

국가슈퍼컴퓨팅 생태계 활성화를 위한 법제도 개선방안

Legal Institutional Improvement for Activating National Supercomputing Ecosystem

허태상, 정용환, 고명주
한국과학기술정보연구원 국가슈퍼컴퓨팅본부

Taesang Huh(tshuh@kisti.re.kr), Yonghwan Jung(paul7931@kisti.re.kr),
Myoungju Koh(myju@kisti.re.kr)

요약

슈퍼컴퓨터는 과학, 산업, 국가안보 및 사회현안 해결 등의 다양한 분야에서 중요한 역할을 수행해 왔으며, 빅데이터, AI 등을 활용한 영역에서의 활용이 강화되면서 그 수요는 크게 증가하고 있다. 최근에는 다양한 아키텍처 기반으로 글로벌 엑사스케일 시스템 개발 경쟁이 가속화되고 있어, 머지않은 미래에 엑사스케일 컴퓨팅 시대가 도래할 예정이다. 그러나, 국내 슈퍼컴퓨팅 생태계는 과거 서버산업 쇠퇴로 기반이 유실되었으며, 이를 보완 및 육성하고자 관련 법이 제정되었음에도 그 기능을 원활히 수행하지 못하고 있다. 이에 본 연구에서는 유관 법제도 분석 및 슈퍼컴퓨팅 생태계 현황 분석을 통해 현행 법제도에서의 문제점을 살펴보고, 정부-국가센터-전문센터의 역할 강화, 산업체 지원, 연구결과의 실용화 촉진, 정부 육성정책의 유연성을 수용하고 연관 법제도에서 슈퍼컴퓨팅 연구개발사업의 추진 근거를 마련할 수 있도록 개선사항을 제시한다.

■ 중심어 : | 슈퍼컴퓨터 | 초고성능컴퓨터법 | 과학기술 정책 | 국가연구개발사업 |

Abstract

Supercomputers have played an important role in various fields such as science, industry, national security and solutions for social issues, and their demand is increasing significantly as their use is strengthened in areas using big data and AI. Recently, competition for global exascale system development is accelerating based on various architectures, and the era of exascale computing is expected to come in the near future. However, the foundation of the domestic supercomputing ecosystem was lost due to the decline of the server industry in the past, and although the related law was enacted to supplement and foster it, it has not been able to perform its function smoothly. Therefore, this article examines the problems in the current legal system through the analysis of the relevant legal system and the status of the supercomputing ecosystem, and suggests improvements so that the relevant legal system, which can accommodate the reinforcement of the role of the government-national center-professional center, support for industries, promotion of commercialization of research results, and flexibility of government promotion policies, can prepare the basis for the promotion of the supercomputing R&D project.

■ keyword : | Supercomputer | Act on Utilization and Fostering of National Supercomputers | Science and Technology Policy | National R&D Program |

* 본 연구는 한국과학기술정보연구원 연구과제로 수행되었습니다. (Grant No. K-20-L02-C06-S01, K-20-L02-C12-S01)

접수일자 : 2020년 10월 08일
수정일자 : 2020년 10월 28일

심사완료일 : 2020년 10월 28일
교신저자 : 고명주, e-mail : myju@kisti.re.kr

I. 서론

슈퍼컴퓨터는 일반적으로 대용량 데이터를 초고속으로 생산·처리·활용할 수 있는 컴퓨터로서 통상 일년에 두 번(6월, 11월) 발표되는 Top500[5] 내의 고성능 컴퓨터(HPC)를 의미하며, 주로 대용량 병렬처리를 요구하는 분야에서 사용되고 있다. 슈퍼컴퓨터는 일반적인 실험연구를 진행하기 힘든 분야에 활용할 수 있을 뿐만 아니라 시간과 비용 절감 차원에서 효과가 크기 때문에 다양한 분야에서 활용되고 있으며 국가의 경제적 경쟁력과 혁신 잠재력으로 여겨지고 있다[1]. 특히 최근에는 개발비용과 기간을 크게 절감시켜 제품설계나 신약개발 등 혁신 제품 R&D의 주요 도구로 활용되고 있으며, 각종 질병의 원인 규명 및 치료법 개발 등에 핵심적인 수단이 되고 있다. 뿐만 아니라, 핵실험 시뮬레이션, 위게임 등과 같은 국가안보와 기상, 기후, 에너지, 물리, 화학 등의 과학기술발전에 기여하고 있다[2-5]. 이러한 이유로 세계 주요국들은 슈퍼컴퓨터에 대한 투자를 아끼지 않고 있으며, 가까운 미래에 도래할 엑사스케일 컴퓨터 시대를 선도하기 위해 경쟁적으로 개발에 나서고 있다. 2010년 이후 2019년까지 K computer(일본, 2011), Titan(미국, 2012), Summit(미국, 2019년)을 제외하고는 중국이 Top500에서 1위를 차지해왔고, 2020년에 Fugaku(일본)가 1위를 탈환했다. 그러는 사이 1위의 성능은 40배가 올라 Rmax 415.53TFlop/s에 이르렀다. 2020년(6월) Top500에 따르면, 중국은 226대로 전체의 45.2%를 보유한 반면 미국은 113대로 22.6%를 보유하고 있다. 성능의 측면에서는 미국이 28.2%로 1위, 중국이 25.6%로 2위 수준으로 중국이 미국 대비 2배 정도의 슈퍼컴퓨터를 보유한 반면 성능의 총합은 오히려 미국이 더 높은 수준을 나타내고 있다. 한국은 Top500에 단 3대(세계 13위)만 등재되어 있으며, 성능 점유율은 0.9%(세계 10위)로 2018년 Top500 6대, 점유율 1.8% 대비 매우 저조한 실정이다[6]. 세계에서 가장 빠른 슈퍼컴퓨터를 보유한다는 것은 가장 도전적인 문제를 해결할 수 있는 기술력을 확보했다는 것이고, 이를 통해 슈퍼컴퓨터 산업과 시장을 선도한다고 볼 수 있다. SC19에서 HPC(High Performance Computing) 산업 분석 전

문기관인 Hyperion Research 그룹은 슈퍼컴퓨터 강국들은 차기 목표인 엑사스케일 컴퓨터를 2021년~2022년에 선보일 것이라 예측했다[7]. 반면에 한국은 세계에서 두 번째로 슈퍼컴퓨터 관련 법을 제정하였음에도 불구하고, 엑사스케일 컴퓨터¹의 개발과 구축에 대한 어떠한 해법도 내놓고 있지 못한 현실이다. 본 논문에서는 슈퍼컴퓨터 관련 법인 「국가초고성능컴퓨터 활용 및 육성에 관한 법률(이하 약칭 "초고성능컴퓨터²법"이라 함)을 토대로 한국의 슈퍼컴퓨터 생태계를 활성화하기 위해 문제점을 파악하고, 법제도 개선방안에 대해 논하고자 한다.

II. 관련 연구

1. 「초고성능컴퓨터법」 고찰

「초고성능컴퓨터법」(2011)은 미국의 「High Performance Computing Act」(1991) 이어 세계에서 두 번째로 제정된 HPC 관련 법이며, 국가 차원의 슈퍼컴퓨팅 생태계 육성을 목적으로 추진체제 마련, 기반조성, 연구개발 및 산업 활성화 등의 내용을 포괄하고 있다. 입법 당시 한국이 보유한 초고성능컴퓨팅 환경은 주요 선진국 대비 매우 취약한 상황이었다. 이에 국가 차원에서 초고성능컴퓨팅 발전기반을 조성하여 국민의 삶의 질 향상과 국가경제의 발전에 기여하고자 [표 1]과 같은 구성으로 「초고성능컴퓨터법」이 제정되었다. 「초고성능컴퓨터법」의 내용을 살펴보면, 제1장 총칙에서 목적, 정의, 국가의 책무와 다른 법률과의 관계를 정의하고 있다. 초고성능컴퓨터는 대용량데이터를 초고속으로 생산·처리·활용할 수 있는 컴퓨터로서 국가초고성능컴퓨팅 위원회가 정하는 기준에 적합한 컴퓨터로 정의하고(제2조), 초고성능컴퓨팅은 고용량·고속의 전산망의 활용, 특수 목적의 실험시스템의 구축, 응용 및 시스템 소프트웨어, 대용량 데이터 관리 등을 포함하는 컴퓨팅, 통신 및 정보기술을 통칭하며, 공공 및 산업적 목적으로 국가차원으로 이루어지는 것을 국가초고성능컴퓨팅이라 한다. 이외에도 초고성능컴퓨팅자원, 첨단연구망을

1. 엑사스케일 컴퓨터는 초당 100경 번의 실수 연산(1ExaFlops)을 할 수 있는 컴퓨터를 의미

2. 초고성능컴퓨터는 슈퍼컴퓨터를 의미하는 법적 용어

표 1. 「초고성능컴퓨터법」 구성 및 내용

조문	법률 내용	시행령 내용
제1장 총칙		
제1조(목적)	- 목적 사항	-
제2조(정의)	- 용어 정의	-
제3조(국가의 책무)	- 육성을 위한 시책 수립 및 시행	-
제4조(다른 법률과의 관계)	- 타 법률과의 관계	-
제2장 국가초고성능컴퓨팅 육성 발전 추진체계		
제5조(국가초고성능컴퓨팅 육성 기본계획의 수립)	- 육성 계획 수립 추진 - 기본계획 작성 및 심의	- 협조체계
제6조(시행계획의 수립)	- 시행계획 수립, 시행, 추진실적 평가	- 국가센터, 전문센터 사업계획 수립 - 추진실적 평가사항
제7조(국가초고성능컴퓨팅위원회)	- 국가초고성능컴퓨팅 위원회 역할 - 위원회 구성	- 관계 부처 - 위원회 직무, 운영, 구성 및 운영
제8조(국가초고성능컴퓨팅 육성시책 강구)	- 부처별 시책 강구 사항	- 구성방법, 운영방법
제9조(국가초고성능컴퓨팅센터)	- 국가센터 역할 - 추진실적 제출 및 점검 - 운영 경비 사항	- 국가센터 지정: 한국과학기술정보연구원 - 추진실적 제출 - 운영 세부사항
제9조의2(전문센터)	- 전문센터 역할 - 전문센터 운영지침 및 경비	- 전문센터 지정 및 지정 고려사항
제3장 국가초고성능컴퓨팅 기반조성		
제10조(연구개발 투자의 확대)	- 연구개발 투자 확대를 위한 투자재원 확보 노력 - 연구개발사업 추진	-
제11조(국가초고성능컴퓨팅자원의 확보)	- 초고성능 자원확보	- 초고성능컴퓨팅자원 확보 관련 국가연구개발사업 추진
제12조(전문인력의 양성)	- 인력양성 계획 및 시책 강구 - 인력수급전망에 따른 인력양성계획 및 시책 반영 - 인력양성 업무 위탁 - 인력양성 위탁기관 경비 지원	- 인력양성 업무 위탁
제13조(첨단연구망 구축·유지·활용·개선)	- 첨단연구망 구축/유지/활용 및 개선 노력	-
제14조(기술정보의 수집과 보급)	- 관련 데이터/정보 수집/관리 및 보급	-
제15조(초고성능컴퓨팅 연구개발 활동 조사)	- 연구개발활동 조사/분석 - 자료 제출 요청 및 협조	- 연구개발활동 조사/분석 사항
제4장 국가초고성능컴퓨팅 활성화		
제16조(공동연구개발의 촉진)	- 산·학·연간 연구개발 촉진	-
제17조(초고성능컴퓨팅자원의 공동활용)	- 국가차원의 공동 활용 - 공동활용체계 구축 및 운영 경비	- 공동활용체계 구축 및 운영 대상 기관
제18조(산업체에 대한 지원)	- 산업체 우선지원 (기술집약형 중소기업 및 신기술 이용 창업기업)	- 정부 시책 마련
제19조(국제협력)	- 국제협력 증진, 선진기술 도입	-
제20조(연구개발 결과의 실용화)	- 연구개발 결과 실용화 지원 시책	- 실용화지원시책 수립방법, 시책추진방법
제21조(국가초고성능컴퓨팅의 활용 촉진)	- 과학기술분야, 정부분야, 산업분야 활용 촉진	-

정의하고 있다.

「초고성능컴퓨터법」의 목적인 초고성능컴퓨터를 활용한 국민 삶의 질 향상과 국가 경제발전에 이바지하기(제1조) 위한 주요 활동으로 이 법에서는 행정절차 체계 구축(제5조~제9조), 연구개발투자 확대(제10조), 초고성능컴퓨팅자원의 확보(제11조), 전문인력 양성(제12조), 산업체 지원(제18조), 연구개발 결과의 실용화 지원(제20조) 등에 관한 사항을 규정하고 있다. 정부는 5년마다 국가초고성능컴퓨팅 육성 기본계획을 수립하

고(제5조), 이의 구체적 추진을 위해 관계 중앙행정기관 별 육성시책(제8조)을 마련하고 매년 시행계획을 수립해야 한다(6조). 또한 '국가초고성능컴퓨팅위원회'(제7조)를 두어 법에서 정한 사항을 심의하고, 이의 원활한 추진을 위해 '국가초고성능컴퓨팅실무위원회'를 운영한다. 정부는 국가초고성능컴퓨팅 육성과 활용 촉진을 위해 국가센터 및 전문센터를 운영을 하고(제9조). 연구개발에 대한 필요 재원을 확보하도록 노력해야 하며, 기본계획[8]과 시행계획[9]을 효율적으로 추진하기 위해

국가초고성능컴퓨팅 국가연구개발사업을 추진하도록 하고 있다(제10조). 정부는 국가초고성능컴퓨팅자원의 수요변화와 기술발전의 속도에 맞추어 최고 수준의 초고성능컴퓨팅자원을 확보하도록 노력해야 하며(제11조), 인력자원 개발, 인력양성계획 수립, 교육훈련 프로그램 개설 등의 시책을 강구해야 한다(제12조). 그리고, 정부는 국가초고성능컴퓨팅 육성 기본계획을 수립하기 위해 민간부문의 초고성능컴퓨팅 연구개발 활동을 조사·분석 하고(제15조), 산업체의 국가초고성능컴퓨팅 연구개발과 산업화를 지원할 수 있으며(제18조), 연구개발 결과의 실용화 지원시책을 수립·추진해야 한다(제20조). 국가센터는 기본계획, 정책 수립 집행의 조정에 대한 지원, 인력 정책 수립 및 조정에 대한 지원, 인력수급전망, 초고성능컴퓨팅자원 수요예측, 자원 확보/응용, 산학연 협력 초고성능컴퓨팅 연구개발, 자원연동 기술 지원 및 공동활용 관리, 첨단 연구망 관리 및 운영, 기반·응용 연구 및 연구결과 보급, 인력양성 및 기술지원, 기술정보 수집 및 보급, 국제협력업무, 동향조사 및 정책연구 그 밖에 관련 역할을 수행한다(제9조). 전문센터는 분야별 초고성능컴퓨팅 구축·운영 및 서비스, 기반·응용 연구 및 연구성과의 확산, 대용량 데이터 관리·운영 지원, 인력양성, 기술개발 등의 활성화를 추진한다(제9조의 2)[11][12].

2. 슈퍼컴퓨팅 연관 법제도

각 부처의 국가연구개발사업의 추진에 관한 범부처 공통 규범은 「과학기술기본법」과 이 법에 따른 대통령령 중 하나인 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」이며, 사업 관리 및 평가에 관한 사항은 「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률(이하 약칭 ‘연구성과평가법’이라 함.)에 명시되어 있다. 출연(연)은 별도로 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률(이하 약칭 ‘과기출연기관법’이라 함.)에 따라 국가연구개발사업을 추진한다. 「초고성능컴퓨터법」과 유사한 법이 국가연구개발사업에 어떻게 적용이 되는지 살펴보자면, 먼저 부처별 소관 연구개발사업 관련 행정규칙을 들 수 있고, 그 중 HPC와 관련성이 높은 행정규칙은 과학기술정보통신부(이하 ‘과기정통부’), 산업통상자원부(이하 ‘산업부’), 중소

벤처기업부(이하 ‘중기부’) 정도가 높은 연관성을 가진다고 볼 수 있다. [표 2]는 과기정통부, 산업부, 중기부의 연구개발사업 관련 행정규칙과 관련 법 및 해당 국가연구개발사업과의 관계를 보여준다. 과기정통부의 「과학기술정보통신부 소관 과학기술분야 연구개발사업 처리규정」, 「정보통신·방송 연구개발 관리규정」과 산업부의 「산업기술혁신사업 공통운영요령」에서는 과학기술 분야로 볼 수 있는 적용법도 다수 볼 수 있다. 이외에 다수의 법령이 존재하며, 이들 중 몇몇 법령들은 국가연구개발사업 등에 관한 규정을 따르지만 일부는 독자적인 규정을 적용하는 경우도 있다. 「초고성능컴퓨터법」은 「우주개발진흥법」, 「핵융합에너지개발진흥법」, 「원자력진흥법」, 「방사선 및 방사선동위원소 이용진흥법」과 동일 소관의 중앙행정기관, 동일 처리규정 준용하는 점에서 관련 법제의 연관성 파악과 개선방안 연구에 효과적이라 판단된다. [그림 1]은 국가연구개발사업 추진에 관한 법령 체계로 과학기술기본법을 중심으로 「기초연구 진흥 및 기술개발지원에 관한 법률」, 「산업기술혁신촉진법」 등의 다수의 개별 법률과 「과기출연기관법」이 목적에 의거 존재한다. 그 하위에는 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」이 대통령령으로 존재하며, 각 부처의 연구개발사업 관리 규정은 대부분 이를 준용한다[13][14].

3. 국가슈퍼컴퓨팅 생태계

슈퍼컴퓨팅은 대형 HPC 환경으로 국가슈퍼컴퓨팅 생태계는 HPC 생태계와 유사한 개념으로 이해할 수 있고, 이해관계자의 관점에서 구성요소가 정의될 수 있다. 미국 국가컴퓨팅전략계획(National Strategic Computing Initiative, NSCI)은 기술과 사람 중심으로 하드웨어, 소프트웨어, 인력, 데이터로 구분하였고, 유럽 HPC에서는 연합 국가 참여 프로젝트 관점으로 HPC 기술 공급 체인, HPC 연구 인프라, HPC 어플리케이션으로 정의하였다[15-18]. 국내 환경은 HPC 수요와 공급 측면 관계로 정의할 수 있으며, HPC 생태계는 HPC 인프라, HPC 기술개발, HPC 활용, HPC 정책으로 구분될 수 있다. HPC는 국가 과학기술 발전뿐만 아니라 산업경쟁력 강화, 국민 삶의 질 향상, 사회현안 해결, 국가 경제발전을 위한 핵심 전략요소이다. 국가

표 2. 부처별 국가연구개발사업 관련 행정규칙, 근거법률, 적용법 - 과기정통부, 산업부, 중기부 중심으로

중앙 행정기관	행정규칙 (훈령·고시 등)	근거법률	적용법	국가연구개발사업
과기정통부	과학기술정보통신부 소관 과학기술분야 연구개발사업 처리규정	기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률	기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률	기초과학연구사업, 특정연구개발사업
			우주개발진흥법	우주개발사업
			원자력진흥법	원자력연구개발사업
			방사선 및 방사성동위원소 이용진흥법	방사선기술개발사업
			핵융합에너지개발진흥법	핵융합에너지연구개발사업
			연구개발특구의 육성에 관한 특별법	특구육성사업
			기타 관련 법	그 외 다수의 연구개발사업
	정보통신·방송 연구개발 관리규정	별도 없음	방송통신발전기본법	방송통신 연구개발사업
			정보통신산업진흥법	정보통신 연구개발사업
			전파법	산업 조성 기반 연구개발사업
			문화산업진흥기본법	과학기술정보통신부 소관 ICT 연구개발사업
			콘텐츠산업진흥법	
			산업기술혁신촉진법	
			전자문서 및 전자거래 기본법	
소프트웨어산업 진흥법				
인터넷주소자원에 관한 법률				
기타 관련 법	관련 연구개발사업			
산업부	산업기술혁신사업 공동운영요령	산업기술혁신 촉진법	민·군경용기술사업촉진법	민·군경용기술사업
			소재·부품·전문기업 등의 육성에 관한 특별조치법	부품·소재기술개발사업 등
			항공우주산업개발촉진법	항공우주부품기술개발사업
			산업디자인진흥법	산업디자인기술개발사업
			엔지니어링기술진흥법	엔지니어링기술진흥사업
			전기사업법	전력산업 관련 기술개발사업
			에너지법	에너지기술개발사업
			신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법	신·재생에너지기술개발사업
기타 관련 법	그 외 다수의 연구개발사업			
중기부	중소기업기술개발 지원사업 운영요령	중소기업기술혁신 촉진법	중소기업기술혁신 촉진법	제품서비스기술개발
				공정품질기술개발
				중소기업지원 선도연구기관 협력기술개발
				산학연협력기술개발
				산학연 Collabo 연구개발
				그 외 다수의 연구개발사업

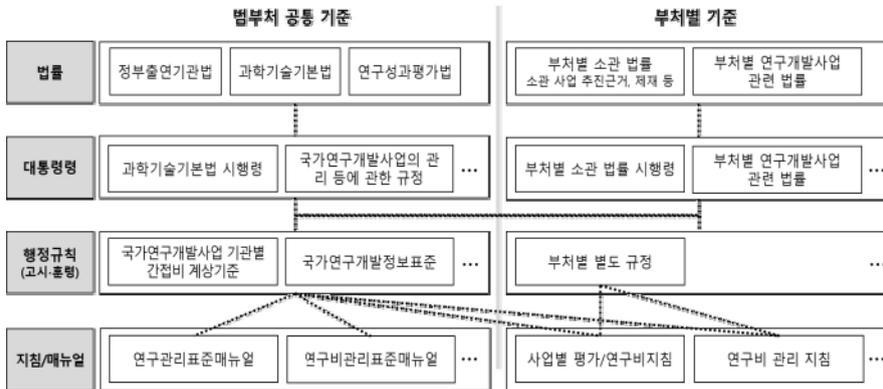


그림 1. 국가연구개발사업 추진에 관한 법제 체계도

전체에 긍정적 외부 파급효과를 미치는 공공재의 성격을 가지고 있어 시장의 원리만으로 접근하기 어렵다. 일찍이 미 국립연구회는 HPC 인프라와 관련된 기술을 공공재로 정의하였으며, 공공재로서 과학기술 및 국가 안전 분야의 기후 모델링, 공공 R&D, 천체물리, 신소재 및 신약개발 헬스케어, 국방 등에서 도출된 결과는 국민 전체에 영향을 미친다. 2015년에 발표된 미국 아론 국립연구소 슈퍼컴퓨터 Aurora 구축계획은 인텔 Xeon Phi(Knights Hill) 아키텍처로 구성된 최대성능 180 페타플롭스(Petaflops)로 가장 빠른 시스템으로 예상되었지만, 미국의 엑사스케일 컴퓨팅 로드맵이 앞당겨짐에 따라 2021년에 1엑사플롭스(Exaflops) 시스템을 구축하는 것으로 계획이 변경되었다. 이로 인해 인텔의 Xeon Phi 아키텍처도 차세대 모델 라인 개발로 급히 개발 로드맵을 수정되었고, ECP(Exascale Computing Project)에 차세대 슈퍼컴퓨터 개발에 많은 업체들이 참여하게 된 것으로 판단된다[19]. 이는 단순한 HPC 시장이 국가의 공공적 성격과 정책에도 영향을 크게 받는다고 말할 수 있다. [표 3]에서 「초고성능컴퓨터법」에서 국가슈퍼컴퓨팅 인프라와 관련된 주

체는 국가센터와 전문센터로, 이들을 통해 컴퓨팅자원을 주로 제공하게 되어 있으며, 개발, 활용은 산·학·연 모두가 주체로 볼 수 있고, 정부에서도 슈퍼컴퓨터를 활용하기도 한다.

표 3. 한국의 HPC 생태계

구분	의미	설명
HPC 인프라	HPC 사용자를 위한 안정적인 HPC 서비스	HPC자원(H/W, S/W, 데이터), 운영 및 지원, 인력양성/교육, 홍보/마케팅, 기타
HPC 기술개발	하드웨어나 소프트웨어를 개발	HPC기술개발(H/W, S/W), 기타
HPC 활용	HPC 서비스를 활용하여 가치창출	산업체, 대학, 연구소, 정부기관, 기타
HPC 정책	HPC 관련 정책 결정 및 재정지원	정책 및 재정지원, 기타

[그림 2]는 초고성능컴퓨팅법에 따른 국가슈퍼컴퓨팅 거버넌스 체제로 과기정통부가 주관이 되어 최고조정기구인 국가초고성능컴퓨팅위원회와 하위에 실무위원회를 두어 국가차원의 슈퍼컴퓨팅 활용과 육성에 관한 정책을 결정한다.

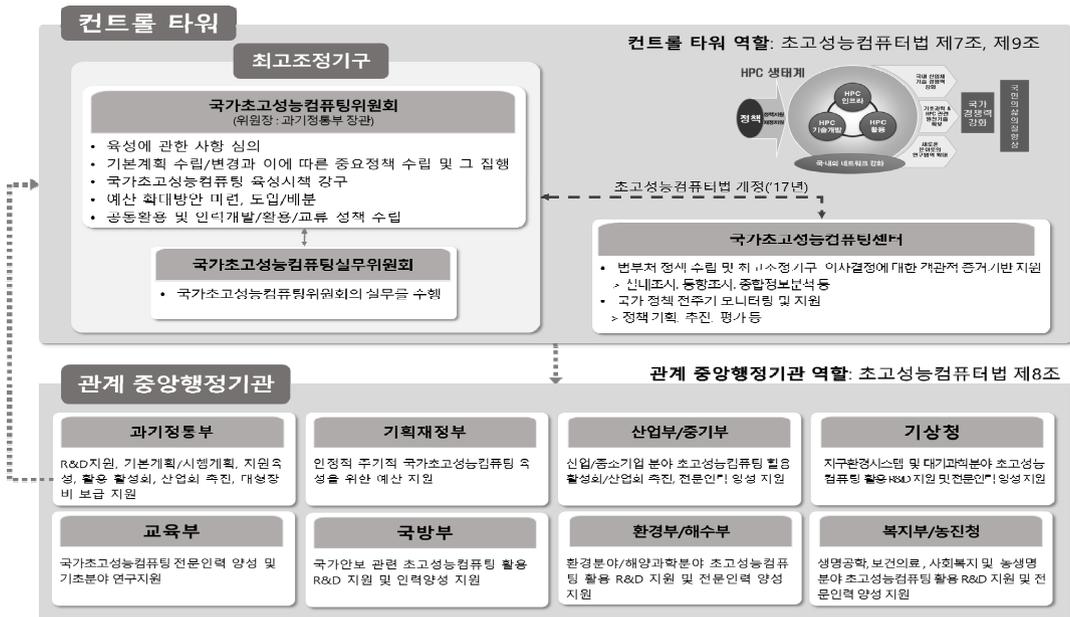


그림 2. 국가슈퍼컴퓨팅 거버넌스 체제

국가센터는 국내의 네트워크 강화와 함께 정부 정책 수립 및 시행을 지속 가능하도록 초고성능컴퓨팅 생태계 활성화를 위해 HPC 산업 실태조사와 같은 데이터 기반의 정책수립 및 시행을 지원하고 각 해당 부처는 초고성능컴퓨팅 육성시책을 마련한다[20].

III. 법제도 문제점 및 개선방안

1. 「초고성능컴퓨터법」 문제점 및 개선방안

앞서 언급된 국가슈퍼컴퓨팅 생태계와 이를 추진하는 정부정책이 보다 일관성 있게 추진이 필요하다. 그러기 위해서 법제도의 실효성이 담보되어야 하며, 문제점을 정확하게 파악하여 개선하는 것이 무엇보다 중요하다 할 수 있다. 국가슈퍼컴퓨팅 생태계 활성화의 문제가 될 수 있는 법제도는 관련 국가연구개발과 그 연구결과가 산업에서 연계성을 저해시키는 부분, 법집행

의 실효성이 미약한 부분의 문제점을 도출한다. 특히, 법집행의 이해당사자인 정부, 국가센터, 전문센터, 산업체의 역할과 집행의 관점에서 문제점을 관련 법제도를 참조하여 개선방안을 제시하고자 한다. 첨단 과학기술 분야의 특정 법률로는 항공우주, 원자력, 소프트웨어, 클라우드 컴퓨팅 등과 같은 기술을 기반으로 하는 법률들이 있으며, 이들 법률에 관한 연구의 대부분은 특정 목적의 반영이나 일부 사안에 구체화시키는데 중점을 두고 있다. 항공우주산업에서 정부시책의 변화를 담거나, 원자력 발전의 안전/환경문제 강화방안을 마련하기도 한다[21-23]. 소프트웨어 산업의 경우 사업수행절차 규정을 구체화[24]시키거나 클라우드 컴퓨팅 관련 법에서는 개인정보 보호와 보안인증 강화에 목적을 두기도 한다[25][26].

반면, 본 연구에서는 슈퍼컴퓨팅 산업 전반에 걸쳐 생태계 육성에 중점을 두고 있고, [표 4]는 「초고성능컴퓨터법」의 관련 조항에서 미흡하거나, 보완이 필요한 문제점과 법제의 실효성을 높일 수 있는 개선안을 설명

표 4. 「초고성능컴퓨터법」의 문제점 및 개선방안

구분	문제점	개선방안	관련 조항
국가센터의 역할	<ul style="list-style-type: none"> - 총괄 역할, 종합조정, 점검, 운영지원 등의 규정 부재 - 중장기계획 수립/추진 역할 부재 - 산업체 R&D 기술지원 역할 부재 - 실용화 촉진 지원 역할 부재 - 구체적인 운영관리 방안 부재 	<ul style="list-style-type: none"> - 전문센터의 종합조정, 점검, 운영지원 등 수행 - 국가초고성능컴퓨팅 전반의 중장기 계획 수립과 추진 - 초고성능컴퓨터를 활용한 산업체 R&D 기술지원 - 실용화 촉진 지원 	- 제 9조 3항
국가센터의 사업비	<ul style="list-style-type: none"> - 국가센터의 효과적인 운영 및 서비스를 위한 사업/운영 비용 확보 및 수익사업 실시 근거가 부재 	<ul style="list-style-type: none"> - 국가센터 사업/운영 비용 확보 및 수익사업 실시 근거 마련 	- 동법 시행령에 신설
전문센터의 세부규정	<ul style="list-style-type: none"> - 전문센터의 역할, 실적점검 등 하위 규범에 관한 규정 부족 	<ul style="list-style-type: none"> - 전문센터의 하위 규범에 관한 규정 마련 - 산업체 R&D 기술지원 - 초고성능컴퓨터를 활용한 전문센터의 실용화 촉진 지원 - 사업 추진실적에 대한 점검, 조정 및 심의에 대한 규정 	- 제 9조의 2
국가전문센터 상호협력	<ul style="list-style-type: none"> - 초고성능컴퓨터 운영·관리 기관간의 상호협력 체계 부재 	<ul style="list-style-type: none"> - 국가센터는 전문센터와 협의체 구성 - 서비스 효율화 및 표준화 - 대용량 데이터 공유 - 연구성과의 확산 및 실용화 - 인력양성 및 교육 - 운영·관리 효율화 및 상호협력 	- 신설 조항
정부 육성시책	<ul style="list-style-type: none"> - 부처별 국가초고성능컴퓨팅 육성시책은 부처 및 시책의 변경에 따라 빈번한 법률 개정이 필요 - 육성시책 마련의 구체성 결여 	<ul style="list-style-type: none"> - 부처별 육성시책 강구 세부사항을 동법 시행령으로 이관 - 초고성능컴퓨터 자원 확보, 운영 및 활용에 대한 계획수립 	- 제 8조 1항
상위계획과의 정합성	<ul style="list-style-type: none"> - 국가초고성능컴퓨팅 육성 기본계획과 과학기술기본계획과의 관계성이 구체적으로 명시되어 있지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> - 상위 계획인 과학기술기본계획에 부합한 초고성능컴퓨팅 육성 기본계획 수립 	- 제 5조 1항
투자의 확대 및 국가연구개발사업 추진	<ul style="list-style-type: none"> - 제10조 1항 연구개발 투자 확대는 선언적 규정 	<ul style="list-style-type: none"> - 제3조(국가의 책무)로 이관 	- 제 3조
	<ul style="list-style-type: none"> - 국가연구개발사업 추진 근거 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> - 협약근거를 명시하고, 협약 대상 기관을 정하며, 출연금 지원 근거를 명시 - 연구과제 선정방법, 협약의 체결방식 - 법과 출연금의 지급사용관리에 필요한 사항 위임 	- 제10조 2항 - 동법 시행령에 신설

하고 상세내용은 다음과 같다.

[국가센터의 역할] 국가센터 초고성능컴퓨터의 국가차원의 운영, 활용을 위한 협의체 구성, 총괄 역할, 종합 조정, 점검, 운영지원 등의 비 R&D사업 영역의 임무를 누락 되어있고, 국가센터의 체계적 운영과 증장기 발전을 도모하기 위한 사업, 인력, 운영, 예산 등에 대한 증장기 계획 수립 및 추진 역할도 보완되어야 할 것이다. 산업체 지원에 대한 조항은 제18조에 정부 주체로 정의되어 있지만, 적장 국가·전문센터가 산업체를 지원할 수 있는 근거가 미약해 역할을 명확하게 할 필요가 있다. 「초고성능컴퓨터법 시행령」 제16조에서는 관계 부처는 국가초고성능컴퓨팅 관련 연구개발 결과의 실용화 촉진을 위해 지원할 수 있는 사항을 명시하는데, 연구개발 결과의 실용화 촉진 지원에 관한 사항이 없어 국가센터 및 전문센터의 역할에 포함시키는 것이 바람직하다. 공공적 자원제공 성격의 무상지원 외에도 원활한 운영을 위해 「국제과학비즈니스벨트 조성 및 지원에 관한 특별법」 제28조 2항, 「정보통신산업 진흥법」 제28조 2항, 「산업기술혁신 촉진법」 38조 5항과 같이 일부 수익사업을 통한 운영상의 자율성과 책임성을 제고하여야 한다.

[국가·전문 센터의 사업비] 국가연구개발사업 추진을 위한 기본적인 근거만을 명시할 뿐, 국가연구개발사업의 대행에 관한 구체적인 근거나 추진을 위한 출연금지금 또는 국가연구개발사업 위탁에 관한 사항을 규정하고 있지 않으므로, 「초고성능컴퓨터법」에 이에 관한 사항을 규정할 필요가 있다. 또한, 공공적 자원제공 성격의 무상지원 외에도 원활한 운영을 위해 「국제과학비즈니스벨트 조성 및 지원에 관한 특별법」 제28조 2항, 「정보통신산업 진흥법」 제28조 2항, 「산업기술혁신 촉진법」 38조 5항과 같이 일부 수익사업을 통한 운영상의 자율성과 책임성을 제고하여야 한다. 국가센터인 한국과학기술정보연구원 정관에 「초고성능컴퓨터법」 제9조 5항에서 위임받아 수익사업을 규정하고 있지만, 전문센터는 아무런 근거조항이 없는 상황으로 수익사업 실시의 근거 마련이 필요하다.

[전문센터의 세부규정] 전문센터는 입법 당시의 취지를 보면 전문분야별, 특수목적별, 지역별 등 필요한 영역에 대한 슈퍼컴퓨팅센터를 설치할 수 있도록 발의되

었다. 하지만, 현재까지 전문센터 지정 및 역할 시행은 이루어지지 않고 있다. 다만, 국가 초고성능컴퓨팅 로드맵이 수립되면 전문센터 지정에 대한 부분도 함께 논의 될 것으로 기대하고 있으며, 전문센터 지정이 가시화될 경우, 전문센터 선정 및 절차, 사업추진실적의 점검, 조정 및 심의에 대한 정부의 역할도 보완이 되어야 할 것으로 판단된다.

[국가·전문센터 상호협력] 국가차원의 초고성능컴퓨팅 운영체계 확립을 위해 국가센터와 전문센터간의 협업망을 구성하여 운영·관리의 효율화를 통한 데이터 공유, 연구성과 확산 및 실용화, 인력양성 등을 공동 수행해야 할 것이다. 「과학관의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제21조의 중앙관·지역대표관 사례와 같이 국가센터·전문센터도 동일하게 상호협력 기반으로 추진하는 방안과 구체적인 협력 범위의 정의도 필요하다.

[정부 육성시책] 이 법 제8조 1항에는 각 부처별로 육성시책을 수립하도록 명시되어 있다. 다만, 4차산업혁명 가속화 등으로 초고성능컴퓨팅 활용 범위가 점차 확대되고 있는바, 2020년 농진청이 추가된 것과 같이 관계 중앙행정기관이 신규로 추가 될 수 있으며, 이로 인해 육성시책 및 시행계획의 방향성도 바뀔 수 있는 개연성이 존재한다. 또한 이에 따른 빈번한 법 개정이 예상되는 바, 동법 시행령으로 이관하여 효율적으로 법령이 운영될 수 있도록 검토할 필요가 있다.

한편, 실제 주관 부처인 과기정통부를 제외한 많은 경우, 별도의 신규 기획 없이 기존 자체 사업 중 관련도가 높은 사업을 육성시책으로 제출하고 있는 경우가 많아 육성시책의 구체성도 결여되어 있는 실정이다. 이에 국가차원의 자원 배분 계획을 마련할 수 있도록 자원의 확보, 운영 및 활용에 대한 계획마련과 보고 및 심의 절차의 규정화가 필요하겠다. 이는 한국법제연구원(2013)의 연구에서도 부처청의 역할과 범위의 확대의 필요성을 언급했었고, 국회입법조사처(2016)에서도 육성시책의 보고심 의 절차 규정을 제시하기도 했다 [11][12].

[상위계획과 정합성] 이 법 제5조에서는 국가초고성능컴퓨팅 육성 기본계획의 수립에 관한 사항을 규정하고 있고, 제12조에서는 초고성능컴퓨팅 인력양성계획의 수립에 관한 사항을 규정하고 있다. 국가 과학기술

정책의 수립과 추진에서 일관성이 확보되는 것이 중요하므로, 국가초고성능컴퓨팅 육성 기본계획과 초고성능컴퓨팅인력양성계획의 수립 시 상위계획인 「과학기술기본계획」을 따르도록 하는 방안을 고려할 수 있다. 입법사례로 산업기술혁신계획은 「과학기술기본계획」에 따라 수립되도록 「산업기술혁신 촉진법」 제5조 제1항에 이를 명시하고 있다.

「투자의 확대 및 국가연구개발사업 추진」 이 법 제10조 1항의 정부의 연구개발 투자 확대는 선연적 의미로 제3조 국가의 책무로 이관되는 것이 바람직하다. 또한 정부의 국가연구개발사업 추진은 연구과제 선정, 협약, 예산지원에 해당하며 이를 보다 체계적으로 수행하도록 협약근거, 대상기관, 출연금 지원 근거와 함께 구체적인 방법 제시도 검토되어야 한다.

2. 연관 법제도 문제점 및 개선방안

「초고성능컴퓨터법」은 일반적 법제도와 동일하게 독립성을 가지지만, 과학기술 및 국가연구개발사업의 성격으로 인해 상호참조 및 상호보완 관계의 연관 법제도를 가진다. [표 5]는 연관 법제도의 문제점과 개선방안을 제시하고 있고, 상세내용을 살펴보면 다음과 같다. 「한국과학기술정보연구원 정관」에 국가센터의 주요역할이 12개 사업 유형 중 하나로만 명시되어 있어 법에 따른 국가센터 임무가 핵심업무로 명시되어 있지 않고, 「과학기술정보통신부 소관 과학기술분야 연구개발사업 처리규정」 제3조, 「산업기술혁신사업 공통 운영요령」 제3조, 「정보통신·방송 연구개발 관리규정」, 「엔지니어링기술진흥법 시행령」 제10조 등의 적용범위 및 개발·지원에 국가초고성능컴퓨팅에 대한 국가연구개발사업의 착수 근거 조항이 누락되어 있다. 특히 시대적 요구인 디지털 트랜스포메이션을 위해 HPC 기반 엔지니어링의 추세에서 법제도의 근거 마련은 필수적으로 보인다. 모든 관련 법제도에서 충실히 실시되도록 법제간의 정합성을 제고하는 것이 바람직하다. 「중소기업기술개발 지원사업 운영요령」에 기술 중심의 초고성능컴퓨팅 연구개발사업을 반영하는 것이 바람직하지만, 적용 범위가 「중소기업기술혁신촉진법」으로 한정되어 있음을 고려하여 신중한 접근이 필요하다.

표 5. 관련 법제도 문제점 및 개선방안

관련 법제도	문제점	개선방안	관련 조항
한국과학기술정보연구원 정관	- 초고성능컴퓨팅의 육성과 활용 촉진 사항이 KISTI의 핵심업무임에도 불구하고 12개의 사업 유형 중 하나로만 명시됨	- 초고성능컴퓨팅법에 따른 국가센터 역할 추가	제4조
과학기술정보통신부 소관 과학기술분야 연구개발사업 처리규정	- 적용분야에 「초고성능컴퓨터법」에 따른 국가초고성능컴퓨팅 국가연구개발사업 불포함	- 「초고성능컴퓨터법」에 따른 초고성능컴퓨팅 연구개발사업 추가	제3조
산업기술혁신사업 공통 운영요령		- 「초고성능컴퓨터법」에 따른 연구개발사업 추가	제3조
정보통신·방송 연구개발 관리규정		- 「초고성능컴퓨터법」에 따라 과학기술정보통신부 소관 ICT 연구개발사업 추가	제3조
엔지니어링 기술진흥법 시행령	- 핵심엔지니어링기술의 개발지원에 복잡하고, 최첨단 개발지원을 위한 국가초고성능컴퓨팅 국가연구개발사업 불포함	- 「초고성능컴퓨터법」 제10조의 규정에 의한 초고성능컴퓨팅 연구개발사업 추가	제10조

IV. 결론

국가슈퍼컴퓨팅 생태계에 활성화를 위해 생태계의 구성요소인 HPC 인프라, 기술개발, 활용과 정책에서의 조화로운 발전이 필요하다. 가장 명확한 방향 설정을 위해서는 현재 존재하는 「초고성능컴퓨터법」에 따라 그 역할을 수행하는 것이 가장 일관되게 생태계를 활성화하는 방법임에는 틀림없을 것이다. 본 연구에서는 현재 시행되고 있는 「초고성능컴퓨터법」의 문제점 분석을 토대로 개선방안을 제시하였고, 국가슈퍼컴퓨팅 거버넌스 체제 확립을 위해 새롭게 역할을 정립하였다. 현행 법제도를 검토한 바로 정부, 국가센터, 전문센터의 역할 및 산업체 지원의 법제에서 취약한 부분으로 판단되었고, 연구결과와 실용화 촉진과 정부 육성시책의 유연성을 수용하는 부분의 개선이 신중히 검토되어야 하겠다. 또한, 일관된 법체계하에 국가슈퍼컴퓨팅 생태계를 육성 및 활성화를 시키기 위해 연관 법제를 검토하여 「초고성능컴퓨터법」이 적용될 수 있는 초고성능컴퓨팅 연구개발사업 추진 근거를 확보할 수 있도록 제안하였다. 본 개선방안을 통해 국가차원의 슈퍼컴퓨팅의 원천기술 확보 및 전문센터 체계를 활성화함으로써 국

가슈퍼컴퓨터의 자원 증가와 산업체 지원을 통해서 보다 적극적으로 4차 산업혁명시대의 주요 기능을 수행할 수 있을 것으로 판단된다. 하지만, 개선이 반영된다 하더라도 유의미한 효과가 나타나기까지는 상당시간이 소요가 될 것으로 보이며, 생태계 기반을 확인하기에는 제한적인 면이 있다. 현재 해마다 시행하고 있는 '고성능컴퓨팅 산업과 인프라의 운영활용 실태조사'를 토대로 지속적인 모니터링과 세부운영사항을 반영할 수 있는 법적 개정이 추가적으로 요구되고, 해외 선진사례를 분석과 현존하는 해외 법률의 비교를 통해 국내 법제도의 개선 및 보완 사항을 도출하는 것이 필요하다.

참고 문헌

- [1] S. Mosin, "The state-of-the-art trends in education strategy for sustainable development of the high performance computing ecosystem," Russian Supercomputing Days, pp.494-504. Springer, 2017.
- [2] P. Messina, "The Exascale Computing Project," Computing in Science & Engineering, Vol.19, No.3, pp.63-67, 2017.
- [3] B. Hillman, "Overview of Exascale Computing Project and Next Generation Development in the Energy Exascale Earth System Model," Sandia National Lab.(SNL-NM), 2019.
- [4] T. Huh, J. H. Kwak, M. Koh, and S. Rho, "Trends in Exascale Computing Software for Low Power," Platform Technology letters, Vol.5, No.6, pp.23-26, 2018.
- [5] S. J. Ezell and R. D. Atkinson, "The Vital Importance of High-Performance Computing to U.S. Competitiveness," ITIF, April, 2016.
- [6] Top500 Supercomputer Sites. Available on www.top500.org
- [7] J. Dongarra, S. Gottlieb, and W. T. Kramer, "Race to Exascale," Computing in Science & Engineering, Vol.21, No.1, pp.4-5, 2019.
- [8] E. Joseph, S. Conway, B. Sorensen, and A. Norton, "HYPERION RESEARCH UPDATE: Research Highlights In HPC, HPDA-AI, Cloud Computing, Quantum Computing, and Innovation Award Winners," SC19, 2019.
- [9] 과학기술정보통신부, 제2차 국가 초고성능컴퓨팅 육성 기본계획, 2018.
- [10] 과학기술정보통신부, 국가초고성능컴퓨팅 육성 시행계획, 2020.
- [11] 박종우, "국가초고성능컴퓨터 활용 및 육성에 관한 법제개선 연구(현안분석 2013-06)," 한국법제연구원, 2013.
- [12] 권성훈, "국가초고성능컴퓨터 활용 및 육성에 관한 법률 입법영향분석(NARS 입법영향분석보고서 제12호)," 국회입법조사처, 2016.
- [13] 최지선, "출연(연)의 선도형 연구 환경 조성을 위한 법제 개선방안 연구," 국가과학기술연구회, 2018.
- [14] 양승우, 최지선, 이명화, 김재경, 권보경, 한정선, "국가연구개발사업 관련 별도 법률 제정방안," 과학기술정책연구원, 2013.
- [15] National Strategic Computing Initiative, NSCI, Available on <https://www.nitrd.gov/nsci/index.aspx>
- [16] HPC in HORIZON 2020, Available on <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/high-performance-computing-hpc>
- [17] T. Skordas, "EuroHPC-the EU strategy in HPC," The EuroHPC Summit Week 2019, Poznan, Poland, 2019.
- [18] ETP4HPC, Strategic Research Agenda, Available on <https://www.etp4hpc.eu/sra.html>
- [19] D. E. Bernholdt, S. Boehm, G. Bosilca, M. Gorenla Venkata, R. E. Grant, T. Naughton, and G. R. Vallee, "A survey of MPI usage in the US exascale computing project," Concurrency and Computation: Practice and Experience, Vol.32, No.3, e4851, 2020.
- [20] 고명주, 강지훈, 이식, 최윤근, 최장원, 황순옥, 허태상, 국가초고성능컴퓨팅센터 운영 지원사업 기획연구 보고서, KISTI, 2020.
- [21] 이종영, "항공우주산업개발촉진법의 개선방향," 항공우주, 제108호, pp.26-27, 2010.
- [22] 김민훈, "원자력 안전규제에 대한 법적 고찰: 원자력 행정체제의 변화를 소재로," 법학연구, 제53권, 제2

호, pp.53-77, 2012.

- [23] 이순태, 이유봉, *원자력 발전의 친환경적 사후처리를 위한 법제 개선방안 연구*, 한국법제연구원, 2018.
- [24] 최창렬, “소프트웨어산업진흥법의 개선방향에 관한 연구,” 한국IT서비스학회지, 제5권, 제1호, pp.61-81, 2006.
- [25] 이정구, 민대환, 권현영, “클라우드컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률”의 쟁점 및 개선방안,” 한국정보기술응용학회, 제24권, 제1호, pp.81-91, 2017.
- [26] 이희훈, “클라우드 컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률상 개인정보 보호에 대한 개선방안,” 문화기술의 융합, 제5권, 제1호, pp.219-225, 2019.

고 명 주(Myoungju Koh)

정회원



- 2005년 8월 : 성균관대학교 시스템 경영공학부(공학사)
- 2007년 2월 : 성균관대학교 산업공학과(공학석사)
- 2014년 2월 : 성균관대학교 산업공학과(공학박사)
- 2009년 ~ 2015년 : 과학기술정책

연구원

- 2015년 ~ 현재 : 한국과학기술정보선임연구원
<관심분야> : 과학기술정책, 기술경영

저 자 소 개

허 태 상(Taesang Huh)

정회원



- 2000년 2월 : 성균관대학교 전기전자컴퓨터공학부(공학사)
- 2002년 8월 : 광주과학기술원 정보통신공학(공학석사)
- 2017년 2월 : 배재대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 2002년 ~ 현재 : 한국과학기술정보

연구원 책임연구원

<관심분야> : 데이터 플랫폼, 데이터 분석, e-Science, 분산 컴퓨팅, 메타데이터 카탈로그, 디지털 트윈

정 용 환(Yonghwan Jung)

정회원



- 2002년 2월 : 송실대학교 컴퓨터공학부(공학사)
- 2002년 2월 : 송실대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2004년 3월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 선임연구원

<관심분야> : 네트워크, 클라우드