

해외 고등정보 표준교육과정 기반의 국내 대학 교육과정 비교분석

우호성[†] · 김자미^{††} · 이원규^{†††}

요 약

미국(CS2013)과 일본(J07-CS)은 고등교육의 수준에서 변화하는 사회를 반영하는 표준 정보교육과정을 구성하고 있다. 본 연구는 한국의 고등 정보교육과정 표준 구성에 대한 시사점을 제공하기 위해, 미국의 표준교육과정 변화를 분석하고, 한국의 대학 교육과정 구성 현황 분석 및 내용 지식에 근거하여 과목을 구성하였다. 연구 진행 결과, 미국의 고등 정보교육과정은 변화하는 컴퓨팅 환경을 반영하는 교육과정으로 진화하고 있었다. 국내 대학의 정보교육과정은 CS2013의 지식영역을 52% 정도만 포함하고 있었다. 본 연구는 일본의 교육과정 과목 구성방침에 근거하여 과목 구성의 예를 제시하였으며, 대학의 표준 정보 교육과정이 없는 상황에서 교육과정 구성을 위한 단초를 제공했다는 점에 의의를 두고 있다.

주제어 : 고등정보 표준교육과정, 고등 정보과학, 정보 교육과정, 정보교육

A Comparative Analysis of domestic universities curriculum based on overseas higher Informatics standard curriculum

HoSung Woo[†] · JaMee Kim^{††} · WonGyu Lee^{†††}

ABSTRACT

The United States (CS2013) and Japan (J07-CS) constitute a standard informatics curriculum that reflects a changing society at the level of higher education. This study analyzed the change of standard curriculum in the United States in order to provide implications for the standard composition of higher education curriculum in Korea. The subjects were composed based on the analysis of current status of university curriculum and content knowledge in Korea. As a result of the research, the Informatics curriculum in the United States has evolved into a curriculum reflecting the changing computing environment. The information curriculum of domestic colleges included only 52% of the knowledge area of CS2013. The purpose of this study is to provide an example of the composition of subjects based on the curriculum composition policy of Japan and to provide a basis for the curriculum composition without the standard informatics education course of the college in Korea.

Keywords : Higher Informatics Standard Curriculum, Higher Informatics Science, Informatics Curriculum, Informatics Education

[†]정 회 원: 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사과정
^{††}중신회원: 고려대학교 교육대학원 컴퓨터교육전공 조교수
^{†††}중신회원: 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과 교수(교신저자)

논문접수: 2016년 12월 7일, 심사완료: 2017년 1월 15일, 게재확정: 2017년 1월 26일

* 본 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2016R1A2B4014471).

1. 서론

정보과학 분야는 IT의 핵심이 되는 학문으로 생활과 산업의 패러다임을 바꾸는데 기여하고 있다. 정보과학의 변화와 발전은 교육 전반의 변화를 주도하고 있다.

이스라엘은 1999년 고등학교 정보과학 교육과정을 개발하였고, 2012년 중학교 정보교육과정을 보급하였다. 과학과 함께 통합교과이던 정보가 독립교과로 분리된 것이다[1][2][3]. 일본은 2000년 고등학교 교육과정에서 정보A, 정보B, 정보C 과목 중 1과목을 필수 선택하도록 개정하였다. 2010년 '교육 정보화에 관한 지침서'를 공표하고, 각급 학교에서 ICT 활용을 강화하였다. 정보교육에 대해서도 고등학교에 '사회와 정보'와 '정보의 과학' 중 한 과목을 필수 선택하도록 구성하였다. 2016년에는 정보과목이 필수로 변경되고, 선택과목으로 1과목을 권장하고 있다[4][5][6][7]. 영국은 2000년 교육과정 개정을 통해 ICT가 국가교육과정에 포함되었고, 2008년 교육과정에서 ICT과목이 핵심과목과 동일하게 모든 Key Stage에서 필수 과목이 되도록 법제화하였다. 2014년부터 새롭게 적용된 교육과정에서 ICT를 '컴퓨팅'으로 바꾸고 Computer Science, Information Technology, Digital Literacy 내용들을 모두 포함하였다[8][9]. 미국의 컴퓨터 교육과정 연구단체인 ACM에서는 2003년 고등교육과정인 CC2001을 기반으로 K-12의 컴퓨터과학 교육과정 모델의 CSTA2003을 발표하였다. 2011년에는 Computational Thinking Collaboration, Computing Practice and Programming, Computers and Communications Devices, Community, Global, and Ethical Impact의 5가지 Strands 향상을 위해 무엇을 해야 할 것인지에 대한 내용들을 구성하였다[10][11][12]. 2016년 6월 CSTA 컨퍼런스에서 개정 CSTA2016의 내용요소를 발표하고, 9월에 K-12 Computer Science Framework를 발표하였다[13].

2000년을 전후로 변화되고 있는 교육의 방향은 ICT 활용에서 정보과학교육의 강화임을 알 수 있다. 한국도 소프트웨어 중심사회에 대처하고 정보과학 분야의 인재 양성을 위해 컴퓨팅 사고력을 향상 시킬 수 있는 다양한 경험을 제공하기 위해

초·중등학교 교육과정을 개정하였다[14].

한국의 2015개정 정보교육과정 특징은 'SW교육 강화'로 초·중등학교에서 정보교육이 강조되었다[14][15].

각국의 초·중등 교육에 대한 관심은 고등교육의 변화와 무관하지 않다. 브루너가 제시한 지식의 구조를 고려하면, 초·중등 교육은 고등 교육과 위계성 및 계열성을 가져야하기 때문이다[16].

미국의 컴퓨터 학회(Association for Computing Machinery, ACM)와 전기전자 학회(IEEE)는 1968년 컴퓨팅 교육과정 지침서의 출판을 시작으로 10주년 주기로 정보과학 학부과정의 국제 교육과정 지침을 수립해오고 있다[18][19][20]. 일본의 정보처리학회도 1990년 대학의 정보계열 학과에서 정보과학의 핵심영역을 포함한 교육과정을 제안하였고, 1997년의 J97을 시작으로 2007년에는 J07-CS를 규정하였다[22][23].

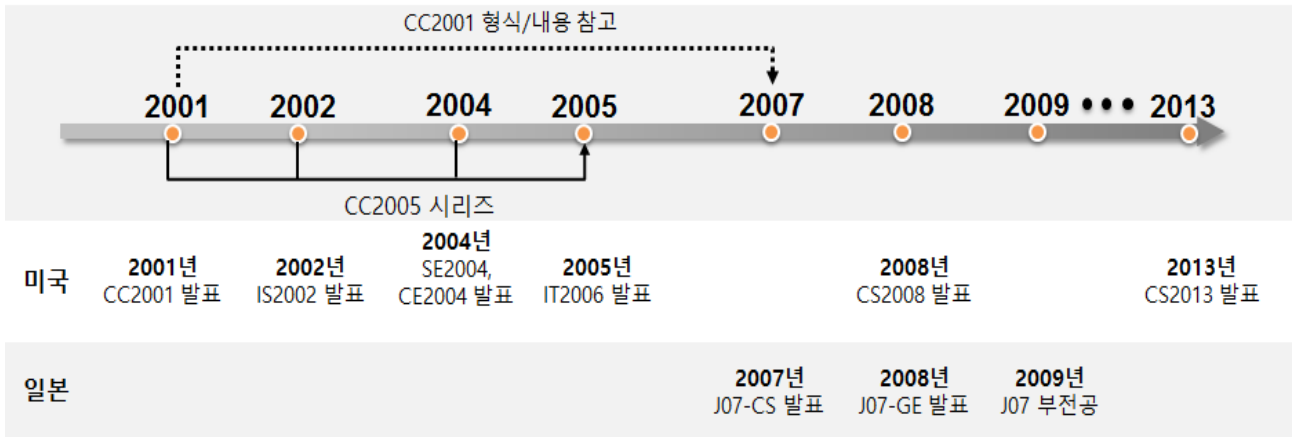
고등교육에 대한 국가적 관심과 표준교육과정 규정은 고등교육은 물론 초·중등 교육에 시사하는 바가 크기 때문이다. 그러나 한국은 국가수준에서 정보과학 분야의 교육과정 모델이나 지식체계가 현재까지 만들어지지 않았다.

본 연구는 미국의 표준교육과정에 근거하여 한국의 정보과 전공 학생들의 교육과정 구성 현황을 분석하고 새로운 과목 구성의 예를 제시하기 위한 목적이 있다. 과목구성은 CC2001의 참고하여 만들어진 J07-CS의 수업과목 구성 방법과 CS2013의 지식영역의 핵심 주제를 반영한 연구 진행을 통해 한국의 표준 고등정보 교육과정 개발에 대한 시사점을 제공한다.

본 연구는 논문에서 용어의 혼용을 배제하기 위하여 '컴퓨터'는 '정보', '컴퓨터과학'은 '정보과학'으로 통일하여 사용하였다.

2. 관련 연구

미국의 대학교육 프로그램 인증기관인 CAC(Commuting Accreditation Commission)는 고등교육을 통해 습득해야 할 지식과 능력에 대해 학습 및 교육 목표를 다음과 같이 기술하였다. "컴퓨터를 이용한 시스템의 모델화 및 설계에 수학적 기초, 알고리즘의 원리 및 정보과학의 이



[그림 1] 표준 정보교육과정 동향

론을 응용하는 능력과 다양한 복잡성을 내포한 소프트웨어 시스템의 구축에 설계나 개발의 원리를 응용하는 능력이 포함되어야 한다.”는 것이다 [17].

정보과학분야에서는 IEEE-CS와 ACM이 10년 주기로 교육과정 개선안을 통해 CAC의 내용을 반영하고 있다[20]. 2001년 개정에서는 단일 표준 교육과정 문서를 발행하던 방침을 변경하였다. 정보과학기술 분야의 발전을 선도하는데 단일 표준 교육과정 형태로는 부족함이 있음을 반영한 것이다. 2000년까지 학과명으로 알려졌던 Computer Science(CS), Information System(IS), Software Engineering(SE), Computer Engineering(CE)의 4개 영역에 대해 각각 독립적으로 표준 교육과정 문서를 작성하는 방침을 채택하였다[24].

CC2001(2001년)을 시작으로 IS2002[25], SE2004[26], CE2004[27]의 표준 교육과정을 발표하였다. IT2005[27]가 발표되면서 5개의 교육과정이 반영된 CC2005[24]를 공표하였다.

일본의 정보처리 학회는 CC2001의 형식과 내용 측면을 참고하여 세 개의 표준 정보교육과정을 구성하였다.

첫째, 2007년 대학의 이공계 정보계열 학과를 위한 J07-CS를 발표하였다. J07-CS는 CC2001의 형식과 내용측면을 참고하여 국제적인 일관성과 일본 과학 기술의 특징 및 최신 기술 동향을 반영하였다[22].

둘째, 2008년 대학 졸업자가 갖추어야 할 소양을 중심으로, 교양 교육으로써의 표준 정보교육과정

인 J07-GE(General Education)를 제시하였다[29].

셋째, 2009년 정보를 부전공으로 하는 학생을 위한 J07-부전공을 제시하였다. J07-부전공내용은 기술개발 계열과 경영관리 계열로 구분하였다[30]. 기술개발 계열은 다양한 시스템이나 서비스를 개발하기 위해 컴퓨팅 시스템을 사용할 수 있는 능력 함양이 가능하도록 구성하였다. 경영관리 계열은 정보보안의 중요성을 반영하여, 기술개발 계열과 일치하는 지식 항목이라도 학습시간과 학습 성과를 다르게 책정하였다.

CC2005 이후 미국은 2008년 CS2008(Computer Science Curricula 2008)을 개편하였고, 2013년 정보과학이라는 학문 분야의 역할의 비중이 커진 시대적 상황을 반영하는 CS2013(Computer Science Curricula 2013)을 제시하였다.

CS2013은 지식 영역의 비중 조정, 새로운 지식 영역의 생성, 기존지식 영역의 통합 등을 통해 보다 효과적인 교육을 제공하기 위한 목적이 있다 [18][31][32].

2.1 미국 표준 고등정보 교육과정

2.1.1 지식체계 변화

지식체계는 전문가 집단에 의해 정의된 전문 영역으로 학습해야 하는 지식 영역(Knowledge Area)을 재구성 한 것이다. CC2001에서 지식체계를 제시한 이후, 변화를 거듭하고 있는 CS2008, CS2013의 지식영역을 비교하면 <표1>과 같다.

CC2001에서 CS2008로 변화의 과정에서는 컴퓨팅 과학과 수치해석 영역이 제외되었다[19]. CS2008에서 CS2013의 개정에서는 프로그래밍 기초영역, 사회적 이슈와 전문적 실현, 네트워크와 통신, 그래픽과 시각화 영역이 특정 주제에 대한 성장을 고려하여 명명 되었다.

CS2013 지식체계는 CC2001과 CS2008의 14개의 지식 영역을 바탕으로 정보 보호와 보안, 플랫폼 개발, 병렬 및 분산 컴퓨팅, 시스템 기초가 추가되어 총 18가지 영역으로 확대되었으며, 각 영역에 대한 사항은 다음과 같다[18].

첫째, 정보 보호와 보안영역은 컴퓨터를 사용하는데 있어, 정보 보안의 3요소인 기밀성(Confidentiality), 무결성(Integrity), 가용성(Availability)을 보장하는 지식영역이다[21]. 보안 기술 및 정책, 절차 등 정보 시스템을 보호하기 위한 모든 것을 포괄하며, 전 세계적으로 정보 보안의 중요성을 인정받아 개발되었다.

둘째, 플랫폼 개발 영역은 특정 소프트웨어 플랫폼에 상주하는 소프트웨어 어플리케이션의 설계 및 개발에 관한 것이다. 핵심 주제는 없지만 웹 플랫폼, 모바일 플랫폼, 게임 플랫폼 등과 같이 다양한 플랫폼 개발을 위한 전문적인 지식을 습득할 수 있게 도와준다.

셋째, 병렬 및 분산 컴퓨팅영역은 분산 데이터 센터, 멀티코어 프로세서 등 여러 개의 프로세서를 사용하는 병렬 및 분산 처리에 대한 영역이다.

넷째, 시스템 기초 영역은 컴퓨터 시스템의 운영체제, 병렬 및 분산 시스템, 통신 네트워크 등 일반적인 원칙 사항을 숙지하기 위한 것이다.

이상의 4개 영역은 빅데이터 처리를 위해 요구되는 컴퓨팅 시스템의 발전 및 구성을 고려하고 있다. 변화하는 소프트웨어에 따른 개발환경의 다양화와 시스템 보호 등에 대한 것이다. 즉, 사회, 기술, 정보의 발달에 따른 컴퓨팅 시스템의 변화 등을 고려한 것으로 해석 할 수 있다.

CS2013은 지식체계의 지식영역에 포함된 주제를 교수하기 위한 것으로, 기본 지식 영역인 이산구조와 소프트웨어 개발 기초를 강조하고 있다 [18].

<표 1> 정보 교육과정 지식체계 변화

CC2001	CS2008	CS2013
알고리즘과 복잡도(AL)	알고리즘과 복잡도(AL)	알고리즘과 복잡도(AL)
구조와 조직(AR)	구조와 조직(AR)	구조와 조직(AR)
컴퓨팅 과학과 수치해석(CN)	컴퓨팅 과학(CN) *수치해석 내용 요소 제거 및 이름 변경	컴퓨팅 과학(CN)
이산구조(DS)	이산구조(DS)	이산 구조(DS)
그래픽과 시각적 컴퓨팅(GV)	그래픽과 시각적 컴퓨팅(GV)	그래픽과 시각화(GV) *이름 변경
인간-컴퓨터 상호작용(HC)	인간-컴퓨터 상호작용(HC)	인간-컴퓨터 상호작용(HCI)
-	-	정보 보호와 보안(IAS) *영역 생성
정보관리(IM)	정보관리(IM)	정보관리(IM)
지능형 시스템(IS)	지능형 시스템(IS)	지능형 시스템(IS)
네트워크 중심의 컴퓨팅(NC)	네트워크 중심의 컴퓨팅(NC)	네트워크와 통신(NC) *이름 변경
운영체제(OS)	운영체제(OS)	운영체제(OS)
-	-	플랫폼 기반 개발(PBD) *영역 생성
-	-	병렬 및 분산 컴퓨팅(PD) *영역 생성
프로그래밍 언어(PL)	프로그래밍 언어(PL)	프로그래밍 언어(PL)
프로그래밍의 기초(PF)	프로그래밍의 기초(PF)	소프트웨어 개발 기초(SDF) *이름 변경
소프트웨어 공학(SE)	소프트웨어 공학(SE)	소프트웨어 공학(SE)
-	-	시스템 기초(SF) *영역 생성
사회적 전문적 이슈(SP)	사회적 전문적 이슈(SP)	사회적 이슈와 전문적 실현(SP) *이름 변경

이산 구조는 정보과학에 대한 기초적인 지식으로, 집합론과 논리학, 그래프 이론, 확률 이론 등에 관한 것이다. 이산구조를 통해서 정보과학의 다양한 영역에서 응용할 수 있는 능력을 양성하고자 한다.

소프트웨어 개발 기초는 프로그래밍의 기초 개념에 관한 것으로 프로그래밍 능력뿐만 아니라 알고리즘을 설계하고 분석하기 위한 넓은 사고를 위한 능력을 강조한다.

2.1.2 지식영역의 핵심이수 시간

핵심이수 시간은 필수 주제를 학습하기 위한 시수를 의미한다. 표준 교육과정 지식영역의 이수 시간은 <표 2>와 같다.

<표 2> 지식영역 핵심 이수 시간

지식영역	CC2001	CS2008	CS2013	
			Tier1	Tier2
알고리즘과 복잡도(AL)	31	31	19	9
구조와 조직(AR)	36	36	0	16
컴퓨팅 과학(CN)	0	0	1	0
이산 구조(DS)	43	43	37	4
그래픽과 시각화(GV)	3	3	2	1
인간-컴퓨터 상호작용(HCI)	8	8	4	4
정보 보호와 보안(IAS)	-	-	3	6
정보관리(IM)	10	11	1	9
지능형 시스템(IS)	10	10	0	10
네트워크와 통신(NC)	15	15	3	7
운영체제(OS)	18	18	4	11
플랫폼 기반 개발(PBD)	-	-	0	0
병렬 및 분산 컴퓨팅(PD)	-	-	5	10
프로그래밍 언어(PL)	21	21	8	20
소프트웨어 개발 기초(SDF)	38	47	43	0
소프트웨어 공학(SE)	31	31	6	22
시스템 기초(SF)	-	-	18	9
사회적 이슈와 전문적 실현(SP)	16	16	11	5
전체 핵심 시간	280	290	165	143
1단계 + 2단계	-	-	308	
1단계+2단계 90%	-	-	293.7	
1단계+2단계 80%	-	-	279.4	

CC2001에서 CS2008로 개편되면서 프로그래밍의 기초 9시간, 정보관리 1시간이 증가했다.

CS2013의 특징은 핵심이수 시간이 Tier1과 Tier2로 구성되었다는 것이다[18]. Tier1은 정보과학 교육과정의 필수 부분으로 입문자가 학습해야하는 시수이며, 모든 영역에 대한 기본 개념이 되는 중요한 부분이다. Tier2는 정보과학 분야의 학위를 받기 위해 학습해야하는 시수이다. 100%를 모두 이수해도 되지만 최소 80%이상을 이수할 수 있도록 구성하였다.

즉, 주제를 학습하는 시간에 유연성을 제공함으로써 대학의 자율적 구성에 대한 지침을 제시하고 있다. 추가적으로 두 단계 외에 시수와 관계없이, 보다 전문적인 지식을 배울 수 있도록 심화된 주제를 다루는 부분을 고려하였다.

2.2 미국의 CC2001과 일본의 J07-CS

J07-CS는 국제적인 공통성을 작성 방침으로 하여 미국의 표준 고등정보 교육과정인 CC2001과의 일관성을 유지하였다[22]. <표3>은 J07-CS 지식체계의 15개 전문 영역의 요소수, 핵심 요소수, 핵심시간, CC2001의 핵심시간 일람을 제시한다.

<표 3> J07-CS의 영역별 요소수와 핵심시간

지식 영역	요소수	핵심 요소수	J07 핵심시간	CC2001 핵심시간
AL	10	3	20	31
AR	9	7	32	36
CN	4	0	0	0
DS	8	7	41	43
GV	9	2	3	3
HC	8	2	8	8
IM	13	5	14	10
IS	10	2	5	10
NC	8	4	14	15
OS	14	8	17	18
PL	13	6	17	21
PF	5	5	38	38
SE	12	8	32	31
SP	10	5	11	16
MR	5	2	3	-
합계	138	66	255	(280)

핵심 시간이란 요소를 강의로 학습하는 경우 최소 이수시간을 의미한다. CC2001에 대비되는 J07-CS의 특징은 다음과 같다.

첫째, J07-CS에 지식영역은 15개 영역으로 CC2001의 지식영역에서 멀티미디어와 표현(Multimedia and Representation)이 신설되었다. 멀티미디어 표현의 핵심주제로 ‘정보의 디지털 표현’과 ‘문자 코드 및 멀티미디어’에 관한 주제를 포함하고 있다[22]. ICT 활용에 대한 관심과 컴퓨터에서 문자, 이미지, 소리 등을 이용한 커뮤니케이션을 구현하는 기술적 관점이 중요하다는 것을 반영하여 신설한 영역이다.

둘째, 핵심이수 시간은 CC2001은 280시간, J07-CS에서 255시간으로 일본의 이공계 대학은 졸업 연구의 교과과정 비중이 비교적 큰 비율임을 반영하고 있다.

셋째, CC2001에서 학습목적이 학생이 습득해야 할 능력인지, 교사가 가르쳐야 할 내용인지 모호했던 사항을 J07-CS에서는 명확하게 정의하였다.

2.3 일본의 표준 고등정보 교육과정

일본의 표준 고등정보 교육과정인 J07-CS는 수업과목의 구성방침과 각 과목에서 다루어야 할 항목을 제시하고 있다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

2.3.1 J07-CS의 수업과목 구성 방침

J07-CS는 지식체계와 핵심요소를 반영한 수업과목의 예를 제시하고 있다. J07-CS의 수업과목 구성방침은 다음과 같다[22].

첫째, 각 수업 과목은 학과의 목표, 특징, 상황에 따라 몇 가지 요소를 조합하여 구성한다.

둘째, 15개의 지식 영역에 대해 핵심 주제를 모두 포함하는 21개 과목의 예를 제시한다.

셋째, 강의는 2단위로 90분간 15주로 구성한다.

넷째, 이산구조, 프로그래밍의 기초, 알고리즘, 구조와 조직, 네트워크 컴퓨팅, 소프트웨어 공학의 6개 영역은 2개의 과목으로 4단위로 구성한다. 특징적인 것은 ‘이산구조’, ‘프로그래밍 기초’, ‘알고리즘’, ‘소프트웨어 공학’의 지식영역은 수준을

계열화하여 구성하였고, ‘구조와 조직’, ‘네트워크 컴퓨팅’은 내용을 분리하여 구성하였다. <표4>는 J07-CS의 과목 예의 일람과 지식영역에 대한 대응을 제시한 것이다.

<표 4> 과목의 예 일람 및 영역과의 대응

강의 과목명	지식영역
이산구조(1)	이산구조
이산구조(2)	이산구조
기초 프로그래밍(1)	프로그래밍 기초
기초 프로그래밍(2)	프로그래밍 기초
알고리즘(1)	알고리즘
알고리즘(2)	알고리즘
컴퓨터시스템 개론	구조와 조직
컴퓨터 구조	구조와 조직
운영체제	운영체제
컴퓨터네트워크	네트워크 컴퓨팅
웹 어플리케이션	네트워크 컴퓨팅
프로그래밍 언어	프로그래밍 언어
인간-컴퓨터 상호작용	인간-컴퓨터 상호작용
멀티미디어 표현론	멀티미디어 표현
컴퓨터 그래픽스	그래픽스와 시각적컴퓨팅
인공지능	지능형 시스템
정보관리	정보관리
사회에서 정보기술	사회적 이슈와 정보윤리
소프트웨어 공학(1)	소프트웨어 공학
소프트웨어 공학(2)	소프트웨어 공학
수치계산	컴퓨팅과학과 수치계산

과목구성에서는 수업을 강의, 연습, 실습, 프로젝트, 졸업연구 중에 어떤 형태로 실시하는지에 따라 과목의 단위수가 결정된다. 필수 과목의 단위 수는 대략 40단위 이상으로 강의에 형태로만 제시했다.

대학의 학과가 핵심주제를 모두 포함하도록 구성하는 것은 학생에게 최소한의 교육을 보증한다는 것이다. 그 이상의 교육을 위한 과목은 제시되지 않았지만 조합하면 실현할 수 있다.

2.3.2 수업과목의 표시

J07-CS에서 제시하는 각 과목은 5개의 항목으로 구성된다. 즉, 수업과목은 선수요소, 강의 항목, 강의 계획, 커버하는 핵심주제, 교과서 및 참고서로 구성된다[22].

첫째, 선수주제는 해당 주제를 이수하기 위해 사전에 학습해야하는 주제이며, 학습자의 편의를 위한 항목으로 반드시 지켜야 하는 것은 아니다.

둘째, 강의 항목은 주제에 해당하는 목차이다.

셋째, 강의 계획의 예는 15회 수업에 관한 내용을 제시한다.

넷째, 커버하는 핵심주제에서는 경우에 따라 주제의 일부만 커버하는 경우도 있다.

다섯째, 교과서 및 참고서에는 해당 강의에 주교재와 참고서 등 강의에 필요한 다양한 문서가 포함되며, 표준으로 지정된 것은 아니다.

J07-CS에 운영체제 과목구성은 <표5>와 같다.

<표 5> J07-CS 운영체제 과목의 예

항목	내용
선수 주제	없음
강의 항목	운영체제의 기능, 설계상의 문제, 역사, 컴퓨터의 처리형태와 운영체제, 이용자가 본 운영체제, 운영체제의 원리, 프로세스의 구조, 프로세스 스케줄링, 병행성, 메모리 관리, 입출력 디바이스와 입출력, 파일시스템, 보호와 보안, 고신뢰화, 실시간 처리를 위한 운영체제, 병렬·분산처리를 위한 운영체제, 운영체제의 구성방법
강의 계획	1. 운영체제의 역할과 기능, 역사 2. 운영체제의 이용 3. 운영체제의 기본적인 구조와 구성 4. 프로세스의 구조 5. 프로세스 스케줄링 6. 상호배제와 동기화 7. 공유메모리와 메시지 패싱 8. 교착 상태, 전형적인 동기 문제 9. 물리적 메모리 관리, 가상 메모리의 구조 10. 가상 메모리의 관리 11. 입출력 디바이스 및 2차기억장치의 관리 12. 파일시스템 13. 보호와 보안, 고신뢰화 14. 실시간 시스템, 병렬·분산처리 시스템 15. 운영체제의 구성방법과 가상화

커버하는 핵심주제	운영체제 개요(1), 이용자가 본 운영체제(1), 운영체제의 원리(1), 프로세스구조와 스케줄링(3), 동시성(4), 메모리 관리(4), 파일시스템(2), 인증과 접근제어(1)
교과서·참고서	A. Silberschatz, P. B. Galvin, G. Gagne, Operating System Concepts (Seventh Edition), John Wiley & Sons, 2004.

J07-CS 운영체제 과목의 예에서는 선수주제에 대한 내용은 다루고 있지 않았다. 핵심 주제를 강의 항목으로 제시하였으며, 핵심 이수시간을 고려하여 강의계획을 구성하였다.

과목구성에서는 5개 요소를 토대로 구성되며, 강의 계획은 보다 구체적인 내용요소들로 핵심주제를 커버할 수 있도록 구성해야 한다.

3. 연구 방법

3.1 연구 절차

본 연구는 대학의 정보과 교육과정에 구성되어야 할 내용지식을 토대로 과목구성의 예를 제시하기 위한 목적으로 진행 되었다. CS2013 지식영역의 핵심주제를 반영하는 과목의 예를 제공하기 위한 절차는 다음과 같다.

첫째, 한국 정보 교육과정의 현황을 파악하기 위해 미국 교육과정의 동향을 분석한다.

둘째, 한국에 임의의 대학을 선정하여 정보 교육과정을 분석한다.

셋째, 교육과정 구성 시 참고 자료를 제공하기 위해 J07-CS의 과목 구성방침을 근거하여 CS2013의 핵심주제를 반영하는 과목의 예를 제시한다.

3.2 연구 내용

3.2.1 미국 표준 고등정보 교육과정 동향 분석

CC2001, CS2008, CS2013의 지식영역에 대한 변화를 분석하였다. 분석은 주제의 이동과 제거된 사항을 중심으로 하였고, 주제의 비중은 핵심주제의 이수시간과 주제에 따른 결과를 토대로 진행하였다.

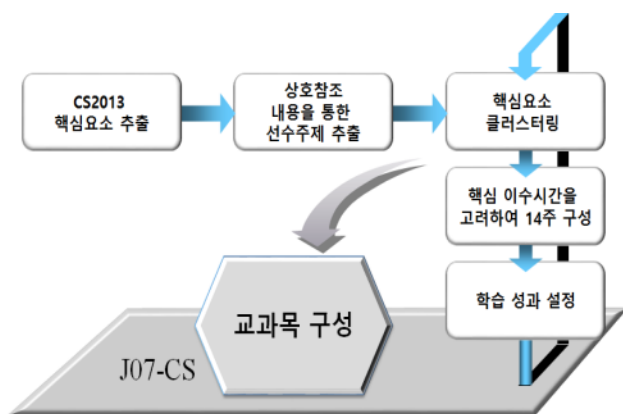
3.2.2 한국 정보교육과정 분석

미국의 정보교육과정은 교수의 중심이 주제이다. 반면 한국은 과목의 구성이 다양한 주제를 포함한 개념적인 측면이 있기 때문에 한국 대학의 정보 교육과정과 정확하게 비교/분석 하는 것은 쉽지 않다. 그러나 본 연구는 CS2013의 지식영역과 한국의 대학 정보교육과정 교수요목을 분석하였다. 분석을 위해 층화표집과 무선추출로 이루어졌으며, 분석 절차는 <표6>과 같다.

<표 6> 교육과정 분석 절차

구분	내용
1단계	정보과 전공이 있는 대학과 없는 대학을 층화.
2단계	정보과 전공이 있는 대학 중 7개 대학 무선 추출.
3단계	'컴퓨터공학', '컴퓨터', '컴퓨터과학'과 같이 전공명이 명확히 구분되는 학과와 그렇지 않은 학과로 층화.
4단계	전공명이 명확한 학과를 최종 선정.
5단계	선정된 학과의 교수요목 수집.
6단계	CS2013 및 교수요목(Syllabus)의 핵심요소 추출.
7단계	핵심요소 분석.

3.2.3 과목 구성 절차



[그림 2] 과목 구성 절차

본 연구는 J07-CS에 근거하여 과목 구성을 구성하였다. 과목 구성에서는 강의계획에 대한 실습 사항은 고려하지 않았으며, 구성 절차는 다음과 같다.

첫째, CS2013의 핵심요소 추출한다.

둘째, CS2013 상호참조를 근거하여 해당 항목을 배우기 위한 선수주제 내용을 분석한다.

셋째, 추출된 핵심요소를 주제별로 클러스터링한다.

넷째, 주 단위로 구성한다. 즉, 16주(한 학기)를 기준으로 중간고사와 기말고사를 배제한 14주로 구성하였다.

다섯째, 학습 성과를 설정한다.

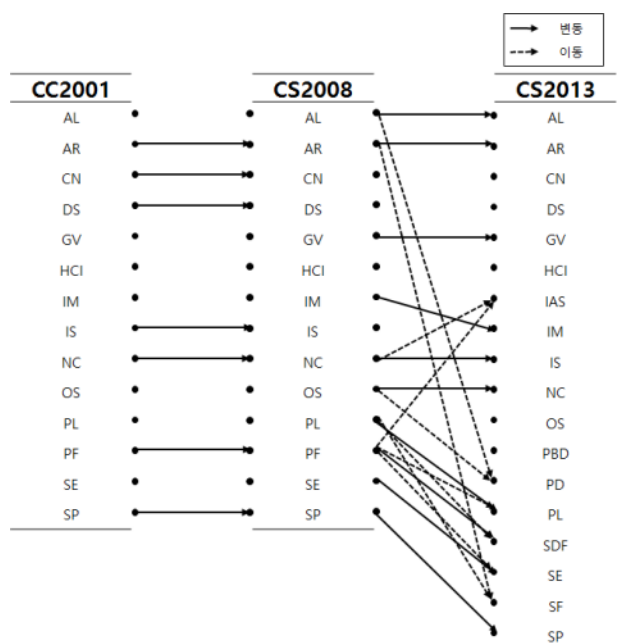
여섯째, 교과목을 구성한다.

본 연구는 이상의 절차에 근거하여 운영체제 과목을 구성하였다.

4. 연구 결과

4.1 미국의 표준 고등교육과정 분석 결과

CS2008에서는 CC2001보다 보안에 대해 큰 비중을 두었고, 네트워크 컴퓨팅 영역은 최신의 내용을 반영하여 개편되었다. 이산수학, 프로그래밍의 기초, 네트워크 컴퓨팅, 컴퓨터구조, 지능형 시스템, 사회 전문적 이슈, 컴퓨팅 과학 영역이 개편되었지만 핵심주제는 큰 변화가 없었다. 미국 표준 고등정보 교육과정의 핵심주제 변동사항은 [그림 3]과 같다.



[그림 3] 핵심주제 변동 사항

CS2013은 기존과 같이 핵심주제에는 큰 변화가 없었으나, 최신 동향을 반영하여 선택주제가 핵심 주제로 변경되거나 이동하였다. 지식영역을 구분하여 학습하기 보단, 주제를 중심으로 가르치는 것에 중점을 두고 지식영역은 서로 상호 연관되어 있다는 것을 강조하고 있다.

CS2008에 알고리즘과 복잡도 영역의 핵심주제는 CC2001과 동일하다. 운영체제 영역의 핵심주제는 CC2001에서 CS2008로 개편되면서, 메모리 관리 시수가 5시간에서 3시간으로 감소되고, 선택 주제였던 보안과 보호주제가 핵심 주제로 변경되고 2시간 할당되었다. CS2008의 운영체제 영역의 동시성 주제의 일부분 및 알고리즘과 복잡도 영역의 분산 알고리즘 주제가 CS2013으로 개편되면서, 새로 개발된 병렬 및 분산 컴퓨팅 영역으로 이동하였고, 알고리즘 영역에는 분산 알고리즘 영역이 제거됨을 확일 할 수 있었다.

4.2 한국 대학 교육과정 분석 결과

CS2013의 지식영역과 비교하기 위해, 선정된 학교의 모든 과목에 교수요목을 분석하였다. <표 6>은 CS2013 지식영역에 근거한 한국의 대학 수업과목 기준으로 분류한 표이다.

<표 6> CS2013 BoK에 근거한 교수요목 분류표

대학교 KA	A	B	C	D	E	F	G
AL	0	0	0	0	0	0	0
AR	0	0	0	0	0	0	0
CN	0	0	0	X	0	0	X
DS	0	X	0	X	0	0	0
GV	0	0	0	0	0	0	X
HCI	0	X	0	0	0	X	X
IAS	0	0	0	X	0	X	X
IM	0	0	0	0	0	0	0
IS	0	0	0	X	0	0	X
NC	0	0	0	0	0	0	0
OS	0	0	0	0	0	0	0
PBD	0	X	0	X	0	X	X
PD	0	X	X	X	0	0	X
PL	0	0	0	0	0	0	0
SDF	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	X	X
SF	0	0	0	0	0	0	0
SP	X	0	0	0	0	0	X

본 연구는 교수요목에서 핵심요소를 추출하여 CS2013 주제가 가장 많이 반영된 비율을 지식영역으로 간주하여 분석하였다. 분석결과 CS2013으로 개편되면서 새롭게 추가된 지식영역(IAS, PBD, PD)에 대해 약 52% 이상 포함하지 않는 것으로 확인되었다.

4.3 J07-CS를 근거한 과목 구성

운영체제는 하드웨어와 소프트웨어를 관리하는 컴퓨터시스템으로 다른 과목보다 넓은 지식이 필요한 과목이다. 운영체제를 학습하기 전에 기본적인 원리를 이해하고 학습을 하거나, 병행해서 학습을 한다면 이해하기에 유익할 것이다.

CS2013 지식체계에서 제시한 상호참조를 참고하여 선수주제로 구성하였으며, 지식세부영역과 핵심요소를 추출하여 강의항목을 구성하였다. 강의 계획은 강의 항목을 포함하며 중간고사와 기말고사를 포함하여 16주로 구성하였다. 커버하는 핵심주제는 CS2013 교육과정에서 제시한 핵심주제와 동일하다. 교과서 및 참고서는 각 대학 강의에서 추출된 전공서를 참고하였다. J07-CS의 수업과목 구성방침을 근거하여 CS2013의 운영체제 지식영역에서 사용되는 핵심 주제를 반영한 운영체제 과목의 예는 <표 7>과 같다.

<표 7> 운영체제 과목의 예

항목	내용
선수 주제	<ul style="list-style-type: none"> ·시스템 기초 : 상태머신, 전산 패러다임, 병렬성, 자원 할당과 스케줄링, 성능, 중복을 통한 신뢰성 ·컴퓨터 구조 : 메모리 시스템 조직과 구조 ·정보보호와 보안 : 보안 구조와 시스템 관리
강의 항목	운영체제 개요, 운영체제 원리, 동시성, 스케줄링과 디스패치, 메모리 관리, 보안과 보호, 가상 기계, 장치 관리, 파일시스템, 실시간시스템과 임베디드 시스템, 결합허용시스템, 시스템 성능평가
강의 계획	<ol style="list-style-type: none"> 1. 운영체제의 역할과 기능 2. 운영체제의 원리 3. 프로세스의 구조 4. 프로세스 스케줄링 5. 상호배제와 동기화 6. 공유메모리와 메시지 패싱 7. 교착 상태, 전형적인 동기화 문제

	8. 물리적 메모리 관리 9. 중간고사 10. 가상 메모리의 구조와 관리 11. 입출력 디바이스와 2차기억장치의 관리 12. 파일시스템 13. 보호와 보안, 결합허용 시스템 14. 실시간시스템과 임베디드 시스템 15. 시스템 성과와 평가 16. 기말고사
커버하는 핵심주제	운영체제 개요(2-0), 운영체제 원리(2-0), 동시성(0-3), 스케줄링과 디스패치(0-3), 메모리 관리(0-3), 보안과 보호(0-2)
교과서 · 참고서	·Operating System Concepts, by A.Silberschatz, P.Galvin, and G.Gagne (9th Ed), Wiley, 2014. ·Operating Systems, Internals and Design Principles,7th edition-William Stallings-Pearson International-2012

4.4 한국의 고등정보 교육과정의 시사점

교육과정이란 ‘교육에 필요한 전 교과 활동 또는 그에 관한 계획이나 프로그램을 총칭하는 말’로 교육목적, 교육목표, 학습자의 요구분석, 교수요목, 교재, 교수 학습법, 평가 등의 요소를 포함하여 기술한다[33]. 모든 교육과정에 대해 표준이 존재하는 것은 아니지만, 표준 고등정보 교육과정에 대한 시사점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 국내외 교육과정을 정기적으로 분석해야 한다. 분석을 통하여 국가의 문화적인 특성을 고려하되 국제적인 일관성을 유지하고 최신 기술동향을 효율적으로 반영하기 위한 방법과 앞으로 지향해야 할 방향이 무엇인지 밝혀나아가야 한다.

둘째, 대학차원에서 교육과정의 전공 필수 과목을 학과 특성에 맞게 지정해야 한다. 4.2절의 연구에서 각 대학의 교육과정 분석결과 전공 필수 과목의 비중이 현저히 낮았다. 선택 과목을 통해 특정 영역의 과목만 이수할 경우 지식의 편중현상이 발생 할 수 있다. 제반교육과정의 일반적, 공통적 기준을 통해 평등성을 보장해야 한다.

셋째, 표준 교육과정 개발 시, 교육과정의 지도 내용에 비중이나 방법을 효과적으로 조정할 수 있도록 이수시간을 고려해야 한다. 각 대학의 환경과 여건이 다르며, 대학의 교육과정 구성의 유

연성을 부여하기 위함이다.

넷째, 표준 교육과정의 개발뿐만 아니라, 이를 바탕으로 대학에서의 교양, 부전공에 대한 표준도 제시하여 특성에 맞게 일반적으로 학습되어야 하는 범위까지는 습득할 수 있도록 해야 한다. 정보 분야는 다른 전공과 융합을 통해 새로운 기회를 창출할 수 있으며, 정보의 중요성을 인정받아 비중이 높아지는 추세이다. 이를 감안하여 교양교육을 통해 최소한에 정보관련 지식을 습득해야 한다. 또한, 부전공을 통해 정보교원이 되기를 희망하는 대상자들에게 체계적인 교육을 제공함으로써 정보교육의 질을 높일 수 있는 기저가 될 수 있을 것이다. 일본의 표준 정보교육과정은 교양 및 부전공에 대한 사항도 별도로 다루고 있다.

다섯째, 초·중등 교육과정과 고등교육과정의 연계를 넘어 대학원까지 확장할 수 있는 이론적인 틀을 완성 시켜야 한다. 나선형으로 구성된 교육과정을 통해 일관성을 부여한다는 것은 학생에게 최소한의 교육을 보증한다는 의미로 지식의 평등을 위해 모든 영역을 고루 습득할 수 있는 기반을 제공하는 것이다. 미국의 표준 정보교육과정은 4년제 대학교 과정뿐만 아니라 2년제 대학 및 대학원 과정에 대해서도 간략하게 언급하고 있다.

5. 결론

본 연구는 정보과학 분야의 미국 표준 고등정보 교육과정과 한국의 대학교 정보 교육과정과 비교/분석 하였고, 교육과정 구성 시 참조할 수 있는 자료로 일본 표준 고등정보 교육과정의 수업 과목 구성의 예를 근거하여 CS2013의 핵심주제를 반영하는 과목구성예를 제시하였다. 또한, 국가수준의 표준 정보 교육과정의 개발에 대한 시사점을 제공하고자 하였다.

미국의 표준 고등정보 교육과정을 분석한 결과 개편과정에서도 핵심주제에 대한 큰 틀은 유지하였으며, 최신 동향을 반영하여 일부주제가 강조되거나 제거됨을 확인할 수 있었다. 또한 교육과정 개발 시 융통성과 시간에 대한 유연성을 부여할 수 있도록 노력함을 확인할 수 있었다. 한국의 대학교를 임의로 선정하여 대학의 교수요목을 분석한 결과 약 52% 이상의 대학교는 2013년에 발

표된 CS2013의 새로운 지식영역을 포함하지 않았다. 본 연구에서 예로 제시한 과목은 CS2013의 핵심요소와 J07-CS를 근거하여 제안하였으나 참고사항일 뿐이지 기준이 아니다. 일부분은 개인 연구자의 주관적인 입장이 반영되었으므로 추후 전문가와 협의체의 지속적인 연구를 통해 개선할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김자미, 이원규(2014), 통합에서 독립으로, 이스라엘 컴퓨터과학 교과과정의 진화. **한국컴퓨터교육학회**, 17(4), 33-44.
- [2] Iris Zur Bargury, Bruria Haberman, Avi Cohen, Orna Muller, Doron Zohar, Dalit Levy, Reuven Hotoveli(2012). "Implementing a new Computer Science Curriculum for middle school in Israel," *2012 Frontiers in Education Conference Proceedings*, pp.1-6.
- [3] Gal-Ezer, J. and Harel, D. (1999) Curriculum for a high school computer science curriculum. *Computer Science Education* 9(2), pp. 114-147.
- [4] 문부과학성(2010), 교육의 정보화에 관한 수첩에 대해 출처 : http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1259413.htm
- [5] 文部科学省(2008), 中学校学習指導要領案
- [6] 文部科学省(2009), 高等学校学習指導要領
- [7] 文部科学省(2008), 小学校学習指導要領案
- [8] 김자미, 이원규(2014), 영국의 교육과정 개정으로 본 정보교과과의 지식과 문제해결력에 대한 쟁점. **한국컴퓨터교육학회**, 17(3), 53-62
- [9] DfE.(2013), National Curriculum in England : frame work for key stage 1 to 4, (www.education.gov.uk)
- [10] 김자미, 이원규(2016). CSTA 2003과 2011 비교를 통한 한국의 정보교육과정 표준에 대한 시사점. **한국컴퓨터교육학회**, 19(1), 41-51.
- [11] The ACM K-12 Task force Curriculum Committee.(2003). A Model Curriculum for K-12 Computer Science. CSTA
- [12] The CSTA Standard Task force.(2011). CSTA K-12 Computer science standards. CSTA.
- [13] K-12 Computer Science Framework Steering Committee(2016), K-12 Computer Science Framework,
- [14] 교육부 제 2015-74호 [별책1](2015). **초·중등 학교 교육과정 총론**. 교육부.
- [15] 유병건, 김자미, 이원규(2015), 2015 개정 교육과정의 컴퓨팅 시스템 단원의 집필에 대한 시사점. **한국컴퓨터교육학회**, 19(2), 31-40
- [16] 김자미, 이원규(2014), 브루너의 이론에 근거한 인도의 정보교육과정 고찰, **한국컴퓨터교육학회**, 17(6), 59-69
- [17] <http://www.abet.org/about-abet/governance/accreditation-commissions/computing-accreditation-commission/>
- [18] The Joint Task Force on Computing Curricula Association for Computing Machinery (ACM) IEEE Computer Society (2013), Computer Science Curricula 2013.
- [19] Association for Computing Machinery, IEEE Computer Society (2008), Computer science curriculum 2008: An interim revision of CS 2001,
- [20] The Joint Task Force on Computing Curricula, IEEE Computer Society (2001), Association for Computing Machinery, Computing curricula 2001 computer science.
- [21] MARK STAMP(2011), Information Security. Wiley
- [22] 정보처리학회 정보교육 위원회 J07 프로젝트 연 락 위원회 (2008). 정보전문학과의 표준교육과정 「J07」 최종보고, 정보처리학회 제70회 전국대회 심포지움. <http://www.ipsj.or.jp/12kyoiku/taikai70sympo/index.html>
- [23] 정보처리학회 정보교육 위원회 J07 프로젝트 연 락 위원회 (2007), 정보전문학과의 표준교육과정 J07(중간보고) - 지식체계(BOK, Body of Knowledge) (중간보고). <http://www.ipsj.or.jp/12kyoiku/J07/J07index.html>
- [24] Joint Task Force for Computing Curricula. (2005). Computing curricula 2005: The overview report. ACM, AIS and IEEE-CS. (http://www.acm.org/education/curric_vols/CC20)

05-March06Final.pdf)

- [25] ACM/AIS/AITP Joint Task Force on Information Systems Curricula. (2002). IS2002 Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems, Association for Computing Machinery, Association for Information Systems, and Association for Information Technology Professionals. (<http://www.acm.org/education/curricula.html> or <http://www.computer.org/curriculum>)
- [26] IEEE/ACM Joint Task Force on Computing Curricula. (2004). Software Engineering 2004, Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering, IEEE Computer Society Press and ACM Press. (<http://www.computer.org/curriculum> or <http://www.acm.org/education/curricula.html>)
- [27] IEEE/ACM Joint Task Force on Computing Curricula. (2004). Computer Engineering 2004, Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering, IEEE Computer Society Press and ACM Press. (<http://www.computer.org/curriculum> or <http://www.acm.org/education/curricula.html>)
- [28] The ACM SIGITE Task Force on IT Curriculum. (2005). Information Technology 2005, Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Technology, IEEE Computer Society Press and ACM Press. (http://www.acm.org/education/curric_vols/IT_October_2005.pdf).
- [29] 文部科学省(2008), 一般情報処理教育の知識体系
- [30] 文部科学省(2009), **부전공으로서 정보분야의 지식 체계와 핵심**
- [31] 이영준, 최정원 (2014). 대학 컴퓨터과학 교육과정 개선을 위한 CS2013 분석. **한국 컴퓨터정보학회지**, 22(2), 35-40.
- [32] Xusheng Wang, James C. McKim (2013). The opportunities and challenges to teach web programming in computer science curriculum CS2013. *Journal of Computing Sciences in Colleges*. 29(2). 67-78.
- [33] J. D. Brown(1994). The elements of language

curriculum: A systematic approach to program development. Heinle ELT



우 호 성

2012 가천대학교
컴퓨터학과(공학사)
2014 아주대학교
정보보안학과(공학석사)

2012~2016 주)큐랩소프트 연구원
2016~현재 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사과정
관심분야: 정보교육, 정보교육과정, 정보표현
E-Mail: hosung.woo@inc.korea.ac.kr



김 자 미

1992 이화여자대학교
교육학과(문학사)
1995 이화여자대학교
교육학과(문학석사)

2011 고려대학교 컴퓨터교육학과(이학박사)
2011~2015 고려대학교 컴퓨터학과 연구교수
2015~현재 고려대학교 교육대학원
컴퓨터교육전공 조교수
관심분야: 정보교육, 교육과정평가, 이러닝
E-Mail: celine@korea.ac.kr



이 원 규

1985 고려대학교
영어영문학과(문학사)
1989 츠크바대학 이공학연구과
(공학석사)

1993 츠크바대학 공학연구과 전자·정보공학
전공(공학박사)
1993~1995 한국문화예술진흥원 문화정보본부 책임연구원
1996~2014 고려대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수
2014~현재 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과 교수
관심분야: 정보교육, 정보표현, 정보관리, 교육정책
E-Mail: lee@inc.korea.ac.kr