

# 특집 2 [슈퍼컴퓨팅의 산업체 응용 동향과 사례]

## 초고성능컴퓨팅 기반 모델링 및 시뮬레이션 기술동향 분석

[글] 박형욱<sup>1</sup>, 김재성<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술정보연구원 기상설계분석실  
hyungwook@kisti.re.kr

<sup>2</sup>한국과학기술정보연구원 기상설계분석실  
jaesungkim@kisti.re.kr

오늘날 CAD/CAM/CAE로 대표될 수 있는 모델링 및 시뮬레이션(Modeling & Simulation, 이하 M&S) 기술은 디자인부터 설계/제작 및 실험 등 제품개발 단계의 주요 활동을 가상의 환경에서 수행할 수 있어 제품개발 비용 및 시간의 절감이 가능하다는 장점으로 인해 제품개발의 핵심적인 기술로 자리잡고 있다. 특히 제조분야에서는 M&S 기술의 활용을 통해 빠른 시장진입은 물론 제품의 품질의 향상이 가능함에 따라 자동차, 조선 등의 주요 제조 분야를 중심으로 글로벌 제품 경쟁력 확보의 핵심수단으로 인식되고 있는 추세이며, 기술적인 수요 역시 지속적으로 증가하고 있다.

하지만 국내 중소 제조기업의 경우 M&S 기술을 활용하기 위한 관련 솔루션 및 계산자원에 대한 대규모의 초기투자가 어렵고, M&S에 대한 전문인력이 부족하여 현장에서의 활용율이 저조한 편이다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 미국, 일본, 독일 등 선진 제조강국들은 초고성능컴퓨팅 기반 M&S의 산업적 활용 확대를 위한 국가적 지원체제를 구축하여 운영하고 있다. 우리나라의 경우에는 ‘제1차 국가초고성능컴퓨팅 육성 기본계획(‘13~’17)’의 수립과 시행을 통해 초고성능컴퓨팅을 활용한 산업혁신의 일환으로 중소·중견기업을 대상으로 슈퍼컴퓨팅 기반의 M&S 지원사업을 추진 중에 있다.

본고에서는 초고성능컴퓨팅 기반 M&S 기술에 대한 최근 10년간 (2003년~2013년)의 학술대회/학술지 논문과 관련 특허를 분석하여 M&S 기술의 글로벌

동향과 국내 M&S 기술의 역량을 분석하여 제시하였다.

### 1. 논문 분석 대상 및 방법

본 글에서는 SCOPUS 데이터베이스를 기반으로 [표 1]과 같이 초고성능 컴퓨터의 핵심 기술요소와 Modeling & Simulation로 대분류를 수행한 후 [표 2]와 같은 키워드를 이용하여 학술지와 학술대회의 논문 검색을 실시하였다. 각 Supercomputing 과 Modeling & Simulation 분야에서 9개의 중분류를 통해 검색을 진행하였으며, 국가별, 분야별 논문 개수의 양적 분석을 수행하여 학술지 논문 개수와 학술대회 논문 개수가 가지는 의미를 중심으로 분석을 실시하였다.

### 2. 논문 분석 결과

추출된 논문을 근거로 추세를 살펴보면 최근 10년간 출판된 초고성능컴퓨터 관련 학술지 논문은 총 5,033편으로, 연 평균 6%의 성장세(2003년~2012년)를 보였다. 또한 최신기술의 영향을 많이 받는 학술대회 논문의 경우 총 3,371편이며, 연 평균 27%의 성장세를 보여, 최근 초고성능컴퓨터 기술의 연구개발이 꾸준히 증가하고 있는 것으로 판단되었다. 특히 최근 4년(2010년~2013년) 동안의 논문 발행률은 전체대비 약 48%의 점유율로 최근에 높은 증가율을 나타내고 있으며, 2013년에는 1,438건의 논문이 발행되어 전년 대비 1.80배의 증가율을 나타내는 등 최근 슈퍼컴퓨팅에 관련된 연구가 급격하게 증가된 것으로 분석되었다.

각 국가별로 비교해 보면 최근 슈퍼컴퓨팅기술을 선도하고 있는 미국에서 학술지 및 다수의 논문 발

표 1. 초고성능컴퓨팅 M&S 기술 분류

대분류	중분류	
Super computing	High-Performance Computing (1-1)	
	Parallelization & Optimization (1-2)	
	Middleware (1-3)	
Modeling & Simulation	Modeling	CAD (2-1)
		Visualization (2-2)
		Collaborative Design (2-3)
		Preprocessing (2-4)
	Simulation (CAE) (2-5)	
	Big data (2-6)	

표 2. 논문검색 시 사용한 검색식

중분류	검색식	
High-Performance Computing (1-1)	TITLE-ABS-KEY((manufact* OR indust*) and (supercomput* OR (high* PRE/1 performance PRE/1 comput*) or (cluster* PRE/1 comput*) or (many PRE/1 core) OR manycor* OR multi-cor* OR multicor* OR (multi PRE/1 core) OR (large PRE/1 scale* pre/1 comput*) OR (parallel PRE/1 process*))) AND PUBYEAR >= 2003 AND PUBYEAR <= 2013	
Parallelization & Optimization (1-2)	TITLE-ABS-KEY((supercomput* OR (high* PRE/1 performance PRE/1 comput*) or (cluster* pre/1 comput*)) AND ((many PRE/1 core) OR manycor* OR multi-cor* OR multicor* OR (multi PRE/1 core) OR (large PRE/1 scale*) OR (parallel PRE/1 process*))) AND PUBYEAR >= 2003 AND PUBYEAR <= 2013 AND TITLE-ABS-KEY(parallel* OR ((code* OR sw) W/1 optimiz*))	
Middleware (1-3)	TITLE-ABS-KEY((supercomput* OR (high* pre/1 performance pre/1 comput*) or (cluster* pre/1 comput*)) and (((web* or internet*) pre/1 (Interface* or environmen*)) or middleware* or (middle* pre/1 ware*) or (cloud* pre/1 service*) or (user* pre/1 interface*) or schedul*)) AND PUBYEAR >= 2003 AND PUBYEAR <= 2013	
Modeling	CAD (2-1)	TITLE-ABS-KEY(cad OR (comput* PRE/2 design*) OR (geomet* w/2 (model* OR design*)) OR (digital* w/2 mock*)) AND PUBYEAR >= 2003 AND PUBYEAR <= 2013 AND EXACTSRCTITLE((engineer* W/2 manufacturing) OR (computer W/1 science W/1 interdisciplinary*) OR (computer W/1 science W/1 software*) OR (engineer* W/2 mechanical))
	Visualization (2-2)	TITLE-ABS-KEY(((modeling* or simulat*) and ((scale* PRE/2 visualiz*) OR (ray* PRE/1 tracing*) OR (ray* PRE/1 cast*) OR rendering OR seaml* OR realist* OR (digital* PRE/1 prototyp*))) AND (visualiz* OR GPU OR (graphic* PRE/1 process*))) AND PUBYEAR >= 2003 AND PUBYEAR <= 2013
	Collaborative Design (2-3)	TITLE-ABS-KEY(((Collaborat* w/1 design*) or (product* pre/1 configurat*) or Tangible* or (multi* pre/1 display*) or multidisplay* or (user pre/1 experience*) or ((virtual* or augement*) pre/1 reality*)) AND ((design* w/1 review*) or (product* w/1 (digital* or design* or modeling*)) or (geometric* w/1 model*) or (digital* w/1 mockup*))) AND PUBYEAR >= 2003 AND PUBYEAR <= 2013
	Preprocessing (2-4)	TITLE-ABS-KEY((modeling*) AND ((mesh pre/1 (generat* OR edit* OR heal*)) OR pre-process OR preprocess or (boundary pre/1 condition)) AND (CAE or (computer* pre/2 engine*) or FEA or FEM or(finite* w/2 analysis*) OR (mechanic* w/2 analysis) OR CFD or (computat* w/2 dynamic*) OR MPS or(multi* w/2 simulat*) OR FSI or (fluid* w/2 interact) OR MDA or (mult* w/2 analysis))) AND PUBYEAR >= 2003 AND PUBYEAR <= 2013
Simulation (CAE) (2-5)	TITLE-ABS-KEY((supercomput* OR (high* pre/1 performance pre/1 comput*) or (cluster* pre/1 comput*)) AND (CAE or (computer* pre/2 engine*) or FEA or FEM or(finite* w/2 analysis*) OR (mechanic* w/2 analysis) OR CFD or (computat* w/2 dynamic*) OR MPS or(multi* w/2 simulat*) OR FSI or (fluid* w/2 interact) OR MDA or (mult* w/2 analysis))) AND PUBYEAR >= 2003 AND PUBYEAR <= 2013	
Big data (2-6)	TITLE-ABS-KEY((manufact* or industr*) AND (bigdata! OR metadata! OR ((big! OR meta!) PRE/1 (data! OR information! OR DB)))) AND PUBYEAR >= 2003 AND PUBYEAR <= 2013	

특집 2 [슈퍼컴퓨팅의 산업체 응용 동향과 사례]

행이 이루어졌으며, 특히 학술대회 논문에서 발표량의 32%에 해당하는 논문을 차지하여 세계적인 연구 동향 주도하고 있는 것으로 분석되었으며, 유럽에서는 학술대회 논문에서는 미국에 이어 29%의 높은 점유율을 보였으나 최근 M&S 분야에서 주요 이슈로 판단되는 'Big data' 부분에서는 학술지와 학술대회 모두 가장 높은 발표량을 나타내고 있는 것으로 분석되었다. 동아시아권을 살펴보면 중국의 경우 학술지 논문 발표량에 있어 전체 3위의 높은 점유율을 보이고 있으나 최신동향을 반영하는 학술대회의 논문 수는 미국과 유럽국가에 비해 미흡한 수준으로 현재 기초가 되는 기술을 따라가는 추세에 있다고 판단되며, 또한 일본의 경우에는 학술지 논문 발표

가 비교적 높은 수치를 나타내고 있으나 학술지 및 학술대회 논문 모두 절대적인 논문 수에서 미국, 유럽과 중국에 비해 뒤처지고 있는 것으로 살펴봐야 기초기술 연구측면으로 집중하고 있는 것으로 판단된다. 국내의 현황을 살펴보면 학술지 및 학술대회 모두 주요국에 비하여 논문 발표량이 미흡하여 세계를 주도하지는 못하고 있으나 'CAD', 'Simulation', 'Visualization', 'Collaboration Design'과 같은 기초 응용분야에서는 학술지 논문과 학술대회 논문 모두 발표량이 증가하고 있어, 기초연구와 더불어 연구개발이 함께 이루어지고 있는 상태로 분석되었다.

3. 특허 분석대상 및 방법

특허의 경우 2003년부터 2012년까지 출원된 미국, 유럽, 한국, 중국, 일본, PCT의 등록된 특허를 기준으로 분석하였으며, WINTELIPS DB를 이용하여 검색을 실시하였다. 또한 추출된 특허 데이터를 등록 연도별, 국가별 및 기술별로 분류하여 각 부문별 등록건수, 기술별 점유율 등으로 구분하여 분석하는 정량적 분석과 추출된 데이터의 등록건수, 피인용수, 기술 분류 등의 정보를 피인용비, 인용도 지수, 영향력 지수, 기술력 지수, 시장확보 지수 등의 지표로 가공하여 분석하는 정성적 분석을 함께 진행하여 보다 심도깊은 분석이 될 수 있도록 하였다.

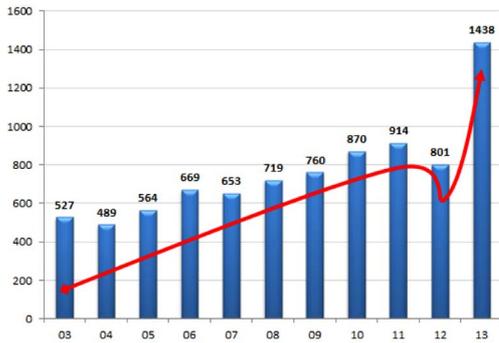


그림 1. 연도별 논문 동향

표 4. 국가별 논문 비율

기술 중분류	학술지 논문 순위			학술대회 논문 순위		
	1위	2위	3위	1위	2위	3위
전체	유럽	미국	중국	미국	유럽	중국
High Performance Computing	미국	유럽	중국	미국	유럽	중국
Parallelization & Optimization	미국	유럽	중국	미국	유럽	중국
Middleware	미국	유럽	중국	미국	유럽	중국
CAD	중국	일본	유럽	미국	유럽	중국
Visualization	유럽	미국	중국	미국	유럽	중국
Collaborative Design	중국	유럽	미국	중국	유럽	미국
Preprocessing	유럽	미국	중국	미국	유럽	중국
Simulation (CAE)	미국	유럽	중국	미국	유럽	중국
Big data	유럽	미국	중국	유럽	미국	중국

표 4. 국가별 논문 비율

국가	학술지 논문	학술대회 논문
전체	<ul style="list-style-type: none"> <li>1-1: 11%</li> <li>1-2: 11%</li> <li>1-3: 9%</li> <li>2-1: 9%</li> <li>2-2: 13%</li> <li>2-3: 12%</li> <li>2-4: 19%</li> <li>2-5: 11%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1-1: 14%</li> <li>1-2: 13%</li> <li>1-3: 12%</li> <li>2-1: 6%</li> <li>2-2: 10%</li> <li>2-3: 13%</li> <li>2-4: 12%</li> <li>2-5: 11%</li> </ul>
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>1-1: 15%</li> <li>1-2: 17%</li> <li>1-3: 12%</li> <li>2-1: 0.5%</li> <li>2-2: 13%</li> <li>2-3: 7%</li> <li>2-4: 18%</li> <li>2-5: 13%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1-1: 13%</li> <li>1-2: 15%</li> <li>1-3: 12%</li> <li>2-1: 8%</li> <li>2-2: 10%</li> <li>2-3: 6%</li> <li>2-4: 14%</li> <li>2-5: 14%</li> </ul>
유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>1-1: 11%</li> <li>1-2: 10%</li> <li>1-3: 9%</li> <li>2-1: 3%</li> <li>2-2: 14%</li> <li>2-3: 11%</li> <li>2-4: 26%</li> <li>2-5: 11%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1-1: 14%</li> <li>1-2: 13%</li> <li>1-3: 12%</li> <li>2-1: 5%</li> <li>2-2: 8%</li> <li>2-3: 13%</li> <li>2-4: 13%</li> <li>2-5: 10%</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>1-1: 8%</li> <li>1-2: 6%</li> <li>1-3: 5%</li> <li>2-1: 22%</li> <li>2-2: 11%</li> <li>2-3: 21%</li> <li>2-4: 14%</li> <li>2-5: 9%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1-1: 15%</li> <li>1-2: 10%</li> <li>1-3: 6%</li> <li>2-1: 2%</li> <li>2-2: 10%</li> <li>2-3: 30%</li> <li>2-4: 9%</li> <li>2-5: 12%</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>1-1: 9%</li> <li>1-2: 18%</li> <li>1-3: 10%</li> <li>2-1: 23%</li> <li>2-2: 10%</li> <li>2-3: 5%</li> <li>2-4: 8%</li> <li>2-5: 14%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1-1: 14%</li> <li>1-2: 26%</li> <li>1-3: 9%</li> <li>2-1: 12%</li> <li>2-2: 10%</li> <li>2-3: 9%</li> <li>2-4: 3%</li> <li>2-5: 13%</li> </ul>
한국	<ul style="list-style-type: none"> <li>1-1: 5%</li> <li>1-2: 10%</li> <li>1-3: 8%</li> <li>2-1: 17%</li> <li>2-2: 15%</li> <li>2-3: 17%</li> <li>2-4: 9%</li> <li>2-5: 11%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1-1: 12%</li> <li>1-2: 12%</li> <li>1-3: 8%</li> <li>2-1: 8%</li> <li>2-2: 16%</li> <li>2-3: 20%</li> <li>2-4: 7%</li> <li>2-5: 4%</li> </ul>

표 6. 특허분석 지표

구분	지표	정의	산출방법
양적 분석	특허건수	특허활동	DB 수집
	특허활동 지수 (AI: Active Index)	상대적 특허활동	특정기술분야의 특정출원국가건수 특정기술분야의 전체 출원건
			특정출원국가 전체 출원건 전체 총출원건
질적 분석	인용도 지수 (CPP: Cites Per Patent)	인용도지수 $\times$ 영향력	피인용수 특허건수
	영향력 지수 (PII: Patent Impact Index)	상대적 영향력	해당국가의 피인용비 전체피인용비
	기술력 지수 (TS: Technology Strength)	기술력	특허건수 $\times$ 영향력지수
	시장확보 지수 (PTS: Patent Family Size)	시장확보력의 수준	해당출원국가 평균패밀리 특허수 전체특허의 평균패밀리 특허수

양적 분석방법을 통해서 1.0을 기준으로 하여 해당 국가의 특정 기술 분야 특허집중도를 판단하는데 해당 지표가 1.0보다 큰 값을 가지는 기술 분야의 경우, 해당 국가의 그 기술 분야에서 평균 수준보다 높은 수준의 특허 및 기술 개발 활동이 이루어지고 있다고 판단할 수 있으며, 반대의 경우 그 기술분야에서 특허집중도가 낮다고 볼 수 있는 방식을 활용하여 각 국가와 한국 간의 기술 수준에 관한 비교연구를 수행하였으며, 특허건수 및 특허활동지수와 같은 양적지표를 통해 특허 출원 및 등록동향과 기술선도 기업 대비 국내 초고성능컴퓨터 시스템 개발수준을 도출하는 방식을 활용하였다. 또한 질적 분석방법으로는 특허의 피인용 회수를 구하여 각 국가 및 기술, 연도별로 인용도지수를 통해 기술 선도국의 영향력을 분석하였으며, 인용도 지수, 영향력 지수, 기술력 지수 및 시장확보 지수를 활용하여 국가별 및 세부기술별 영향력 및 기술수준을 다각적으로 분석함으로써 단순한 양적 분석을 벗어나 다각도의 변수를 고려한 질적 분석을 통해 초고성능컴퓨터 기술 분야의 국가별 기술 수준과 국내 수준을 비교 및 분

석 할 수 있도록 하였다. 인용도 지수의 경우 기술 선도국 및 한국이 개발한 기술의 영향력 도출할 수 있도록 하였으며, 특정 시점을 기준으로 삼아 과거의 기술적 활동을 반영하는 지표로서, 특정 출원인이 소유한 기술의 질적 수준을 나타내는 영향력 지수, 기술별 성과의 평균적 수준과 기술적 성과에 대한 양적, 질적 측면을 동시에 고려할 수 있는 기술력지수, 개별 국가들의 세부 기술별 세계 기술 시장 지배력을 분석하여 개별 국가의 국제 영향력 분석 가능한 시장확보 지수 등을 고려하여 국가별 기술 수준과 국내 수준에 대한 비교 및 분석을 실시하였다.

#### 4. 특허 분석 결과 : 양적특허 분석

초고성능컴퓨팅기반 Modeling & Simulation 기술에 관련된 특허는 총 7,310건으로 집계되었으며, 2007년도까지 꾸준히 특허출원이 증가하는 것으로 나타나 최근까지 증감을 반복하는 경향을 나타내었다<sup>1</sup>. 특허 출원규모에 있어서는 미국이 5,387건(63%)으로 가장 높은 점유율을 나타내며, 이어서 중국이 1,608건



그림 2. 초고성능컴퓨팅 기술의 국가·연도별 출원동향

(19%), 한국이 1,093건(13%), 일본이 285건(3%), 유럽이 172(2%)의 특허점유율을 나타내었으나, 최근 중국은 2007년 이후에도 지속적인 증가를 보이며, 점유율을 높여가고 있음을 보였다. 이러한 현상은 초고성능컴퓨터 시스템의 제작에 필요한 소프트웨어 관련 특허를 보유한 미국 국적의 출원인의 활동력이 매우 높고, 기타 국적의 출원인들도 미국 시장 진출을 위한 미국 내 출원 활동이 높기 때문으로 분석된다.

분류된 기술별로 살펴보면 ‘High-Performance Computing’에 관한 특허등록 건수는 전체적으로 2007년까지 증가하는 양상을 보이고 있으며, 이후 최근까지는 증감을 반복하며 감소하는 추세를 보였다. 주 출원인으로는 IBM이 약 31%(324건)의 점유율을 가지고 있어 미국의 출원이 높은 비중을 보이고 있는 가운데, 최근에는 중국에서의 출원이 증가하는 양상을 보이고 있었다. 최근 가장 이슈화 되어지고 있는 ‘Parallelization & Optimization’에 대한 특허는 최근 10년간 큰 변화가 없었으나 GPU의 발전 및 CUDA의 영향력으로 인해 2007년에 증가하여 다시 약간 감소하는 추세를 보여 보다 새로운 기초기술에 대한 역량이 필요할 것으로 분석되었다. ‘Middleware’에 대한 특허는 User Interface의 정착화로 인해 전반적으로 감소하고 있는 추세이며, 기초기술의 성격

이 강한 ‘CAD’의 경우 증감의 추세가 계속적으로 반복되어지며 미국과 중국이 다른 나라에 비해 많은 특허를 보유하고 있었으나 최근 감추세를 보임에 따라 기술의 발전에 대해서는 어느정도 한계점에 이르렀다고 분석되었다. ‘Visualization’와 ‘Collaborative Design’에 관한 특허는 큰 변동을 보이지 않았으나, 중국의 경우에는 2010년에 전년 대비 2배 많은 특허를 기록하여 지속적으로 발전 가능한 분야임을 나타냈다. M&S의 가장 기초가 되는 ‘Preprocessing’에 대한 특허는 전반적으로 감소하고 있는 분위기 이나 중국에서 2010년에 50개의 특허를 출원하는 등 새로운 개척시장으로 판단되고 있으며, ‘Simulation’의 경우 미국은 총 251건, 중국이 165건으로 많은 연구가 이미 진행된 것으로 분석되었다. 최근 가장 큰 블루오션으로 예상되는 ‘Big data’에 관한 특허는 미국의 경우 총 444건의 특허를 가지고 있어 다른 나라에 비해 약 20배 높은 특허를 보유하고 있으며, 특히 MICROSOFT, IBM, ORACLE INTERNATIONAL사 등 국제적인 IT 기업들에서 총 218개의 특허를 보유하고 있어 전체 특허의 약 38%의 점유율을 차지하는 등 최근 기업에서 가장 이슈화 되고 있는 아이টে임을 알 수 있었다.

#### 4. 특허 분석 결과 : 영향력 지수분석

본 연구에서 등록된 분석을 살펴보면 미국의 평균적인 영향력 지수는 1.0을 초과하는 1.38로 나타나, 세계 기술 시장을 선도하며 큰 영향을 미치고 있다는 것을 알 수 있으며, 유럽의 경우 두 번째로 높은 영향력지수를 보이고 있으나 평균적인 영향력 지수가 0.68로 질이 높은 특허를 다수 보유하고 있는 것으로 분석되었다. 특히 2010년에 1.27의 평균 영향력 지수를 나타내어 질 높은 특허가 많이 출원됨을 알 수 있다. 중국의 경우 다수의 특허를 보유하고 있으나, 인용도가 높은 특허의 보유가 미비하여 평균

최근 10년간(2003년 1월~2013년 12월) 공개된 해외특허(일본, 미국, 유럽 공개특허 및 미국 등록특허를 대상으로 함. 2013년에 전체 출원 건수가 감소 추세를 보이고 있는데, 이는 출원일로부터 18개월 이후 공개한다는 특허공개제도에 의한 현상임.

표 6. 국가별, 연도별 영향력 지수

국가	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	평균
미국	1.19	1.26	1.28	1.18	1.28	1.24	1.54	1.51	1.86	1.47	1.38
유럽	0.67	0.31	0.84	0.91	0.39	1.21	0.65	1.27	0.23	0.34	0.68
중국	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
일본	0.53	0.54	0.38	0.92	0.69	0.77	0.49	0.11	0.38	0.00	0.48
한국	0.17	0.16	0.15	0.41	0.23	0.29	0.29	0.18	0.00	0.00	0.19

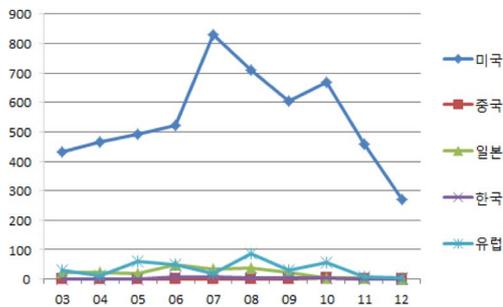


그림 3. 국가별 연도별 기술력지수

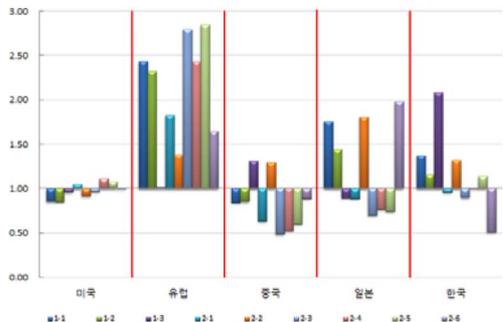


그림 4. 국가별 시장확보력지수

0.01의 매우 낮은 영향력 지수를 가지고 있으며, 이와 달리 일본의 평균적인 영향력 지수는 0.48로 보유한 등록특허에 비하여 높은 영향력 지수를 나타내어 질 높은 특허를 보유하고 있는 것으로 분석되었다. 한국의 경우 평균 영향력 지수가 0.19로 낮은 편이며, 2000년대 중반에 증가하는 경향을 보였으나, 최근에 다시 감소하여 기술적 영향력이 미미함을 알 수 있었다.

기술력지수를 살펴보면 타 지수와 마찬가지로 미국의 기술력 지수는 546이며, 이는 일본의 22와 유

럽의 36에 비하여 월등히 높은 수치를 나타냄과 동시에 초고성능컴퓨터 분야에서는 미국의 영향력과 기술력이 기타 국가에 비하여 압도적인 우위를 보이고 있다 분석할 수 있다.

시장확보력 지수를 확인하면, 예상과는 달리 미국의 경우 특허등록건수에 비하여 세계 시장 확보력은 다소 약한 것으로 분석되었으며, 1.0 이상의 기술 분야는 'CAD' 분야를 포함하여 3개 분야에 불과하여 기타 국가에 비하여 높지 않다는 것을 알 수 있었으며, 오히려 유럽의 경우 모든 기술 분야에서 1.0을 초과하는 시장확보 지수를 가지고 있어 세계 초고성능컴퓨터 시스템 시장에 미치는 영향력이 매우 크다는 사실을 알 수 있었다. 특히 'Simulation(CAE)' 분야는 2.85의 매우 높은 시장확보력지수를 보이며, 최근 이슈화 되어지고 있는 공개 라이브러리 기반의 시뮬레이션 분야의 발전이 크게 영향을 미친 것으로 판단되었다. 한국의 경우 평균 시장확보력지수가 1.16으로 나타나 비교적 높은 수치를 보였으며, 'Middleware' 분야는 2.08의 매우 높은 지수를 나타내어, 기초기술연구보다는 Interface 와 같은 편의환경 분야에서 두각을 나타낸다고 분석되었다.

## 5. 맺음말

본 글에서는 초고성능컴퓨팅 기반의 M&S 기술과 관련한 논문/특허 분석을 통해 M&S 기술의 동향을 살펴보았다. 분석 결과 미국이 기술의 양적/질적 측면 모두에서 압도적인 우위를 나타내고 있으며 기술적 영향력 역시 매우 높은 것으로 분석되었다. 시장경쟁력에서는 유럽이 상대적으로 강세를 보이고 있으며 우리나라의 경우에는 M&S 기술 전반에 걸쳐 매

우 열악한 상황인 것으로 분석되었다. 국내의 경우에는 선진국이 확보한 기술 분야의 공백기술 파악을 통해 기술적 경쟁이 더욱 가열되기 전에 관련 기술의 확보와 산업적 활용이 필요하다.

### 참고문헌

1. 미래창조과학부 연구개발정책실, 2013, 국가초고성능컴퓨팅 육성 기본계획 ('13~'17).
2. 이형진 et al. “국가초고성능컴퓨터 활용 및 육성에 관한 법률 제정과 시행.”정보과학회지 31.4 (2013): 9-15.
3. 박형욱 et al. “슈퍼컴퓨팅 기반 M&S 4.0 세부과제 도출을 위한 논문/특허분석 및 기술동향 연구”, 한국기술혁신학회학술대회 (2014), 603-612.
4. 김재성, et al. “중소기업 슈퍼컴퓨팅 서비스의 경제적 가치 분석.” IE interfaces 23.4 (2010): 319-326.