

국외 컴퓨터 교육과정의 변화 분석

성정숙[†] · 김현철^{††}

요 약

사회 전체가 소프트웨어 중심으로 운영되고 사물인터넷을 통해 초연결되는 새로운 디지털 시대가 도래하면서 독립적으로 존재하던 분야들이 컴퓨팅 기반의 융합적 성격을 띠게 되었다. 이러한 변화로 인해 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking)을 활용하는 능력인 컴퓨팅 리터러시(Computational Literacy)는 미래를 살아가는 데 필요한 핵심역량으로서 중요성이 강조되기 시작하였고, 소프트웨어 원리에 대한 이해를 갖춘 인력의 확보가 곧 국가경쟁력을 좌우할 것으로 예상되고 있다. 따라서 각 나라에서는 이를 대비하기 위해 컴퓨터과학 교육 혹은 소프트웨어 교육을 강화하려는 움직임이 일어나고 있다. 본 연구에서는 최근 세계적으로 주목받고 있는 컴퓨팅 사고력 함양을 위한 교육과 관련하여 그 배경을 알아보고 국외 주요국들의 컴퓨터 교육 정책과 교육과정의 최신 동향이 어떻게 변하고 있는지에 대해 분석해보았다.

주제어 : 컴퓨터 교육, 컴퓨팅 사고력, 컴퓨팅 교육, SW 교육, 정보 교육

Analysis on the International Comparison of Computer Education in Schools

Jung Sook Sung[†] · Hyeoncheol Kim^{††}

ABSTRACT

A whole society has become software-driven and each independent fields has become convergence based on computing as the new digital economy era has come. This change affect computational literacy using computational thinking is emphasized the importance as the core competence for the future living. It means that supply of manpower with understanding software principle will decide the fate of the country. For this reason, each country are reinforcing computer science education or computing education. In this paper, we researched and analysed on new global trends of computer education in school especially focused on national curriculum and policy.

Keywords : Computer Education, Computational Thinking, Computing Education, SW Education, Computational Literacy

[†] 정 회 원: 고려대학교 컴퓨터교육학과 박사과정
^{††} 중신회원: 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과 교수(교신저자)
 논문접수: 2015년 1월 13일, 심사완료: 2015년 1월 26일, 게재확정: 2015년 1월 28일

1. 서론

20세기 말에는 정보통신기술(이하 ICT)의 급격한 발달로 인해 정보통신기술과 미디어를 능숙하게 활용할 수 있는 능력인 테크놀로지 리터러시에 대한 중요성이 강조되었다. 이는 공학용 계산기를 사용하여 수학문제를 푸는 것과 같이 도구적 관점에서 빠르고 정확하게 테크놀로지를 활용할 수 있는 능력을 의미하였다.

그러나 일상생활에서부터 첨단 산업에 이르기까지 사회 전체가 소프트웨어 중심으로 운영되고 사물인터넷을 통해 초연결되는 새로운 디지털 시대가 도래하면서 독립적으로 존재하던 분야들이 컴퓨팅 기반의 융합적 성격을 띠게 되었다. 이러한 변화로 인해 컴퓨팅 관점에서 문제를 바라보고 효과적이고 효율적으로 해결할 수 있는 사고능력을 의미하는 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking, CT)은 미래를 살아가는 데 필요한 핵심역량으로서 중요성이 강조되기 시작하였고, 소프트웨어 원리에 대한 이해를 갖춘 인력 확보가 곧 국가경쟁력을 좌우할 것으로 예상된다. 따라서 각 나라에서는 이를 대비하기 위해 컴퓨터 과학 교육 혹은 소프트웨어 교육¹⁾을 강화하는 움직임이 일어나고 있다.

2011년, 15세 고등학생이었던 잭 안드라카는 구글과 위키피디아를 통해 수집한 정보로 채장암 진단키트를 개발하였는데 이는 기존 제품의 가격을 2만6000분의 1로 낮추고, 진단기간은 168배 빠르며, 진단율은 100%에 가깝게 높였다[1]. 이는 문제를 추상화하고 분해하고 이에 따른 필요한 자료를 수집, 분석할 수 있는 능력인 컴퓨팅 사고력이 학력과 나이를 초월하여 할 수 있는 일의 가능성을 보여주는 것이며, 정보가 서로 연결되고 공유되는 새로운 디지털 시대에서의 컴퓨팅 사고력의 위력을 보여주는 사례라고 할 수 있다.

이렇게 새로운 시대가 요구하는 능력으로서 그 중요성이 강조되고 있는 컴퓨팅 사고력은 그 모티브가 컴퓨터의 정보처리 과정에서 온 것이기 때문에 컴퓨팅 사고력의 함양을 위해서는 컴퓨터가 이해할 수 있는 언어로 문제해결을 모색하는 코딩교육이 가장 효과적이라고 할 수 있다. 따라서 유럽과 북미, 중국과 일본 등 선진국에서는 코

딩교육을 포함하는 컴퓨터 과학 교육을 초중등교육에서부터 시행하려는 노력을 추진하고 있다[2].

가장 적극적인 시도를 하고 있는 영국에서는 2014년 9월부터 5세-16세의 초중등 학생들을 대상으로 하는 모든 교육 단계에서 기존 “ICT” 교과목을 코딩을 포함하는 “Computing” 교과목으로 개편한 새로운 국가교육과정을 시행하고 있다[3].

이러한 변화의 추세는 영국뿐 아니라 세계 도처에서 일어나고 있는데, 중국에서는 이미 10년 전부터 초중등 국가교육과정에 “정보기술” 과목을 필수로 이수하도록 정하고 있으며, 이스라엘에서도 고등학교 이과반에서만 필수였던 “컴퓨터 과학” 교과를 중학교에서도 필수로 지정하기 위해 2011년부터 시범학교를 늘려나가며 예비 시행중에 있다[2].

이렇게 주요 선진국가에서는 양질의 소프트웨어 인력을 조기에 확보하고 양성하기 위해서 초중등 학생을 대상으로 하는 컴퓨터 교육이 중요하다고 보고 국가교육과정으로 편성하는 연구를 수년전부터 시작하였으며 최근에는 속속히 실제 현장에 적용하기 시작하였다.

본 연구에서는 최근 세계적으로 급격하게 증가하고 있는 컴퓨터 교육에 대한 관심과 관련하여 그 배경을 알아보고 국외 주요국들의 컴퓨터 교육의 정책과 교육과정 동향이 어떻게 변하고 있는지에 대해 분석하였다. 이러한 분석 결과는 추후 2015년 개정교육과정에서 강화되는 국내 소프트웨어 교육의 정책 수립 및 교육과정 개발 등에 참조될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 컴퓨터 교육의 변화 요인

2.1 사회적 요구 증대

산업시대에는 재봉틀과 같은 기계를 다룰 수 있는 기술이 중요하였으나 정보시대에는 사회 모든 인프라가 IT기반이 되면서 이를 활용할 수 있는 능력인 ICT 리터러시가 중요하게 되었다.

그러나 제2의 IT혁명이라고도 불리는 새로운 디지털 시대에는 모든 것이 융합되고 초연결되는 상황에서 요구되는 새로운 역량을 필요로 하게 되었다. 이는 기존의 ICT 리터러시만으로는 해결

할 수 없는 것이며, 소프트웨어 중심으로 운영되는 사회에서 살아가기 위해서는 컴퓨터과학의 원리 그 자체를 이해하고 이를 통해 문제를 해결할 수 있는 역량이 필요하게 되었다. 그것이 바로 컴퓨팅 리터러시(Computational Literacy, CL)이다.

미래 사회가 요구하는 새로운 역량은 두 가지 관점으로 구분하여 볼 수 있는데, 하나는 새로운 디지털 경제시대를 살아가는 일반인으로써 갖추어야 할 기본 소양으로서의 컴퓨팅 리터러시이며, 다른 하나는 소프트웨어 중심으로 운영되는 사회를 이끌어갈 전문 소프트웨어 인력에게 요구되는 직업적 관점에서의 컴퓨팅 리터러시다.

EU집행위원회(EC)가 IT전문 웹사이트 기가컴(GIGACOM)을 통해 작성한 연구보고서에 따르면 2014년 175억유로인 앱분야 매출은 2018년까지 630억유로에 이를 것으로 전망하고 있으며, 유럽 내 앱 산업 종사자는 2013년 기준 180만명에서 2018년까지 480만명으로 확대될 것으로 보고 있다[4].

주한 영국 대사관 부대사인 Andrew Dalglish는 테크놀로지에 강하게 연결되어 있는 어린 세대들은 디지털 테크놀로지의 운영방식과 새로운 테크놀로지를 만들어내는 방법을 더 깊게 이해할 수 있기 때문에, 현재의 컴퓨팅 기술은 불과 수 년 내에 높은 수준으로 성장할 것이고 이는 성공적인 경제성장에 결정적인 역할을 할 것이라고 한다. 이러한 사유로 영국 정부는 학교에서 의무적으로 코딩을 가르치기로 결정한 것이며 영국 사업이 ICT분야에서 최고가 된다면 향후 5년에서 7년 사이에 영국 경제에 가져올 이득은 약 470억 파운드가 될 것이며 50만개의 새로운 일자리 창출이 이루어질 것으로 보고 있다[5].

유럽뿐 아니라 미국에서도 유사한 연구결과들이 나오고 있다. 미국의 비영리 코딩 교육 기관인 코드닷오알지(code.org)에 의하면 미국에서 향후 2020년까지 컴퓨팅 관련 직업은 140만개 정도가 될 것으로 추산되지만 컴퓨터 과학을 전공한 학생 수는 40만명 정도에 그칠 것으로 예상되므로, 전공 학생 수보다 100만개 이상 많은 컴퓨터를 활용한 직업이 생겨남에 따른 인력수급 문제가 심각할 것으로 보고 있다[6].

이는 산업시대가 정보시대를 거쳐 새로운 디지털 창조경제 시대로 들어오게 되면서 사회 운영이 컴퓨팅 기반으로 움직이게 되고 자연스럽게 대부분의 일자리가 컴퓨팅 사고력을 필요로 하게 되었기 때문이다.

따라서 미래 사회가 요구하는 새로운 역량인 컴퓨팅 리터러시는 전문 소프트웨어 개발자에게는 물론 다양한 분야에 종사하는 모든 사람에게 요구되어지는 역량이다.

이러한 사회의 변화는 단순히 응용프로그램(application program)을 능숙하게 사용할 수 있는 수준만 요구하던 사용자(user) 교육을 넘어서서 이제는 상황에 따라 필요한 프로그램을 만들어 낼 수 있는 제작자(maker) 교육을 요구하게 되었다.

2.2 새로운 역량 필요

지식정보화에 기반한 경제발전은 물론 세계 교육개혁의 흐름에 적극 대응하기 위해서 21세기에 요구되는 핵심 역량을 갖춘 인재 양성의 필요성에 대한 인식이 1990년대 말부터 전 세계적으로 확산되었다. 따라서 21세기 사회구성원으로써 필수적으로 갖추어야 할 역량을 규명하는 연구들이 P21 (Partnership for 21st Century Skills), ACT21S (Assessment and Teaching of 21st-Century Skills), OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) 등 세계 각국 및 국제기구 등에서 다양하게 수행되어졌다[7][8][9][10][11]. 우리나라에서도 2011년에 한국교육학술정보원(KERIS)에서 한국사회의 특성을 고려하고 글로벌 사회의 요구에 대비하여 신세대 학습자들이 갖추어야 할 역량과 미래교육환경에 대비한 21세기 인재를 양성하는데 있어 필수적으로 고려되어야 하는 21세기 교수자의 역량을 각각 규명하고 이의 활용을 위한 시사점을 제공하는 보고서를 발표하였다[12]. 각 기관별 정의를 정리하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 각 기관별 21세기 핵심역량

기관	역량	
P21	Learning and Innovation Skills	Creativity and Innovation
		Critical Thinking and Problem Solving
		Communication and Collaboration
	Information, Media and Technology Skills	Information Literacy
		Media Literacy
		ICT Literacy
	Life and Career Skills	Flexibility and Adaptability
		Initiative and Self-direction
		Social and Cross-cultural Skills
		Productivity and Accountability
Leadership and Responsibility		
ATC 21s	Ways of thinking	Creativity, Critical thinking, Problem-Solving, Decision-Making and Learning
	Ways of working	Communication and Collaboration
	Tools for working	Information and Communications Technology (ICT) and Information Literacy
	Skills for living in the world	Citizenship, Life and Career, and Personal and Social Responsibility
OECD - DeSeCo	Using tools interactively	Use language, symbols and texts interactively
		Use knowledge and information interactively
		Use technology interactively
	Interacting in Heterogeneous Groups	Relate well to others
		Co-operate, work in teams
Manage and resolve conflicts		
Acting Autonomously	Act within the big picture	
	Form and conduct life plans and personal projects	
	Defend and assert rights, interests, limits and needs	
EU	Communication in the mother tongue	
	Communication in foreign languages	
	Mathematical competence and basic competences in science and technology	
	Digital competence	
	Learning to learn	
	Social and civic competences	
	Sense of initiative and entrepreneurship	
Cultural awareness and expression		

KERIS	창의적능력(Creativity)
	문제해결력 (Problem-solving ability)
	의사소통 (Communication)
	협력 (Collaboration)
	테크놀로지 리터러시 (Technology literacy)
	예술적 사고 (Artistic thinking)
	배려(Care)
	전심전력 (Whole-heartedness)
	도전의식 (Challenge)
	윤리의식 (Ethics)
	사회적 능력 (Social Skills)
	유연성 (Flexibility)
	자기주도 (Self-direction)
	리더십 (Leadership)
	책무성 (Accountability)

이들 핵심역량의 정의를 살펴보면 모든 기관에서 중복적으로 등장하는 역량이 있는데 바로 ICT 리터러시라고도 하고 정보 리터러시라고도 하는 테크놀로지 리터러시다. 이는 문제해결력과 더불어 21세기에 가장 중요한 핵심역량으로 주목받고 있다. 한국교육학술정보원에서 정의한 내용에 의하면 테크놀로지 리터러시란 "정보의 수집, 해석, 활용, 창조를 위하여 다양한 테크놀로지를 취사선택하여 활용할 수 있는 능력"을 의미한다[12].

20세기말에 주목받던 테크놀로지 리터러시는 단순히 정보통신기술을 능숙하게 활용하는 것을 의미하였는데, 2006년 Jeannette Wing 교수의 기고문으로 컴퓨팅 사고력의 중요성이 크게 확산되면서 이를 발휘하고 함양할 수 있는 역량인 컴퓨팅 리터러시를 포함하는 의미로 점점 확장되었다.

중세 시대에는 많은 사람들이 자신의 생각이나 이야기를 적는데 있어서 필사(scribe)에 의존했던 것과 마찬가지로 오늘날 많은 사람들이 디지털 미디어에 대해 최첨단 필사(high-tech scribe)에 의존하고 있다[13]. 하지만 1800년대 초반부터 학교에서 가르치는 기초교육으로써 3Rs (Reading, Writing, Arithmetics)이 등장하면서 필사없이도 자유롭게 자신의 생각을 기술할 수 있게 된 것처럼 21세기에 요구되는 기초교육으로써 3Rs와 더불어 컴퓨팅 리터러시 교육이 필요한 시대가 되었다[14].

김수환 외(2010)는 컴퓨팅 사고력과 컴퓨팅 리터러시에 관한 여러 학자들의 의견을 종합정리하여 ‘컴퓨팅 리터러시란 사물이나 문제를 정보적인 접근으로 이해하여 사물이나 문제를 작은 단위로 분해하고, 이를 재조합하여 재구성함으로써 새로운 의미를 부여하는 능력을 말한다’고 정의하였다 [15].

2013년 노벨화학상은 복잡한 화학반응 과정을 컴퓨터 시뮬레이션으로 분석하는 연구법인 ‘다중 척도 모델링’을 개발한 학자에게 수여되었다[16]. 이 모델을 통해 컴퓨터로 화학작용을 예측하고 이해할 수 있게 된 것이 화학계는 물론 생명과학 연구발전에도 기여한 공로가 큰 것으로 평가되고 있다. 이는 화학이나 생명과학분야와 같이 다양한 분야에서 컴퓨팅 리터러시가 발휘될 때 미치는 영향력이 매우 크다는 것을 보여주는 사례이며, 이는 근래에 나타난 현상이 아닌 이미 오래 전부터 검증되어 온 현상임을 보여주는 것이다.

3. 컴퓨터 교육의 변화 동향

3.1 교육내용의 변화

앞에 서론에서도 언급했듯이 산업시대에는 주판이나 계산기를 다룰 수 있는 능력이 중요하였기 때문에 학교에서는 주판 사용법을 가르쳤다. 그러나 정보시대가 되면서 컴퓨터가 일반에 보급되고 ICT가 사회전반에서 사용되자 각 나라에서는 초중등교육에서 컴퓨터 교육을 도입하게 되었다. 그러나 대부분의 컴퓨터 교육은 ICT 활용 교육에 초점이 맞춰져 있었다.

그러나 새로운 디지털 시대에는 모든 정보가 디지털화되어 서로 연결되고 공유되기 때문에 그동안 독립적으로 존재하던 분야들이 컴퓨팅 기반의 융합적 성격을 띠게 되었다. 이러한 변화로 인해 컴퓨팅의 관점으로 문제를 인식하고 효과적이고 효율적으로 문제를 해결하거나 자동화하도록 하는 컴퓨팅 사고력(CT)의 중요성이 강조되면서 이를 다루는 역량인 컴퓨팅 리터러시는 미래를 살아가는 데 필요한 핵심역량으로서 주목받게 되었다.

이에 따라 주요국들의 컴퓨터 교육 내용도 변

하고 있는데, 그 내용을 보면 주로 정보통신기술을 활용하는 방법을 가르치는 교육에서 컴퓨터 과학의 원리를 가르치고 컴퓨팅 사고력을 함양하기 위한 교육으로 변하고 있다.

영국은 2008년 개정 교육과정에서 IT교육을 강화하기 위한 목적으로 ICT 교과목을 전 Key Stage에서 이수하도록 하였다. 그러나 영국 교육부는 사용자 교육 중심으로 구성된 기존 ICT 교과목을 통해서는 새로운 디지털 시대가 요구하는 역량을 기르는 데 부족하다고 판단하고, 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 교육으로 교과과정을 재구성한 후 교과명도 “컴퓨팅(computing)”이라고 새롭게 명명하였다. 이 교과에서는 컴퓨터 과학에 기반을 둔 내용을 강조하고 있다. 영국 국가교육과정 개편에 참여한 Miles Berry에 의하면 기존의 ICT 교육이 user를 위한 교육이었다면 새로운 Computing 교육은 maker를 위한 교육이라고 강조한다[17].

미국의 경우 미국은 각 자치주에 따라 교육과정이 크게 상이한 특징을 갖는다. 2010년 핵심 공통 성취 기준안을 발표한 이래로, 각 주마다 주요 과목인 언어/영어, 수학, 외국어 등은 핵심 공통 국가 기준을 따르고 있으나, 기타 과목들은 주에서 마련한 기준안을 따르고 있다[18]. 따라서 컴퓨터 교육에 관해서도 국가차원에서의 통일된 교육과정을 제시하고 있지는 않지만 컴퓨팅 사고력의 중요성을 인식하고 이를 위한 표준안을 제시하고자 하는 연구가 도처에서 진행되고 있다[19][20].

세계 최대 컴퓨터 학회인 미국 컴퓨터 학회(Association for Computing Machinery, ACM)의 경우 2003년에 초중등학생을 대상으로 하는 컴퓨터 과학 교과과정 모델(A Model Curriculum for k-12 Computer Science)을 제시한 것을 시작으로, 2011년에는 ACM 내 연구분과인 컴퓨터 교사 협회(Computer Science Teachers Association, CSTA)에서 초중등학생을 위한 컴퓨터과학 교육과정 표준 권고안(K-12 Computer Science Standard)을 제시하였다[19].

또한 2013년부터는 NSF (National Science Foundation)에서 고등학교 컴퓨터 과학 교육과정인 ECS (Exploring Computer Science)를 개발하여 캘리포니아 학교를 대상으로 적용시키고 있으

며 점차 확대해 나가고 있다[20].

일본은 중학교에서 프로그래밍 교육을 필수적으로 시행하고 있지만 통합교과로 되어있어 가르치는 분량이 유동적이며 컴퓨터를 전공한 교사가 배정되기도 어려운 실정이다. 이에 언론에서는 지속적으로 프로그래밍 교육 강화의 필요성을 제기하고 있다. 그러나 고등학교에서는 독립교과로 컴퓨터교육이 시행되고 있으며 2012년부터 ‘사회와 정보’, ‘정보 과학’ 두 과목으로 개편하여 이 중 하나 이상을 선택하도록 되어있다[21].

중국은 정치 체제의 안정과 경제 발전 수단으로써 정보화 정책을 강화하고자 하는 노력으로 2000년대 초반부터 시작하였다. 그 내용을 보면 초등학교에서부터 운영체제, 프로그래밍, 데이터베이스와 같은 컴퓨터 과학 기초에 관한 내용을 다루고 있으며 이러한 교수내용은 고등학교까지 이어진다[21].

주요국들의 컴퓨터 교과 내용을 종합해보면 ICT를 활용하는 방법을 가르치는 교육에서 컴퓨터 과학의 원리를 가르치고 컴퓨팅 사고력을 함양하기 위한 교육으로 변하고 있는 것이 추세이다. 그러나 이는 ICT 활용교육을 완전히 배제한 것을 의미하는 것이 아니라 ICT 활용교육과 더불어 컴퓨팅 사고력 함양을 위한 내용이 강화된 것으로 보아야 한다.

3.2 교육대상과 시기의 변화

컴퓨터 교육을 언제부터 시작할 것인가에 대해서는 영국이나 미국처럼 초등학교부터 시작해야 한다고 보는 관점도 있으나 일본이나 이스라엘처럼 고등학교에서부터 시작하여 최근 중학교로 내려오는 추세인 나라도 있다. 이러한 현상은 컴퓨터 교육의 조기교육 필요성에 대해서는 누구나 느끼고 있으나, 직업적 소양으로 보는 관점에서는 대학입시나 취업을 앞둔 고등학교에서 집중적으로 가르치고자 하는 경향을 보이고, 미래인재 양성을 위한 기초소양으로 보는 관점에서는 초등학교에서부터 단계별 수준별로 기초를 쌓아가야 한다고 보는 경향이 있다. 그러나 취학 전 유아나 초등학교 1-2학년과 같은 어린 나이에 컴퓨터를 접하는 것에 대해서는 건강상의 이유와 더불어

조심스럽게 접근하는 경향이 대체적이므로 영국의 경우 이런 시기에는 언플러그드(Unplugged) 활동을 주로 구성하였고 중국의 경우 초등학교 3학년부터 시작하도록 하고 있다[22][23].

컴퓨터 교육의 중점이 되는 대상은 다양하게 나타났으나 초등학교에서 시작한 경우나 고등학교에서 시작한 경우 모두 최근에는 중학교를 대상으로 하는 시범 교육이 활발히 추진되고 있고, 이에 따라 교육대상의 영역이 확대되고 있는 추세이다.

3.3 교육시수의 변화

우리나라와 달리 대부분의 국가에서는 정부(교육부)에서 국가교육과정을 제시하더라도 권고수준에 머무는 경우가 많으며 실제 적용하는 내용과 강도는 도시별 학교별로 다소 상이하다. 이러한 현상은 공산권인 중국에서도 나타나는 데, 광범위한 영토와 다양한 인종으로 구성된 중국의 경우 다양한 교육환경과 상황을 배제하고 모두 하나의 잣대로 적용할 수 없기 때문이다. 따라서 대부분의 국가에서 국가교육과정으로 컴퓨터 교육을 위해 수업 시수를 배정하였다고 하더라도 이는 권고사항이며 실제 학교 현상에서는 이보다 더 많은 시수를 운영하는 경우도 있고 그렇지 않은 경우도 있다.

중국에서는 중학교의 경우 68시간에서 102시간 정도 배정되어 있으며, 고등학교의 경우 필수로 주당 2시간을 이수해야하고 선택적으로 2시간을 추가로 이수할 수 있다[21].

일본에서도 필수교과가 있는 고등학교의 경우 최소 68시간에서 최대 134시간이 배정되어 있다[21].

이스라엘에서는 고등학교 이과반의 경우 270시간을 이수해야 하며 졸업 과목으로 컴퓨터 교과를 선택한 경우에는 5단위인 450시간을 이수해야 한다[24].

학교 자율권이 매우 강하게 보장되고 있는 영미권에서는 수업시수를 명시하고 있지 않다. 그러나 영국의 Qualifications and Curriculum Authority (QCA)에서 권장하는 바에 의하면 Key Stage 1의 경우 주당 50분, Key Stage 2의 경우

주당 55분, Key Stage 3의 경우 주당 60분을 권장하고 있다. 이는 학생들의 주당 수업시수가 각각 21시간, 23.5시간, 24시간인 것을 고려하면 전체 수업시수에 약 4%정도라고 할 수 있다[25].

주요국들의 교육시수를 살펴보면 일부 학년층에 국한되었던 것이 전체 학년으로 확대 적용되고 있는 추세이며, 시수 또한 지속적으로 늘어나고 있는 것을 확인할 수 있다.

3.4 대학교육과의 연계

컴퓨팅 사고력이라는 용어의 유행을 촉발시킨 Jeannette M. Wing 교수가 속한 카네기멜론 대학을 비롯하여 세계 우수대학에서는 이미 비전공자들을 위한 교양과목으로써 컴퓨터과학 개론이나 프로그래밍을 다루는 과목을 개설하고 있다. 최근 하버드 대학교의 컴퓨터과학 개론(Introduction to Computer Science) 수업인 CS50은 최근 5년 내 하버드에서 가장 많은 수강생이 몰린 과목이다. 이는 9년 전 같은 과목에 20여명이 앉아있던 것과 비교해볼 때, 최근 몇 년 새 컴퓨터과학과 프로그래밍에 대한 이해가 대학생들의 기초 소양으로써 중요시되고 있음을 보여주는 사례이다[26].

비록 아직까지는 대학교육의 변화와 초중등교육과정의 변화가 개별적으로 이루어지고 있지만 궁극적으로는 교육의 연계성을 고려해야 하므로 각 나라에서는 이에 대한 연구를 진행 중에 있다.

미국대학입학시험인 SAT (Scholastic Aptitude Test)를 주관하는 College Board에서는 NSF의 지원으로 컴퓨터 과학을 다루는 AP (Advanced Placement)과정인 “AP Computer Science A” 외에도 추가로 컴퓨팅 사고력에 중점을 둔 AP과정인 “AP Computer Science: Principles”를 2016년 시행을 목표로 개발 중에 있다[27].

영국의 Key Stage 마지막 단계인 GCSE (General Certificate of Secondary Education)에서도 “Computing” 과목을 다루고 있으며 직업교육과 대학입학을 위한 과정인 A-Level에서도 컴퓨팅 사고력 함양을 위해 새롭게 개편된 “Computing” 과목을 적용하고 있다[28].

일본에서는 대학별 입시에서 정보과목을 선택할 수 있도록 하는 사례가 있다. 게이오대학의 경

우 대학별 입학시험에서 2016년부터 ‘수학’, ‘외국어’, ‘정보’ 과목 중에 하나를 선택하도록 하고 ‘논술’은 필수로 하여 대학입시에 반영할 예정이며, 이를 위해 2014년에 예비검사를 마쳤다[21].

3.5 교사연수 방법

ICT 활용법을 가르치기 위한 컴퓨터 교육은 20년 전부터 하고 있었지만 코딩교육을 포함하는 컴퓨팅 역량을 위한 수업은 새롭게 시작하는 시점에 있다. 따라서 짧은 시간 내에 다수의 교사들을 연수하기 위해서 기존의 전통적인 연수방법 외에 다양한 노력들이 시도되고 있다. 또한, 컴퓨팅 교과는 다른 교과와 달리 빠르게 계속 변하기 때문에 지속적으로 새로운 내용을 익혀야 하므로 즉시적으로 현장에 바로 적용 가능한 교수학습자료가 통용되어야 한다.

영국의 경우 거점(Hub) 학교와 선도 교사(Master Teacher)를 선발하여 이들이 각자 자신의 소속지역의 교사들을 도와주는 방법을 이용한다. 이러한 선발과 교육은 대학에서 담당하며 연수비용은 국가에서 부담한다. 이러한 공적인 연수방법 외에도 컴퓨터 교사 연합(Computer At School, CAS)에서 운영하는 커뮤니티에는 교사들이 주축이 되어 서로의 경험과 노하우를 나누고, 직접 제작하거나 외부에서 가져온 방대한 분량의 교수학습자료들을 공유한다. 커뮤니티에서는 수시로 각 지역마다 온라인과 오프라인으로 연수일정이 열리고 CAS 멤버는 누구나 참여할 수 있다[29]. 정규교과뿐 아니라 방과후 교실의 형태인 코드클럽(Code Club)을 통해서도 도움을 받을 수 있으며 코딩교육을 위한 무료 웹기반 플랫폼인 Code.org를 통해서도 교수학습을 위한 자료와 도구들을 제공받고 연수도 받을 수 있다.

미국의 경우 최근 NSF에서 CS10K 프로젝트를 추진하고 있다. 이는 만명의 컴퓨터 교사를 양성하여 만개의 학교에 보낸다는 의미로 초중등학교에서의 컴퓨터교육을 적극적으로 추진하겠다는 의지가 보인다[20]. 이러한 정부의 지원 외에도 미국 역시 컴퓨터 교사 연합(CSTA)에서 꾸준히 컴퓨터 교사들을 지원하기 위한 연구를 계속하고 있으며 해마다 교사들이 하는 연례 컨퍼런스도 운영하고 있다[19].

<표 2> 주요국의 컴퓨터 교육 변화 동향

국가	과거 상황	최근 현황	대상	시수	비고
독일	2002 OECD 교육지표에서 독일의 컴퓨터 교육은 매우 떨어지는 것으로 나타남	교육부 장관회는 2012년 미디어교육을 학교교육 의무과제로 선정	[NRW주의 지침 및 교과계획안] 5학년-12학년 (다른 연방주도 유사함)	언어중심학교 : 8학년, 10학년 각 한차레씩 선택, 주1회 2시간 과학중심학교 : 8-9학년 일반선택, 11-12학년 4개 선택 과목 중 하나, 주1회 2시간	16개 주마다 수학연한과 입학시기가 다름
미국	오바마 대통령을 비롯한 사회 주요 인사들이 컴퓨터 교육의 중요성 캠페인 참여함	NSF에서 ECS와 CSP를 지원하고 CS10K 프로젝트 시작함	[CSTA의 표준안] 6세부터 전학년	주별 학교별로 다양함	정부에서 컴퓨터 과학주간 운영
중국	필수교과로 지정하였으나 강제성을 갖는데 어려움이 있었음	중국의 3개시와 9개성에서 가르치고 있으며 증가추세임	[국가교육과정] 초등학교 3학년-고등학교 3학년 필수	초등학교 3학년-6학년 : 총 70시간 중학교: 68시간 이상 권고 고등학교: 정보 70시간, 통용 70시간	
에스토니아	선택교과로 정보과목과 프로그래밍 과목이 존재	2014년부터 과목 신설 등 개정 움직임이 있음	[국가교육과정] 1학년-9학년:선택 10학년-12학년: 과학군에서 선택	명시하지 않음	
영국	응용 소프트웨어 활용위주의 ICT 교과 개설	2014년 9월부터 Computing 교과로 개정하여 시행중임	[국가교육과정] 1학년-11학년: 전학년 필수	법적으로 명시하고 있지 않으나 QCA에서 주당 약 1시간정도를 권고하고 있으며, 이는 전체 교과 시수의 4%에 해당함	
오스트리아	인문계 중학교에서 주로 선택, 일반 중학교에서는 학생자유선택	2015년 겨울부터 중학교에 도입할 새로운 교육시스템을 위해 실험단계에 있음	[국가교육과정] 5학년-8학년:선택 9학년-12학년:필수	중학교 : 선택과목 인문계 고등학교 : 9-12학년 중 1년간 일주일에 최소 2시간 필수	
이스라엘	고등학교 이과반에서만 필수과목으로 개설	중학생을 대상으로 시범운영 중	[국가교육과정] 고등학교 이과필수	고등학교 이과필수 270시간 졸업과목으로 선택시 450시간	
인도	중요성은 일찍부터 인식하고 있었으나 시행에 어려움이 있었음	의무교육단계에서 컴퓨터 교육이 필수적으로 시행되고 있음	[국가교육과정] 1학년-12학년 의무교육단계 필수	1-4학년 주당 1시간 5-8학년 주당 2시간 9학년부터 보드(학제) 자율에 따름	
일본	초등학교에서 가르치지 않고 고등학교에서 필수독립과목임	언론에서 전학년을 대상으로 프로그래밍 교육 강화를 요구함	[국가교육과정] 중학교:통합교과 고등학교:필수독립	중학교 : 총 55시간 고등학교 : 총 70시간 필수	중학교:기술교과 내 포함
프랑스	2012년부터 컴퓨터 활용능력 부족 문제 인식	2014년 7월 교육부 장관은 디지털교육과정 확정을 위한 교육과정 개정을 시작하기로 함	[국가교육과정] 고등학교 3학년 : 이과 심화선택	고등학교 3학년 이과 : 주당 2시간	고등학교 1-2학년 : 수학에 알고리즘포함
핀란드	IT기업을 중심으로 방과후 수업인 코딩스쿨이 활성화됨	2016년부터 코딩 교육을 초중등학교 정규 통합교육 과정에 포함시키기로 함	[국가교육과정] 초등학교-고등학교(2016년부터 시행예정)	2016년부터 시행되는 새교육과정에 반영예정	수학 과목의 일부로 포함

앞서 언급한 바와 같이 컴퓨터 교과는 다른 교과와 달리 지속적으로 내용이 바뀌는 특징이 있으므로 꾸준한 연구와 노력이 필요한 분야이다. 또한 빠르게 변하기 때문에 정형화된 기존의 교사연수방식이나 내용으로는 발 빠른 대처를 하기 힘들다. 따라서 미국과 영국의 사례에서도 볼 수 있듯이 교사 네트워크와 커뮤니티 같은 살아있는 역동적인 조직체의 지원과 운영이 지속가능한 컴퓨터 교사 연수의 대안이 될 수 있을 것이다.

4. 결론

컴퓨터 교육에 대한 세계적인 추세는 모든 아이들에게 차별없이 필수적으로 제공되어야 하는 기회로 인식되고 있다. 이는 글을 읽고/쓰고/셈하는 능력(3R)과 마찬가지로 미래를 살아가는 아이들에게 반드시 필요한 기초 소양으로써 디지털 시대에는 삶의 문제와도 직결되기 때문이다. 모든 것이 디지털화되고 사물간의 정보교환이 가능해

지는 사물인터넷(IoT) 시대에 컴퓨팅의 원리를 이해하고 컴퓨팅 사고력을 갖춘다는 것은 단순히 조금 더 나은 직업을 얻기 위한 것이 아니라 자신의 일상에서 일어나는 삶의 원리를 이해한다는 중요한 의미를 갖는다.

전 세계적으로 컴퓨터 교육의 열풍이 불고 있는 지금 우리나라의 교육현장도 더 이상 이를 외면할 수 없는 시점에 이르렀다. 지금까지 알아본 주요국들의 추진 사례 분석내용을 통하여 우수한 사례는 받아들이고 우리의 현실에 맞지 않는 사례는 배제하는 등 적절하고 현명한 컴퓨터 교육의 방향을 재구성함으로써 우리나라만의 컴퓨터 교육 전략을 수립해야 할 것이다.

후 주

1) 컴퓨터 교육과 유사한 용어로 ‘컴퓨터과학 교육’, ‘정보 교육’, ‘정보과학 교육’, ‘SW교육’ 등이 혼용되고 있다.

참 고 문 헌

[1] TED2013. Jack Andraka - A promising test for pancreatic cancer from a teenager. Filmed Feb 2013, from http://www.ted.com/talks/jack_andraka_a_promising_test_for_pancreatic_cancer_from_a_teenager

[2] 김현철 외 (2014). **국내외 SW교육 운영현황 및 요구사항 조사**. 한국정보통신산업진흥원.

[3] Steve McCaskill. (2013). New National Curriculum to Teach Five Year Olds Computer Programming. *TechweekEurope*. Retrieved July 8, 2013. from <http://www.techweekeurope.co.uk/news/national-curriculum-ict-education-computing-121214>

[4] <http://www.newspim.com> 2014. 07. 19 기사.

[5] 김현철·성정숙·김민자 (2014). **초·중등 소프트웨어 교육 강화를 위한 연구**. 한국정보통신산업진흥원.

[6] <http://www.code.org> 2014.04.30 검색.

[7] 강명희 외 (2008). **New Millennium**

Learners and Educational Performance OECD 공동 연구 과제 (최종 보고서). KERIS 연구보고 CR 2008-9.

[8] Francesc Pedró (2006). **THE NEW MILLENNIUM LEARNERS: Challenging our Views on ICT and Learning. OECD-CERI**

[9] Partnership for 21st Century Skills. 2013.05.26. 검색. from <http://www.p21.org/>

[10] ACT21s. 2013.05.26. 검색. from <http://atc21s.org/>

[11] OECD-DeSeCo. 2013.05.26. 검색. from <http://www.oecd.org/fr/edu/apprendre-au-de-la-de-l-ecole/definitionandselectionofcompetenciesdeseco.htm>

[12] 허희옥 (2011). **21세기 학습자 및 교수자 역량 모델링**. 한국교육학술정보원.

[13] Gerhard Fischer (2005). **Computational Literacy and Fluency: Being Independent of High-Tech Scribes**. from <http://l3d.cs.colorado.edu/~gerhard/papers/hightechscribes-05.pdf>

[14] Andrea diSessa. (2000). **Changing Minds: Computers, Learning, and Literacy**. MIT Press.

[15] 김수환·한선관·김현철 (2010). **Computational Literacy 교육에서 프로그래밍 능력과 학습자 특성에 관한 연구**. 한국컴퓨터교육학회 논문지 13(2).

[16] 권수현 (2013). **노벨화학상에 미국 카플러스·레비트·워셜**. 연합뉴스. Retrieved Oct. 9, 2013. from <http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=103&oid=001&aid=0006526490>

[17] 한국과학기술한림원 (2014). **창립 20주년 기념 공학부 한림국제심포지엄 - K-12 Computer Science Education in Korea (K-12 과학/공학 분야에서의 정보과학 교육의 중요성)**. 2014.12.08. 플라자호텔 4층

[18] 백경선 (2013). **교육과정 편제 및 수업시수에 대한 국제 비교 연구**. 한국교육과정평가원 (연구보고 CRC 2013-16)

[19] ACM CSTA (2011). **CSTA K - 12**

Computer Science Standards. from <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/K12Standards.html>

[20] <http://www.exploringcs.org> 2015.01.10. 검색

[21] 이성환 외 (2014). **국제비교를 통한 초중등학교에서의 컴퓨터교육 전략연구**. 한국과학기술한림원.

[22] Miles Berry (2014). **SwitchedOn - Computing Teacher's Book Year 1 - 6**. Rising Stars.

[23] 손민정 외 (2012). **중국의 초·중등학교 교육과정 편성·운영 연구**. KIEP 대외경제정책연구원&한국교육과정평가원. 경제·인문사회연구회 중국종합연구 협동연구총서 12-33-07

[24] 사카모토 (2014). **프로그래밍 강국을 위한 교육**. 산케이. Revised 2014.07.31. from <http://www.sankei.com/life/news/140731/lif1407310043-n1.html>

[25] 영국문화원 제공. **National curriculum in England: computing programmes of study**. Revised 2014. 05. Private Paper from 미래창조과학부

[26] Meg P. Bernhard (2014). "CS50 Logs Record-Breaking Enrollment Numbers". The Harvard Crimson. from http://www.thecrimson.com/article/2014/9/11/cs50-breaks-enrollment-records/?page=single&utm_content=bufferdb3cc&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer

[27] <http://apcsprinciples.org> 2015.01.20. 검색

[28] DfE. (2013). **National Curriculum in England**. from www.education.gov.uk

[29] CAS (2014). **Network of Teaching Excellence in Computer Science**. Revised Oct 2014. from <http://computingatschool.org.uk/index.php?id=noe>

[30] 김창환 (2002). **독일교육부의 2002 OECD 교육지표 분석과 중점교육개혁과제 설정**. 한국교육개발원. Revised 2002.12.05. from <http://www.edpolicy.net/>

[31] 오스트리아대사관 제공. **오스트리아 초/중/고등학교 ICT, 소프트웨어 교육 현황**.

Revised 2014.05. Private Paper from 미래창조과학부. from <https://www.bmbf.gv.at/>

[32] 주프랑스한국교육원 제공. **프랑스 초중등교육과정 및 정보화교육**. Revised 2014.05.13. Private Paper from 미래창조과학부

[33] 프랑스-디지털교육과정 독려. 한국교육개발원. Revised 2014.08.11. from <http://edpolicy.kedi.re.kr>

[34] 핀란드-컴퓨터 코딩이 포함된 새 교육과정 도입 예정. YLE 뉴스. 한국교육개발원. Revised 2014.06.30. from <http://edpolicy.kedi.re.kr>

[35] 김자미, 이원규 (2014). 브루너의 지식구조론에서 내러티브 이론을 아우르는 인도의 CMC에 대한 고찰. **한국컴퓨터교육학회 논문지**. 17(6).

[36] 김자미, 이원규 (2014). 통합에서 독립으로, 이스라엘 컴퓨터과학 교과과정의 진화. **컴퓨터교육학회논문지**. 17(4).

성정숙



2001 한동대학교
전산전자공학부(공학사)
2004 연세대학교
교육학과(전자계산교육학석사)

2012~현재 고려대학교 컴퓨터교육학과 박사과정
관심분야: 컴퓨터 교육과정,
컴퓨팅 사고력, 컴퓨팅 리터러시
E-Mail: workwithu@gmail.com

김현철



1988 고려대학교
전산학과(이학사)
1990 Univ. of Missouri-Rolla
(전산학 석사)

1998 Univ. of Florida (전산정보학 박사)
1999~현재 고려대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수
2014~현재 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과 교수
관심분야: 컴퓨터교육, 기계학습,
E-Mail: harykim@korea.ac.kr