rate from standard support is determined by the formula $\text{Min}(100, \text{Max}(3.4-\text{GPA}, 0) * 250)\%$. Only courses listed in the CSE webpage are included in the GPA calculation unless otherwise mentioned.
- (5) In the third semester and onward, the financial support is available for those who have passed the qualifying examinations. The rate of support is determined according to the research performance of a student, which should be demonstrated at a poster presentation at the end of each semester. The evaluation of the performance is rated as A, B or C. The performance rate 'A' yields an increase in support, 'B' the same as the standard support, and 'C' a decrease in support. The chairperson of CSE creates an evaluation panel and the amounts of the increase and decrease.
- (6) The office space of students is rearranged every semester. The space is available only for students who receive the financial support.

Office hours of CSE Graduate students

- (1) A student with CSE financial support is required to work at the lab for 40 hours in principle.
- (2) The student should fill a time sheet provided by the CSE to be approved monthly by his/her supervisor.

제정일: 2010.05.03

1차 개정일: 2010.12.21

3 인력양성 계획 및 지원방안

3.1 대학원생 인력 확보/배출 및 지원 계획

3.1.1 최근 3년간 대학원생 확보 및 배출 실적

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

대학원생 확보 및 배출 실적(명)					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보	2010년	15.5	8	2	25.5
	2011년	16.5	10	8.5	35
	2012년	11.5	9.5	13.5	34.5
	계	43.5	27.5	24	95
배출	2010년	0	0	X	0
	2011년	2	0	X	2
	2012년	5	2	X	7
	계	7	2	X	9

3.1.2 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(명)		
	석사	박사	계
1차년(2013년)	2	1	3
2차년(2014년)	4	3	7
3차년(2015년)	4	5	9
4차년(2016년)	4	6	10
5차년(2017년)	7	7	14
6차년(2018년)	7	7	14
7차년(2019년)	7	7	14

계	35	36	X
---	----	----	---

※ 상기 목표 설정에 관한 실현가능성 및 부가설명 기술

· 본 학과는 2009년 2학기에 첫 신입생이 입학하여 2012년까지 석사 7명을 배출하였으며, 2012년에 박사 졸업생 2명을 배출하였다. 현재까지 대학원 지원자의 질적 제고를 위해 입학 정원(20명)의 70%이내로 신입생으로 선발하였다.

· 향후 대학원 졸업생의 수가 점진적으로 증가할 것으로 예상되며 본 학과의 최종목표를 매년 석사 졸업생 7명, 박사졸업생 7명으로 유지하는 것으로 설정하였다.

· 교수 1인당 매년 석사 1명, 박사 1명을 배출하는 것을 목표로 대학원생을 지도하여 연구의 질을 높이고 고급전문인력 양성을 하는 세계수준의 학과로 성장하고자 한다.

나. 사업단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

[목차]

A. 우수 대학원생 확보 계획

- ▷ 매년 석사 7명, 박사 7명 졸업생 배출을 위한 우수 대학원생 확보
- ▷ 국내 학회를 통한 홍보 및 인지도 향상
- ▷ 매 학기 학과 open lab 개최를 통한 타학과(부)생의 관심 유도
- ▷ 홈페이지 및 SNS 운영을 통한 홍보
- ▷ 학과 차원의 리플릿과 브로셔 제작 및 홍보
- ▷ URP(undergraduate research program)을 통한 우수 대학원생 확보
- ▷ 국내외 석학들의 특강/세미나 개최를 통한 홍보
- ▷ 사업단 뉴스레터 발행
- ▷ 사업단 참여교수의 산학협력 프로젝트 및 각종 자문활동
- ▷ 외국 대학과 학술교류/학생교류 MOU를 통한 우수한 학생 유치
- ▷ Dual/Joint degree program을 추진 통한 학생확보
- ▷ 해외 연구자와의 공동연구를 통해 우수한 학생을 추천 받음

B. 대학원생 지원 계획

- ▷ 인건비 및 TA/RA 지원
- ▷ 국내외 학술대회 발표 및 참여 지원
- ▷ 대학원생들의 해외 단기 교육 프로그램 운영
- ▷ 대학원생 우수 활동 실적에 대한 인센티브 지급
- ▷ Summer School, Winter School에 강의 할 우수한 대학원생을 선발하여 인센티브 지급
- ▷ 국내외 저명 해외학자 초청
- ▷ 외국인 학생 의료보험 지원
- ▷ 연구실 공간 배정, 개인용 PC 지급 및 과학계산용 서버 지원

A. 우수 대학원생 확보 계획

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 WCU 계산과학공학과(CSE)의 설립이념에 부합하는 우수한 인재 선발 및 교육을 진행하고 있다.

- ▷ 매년 석사 7명, 박사 7명 졸업생 배출을 위한 우수 대학원생 확보

- 본 학과는 2009년에 2학기에 첫 신입생이 입학하여 2011년에 첫 석사졸업자를 배출하고 현재까지 석사 7명 박사 2명이 졸업하였다
- 향후 5년 이내에 매년 석사 7명, 박사 7명이 졸업하는 학과로 운영하기 위해 우수 대학원생을 국내 대학뿐만 아니라 외국의 MOU 체결 대학을 중심으로 신입생을 받을 예정이다.
- 현재까지 대학원생의 질적 제고를 위해 학과 입학 정원의 70%정도 입학생을 선발하였으며 이후에는 그 비율을 높여 교수 1인당 매년 석사 1명, 박사 1명을 배출하는 것을 목표로 하여 우수 대학원생을 확보하고 지도하여 고급전문인력 양성을 하는 세계수준의 학과로 성장하고자 한다.

- ▷ 국내 학회를 통한 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 지원자를 확보한다. 아

래 학회 리스트는 본 학과가 단독 개최 및 공동 주관한 학회이다.

- Medical Imaging Workshop, 20100108
- Turbulence Workshop, 20100203
- Joint workshop between CSE department, Yonsei University and Math Department, Ocean University of China, 20110324
- 2011 CSE-CEE Workshop on Computational Fluid Engineering, 20110411
- 2011 CSE Workshop on Computational Turbulence, 20110622
- 대한기계학회 유체공학부문 2012년도 춘계 학술강연회, 20120504
- 2012년도 한국계산과학공학회 춘계학술대회, 20120622
- KSIAM 2009 Annual Meeting, 20091127-28
- KSIAM 2010 Spring Meeting, 20100424-25
- CSE-NIMS Workshop, 20100910-11
- CSE-CCSA Workshop-Humboldt, 20101115-17
- KSIAM 2010 Annual Meeting, 20101203-04
- 2010 MR-based Impedance Imaging International Workshop, 20101208-10
- KSIAM 2011 Spring Meeting, 20110527-28
- 21th Medical Imaging Workshop, 20110721-23
- KSIAM 2011 Annual Meeting, 20111125-27
- APPLIED AND COMPUTATIONAL MATHEMATICS CONFERENCE IN SEOUL, 20120209-10
- KSIAM 2012 Spring Meeting, 20120518-19
- ICCM2012, 20120711-13
- IWCM2013, 20130325-27
- KSIAM 2013 Spring Conference, 20130524-25

▷ 매 학기 학과 open lab 개최를 통한 타학과(부)생의 관심 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.

- 2011년 1학기: 13개 포스터 전시 및 발표
- 2011년 2학기: 13개 포스터 전시 및 발표
- 2012년 1학기: 23개 포스터 전시 및 발표
- 2012년 2학기: 15개 포스터 전시 및 발표
- 2013년 1학기: 27개 포스터 전시 및 발표

▷ 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 과급력을 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>

▷ 학과 차원의 리플릿과 브로셔 제작 및 홍보

학과를 소개하는 리플릿과 브로셔를 제작하여 국내외 교육기관과 관련 학회에 배포하였으며, 학회 프로시딩

에 대학원생 모집 공고를 지속적으로 게재하고 있다.

▷ 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 1기(2009-1학기): 총 14명

국내학생(10명): 윤은혜, 이윤섭, 최재규, 한진호(이상 수학과), 정재영, 마성필, 백대선, 이승리, 한지연, 홍정우(이상 기계공학과)

외국학생(4명): Christian Merdon, Robert Altmann(이상 Humboldt 대학), Song Yizhuang, Tingting Zhang(이상 Ocean 대학)

· CSE URP 2기(2009-2학기): 총 10명

국내학생 (6명): 태현욱(수학과), 임동섭(경영학과), 황윤구(수학과), 박형석(수학과), 유영호, 박상로(이상 기계공학과),

외국학생 (4명): Gedicke Joscha, Hella Andrea Rabus, Manigrasso Cataldo, Jennifer Rasch (이상 Humboldt 대학)

· CSE URP 3기(2010-1학기): 총 6명

국내학생 (6명): 안진성(물리학과), 인정식, 김영태(이상 수학과), 윤창식(물리학과), 이훈재(기계공학과), 지동근(지구시스템공학과)

· CSE URP 4기(2010-2학기) :총 9명

국내학생 (3명): 유병훈, 이호준(이상 기계공학과), 박창래(수학과)

외국학생 (1명): Johannes Neumann (Humboldt 대학)

· CSE URP 5기(2011-1학기): 총 3명

국내학생 (3명) :이해선(수학과), 김종수(컴퓨터과학과, 대기과학과), 이하림(컴퓨터과학과)

· CSE URP 6기(2011-2학기): 총 2명

국내학생 (2명): 최윤중(화공생명공학과), 송지운(수학과)

· CSE URP 7기(2012-1학기): 총 4명

국내학생 (4명): 이슬잎(수학과), 박태운(물리학과), 양두리(고려대 대학원 수학과), 김기하(천문우주학과)

· CSE URP 8기(2012-2학기): 총 5명

국내학생 (5명): 김대형(기계공학과), 김대성(고려대 수학과), 원성진(기계공학과), 신연중(수학과), 김형석(수학과)

· CSE URP 9기(2013-1학기): 총 3명

국내학생 (3명): 김동건(응용통계학과), 유병수(경영학과, 수학과), 최원준(수학과)

▷ 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: John Kim(UCLA), Theory of Turbulent Flow 등 총 15회

· 해외학자 초청 세미나: Thomas J.R. Hughes(Univ. of Texas of Austin), Isogeometric Analysis 등 총 45회

▷ 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 계산과학공학과 홍보물로 활용하여 우수학생 모집에 도움이 되도록 한다.

▷ 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, 관련 기관과 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.

▷ 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 현재 독일 Humboldt 대학, 중국 Ocean 대학, Southeast 대학, Zhejiang 대학, 몽고과학기술대학과 학생교류 MOU를 체결하였으며, 독일 3명, 중국 6명, 몽골 4명의 신입생을 유치한 바 있다. 향후 이를 확대, 다양한 해외대학과 MOU를 체결하여 우수 신입생을 확보할 계획이다.

▷ Dual/Joint degree program을 추진 통한 학생확보

- 현재 독일 Humboldt 대학의 수학과, Florida 주립대학 과학계산학과와 추진 중에 있음

▷ 해외 연구자와의 공동연구를 통해 우수한 학생을 추천 받음

본 사업단의 참여교수가 해외학자들과 공동연구를 진행하면서 연구 분야에 관심이 있는 학생을 추천받아 대학원생으로 확보할 계획이다. 현재 까지 본 사업단의 참여교수와 공동연구를 수행한 해외 연구자의 현황은 아래와 같다.

- Habib Ammari 교수: Ecole Normale Superieure(프랑스)
- Max Gunzburger 교수: Florida 주립대(미국)
- Carsten Carstensen 교수: Humboldt 대학(독일)
- Bastian von Harrach 교수: Stuttgart 대학(독일)
- Sohail Nadeem 교수: Quaid-i-Azam 대학(파키스탄)
- Andrew Persily: NIST(미국)
- Randall McDermott: NIST(미국)
- Damijan 교수: Ljubljana 대학(슬로베니아)
- Manuchehr Soleimani 교수: Bath 대학(영국)
- Bill Lionheart 교수: 맨체스터 대학(영국)
- Kuppalapalle Vajravelu 교수: University of Central Florida(미국)
- Thomas A. Manteuffel 교수: 콜로라도 주립대(미국)

B. 대학원생 지원 계획

▷ 인건비 및 TA/RA 지원

모든 대학원생은 입학 후 대학원 내규의 대학원생 인건비 세칙에 따라 재정지원을 받게 되며 우수한 인력 양성을 위해 학업성과에 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 학업성과에 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.

▷ 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)

▷ 대학원생들의 해외 단기 교육 프로그램 운영

본 학과와 MOU를 체결한 해외 대학 및 연구기관, 공동연구를 추진하는 해외학자의 대학에 대학원생을 1개월 이상 파견하여 해외 석학들의 연구지도를 받을 수 있는 기회를 제공한다. 2011년부터 매년 방학기간 동안 총 12회에 걸쳐 대학원생 총 22명이 해외 단기 교육 프로그램에 참여하였으며 향후 지속적으로 지원할 예정이다.

- 미국 Humboldt 대학 수학과 (총 2회)
- 미국 Florida 주립대 과학계산학과 (총 5회)
- 미국 NIST 내 Fire Research Division 그룹 (총 1회)
- 미국 Mary Washington 대학 수학과 (총 1회)
- 미국 Central Florida 대학 수학과 (총 1회)
- 영국 Manchester 대학 수학과 (총 2회)

▷ 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.

- 2011년도 1학기 포스터 발표회 수상자: Munkh-Erdene Ts, 이지희, 이해은, 송지아
- 2011년도 2학기 포스터 발표회 수상자: 최상천, 권혁남, 신동욱
- 2012년도 1학기 포스터 발표회 수상자: 임동섭, 박형석, 박현욱
- 2012년도 2학기 포스터 발표회 수상자: 신동욱, Battsetseg, 박상로, 최재규, 이슬잎(URP)
- 2013년도 1학기 포스터 발표회 수상자: 박현욱, 신재민, 최재규, 김기하(URP)
- 2012년도 프로그램 등록(EDISON 열유체 포탈의 유체해석 프로그램): 박현욱
- 2013년도 URP 대상 parallel computing 스터디 매뉴얼 개발: 황운구, 임동섭, 신동욱, 양한별

▷ 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 이론 강의와 더불어 실습수업도 병행하게 되는데 실습시간의 조교를 대학원생 중 우수한 학생을 선발하여 강의

에 따른 인센티브를 지급하고 있으며 지속적으로 활용할 계획이다.

▷ 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

▷ 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.

▷ 연구실 공간 배정, 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 취업률 현황 및 진로 개발 계획

3.2.1 취업률

<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				
2012년 2월 졸업자	석사	2	0	0	0	2	2	석사/박사 합산
	박사	0	X	X	0	0	0	100
2012년 8월 졸업자	석사	3	0	1	0	2	1	석사/박사 합산
	박사	2	X	X	0	2	2	75
계		7	0	1	0	6	5	83.33

3.2.2 취업의 질적 우수성

<p>[목차]</p> <p>A. 졸업생의 국내외 우수교육기관, 연구기관, 산업체 진출 실적</p> <ul style="list-style-type: none"> ▷ 계산과학공학과 졸업생 현황 ▷ 박사 졸업생의 교수 임용 ▷ 해외대학 박사과정 진학 ▷ 석사 졸업자의 대기업 취직 ▷ 졸업생의 취업분야별 비율 <p>B. 취업기관의 전공 적합성</p> <ul style="list-style-type: none"> ▷ 박사 졸업 후 의료영상 연구수행 및 본 사업단과의 지속적 연계 ▷ 연구 영역 확장을 위한 해외 유학 ▷ 석사 졸업자의 전공에 부합하는 기업체 취업 <p>A. 졸업생의 국내외 우수교육기관, 연구기관, 산업체 진출 실적</p> <ul style="list-style-type: none"> ▷ 계산과학공학과 졸업생 현황 <p>본 학과는 2009년부터 신입생을 받기 시작하여 2011년도에 졸업생을 배출하기 시작하였다. 2011년과 2012년에 졸업한 석사 졸업생들은 해외유학 및 진학, 기업체 취업, 연구원 및 교수 임용 등 다양한 분야로 진출하였다. 특히 2012년도에 본 학과의 첫 박사 졸업생이 배출되면서 명실상부한 계산과학공학과로 자리매김하</p>

는 계기가 되었다.

- 박사 졸업 후 교수 임용: 2명
- 석사 졸업 후 해외대학 박사과정 진학: 4명 (이중 1명은 해외대학 졸업 후 취업)
- 석사 졸업 후 대기업 취업: 3명

▷ 박사 졸업생의 교수 임용

본 학과의 최초 박사 졸업생 2명 중 Munkh-Erdene Ts(2012년 8월)는 몽고과학기술대학교 교수로 채용되었고, Yizhuang Song(2012년 8월)은 연세대학교 박사후연구원으로 취직하여 현재 지속적인 연구를 진행하고 있으며 중국 Shandong Normal University 수학과 교수에 임용되어 2013년 8월에 이직 할 예정이다.

▷ 해외대학 박사과정 진학

지난 2011년도와 2012년도에 석사 졸업자 중 4명이 해외 대학의 박사과정으로 진학하였으며 이중 3명은 미국 유학을 갔으며, 1명은 UAE로 유학을 준비 중에 있다. 해외 유학생 중 미국 저명한 Michigan 대학교 수학과와 Columbia 대학교 수학과에 진학한 송지아(2011년 8월)와 이지성(2011년 2월)은 각 대학에서 재정지원을 받았으며, 이지성은 Columbia 대학교 석사과정을 마치고 현재 뉴욕에 있는 현지기업에 취업한 상태이다. 임동섭(2012년 8월)은 미국 Washington 대학교 응용수학과에서 유학 중이며 이혜은(2012년 8월)은 UAE의 Masdar Institute of Science and Technology의 기계공학과에 지원하여 유학을 준비 중이다.

▷ 석사 졸업자의 대기업 취직

본 학과의 석사졸업생 3명은 LG전자(배원호, 2012년 2월)와 삼성메디슨(황윤구, 2012년 8월), 삼성전자(최상천, 2012년 2월) 등 대기업에 취직을 하였다.

▷ 졸업생의 취업분야별 비율

2011년도와 2012년도에 총 9명의 학생이 졸업을 하였는데 이중 44.5%인 4명이 해외 박사과정으로 진학한 하였으며 기업체로 취업을 선택한 학생은 모두 3명(33.3%), 그리고 2명(22.2%)은 교수로 임용(중국, 몽골)되었다.

B. 취업기관의 전공 적합성

▷ 박사 졸업 후 의료영상 연구수행 및 본 사업단과의 지속적 연계

박사과정을 졸업한 2명의 졸업생은 응용수학분야인 의료 영상 연구 분야를 전공하였으며 중국의 Shandong Normal 대학교와 몽골의 몽골과학기술대학교(MUST)에서 지속적으로 의료영상 분야의 연구를 수행할 것이다. 특히 몽고의 MUST는 현재 본 사업단과 학술교류 및 학생교류 MOU가 체결되어 있어 앞으로도 학술 공동연구뿐만 아니라 연구협력관계를 지속적으로 유지할 것이다. 중국의 Shandong Normal 대학교는 아직 본 학과는 교류가 없지만 본 학과의 박사학위 취득자인 Yizhuang Song이 학내에서 의료영상 연구를 활성화하고 두 학교의 학과 간 교류의 중심 역할을 할 것이다.

▷ 연구 영역 확장을 위한 해외 유학

해외 유학을 선택한 4명의 졸업생 중 3명은 본 학과에서 응용수학을 전공하였으며 1명은 기계공학을 전공하였다. 이들 모두는 계산과학공학 분야의 본인의 연구를 보다 심도 있게 진행하기 위해 수학과 또는 응용수학과, 기계공학과에 진학하여 유학 중이다. 응용수학 전공 3명의 졸업자는 Michigan 대학교와 Washington 대학교 수학과 및 응용수학과에서 그 연구 영역을 넓혀가고 있으며 Columbia 대학교를 졸업한 이지성은 미국 현지의 기업인 Ernst & Young(인증 및 회계감사, 세무 및 재무자문, 어드바이저리 부문 글로벌 기업)에서 재무지원부에서 업무를 수행 중이다.

▷ 석사 졸업자의 전공에 부합하는 기업체 취업

석사과정을 졸업한 3명(2013년 2월까지 총 4명)은 현재 국내 대기업 연구소에 취직하여 연구원으로 활동하

고 있으며, 특히 삼성메디슨에 취업한 졸업생 황윤구는 본 학과에 재학 중에 있을 때 삼성메디슨과 산학협력 연구에 참여한 학생으로 (주)삼성메디슨의 기반기술 연구실의 연구원으로 재직 중이며 삼성메디슨의 산학장학생이었던 졸업생 양한별(2013년 2월)은 (주)삼성메디슨의 기반기술 연구실 선임연구원이다. 졸업생 최상찬은 삼성전자의 의료기기사업부 개발팀 책임연구원으로 현재 MRI에서 병렬 영상 복원 알고리즘 개발을 진행 중이다. 졸업생 배원호는 LG전자 HAE연구센터 ST(Smart Technology)팀의 연구원으로 재직 중이다.

이처럼 본 학과에서 진행되는 연구는 실제 현장에서 사용하는 공학과 과학의 영역을 다루는 응용 연구이고 현재 전 세계적으로 이슈가 되는 topic이기도 하다. 이러한 연구 특성상 졸업생 전원이 학위 전공과 부합하는 대학교 및 대기업에 취직하였으며 현재 현장에서 우수한 능력을 보이며 계산과학공학과 위상을 한층 높이고 있다.

3.2.3 취업지도/진로 개발 실적 및 계획

[목차]

A. 취업지도/진로 연계 프로그램

- ▷ 산학협력 공동 연구 프로젝트를 통한 취업연계
- ▷ 해외 공동연구를 통한 취업 및 연구 지속성 모색
- ▷ Academic adviser를 통한 진로지도
- ▷ 본 사업단과 연계 가능한 기업/연구소의 임원 초청 및 간담회 개최

B. 취업의 우수성 향상 계획

A. 취업지도/진로 연계 프로그램

- ▷ 산학협력 공동 연구 프로젝트를 통한 취업연계

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

- NIMS(국가수리과학연구소): 계산수리과학연구부와 의료영상처리 분야 협력 연구
(장재성 취업 예정)
- (주)삼성메디슨: Ultrasound 영상 처리 협력 연구 (양한별, 황윤구 취직)
- (주)볼트시뮬레이션: 입자-난류의 상호작용 연구 및 실제 확산과정 예측 연구
(문기영 산학장학생)

- ▷ 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.

- ▷ Academic adviser를 통한 진로지도

Academic adviser는 대학원생들의 취업에 관련된 직접적이고 실용적인 정보를 정기적으로 취합하여 학생들에게 제공하며, 학위 취득 전 연구결과물에 대한 포트폴리오 작성을 컨설팅하거나 지도하도록 한다. 또한

Academic adviser는 학기 중에 학생과의 주기적인 면담을 통해 학생의 능력과 적성 등의 우수성을 파악하고 그 자료를 본 학과 교수진과 공유를 하며, 매 학기 학과장과의 면담을 추진한다.

▷ 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.

- 현대자동차 강병식 전문연구위원 방문 (2011년도): 차세대 자동차 생산을 위한 CAX (Computer-Aided Technology) 기반 설계 공정의 혁신 기술 소개 및 계산과학공학 전문인력의 양성의 중요성 피력
- 미국 환경청(US EPA) National Health and Environmental Effects Research Lab 의 김종승 박사/책임 연구원 방문 (2010년도): Aerosol Transport and Deposition in the Respiratory Airways: Challenges in in-vivo Measurement and Modeling
- 미국 National Renewable Energy Laboratory의 이상봉 박사 방문 (2011년도): On Turbulence, Flow Control and Wind Energy
- 기계연구원(KIMM)의 이승현 박사 방문 (2011년도): Introduction to Printed Electronics and Roll-to-Roll Printing Technology
- 국가수리과학연구소(NIMS)의 전기완 박사 방문 (2011년도): Computing electromagnetic fields in human body using COMSOL & MatLab
- 고등과학원(KIAS)의 우성중 박사 방문 (2012년도): Dynamics of atomic Bose-Einstein condensate with vortex lattices
- 독일 Philips Research Europe-Hamburg의 U. Katscher 박사 방문 (2012년도): EPT-Electrical properties from RF field measurements
- 국가슈퍼컴퓨팅연구소(KISTI)의 강지훈 박사 방문 (2012년도): Parallel implementation and performance optimization of CFD codes: Case studies
- 국가수리과학연구소(NIMS)의 전기완 박사 방문 (2012년도): Scientific Computations in MREIT
- 독일 Max-Planck-Institut fur Plasmaphysik EURATOM Association, High Level Support Team(HLST)의 강갑석 연구원 방문 (2013년도): Fusion Research and HPC
- 한국형 수치예보 모델 개발 사업단의 오태진 박사 방문 (2013년도): Developing the Next Generation Operational Numerical Weather Prediction Model: A Dynamical Core Perspective

B. 취업의 우수성 향상 계획

본 사업단의 졸업생은 지난 2011년 이후 총 9명이며 졸업자 전원이 취업 또는 진학을 하였다. 모두 대학원에서 전공한 분야와 부합하게 취업을 하여 현장의 전문가들로 활동하고 있다. 향후에도 본 학과에서는 연구가 학문 자체에 치중하는 것을 피하고 연구소와 기업에서 필요로 하는 전문가로 교육하고 인재를 양성하기 위해 다음과 같이 진행하고자 한다.

- ▷ 계산과학공학과 관련이 있는 회사의 취업정보를 미리 수집하여 학생들의 진로 상담
- ▷ 국제 컨퍼런스 및 외국 대학 학자들과 공동 연구를 통한 외국 대학 진학
- ▷ CSE와의 공동연구 참여하는 해외 학자를 활용하여 해외 대학에 박사후연구원으로 취업
- ▷ 교내 산학협력 교수 및 취업상담가 등을 활용한 취업 정보 취합 및 교류
- ▷ CSE세미나를 통한 현장전문가를 초빙하여 특강 및 토론, 취업 인식의 장을 확대
 - 삼진 대표 김승철, 주식/증권 전문가 서승석 박사

4 인력의 연구수월성

4.1 대학원생 연구 실적의 우수성

4.1.1 최근 3년간 대학원생 1인당 국제저명학술지 (SCI(E), SSCI, A&HCI) 논문 게재 환산 편 수

<표 5> 대학원생 논문 환산 편수 실적

구분	최근 3년간 실적			전체기간 실적
	2010년	2011년	2012년	
논문 총 건수	0	2	4	6
1인당 논문 건수	0	0.0571	0.1159	0.0631
논문 총 환산 편수	-	0.5	1.2332	1.7332
1인당 논문 환산편 수	0	0.0142	0.0357	0.0182
소속 학과 대학원생 수	25.5	35	34.5	95

4.1.2 최근 3년간 대학원생 1인당 SCI, SCIE (SSCI 포함) 논문의 환산 보정 IF

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

구분	최근 3년간 실적			전체기간 실적
	2010년	2011년	2012년	
총 환산 편수	-	0.5	1.2332	1.7332
총 환산 보정 IF	-	0.4978	0.75119	1.24899
환산 논문 1편당 환 산 보정 IF	-	0.9956	0.60913	0.72062
1인당 환산 보정 IF	-	0.01422	0.02177	0.01314
소속 학과 대학원생 수	25.5	35	34.5	95

4.1.3 최근 3년간 대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산 편수

<표 7> 대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산 편수

구분	최근 3년간 실적			전체기간 실적
	2010년	2011년	2012년	

구분	국제	국내	계	국제	국내	계	국제	국내	계	국제	국내	계
총 건 수	1	8	9	4	32	36	17	49	66	22	89	111
총 환산편수	0.6667	2.4167	3.0833	4	16.75	20.75	13.6667	19.523	33.1897	18.3333	38.6897	57.023
1인당 환산편수	X	0.1209	X	X	0.5928	X	X	0.962	X	X	0.6002	
소속학과 대학원생 수	X	25.5	X	X	35	X	X	34.5	X	X	95	

4.2 대학원생 연구 수월성 증진의 우수성

4.2.1 연도별 목표설정의 우수성

<표 8> 대학원생 연도별 목표설정의 우수성

항목	연도별 목표							연평균 증가율
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	
대학원생 1인당 국제 저명 학술지 논문 게재 환산편수	0.0451	0.0544	0.0621	0.0686	0.0769	0.0769	0.0769	9.5%
대학원생 1인당 SCI(E) 논문의 환산보정 IF	0.028	0.0365	0.0441	0.0514	0.0608	0.0631	0.0654	15.5%
환산 논문 1편 당 보정 IF	0.62	0.67	0.71	0.75	0.79	0.82	0.85	5.4%
대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산편수	0.7	0.8	0.85	0.9	0.94	0.97	1	6.1%

※ 상기 목표 설정에 관한 실현가능성 및 부가설명 기술

<p>▷ 본 학과는 WCU 사업을 통해 설립되었고 2009년에 첫 신입생을 받아 학과운영을 시작하였으며 2010년도에 이르러 논문 실적이 나오기 시작하였다. 2012년 기준으로 35명의 대학원생을 보유하고 있으며 최근 3년간(2010-2012) 졸업생 9명을 배출하는 등 최근 3년간은 학과의 외형적 성장과 내부적으로 교육과 연구에 체계를 잡는 기간에 해당한다. 본 사업의 4차년도에 대학원생 50명 규모의 학과를 유지할 것으로 예상되며 매년 석사졸업생 7명과 박사졸업생 7명을 배출할 것을 목표로 하고 있다.</p> <p>▷ 현재 35명인 대학원생의 수가 50여명으로 증가하면서 졸업생의 수가 증가함에 따라 논문의 편수도 증가 될 것으로 예측되며 이에 따라 논문 환산편수 및 IF 지표를 포함한 각종 지표들도 향상 될 것으로 예측된다.</p> <p>▷ 학생 실적 지표 중 환산 논문 1편당 환산보정 IF의 최종목표를 0.85로 잡았으며 이는 참여교수의 최근 3년간 실적(0.87)을 기준으로 산정하였다. 이 수치는 IF 지표 기준 상위 20% 정도의 논문 수준으로 사료된다. 이 지표에 대한 목표를 기준으로 7차년도에 대학원생이 50여명임을 감안하여 다른 지표인 대학원생 1인당 논문환산보정 IF 최종목표를 0.0654 (2012년 기준 265% 향상, 최근 3년 평균 기준 440% 향상)로 선정하였다. 또한 연차별 각 지표의 목표를 대학원생의 증가를 예상하여 최근 3년간의 실적과 최종목표를 감안하여 설정하였다.</p>

▷ 국제학술대회 발표는 논문의 질적 제고를 위해 국내학회의 경우 대학원생 년 1회 발표 및 국제학회는 대학원생 년 0.5회 발표하는 것으로 하여 국내와 국제학술대회 비율을 2:1정도로 하는 것을 최종목표로 설정하였다. 지난 2012년에는 학과의 홍보 및 위상 제고를 위해 국제 발표 17건, 국내발표 49건의 총 66건의 학술대회 발표를 하였는데 이는 대학원생이 35명임을 감안하면 많은 편이다. 따라서 최근 3년간 전체 평균을 기준으로 하여 최종목표에 이르기까지 각 연차별 대학원생 수의 증가를 고려하여 목표를 설정하였다. 대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산 편수는 지난 3년간 평균인 0.60을 기준으로 하여 1차년도에 0.70, 최종목표는 1.0으로 설정하였다.

4.3 우수 신진연구인력 확보 · 지원 계획

[목차]

- A. 우수 신진연구인력 현황 및 확보 계획
 - a1. 우수 신진연구인력 현황
 - ▷ 사업단 참여 우수 신진인력 현황
 - ▷ 사업단 우수신진인력 배출 현황
 - a2. 우수 신진연구인력 확보 계획
 - ▷ 기존의 신진연구인력 채용 방법
 - ▷ 계산과학공학 분야의 신진연구인력 pool 구성 및 확보
- B. 신진연구인력(박사학위 소지자) 지원 계획
- C. 신진연구인력과 구성원과 연계활동 계획
 - ▷ 계산과학기반 수치해석 연구 분야
 - ▷ 수학기반 의료영상 연구 분야
 - ▷ 전산유체역학 분야

A. 우수 신진연구인력 현황 및 확보 계획

본 사업단은 우수 신진연구인력 확보를 위해 적극 노력하여 왔고, 현재 총 5명의 Post-doc 및 연구교수들이 본 사업단의 수치해석, 전산유체, 의료영상 교수진의 지도 아래 연구를 수행해오고 있다. 신진연구 인력들이 연구 활동에 전념할 수 있도록 환경을 조성해 주고 있으며 독자적으로 외부연구비를 수탁하여 연구를 수행하도록 독려하고 있다. 또한 대학원생들과 공동연구를 통해 학문적인 도움을 주고 있다. 지난 3년간 본 학과에 참여했던 신진연구자는 총 11명으로서 그 중 6명은 교원(3명, 1명은 임용예정), 정부출연연구소 연구원(2명), 대기업 연구원(2명)으로 취업하여 계산과학공학 관련 전문가로서 활동하고 있다.

- ▷ 교원: 중국 Shandong Normal 대학(Yizhuang Song, 8월 이직), 몽고과학기술대학(Munkh-Erdene Ts), 연세대(고철기)
- ▷ 연구원: 국가수리과학 연구소 선임연구원(안치영), 항공우주연구소 선임연구원(황승재)
- ▷ 대기업: LG전자 책임연구원(김병구), 삼성전자 책임연구원(서영호),

a1. 우수 신진연구인력 현황

- ▷ 사업단 참여 우수 신진인력 현황
 - 정태욱 박사(2011.9-현재)의 전공분야는 영상신호처리 및 비디오 신호처리이며 현재 항공영상/의료영상에 적용 가능한 convex/nonconvex optimization을 이용한 denoising과 deblurring 모델 및 알고리즘 개발 연구를 진행 중이며 향후에도 본 사업단의 신진연구인력으로 참여하여 본 사업의 참여교수들과 공동연구를 진행할 계획이다.
 - Tushar Kanti Bera(2012.8-현재) 박사는 인도에서 EIT 분야로 박사학위를 마치고 본 학과에 Post-doc으로 재직하였으며 현재 의료영상 분야의 서진근 교수와 Multi Frequency Electrical Impedance Tomography에 관한 연구를 수행하고 있다.
 - Yizhuang Song(2012.9-현재)은 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 진행하고 있다. Yizhuang Song은 중국 Shandong Normal University 수학과 교수에 임용되어 2013년 8월에 이직 할 예정이며 향후에도 본 사업단과 연계하여 공동연구를 진행할 계획이다.
 - Yibao Li 박사(2013.4-현재)는 고려대학교에서 응용수학 박사학위를 받고 현재 Post-doc 으로서 전산유체역학 그룹에서 연구를 하고 있다. 산학연 과제인 ‘핵폭발 과정에 대한 압축성 열유동 해석’의 연구

를 하고 있으며, 더불어 multi-physics현상을 포함하는 가상경계기법을 활용한 복잡 유동해석기법 개발에 대한 연구를 하고 있다.

- 김재명 박사(2013.3-현재)는 성균관대 수학과에서 박사학위를 받고 현재 계산과학공학과 및 수학과 의 Post-doc으로서 전산유체역학 그룹에서 연구를 하고 있다. 벽면조도에 따른 유동에 대한 해의 존재성 및 안정성에 대한 연구를 수행하고 있으며, 임의 형상의 벽면조도를 효과적으로 처리할 수 있는 변형된 Navier-Stokes 방정식을 제안하는 연구를 하고 있다.

▷ 사업단 우수신진인력 배출 현황

- 안치영 박사(2011.10-2012.12)는 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.

- Munkh-Erdene Ts 박사(2012.9-2013.1)는 본 학과의 박사 졸업생으로 졸업 후 Post-doc으로 재직하면서 서진근 교수와 EIT에 관한 공동연구를 수행하였다. 현재 몽고과학기술대학(MUST)의 교수로 임용되었으며 본 사업단의 해외학자로 참여하여 서진근 교수와 EIT를 활용한 지하오염물 탐사에 관한 공동연구를 수행할 계획이다.

- 김병구 박사(2009.2-2010.7)는 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.

- 서영호 박사(2009.3-2012.4)는 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.

- 고철기 박사(2009.9-2011.8)는 Schrodinger uncertainty relation에 대한 수리물리학적 연구를 진행하였으며 현재 본교의 학부대학 교수로 재직 중이면서 본 학과의 글로벌특성화 사업의 참여교수로서 지속적으로 연구 연계를 이어가고 있다.

- 황승재 박사(2012.3-2012.9)는 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, 볼트스물레이션과의 산학연 연구과제의 선행연구 결과로 활용되고 있다. 현재 항공우주연구소 공력성능팀의 선임연구원으로서 항공기 공력설계관련 유체해석을 연구하고 있다.

a2. 우수 신진연구인력 확보 계획

▷ 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 CSE 인프라를 활용하여 사업단 비전에 맞는 pool을 구성하여 다양한 신진연구인력을 확보하려 한다.

▷ 계산과학공학 분야의 신진연구인력 pool 구성 및 확보

- 기존 CSE의 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 진행한

다.

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.

▷ 계산과학기반 수치해석 연구 분야

높은 레이놀즈 수에 대한 Navier-Stokes문제의 분석을 위한 Smagorinsky 모델과 비선형 비압축성 Blatter-Pattyn모델의 연구, 비압축성 Navier-Stokes 방정식의 다양한 분리(splitting) 방법들의 수치안정성 분석 등의 연구에 활용하고자 한다.

▷ 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.

▷ 전산유체역학 분야

복잡형상에서의 multi-physics 유동해석에 대한 수치기법 개발, 가상경계기법에 대한 open surface 형상에서의 유동경계조건 등에 대한 응용연구에 활용하고자 한다.

5 교육의 국제화 전략

5.1 교육 인프라의 국제화 현황

<표 9> 교육 인프라의 국제화 현황

항목	구분	최근 3년간 실적			전체기간 실적
		2010년	2011년	2012년	
외국어 강의	개설과목 수	18	17	18	53
	외국어강의 수	18	17	18	53
	비율 (%)	100%	100%	100%	100%
외국인 전임교수	사업단 학과(부) 전임교수 수	9	9	9	27
	외국인 전임교수 수	1	1	1	3
	비율 (%)	11.11%	11.11%	11.11%	11.11%
외국인 대학원생	사업단 학과(부) 대학원생 수	25.5	35	34.5	95
	외국인대학원생 수	7	8	10	25
	비율 (%)	27.45%	22.86%	28.99%	26.32%
학위논문	사업단 학과(부) 대학원생 학위논문 수	0	2	7	9
	대학원생 외국어 작성 학위논문 수	0	2	7	9
	비율 (%)	0%	100%	100%	100%

-

5.2 교육의 국제화 현황 및 실적

5.2.1 대학원생 국제교류

[목차]

A. 대학원생과 해외 교수와의 공동연구

- ▷ Rosalind 교수(Florida 주립대, 미국) 와 EIT 관련 공동 연구
- ▷ Tamasan 교수(University of Central Florida, 미국) 및 김성환 교수와 MREPT 관련 공동연구
- ▷ William Bill Lionheart 교수(University of Manchester, 영국)와 EIT를 활용한 지하오염물 탐사에 관한 공동 연구
- ▷ Bastian von Harrach 교수(Stuttgart 대학, 독일)와 EIT 관련 공동 연구
- ▷ McDermott 박사(NIST, 미국)와 LES Wall Modeling관련 공동연구

B. 해외 기관 연구자의 교육/연구 협력

- ▷ Max Gunzburger 교수(Florida 주립대, 미국)
- ▷ Carsten Carstensen 교수(Humboldt 대학, 독일)
- ▷ Bastian von Harrach 교수(Stuttgart 대학교, 독일)

C. 공동/복수 학위 추진 및 학위논문 해외학자 심사위원 제도

- ▷ 현재 dual degree/joint degree 추진 중
- ▷ 학위논문 해외학자 심사위원 제도(방문 온라인 등을 통한 심사)

A. 대학원생과 해외 교수와의 공동연구

- ▷ Rosalind 교수(Florida 주립대, 미국) 와 EIT 관련 공동 연구

대학원생 권혁남과 Yizhuang Song은 미국 Florida 주립대에 단기 해외 교육프로그램을 통해 Rosalind 교수와 EIT 관련 공동 연구를 시작하였다. 지난 2012년 8월에 Florida 주립대를 다시 방문하여 anisotropic 물체의 conductivity 값의 해석에 대한 적절한 모델 설정 및 수치 시뮬레이션, 수학적 해석 등에 관한 집중 연구를 진행하였고 이 결과를 논문으로 작성(제목: Electrical impedance spectra in biological tissues, 논문 게재)하였다.

▷ Tamasan 교수(University of Central Florida, 미국) 및 김성환 교수와 MREPT 관련 공동연구
서진근 교수와 대학원생 권혁남, Yizhuang Song은 김성환 교수(한밭대)와 국내에서 정기적인 MREPT 관련 세미나를 통해 지속적으로 연구를 수행하고 있으며, Tamasan 교수와도 이 분야에 대한 논의를 진행하였다. 지난 2012년 8월에 미국 Central Florida 대학을 방문한 자리에서 그 간에 진행되었던 연구 결과를 발표하고 이를 논문으로 작성(제목: Inhomogeneity artifacts reduction in electrical tissue property imaging)하는 성과를 보였다.

▷ William Bill Lionheart 교수(University of Manchester, 영국)와 EIT를 활용한 지하오염물 탐사에 관한 공동 연구

대학원생 권혁남과 Post-doc인 Munkh-Erdene Ts는 EIT를 활용한 지하오염물 탐사에 관한 공동 연구를 착수할 목적으로 영국 맨체스터 대학에 파견되었다. 지난 2012년 12월에 William Bill Lionheart 교수를 만나 지하 매질물에 대한 다양한 EIT 적용 분야와 실제 실험데이터 획득에 관한 논의를 진행하고 이에 대한 지속적인 공동연구를 통해 논문을 마무리 하였고 다음 학회에 발표하기로 하였다.

▷ Bastian von Harrach 교수(Stuttgart 대학, 독일)와 EIT 관련 공동 연구

Bastian 교수는 매년 계산과학공학과를 방문하여 특강 및 세미나를 통해 EIT 관련 연구 동향/성과 등을 발표하고 학생들과의 공동연구를 진행 중이다. 지난 2013년 4월에 대학원생 권혁남과 Post-doc인 Yizhuang Song, Tushar Kanti Bera는 Stuttgart 대학을 방문하여 그간의 공동연구 결과를 논의하는 자리를 가졌으며

International Conference on Electrical Bio-Impedance(ICEBI) 2013에서 학회논문을 발표하였다(2013년 4월).

▷ McDermott 박사(NIST, 미국)와 LES Wall Modeling 관련 공동연구

2012년 여름방학 두 달간 대학원생 문기영과 박현욱이 NIST를 방문하여 NIST의 Fire research division에서 개발한 화재수치모사 프로그램인 FDS(Fire dynamics simulator)에 대한 이해를 넓히고 선진 해외 연구기관에서 수행하는 연구 프로젝트를 공동 진행함으로써 연구의 폭을 넓히는 기회를 가졌다. 또한 McDermott 박사와 이를 이용해서 현재 CSE에서 진행 중인 도시 유동해석 공동 연구를 수행하고 그 결과를 미국물리학회 DFD에서 학술논문 발표(2012년 11월)하였으며, NIST와 지속적으로 학생 교류 프로그램 및 공동연구를 진행하고 있다.

B. 해외 기관 연구자의 교육/연구 협력

▷ Max Gunzburger 교수(Florida 주립대, 미국)

· Florida 주립대 방문을 통한 교육: 2011년부터 5차례에 걸쳐 본 학과 대학원생들은 국외 교육프로그램을 통하여 한달씩 Gunzburger 교수가 학과장으로 있는 Florida 주립대 과학계산학과를 방문해 개설된 다양한 수업을 참관하고 여러 분야의 교수들과 세미나를 하였다. Florida 주립대 과학계산학과에서는 병렬계산 강좌와 'How to make a mesh, What makes the ocean wave?, Parfor for MATLAB, OpenMP for C or Fortran' 등의 주제로 강의 커리큘럼을 통해 대학원생들을 교육하였다.

· 과학계산학과 특강을 통한 교육: 대학원생들은 Gunzburger 교수가 개최한 세미나 및 콜로퀴엄에도 참석하였다. Gunzburger 교수와 앞으로도 학생 교류 프로그램을 유지하면서 이를 좀 더 발전시키고 정례화하여 지속적인 교류를 할 것을 합의 하였다. Gunzburger 교수는 또한 현재 석사과정 재학 중인 Irene Sonja Monnesland의 공동 지도교수로서 논문지도를 하고 있다.

· 특강 일정: 2011.1.31 - 3.5, 2011.7.16 - 8.16, 2012.7.9 - 8.9, 2013.1.29 - 2.13

· 특강 내용: Level set method를 이용해서 MR이미지를 segment하는 기술, pattern recognition, optimal control by using Pontryagin's maximum principle and Hamiltonian, Helmholtz decomposition and iteration method to reconstruct elastic parameters in MRE, 유체유동에 대한 수치기법인 fully explicit projection method, immersed boundary lattice Boltzmann method의 코드 개발, Monte Carlo method 등

▷ Carsten Carstensen 교수(Humboldt 대학, 독일)

Carstensen 교수는 이미 여러 차례의 중·단기간 한국 방문을 통하여 심화 유한요소법 강좌를 개설하여 학생지도를 하였으며 또한 2011년과 2012년 두 차례에 수치해석분야 유한요소법을 연구 중인 대학원생들이 Humboldt대학을 방문하여 지도를 받았기도 하였다. Carstensen 교수는 졸업생 임동섭의 논문 지도를 하였으며, 현재 박사과정 재학 중인 Boris Kraemer의 지도교수로서 연구 지도를 하고 있다. 앞으로도 Carstensen 교수와의 지속적인 연구 교류 및 학생지도를 하고자 한다.

· 특강 일정: 2011.1.31 - 3.5 / 2012.7.16 - 8.19

· 특강 내용: Advanced Finite Element Method

▷ Bastian von Harrach 교수(Stuttgart 대학교, 독일)

Bastian von Harrach 교수는 2010년부터 2013년까지 수차례에 걸쳐 CSE를 방문하여 공동연구를 수행해 왔다. 이미 공동연구를 통하여 서진근, 이은정 교수와의 공저 논문이 다수 있다. 또한 방문 때마다 박사과정 재학 중이던 Yizhuang Song(졸업, 중국 Shandong Normal 대학 교수로 취직), Tingting Zhang, 권혁남 등과 단기간의 심화 세미나를 통하여 inverse problem의 전반적인 수학적 분석 방법을 지도하고 학생들의 연구 분야에 새로운 아이디어를 제공하는 등 적극적인 지도를 해 왔다. 지난 4월에는 권혁남 학생이 Stuttgart대학을 2주간 방문하여 local conductivity identification in electrical impedance tomography, EIT-based Leakage Detection in Underground Pipelines in Mongolia, MR-based electrical tissue property imaging 등에 대해서 세미나와 토론을 하였다. Bastian 교수와의 지속적인 연구/교육 교류를 앞으로도 유지 하고자

한다.

C. 공동/복수 학위 추진 및 학위논문 해외학자 심사위원 제도

▷ 현재 dual degree/joint degree 추진 중

· Humboldt 대학(독일)과는 the educational exchange of students, joint research activities, exchanges of academic materials 등에 대한 학교차원의 MOU가 체결되어있으며, 본 학과에서는 Humboldt 대학의 CCSA(Center of Computational Sciences Adlershof)와 계산과학공학 분야를 공동으로 연구할 수 있는 IRTG(international research training group) 결성하였다. 또한 Humboldt 대학 수학과와 dual degree/joint degree 추진하였으며 현재 Humboldt 대학에서 검토 중에 있다.

· 본 학과는 Florida 주립대(미국) Dept. Scientific computing과 다음과 같은 내용으로 dual degree/joint degree 추진 중에 있으며 현재 Florida 주립대에서 검토 중에 있다.

[Guidelines for Joint Ph.D. Degree Program]

1. The candidate for Joint Ph.D. degree program must be approved by the student agreement.
2. The candidate will pay tuition and fees at home institution only as an exchange student.
3. The candidate agreement must be signed by the two supervisors, the Dean, the PhD candidate and the Dean of Graduate School or equivalent.
4. The candidate must have one principal advisor at home institution and the co-advisor at partner institution.
5. The candidate must have a period of stay at both institutions. The agreement should specify when the candidate is to stay at each institution. The period of stay at partner institution is at least 1 academic year (2 semesters).
6. The candidate must complete at least 1 regular course at partner institution.
7. The candidate must have a place to work, access to laboratory facilities and other infrastructure at each institution.
8. The dissertation must have the logo of both institutions, and the cooperation agreement must be specified.
9. The dissertation and its attachment must be made public. For the public presentation of the dissertation, the rules that are in force at the institution where the presentation is to be given must be complied with.
10. The candidate must complete the requirements for the Joint Ph.D. degree program followed by the agreement.
11. The candidate shall receive one diploma with two university seals.
12. Both institutions shall have the right to use the dissertation and the results in their education, training and research.

▷ 학위논문 해외학자 심사위원 제도(방문 온라인 등을 통한 심사)

본 학과의 내규에는 석사학위 논문의 경우 3인, 박사학위 논문의 경우 5인의 심사위원회를 구성하게 되어 있으며, 이 중 외부인사는 석사학위 심사위원 중 1인, 박사학위 심사위원 중 2인까지로 하고 있다. 실질적으로 해외학자들의 일정과 국내 학위논문 심사 일정 등을 감안하면 학위논문에 대한 해외학자 심사가 참여가 쉽지는 않은 편이나 viva report 작성 및 온라인 예비심사 또는 해외학자 방문 시 정규 논문심사를 수행하는 방안 등을 고려하여 해외학자의 논문 심사가 현실적으로 가능하도록 할 것이다. 본 사업단의 경우 12명의 해외학자와 연계하여 연구 및 교육을 진행하게 되므로 해외학자 방문 전에 온라인 심사를 요청하거나 해외학자 방문에 맞추어 논문심사가 이루어 질 수 있도록 할 것이다.

5.2.2 외국 대학과의 교육 콘텐츠 교류

[목차]

- A. 참여 해외학자의 교육 교재 공유
- B. KOCW(Korea Open Course Ware)에 강의 동영상 업로드
- C. 본 학과 홈페이지 강의록 업로드 공유

A. 참여 해외학자의 교육 교재 공유

- ▷ 본 사업단 계산과학공학과에 참여하고 있는 해외학자의 강의 동영상 및 교재를 교육에 활용
- ▷ 독일 Humboldt University의 Carsten Carstensen 교수의 Adaptive FEM (Optimal convergence through automatic mesh design)에 대한 집중강연 영상 및 강의 교재를 발간하였으며 2010년 2학기부터 2013년 1학기까지 CSE 고급유한요소법의 응용수업에 활용하였다.

[Finite Element Method]

Yonsei Lectures at the WCU Department of Computational Science and Engineering

Preface and Syllabus

- 0 Preliminaries
 - 0.1 Notation
 - 0.2 Normed Linear Spaces (NLS)
 - 0.3 Hilbert and Banach spaces
 - 0.4 Matrix notations
 - 0.5 Test and Lebesgue Functions
 - 0.6 Calculus
 - 0.7 Sobolev Spaces by Density
 - 0.8 Literature
- 1 Courant FEM
 - 1.1 Poisson Model Problem
 - 1.2 Analytic properties
 - 1.2.1 Maximum Principle of Smooth Solutions
 - 1.2.2 Local and Global Regularity
 - 1.2.3 H2 Regularity on Convex Domains
 - 1.2.4 Singular Solutions on Polygons .
 - 1.3 Regular Triangulations and P1 Finite Element Spaces
 - 1.3.1 Regular Triangulations
 - 1.3.2 Data Structures
 - 1.3.3 Refinements
 - 1.3.4 Finite Element Functions
 - 1.4 Finite Element Method
 - 1.4.1 Discrete Problem
 - 1.4.2 FDM --> FEM
 - 1.4.3 Local and Global Stiffness Matrices
 - 1.4.4 Matlab realisation
 - 1.5 Numerical Examples
 - 1.6 Supplement: Delaunay Triangulations
- 2 Error Analysis for P1 FEM

- 2.1 Best Approximation in Hilbert Spaces
- 2.2 Riesz Representation and Poisson Model Problem Revised
- 2.3 Nodal Interpolation Error Estimate
- 2.4 Local Mesh-Refinement
 - 2.4.1 Approximation of Singularities
 - 2.4.2 Graded Meshes
 - 2.4.3 Numerical Examples Revisited
- 2.5 Supplement: Adaptive Mesh-Refinement
- 2.6 Supplement: Lax-Milgram and Cea Lemma
- 3 Nonconforming FEM
 - 3.1 Crouzeix-Raviart FEM in Poisson Model Problem
 - 3.2 A Priori Error Analysis
 - 3.3 Raviart-Thomas Mixed Finite Element Method
 - 3.4 A Priori Raviart-Thomas Finite Element Error Analysis
 - 3.5 Supplement: Helmholtz Decomposition
- 4 Mixed FEM
 - 4.1 First Analysis for Mixed Formulations
 - 4.2 Discrete Mixed Formulations
 - 4.3 The Stokes Equations
 - 4.3.1 Well Posedness
 - 4.3.2 Finite Element Discretisation
 - 4.3.3 Nonconforming Finite Element Discretisation
 - 4.4 The Navier-Lame Equations
 - 4.4.1 Well posedness
 - 4.5 Least Square FEM

▷ 미국 Florida State University의 Max Gunzburger 교수의 Numerical Analysis에 대한 집중강연 강의 교재를 발간하여 2010년 2학기부터 2013년 1학기까지 CSE 수치해석 수업에 활용하였다. 또한 컴퓨터 공학 및 수학과 관련된 Monte Carlo Method 기법의 기초를 배우고 각종 병렬화 기법과 함께 다양한 주제에 적용하는 Parallel and Distributed Monte Carlo Method 수업 강의자료를 CSE 대학원생들이 공부할 수 있도록 공유하였다.

[Numerical Analysis]

Yonsei Lectures at the WCU Department of Computational Science and Engineering

Part I Linear Algebra

Chapter 1. Triangular Factorization

- 1.1 Permutation matrices and Gauss transformations
- 1.2 Triangular factorizations
- 1.3 Algorithms for triangular factorizations

Chapter 2. Unitary Triangulation

- 2.1 Householder transformations
- 2.2 Unitary triangulation
- 2.3 Given rotations

Chapter 3. Linear Systems and Determinants

- 3.1 Systems of algebraic equations
- 3.2 Calculation of determinants

Chapter 4. Eigenvalues and Eigenvectors

- 4.1 Introduction

- 4.2 Eigenvalue decompositions
- 4.3 Reduction to Hessenberg form
- 4.4 Methods for computing a few eigenvalues and eigenvectors
- 4.5 QR-method

Chapter 5. The Singular Value Decomposition

- 5.1 Singular value decomposition
- 5.2 Calculating singular values

Part II Numerical Solution of Nonlinear Systems and Optimization

Chapter 1. Numerical Solution of Systems of Nonlinear Equations

- 1.1 Derivatives of mappings and mean-value theorem
- 1.2 General convergence results and the contraction mapping theorem
- 1.3 Newton's method: Attraction theorem and rate of convergence
- 1.4 Newton's method: Semi-local and global convergence results
- 1.5 Nonlinear Gauss-Seidel and SOR
- 1.6 Secant methods
- 1.7 Broyden's method and other update methods

Chapter 2. Unconstrained Minimization and Nonlinear Least Squares

- 2.1 Descent methods for unconstrained minimization
- 2.2 Quasi-Newton methods for unconstrained minimization
- 2.3 Nonlinear least squares

▷ 서진근 교수가 발간한 계산과학공학에 관한 교재(Nonlinear Inverse Problems in Imaging, Wiley press, 2013년)를 Stuttgart 대학에서 응용 수학 교과목에 활용하고 있다.

[Nonlinear Inverse Problems in Imaging] (ISBN: 978-0-470-66942-6)

Jin Keun Seo, Eung Je Woo

This book provides researchers and engineers in the imaging field with the skills they need to effectively deal with nonlinear inverse problems associated with different imaging modalities, including impedance imaging, optical tomography, elastography, and electrical source imaging. Focusing on numerically implementable methods, the book bridges the gap between theory and applications, helping readers tackle problems in applied mathematics and engineering. Complete, self-contained coverage includes basic concepts, models, computational methods, numerical simulations, examples, and case studies.

- Provides a step-by-step progressive treatment of topics for ease of understanding.
- Discusses the underlying physical phenomena as well as implementation details of image reconstruction algorithms as prerequisites for finding solutions to non linear inverse problems with practical significance and value.
- Includes end of chapter problems, case studies and examples with solutions throughout the book.
- Companion website will provide further examples and solutions, experimental data sets, open problems, teaching material such as PowerPoint slides and software including MATLAB m files.

Essential reading for Graduate students and researchers in imaging science working across the areas of applied mathematics, biomedical engineering, and electrical engineering and specifically those involved in nonlinear imaging techniques, impedance imaging, optical tomography, elastography, and electrical source imaging

Preface xi

List of Abbreviations xiii

1	Introduction	1
1.1	Forward Problem	1
1.2	Inverse Problem	3
1.3	Issues in Inverse Problem Solving	4
1.4	Linear, Nonlinear and Linearized Problems	6
	References	7
2	Signal and System as Vectors	9
2.1	Vector Spaces	9
2.1.1	Vector Space and Subspace	9
2.1.2	Basis, Norm and Inner Product	11
2.1.3	Hilbert Space	13
2.2	Vector Calculus	16
2.2.1	Gradient	16
2.2.2	Divergence	17
2.2.3	Curl	17
2.2.4	Curve	18
2.2.5	Curvature	19
2.3	Taylor's Expansion	21
2.4	Linear System of Equations	23
2.4.1	Linear System and Transform	23
2.4.2	Vector Space of Matrix	24
2.4.3	Least-Squares Solution	27
2.4.4	Singular Value Decomposition (SVD)	28
2.4.5	Pseudo-inverse	29
2.5	Fourier Transform	30
2.5.1	Series Expansion	30
2.5.2	Fourier Transform	32
2.5.3	Discrete Fourier Transform (DFT)	37
2.5.4	Fast Fourier Transform (FFT)	40
2.5.5	Two-Dimensional Fourier Transform	41
	References	42
3	Basics of Forward Problem	43
3.1	Understanding a PDE using Images as Examples	44
3.2	Heat Equation	46
3.2.1	Formulation of Heat Equation	46
3.2.2	One-Dimensional Heat Equation	48
3.2.3	Two-Dimensional Heat Equation and Isotropic Diffusion	50
3.2.4	Boundary Conditions	51
3.3	Wave Equation	52
3.4	Laplace and Poisson Equations	56
3.4.1	Boundary Value Problem	56
3.4.2	Laplace Equation in a Circle	58
3.4.3	Laplace Equation in Three-Dimensional Domain	60
3.4.4	Representation Formula for Poisson Equation	66
	References	70
	Further Reading	70
4	Analysis for Inverse Problem	71

4.1	Examples of Inverse Problems in Medical Imaging	71
4.1.1	Electrical Property Imaging	71
4.1.2	Mechanical Property Imaging	74
4.1.3	Image Restoration	75
4.2	Basic Analysis	76
4.2.1	Sobolev Space	78
4.2.2	Some Important Estimates	81
4.2.3	Helmholtz Decomposition	87
4.3	Variational Problems	88
4.3.1	Lax-Milgram Theorem	88
4.3.2	Ritz Approach	92
4.3.3	Euler-Lagrange Equations	96
4.3.4	Regularity Theory and Asymptotic Analysis	100
4.4	Tikhonov Regularization and Spectral Analysis	104
4.4.1	Overview of Tikhonov Regularization	105
4.4.2	Bounded Linear Operators in Banach Space	109
4.4.3	Regularization in Hilbert Space or Banach Space	112
4.5	Basics of Real Analysis	116
4.5.1	Riemann Integrability	116
4.5.2	Measure Space	117
4.5.3	Lebesgue-Measurable Function	119
4.5.4	Pointwise, Uniform, Norm Convergence and Convergence in Measure	123
4.5.5	Differentiation Theory	125
	References	127
	Further Reading	127
5	Numerical Methods	129
5.1	Iterative Method for Nonlinear Problem	129
5.2	Numerical Computation of One-Dimensional Heat Equation	130
5.2.1	Explicit Scheme	132
5.2.2	Implicit Scheme	135
5.2.3	Crank-Nicolson Method	136
5.3	Numerical Solution of Linear System of Equations	136
5.3.1	Direct Method using LU Factorization	136

B. KOCW(Korea Open Course Ware)에 강의 동영상 업로드

- ▷ 2010년 Advanced Finite Element Method 외 10과목 329회분 강의 동영상
- ▷ 2011년 Numerical Analysis 외 10과목 318회분 강의 동영상
- ▷ 2012년 Numerical Optimization 외 4과목 143회분 강의 동영상

C. 본 학과 홈페이지 강의록 업로드 공유

- ▷ 총 330여건의 강의록을 업로드하여 대학원생 교육 및 공동연구를 위한 기초 자료로 활용
- ▷ Numerical Optimization: Penalty and Augmented Lagrangian Methods, Topics in numerical simulation based science 1, Basics of CSE, Numerical Analysis 1, Mathematical modeling and numerical analysis, Turbulence computation, Physics based modeling, Applied functional analysis, Finite Element Method 등 총 330여건

5.2.3 기타 교육의 국제화 현황 및 실적

[목차]

- A. 해외 단기 교육 프로그램 운영
- B. Summer/Winter School 개최
- C. 해외 석학의 세미나 및 단기강좌의 지속적인 개최

A. 해외 단기 교육 프로그램 운영

▷ 우수한 학생들을 선발하여 방학기간 동안 해외 대학 및 기관의 담당교수와 연구를 진행할 수 있는 단기 훈련 프로그램을 2011년부터 12회 진행하였다. 선진 연구 기관 방문을 하여 해외 석학들과의 교류 및 토론을 통하여 최근 연구 동향에 대한 정보 수집 및 습득을 하였다.

- (2011.1.31-2011.3.5) Dept. of Scientific Computing, Florida State University, USA
- (2011.7.1-2011.7.31) Dept. of Mathematics, Humboldt University, Germany
- (2011.7.16-2011.8.16) Dept. of Scientific Computing, Florida State University, USA
- (2012.6.25-2012.8.24) National Institute of Standards and Technology, USA
- (2012.7.9-2012.8.9) Dept. of Scientific Computing, Florida State University, USA
- (2012.7.16-2012.8.19) Dept. of Mathematics, Humboldt University, Germany
- (2013.1.29-2013.2.13) Dept. of Scientific Computing, Florida State University, USA
- (2011.8.1-2011.8.6) Dept. of Mathematics, University of Mary Washington, USA
- (2012.7.31-2012.8.7) Dept. of Scientific Computing, Florida State University, USA
- (2012.8.8-2012.8.14) Dept. of Biomedical Engineering, Univ. of Central Florida, USA
- (2012.12.2-2012.12.21) Dept. of Mathematics, Univ. of Manchester, UK
- (2013.1.7-2013.1.25) Dept. of Mathematics, Univ. of Manchester, UK

B. Summer/Winter School 개최

본 학과의 summer/winter school은 2011년도 중국의 Southeast 대학교의 요청에 따라 summer school 개최를 계기로 시작하였고, 2012년도부터는 본 학과의 신입생과 학부생 인턴연구원을 대상으로 계산과학공학의 기초가 되는 Basic CSE 관련 내용으로 여름학기와 겨울학기를 개설하여 학생들을 지도하고 있다.

▷ 중국 Southeast 대학 학부생 및 대학원생 교육 (Summer School, 2011.6.27-7.30)

- 중국 Southeast 대학 요청에 의하여 2011년 6월 27일부터 7월 말까지 5주간에 걸쳐 'Basic Computational Mathematics'라는 주제로 강도 높은 교육 실시
- 국내 참여교수와 WCU 참여 해외학자가 매주 월-목요일까지 6시간씩 교육
- Summer School의 강의록은 모두 CSE 홈페이지에 업로드하여 모든 학생들에게 공개
- 강의록을 책자(총 250페이지)로 제작하여 참여 연구원 및 학생에게 배부
- 교육 마지막 날에는 Summer School에 개별 프로젝트를 발표하는 시간을 가졌으며 우수 학생에게 수료증을 수여

C. 해외 석학의 세미나 및 단기강좌의 지속적인 개최

▷ CSE는 다수의 해외학자를 초청하여 워크샵 및 세미나를 활발하게 진행하고 있으며 이를 통하여 공동연구를 추진하고 있다.

- International Workshop on MR-based Impedance Imaging은 IEEE EMB의 지원을 받아 북미, 유럽 등에

서 세계적 전문가들이 참가하여 열띤 토론을 하며 최첨단 기술을 공유하였다. 이후 이 분야의 학술모임이 정기적으로 개최하는 것으로 세계적 전문가들이 합의하였다.

· International Conference on Computational Mathematics(2012)와 International Workshop and Tutorial on Computational Mathematics(2013)을 주최하였으며, 미국, 독일, 영국, 프랑스, 중국, 인도 등에서 Computational PDE 분야의 전문가들이 다수 참가하였다.

5.3 교육 프로그램의 국제화 계획

[목차]

A. 교육 인프라 향상 계획

- ▷ 현재까지 전과목 영어 강의 실시하였으며 이를 지속적 유지
- ▷ 외국인 전임 교수 비율을 20% 내외로 유지
- ▷ 해외 학자(12명)의 교육 프로그램에 적극 참여
- ▷ 외국인 학생 비율을 20% 내외로 유지
- ▷ 석박사 학위논문 영어작성 의무화

B. 대학원생 국제교류 및 외국대학과의 교육 콘텐츠 교류 계획

- ▷ 해외 단기 교육훈련 지속적 활용
- ▷ 해외 석학의 대학원 정규 강좌 개설
- ▷ 해외 학자와 계산과학공학 전공의 lecture note 공저 및 활용
- ▷ 외국연구소 및 대학에 장기연수(6개월 이상) 및 공동연구 추진
- ▷ 개설과목의 강의자료 홈페이지에 공개 및 OCW 구축

C. 기타 교육 프로그램 국제화 계획

- ▷ 외국대학과의 복수학위제(dual degree/joint degree) 추진
- ▷ 해외 전문가 초빙 및 활용을 통한 국제화 추구
- ▷ 연구그룹별 국제 컨소시엄에 기반한 Tutorial 초청연사 의한 교육프로그램 운영
- ▷ 학생교류 및 교육프로그램 공유에 관한 MOU 체결 확대
- ▷ Summer school 참여

A. 교육 인프라 향상 계획

- ▷ 현재까지 전과목 영어 강의 실시하였으며 이를 지속적 유지

본 학과에서는 2009년 설립 시점부터 현재까지 기초과목군에서 특성화과목에 이르는 모든 개설과목을 영어로 강의를 진행하고 있다. 한 학기당 평균 개설과목 수는 9-10과목이며 향후에도 영어강의를 지속적으로 유지한다.

- ▷ 외국인 전임 교수 비율을 20% 내외로 유지

본 학과는 WCU 사업의 일환으로 설립되었으며 현재까지 외국국적의 해외학자가 3명이 있으며 이중 1명이 외국인 전임교수(Dongbin Xiu)이고 2명은 비전임 특훈교수이다. 4년간의 WCU 사업동안 학과의 전임교수는 총 9명으로 외국인 전임교수 비율이 11.1%를 유지하여 왔으며, 향후 외국인 전임 비율을 20% 내외로 유지하도록 한다.

- ▷ 해외 학자(12명)의 교육 프로그램에 적극 참여

본 사업단은 계산과학공학 관련 분야에서 우수한 12명의 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.

- ▷ 외국인 학생 비율을 20% 내외로 유지

본 학과의 외국인 학생비율은 현재 전체 학생의 28%정도이며 독일(3명), 중국(6명), 몽고(4명) 등 학생교류 MOU를 체결한 대학 출신들이며, 노르웨이(1명), 인도(1명) 출신이다. 지속적으로 외국인 학생 비율을 20% 내외로 유지하면서 외국의 우수한 학생들을 선발하여 교육하고 본 학과가 계산과학공학 분야에서 아시아의 중심점 역할을 할 수 있는 기반을 마련한다.

▷ 석박사 학위논문 영어작성 의무화

본 학과에서는 석사 및 박사 학위논문의 영어 작성을 의무화하고 있으며, 현재까지 졸업생의 석사 및 박사 학위 논문은 100% 영어로 작성되었다. 향후에도 학위 논문에 대한 영어 작성을 지속적으로 유지하도록 한다.

- 이지성, 석사학위 논문, Hybrid Parallel MRI Technique for Fast Imaging (2011년)
- 송지아, 석사학위 논문, Image Reconstruction of Anisotropic Elastic Moduli in Magnetic Resonance Elastography (2011년)
- 황윤구, 석사학위 논문, An Optimization Based Domain Decomposition Method for PDE with Random Input Data (2012년)
- 최상천, 석사학위 논문, Image Denoising Exploiting Sparsity and Low Rank Approximation in Slice Encoding for Metal Artifact Correction: DSLR-SEMAC (2012년)
- Munkh-Erdene Ts, 박사학위 논문, Imaging of Regional Conductivity Change using Planar EIT System (2012년)
- Yizhuang Song, 박사학위 논문, Inverse Problems in Electrical Property Imaging using MRI (2012년)
- 이해은, 석사학위 논문, Particle Motion in Turbulence over a Wavy Wall (2012년)
- 배원호, 석사학위 논문, Simulation of Flow over a Cylinder in Channel using Multi-block IBLBM (2012년)
- 임동섭, 석사학위 논문, The Inf-Sup Condition of a Hybrid Discontinuous Galerkin Method (2012년)
- 양한별, 석사학위 논문, GPU-accelerated Fast Ultrasound Plane-wave Beam Forming (2013년)

B. 대학원생 국제교류 및 외국대학과의 교육 콘텐츠 교류 계획

▷ 해외 단기 교육훈련 지속적 활용

본 학과에서는 2012년까지 Humboldt 대학, Florida 주립대, NIST 등에서 총 12회에 걸쳐 대학원생 77%가 해외 단기 교육훈련을 받았으며, 해외 석학들과의 공동연구 결과도 다수 도출하였다. 이러한 성과를 바탕으로 본 사업단과 연계하고 있는 해외학자 12명의 대학/기관에 해외 단기 교육훈련을 확대 추진하고 더 많은 대학원생들이 다양한 연구 분야에서 경험을 축적할 수 있도록 한다.

▷ 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. 1차년도에는 호암상 공학부문 수상자인 UCLA 기계항공공학부 석좌교수 John Kim 교수와 역문제 부분에서 세계적인 석학인 Ecole Normale Supérieure의 Habib Ammari 교수가 각각 전산유체역학 분야와 의료영상분야에 대한 정규 강의를 하게 된다.

▷ 해외 학자와 계산과학공학 전공의 lecture note 공저 및 활용

해외학자인 Max Gunzburger 교수와 Carsten Carstensen 교수는 Numerical analysis와 Adaptive FEM에 대한 강의교재를 발간하여 본 학과의 강의에 활용하였다. 향후에도 해외학자의 강의 내용을 강의노트로 제작하여 수업에 활용할 계획이다. 1차년도에 John Kim 교수와 Habib Ammari 교수의 정규강좌의 강의노트 및 동영상 제작할 예정이다. 또한 해외학자의 단기강좌/세미나의 경우에도 일회성 강좌를 탈피하기 위해 강의 동영상 제작 및 강좌노트 공유하고 활용할 것이다.

▷ 외국연구소 및 대학에 장기연수(6개월 이상) 및 공동연구 추진

본 학과의 대학원생을 외국의 대학 및 연구소에 장기 연수를 수행할 수 있도록 본 사업단과 연계한 12명의 해외학자들과 긴밀한 공조를 통해 해외학자의 대학 및 기관에서 장기 연수를 수행하도록 한다. 지금까지 본 학과 방문 및 학생 방문 등을 통해 다수의 학생들의 연구를 지도하였던 Stuttgart 대학의 Bastian von

Harrach 교수와 Habib Ammari 교수, 대학원생의 해외 단기교육 프로그램의 멘토 역할을 한 NIST의 McDermott 박사 등 12명의 해외학자를 기반으로 하여 장기 연수 프로그램을 기획하고 공동연구를 추진한다.

▷ 개설과목의 강의자료 홈페이지에 공개 및 OCW 구축

본 학과는 WCU 사업을 통해 개설된 과목 중 24과목에 대해 900여 회분의 강의 동영상상을 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.

C. 기타 교육 프로그램 국제화 계획

▷ 외국대학과의 복수학위제(dual degree/joint degree) 추진

본 사업단은 현재 검토 중인 Humboldt 대학과 Florida 주립대와의 복수학위제(dual degree/joint degree)를 추진한다. 지난 WCU사업을 통해 Humboldt 대학과는 학생교류 및 공동연구에 관한 MOU를 체결하였고, Florida 주립대의 Dept. Scientific computing과도 MOU를 추진하고 있다.

▷ 해외 전문가 초빙 및 활용을 통한 국제화 추구

본 학과는 지난 3년간 미국, 영국, 프랑스 등 총 14개국 총 45명의 해외학자를 초청하여 집중강연 15회, 세미나 총 47회를 개최하였다. 따라서 향후에도 지속적으로 해외 전문가 초청하여 워크숍 및 세미나, 집중강연, 간담회 등의 교육 프로그램을 국제화하여 학생들의 연구 영역을 확대한다.

▷ 연구그룹별 국제 컨소시엄에 기반한 Tutorial 초청연사 의한 교육프로그램 운영

지난 2013년 3월에 본 학과는 CSE 관련 국제학술대회의 일환으로 Advances in Computational PDEs 분야의 IWCM(International workshop and tutorial on computational mathematics)을 개최하였으며 여기에는 관련 연구 분야의 국제적 저명인사들이 참석하여 tutorial과 워크숍을 진행하였다. IWCM은 수치해석분야인 Computational PDE 분야의 국제 컨소시엄으로 관련 분야의 연구자들이 대학원생 대상으로 tutorial을 통해 대학원생을 교육하였으며, 워크숍에서 연구자들간 심도 깊은 논의를 진행하였다. 이러한 국제 컨소시엄 기반 초청연사의 tutorial도 교육 프로그램을 국제화하는데 도움을 주므로 향후 지속적으로 추진한다.

▷ 학생교류 및 교육프로그램 공유에 관한 MOU 체결 확대

현재 6개 대학 및 기관과 MOU 체결을 통해 학생 교육/교류를 수행하고 있으며 향후 해외학자가 속한 대학을 중심으로 연구교류의 활성화를 위해 MOU를 체결하여 학생교육/학생교류 활성화한다.

▷ Summer school 참여

- 미국 대학교의 Summer school에 대학원생을 파견하여 양질의 교육을 받게 함
- SIAM Special Lecture Course에 참여하게 하여 최근 계산과학공학 연구 동향을 분석하게 함

6 사업단의 연구비전 및 달성 전략

6.1 연구 역량 향상을 위한 비전

[목차]

- A. 본 사업단의 현재 연구 수준
 - ▷ 계산과학기반 수치해석 연구 분야
 - ▷ 수학기반 의료영상 연구 분야
 - ▷ 전산유체역학 연구 분야
 - ▷ 국내외 계산과학공학 관련 연구 현황
- B. 세계수준 연구역량 향상을 위한 비전
 - b1. 계산과학기반 수치해석 연구 분야
 - ▷ 비선형 편미분 방정식의 수치해 분석 및 안정성
 - ▷ 의료영상 수치 시뮬레이션 알고리즘 개발
 - b2. 전산유체역학 연구 분야
 - ▷ 난류의 이해 및 입자와의 상호관계 규명
 - ▷ 복잡형상 multi-physics 수치계산 기법 개발
 - b3. 수학기반 의료영상 연구 분야
 - ▷ 전기임피던스 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

A. 본 사업단의 현재 연구 수준

WCU 사업으로 2009년 설립된 본 사업단의 계산과학공학과는 CSE 분야의 전문화된 석박사과정 인력 양성 및 연구를 하는 곳으로서 국내 유일의 독립 학과 단위의 연구/교육체계 대학원 학과이다. WCU사업 4년이라는 짧은 기간 동안 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 WCU 사업을 통해 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.

▷ 계산과학기반 수치해석 연구 분야

물리기반모델링에서 제기된 Navier-Stokes 방정식, Maxwell 방정식, 탄성방정식의 효율적인 수치해석 기법 개발 및 수치해에 대한 안정성 분석에 대한 연구를 수행하였으며, 특히 이원작용소를 이용한 최소자승법과 유한요소법의 결합을 통해 특이성을 갖는 비선형 편미분 방정식의 근사해를 구하는 방법을 개발하였다. 유한차분법적용 알고리즘들의 안정성 증명에 대한 기반 연구를 수행하고 영역분할법을 이용한 병렬 유한요소법 시스템 개발하여 계산과학 기반 수치 시뮬레이션의 의료영상 및 전산유체역학 분야로 응용하고자 한다.

▷ 수학기반 의료영상 연구 분야

수학기반 의료영상처리 기법은 측정된 데이터로부터 생체내부의 물성을 영상의 형태로 추출하는 기술로서 수리모델링-수치알고리즘 개발-시각화과정을 통해 수행한다. 본 사업단은 electromagnetic tissue property imaging 연구 분야에 대한 세계최고 수준의 기술을 보유하고 있으며 이를 지속적으로 연구하고 치과대학과의 Dental CT 연구, 사업단 내 연구자들 간 클러스터 연구로 초음파를 이용한 심장내 혈류 해석 연구를 수행하고자 한다.

▷ 전산유체역학 연구 분야

본 사업단이 보유한 국내최고 수준의 기술을 활용하여 난류-입자 해석 기술을 활용하여 난류의 이해 및 입자와의 상호관계 규명을 통한 난류 변조 연구에 대한 기초연구를 수행하였다. 단상유동에 대한 가상경계법을 개발하여 복잡형상 주위 난류유동해석에 대한 기술을 확보하였다. 이를 multi-physics 현상을 포함하는 유동해석 기법 개발, 대와류모사 기법 개발 등을 바탕으로 도심 풍환경 유동 및 풍하중 해석과 오염물질의 확산 예측 연구에 대한 대기환경 분야의 응용 연구를 수행하고자 한다.

▷ 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(전기 전자, 기계, 우주 항공, 화공, 컴퓨터, 건축, 도시공학 등)에 한정하지 않고 상경 및 의학 분야와도 연계

를 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(SSIAM)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)

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 (SCCM)

State University of New York Brockport: Computational Sciences

State University of New York Stony Brook (SUNY/SB): Computational Applied Mathematics Program

Syracuse University: Computational Science Program (CPS)

Technische Fachhochschule Berlin, University of Applied Sciences: Computational Engineering

Technische Universität München: International Masters Program on CSE

Technischen Universität Braunschweig: Computational Sciences in Engineering

Universität Erlangen-Nürnberg: 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 (AMSC)

University of Michigan: Doctoral Program in Scientific Computing

University of Minnesota: Scientific Computation Program

University of Oxford: MSc degree in Mathematical Modelling and Numerical Analysis; D. Phil. degree in Numerical Analysis.

University of Texas, Austin: Institute for Computational Engineering and Science (ICES) Program

University of Utah: Computational Engineering & Science Graduate Program (CE&S)

B. 세계수준 연구역량 향상을 위한 비전

본 사업단은 WCU사업을 통해 설립한 대학원 계산과학공학과를 기반으로 하여 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 수학 기반 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

▷ 비선형 편미분 방정식의 수치해 분석 및 안정성

· 본 연구팀은 높은 Reynolds 수에 대한 Navier-Stokes문제의 분석을 위해 Smagorinsky 모델과 eddy-viscosity방법을 결합한 후 유한요소법을 이용해 그 근사해를 찾은 연구의 경험을 활용하여 비선형 비압축성 Blatter-Pattyn모델의 연구를 하고자 한다. 이를 위해 빙하상태를 모사하는 비선형 Stokes 문제의 well-posedness 분석하고 유한요소법을 이용한 비선형 Stokes ice sheet model을 접근하고자 한다. 기존에 알려졌던 경계조건으로부터 야기되는 어려움을 극복하기 위한 방안을 마련하고 그에 따른 유효성 분석을 하고자 한다.

· 특이성을 가지는 편미분 방정식의 해에 대한 이해와 분석을 통해 이원작용소를 적용시킨 최소사승법을 이용한 비선형 편미분 방정식의 근사해를 구하는 수치 기법 개발을 하고자한다. 먼저 편미분 방정식의 선형화 방법의 선택에 따른 접근 방법의 차이 분석을 통하여 그 일반화 여부를 검증하고자 한다. 더 나아가 특이성 있는 비선형 편미분 방정식으로의 확장이 이루어질 것이다.

· 비압축성 Navier-Stokes 방정식은 주로 투영방법(projection method)을 활용하여 속도 및 압력의 분리(decoupling)를 통해 주로 수치해석 되고 있다. 이에 대해, 유한차분 기반 부분단계 (fractional step) 방법에 따라 제시되는 다양한 분리(splitting) 방법들의 수치안정성을 수학적으로 평가하고자 한다. 일반적으로 이용되었던 속도 및 압력의 분리 알고리즘 뿐만 아니라 3차 공간에서 속도벡터 각각의 요소 분리가 이루어져 반복적인 풀이가 불필요한 알고리즘은 수학적으로 그 안정성의 분석이 어려우나 본 연구팀은 전산유체역학 연구팀과의 공동 연구를 통하여 그 안정성 평가를 수행 하고자 한다.

▷ 의료영상 수치 시뮬레이션 알고리즘 개발

· 의료영상 복원 알고리즘에 있어서 필수적인 요소가 수치 시뮬레이션이다. 알고리즘 개발 후 실험의 단계로 넘어가기 전에 그 알고리즘의 유효성과 효율성을 검사하고 실험 수행에 있어서 최적의 조건을 찾기 위해 수치 시뮬레이션 단계는 필수적이다. 본 연구팀은 의료영상 알고리즘을 분석하여 그에 따른 실험을 위한 이산화 작업을 하고 하드웨어 개발 이전에 그 구조를 최적화하는 작업을 하고자 한다.

b2. 전산유체역학 연구 분야

▷ 난류의 이해 및 입자와의 상호관계 규명

· 난류 및 난류와 부유입자의 상호작용에 대한 이해를 위해서 본 연구에서는 직접 수치모사(Direct Numerical Simulation, DNS, Navier-Stokes 방정식을 난류모델을 사용하지 않고 직접 최소 시간, 공간 스케일까지 해상하여 수치해석하는 기법)를 이용하여 등방성 난류나 채널난류를 수치모사하고 부유된 입자의 운동까지 해석하여 난류의 특성과 입자의 운동 특성을 파악하고자 한다. 수치해석기법으로 Fourier 함수나 Chebyshev 함수 등의 전개를 이용한 Spectral 기법을 적용한다. 시간에 대해서도 3차 정확도의 Runge-Kutta 방법을 이용하여 적분을 수행한다. 부유된 입자의 운동은 입자의 사이즈가 Kolmogorov 스케일보다 작다는 가정 하에 다음의 Stokes 유동으로부터 얻은 운동방정식을 난류의 직접수치모사와 연동하여 해석한다. 기존에는 입자의 항력 효과만을 고려하였으나 본 연구에서는 입자의 회전과 회전에 따른 배경 난류(background turbulence)와의 상호작용으로부터 발생하는 Saffman lift와 Magnus 효과도 고려할 계획이다.

· 입자의 거동과 더불어 난류의 구조와의 상호작용에 대하여 초점을 맞추어 연구를 진행할 계획이다. 난류에서 응집구조(coherent structure)는 회전운동으로 구성된 국부적인 조직으로 부유된 입자의 운동에 직접적으로 영향을 미치는 난류에 있어서 매우 중요한 요소이다. 특히 회전운동에 따른 구심가속도의 간헐적 특성은 부유된 입자의 궤적에 결정적으로 영향을 미치며 이러한 특성이 제대로 이해되고 모델에 반영되어야만 모델의 예측성과 신뢰성을 확보할 수 있다. 본 연구에서는 여러 가지 유동에 대한 수치모사와 통계적 분석을 통해 입자의 확산 거동에 미치는 주요 인자들을 규명하고 모델에 반영하기 위한 통계적 자료를 제시하고자 한다. 아울러 난류 자체의 특성 파악에도 일조를 할 것으로 기대한다. 또한 이 세부연구에서의 연구결과들은 대와류모사(Large-eddy simulation, LES) 아격자(sub-grid) 모델의 개발에 사용될 계획이다.

▷ 복잡형상 multi-physics 수치계산 기법 개발

복잡한 형상의 실제 공학적 문제에서 현재 가장 신뢰성 있게 수치모사가 가능한 방법은 대와류모사이다. 그러나 실제의 복잡한 형상에서는 격자의 기하학적 복잡성, 아격자 모델의 문제점 그리고 수치적 안정성의 확보 문제가 아직 완전히 해결되어 있지 않다. 이러한 기하학적 어려움을 극복하기 위해서 가상경계법(Immersed Boundary Method)를 고려할 수 있다. 이러한 결합에 의한 방식은 격자생성에 소요되는 시간을 효과적으로 절약할 수 있으며 이동하는 형상 대상에도 비교적 안정적인 유체해석이 가능하다. 그러므로 Multi-physics 및 난류모델을 수반하는 가상경계기법과 난류이론에 의거한 신뢰성 있는 대와류모사 기법을 개발을 하고자 한다. 이를 대기환경 유체에 응용하여 도심 풍환경 유동 및 풍하중 해석과 오염물질의 확산 예측 연구로 확장하고자 한다.

b3. 수학기반 의료영상 연구 분야

국내 의학영상 분야에서의 산업 활동: 의료영상 분야는 의료기기 분야 중에서도 최첨단 분야로, 선진국이 기술이전을 극히 꺼리는 분야이다. 국내 연구 인력은 프로그래밍 능력 또는 이상적인 환경에서의 수리분석 능력은 우수하나, 현실적인 제한 조건하에서 수리 모델링 능력/수리 분석 능력이 매우 취약하다.

▷ 전기임피던스 단층촬영(EIT) 연구

EIT(Electrical Impedance Tomography)는 시간 분해능이 뛰어나 호흡에 따른 흉관의 임피던스 영상의 변화를 저해상도로 모니터링하기 위해서 적합하다. 그러나 EIT는 본질적으로 측정데이터가 도전율의 변화에 둔감하고, 측정대상의 기하적인 구조에 민감하다. 최근 본 연구진이 개발한 multi-frequency EIT는 모델링 오차에 의한 instability를 줄이기 위한 것으로 초보 단계에 있다. 복소 포텐셜(복소 편미분 방정식의 해)에 관한 수학적론의 정립이 필요하다. Multi-frequency EIT는 Stroke 진단, 비침습 유방 영상술에 응용할 예정이다.

▷ 자기공명 임피던스 단층촬영법(MREIT)의 연구

본 연구진이 개발한 MREIT(Magnetic Resonance Electrical Impedance Tomography)는 현존하는 도전율 영상 기술 중에서 공간 해상도가 가장 뛰어나다고 학계에서 인정받고 있다. MREIT가 동물실험에는 성공하였으나, 아직 임상에 적용할 단계에 도달하지는 못하였다. 그 이유는 영상획득 시간이 길고(4시간), 주입전류(5mA)가 인체에 적용하기에는 다소 높다는 것이다. 임상에 적용하기 위해서는 영상시간은 30분 이내, 주입전류는 1mA로 줄여야한다. 이를 위해선 MRI sparse sensing의 연구와 PDE-based denoising 연구를 수행하고자 한다.

▷ 자기공명 elastography 연구

MR elastography(MRE)는 인체의 조직탄성 화상법으로 최근에 개발된 의료영상방식이다. MRE는 조직의 단단한 정도를 측정하여 부드러운 조직은 초록색으로 단단한 조직은 파란색으로 디스플레이 해준다. 이 방식은 간경화를 정량적으로 측정하는데 실용화하였고, 2012년부터 연세대 병원에서도 사용하기 시작하였다. 다만, 상용화되는 알고리즘은 데이터의 노이즈에 취약하여 유방암과 같은 작은 영역의 탄력성을 정확히 측정하지 못하고 있다. 노이즈에 강건한 MRE 알고리즘의 개발을 하고자 한다.

▷ 수치모델링 기반의 양악 모델 및 치과용 CT(metal artifact 제거) 연구

3차원 Dental CT 데이터를 활용한 수치모델 연구를 수행하여 가상 simulation을 개발하여 양악수술에서 수술 후의 변화를 예측하고자 한다. 벡터해석을 통한 안면 비대칭의 정량적인 분석, 편미분방정식을 활용하여 Dental CT의 metal artifact 제거 연구, compressed sensing 응용 연구를 수행하고자 한다.

▷ 초음파 영상 연구

초음파 영상으로부터 좌심실의 경계의 자동 객체 분할은 심장진단에 필요한 정량적인 정보를 제공해 줄 수 있다. 그러나 초음파 영상은 다른 진단장비의 영상(CT, MRI)과는 달리 매우 거칠고 경계가 불분명한 영상이기 때문에 robust하고 엄밀한 경계분할이 어렵다. 이에 대해 초음파 영상에서 객체분리 및 경로추적에 대한 알고리즘을 개발하고자 한다.

6.2 연구 추진 전략 및 방법의 우수성

[목차]

- A. 계산과학공학 기반 글로벌 특성화 연구 추진 전략 및 방법
 - a1. 계산과학기반 수치해석 연구
 - ▷ 비선형 편미분 방정식 수치기법 개발 및 의료영상 관련 수치 시뮬레이션
 - a2. 전산유체역학과 환경공학에의 응용 연구
 - ▷ 난류의 이해 및 입자와의 상호관계 규명 및 복잡형상 multi-physics 수치계산 기법 개발
 - a3. 수학기반 의료영상 분야
 - ▷ 복합의료 영상(EIT, MREIT, MRE) 연구 및 Dental CT, 초음파 의료 영상 연구
- B. 산학연 협력을 통한 연구 추진 및 방법
 - b1. (주)삼성메디슨, 국가수리과학연구소(NIMS) 의료영상팀과의 공동연구 추진
 - b2. (주)볼트시뮬레이션, 국방과학연구소(ADD) 화생방 부서와의 공동연구 추진
- C. 국내외 협력 연구 추진 및 방법
 - c1. 교내 글로벌 특성화 사업인 '계산수학 기반 과학공학 사업단'을 통한 연구분야 확대
 - c2. 국제 워크숍/학회 개최 및 해외석학 초청강연/세미나를 통한 연구역량 향상
 - ▷ 해외 석학 초청 강연 및 세미나 확대
 - ▷ 국제 워크숍 및 국제학회의 본 사업단 주관, 공동개최 확대
 - ▷ 국제 콘소시엄 구성

A. 계산과학공학 기반 글로벌 특성화 연구 추진 전략 및 방법

본 학과의 WCU 사업을 통해 얻어진 연구 인프라를 활용한 연구를 지속하고 그 영역을 확대하고자 한다. 이에 계산과학공학 분야의 수치해석, 전산유체역학, 의료영상에 따른 특성화된 연구를 추진하고 해외학자와의 공동연구를 통한 세계수준 연구를 가속화 하고자 한다.

a1. 계산과학기반 수치해석 연구

- ▷ 비선형 편미분 방정식 수치기법 개발 및 의료영상 관련 수치 시뮬레이션

공동 연구자: 이은정, 최정일, 서진근, 정윤모, Max Gunzburger, Thomas Manteuffel, Carsten Carstensen, Dongbin Xiu

계산과학기반 수치해석 연구팀은 본 사업단 참여교수 이은정, 정윤모, 최정일 교수를 중심으로 해외학자의 공동 연구체제로 그 연구가 이루어지고 있다. 이은정 교수의 주요 연구분야는 수치해석으로 유한요소법, 유한차분법을 이용하여 편미분 방정식의 근사해를 찾을 수 있는 수치기법의 개발을 수행하고 있다. 서진근 교수는 수치 의료영상분야의 전문가이고, 정윤모 교수는 영상처리 분야에서, 최정일 교수는 전산유체역학 분야에서 수치기법 개발의 연구를 진행하고 있다. 참여 해외학자로는 Max Gunzburger, Thomas Manteuffel, Carsten Carstensen, Dongbin xiu가 있으며 특히 Max Gunzburger와 Thomas Manteuffel 교수는 계산수학 분야에서 세계적인 석학으로 CSE 분야에서 필요한 많은 경험을 가지고 있다. 뿐만 아니라 해외학자 Max Gunzburger, Thomas Manteuffel, Carsten Carstensen, Dongbin Xiu 모두가 다년간의 본 연구진과 공동연구의 경험이 있어 CSE 프로젝트를 효과적으로 수행하리라 본다. 본 연구진은 적극적인 개별 연구를 추진, 수행함과 동시에 사업단 참여교수를 중심으로 해외학자와의 협동연구를 통하여 다학제 복합문제를 해결하고자 한다.

a2. 전산유체역학과 환경공학에의 응용 연구

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

공동 연구자: 이창훈, 최정일, John Kim, Lian-Ping Wang, Randall McDermott, Goodarz Ahmadi

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, Randall McDermott과의 공동연구형식으로 추진하고자 한다. 우선 난류의 이해 및 미세입자와의 상호작용에 대한 기초적인 수치연구와 이 연구결과를 바탕으로 공학적 응용으로 복잡 형상에서 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 FDS와 같은 범용 화재 및 열유동해석 프로그램의 전문가인 Randall McDermott와 환경유체 및 입자공학의 세계적인 석학인 Goodarz Ahmadi 교수와의 공동연구를 진행하여 세계수준의 연구역량을 확보하고자 한다.

a3. 수학기반 의료영상 분야

▷ 복합의료 영상(EIT, MREIT, MRE) 연구 및 Dental CT, 초음파 의료 영상 연구

공동 연구자: 서진근, 정윤모, 이은정, Habib Ammari, Josselin Garnier, Munkh-Erdene Ts, Bastian von Harrach

전기 임피던스 영상 연구는 지난 15년간 연구해온 분야로서 세계적인 기술력을 보유한 분야이다. 새로운 복합 의료영상 분야를 개척하기 위해서는 연구개발의 과정에 인력양성이 포함되어야 한다. 이를 위한 교육훈련 및 학술활동은 CSE의 주요기능 중 하나가 될 것이다. 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 CSE과정을 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 세계적인 권위자 Josselin Garnier 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.

B. 산학연 협력을 통한 연구 추진 및 방법

b1. (주)삼성메디슨, 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 (2011년 7월-12월). 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.

b2. (주)볼트시물레이션, 국방과학연구소(ADD) 화생방 부서와의 공동연구 추진

본 사업단의 전산유체 그룹은 풍환경, 대기오염 솔루션 회사인 (주)볼트시물레이션과 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)볼트시물레이션, 국방과학연구소와의 공동연구를 2012년 6월부터 시작하였으며 2015년 5월까지 수행할 예정이다. 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 대외류모사 기법 및 입자 추적 기법을 개발하고자 한다. 아울러 초기 화구의 생성 예측모델 및 충격과 수치모델 등을 통해 핵폭발에 따른 일련의 과정을 예측할 수 있는 정밀 분석 모델을 개발하고자 한다.

C. 국내외 협력 연구 추진 및 방법

c1. 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.

참여교수진: 서진근(계산과학공학), 이창훈(계산과학공학), 최정일(계산과학공학), 정운모(계산과학공학), 이은정(계산과학공학), 동빈시우(계산과학공학), 김세익(수학), 박은재(수학), 이지현(수학), 엄원석(기계공학), 이형석(기계공학), 주철민(기계공학), 황도식(전기전자공학), 노의근(대기과학), 홍성유(대기과학), 홍진규(대기과학), 박해정(의과대학), 이상휘(치과대학), 김동호(학부대학), 고철기(학부대학)

c2. 국제 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.

▷ 해외 석학 초청 강연 및 세미나 확대

WCU 사업 지난 3년간(2010.04-2013.03) 미국, 영국, 프랑스 등 총 14개국 총 50여명이 본 사업단에 초청되어 집중강연 및 세미나를 개최하였으며 향후에도 지속적으로 운영한다.

- 해외학자 초청세미나 실적: Thomas J.R. Hughes(Univ. of Texas of Austin) 등 총 47회
- 해외학자 집중강연 실적: Max Gunzburger(Florida State University) 등 총 15회

▷ 국제 워크숍 및 국제학회의 본 사업단 주관, 공동개최 확대

본 사업단의 연구 성과의 교류 및 연구자 간 협력관계를 주도적으로 견인하기 위해서 국제 워크숍 및 국제 학회를 주최한다.

- 국제 학술대회 개최 실적: ICCM2012-International conference on computational mathematics(2012.07.11-13) 등 총 11회 개최

▷ 국제 콘소시엄 구성

WCU 사업 인적 인프라 및 연계된 해외학자들을 활용하여 특성분야별 국제적 연구그룹을 결성하여 국제 공동 과제 도출 및 공동연구를 추진한다.

7 연구진의 구성

7.1 참여 연구진 구성의 우수성

7.1.1 연구 비전에 맞는 연구진 구성

[목차]

A. 사업단장의 연구 및 행정 역량

▷ 사업 단장: 서진근 교수

▷ 사업단장 연구 역량

B. 사업 단장직 수행의지

▷ WCU-계산과학공학과 연구 및 교육 인프라 확대

▷ 계산과학공학을 체계적으로 수행하는 인력 양성

▷ 계산수학기반 수치해석, 전산유체역학, 의료영상 연구 분야의 특성화 및 통합연구 수행

C. 사업단 내 연구팀 구성 및 연구진의 적합성

▷ 다학제간 연구를 종합적으로 수행 가능한 교수진으로 구성

▷ 참여교수의 최근 3년 논문 성과

▷ 사업단 구성 인력의 적합성 및 우수성

A. 사업단장의 연구 및 행정 역량

▷ 사업 단장: 서진근 교수

· 소속: 연세대학교 계산과학공학과 교수

· 최종학력: 미국 University of Minnesota, 수학박사(1991년 7월)

· 연구실적(최근3년): 수학기 상위 1% 저널인 SIAM Review에 게재를 포함하여 SCI 저널 22편

· 주요 행정경력: WCU-계산과학공학과 사업단장(2008-2013)

연세대 계산과학공학과 학과장(2009-2010)

연세대 수학과 학과장 (2008-2009)

연세대 BK21 수리과학사업단 사업단장 (2003-2006)

▷ 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 이 분야의 대표적인 국제학회

“XIth International Conference On Electrical Bioimpedance & Vth Electrical Impedance Tomography”의 plenary speaker로 초청되어 발표하였으며, 수학기 상위 1% 저널인 SAIM Review에 논문을 게재(2011년)하였다. 또한 그 연구 결과가 그해 WCU 2011 이학분야 연구대표 사례에서 최우수 성과로 선정되었다.

서진근 교수는 2002년 역전도 문제에서 이상 물질의 위치 및 크기 추적 알고리즘을 개발하여 수학계의 최고 학술지 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 대

학, 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.

B. 사업 단장직 수행의지

본 사업단은 WCU 사업을 통해 설립된 계산과학공학과를 실질적으로 첨단 산업 및 공학 발전을 견인할 수 있는 연구와 교육을 수행하는 대학원과정으로 만들고 계산과학공학 분야의 명실상부한 아시아와 세계의 허브로 자리매김하는 것이다.

▷ WCU-계산과학공학과 연구 및 교육 인프라 확대

WCU 사업 초기에 계산과학 분야의 세계적인 권위자인 Max Gunzburger 교수와 Carsten Carstensen 교수를 영입하고 젊고 유망한 신진 인력들[최정일(NIST, 전산유체역학), 정윤모(Minnesota, 영상처리), 이은정(Colorado, 과학계산)]이 합류하여 대학원 독립학과로 발돋움 하였고, Stanford 대학의 ICME(Institute for Computational and Mathematical Engineering) 석사 및 박사학위 과정 프로그램들 벤치마킹하여 우수한 연구 성과 도출 및 우수 대학원생 교육 등을 통해 계산과학공학과가 국내 유일의 CSE 분야 인재양성 교육 및 연구 기관으로 부상하였다. 이 과정에서 계산과학공학 분야의 해외석학 초빙하여 세미나/워크샵 개최, 국제학술대회 주관 등의 공동연구 시스템을 마련하였으며 국내외 네트워크를 구축하였다. 이러한 공동연구 및 교육 시스템을 보다 확대하여 계산과학공학의 국내외 허브로 도약한다.

▷ 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.

▷ 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.

· 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.

· 전산유체역학 연구 분야: 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 특성화 한다.

· 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

▷ 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): 이은정 교수, 정윤모 교수, 박은재 교수(겸임교수), 이지현 교수(겸임교수)

- Computational & Theoretical Fluid Dynamics Lab(전산유체역학 연구): 이창훈 교수, 최정일 교수
- Inverse Problems & Medical Imaging Lab(수학기반 의료영상 연구): 서진근 교수, 정윤모 교수

▷ 참여교수의 최근 3년 논문 성과

- 사업단장: 서진근 SCI급 논문 22편
- 참여교수: 이창훈 SCI급 논문 14편, 이은정 SCI급 논문 10편, 정윤모 SCI급 논문 3편
- 신입교수: 최정일 SCI급 논문 8편

사업단장은 최근 3년간 논문이 22편으로 연구 역량이 뛰어나며, 참여교수들도 BK21PLUS 사업의 수학분야 참여기준 연구 실적인 3년간 1.2편보다 높은 연구 실적을 도출하였다. 2명의 신입교수 (Dongbin Xiu, 최정일) 중 최정일 교수가 사업단에 참여함으로써 신입교수 참여기준을 만족시킨다.

▷ 사업단 구성 인력의 적합성 및 우수성

· 이창훈 교수는 전산유체역학 분야, 특히 난류에 대한 수치모사분야의 전문가이다. 초기에는 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 250회 이상 SCI 논문에서 인용이 된 바 있다. 이창훈 교수는 2005년에는 한국과학기술총연합회 과학기술우수논문상을, 2007년에는 대한기계학회 남한학술상을 수상하였다. 또한 2013년에는 연세대학교 우수업적교수상(교육부문, 공학분야)를 수상한 바 있다. 최근에는 입자부유된 난류의 직접수치모사를 통한 난류 특성과 신속한 압력계산 알고리즘의 개발에 관한 연구를 수행 중이다.

· 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 등 지난 WCU-CSE 사업기간 동안 SCI급 논문을 11편 게재하였다. 또한 경희대 임피던스 영상 신기술 연구센터(IIRC)와 공동으로 Micro-EIT 알고리즘 및 phantom 실험용 KHU Mark 2 EIT system을 개발하였다. 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 학술 활동을 하고 있다.

· 정윤모 교수는 2009년 9월에 계산과학공학과 교수로 임용된 후 연구, 교육, 산업체, 연구소와의 협력 연구 및 자문 등 여러 분야에 걸쳐 활발한 활동을 하고 있다. 의료영상팀에서 주로 영상복원, 객체분할, 영상후처리 연구를 진행하고 있으며, 수치해석팀과 활발한 연구 교류를 진행 중이다. 이중 감시 비디오 카메라에 대한 연구업적은 SCI 상위 10% 저널에 게재되었다. 지난 WCU-CSE 사업기간 동안 (주)삼성메디슨에 자문 및 산학프로젝트 수주, 기술개발 및 이전 등 협력연구를 진행하였으며 치과대학 및 (주)Ray와 산학 공동 연구를 진행 중에 있다. 또한 국가수리과학연구소(NIMS)의 수치프로그램 연구팀과도 MREIT 관련 공동연구를 수행하고 있다.

· 최정일 교수는 2010년 9월에 계산과학공학과 교수로 임용된 후 연구, 교육, 해외기관과의 교류, 산업체 협력 및 자문 등 다양한 분야에서 활동을 하고 있다. 연구분야는 전산유체역학 및 환경난류이며, 관련 연구분야의 저명한 학자들과 활발한 연구 교류를 하고 있다. 미국표준기술연구소(NIST)의 실내공기질 그룹과 극미세입자 실내확산 예측, 화재안전 그룹과 복잡형상에 적합한 가상경계법 기반 대외류모사 기법 개발에 대한 국제공동연구를 진행 중에 있으며 연구 결과는 국제 전문학술지 및 학술회의에 발표하고 있다. 산학협력 분야에서는 (주)볼트시뮬레이션과 공동연구를 체결하고 오염의 실제 확산 과정을 예측할 수치 모형 개발 연구를 진행 중이다. 또한 국방과학연구소의 화생방부서와 핵폭발 초기과정 수치모형개발에 대한 공동 연구를 하고 있다.

8 연구의 국제화 현황 및 계획

8.1 참여교수의 국제화 현황 (최근 3년)

8.1.1 국제적 학술활동 참여 실적

[목차]

A. 국제 학회/학술대회 활동

▷ 국제학회 기조강연 및 Invited talk 실적

▷ 국제학회/학술대회 위원회 및 좌장 활동

B. 국제 학술지 편집위원 활동

C. 국제 저술활동

A. 국제 학회/학술대회 활동

▷ 국제학회 기조강연 및 Invited talk 실적

· Changhoon Lee, Near-wall characteristics of inertial particles suspended in vertical turbulent channel flow, The 3rd Asian Symposium on Computational Heat Transfer and Fluid Flow, Kyoto, Japan, 2011.09.22-26

· Jin Keun Seo, 2nd International Workshop on Interdisciplinary Applied Mathematics, MR-based Electrical Impedance Imaging, Zhejiang University, Hangzhou, China, 2010. 12.2-12.5

· Jin Keun Seo, International conference on Inverse Problems and Applications, Elliptic PDE in lectrical tissue property imaging, Hangzhou, China, 2012.9.17

· Jin Keun Seo, Finnish-Japanese-Korean workshop on inverse problems, Electrical tissue property imaging, University of Helsinki, Finland, 2012.12.13-16

▷ 국제학회/학술대회 위원회 및 좌장 활동

· (Session chair) Eunjung Lee, The First Joint Meeting of the Chinese Mathematical Society and the Korean Mathematical Society(CMS-KMS), Southwest University in Chongqing, China, May, 17-22, 2010

· (Session chair) Changhoon Lee, 63rd American Physical Society Division of Fluid Dynamics Annual Meeting, Nov. 2010

· (Advisory Board Member) Changhoon Lee, The 7th Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena, Ottawa, July, 2011

· (Organizing Committee) Changhoon Lee, ASME-JSME-KSME Joint Fluids Engineering Conference 2011, July, 2011

· (Session chair) Changhoon Lee, The 8th Korea-Japan Thermal and Fluids Engineering Conference, March, 2012

· (Session chair) Jung-il Choi, The 8th KSME-JSME Thermal and Fluid Engineering Conference, Mar. 18-21, 2012, Incheon, Korea

· (Session chair) Changhoon Lee, 64th American Physical Society Division of Fluid Dynamics Annual Meeting, Nov. 2011

· (Organizing Committee) Changhoon Lee, The 8th Korea-Japan Thermal and Fluids Engineering Conference, March, 2012

· (Organizer) Jin Keun Seo, SIAM Conference on Imaging Science(IS12), Philadelphia, USA,

2012.5.20-22

- (Steering Committee) Jin Keun Seo, 13th International Conference on Biomedical Applications of Electrical Impedance Tomography(EIT 2012): Tianjin, China, 2012.5.23-25
- (Organizing Committee) Eunjung Lee, International Conference for Women in Mathematics, Ewha Womans University, Korea, June 21-22, 2012
- (Session chair) Eunjung Lee, International Conference for Women in Mathematics, Ewha Womans University, Korea, June 21-22, 2012
- (Organizing Committee) Eunjung Lee, International Conference on Computational Mathematics, Yonsei University, Korea, July 11-13, 2012
- (Scientific Committee) Jin Keun Seo, International Conference on Inverse problems and related topics 2012, 2012.10.21-10.26, Southeast university, Nanning, China,
- (Session chair) Eunjung Lee, International Conference on Inverse Problems and Related Topics 2012, Southeast University, Nanjing, China, October 21-26, 2012
- (Organizing Committee) Changhoon Lee, International Conference on Multiphase Flow 2013
- (Local Orgainzing Committee) Eunjung Lee, International Workshop and Tutorial on Computational Mathematics, Yonsei University, Korea, March 25-26, 2013

B. 국제 학술지 편집위원 활동

- (Associate Editor) Jin Keun Seo, Inverse Problems and Imaging, American Institute of Mathematical Science
- (Associate Editor) Jin Keun Seo, Inverse Problems in Science & Engineering
- (Lead Guest editor) Jin Keun Seo, Computational and mathematical Method in Medicine, special issue (2013.1)

C. 국제 저술활동

- Jin Keun Seo, Nonlinear Inverse Problems in Imaging, Jin Keun Seo, Eung Je Woo, Wiley Press, 2012, ISBN: 978-0-470-66942-6

8.1.2 국제적 연구활동 참여 실적

[목차]

A. 국제 공동연구 활동

- ▷ Max Gunzburger 교수(Florida 주립대, 미국)와 공동연구
- ▷ Habib Ammari 교수(Ecole Normale Superieure, 프랑스)와 공동연구
- ▷ Andrew Persily 박사(NIST, 미국)와 공동연구
- ▷ Sohail Nadeem 교수(Quaid-i-Azam 대학, 파키스탄)와 공동연구
- ▷ Bill Lionheart 교수(Manchester 대학, 영국)와 공동연구
- ▷ Thomas A. Manteuffel 교수(Colorado 주립대, 미국)와 공동연구
- ▷ Kuppalapalle Vajravelu 교수(University of Central Florida, 미국)와 공동연구
- ▷ Randall McDermott 박사(NIST, 미국)와 공동연구
- ▷ Damijan 교수(Ljubljana 대학, 슬로베니아)와 공동연구
- ▷ Carsten Carstensen 교수(Humboldt 대학, 독일)와 공동연구
- ▷ Manuchehr Soleimani 교수(Bath 대학, 영국)와 공동연구
- ▷ Bastian von Harrach 교수(Stuttgart 대학, 독일)와 공동연구

B. 기타 국제 활동

A. 국제 공동연구 활동

▷ Max Gunzburger 교수(Florida 주립대, 미국)와 공동연구

이은정 교수는 Max Gunzburger 교수와 난류모델의 변형 중에서 가장 광범위하게 쓰이고 있는 모델 중 하나인 Smagorinsky 모델에 spectral eddy-viscosity 방법을 적용시키는 연구를 수행하였다. 일반적으로 spectral eddy-viscosity 방법은 푸리에 변환에 그 바탕을 두고 있는데 이은정 교수와 Gunzburger 교수는 유한요소법의 계층기저함수를 이용하여 spectral eddy-viscosity 방법을 유한요소법에 성공적으로 적용시켰다. 또한 최적제어 image registration 문제에 대해서도 두 편의 공저 논문이 있다. CSE 대학원생 Irene Sonja Monnesland의 공동 지도교수로서 학생 지도 및 공동연구를 지속한다.

▷ Habib Ammari 교수(Ecole Normale Supérieure, 프랑스)와 공동연구

사업단장인 서진근 교수는 프랑스 최고의 대학인 Ecole Normale Supérieure, Department of Mathematics and Applications의 Habib Ammari 교수와 공동연구를 지속적으로 진행 중이다. Ammari 교수의 한국방문과 서진근 교수의 프랑스 방문 시 심도 깊은 논의/연구가 이루어지고 있으며, 지난 2012년 12월에 서진근 교수가 프랑스를 방문하여 Habib Ammari 교수가 최근 연구한 'Electrical fish' 에 관한 공동연구 방향을 논의하였으며 Sensitivity 문제의 응용성 가능성을 모색하였다. 또한 effective conductivity 개념에 관한 논의를 하였으며 membrane을 포함한 생체조직 관련 effective conductivity에 관해 공동 연구를 진행하기로 하였다.

▷ Andrew Persily 박사(NIST, 미국)와 공동연구

최정일 교수는 2011년 1월부터 실내환경 연구의 주도적인 연구기관인 미국 표준기술연구소(NIST)의 Indoor Air Quality(IAQ) 그룹(Andrew Persily, Lance Wallace, Donghyun Rim)과 실내환경 내에 발생하는 오염원으로부터 방출되는 극미세(나노) 입자들의 실시간 동적 변화 측정 및 응고현상을 기반으로 하는 입자동적 모형과 오염원 방출 모형 개발을 하고 있다. 공동 연구 결과로 'Evolution of Ultrafine Particle Size Distributions Following Indoor Episodic Releases: Relative Importance of Coagulation, Deposition and Ventilation'를 Aerosol Science & Technology에 게재하는 등 총 2편의 논문을 게재하였다.

▷ Sohail Nadeem 교수(Quaid-i-Azam 대학, 파키스탄)와 공동연구

이창훈 교수는 파키스탄 Quaid-i-Azam 대학 수학과와 Sohail Nadeem 교수를 초청(2011년 7월~9월)하여 본 학과와 유체역학 분야에서 공동연구를 수행하고 앞으로도 교류를 통해 지속적인 공동연구를 수행하는 자리를 마련하였다. Sohail Nadeem 교수는 응용수학, 특히 유체역학 분야에서 매우 활발히 논문을 발표하는 학자로 초청기간 동안 대학원 대상 세미나 및 튜토리얼 강연, 대학원생과의 공동연구를 수행하였다. 공동연구 결과로 'Axisymmetric Stagnation Flow of a Micropolar Nanofluid in a Moving Cylinder'를 Mathematical Problems in Engineering 저널에 게재하는 등 4편의 논문을 게재하였다.

▷ Bill Lionheart 교수(Manchester 대학, 영국)와 공동연구

서진근 교수는 2012년 10월에 맨체스터 대학을 통해 Bill Lionheart 교수와 EIT 관련 공동연구를 수행하기로 하였으며, 추후 2012년 12월에 서진근 교수의 제자인 Munkh-Erdene Ts 박사와 대학원생 권혁남을 파견하여 EIT를 활용한 지하오염물 탐사에 관한 연구를 진행하기로 하고 (체제비 Manchester 대학에서 전액 부담), 2013년 1월에 대학원생인 박형석, 최재규를 Manchester 대학에 파견하여 X-ray의 6방향의 projection data로 Computerized Tomography를 복원하는 방식을 개발하였다.

▷ Thomas A. Manteuffel 교수(Colorado 주립대, 미국)와 공동연구

이은정 교수는 Thomas A. Manteuffel 교수와 6편의 공저 논문이 있으며 현재 비선형 편미분 방정식의 근사

해를 얻기 위한 새로운 수치기법을 개발 하고 있다. 현재 개발 중인 수치 기법은 이전에 시도된 적이 없는 방법으로 특이성을 가짐으로써 낮아지는 해의 미분가능성에서 오는 문제를 극복할 수 있는 방법을 제시한다. 이는 선형 편미분 방정식 뿐만 아니라 비선형 편미분 방정식으로의 적용까지 확대 될 것이다.

▷ Kuppalapalle Vajravelu 교수(University of Central Florida, 미국)와 공동연구
미국 University of Central Florida 수학과 Kuppalapalle Vajravelu 교수는 2010년 9월부터 한 학기 동안 본 학과에 체류하면서 이창훈 교수와의 공동연구 및 대학원생 지도를 진행하였다. 공동연구 결과로 'Convective heat transfer in the flow of viscous Ag-water and Cu-water nanofluids over a stretching surface'를 International Journal of Thermal Sciences에 게재하는 등 3편의 논문을 게재하였다.

▷ Randall McDermott 박사(NIST, 미국)와 공동연구
최정일 교수는 2012년 6월부터 FDS(Fire Dynamics Simulator)를 개발한 NIST Fire Research Division(FRD)의 Engineered Fire Safety(EFS) 그룹의 Randall McDermott 박사와 공동연구를 통해 복잡한 형상에 대한 열 유동해석을 위한 가상경계기법(Immersed Boundary Method) 및 벽모형 대와류모사(Wall-modeled Large Eddy Simulation)기법을 개발을 하고 있다. 공동연구 결과인 'Near-Wall Modeling for Large Eddy Simulation of Convective Heat Transfer in Turbulent Boundary Layer'를 65th APS DFD meeting의 국제학술대회에 발표하였다.

▷ Damijan 교수(Ljubljana 대학, 슬로베니아)와 공동연구
서진근 교수는 2012년 11월에 슬로베니아 Ljubljana 대학을 방문하여 세계적인 석학 Damijan 교수와 Electroporation(저자기를 이용한 암치료방식)에 관한 기초연구에 관해 논의하였다. 이 때 방문에서 Jozef Stefan Institute 소장과의 면담 및 MRI 실험실을 둘러보고 연구소 Igor 교수와 MREIT에 관한 공동연구 추진 방향 논의와 우수인력 채용 가능성에 대해 논의하였다.

▷ Carsten Carstensen 교수(Humboldt 대학, 독일)와 공동연구
적용 유한요소법 영역의 세계적 권위자인 Carstensen 교수는 시공간 미분 방정식의 수치해를 찾기 위해 공간변수에 대해서는 혼합유한요소법을 적용하고 시간변수에 대해서는 변형된 연속 backward Euler/Crank-Nicolson 시간 분할 방법을 적용한 완전 분할 방법에 대해 이은정 교수와 공동연구를 하였다. Carstensen 교수는 2010년부터 수차례 본 학과를 방문하여 공동연구를 수행하였고 한국에서의 계산과학공학의 전파를 위하여 여러 차례 학술대회 기조연설 및 계산수학관련 학술대회를 주관하였다. Carstensen 교수는 앞으로도 지속적인 공동연구를 수행하고 계산과학공학의 필요성을 알리는데 뜻을 같이 하였다.

▷ Manuchehr Soleimani 교수(Bath 대학, 영국)와 공동연구
서진근 교수는 2012년 10월에 영국 Bath 대학의 Manuchehr Soleimani 교수와 Fabric EIT에 관한 논의를 시작하였으며 그 공동연구 결과로 'Fabric pressure sensing technique using electrical impedance tomography'의 논문을 CMMM(Computational and Mathematical Methods in Medicine) 저널에 투고를 완료하였다(2012년 10월).

▷ Bastian von Harrach 교수(Stuttgart 대학, 독일)와 공동연구
독일 Stuttgart 대학 Fachbereich Mathematik의 Bastian von Harrach 교수는 지속적으로 본 학과를 방문하여 대학원생 대상 집중강연 및 특강을 수행하고 있으며, 서진근 교수와 EIT 관련 연구를 진행하고 있다. 2013년 4월에 서진근 교수는 Stuttgart 대학을 방문하여 지금까지 진행해오던 공동연구 분야인 Local conductivity identification in electrical impedance tomography, EIT-based Leakage Detection in Underground Pipelines in Mongolia, MR-based electrical tissue property imaging에 대해 심도 깊은 논의를 진행하였다. 또한 4월 21일-26일에 독일에서 개최한 International Conference on Electrical Bio-Impedance(ICEBI) 2013 국제학회 참가하여 연구 결과를 발표하였다.

B. 기타 국제 활동

▷ 서진근 교수는 미국 Cornell 대학의 석좌교수 Yi Wang 과 Electro-Magnetic Tissue Properties 책을 공동 저술하여 오는 2013년 7월에 발간할 예정이다.

8.2 사업단 비전에 맞는 국제화 전략 및 계획의 우수성

[목차]

A. 국제화 전략 및 계획

- a1. 해외 우수대학 및 연구소와 MOU 체결을 통한 학술교류 활성화
 - ▷ MOU 체결 현황
 - ▷ MOU 체결 및 공동학위제(Dual/Joint degree program) 계획
- a2. 해외학자 초청 프로그램 운영을 통한 집중강연/초청세미나 확대
 - ▷ 해외학자 집중강연 실적 (2010.04-2013.03): 총 15회
 - ▷ 해외학자 초청세미나 실적(2010.04-2013.03): 총 47회
- a3. 국제워크숍/학술대회 개최를 통한 사업단의 국제화
 - ▷ 개최실적: 11회 개최 (2010.01-2013.03)
- a4. 우수한 해외 학자의 특훈/겸임교수로 영입하여 CSE 교육/연구/행정 참여 확대

B. 세계수준 달성 계획

- b1. 자체 준거 집단 설정
 - ▷ 준거집단의 특성
 - ▷ 사업단의 경쟁력 분석 및 목표 설정
- b2. 세계수준의 사업단으로 성장 계획
 - ▷ 연구 결과의 우수성 향상을 위한 제도 개선
 - ▷ 대학원생의 연구 역량 강화를 위한 제도 개선
 - ▷ 국내외 우수기관과 공동연구를 통한 연구의 질적 확대

A. 국제화 전략 및 계획

- a1. 해외 우수대학 및 연구소와 MOU 체결을 통한 학술교류 활성화
 - ▷ MOU 체결 현황

해외 우수 대학 및 연구소와 학술교류를 위한 MOU를 체결하여 연구자 교류, 대학원생 해외 연수지도 확대, 공동연구 추진 등을 통해 연구역량을 강화하고자 한다. 본 사업단의 MOU 체결 현황은 미국 1개 기관, 독일 1개 대학, 중국 3개 대학, 몽골 1개 대학 등 총 6곳이다.

- 미국 표준연구소(NIST) Fire Research Division과 학술 및 연구자 교류
- 독일 Humboldt 대학교와 대학교 차원의 학술 및 학생교류
- 중국 Ocean 대학교, Zhejiang 대학교, Southeast 대학교들과 학술활동 및 학생교류
- 몽골 과학기술대학(MUST)과 학술활동 및 학생교류

- ▷ MOU 체결 및 공동학위제(Dual/Joint degree program) 계획

- 독일 Humboldt 대학의 수학과, Florida 주립대학 계산과학과의 복수학위제 추진 중
- 국제적 학술교류의 확대를 위해 본 사업 초청 해외학자 소속기관을 중심으로 계산과학공학 관련 대학 및 연구소로 MOU 추진 확대할 예정임

- a2. 해외학자 초청 프로그램 운영을 통한 집중강연/초청세미나 확대

미국, 영국, 프랑스 등 총 14개국 총 45명이 학과에 초청되어 집중강연 및 세미나 개최

- ▷ 해외학자 집중강연 실적 (2010.04-2013.03): 총 15회

- John Kim (UCLA, USA), Theory of Turbulent Flow, 20100901-20100930
- Kuppalapalle Vajravelu (Univ. of Central Florida, USA), Engineering Mathematics 4, 20100903-20100928

- Max Gunzburger(Florida State Univ, USA), Open Lecture & Special Lecture Series-Centroidal Voronoi Tessellations: Theory, Algorithms, and Applications, 20109920
 - Dongbin Xiu(Purdue Univ, USA), Special Lecture Series on Stochastic Numerical Methods, 20101208-20101217
 - Carsten Carstensen(Humboldt Univ, Germany), Adaptive Finite Element Analysis Practice, 20110829
 - Carsten Carstensen(Humboldt Univ, Germany), Lecture 1: Data and Geometry plus Mesh-Refinements, 20110830
 - Carsten Carstensen(Humboldt Univ, Germany), Lecture 2: Courant, Crouzeix-Raviart, and Raviart-Thomas Adaptive FEM, 20110831
 - Carsten Carstensen(Humboldt Univ, Germany), Lecture 3: Finite Element Analysis of the Stokes Equations, 20110901
 - Carsten Carstensen(Humboldt Univ, Germany), Lecture 4: Finite Element Analysis of the Navier-Lame Equations, 20110902
 - Carsten Carstensen(Humboldt Univ, Germany), Lecture 5: Miscellana and Concluding Discussion, 20110903
 - Max Gunzburger(Florida State Univ, USA), Applications of Karhunen-Loeve expansions in numerical methods for PDEs with random inputs, 20110922
 - Max Gunzburger(Florida State Univ, USA), A nonlocal vector calculus and nonlocal models for diffusion and mechanics, 20110927
 - Dongbin Xiu(Purdue Univ, USA), Advanced Numerical Algorithms for Stochastic Computing and Uncertainty Quantification, 20110928-20101007
 - Carsten Carstensen(Humboldt Univ, Germany), Intensive course on Adaptive Finite Element Method, 20120305
 - Carsten Carstensen(Humboldt Univ, Germany), Intensive course on Adaptive Finite Element Method, 20130304-20130426
- ▷ 해외학자 초청세미나 실적(2010.04-2013.03): 총 47회
- Hyunsun Lee(Florida State University), Computing Bounds on Thermo-Mechanical Properties Using Extended Hashin-Shtrikman Variational Principle, 20100421
 - S.M. Mefire(Universite Henri Poincare, France), Exponential Meshes for the 3D Computation of a Magnetic Induction, 20100513
 - Emilia Kyung Jin(George Mason University), Predictability of High-Resolution Models for Climate Change Purposes, 20100514
 - S.M. Mefire(Universite Henri Poincare, France), Imaging of electromagnetic imperfections in 3D bounded domains, 20100517
 - Myong-Hi Nina Kim(SUNY at Old Westbury, USA), A Universal Bound for the Average Cost of Root Finding, 20100608
 - Chong S. Kim(USEPA National Health and Environmental Effects Research Lab., USA), Aerosol Transport and Deposition in the Respiratory Airways: Challenges in in-vivo Measurement and Modeling, 20100614
 - Hantaek Bae(University of Maryland, USA), Littlewood-Paley decomposition and applications to PDEs, 20100701
 - S.M. Mefire(Universite Henri Poincare, France), For the implementation in 3D with certain mixed finite elements, 20100705
 - S.M. Mefire(Universite Henri Poincare, France), Numerical study of a limit model of Maxwell equations in a 3D bounded domain, 20100706
 - Habib Ammari(Ecole Polytechnique, France), Generalized Polarization Tensors: Recovery of Fine

Shape Details, 20100722

- S.M. Mefire(Universite Henri Poincare, France), Numerical approximations of a model of eddy currents, 20100722
- Bastian Von Harrach(Universitat Wurzburg, Germany), Exact shape-reconstruction by one-step Linearization in EIT, 20100805
- Pilhwa Lee(Connecticut Health Center, USA), Nonconforming approach in cellular movement and optimal composite material design, 20100810
- Yi Wang(Cornell Univ., USA), MR Quantitative susceptibility mapping(QSM) for quantifying biomarkers, removing artifacts and revealing hypointensity source in MRI, 20101012
- Mahdi Abbasi(Isfahan University, Iran), D-bar method in EIT, 20101019
- Thomas J.R. Hughes(Univ. of Texas of Austin, USA), Isogeometric Analysis, 20101020
- Gang Bao(Michigan State Univ., USA), Recent Developments in Inverse Scattering for Maxwell's Equations and Applications , 20101109
- Kang Sung Ha(Georgia Tech, USA), Variational Approaches to Image reconstruction and segmentation, 20101221
- Kuo-chang Chen(National Tsing Hua University, Taiwan), The Kepler problem revisited, 20110124
- Siegfried Raasch(Universitat Hannover, Germany), High resolution large-eddy simulations of the atmospheric boundary layer using massively parallel computer architectures, 20110309
- Peter While(Univ. of Tasmania, New Zealand), Gradient coil design in MRI: 3D gradient coils and hot spot minimization, 20110523
- Michel Chipot(Universitat Zurich, Switzerland), Some asymptotic issues, 20110530
- Michel Chipot(Universitat Zurich, Switzerland), Elliptic problems in unbounded domains, 20110602
- Rejeb Hadiji(University Paris Est Creteil, France), Problem with critical Sobolev exponent and with weight, 20110623
- Sohail Nadeem(Quaid-i-Azam Univ, Pakistan), Peristaltic flow in a rectangular Duct, 20110720
- Jochen Bruning(Humboldt-Universitat zu Berlin, Germany), The nodal count, 20110831
- Sookkyung Lim(University of Cincinnati, USA), Generalized immersed boundary method applied to mathematical modeling in biology, 20110907
- Clayton G. Webster(Oak Ridge National Laboratory, USA), An adaptive sparse grid generalized stochastic collocation method for high-dimensional UQ, 20110928
- John Burkardt(Florida State University, USA), Parallel Programming with MATLAB, 20110928
- Neil Trudinger(Australian National University, Australia), On the local theory of prescribed Jacobian equations, 20111004
- Sung Ha Kang(Georgia Tech, USA), Medical Imaging Seminar, 20111229
- Bastian Von Harrach(Universitat Wurzburg, Germany), Tikhonov regularization in inverse problems: From basics to applications, 20120319
- Yi Wang(Cornell Univ., USA), Quantitative Susceptibility Mapping, 20120402
- Ulrich Katscher(Phillips Technologie GMBH, Germany), Electrical tissue property imaging: from basics to applications, 20120601
- Shuyu Sun(King Abdullah University of Science and Technology, UAE), Compatible Algorithms for Flow and Transport with Application to Carbon Sequestration, 20120615
- Habib Ammari(Ecole Normale Superieure, France), Neumann-Poincare type operators, super-resolution, and electromagnetic invisibility, 20120718
- Haesun Park(Georgia Institute of Technology, USA), Nonnegative Matrix Factorization: Algorithms and Applications, 20120806
- Xue-Cheng Tai(University of Bergen, Norway & Nanyang Technological University, Singapore), Image Inpainting Using a TV-Stokes Equation, 20120810

- Igor Sersa(Laboratory for Magnetic Resonance Imaging at Jozef Stefan Institute, Slovenia), MR Microscopy in Biomedical Research, 20120918
- Olof Widlund(New York University, USA), Domain Decomposition Algorithms for Problems with Two Sets of Material Parameters, 20121129
- Jichun Li(University of Nevada, USA), Mathematical modeling and analysis of wave propagation in Metamaterials, 20121219
- Chunlei Liu(Radiology Medical Physics, Duke University, USA), Quantitative Susceptibility Mapping: Recent Progress and Challenging Issues, 20130107
- Christopher Chao(The Hong Kong University of Science and Technology, China), Respiratory Disease Infection Mechanism and Control, 20130115
- Kab Seok Kang(Max-Planck-Institut fur Plasmaphysik EURATOM Association, Germany), Fusion Research and HPC, 20130131
- Luis Escauriaza(Universidad del Pais vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea and its acronym UPV/EHU, Spain), Null control and measurable sets, 20130221
- Arie Iserles(University of Cambridge, United Kingdom), Back to basics: Finite differences and differentiation matrices, 20130322

a3. 국제워크숍/학술대회 개최를 통한 사업단의 국제화

- ▷ 개최실적: 11회 개최 (2010.01-2013.03)
 - Medical imaging workshop (2010.01.08)
 - Turbulence workshop (2010.02.03)
 - CSE-NIMS workshop (2010.09.10-11)
 - CSE-CCSA (Humboldt) workshop (2010.11.15-17)
 - 2010 MR-based impedance imaging international workshop (2010.12.08-10)
 - Joint workshop between Yonsei-CSE and Ocean Univ-Math. (2011.03.24)
 - 2011 CSE-CEE workshop on computational fluid engineering (2011.04.11)
 - 2011 CSE workshop on computational turbulence (2011.06.22)
 - Applied and computational mathematics conference in Seoul (2012.02.09-10)
 - ICCM2012: International conference on computational mathematics (2012.07.11-13)
 - IWCM2013: International workshop on computational mathematics (2013.03.25-27)

a4. 우수한 해외 학자의 특훈/겸임교수로 영입하여 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 WCU사업을 통해 설립 초기, SIAM에서 2005년에 발표한 계산과학 관련 유사전공 대학원 학과 및 과정 중 상위 집단인 Stanford대학의 Institute for Computational and Mathematical Engineering(ICME) 석·박사과정 프로그램과 유사한 형태로 구성되었다. 본 학과는 계산과학에 기반을 두고 자연과학, 공학, 의학 등 다양한 응용분야를 선택할 수 있는 학제간 융합 과정으로서 수리모델링, 컴퓨

터 시뮬레이션, 분석, 시각화 등을 포함하는 과학계산을 통합적이고 체계적으로 수행할 수 있는 고급인력 양성 및 세계수준의 연구성과 도출을 계획했다.

WCU사업 4년이라는 짧은 기간 동안 세계 우수대학의 교육 및 연구 시스템을 벤치마킹하고 우수한 연구실적 도출, 해외석학 초청 및 방문을 통한 국제화 등 세계수준의 학과로 성장하였으며 계산과학공학의 국제적 수준에 비추어 도약단계에 이르렀다.

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 과학계산학과와 일본 Nagoya 대학의 계산과학공학과를 준거집단으로 설정하였다.

▷ 준거집단의 특성

Stanford 대학: 사업단 단위, 참여교수 47명, 참여전공 12개

Texas-Austin 대학: 사업단 단위, 참여교수 40명, 참여전공 17개

Florida 주립대: 학과단위, 참여교수 14명, 참여전공 6개

Nagoya 대학: 학과단위, 참여교수 19명, 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.

· 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.

▷ 사업단의 경쟁력 분석 및 목표 설정

· 준거집단에 대해 2010.1-2012.3 기간 동안 소속교수들의 SCI/SCIE 논문편수를 취합하여 사업단의 경쟁력을 분석하였다. 연간 교수 일인당 출간된 논문편수는 Stanford 대학, Texas-Austin 대학, Florida 주립대, Nagoya 대학에 대해 각각 3.6, 2.6, 3.3, 0.8 이고, IF(impact factor) 지수는 각각 7.78, 8.12, 6.93, 1.89 이다. 본 사업단의 2010.1-2012.12 기준 연간 교수 일인당 출간된 논문 편수는 3.20이고 IF 지수는 6.19이다.

· Stanford 대학 사업단이 연구논문의 질적, 양적으로 높은 위치를 차지하고 있으며 본 사업단은 Texas-Austin 대학과 Florida 주립대와 유사한 결과를 나타내고 있다. 이는 현 사업단의 계산과학공학 분야의 국제적 연구 수준의 도약단계임을 반영하고 있다.

· 교수 일인당 논문 편수 (2010.1-2012.3 출간 기준) 및 IF 총합에 따른 계산과학공학 관련 국내외 사업단 비교 분석을 보면, Stanford 대학 사업단이 우위를 점하고 있다. Stanford대학의 연구성과를 분석한 결과, 일인당 연간 논문 편수는 3.5-3.6 정도로 추정되며, 일인당 연간 IF총합의 평균은 7.78이다.

· 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.

b2. 세계수준의 사업단으로 성장 계획

▷ 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

9 참여교수 연구역량

9.1 연구비 (최근 3년)

<표 10> 최근 3년간 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항목	수주액(천원)			
	2010년	2011년	2012년	전체기간 실적
정부연구비 수주총액	802,744	1,116,339	1,457,182	3,376,265
산업체 연구비 수주총액	54,091	25,000	-	79,091
해외기관 연구비 수주 환산총액	-	-	-	-
1인당 총 연구비 수주액	171,367	228,267	291,436	691,071
참여교수 수				5

9.2 논문 (최근 3년)

9.2.1 참여교수 1인당 국제저명학술지(SCI(E), SSCI, A&HCI) 환산 논문 편수

<표 11> 참여교수 1인당 논문 환산 편수 실적

구 분	최근 3년간 실적			전체기간 실적
	2010년	2011년	2012년	
논문 총 건수	14	13	21	48
1인당 논문 건수	2.8	2.6	4.2	9.6
논문 총 환산 편수	4.0499	3.675	7.2152	14.9401
1인당 논문 환산편수	0.8099	0.735	1.443	2.988
참여교수 수				5

9.2.2 참여교수 1인당 SCI(E) (SSCI 포함) 논문의 환산 보정 IF

<표 12> 최근 3년간 참여교수 1인당 SCI, SCIE (SSCI 포함) 논문의 환산 보정 IF

구 분	최근 3년간 실적			전체기간 실적
	2010년	2011년	2012년	
총 환산편수	4.0499	3.675	7.2152	14.9401
총 환산보정IF	3.14941	5.13769	4.72249	13.00959
환산 논문 1편당 환산보정 IF	0.77765	1.39801	0.65451	0.87078
1인당 환산 보정 IF	0.62988	1.02753	0.94449	2.60191
참여교수 수				5

9.2.3 사업단 참여 교수 논문의 우수성

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

구 분		최근 3년간 실적			전체기간 실적
		2010년	2011년	2012년	
Eigenfactor Score	총 환산편수	4.0499	3.675	7.2152	14.9401
	총 환산보정ES	4.59671	3.10806	7.11254	14.81731
	환산 논문 1편당 환산보정 ES	1.13501	0.84573	0.98577	0.99178

Eigenfactor Score	1인당 환산보정 ES	0.91934	0.62161	1.4225	2.96346
Impact Factor	총 환산편수	4.0499	3.675	7.2152	14.9401
	총 환산보정 IF	3.14941	5.13769	4.72249	13.00959
	환산 논문 1편당 환산보정 IF	0.77765	1.39801	0.65451	0.87078
	1인당 환산보정 IF	0.62988	1.02753	0.94449	2.60191
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

본 사업단의 참여교수 논문 실적은 최근 3년(2010-2012년)간 14편, 13편, 21편으로 총 48편이고 1인당 년간 논문 게재 수는 2.8, 2.6, 4.2로 수확분야의 논문 게재 기준(BK21PLUS 참여기준 3년간 1인당 논문편수: 1.2편)으로 볼 때 다소 우수한 편이다.

JCR 기준 전체 저널에 대한 각 저널의 영향력을 나타내는 Eigenfactor score(ES)의 지표 중에서 본 사업단의 환산 논문 1편당 환산 보정 ES는 최근 3년간 1.14, 0.85, 0.99로 거의 1점을 유지하고 있으며 이는 학문 영역별 세부 분야의 ES 상위 20%의 평균값을 의미하므로 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 최근 3년간 수치가 증가 추세에 있으며 이는 환산 논문 1편당 환산 보정 ES가 1점으로 유지되고 있음을 감안하면 실제로 게재된 논문의 수가 증가했다는 것을 의미한다. 즉 학문영역별 세부 분야에서 상위 20% 이내의 논문의 수가 증가했다는 뜻이다. 따라서 본 사업단에서는 논문의 질을 유지하면서 양적으로도 증가하고 있음을 반영한다.

인용횟수와 출간 논문수의 비율을 나타내는 저널의 IF 지표 중에서 본 사업단의 환산논문 1편당 환산 보정 IF 수치는 최근 3년 평균은 0.87이다. 이는 IF 기준 학문 영역별 상위 20% 평균에 비해 약 13% 낮은 수치를 나타내지만 본 사업단에서 출간된 논문들은 실제적으로 대부분 상위 20% 이내에 속한다.

본 사업단의 2011년도 환산논문 1편당 환산 보정 IF 수치가 1.40으로 최근 3년간 평균보다 다소 높게 나타난다. 이는 본 사업단의 서진근 교수가 수확계 1% 저널인 SIAM Review에 논문 1편을 게재하였기 때문이며 이 저널의 IF는 10.02, 보정 IF는 5.31에 이른다. 다수의 상위 20% 논문에 상위 1% 논문이 더해지면서 환산 논문 1편당 환산 보정 IF가 높게 나타났다.

본 사업단에서 게재한 연구 논문에 대한 높은 보정 ES, 보정 IF 지표는 연구의 질적 우수성을 나타내고 있으며 대부분의 출간 논문들이 상위 20%에 속하고 있다. 또한 최근 3년간 게재된 연간 1인당 논문 수는 3.2로서 본 사업단이 지원한 분야가 수확분야임을 감안할 때, 본 사업단의 연구 결과는 양적으로도 우수하다.

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

본 사업단의 최근 3년간 논문 게재 수는 총 48건이며 Google scholar의 인용횟수를 분석해보면, 논문 1편당 6.03 인용횟수를 보이고 있으며, 이중 수학적 1% 논문인 SIAM Review 저널의 논문은 2년간 총 48회 인용횟수를 나타내고 있다. IEEE Transactions on Medical Imaging에 실린 논문은 2012년에 게재되었음에도 불구하고 현재까지 총 14회 인용된 것으로 나타났다. 또한 Google scholar의 인용횟수 기준 논문 1편당 연간 인용횟수가 3회 이상인 논문수가 전체의 30%에 달한다.

- (인용횟수: 48회) Magnetic Resonance Electrical Impedance Tomography(MREIT), SIAM REVIEW, 2011
- (인용횟수: 26회) Convective heat transfer in the flow of viscous Ag-water and Cu-water nanofluids over a stretching surface, International Journal of Thermal Sciences, 2011
- (인용횟수: 19회) Numerical Simulations of Effects of Micro Vortex Generators Using Immersed-Boundary Methods, AIAA Journal, 2010
- (인용횟수: 14회) Error Analysis of Nonconstant Admittivity for MR-Based Electric Property Imaging, IEEE Transactions on Medical Imaging, 2012

본 사업단의 수학적 1% 저널에 게재된 논문의 내용은 WCU-CSE 사업단장인 서진근 교수가 세계최초로 물체를 MRI장치 내에서 회전하지 않고 물체내의 저항률분포 및 전류밀도 영상을 동시에 얻어낼 수 있는 무회전 MREIT의 모델을 개발(국제특허, 원천기술 확보)한 것으로 WCU 이학분야 연구 대표사례에서 최우수 연구성과(2009-2011년 기간 중)로 선정되었다.

9.2.4 사업단 국제저명학술지 우수 논문 향상 계획

[목차]

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

- ▷ 사업단의 경쟁력 분석
- ▷ 사업단의 일인당 연간 SCI(급) 논문 편수 및 IF 목표 설정
- ▷ 사업단의 환산보정 ES 및 IF 목표 설정

B. 사업단 국제저명학술지 우수 논문 향상 달성 전략

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

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

- ▷ 사업단의 경쟁력 분석

계산과학공학 분야의 준거집단(Stanford 대학, Texas-Austin 대학, Florida 주립대, Nagoya 대학 등)에 대한 논문 편수 (2009.1-2012.3 출간 기준) 및 IF 총합을 기준으로 실적을 비교/분석을 보면, Stanford 대학 사업단이 우위를 점하고 있다. 이중 우수 준거집단(Stanford 대학, Texas-Austin 대학, Florida 주립대)의 최근 3년(2010.1-2012.3) 1인당 논문 편수의 평균과 IF 총합의 평균은 각각 3.17과 7.68이다. 본 사업단의 2010.1-2012.12 기준 연간 교수 일인당 출간된 논문 편수는 3.20이고 IF 지수는 6.19이다.

- ▷ 사업단의 일인당 연간 SCI(급) 논문 편수 및 IF 목표 설정

본 사업단은 일인당 연간 SCI(급) 논문편수 및 IF 지수에 대해 사업종료 시점을 기준으로 논문편수를 3.8 (최근 3년 평균 3.2의 120% 향상), 연간 IF총합을 8.0(최근 3년 평균 6.19의 130% 향상)로 선정하여 양질의 연구결과를 도출함으로써 세계 최고 수준의 연구 집단으로 성장하고자 한다.

▷ 사업단의 환산보정 ES 및 IF 목표 설정

본 사업단의 최근 3년간 환산 논문 1편당 환산 보정 ES 및 IF의 평균은 각각 0.99와 0.87로서 본 사업단이 학문영역별 세부 분야의 상위 20% 이내 국제학술지에 대다수의 논문을 게재하였음을 의미한다. 지속적인 논문의 질적 우수성을 유지하기 위해 우수 논문 게재에 대한 환산 논문 1편당 환산보정 ES 및 IF를 1.0, 0.90으로 유지하는 것을 목표로 한다.

B. 사업단 국제저명학술지 우수 논문 향상 달성 전략

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.

▷ 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 차등화하고, 연구 성과를 기반으로 해외 단기/장기 연수와 국제학술대회 참여 지원 등에 대한 차등 기회를 제공한다.

▷ 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.

▷ 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 연구역량을 향상시킨다. 우수 대학원생 장기해외연수 및 해외 공동연구 지원을 통한 국제적 연구수준을 함양시키고, 박사 학위논문 심사위원 중에 해외학자 1명을 참여시켜 연구결과물의 수준을 높인다.

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

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

▷ 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 계산과학공학 연구의 중심 집단으로 성장한다.

▷ 해외자문단의 연구성과 평가에 따른 질적 향상

본 사업단의 해외학자들[Max Gunzburger(Florida 주립대), Carsten Carstensen(Humboldt 대학), John Kim (UCLA) 등]로 구성된 해외자문단을 통해 매년 사업단의 연구성과를 평가하여 국제 경쟁력을 제고하고, 해외 학자 및 참여교수의 pre-view system을 통하여 연구논문의 우수성을 내부적으로 평가함으로써 연구의 질적 향상을 극대화한다.

10 산학협력

10.1 특허 및 기술이전 실적

10.1.1 최근 3년간 참여교수 1인당 특허 등록 환산 건수

<표 14> 참여교수 특허 등록 실적

구 분		최근 3년간 실적			전체기간 실적
		2010년	2011년	2012년	
국내 특허	등록건수	0	0	0	0
	등록 환산건수	-	-	-	-
국제 특허	등록건수	2	0	1	3
	등록 환산건수	0.8333	-	0.6666	1.4999
등록건수 합계		2	0	1	3
등록환산건수 합계		0.8333	0	0.6666	1.4999
참여교수 1인당 등록환산건수		0.1666	0	0.1333	0.2999
참여교수 수					5

10.1.2 최근 3년간 참여교수 1인당 기술이전 실적

<표 15> 참여교수 기술이전 실적

(단위 : 천원)

항목		최근 3년간 실적(천원)			전체기간 실적
		2010년	2011년	2012년	
특허 관련	기술료 수입액	-	-	-	-
	참여교수 1인당 수입액	0	0	0	0
특허 이외 산업 재산권 관련	기술료 수입액	-	-	-	-
	참여교수 1인당 수입액	0	0	0	0
지적재산권 관련	기술료 수입액	-	-	-	-
	참여교수 1인당 수입액	0	0	0	0
Know-how 관련	기술료 수입액	-	-	-	-
	참여교수 1인당 수입액	0	0	0	0

기술이전 전체실 적 수입액	전체 기술료 수 입액	0	0	0	0
	참여교수 1인당 수입액	0	0	0	0
참여교수 수					5

10.2 산학협력 연구의 우수성

[목차]

- A. 산학협력을 통한 우수 연구성과 실적 및 계획
 - a1. (주)볼트시물레이션과의 산학과제 및 산학 장학생
 - a2. (주)삼성메디슨과 산학협력 연구
 - a3. (주)티이솔루션, (주)볼트시물레이션과 공동연구 실적
- B. 향후 7년간 공동연구 계획
 - b1. (주)볼트시물레이션과 향후 7년간 공동연구 계획
 - b2. (주)삼성메디슨, NIMS 의료영상팀과 향후 7년간 공동연구 계획
- C. 산학협력을 통한 산업 기여(기술이전, 제품화 및 사업화 등) 실적 및 계획

A. 산학협력을 통한 우수 연구성과 실적 및 계획

- a1. (주)볼트시물레이션과의 산학과제 및 산학 장학생
박사과정인 문기영은 (주)볼트시물레이션의 직원으로 산학장학생이며 현재 산학협력 공동연구를 수행 중이고 졸업 후 그 회사에 취직할 예정이다. 현재 참여하고 있는 과제는 다음의 두 건이다.
 - ▷ 제목: Interaction between particles and flow
 - 참여인력: 최정일, 이창훈, 박사과정학생 3인
 - 분류: 선행연구 단계(예산6,000만원 - 계약금 2,000만원, 중도금 2,000만원, 잔금 2,000만원)
 - 기간: 2010년 10월 - 2012년 9월 (24개월)
 - 연구 성과: 환경문제에 있어서 부유된 입자와 배경난류유동에 대한 이해를 바탕으로 모델개발의 필요성이 제기되어 왔으며, 환경문제를 실제로 취급해온 (주)볼트시물레이션과 오염문제에 대한 이론적/수치적 연구를 수행해온 본 CFD 연구실이 상호협력연구를 수행하였다. 본 과제의 목적은 다음과 같다.
 - 입자와 난류와의 상호작용에 대한 기초적 연구
 - 위의 기초연구를 바탕으로 실제 확산과정을 정확히 예측할 수 있는 수치모형 개발
 - 개발된 수치모형을 사용자 중심의 시스템에 반영하여 실제문제에 적용
 - ▷ 제목: 핵폭발 Particle Entrainment Model 개발 (국방과학연구원 과제)
 - 참여인력: 이창훈, 문기영
 - 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 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 완성하게 된다.
- a2. (주)삼성메디슨과 산학협력 연구
 - ▷ 1단계 선행연구(1,400만원): 2011년 1월 - 2011년 4월 (4개월)
 - 제목: 좌심실 경계추출/추적 알고리즘
 - 참여인력: 정윤모, 서진근, 안치영
 - ▷ 2단계 연구(2500만원 및 연구원 전액장학금): 2011년 7월 1일 - 2011년도 12월 22일 (24주)
 - 제목: 초음파 영상에서 좌심실 경계 추출 알고리즘 기술개발

- 참여인력: 정윤모, 서진근, CSE 산학협력연구원 안치영, 양한별(석사과정)
- 기술이전 및 진행 일정
 - 2011년 7-8월: 좌심실 추적 알고리즘 성능 개선
 - 2011년 9월: 제품적용
 - 2011년 10월: 임상검증
 - 2011년 11월: 사용자 편의성 개선
 - 2011년 12월: 산학과제 완료

▷ 연구성과

· 낮은 대조도를 갖는 초음파 영상에서 곡선 길이 최소 정규화 항은 스펙클 패턴의 노이즈로 인해 폐곡선 형태로 대상체를 분할하기에 부적합하므로, 이러한 한계를 극복하기 위해 폐곡선이 되도록 하는 특성을 가진 정규화 모델이 제안되었고, Euler-Lagrange equation을 유도하여 얻어진 수치적 방법을 전립선과 심장 초음파 영상 등에 적용하여 제안된 방법의 성능을 평가하였다.

· 심장 초음파 영상에서 좌심실 공간을 분할하는 방법이 제안하였다. 제안된 방법은 레일리 분포를 갖는 심장초음파 영상에서의 반자동 분할 방법이다. 미리 결정된 레일리 분포 파라미터를 사용하는 아주 단순한 에너지 함수가 주어지고, 그 파라미터들은 혈류와 조직 영역들의 분포 파라미터가 초음파 영상의 히스토그램으로부터 상미분방정식의 근으로 표현되는 특별한 관계에 의한 분해 방법을 사용하여 사전에 결정된다. 에너지 함수로부터 유도된 시간 전개 방정식은 몇 개의 조절점과 형태 제약을 가지고 구현되어 실제 심장 초음파 영상에 적용하였고, 기존의 다른 분할방법들과 비교하여 평가하였다. 이 결과는 저널 Pattern Recognition(2012)에 게재되었다.

· 기존 추적방식인 루카스-카나데 옵티칼 플로우는 국부적인 제약으로서 작은 공간 영역 안에서의 동일 값 움직임에 기반을 두고 있어서 초기에 그려진 곡선의 전체적인 형태가 왜곡되는 약점을 가지고 있다. 이 연구에서는 형태 왜곡을 막기 위해 루카스-카나데 방법과 비강체 심장 움직임의 전역 변형에 의한 제약을 결합하는 변분 프레임워크(variational framework)를 고안하였고, 어파인 변환이 전역 형태 제약으로서 변분 프레임워크에 결합되었다. 제안된 추적 방법을 실제 심장 초음파의 연속 영상데이터에 적용하여 기존의 추적방법들과 비교하여 평가하였다. 이 결과는 저널 Computational and Mathematical Methods in Medicine (2013)에 게재되었다.

a3. (주)티이솔루션, (주)볼트시뮬레이션과 공동연구 실적

▷ 환경문제에 대한 실험적 솔루션을 제공하는 업체인 (주)티이솔루션과 수치모델링 전문업체인 (주)볼트시뮬레이션 및 연세대로 팀을 구성하여 국방과학연구원 과제를 공동으로 수행하였다. 연구주제는 유사시 도심지에서 발생 가능한 화학생물 무기의 확산을 실시간으로 예측할 수 있는 대응시스템의 개발로서 도시 확산 모델의 개발이 핵심적인 부분을 차지한다. 도시 확산 모델을 개발하기 위해서 풍동 축소모형을 이용한 측정, 대와류모사 수치기법을 응용한 수치적 연구 그리고 실시간 예측을 위한 도심지 확산모형의 개발로 구성되어 산학연 공동연구를 추진하였다. 연구 결과로 수치적, 실험적 검증을 통해 실시간 적용이 가능하고 정확도가 향상된 도심지 확산모형을 개발할 수 있었으며 이 모델을 실제 국방과학연구원 군 대응시스템(NBC_RAMs)에 탑재하여 실제로 사용 중이다. 또한 개발된 도심지 확산모형은 공동연구결과로서 국제저널인 Boundary-Layer Meteorology 2011년판에 게재된 바 있다.

B. 향후 7년간 공동연구 계획

b1. (주)볼트시뮬레이션과 향후 7년간 공동연구 계획

▷ 향후 7년간 환경솔루션 제공업체인 (주)볼트시뮬레이션과 다음의 세 가지 주제에 대해서 공동연구를 계획하고 있다.

▷ 핵폭발 입자확산모델 개발

- 연구기간: 2012.6 - 2015.6
- 연구비: 총 1억 5천만원

· 연구내용: 핵폭발 시 발생하는 버섯구름과 이에 따른 낙진의 피해를 예측하기 위해서 초기 화구의 조건에서 시작하여 부력에 의해서 상승하여 버섯구름의 생성과정을 전산유체역학을 이용하여 수치모사하고 부유된 입자의 거동 예측을 통해서 버섯구름의 형태나 낙진의 거동을 예측할 수 있는 정밀예측 수치모형을 개발. (주)볼트시물레이션은 실시간 예측 및 대응시스템의 구축을 맡으며 이 시스템에 반영되는 실시간 모형의 검증 및 개발을 공동으로 수행할 계획이다.

▷ 핵폭발 입자확산 실시간 예측모델 개발

· 연구기간: 2015.6 - 2019.5
· 연구비: 총 2 억원
· 연구내용: 선행연구에서 개발된 핵폭발 입자확산 정밀예측모델의 정확도 및 계산의 효율성 향상을 위해서 후속연구를 수행할 계획이다. 아울러 실시간 예측모델의 실제 대응시스템 탑재 및 실제 운용을 통한 시스템 개선 등의 작업을 공동으로 수행할 계획이다.

▷ 교육/연구용 난류가시화 소프트웨어 개발

· 연구기간: 2014.5 - 2016.4
· 연구비: 총 1 억원
· 연구내용: 학부생 및 대학원생 대상의 난류에 대한 효과적인 교육을 위해서 난류유동의 수치모사 및 결과의 가시화를 신속하고 정확하게 수행할 수 있는 소프트웨어를 공동으로 개발할 계획이다. 이상적인 난류인 등방성 균질 난류에 대해서 병렬계산 등을 이용하여 신속히 수치모사하고 다양한 통계량의 추출이나 순간 특성을 이해할 수 있는 유동량의 효과적인 가시화를 통해 쉽게 난류의 기본적인 특성을 파악하는 데 도움을 줄 수 있는 편리한 interactive GUI 시스템의 개발을 목표로 한다.

b2.(주)삼성메디슨, NIMS 의료영상팀과 향후 7년간 공동연구 계획

▷ 향후 7년간 의료영상업체인 (주)삼성메디슨과 세브란스 심장외과와 공동으로 초음파 영상에서의 혈류의 유동을 수학적으로 모델링하고 분석하여, 심실 내 혈류 흐름의 정량적 측정이 가능한 알고리즘을 개발하고자 한다.

▷ 유체 흐름 생성 팬텀 제작 및 검증

· 제작: 다양한 경계조건 환경에서 유체 흐름패턴 적용 가능한 Phantom 설계. 유체의 속도가변이 가능하며 수중 구동이 가능한 DC motor를 이용하여 제작 (String Phantom or Rotating Phantom). 좌심실과 같은 환경을 구현할 유연한 PVC membrane의 적용.
· 검증: 팬텀을 이용한 유체 유동 발생과 초음파 영상 취득. 초음파 영상 데이터와 개발된 알고리즘을 이용한 혈류 속도의 정량적 추출. 측정된 속도 벡터와 실험값의 비교.

▷ 추진계획

- 초음파 영상 시스템에 관련된 자료 수집 및 기술 연구 (2013-2014)
- 유체흐름을 생성 및 유체의 속도가변이 가능한 팬텀 제작 (2013)
- 유체흐름에 대한 수학적 모델 정리 및 알고리즘 개발 (2014-2015)
- 초음파 데이터 획득 및 알고리즘으로 측정된 유체속도의 정확도 테스트 (2015-2016)
- 팬텀 제작 완료 및 알고리즘 성능 및 타당성 평가 (2017-2019)
- 과제 최종 결과 보고서 (2020)

▷ 기대성과

· 심실 내 혈류 분석 알고리즘 개발을 통하여 심장기능 진단의 새로운 가능성을 제시함
· 개발된 알고리즘의 시각화로 초음파영상을 이용한 혈류 흐름 영상 기술의 상용화 및 실용화로 발전 가능
· 심실 내 초음파 혈류 모사 팬텀을 설계·제작이 가능하고, 좌심실 혈류 유동 분석과 측정의 정량화된 검증 기술 확보할 수 있음

- 국내의 혈류 유동 영상 분석 연구 발전에 기여

C. 산학협력을 통한 산업 기여(기술이전, 제품화 및 사업화 등) 실적 및 계획

▷ Active control 기반 객체 자동감시 기술에 대한 산학협력 연구를 통한 기술이전

- 기술이전 대상: 삼성테크윈

· 특허: US 8094936 - Method and apparatus to segment motion area in real-time to detect motion in surveillance camera system

- 발명자: 서진근 교수, 우현균, 이민옥

- 특허등록일: 2012년 1월 2일

· 특허내용: 감시카메라 촬영장치 및 이의 대상 추적방법이 개시된다. 본 촬영장치는 기 설정된 추적 대상의 조건을 만족시키는 것으로 선별된 추적 대상에 대한 정보를 이용하여 추적 대상을 판별한다. 이때, 본 촬영장치는 현재프레임과 이전프레임의 영상의 차에 대해 액티브 콘투어를 이용하여 선별된 추적 대상의 영역을 판별한다. 그리고 촬영장치는 판별된 추적 대상의 영역 중 영역의 크기가 기 설정된 문턱값 이하인 영역을 제거하고, 판별된 추적 대상의 형태 정보를 획득하며, 형태 정보에 기초하여 산출한 색 히스토그램과 추적 대상 정보에 기초하여 산출한 색 히스토그램을 비교하여 Bhattacharyya 계수를 이용한 유사도 거리를 산출하고, 산출된 유사도 거리가 가장 큰 대상을 추적 대상으로 판단한다. 이에 의해, 주변 환경의 변화에 강건한 추적 알고리즘의 구현이 가능하다.

- 삼성테크윈과의 산학협력 연구 (연구비: 1 억원)를 통해 Active control 기반 객체 자동감시 원천기술을 개발한 바 있으며, 이를 기술 이전하였음

10.3 산학간 인적 및 물적 교류

[목차]

A. 산학간 인적 및 물적 교류 실적

- a1. (주)삼성메디슨의 산학 장학생 및 취업
- a2. (주)볼트시물레이션의 산학 장학생 및 취업
- a3. NIMS(국가수리과학연구소)와의 연계
- a4. (주)삼진과 산학협력 연계
- a5. 한국철도기술연구원 연구협의 및 자문
- a6. (주)Ray 및 연세 세브란스 치과대학과의 공동 연구

B. 산학간 인적 및 물적 교류의 향후 7년간의 계획

- b1. 산학협력 추진과 연구비 수주를 통한 현장 교육과의 연계
- b2. 산업체와 MOU 및 학연과정 추진
- b3. 산학협력을 고려한 통합교육 과정 운영
- b4. 산학연 공동연구의 확대

A. 산학간 인적 및 물적 교류 실적

a1. (주)삼성메디슨의 산학 장학생 및 취업

▷ 양한별(2011학년도 1학기 - 2012학년도 2학기):

- (주)삼성메디슨으로 부터 장학금 수혜 금액: 2년간 총 6천만원
- 연구내용: 좌심실 움직임 추적 결과 (주)삼성메디슨 원천 기술 이전(2011년도) (주)삼성메디슨 GPU를 이용한 초음파 빔포머 산학과제 진행 중 NVIDIA Korea의 CUDA workshop2012에서 초음파 영상에 관한 발표
- 취업: 2013년 2월 석사학위 취득 후 2013년 3월 삼성메디슨으로 복귀함

▷ 황윤구(2010학년도 2학기 - 2012학년도 1학기)

- (주)삼성메디슨으로 부터 장학금 수혜 금액: 2년간 총 3천 6백만원
- 연구내용: 의료영상 관련 수치시물레이션
- 취업: 2012년 8월 석사학위 취득 후 2012년 9월 (주)삼성메디슨에 취업

▷ (주)삼성메디슨 연구원 대상 교육 훈련

- 기간: 2010년 7월 19일 - 23일 (총 교육 시간: 40시간)
- 교육훈련명: 의료 영상처리의 이론 및 실습
- 강연교수: 정윤모, 이은정, 서진근, 안치영
- 교육훈련대상: (주)삼성메디슨 연구원 (총16명)
- 교육훈련 내용: 수학적인 모델을 바탕으로 영상의 잡음제거(denoising) 및 분할(segmentation) 알고리즘을 구현하고 실무에 사용할 수 있도록 하기 위한 교육 훈련
- 교육훈련 성과: 삼성메디슨 연구원들이 노이즈제거와 이미지분할 알고리즘을 실무에 적용. CSE는 초음파 의료진단 장비 회사인 (주)삼성메디슨에 2009년 9월 초음파 영상의 심장 객체추출에 관련된 기술적 자문 제공을 시작으로 하여 산학협력을 하고 있다. 2010년도 여름 (주)삼성메디슨 연구소의 의뢰를 받아 의료 영상처리의 기본이 되는 이론과 실제에 대해서 강의를 진행하였다. 본 교육은 (주)삼성메디슨 연구원들의 기본업무에 대한 역량 강화를 진행하는 것인데, 특별히 본 사업단의 우수한 교수진을 통해서 교육을 받도록 추진되어 실행되었다. 강의는 한 학기 분량의 강의를 일주일 만에 집중적으로 진행하는 심화교육과정으로 진행되었다. 이후 산학협력은 2010년 12월 20일부터 16주간의 산학과제를 진행하면서 구체화되었다. 산학협력과제로 '초음파 영상에서의 좌심실 경계 추출 및 추적 알고리즘 기술개발'을 계약하였고, 현재까지 산학

협력을 진행하고 있다.

a2. (주)볼트시물레이션의 산학 장학생 및 취업

▷ 문기영(2010학년도 1학기 - 현재까지)

- (주)볼트시물레이션으로 부터 장학금 수혜 금액: 3년간 총 9천만원
- 2015년 박사학위 취득 후 (주)볼트시물레이션에 복귀 예정
- 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.

▷ (주)볼트시물레이션 이사인 김석철 박사 겸직교수로 임용

- 본 과제 관련 석사대학원생 석사학위 논문 심사위원으로 활동 (2010년)
- 핵폭발 피해예측에 대한 실시간 대응시스템에 대한 정밀 분석 모델 개발에 대한 연구협의 (2012년 4월)
- 핵폭발 피해 예측에 관한 국방과학연구소와의 과제 추진을 위한 전략회의 (2012년 6월)
- 핵폭발 피해 예측시스템 개발을 위한 PDR(Preliminary Design Review) 준비회의 (2012년 11월)
- 핵폭발 실시간/정밀 예측모델 개발을 위한 CDR(Comprehensive Design Review) 준비회의 (2013년 2월)
- 핵폭발 과제 진행을 위한 과제 참여 연구원 워크숍 (2013년 6월)

a3. NIMS(국가수리과학연구소)와의 연계

▷ 계산과학공학과 Post-doc으로 근무하면서 삼성메디슨과 초음파 관련 연구를 진행하였던 안치영 박사는 현재 NIMS 연구원으로 근무하고 있으며 수학기반 의료영상팀과 긴밀한 관계를 유지하면서 공동연구를 수행 중에 있다.

a4. (주)삼진과 산학협력 연계

▷ 2010년 4월 (주)삼진과 횡탄성 울트라 사운드 및 횡탄성 MRI 사운드 Active Driver용 스피커 제작에 대한 자문을 수행하였으며, 초음파 횡탄성 영상을 위해 필요한 vibrator를 제공 받았다.

a5. 한국철도기술연구원 연구협의 및 자문

▷ 2010년 10월 한국철도기술연구원과 Computation and Modeling of Human-Induced Contaminant Transport during Ingress / Egress Events에 대한 연구 주제 논의 및 지하철 내부 및 역사에서 사람들의 입출입시 발생할 수 있는 환경오염원의 확산 방지에 대한 연구 협의, 그리고 철도기술연구원이 수행해 온 저전력 고효율 환경개선 기술 현황에 대해 자문을 수행하였다.

a6. (주)Ray 및 연세 세브란스 치과대학과의 공동 연구

▷ 연세대학교 치과대학 구강악안면외과 이상휘 교수와 함께 2011년 4월부터 3개월 동안 아래턱뼈의 asymmetry를 측정하는 방법을 연구하였다. 아래턱뼈를 구성하는 중요부위인 양측 Cor(Coronoid), Con(Condyle), Go(Gonion), F(Fossa)와 중앙에 위치한 Pog(Pogonion), Me(Menton)의 위치를 3차원으로 표현하였다. 이 data를 바탕으로 vector analysis를 이용하여 평면을 만든 후 정중시상 평면(Median sagittal plane)과의 틀어진 각도를 구하였다. 이 각도와 Pog의 위치를 비교하여 asymmetry의 정도를 구하였고, 이를 asymmetry가 없는 16명의 그룹과 asymmetry가 있는 24명의 그룹에 적용하여 높은 상관관계를 얻었다.

▷ 2011년 6월 (주)Ray, 치과대학 이상휘 교수와 함께 현재 CT 영상분야의 가장 큰 문제 중 하나인 MAR(Metal Artifact Reduction)에 대한 공동연구를 진행하였고, 그 결과 논문을 Journal of X-Ray Science

and Technology (2013년)에 게재하였다.

B. 산학간 인적 및 물적 교류의 향후 7년간의 계획

b1. 산학협력 추진과 연구비 수주를 통한 현장 교육과의 연계

▷ CSE는 학과특성에 맞는 산학협력 공동연구를 통해 인적 및 물적 교류를 지속적으로 수행할 계획이다. 이러한 연구 분야별 산학연 프로젝트 수행을 통하여 본 사업단의 연구영역을 확대하고 학제간 접근이 필요한 분야에서 통합적인 능력을 갖춘 졸업생 배출할 계획이다. 이를 위해서 겸임교수 및 방문교수 프로그램을 통한 타 학과 및 산학협력의 유기적 융합교육을 수행하고 전문화된 인력을 양성하여 졸업생들을 CSE 전공 분야와 부합하는 산업체로 진학 및 취업을 유도할 계획이다. 이를 위해서 그동안 추진해온 (주)볼트스물레이션과의 인적교류(김석철 사장의 겸임교수, 산학장학생)과 물적교류(공동연구과제)를 지속해서 유지할 계획이다.

b2. 산업체와 MOU 및 학연과정 추진

▷ 본 학과는 산학협력 공동연구를 통해 산업체의 직원들을 CSE 대학원생으로 선발하였고, 그 산업특성에 맞는 연구를 전공분야로 선택하여 졸업 후 산업현장의 전문가로 재배치되었다. 이러한 관계는 계산과학 공학이 추구하는 현실적 문제 해결을 위한 연구를 진행하는 학과 정착에 도움을 준다. 따라서 향후 인적 물적 교류를 위한 산업체와의 MOU 체결, 국책연구소(NIMS, 한국철도기술 연구원 등)와 공동연구 MOU를 추진하여 산학연간 인적, 물적 교류를 확대해 나갈 전망이다.

b3. 산학협력을 고려한 통합교육 과정 운영

▷ 모델링-수치해석-시각화 과정의 통합 실험교육 강화: 21세기 급속히 성장하고 있는 컴퓨터 계산능력, 데이터처리능력은 과학계산 분야의 활동 범위를 넓혀 주고 있다. CSE 대학원은 새로운 환경변화에 주도적으로 대처할 수 있는 고급 전문 인력의 양성을 위해 모델링과 과학계산 교육을 강화한다. 이들 교과목을 통한 이론을 토대로 컴퓨터 알고리즘을 개발하고, 컴퓨터모의실험을 수행하고, 소프트웨어를 개발해 시각화한다. 학생들은 이러한 모델링-수치해석-시각화 과정을 통해, 배운 이론의 깊이를 더하고 좀 더 현실감 있는 전문가로 거듭나게 된다. 이러한 교육과정은 21세기의 첨단기술 분야에 계산과학 전문가들의 역할을 증대시켜 준다.

▷ 21세기의 급변하는 산업계 흐름과 기술발전을 체계적으로 반영하고, 산학간, 학제간의 연구를 활성화하기 위하여 산업계 연구원과 공동 논문 지도를 한다.

b4. 산학연 공동연구의 확대

▷ NIMS(국가수리과학연구소)와의 연계

· 본 학과와 NIMS -연대 세브란스 심혈관센터와 긴밀한 관계를 유지하면서 심폐기능 및 Dual energy CT 관련 의료영상 공동세미나를 지속적으로 개최한다.

· CSE-NIMS-연대 세브란스 심혈관센터 Joint Seminar on Medical Imaging를 지속적으로 개최한다.

주제: 초음파를 이용한 좌심실 혈류 흐름 연구, 초음파 영상을 통한 심장구조의 이해 및 병변 진단 방법, 좌심실의 구조와 움직임에 대한 모델링, 3차원 Navier-Stokes 방정식의 경계조건을 위한 초음파 영상에서의 좌심실 경계 추출 및 추적 방법, 도플러 영상과 Navier-Stokes 방정식을 이용한 좌심실 혈류 복원이다.

11 해외학자 유치·활용 계획

-

11.1 해외학자를 활용한 교육·연구 계획

11.1.1 유치·활용 해외학자

<표 16> 1차년도 유치 활용 해외학자

(단위: 명)

해외학자 성명	소속기관	부서	전공분야	나이	국내초빙 여부	국가	국적	초빙기간	활용내역
Habib Ammari	Ecole Normale Superieur e	Departme nt of Mathemati cs and Applicati ons	Medical Imaging	44	Y	프랑스	프랑스	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
Carsten Carstense n	Humboldt Universit y	Center of Computati onal Sciences	Numerical Analysis	51	Y	독일	독일	14일	특강, 세 미나, 공동 연구, 학생 지도
Dongbin Xiu	Universi ty of Utah	Departme nt of Mathemati cs	Stochasti c computati ons and uncertain ty quantific ation	42	Y	미국	미국	7일	특강, 세 미나, 공동 연구
Josselin Garnier	Universi ty of Paris Diderot	Laborato ire Jacques-L ouis Lions	Inverse Problems and Imaging	45	Y	프랑스	프랑스	14일	특강, 세 미나, 공동 연구
Lian-Pin g Wang	Universi ty of Delaware	Departme nt of Mechanica l Engineeri ng	Environme ntal Fluid Mechanics	48	Y	미국	중국	14일	특강, 세 미나, 공동 연구
Randall J. McDermott	National Institute of Standards and Technolog y	Engineer ing Laborator y	Computati onal Fluid Dynamics	38	Y	미국	미국	14일	특강, 세 미나, 공동 연구, 학생 지도
John Kim	Universi ty of	Departme nt of	Computati onal	66	Y	미국	미국	30일	세미나, 정규강의,

John Kim	California at Los Angeles	Mechanical and Aerospace Engineering	Fluid Dynamics	66	Y	미국	미국	30일	공동연구, 학생지도
Max Gunzburger	Florida State University	Department of Scientific Computing	Applied Mathematics	68	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
Thomas A. Manteuffel	University of Colorado at Boulder	Department of Applied Mathematics	Applied Mathematics	66	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
Goodarz Ahmadi	Clarkson University	Department of Mechanical Engineering	Environmental Fluid Mechanics	70	Y	미국	미국	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
Bastian von Harrach	University of Stuttgart	Department of Mathematics	Inverse problems of partial differential equations	36	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
Munkh-Erdene Ts	Mongolian University of Science and Technology	Department of Engineering mathematics	Medical Imaging	33	Y	몽고	몽고	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도

<표 17> 2차년도 유치 활용 해외학자

(단위: 명)

해외학자 성명	소속기관	부서	전공분야	나이	국내초빙 여부	국가	국적	초빙기간	활용내역
Habib Ammari	Ecole Normale Supérieure	Department of Mathematics and Applications	Medical Imaging	45	Y	프랑스	프랑스	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
Carsten Carstense	Humboldt University	Center of	Numerical Analysis	52	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동

n	y	Computational Sciences	Numerical Analysis	52	Y	독일	독일	14일	연구, 학생 지도
Dongbin Xiu	University of Utah	Department of Mathematics	Stochastic computations and uncertainty quantification	43	Y	미국	미국	7일	특강, 세미나, 공동 연구
Josselin Garnier	University of Paris Diderot	Laboratoire Jacques-Louis Lions	Inverse Problems and Imaging	46	Y	프랑스	프랑스	14일	특강, 세미나, 공동 연구
Lian-Ping Wang	University of Delaware	Department of Mechanical Engineering	Environmental Fluid Mechanics	49	Y	미국	중국	14일	특강, 세미나, 공동 연구
Randall J. McDermott	National Institute of Standards and Technology	Engineering Laboratory	Computational Fluid Dynamics	39	Y	미국	미국	14일	특강, 세미나, 공동 연구, 학생 지도
John Kim	University of California at Los Angeles	Department of Mechanical and Aerospace Engineering	Computational Fluid Dynamics	67	Y	미국	미국	30일	세미나, 정규강의, 공동 연구, 학생 지도
Max Gunzburger	Florida State University	Department of Scientific Computing	Applied Mathematics	69	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동 연구, 학생 지도
Thomas A. Manteuffel	University of Colorado at Boulder	Department of Applied Mathematics	Applied Mathematics	67	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동 연구, 학생 지도
Goodarz Ahmadi	Clarkson University	Department of Mechanical	Environmental Fluid	71	Y	미국	미국	14일	특강, 세미나, 공동 연구, 학생

Goodarz Ahmadi	Clarkson University	Engineering	Mechanics	71	Y	미국	미국	14일	지도
Bastian von Harrach	University of Stuttgart	Department of Mathematics	Inverse problems of partial differential equations	37	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
Munkh-Erdene Ts	Mongolian University of Science and Technology	Department of Engineering mathematics	Medical Imaging	34	Y	몽고	몽고	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도

<표 18> 3차년도 유치 활용 해외학자

(단위: 명)

해외학자 성명	소속기관	부서	전공분야	나이	국내초빙 여부	국가	국적	초빙기간	활용내역
Habib Ammari	Ecole Normale Supérieure	Department of Mathematics and Applications	Medical Imaging	46	Y	프랑스	프랑스	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
Carsten Carstensen	Humboldt University	Center of Computational Sciences	Numerical Analysis	53	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
Dongbin Xiu	University of Utah	Department of Mathematics	Stochastic computations and uncertainty quantification	44	Y	미국	미국	7일	특강, 세미나, 공동연구
Josselin Garnier	University of Paris Diderot	Laboratoire Jacques-Louis Lions	Inverse Problems and Imaging	47	Y	프랑스	프랑스	14일	특강, 세미나, 공동연구
Lian-Ping Wang	University of	Department of	Environmental	50	Y	미국	중국	14일	특강, 세미나, 공동

Lian-Ping Wang	Delaware	Mechanical Engineering	Fluid Mechanics	50	Y	미국	중국	14일	연구
Randall J. McDermott	National Institute of Standards and Technology	Engineering Laboratory	Computational Fluid Dynamics	40	Y	미국	미국	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
John Kim	University of California at Los Angeles	Department of Mechanical and Aerospace Engineering	Computational Fluid Dynamics	68	Y	미국	미국	30일	세미나, 정규강의, 공동연구, 학생지도
Max Gunzburger	Florida State University	Department of Scientific Computing	Applied Mathematics	70	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
Thomas A. Manteuffel	University of Colorado at Boulder	Department of Applied Mathematics	Applied Mathematics	68	Y	미국	미국	5일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
Goodarz Ahmadi	Clarkson University	Department of Mechanical Engineering	Environmental Fluid Mechanics	72	Y	미국	미국	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
Bastian von Harrach	University of Stuttgart	Department of Mathematics	Inverse problems of partial differential equations	38	Y	독일	독일	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도
Munkh-Erdene Ts	Mongolian University of Science and Technology	Department of Engineering mathematics	Medical Imaging	35	Y	몽고	몽고	14일	특강, 세미나, 공동연구, 학생지도

11.1.2 해외학자를 활용한 교육·연구 계획

[목차]

A. 해외학자를 활용한 교육 계획

- a1. 해외학자의 계산과학공학과 교육 참여 현황 (2010-2012년)
- 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. 학생 해외 교육훈련

B. 해외학자를 활용한 연구 계획

- b1. 연구 분야별 참여 해외학자
- b2. 해외학자를 활용한 연구 계획

A. 해외학자를 활용한 교육 계획

CSE 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 현황 (2010-2012년)

2010년부터 Bjorn Engquist, Neil S. Trudinger, Thomas J.R. Hughes, Michel M. Chipot, Yi Wang, Gang Bao 등 43 여명의 해외학자가 계산과학공학과를 방문하여 다양한 영역의 전문분야에 대해서 강연을 하였다. 이 중 중장기간의 집중강연과 앞으로 BK21Plus 사업에 본 사업단에 같이 참여하여 공동연구와 학생지도를 함께 하게 될 해외학자를 중심으로 현재까지의 계산과학공학과 교육 참여 현황에 대해 살펴보면 다음과 같다.

- Carsten Carstensen (정규강의)
 - 2010년 2학기 Advanced Finite Element Method
 - 2011년 1학기 Topics in Numerical Simulation Based Science
- John Kim (정규강의)
 - 2010년 2학기 Theory of Turbulence Flow
- Max Gunzburger, Dongbin Xiu (정규강의, team teaching)
 - 2010년 2학기 Stochastic Methods
- Max Gunzburger (정규강의, team teaching)
 - 2010년 2학기 Seminar in Computational Science and Engineering 3
- Carsten Carstensen, Max Gunzburger, Dongbin Xiu (정규강의, team teaching)
 - 2011년 2학기 Topics in Numerical Modeling and Analysis 2
- Kuppalapalle Vajravelu (정규강의)
 - 2010년 2학기 Engineering Mathematics
- Seraphin M. Mefire (Lecture series)
 - 2010년 5월-7월 6 Lecture series in Imaging of Electromagnetic Imperfections in 3D Bounded Domains and Its Implementations

- Habib Ammari: 2010, 2012년 특별집중강연
- Bastian von Harrach: 2010, 2011, 2012년 특별집중강연

본 사업단과 적극적인 교류를 약속한 해외학자 중 상당수는 이미 집중강연, 세미나 등을 통하여 계산과학공학과 학생 교육에 참여한 바 있다.

▷ Carsten Carstensen 교수는 2010, 2011년에 걸쳐 계산과학공학과 개설 Advanced Finite Element Method, Topics in Numerical Simulation Based Science의 정규강의를 하여 수치해석 및 심화 유한요소법의 광범위한 내용에 대해 교육을 실행하였으면 현재 CSE 박사과정에 재학 중인 Boris Kraemer의 공동지도 교수로써 학생지도를 하고 있다. 또한 John Kim 교수는 2010년 계산과학공학과 개설 Theory of Turbulence Flow 집중강연을 통해 난류의 기본개념으로부터 시작하여 난류의 통계적 모사, 난류의 스케일, Wall-bounded 난류 등의 내용을 강의하고 마지막으로 난류의 수치 시뮬레이션에 대해서 강의하여 전산유체역학의 난류 분야에서 전문성을 가질 수 있도록 하였다.

▷ Habib Ammari, Max Gunzburger, Dongbin Xiu, Bastian von Harrach 교수는 지난 4년간 수차례 CSE학과를 방문하여 세미나를 통하여 각 특성화된 분야에서 특정 주제에 대해 강연하고 학생지도를 하였다.

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 호암상 공학부문 수상자인 UCLA 기계항공공학부 석좌교수 John Kim 교수와 역문제 부분에서 세계적인 석학인 Ecole Normale Superieure의 Habib Ammari 교수가 각 한 달씩 체류하면서 강의한다. 제 1차년도의 집중강연의 주제는 다음과 같이 정해졌으며 매년 학문의 흐름에 맞는, 학생들의 요구에 부합하는 주제에 대해서 강연이 이루어질 것이다.

- Habib Ammari: Mathematics of Imaging
- John Kim: Turbulence Theory

a2-2. 기존 해외학자들과의 교류 유지 및 새로운 해외학자들을 영입을 통한 영역 확대

이미 WCU사업을 통해서 CSE 교육에 참여 해오던 기존의 학자들(Max Gunzburger, Carsten Carstensen, Dongbin Xiu)과의 교류를 유지하면서 새로운 해외학자들을 영입하여 그 영역을 확대하고 교육의 질을 높이고자 한다.

▷ 계산수학기반 수치해석

응용수학 분야에서 세계적인 권위자인 Thomas Manteuffel 교수를 초청하여 응용수학 영역 교육에 활용하고자 한다.

▷ 수학기반 의료영상

역문제, 최적화, 의료영상, 초음파 등의 분야에서 다음의 전문가를 초청한다.

- 역문제 분야 세계석학인 Ecole Normale Superieure의 Habib Ammari 교수
- 역문제와 이미징 분야의 석학인 프랑스 Diderot대학의 Josselin Garnier 교수
- 독일 Stuttgart 대학의 Bastian von Harrach 교수

▷ 전산유체역학

다양한 분야로의 확대를 위해 다음의 해외학자들이 최소 2주씩 방문하게 된다.

- UCLA의 John Kim 석좌교수
- 미국 국립표준 연구소(NIST)의 Randall McDermott 박사
- Delaware 대학의 Lian-Ping Wang 교수

- Clarkson 대학의 Goodarz Ahmadi 석좌교수

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.

a2-3-1. 해외학자들은 먼저 각자의 전문분야에서 기초가 되는 이론과 기술에 대해서 다음의 특별단기강좌를 실시한다.

- ▷ 계산수학기반 수치해석
 - Max Gunzburger: Control and optimization
 - Thomas Manteuffel: Nonlinear partial differential equations
 - Carsten Carstensen: Adaptive finite element method
 - Dongbin Xiu: Stochastic partial differential equations
- ▷ 수학기반 의료영상
 - Josselin Garnier: Inverse problems
 - Bastian von Harrach: Inverse problems of partial differential equations
 - Munkh-Erdene Ts: Electrical impedance tomography in medical imaging
- ▷ 전산유체역학
 - Randall McDermott: Advanced computational fluid dynamics
 - Lian-Pian Wang: Particle-laden flows and its applications
 - Goodarz Ahmadi: Multiphase flows with droplets and particles

a2-3-2. 특성화된 분야에서 각 해외학자들의 심층연구 내용에 대해서 다음과 같은 세미나를 개최하고, 소그룹 미팅을 통해 대학원생을 지도한다.

- ▷ 계산수학기반 수치해석
 - Max Gunzburger: Nonlocal diffusion problems with volume constraints
 - Thomas Manteuffel: Multigrid method, Algebraic multigrid method
 - Carsten Carstensen: A posteriori error estimate
 - Dongbin Xiu: Uncertainty quantification
- ▷ 수학기반 의료영상
 - Josselin Garnier: Imaging in complex media
 - Bastian von Harrach: Regularization on inverse problems
 - Munkh-Erdene Ts: Numerical simulations using COMSOL
- ▷ 전산유체역학
 - Randall McDermott: Turbulence modelling for complex turbulent flows
 - Lian-Pian Wang: Turbulent particle-laden flows in atmospheric research
 - Goodarz Ahmadi: Computational modeling of particle transport and deposition

a2-4. 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 넓혀간

다.

▷ 2011년부터는 4차례에 걸쳐 계산과학공학과 학생들이 한 달씩 Florida 주립대 과학계산학과를 방문하여 Gunzburger 교수의 지도하에 Florida 주립대 과학계산학과에서 개설된 다양한 수업을 듣고 정기적으로 열리는 세미나 및 콜로퀴움을 참석하였다. 대학원생 연수기간 동안 Florida 주립대에서 제공한 강좌는 다음과 같다.

- 병렬계산강좌
- How to make a mesh, What makes the ocean wave?
- Parallel computing for MATLAB, OpenMP for C or Fortran

또한 교수들과 일대일 심층 연구지도를 통해 연구역량을 향상시켰다. 이러한 해외연수 활동을 정례화하기 위해서 현재 Florida 주립대 계산과학과와 MOU를 진행 중이다.

▷ CSE 사업단은 이미 Center of Computational Sciences Adlershor(CCSA) at Humboldt University와 2010년 international research training group(IRTG)을 설립하였고, 2011년 연세대에서 project leader들이 첫모임(독일 측 10명 한국 측 10명)을 가지고 MOU를 맺었다. 이후 매년 우수 계산과학공학과 학생들이 한 달간 Humboldt대학을 방문하여 Carstensen 교수의 지도를 받고 있고 또한 Humboldt 대학에서도 박사과정 학생인 Boiger Wolfgang, Merdon Christian을 CSE로 보내어 두 학기 동안 계산과학공학과에서 수업을 듣고 연구를 하게 하였다. 향후 Humboldt대학과의 지속적인 교류를 통하여 학생들에게 독일의 교육 체계와 학문을 접할 수 있는 기회를 제공하고자 한다.

▷ 2012년 6월 25일에서 8월 24일까지 CSE 대학원생 문기영과 박현욱이 미국 NIST(National Institute of Standards and Technology)를 방문하여 NIST의 Fire research division에서 개발한 화재수치모사 프로그램인 FDS (Fire dynamics simulator)에 대한 이해를 넓히고 선진 해외 연구기관에서 수행하는 연구 프로젝트를 공동 진행함으로써 연구의 폭을 넓히는 기회를 가졌다. 또한 McDermott 박사와 이를 이용해서 현재 계산과학공학과에서 진행 중인 도시 유동해석 공동 연구를 진행 중이다. 이미 체결된 MOU를 통해서 지속적으로 학생 교류 프로그램을 유지해 나갈 계획이다.

▷ 2013년 4월에는 본 사업단 권혁남, 송의장, Bera 연구원이 독일 Stuttgart대학을 2주간 방문하여 Bastian von Harrach 교수와 local conductivity identification in electrical impedance tomography, EIT-based leakage detection in underground pipelines in Mongolia, MR-based electrical tissue property imaging등에 대해서 세미나와 토론을 하는 등 CSE 사업단은 Stuttgart대학과의 학생 해외 교육훈련을 실행해 오고 있고 이를 유지 할 것이다.

▷ 본 사업단은 현재까지의 성공적인 학생 해외 교육훈련프로그램을 지속적으로 유지하면서 새로운 해외 학자와의 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 CSE 사업단의 연구역량 강화와 연구 방향 제시 등의 파급효과를 가져다 줄 것이다. CSE 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 의견을 나눔으로써 동반 상승효과를 이루고자 한다.

b1. 연구 분야별 참여 해외학자

- ▷ 계산수학기반 수치해석
 - 참여해외학자

Max Gunzburger (수치해석, 영역분할법, 유동제어 및 최적화 문제)

Carsten Carstensen (적응유한요소법, 귀납적 오차 분석)

Dongbin Xiu (스토캐스틱 편미분 방정식, 불확실성 정량화 이론)

Thomas Manteuffel (계산수학, 반복법, 멀티그리드 방법)

· 과학계산 연구에 필요한 영역분할법, 유한요소법, 유한차분법 등에 대한 기반 연구를 수행하고, 물리 기반모델링에서 제기된 Navier-Stokes방정식, Maxwell방정식, 탄성방정식의 효율적인 수치 해석 기법개발 및 수치해에 대한 안정성 분석을 하고자 한다.

▷ 수학기반 의료영상

· 참여해외학자

Habib Ammari (역문제, 수학기반 의료영상)

Josselin Garnier (과장전파, 역문제와 이미징)

Bastian 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)

Randall J. McDermott (난류모델링, 전산난류 알고리즘)

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 다중 물리 수치기법 개발을 통한 신뢰성 있는 대와류모사 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.

b2. 해외학자를 활용한 연구 계획

Gunzburger 교수는 이미 수년간 image registration과 유한요소법을 eddy-viscosity 모델에 적용시키는 분야에서 공동 연구를 수행해오고 있다. 최근 Gunzburger 교수와 두 가지 프로젝트를 진행하고자 한다. 하나는 nonlocal 문제(nonlocal diffusion problems, nonlocal balance laws를 분석하고 그 근사해를 찾는 것) 그리고 다른 하나는 ice sheet model(빙하상태를 모사하는 비선형 Stokes 문제의 well-posedness 분석, 유한요소법을 이용한 비선형 Stokes ice sheet model 접근)이다. 특히 ice sheet 문제는 이미 Gunzberger 교수와 공동연구가 시작 단계에 있다. 그린란드나 남극대륙의 빙하·빙상을 모사하는데 주로 쓰였던 비선형 비압축성 Blatter-Pattyn모델의 well-posedness는 비선형 유동성질뿐만 아니라 갑작스럽게 변하는 얼음-기반 경계조건 때문에 그 분석이 어렵다. Gunzburger 교수와의 공동연구를 통하여 nonlocal friction 경계조건을 부여하였을 때의 문제를 분석하고자 한다. 이 연구는 비선형 Stokes 모델의 해석이 필요하므로 전산유체역학 분야의 연구원들과의 교류를 통하여 연구의 속도를 높이고 새로운 각도에서의 해석을 통하여 시너지 효과를 이룰 수 있을 것이라 기대한다.

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.

Xiu 교수는 CSE 졸업생 황윤구의 연구에서 Stochastic-Galerkin 방법을 이용하여 stochastic 편미분 방정식을 일반적인 편미분 방정식 시스템으로 바꾸는 과정의 도움을 준 바 있다. Xiu 교수와의 교류를 통하여 다공 매체의 유체 흐름 문제에 대하여 정보부족으로 인한 uncertainty를 계량화하는 수치해 및 post-processing에 미치는 영향에 대하여 연구를 하고자 한다.

Manteuffel와의 공동연구를 통하여 이원 작용소를 이용한 최소자승법과 유한요소법의 결합을 통한 비선형 편미분 방정식의 근사해를 구하는 방법을 제시하고 이를 증명하고자 한다. 편미분 방정식의 근사해를 찾는 방법 중 하나인 FOSLL* 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 FOSLL* 방법을 이용해 선형 편미분 방정식의 수치해를 찾는 알고리즘을 제안한 바가 있다. 앞으로 지속적인 공동연구를 통하여 비선형 편미분 방정식을 풀기위한 알고리즘으로 확장하고 이를 이용해 다양한 비선형 편미분 방정식에 적용이 됨을 보이고자 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 측정된 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.

Garnier 교수와 초음파 관련 횡탄성 영상분야에 대한 공동연구를 하고자 한다. 공동연구를 통하여 초음파 영상에서의 혈류의 유동을 수학적으로 모델링하고 분석하여 심실 내 혈류 흐름의 정량적 측정이 가능한 알고리즘을 개발하고 그 정확성을 검증 및 평가하고자 한다. 이를 위해서 우선 좌심실 형태와 움직임에 관련된 혈류의 유동을 집중 연구하고, 계산된 속도를 이용하여 와도를 추정하고 좌심실 소용돌이 출력 매개 변수를 추출하는 과정이 필요하다. 초음파 영상에서 경계를 추출하는 것은 심장 기능 진단 등에 중요하게 사용되는 부분이다. 본 사업단은 이미 선행 연구를 통하여 초음파 영상의 수학적 모델링, 고급 영상처리 기법 등을 융합해 초음파 영상에서 장기의 크기 변화를 측정함으로써 그 경계를 추출하는 알고리즘을 개발하였다. 이를 이용하여 좌심실에서 움직이는 경계조건을 가지는 Navier-Stokes 모델을 이용해 혈류 흐름의 영상화를 하고자 한다.

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 이론만으

로 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 혹한으로 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 활발해지고 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 정확성에 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 대외류모사 기법의 개발을 포함한 공학적 응용모델의 개발에 관하여 자문을 구할 예정이다.

Randall McDermott 박사는 NIST의 화재 전산 열유체해석 프로그램(FDS)의 핵심 개발 전문가이다. FDS는 난류, 열전달, 연소, 재난대피 Protocol 등에 대한 첨단 전산 열유체해석 기술이 집약되어 있는 프로그램으로서 현재 전 세계적으로 화재 원인 분석, 예측 등에 활용되고 있다. 특히 McDermott 박사는 대외류모사 기법 기반 난류연소해석에 연구를 수행하고 있으며, 복잡형상에 적합한 가상경계법을 활용한 전산난류 해석기법 개발을 하고 있다. McDermott 박사는 2012년 계산과학공학과 대학원생 NIST 해외 연수를 지도한 바 있으며, 본 학과와 NIST와의 국제교류를 주도할 것이다. 또한 McDermott 박사의 전산유체역학 및 난류모델링에 대한 전문지식을 바탕으로 복잡형상 난류해석방법 및 도심유동해석에 대한 본 연구팀과의 공동연구를 진행하고자 한다.

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 물리기반 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 환경유체

역학 응용 연구에 기여할 것이다.

-

11.2 해외학자의 적합성 및 우수성

[목차]

- ▷ Max Gunzburger
- ▷ Habib Ammari
- ▷ John Kim
- ▷ Carsten Carstensen
- ▷ Thomas Manteuffel
- ▷ Josselin Garnier
- ▷ Dongbin Xiu
- ▷ Lian-Ping Wang
- ▷ Goodarz Ahmadi
- ▷ Randall McDermott
- ▷ Bastian von Harrach
- ▷ Munkh-Erdene Ts

▷ Max Gunzburger

· 주요경력

- Francis Eppes Professor of Scientific Computing, Florida State University
- Chair of Department of Scientific Computing, Florida State University
- 연세대학교 계산과학공학과 석좌교수
- 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

- 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) pp. 294-332

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. 계산과학분야의 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 있는 플로리다 주립대학의 과학계산학과 또한 현재 우리가 지향하는 연구와 교육의 큰 흐름을 같이 하고 있으므로 현재 진행 중인

MOU를 통하여 서로에게 동반상승효과를 주리라 기대한다. 특히 계산과학공학과 학생들의 해외교육훈련 프로그램의 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.

▷ Habib Ammari

- 주요경력
 - 프랑스 Ecole Normale Superieure 교수
 - Director of Research at the French National Center for Scientific Research
 - 프랑스 Ecole Polytechnique 겸임교수
- 적합성
 - 수학기반 의료영상 분야의 세계적 석학
 - 프랑스 과학기반연구 국립센터 소장
 - 수년간 이미 계산과학공학과와 공동연구 수행
- 참여교수와의 공동연구 업적
 - Habib Ammari, Ohin Kwon, Jin Keun Seo and Eung Je Woo, T-Scan electrical impedance imaging system for anomaly detection, SIAM Journal on Applied Mathematics, vol 65, no 1 (2004) pp. 252-266
 - Jin Keun Seo, Ohin Kwon, Habib Ammari, and Eung Je Woo, Mathematical framework and lesion estimation algorithm for breast cancer detection: electrical impedance technique using TS2000 configuration, IEEE Trans. on Biomedical Engineering, vol. 51, no. 11(2004) pp. 1898-1906

Habib Ammari 교수는 수학기반 의료영상 분야에 세계적인 권위자이다. Ammari 교수의 연구는 본 사업단의 의료영상 및 수치해석 프로젝트와 밀접한 관련성이 있으며 이미 사업단장인 서진근 교수와 공동연구를 수행한바 있다. 진행 하고자 하는 공동프로젝트는 생체조직의 물리적(전자기적, 광학적, 기계적) 특성의 영상화 하는 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 측정된 데이터로부터 내부 물성의 분포를 영상으로 복원하는 역문제의 해를 구하는 기술이 사용되는데 이 분야의 전문가인 Ammari와의 공동연구를 통해 그 진행속도에 가속이 붙을 것이라 기대한다.

▷ 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 and 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

John Kim 교수는 UCLA 기계항공공학부 석좌교수로서 난류의 수치연구 분야에서 세계적인 석학이다. 과거 30여 년간 난류의 기초적인 연구를 꾸준히 수행해오면서 파급력이 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 학생뿐만이 아니라 해당분야 연구자 및 교수들에게도 석학 강연으로서 매우 큰 영감을 줄 것으로 기대하고 있다. 또한 본 사업단 전산유체역학 그룹에서 추구하는 입자부유난류의 수치적 연구 분야에서 수행되고 있는 대학원생들의 세부 연구주제 및 방향에 대한 자문 및 공동지도의 역할을 담당할 계획이다. John Kim 교수는 2010년에도 본 학과를 1개월간 방문하여 난류에 대한 집중강연을 한 바가 있다.

▷ Carsten Carstensen

· 주요경력

- Director of Center of Computational Sciences in Adlershof(CCSA)
Humboldt University in Berlin, Germany

- 연세대학교 계산과학공학과 석좌교수

· 적합성

- 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

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 앞으로 도 수치해석 알고리즘 개발에 대한 공동연구를 수행하고자 한다.

▷ 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
 - 20년간 University of Colorado at Boulder의 응용수학과에서 Computational Mathematics Group의 리더로 활약
- 참여교수와의 공동 연구 업적
 - 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

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 연구를 하면서 실제 응용에 어떻게 쓰일지에 대해서 늘 고민을 하고 미국 내에 있는 여러 국립 연구소와 20여 년간 지속적으로 공동 프로젝트를 진행하는 등 적극적으로 수치해석을 실제 응용에 확장하고자 노력해 왔으며 이는 우리 사업단의 취지에도 부합한다. 또한 빠른 계산을 위해서 요구되는 multigrid 방법을 주도적으로 이끌어가는 연구팀의 리더로 학생들에게 fast solver에 대한 최신 기술을 보일 수 있는 기회를 제공할 것이다.

▷ Josselin Garnier

- 주요경력
 - Laboratoire Jacques-Louis Lions, University Paris VII 교수
 - Ecole Polytechnique affiliated professor
- 적합성
 - 역문제와 이미징 분야의 세계적 석학
- 참여교수와의 공동 연구 업적
 - Jin-Keun Seo, Habib Ammari, Josselin Garnier, Laure Giovangigli and Wenjia Jing, Spectroscopic imaging of a dilute cell suspension (2013,preprint)

Josselin Garnier 교수는 응용수학자로서 역문제(inverse problem) 분야에 세계적인 권위자이다. Garnier 교수 연구 분야는 본 사업단의 의료영상 분야에서의 대두되는 역문제의 분석에 밀접한 관련성이 있다. 특히 Garnier 교수가 최근 연구하고 있는 homogenization과 multi-scaled diffusion approximation은 현재 수학기반 의료영상 팀에서 진행 중인 연구에 직접적인 관련성이 있다. Garnier 교수의 전문분야를 학생지도

를 통해서 의료영상분야에서 homogenization과 CT에 대한 연구를 하고 있는 대학원생들에게 좋은 배움의 기회를 제공하고 본 사업단 참여교수와 공동연구를 통해 동반 상승효과를 도모하고자 한다.

▷ Dongbin Xiu

- 주요경력
 - Department of Mathematics, University of Utah 교수
 - Scientific Computing and Imaging Institute, University of Utah 교수
- 적합성
 - Stochastic 편미분 방정식의 전문가
 - Uncertainty Quantification의 젊은 세대 선두주자
 - 다년간 연세대학교 계산과학공학과 학생 지도

Dongbin Xiu 교수는 stochastic 방법과 수치 시뮬레이션의 전문가이다. Stochastic 방법은 모델의 불확실성을 정량화하는데 널리 쓰이는 방법론으로 최근 그 중요성이 더욱 부각되어 많은 학자들이 연구하고 있는 분야이다. Xiu 교수의 연구 내용은 공학, 의료영상, 자연과학 및 산업분야에서 제기되는 다학제간 모델의 불확실성 문제를 해결하는데 중요한 역할을 하게 될 것이며 uncertainty quantification 분야가 세계적으로 핵심 연구 분야 중 하나로 떠오르는 요즘 대학원생 교육에도 중요한 역할을 할 것이다.

▷ 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

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 국제학술논문을 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.

▷ Goodarz Ahmadi

- 주요경력
 - Clarkson University 석좌교수
 - Robert R. Hill Professor of Department of Mechanical and Aeronautical Engineering
 - Dean, Wallace H. Coulter School of 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

Ahmadi 교수는 Clarkson 대학의 환경유체역학의 세계적인 권위자이다. 현재 Clarkson 대학의 공학부장이

며, Robert R. Hill 석좌교수이고, ARES 센터의 공동 센터장이다. 미국 기계학회의 Fellow이며, 400여 편의 국제학술논문 및 2편의 저서를 발표한 세계적인 석학이다. Ahmadi 교수는 다상난류유동의 이론정립부터 오염물질 확산 예측 모델링에 이르기까지 환경유체역학 관련 연구를 하고 있으며, 본 연구팀의 입자난류유동의 이해 증진 및 응용연구에 많은 기여를 할 것으로 기대된다.

▷ Randall McDermott

· 주요경력

- 미국 국립표준연구소(NIST) Fire Research Division 연구원
- NIST의 화재 열유동 해석 프로그램(Fire Dynamic Simulator)개발의 핵심 연구원

· 적합성

- 전산난류유체역학 및 난류모델링의 전문가
- 본 학과 대학원생 해외연수 지도

· 참여교수와의 공동연구 업적

- Hyun Wook Park, Kiyong Moon, Randall McDermott, Ezgi Oztekin, Changhoon Lee, Jung-il Choi, Near-wall modeling for large eddy simulation of convective heat transfer in turbulent boundary layer, 65th APS DFD meeting, Nov. 18-20, 2012, San Diego, CA, USA

Randall McDermott 박사는 NIST의 FDS 개발의 핵심 전문가로서 대와류모사 기법 기반 난류연소해석에 연구를 수행하고 있으며, 복잡형상에 적합한 가상경계법을 활용한 전산난류 해석기법 개발을 하고 있다.

McDermott 박사는 2012년 계산과학공학과 대학원생 NIST 해외 연수를 지도한 바 있으며, 본 학과와 NIST와의 활발한 국제교류를 주도할 것으로 기대된다. 본 연구팀과의 공동연구를 통해 대와류모사 기법과 가상경계기법의 병합된 형태의 복잡형상 난류해석방법 개발하고 이를 활용한 도심유동을 해석하고자 한다.

▷ 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

- Munkh-Erdene Ts, Eunjung Lee, Jin Keun Seo, Bastian Harrach and Sungwhan Kim, Projective electrical impedance reconstruction with two measurements, accepted to SIAM J. Appl. Math.

- H.Kwon, H.Wi, B.Karki, E.J.Lee, B.Harrach, A.McEwan, E.J.Woo, J.K.Seo and T.I.Oh, Bioimpedance spectroscopy tensor probe for anisotropic measurements, Electron. Lett. vol 48 num 20 (2012) pp. 1253-1255

- Bastian Harrach, Jin Keun Seo and Eung Je Woo, Factorization method and its physical justification in frequency-difference electrical impedance tomography, IEEE Trans. Med. Imaging vol 29 no 11 (2010) pp. 1918-1926

- Bastian von Harrach and Jin Keun Seo, Exact shape-reconstruction by one-step linearization in electrical impedance tomography, SIAM Journal Math. Anal. vol 42 no 4 (2010) pp. 1505-1518

- Bastian von Harrach and Jin Keun Seo, Detecting inclusions in electrical impedance tomography without reference measurements, SIAM Journal Appl. Math. vol 69 no 6 (2009) pp. 1662-1681

- Bastian von Harrach, Jin Keun Seo and Eung Je Woo, Recent progress on frequency difference electrical impedance tomography, ESAIM Proc. 26 (2009) 150-161

Bastian von Harrach 교수는 2010년부터 2013년 까지 수차례에 걸쳐 계산과학공학과를 방문하여 공동연구를 수행해 왔으며 이미 공저 논문이 다수 있다. 또한 방문 때마다 박사과정 재학 중이던 Yizhuang Song (졸업, 중국 Shandong Normal 대학 교수로 취직예정), Tingting Zhang, 권혁남 등과 단기간의 심화 세미나를 통하여 역 문제의 전반적인 수학적 분석 방법을 지도하고 학생들의 연구 분야에 새로운 아이디어를 제공하는 등 적극적인 지도를 해 왔다. 지난 4월에는 권혁남 학생이 Stuttgart 대학을 2주간 방문하여 local conductivity identification in electrical impedance tomography, EIT-based Leakage Detection in Underground Pipelines in Mongolia, MR-based electrical tissue property imaging 등에 대해서 세미나와 토론을 하였다. Harrach 교수와의 지속적인 연구/교육 교류를 앞으로도 유지 하고자 한다.

▷ 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, Jin Keun Seo, Bastian Harrach and Sungwhan Kim, Projective electrical impedance reconstruction with two measurements, accepted to SIAM J. Appl. Math.

- Eunjung Lee, Munkh-Erdene Ts, Jin Keun Seo and Eung Je Woo, Breast EIT using a new projected image reconstruction method with multi-frequency measurements, Physiological Measurement, 33 (2012) pp.751-765

Munkh-Erdene Ts 교수는 CSE를 졸업하고 몽고과학기술대학에 교수로 취직을 하였다. 이미 서진근, 이은정 교수와 2편의 논문을 완성하였고, CSE 재학 중 새로운 알고리즘을 개발하고 이를 수학적으로 증명하였다. 특히 COMSOL을 이용해 torso 모델을 완성하였으며 이는 의료영상 분야에 수치 시뮬레이션에 있어서 앞으로 다양한 응용에 쓰일 수 있다고 기대 한다. Munkh-Erdene Ts 교수는 심화단기 프로그램을 통하여 COMSOL을 이용한 수치 시뮬레이션방법을 대학원생들에게 교육한다면 많은 시간과 노력을 아낄 수 있고 학생들의 발전에 큰 영향을 미칠 것이라 기대한다. 특히 몽고과학기술대학은 연세대학교 계산과학공학과와 MOU를 맺고 있고 매년 몽고-한국을 오가며 공동 학술대회를 열고 있다. 특히 올해는 몽고과학기술대학 측의 요청으로 계산과학공학과 교수가 몽고과학기술대학을 방문하여 한 달간 계산과학공학 학문을 교육하기로 하였고 이는 앞으로 한국-몽고간의 지속적인 교류를 통하여 몽고학생들에게 선진교육을 전파하는 시발점이 될 것이다.

Ⅲ 사업비 집행 계획

1 사업비 집행 계획(1~7차년도)

(단위 : 천원)

항목	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	6년차	7년차	계
대학원생 연구장학금	120,120	240,240	240,240	240,240	240,240	240,240	240,240	1,561,560
신진연구 인력 지원 비	90,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	1,170,000
국제화지 원비	54,144	108,288	108,288	108,288	108,288	108,288	108,288	703,872
사업단 운 영비	30,030	60,060	60,060	60,060	60,060	60,060	60,060	390,390
간접비	6,006	12,012	12,012	12,012	12,012	12,012	12,012	78,078
합 계	300,300	600,600	600,600	600,600	600,600	600,600	600,600	3,903,900