

영국의 컴퓨터과학 교육의 정책적 배경에 관한 연구

김홍래

춘천교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

본 논문은 영국의 컴퓨터과학 교육의 정책적 배경을 탐구하는 것이다. 영국은 2014년 9월부터 '컴퓨팅'을 교과로써 초등학교부터 고등학생까지 가르친다. 교육부는 기존의 ICT 교과를 컴퓨터과학으로 대체하였다. 영국 교육부는 기존의 ICT 교육에 대한 교사들의 문제인식과, 학계의 요구, 미래 산업을 위한 인재에 대한 요구를 받아들였다. 풀뿌리 조직으로 시작한 CAS의 노력이 영국의 교육 제도를 변화시키는 과정에 정부, 대학, 기업, 평가기관, 비영리 기관 등 다양한 조직의 적극적인 협력이 있음을 알게 되었다. 이를 통하여 우리나라의 소프트웨어 교육 발전을 위한 여러 가지 시사점을 제시하였다.

키워드 : 컴퓨터과학교육, 컴퓨팅 사고, 영국, 컴퓨팅, 교육 정책

The Research about Policy Background of Computer Science Education in UK School: Lesson from the UK

Hongrae Kim

Chuncheon National University of Education

ABSTRACT

This paper have been knowing about policy background about Computer Science Education in UK. Every schools in UK have been teaching Computing as a subject matter from september, 2014. Department of Education in UK had replacement ICT to Computing subject. The institute have accepted that problems about ICT subject which school teacher recognised and the needs of academic sector, and the entrepreneur's needs for talented person of 21st century. We have known that Computing at School(CAS) had started grass root organization, which had been trying to changing the computer science curriculum. In the processes, it was corporation very closely among organizations, such as government, universities, entrepreneurs, awarding bodies for evaluation, and non-profit initiatives. Through this research, we have get some lessons for advancing of software education in South Korea.

Keywords : Computer Science Education, Computational Thinking, England, Educational Policy

이 논문은 2014년도 춘천교육대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

논문투고 : 2016-04-25

논문심사 : 2016-04-25

심사완료 : 2016-04-27

1. 서론

이 논문은 영국의 교육과정에서 ‘컴퓨터과학’을 근간으로 한 ‘Computing’을 정규 교과로 편성한 정책적 배경을 분석함으로써 우리나라의 학교 교육 발전에 기여하기 위함이다.

‘컴퓨터과학’은 지식 중심의 학문이다. 영국에서 컴퓨터과학은 2014년 9월부터 초등학교에서 고등학교까지 교과로서 가르친다. 컴퓨터과학은 컴퓨터의 응용 프로그램을 활용하는 도구 중심의 ICT와 확연히 구분된다. 그러나 컴퓨터과학의 내용을 잘 알지 못하더라도 지식 사회에서 기본적으로 필요한 디지털 리터러시에 대한 교육은 매우 중요하다. 학교에서 이러한 디지털 리터러시는 다른 교과를 학습하기 위한 도구로서 매우 큰 의미를 지니고 있다. 그럼에도 불구하고 영국은 학교교육에서 ICT를 컴퓨터과학으로 대체하였다[19].

컴퓨팅 산업은 최근 가장 각광받는 산업분야이다. 구글과 페이스북을 예로 들지 않더라도 컴퓨팅 산업의 발전은 매우 빠르고 전망위적이다. 특히 스마트폰의 ‘App’ 시장은 2020년에 120조원이 넘을 것으로 예상된다. 비디오 게임 산업은 지금 영화 산업보다 더 많은 가치를 창출하고 있다[27]. 그 이외의 전통적인 산업 군들은 IT와의 융합을 통하여 새로운 성장 가능성을 엿보고 있는 것이 현실이다. 컴퓨팅은 다양한 학문 분야와 융합하여 성장하고 있다.

영국 기업들은 산업 성장을 지속하기 위한 컴퓨터과학 졸업생들의 질적 저하를 문제로 인식하고 있었다. 그러나 컴퓨터과학 계열로의 진학은 일관성이 있었다. 영국에서 컴퓨터과학 분야로의 입학생 수는 상대적으로 고정적이었다. 2007-2008까지 줄어들던 입학생의 감소세는 다시 증가세로 돌아섰다. 그러나 학교에서의 상황은 매우 좋지 않았다. 왜냐하면 대학 준비를 위한 A-Level 시험응시자 수는 2005년 이후로 급감하고 있었다[18].

컴퓨팅 산업의 성장은 더 많은 컴퓨터과학 전공자를 필요로 한다. 그러나 영국에서 대학에 입학하고자 하는 학생들에게 컴퓨터과학에 대한 홍보를 강화한다고 해도 현실적으로 그 비율을 높일 수 없는 구조를 가지고 있다. 그 까닭은 영국에서 대학에서의 전공을 결정하는 것은 16살이 되는 해에 심지어는 14세가 되는 해에 결

정하기 때문이다. 그러므로 컴퓨터과학에 대한 관심을 끌기 위한 노력은 대학이 아닌 중고등학교에 초점을 맞출 수밖에 없는 것이다[19].

이 논문은 영국에서 초중등학교에서 컴퓨터 교육을 확산하기 위한 노력하는 과정에서 부딪힌 도전과제들을 탐색하고 정책적으로 성공과 실패를 분석함으로써 우리나라 컴퓨터 교육의 발전에 도움이 되고자 한다.

2. 컴퓨터과학교육 필수화의 배경

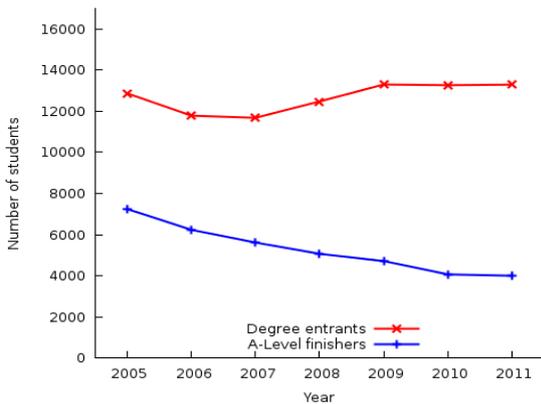
2.1 영국의 학교 교육 제도

본 논문의 초점은 영국에서의 컴퓨터과학 교육이지만 간략히 영국 교육제도에 대하여 살펴보고자 한다. 영국에서 학생들은 14살까지 교과목의 선택권이 거의 없다. 나이가 Key Stage 4(14-16살)가 되면 학생들은 대략 10개의 GCSE(The General Certificate of Secondary Education) 시험을 위한 공부를 하게 된다. 16세가 되면 이 시험을 치르게 되며 이 성적은 대학입학시험인 A-level 지원 시 학업 능력 판단 기준으로 사용되며 대학 입학 지원 시에도 활용된다. 좋은 성적을 거둔 학생들에게는 Key Stage 5(16-18) 인증 시험을 치를 수 있는 기회가 주어진다. 보통 3-4개의 A-Level 과목이 포함된다. A-Level의 성적은 대학 입학 성적으로 사용된다[30].

2.2 컴퓨터과학 교육의 위기

영국의 학생들은 대학 진학을 위하여 반드시 A-레벨 시험을 치러야 한다. 그러나 대학의 전공 중에서 컴퓨터과학을 필수로 요구하는 곳은 없다. 심지어 교사들은 학생이 컴퓨터과학을 전공한다고 하더라도 A-레벨에서 그 시험을 치르지 않아도 된다고 권고한다고 한다[25]. 고등학교에서 대학 입학 요건을 충족시키기 위하여 컴퓨터과학을 가르치는 학교는 많지 않다. 마찬가지로 대학들도 컴퓨터과학이 사전 시험 요건이 되어야 하는지 별로 관심이 없다. 컴퓨터과학을 전공하기 위하여 대학에 입학하고자 하는 학생과 A-level 시험 응시생은 별 관계가 없는 것으로 나타났다.

영국 학교에서 컴퓨터과학 시험에 응시하는 학생 수에 가장 큰 영향을 미치는 요인이 ICT교과로 인하여 잘 드러나지 않는다는 점이다. 일부 교사들은 높은 수준의 ICT를 가르치거나 컴퓨터과학을 가르치기 위하여 교육과정을 변형하는 등의 노력을 하였으나 대다수의 교사들은 기본적인 ICT 기능을 가르치는 것으로 만족해했다. 이러한 교사들의 인식은 A-Level 시험에 다음과 같은 결과로 나타났다. 2003년 컴퓨팅 A-level을 ICT와 컴퓨팅을 분리하였는데, 분리하기 이전에 28,000명의 학생들이 컴퓨팅을 택하였으나 분리한 직후 16,000명은 ICT를 8,000명은 컴퓨팅을 선택하였고, 2012년에는 각각 11,000명과 4,000명으로 떨어지게 되었다. 대조적으로 수학은 2003년 56,000명에서 2012년 85,000명으로 증가하였다. 학교에서 ICT는 대학에서 컴퓨터과학을 전공하고자 하는 학생들에게 큰 의미를 두지 못하는 결과였다[18].



(Fig. 1) Computing A-Level Statistics

2.3 기업 및 학계의 위기 인식

2.3.1 Next Gen 보고서

2011년, Nesta에서 발표한 'Next Gen'은 컴퓨팅과 코딩 교육을 정책에 중요한 요소로 고려해야 함을 강조하였다[12]. Next Gen은 학교에서 컴퓨팅 교육의 중요성을 강조하고 국가 교육과정에서 컴퓨터과학을 교과로

포함할 것을 권고하였다. 이 보고서는 영국에서 비디오 게임과 영상 효과 산업에서 기술적 차이를 반성하고 영국의 디지털 경제의 가치와 혁신을 위하여 필요하다고 주장하였다.

이 보고서에 대해서도 영국 정부의 정치적 반응은 지지 부진했으나 2011년 'MacTaggart LECTURE' 강연 [11]에서 Google CEO Eric Schmidt는 영국의 IT 교육 과정이 소프트웨어의 사용법에 초점을 맞추고 있어 소프트웨어가 어떻게 만들어지는지에 대한 통찰력을 주지 못하고 있으므로 영국의 컴퓨팅 전통을 버린 것이라고 비판하였다. 이러한 발언으로 인하여 Next Gen 보고서의 중요성이 부각되었다. 구글 회장의 발언은 같은 날 영국 언론을 통하여 영국 교육에 대한 비판내용을 일제히 보도하였으며 영국교육이 디지털 미디어 경제에서 성공의 기회를 붙잡아야 한다는 내용을 전하였다[29]. 영국 정부가 디지털 경제를 위하여 숙련된 능력을 갖춘 인력을 양성해야 함을 강조하였다.

2.3.2 컴퓨터과학교육에 대한 국제비교

영국의 CAS(Computing at School)는 2011년 11월 컴퓨터과학을 고등학교 수준에서 가르치는지에 대한 국제 비교 보고서를 발표하였다[17]. 비교한 국가는 England and Wales, Scotland, USA, Israel, New Zealand, Germany, India, South Korea, Greece 등이다. 이 비교 연구를 통하여 다음과 같은 시사점을 도출하였다.

컴퓨터과학은 컴퓨터의 활용과 응용 프로그램 중심의 능력과 완전히 구분되는 학문을 바탕으로 한 교과목이다. 컴퓨터 과목은 교육적 관점에서 사고력 및 문제 해결 능력을 기르고 디지털 세상을 이해하는 교육으로서의 기능을 가지고 있다. 그리고 경제적 이점으로서 잘 교육 받은 학생들을 채용하고자 노력하는 기업에 도움이 될 수 있다. 그러므로 컴퓨터과학은 화학 교과처럼 모든 학생들이 배워야 한다. 따라서 현재의 교육을 혁신하기 위해서는 엄격한 학문 중심의 교과로써 컴퓨터과학이 있고, 다른 한편에는 IT 응용 프로그램과 디지털 리터러시가 있으며, 이들 사이에는 분명한 차이가 있음을 밝히는 것이 매우 중요하다는 점을 주장하였다. 그 주요 내용을 제시하면 다음과 같다.

- 미국, 인도 등 여러 나라에서는 컴퓨터과학을 어린 나이부터 학교에서 가르치고 있다.
- ‘컴퓨터과학’은 “Java나 C++ 프로그램을 배우는 것”보다 더 많은 의미가 있다는 점이 명백히 드러나고 있다. 프로그래밍은 컴퓨팅의 핵심이다. 그러나 알고리즘, 데이터 구조, 컴퓨팅 사고에 관한 기초적인 원리는 더욱 근본적이고 중요하다.
- 컴퓨터과학과 ICT 간의 혼란은 ICT가 주로 비전문가들에 의하여 전파되었기 때문이다. 그동안 ICT에 대한 정책적 지원은 오히려 우수한 잠재성을 지닌 컴퓨터과학 교사의 공급을 감소시켰다.

2.3.3 ‘Shut Down or Restart’ 보고서

Royal Society(2012)의 보고서 “Shut Down or Restart”는 ICT를 컴퓨팅으로 대체해야 한다고 주장하였다[28]. 보고서의 주장은 첫째, 기존의 ICT 교육은 대부분의 학생들이 무엇을 배우는지에 대한 지적 자극을 주지 못하였고 기초적인 워드프로세서나 데이터베이스의 사용법으로부터 기초적인 디지털 리터러시 이상을 얻지 못하였다고 비판하였다. 둘째, 컴퓨터과학이 대다수의 많은 학생들의 미래 경력에 매우 중요한 학문임을 인식할 필요가 있다. 학교에서 컴퓨팅의 지위가 인식되고 정부와 학교를 지원하는 기관에 의하여 고양될 필요가 있다. 셋째, 모든 학생은 학교에서 컴퓨팅을 학습할 기회를 가져야 한다. 학문으로서의 컴퓨터과학에 노출되어야 한다. 넷째, 학교 수준에서 접할 수 있는 컴퓨팅의 다양한 측면들을 보완하여야 한다. 또한 부적절한 평가 방법을 수정할 필요가 있다. 다섯째, 컴퓨팅에 관한 연구를 지원하는 현재의 행·재정적 지원을 확대하여야 한다. 여섯째, 컴퓨터과학 A-Level 시험을 강화하여야 한다.

“The Observer” 신문 컬럼니스트 John Naughton(2012)는 학교에서 컴퓨터과학을 도입하는 것에 지지를 표명하였다. 모든 학생들이 어려서부터 컴퓨터과학을 배워야 하고 정보사회의 시민이 될 수 있도록 가르쳐야 한다고 주장하였다[14][15]. 한편, Nesta, BCS, Google, Microsoft, Computing at School, Raspberry Pi로 구성된 “Next Gen Skills 연합”은 결국 교육부를 설득하였고 교육부 장관 Michael Gove는 ICT를 학교에서 배제하고

이를 컴퓨팅 교육과정을 대체할 것을 지지하였다[13].

2.3.4 풀뿌리 조직의 탄생

CAS(The Computing at School)는 2008년에 영국 학교에서 컴퓨터과학의 부흥을 목적으로 설립되었다. CAS는 풀뿌리 운동으로 시작되었으며 조직 및 자금도 없었으나 학교에서 컴퓨터과학 교육에 대한 문제 인식과 이러한 상황을 타개해야 한다는 집단적인 희망을 가진 사람들로 조직되었다. 이와 같은 설립 배경으로 인하여 현재는 수평적인 조직을 갖춘 풀뿌리 단체로서 CAS운영에 상당한 영향을 미치고 있다[24].

CAS는 2016년 현재, 회원 22,542명, 교수 자료 3,488개, 토론 74,373건, 193개의 지역 허브를 거느린 조직이 되었다. CAS는 컴퓨터과학 교육의 진흥을 목적으로 모델 커리큘럼의 개발, 정치적 로비, 교사 훈련, 교사 대상 연례 컨퍼런스 등을 운영하고 있다[5].

2008년 초기에 CAS는 그들의 생각과 다른 진영과 외로운 투쟁을 하고 있었다. 많은 사람들은 영국 학교에서 컴퓨터과학의 현재 상황에 문제가 있다는 것에 동의하였으나 영향력이 큰 조직이나 기관은 그러한 노력에 동참하지 않았다. 그러나 2011년, 거대한 변화가 시작되었다. 여러 조직들이 적극적으로 영국에서 컴퓨터과학교육을 증진하기 위한 노력에 참여하였다[19]. e-skills UK, UCU, Next Gen 등이다. Royal Society, UK’s Academy of Science 보고서는 산업계로부터 다양한 지지를 얻었으며 결과적으로 2012년 초 영국 교육부는 컴퓨터과학을 학교 교육에 공식적으로 재도입하기로 발표하였다[13].

3. 컴퓨팅 교과를 위한 노력

영국에서 컴퓨터과학교육이 ICT를 대체하여 국가 교육과정에 도입될 수 있었던 까닭은 같은 관심을 가진 정책 의사결정 주체들 간의 긴밀한 협력이 있었기 때문이다. 그중 가장 큰 역할을 한 것은 Computing at School 그룹이다. 이들은 학교에서 컴퓨터과학교육을 진흥시키기 위한 다양한 노력을 하였다. 학계는 기존의 ICT와 컴퓨터과학이 어떻게 다른지를 명료화하는 데

기여하였다. 산업계는 시장의 변화를 토대로 교육의 변화를 요청하였다. 같은 이해관계를 가진 이들은 상호 협력을 통하여 교육부에 변화를 요청하였고 교육부는 이를 적극적으로 수용하였다. 영국에서 컴퓨터과학이 교과로 제도입되기까지의 각 의사결정 주체들의 노력을 연구하였다.

3.1 Computing at School 그룹의 역할

3.1.1 교사 간 의사소통 체계 구축

CAS는 컴퓨터과학 교육의 진흥에 관심이 많은 교사들을 위하여 웹사이트의 개발과 회원들을 대상으로 한 메일링 리스트를 구축하였다. 여기에는 교사, 대학, 기업, 영향력 있는 기관이 참여하였으며 나중에는 커뮤니티 웹사이트로 대체되었다. CAS 웹사이트에는 지역별 커뮤니티 정보, 지역 Hub, 토론과 커뮤니티 자료, 교사를 위한 교수 자료, 프로젝트 이벤트 등을 지원한다. CAS는 BCS로부터 지원을 받아 운영되고 있으며 여전히 회원들의 역할이 중요하다[23].

3.1.2 CAS 허브

CAS는 분산된 의사소통 체계를 가지고 있었으므로 지역단위의 교사들 간 면대면 접촉을 촉진하는 것을 초기의 목표로 설정하였다. 지역적으로 가까운 교사들은 CAS 허브를 중심으로 필요한 정보를 공유하였다. CAS 허브는 자원봉사자에 의하여 운영되며 지역 단위로 서비스를 제공하였다. CAS의 활동은 지역에 뿌리를 두고 있기 때문에 지역의 지도자나 회원들에 의하여 자연스럽게 다양한 형태로 나타났다. 전형적인 패턴은 월별 또는 분기별 지역 미팅이 진행되고 허브 회원 학교에서 모임이 이루어진다. 이러한 모임에서 회원들은 지식을 공유하고 수업용 도구를 사용해보고 관심사에 대하여 토론한다. CAS는 지역 허브를 활성화하기 위하여 외부 전문가를 지원하고 이에 대한 비용을 지원하였다[5][19]. CAS 홈페이지의 커뮤니티 사이트에 접속하면 다양한 지역에서 허브 미팅이 진행되고 있음을 확인할 수 있다.

3.1.3 CAS 컨퍼런스 운영

CAS는 2009년 컴퓨터과학을 활성화하고 정보를 공유하기 위하여 국가 수준의 컨퍼런스를 개최하였다. 교사들에게 새로운 아이디어를 제공하고 교사들의 의지를 격려하는 행사였다. 참가비는 무료이며 발표자도 기부 형태로 참여하였다. 첫해에 200여 명이 참여하였으나 매년 250명씩 증가하였다. 참가자가 급증하자 컨퍼런스를 웨일즈(2011년, 2012년)와 스코틀랜드(2012년)에서 분산 개최하였으며 기업으로부터 재정적인 지원을 받아 운영하였다[19]. 2016년 컨퍼런스는 Birmingham대학에서 개최되며 학교에서의 컴퓨팅과 관련된 다양한 주제들이 다루어질 예정이다[5].

3.1.4 교사 전문성 개발

CAS의 가장 중요한 역할은 컴퓨터과학 교과를 담당할 교사 연수를 운영하는 것이었다. CAS의 초기 단계에는 불규칙적으로 몇 시간에서 몇 일간 교육이 진행되었다. 초기의 교육 내용은 주로 Greenfoot, Python, Scratch 등이 주를 이루었다. 일부 연수는 알고리즘과 같은 컴퓨터과학의 전문성을 높이기 위한 내용으로 구성되었으나 대부분의 연수나 워크숍은 주로 프로그래밍 기술에 관한 것이었다.

최근에는 교사를 대상으로 한 CPD(Continuous Professional Development)연수가 급증하였다. 교사들은 컴퓨터과학이나 프로그래밍에 대하여 공식적으로 교육을 받은 경험이 거의 없다. 왜냐하면 2000년대 ICT가 학교 교육에서 성장할 때 많은 교사들이 연수 없이 타 교과로부터 유입되었기 때문이다. CAS는 이러한 전문성이 부족한 교사를 대상으로 컴퓨터과학 교육을 해야 하는 상황에 처해있다[19]. 교사 역량 개발과 관련하여 CAS는 교사 전문성 향상을 위한 교육 과정의 개발, 재정적인 문제, 교사 연수 인증, 연수 프로그램의 질적 관리와 같은 해결해야 할 문제들이 놓여있다.

CAS 웹사이트의 커뮤니티에 등록된 교사 CPD관련 교육 내용으로는 Python, GCSE 컴퓨팅 평가, 초급 프로그래밍, Scratch, 데이터 구조, 초등학교에서 컴퓨팅의 평가, Microbit 등이 다루어지고 있다. 여름 방학에는 2-4일간의 프로그래밍 캠프가 계획되어 있다[5].

CAS는 정부의 정책 결정에 상당한 영향을 미쳤다. 정부 정책에 대한 발언에 힘이 실리는 이유는 첫째, 산업계의 지원이고 둘째, CAS의 핵심적인 회원인 교사들의 지지를 얻은 점 셋째, BCS의 지원을 얻었다는 점이다.

3.2 Learning to code 캠페인

3.2.1 Code club

컴퓨터과학이 학교 교육과정으로 포함되어야 한다는 여론과 더불어 코딩 교육 관련 운동이 확산되었다. 가장 대표적인 것이 ‘Code Club’이다. Code Club은 2012년 4월에 설립되었으며 봉사자들로 운영되며 방과 후에 초등학교 학생들을 대상으로 코딩 교육을 시작하였다. 2015년 초에 약 2,000개 이상의 학교들이 이 네트워크에 가입되어 있다. Code Club은 ‘Digital Makers Fund’로부터 지원을 받은 Nesta와 Nominet Trust의 지원을 받는다. ‘Digital Makers Fund’는 마이크로소프트, 구글, ARM, 삼성, Mozilla, TalkTalk 의 지원을 받고 있으며 교육부와 Canary Wharf Group 투자회사로부터 지원을 받는다[20].

코딩을 가르치기 위한 클럽은 Northern Ireland에서 다음 <표 1>과 같은 형태로 운영되고 있다[4].

<Table 1> Examples of Informal Coding Clubs in Northern Ireland

단체	연령	형태	개요
Code Club	9-11	방과후 도서관	봉사자 참여 비디오 게임 만들기
CoderDojo	7-17	토요일	커뮤니티 중심 Dojo가 활동을 주도, 코딩방법, 소프트웨어 개발 등
Miniversity	4-12	방과후 휴일	ICT전반 지도 코딩 지도
TechFuture Girls	10-14	방과후 점심시간	코딩지도, “여학생 흥미 관련 주제”

3.2.2 Make Things Do Stuff 운동

2013년 5월 “Make Things do Stuff 운동” 은Nesta의 public Innovation Lab, Nominet Trust, Mozilla의 지원으로 시작되었다. 이 운동은 다양한 형태의의 코딩 학

습, 프로그래밍과 ‘digital making’을 주요 내용으로 활동한다. 이들의 활동은 사회 전역으로 퍼져 나갔으며 주요 IT 기업들이 스폰서로 참여하였다[20]. 페이스북, 마이크로소프트, O2, Mozilla and Virgin Media등과 같은 기업과 Codecademy, Code club, Raspberry Pi, Technology Will Save Us, Coding for kids, Decoded와 같은 벤처 기업, Computing at school, Next Gen Skills, Young Rewired State 등과 같은 캠페인 단체가 참여하였으며, HM Government, Scottish Government, The Teacher Development Trust 등과 같은 정부단체가 참여하였다.

3.2.3 Year of Code 캠페인

‘Year of code’ 캠페인은 2014년 1월에 설립되었다. 이는 영국에 새로운 컴퓨팅 교육과정의 도입과 때를 같이하여 코딩을 배우고 컴퓨터로 새로운 것을 만드는 일을 지원한다[32]. Year of code의 대표는 Rohan Silva로 이는 수상 David Cameron의 전임 정책 수석이다. 또한 Year of code의 교육 수석은 교육 재단으로부터 왔으며 독립적인 교육 정책을 수립하며 디지털 혁신의 성과를 학교에 소개하는 역할을 하였다. Naughton(2014)는 ‘Year of code’ 운동이 컴퓨팅 교육과정이 기업에게는 새로운 상업적 기회가 될 것이라는 것을 일깨우는 계기가 되었다고 주장한다. 새로운 컴퓨팅 교육과정, 코딩 교육 운동, Make 운동 등은 영국 전역이 프로그래밍 교육이라는 것을 통하여 새로운 상업적 시장이 활성화될 것이라는 것을 의미한다[16].

3.2.4 관련 기업의 참여

많은 걱정에도 불구하고 2014년 9월 컴퓨팅 교육과정은 공공기관과 평가 인증기관 등으로부터 수용되었다. 예를 들면, BBC는 2015년 컴퓨팅 교육과정을 지원하기 위하여 코딩 캠페인을 착수하였다. “Make It Digital”의 핵심 내용 중 하나는 영국의 모든 중학교 학생들에게 ‘Micro Bit’라는 코딩 디바이스를 배포하는 것이다[2]. Nesta는 2015년 3월 ‘Young Digital Makers’라는 보고서를 출판하였다[22]. Computing at School[6]는 국가 교육과정에서 컴퓨팅교과용 교사용 안내서를 개발

하였으며 교육부는 'Network of Teaching Excellence in Computer Science'의 활성화를 위하여 CAS에 재정을 지원하였다. 마이크로소프트는 CAS에 교사를 위한 'Quick Start Computing' 시리즈 개발에 재정을 지원하였다[7].

3.3 교육부(Department of Education)

정부는 초기에 학교에서 컴퓨터과학 교과에 문제에 대하여 관심을 가지지 않았다. ICT교과는 학교에서 널리 가르치고 있었고 ICT는 모든 컴퓨팅과 관련된 요구를 충족한다고 언급하였다. 이러한 교육부의 신념은 산업계가 참여한 여러 보고서를 통하여 변화되었다. 초기의 선구자는 Next Gen 보고서였다[12]. 그리고 2012년 왕립학회의 보고서가 결정적인 역할을 하였다[28]. 이 보고서는 정부가 해결해야 할 문제가 있음을 알리는 것이었다. 이러한 시도가 CAS에 의하여 캠페인으로 처음 시작되었으며 CAS는 정부 관료들에게 컴퓨터과학과 ICT의 차이를 분명하게 이해시키는 것이었다. 정부는 이러한 문제에 대하여 더 많은 이해를 하게 되었고 결국에는 교육부 장관이 2012년 1월 ICT 교육과정은 재검토 될 것이고 정부는 새로운 컴퓨터과학 GCSEs"를 도입할 것이라고 발표하였다.

교육부는 ICT 커리큘럼의 특징에 대한 비판하였다. 예를 들면, 워드프로세서와 데이터베이스의 활용과 같은 단순한 기능 중심의 교육을 프로그래밍, 컴퓨터과학이라는 학문으로부터 도출된 '컴퓨팅 사고'를 그 핵심으로 하는 교육으로 대체한다는 점이다[8]. 영국 교육부는 컴퓨팅 교육과정을 개발하는 동안 강한 주도권을 유지했다. 교육부는 2012년 여름에 'Royal Academy of Engineering'와 'British Computing Society'에 책임을 맡기고 CAS와 연합하여 일을 하도록 하였다. 그 결과, 2012년 말 교육과정 초안이 만들어졌으며, 이 과정에서 생각이 비슷한 단체와 학교에서 '네 번째 과학'으로서 컴퓨팅의 개념을 가진 개인들의 연합체를 형성하였으며 다양한 의사결정자들과의 컨설팅을 수행하였다[24]. 그러나 최종 보고서는 컨설팅 팀이 아닌 BCS 수석에 의하여 완성되었고 2012년 12월과 교육부의 최종 발표가 2013년 2월에 있었으므로 그 사이에 여러 전문가들의 검토가 진행되었다.

2013년 2월 7일, 교육부는 국가교육과정 개정을 위한 제안서를 제출하였으며 여론 수렴 절차를 거쳤다[8]. 여론 수렴은 2월 7일부터 4월 16일까지 이루어졌다. 여론 수렴은 약 2,885개의 응답을 받았으며 1,126명(39%)의 지지를 얻었다. 여론 수렴의 내용 중에는 'ICT를 계속 가르쳐야 한다', '초등학생에게 프로그래밍을 가르치는 것이 가능한가', '전문성이 없는 교사를 어떻게 연수시킬 것인가', '계층 간의 빈곤 문제 발생 가능' 등의 의견을 제시하였다. 시행령에 관한 의견수렴은 5월 3일부터 6월 3일까지 이루어졌다. 영국 교육부는 교사 교육의 중요성을 인식하고 2013년 12월 컴퓨팅 교사 교육을 위하여 2015년까지 2백만 파운드를 투자할 것이라고 발표하였다[9].

3.4 평가 기관

학교에서 컴퓨터과학이 교과로서 인정받기 위해서는 평가 기관이 Computing/Computer Science과목에 대한 인증을 제공해야 하고 그 내용은 ICT보다 컴퓨터과학에 초점이 맞추어진 적절한 교육 내용이 있어야 한다.

영국과 웨일즈에서, 교육과정 및 평가에 대한 인증은 OCR(Oxford Cambridge and RSA), AQA(Assessment and Qualifications Alliance), Edexcel, WJEC 등과 같은 기구의 책임 하에 있다. 예를 들면, OCR은 GCSE와 40여 개 과목에 대한 A-Level 인증을 제공한다. GCSE는 현재 'computing' 인증 프로그램은 2017년 여름에 종료하고 2016년부터 새로 개발된 'GCSE-Computer Science(9-1)-J276'을 적용하기로 하였다. 평가 내용에는 'Computational Thinking'을 강조하고 'Codio' 기업과 협업하여 클라우드 기반의 교육 및 라이선스를 제공한다[21].

AQA는 'ICT and Computer Science'라는 교과목으로 GCSE와 A-level 인증을 제공한다. 인증 내용은 컴퓨터과학의 주요 내용을 포함하고 있다[1]. Edexcel은 Pearson사에서 제공하는 인증 상표명으로 GCSE와 A-Level 인증을 제공한다[10]. 인증 주제를 살펴보면, Problem Solving, Programming, Data, Computers, Communication and Internet, The bigger picture와 프로젝트 문제와 평가 준거들이 제공된다. WJEC도 위의 두 기관과 동일한 평가 인증 프로그램을 제공한다[31].

3.5 학교

정부 정책이 변경되었다고 하더라도 이를 실천하지 않는다면 학교 교육에서의 변화는 나타나지 않는다. 교사들은 대부분 ICT가 컴퓨팅과 관련된 학생들의 요구를 대부분 수용할 수 있다고 믿었다. 더군다나 컴퓨터과학 GCSE도 없었으므로 컴퓨터과학을 14-16학생들에게 제공할 필요가 없었다. 그러므로 14세 이하에서는 논의 자체가 의미 없는 일이었다[3]. 이러한 문제를 가장 먼저 인식한 것은 CAS이었다. CAS는 많은 컴퓨터과학 교사들을 회원으로 가지고 있지만 대부분의 교사들은 컴퓨터과학 부서의 장으로 구성되었으므로 학교에서의 영향력이 크지 않았다. CAS는 GCSE 문제가 해결되자 학교에서 컴퓨터과학 교육에 책임이 있는 수석교사들에게 정보를 제공하고 이들을 지원하기 시작하였다. 한 가지 중요한 진전은 영국과 웨일즈내의 주립학교의 모든 수석교사들에게 대량의 우편발송을 통하여 학교에서 왜 컴퓨터과학 교육을 해야 하는지 어떻게 가르쳐야 하는지 등에 대하여 정보를 제공하고 “Network of Teaching Excellence in Computer Science”에 참여할 것을 요청하였다[7][19].

4. 시사점 및 논의

영국에서 컴퓨터과학을 교육과정으로 도입하기까지의 과정을 정책 결정에 참여한 이해관계자들의 노력을 살펴보았다. 컴퓨터과학교육에 직접적인 책임 있는 학교의 교사, 대학, 풀뿌리 단체, 평가 기관 등의 변화 과정들을 통하여 우리나라가 얻을 수 있는 시사점들을 제시하고자 한다.

4.1 의사결정을 위한 거버넌스의 부재

영국이 ICT교육을 컴퓨터과학교육으로 대체한 결정은 우리나라에는 매우 충격적인 사건이었다. 앞에서 살펴본 바에 의하면 영국과 우리나라의 가장 큰 차이는 의사결정의 거버넌스이다. CAS는 2008년에 설립되어 2012년 1월 컴퓨터과학교육을 교육과정에 도입하는데 성공하였다. 일부 교사들은 기존의 ICT교육에 대하여

문제인식을 가지고 있었다. 일부 대학의 교수들은 대학의 입학생과 고등학교 교육 내용의 차이를 문제로 지적하였다. 첨단 기업은 성장하는 분야에 필요한 인재가 없음을 토로하였다. 이러한 문제는 보고서를 통하여 제시되었고, 열정을 가진 사람들은 같은 문제에 대한 인식을 바탕으로 풀뿌리 조직을 구성하였다. 이 조직은 문제를 명료하게 설정하고 이를 해결하기 위한 방향을 설정하였다. 이를 통하여 학교, 기업, 정부를 상대로 변화를 주도하였다. 그 역할을 수행한 것은 Computing at School 그룹이다. CAS는 구성원들 간의 의사소통을 가장 핵심적인 과제로 설정하고 온라인과 오프라인에서의 의사소통을 적극적으로 지원하였으며 학교, 대학, 기업, 평가기관, 정부를 상대로 컴퓨터과학교육의 중요성을 보고서, 컨퍼런스를 통하여 확산하였다. 교사들의 지지를 받은 조직과 기업 및 관련 기관들은 정부를 상대로 교육과정의 변화를 얻어낼 수 있었다.

4.2 정책 추진 기관의 일원화

영국은 CAS를 중심으로 컴퓨터과학교육 관련 정책 개발, 교사 연수, 정보 제공, 커뮤니티 운영, 프로젝트의 운영 등이 일원화되어 있다. 이를 통하여 필요한 모든 정보를 얻을 수 있으며 의견을 개진할 수도 있다.

우리나라는 현재 교육부와 미래부가 소프트웨어 교육이라는 과제를 동시에 추진하고 있다. 두 개의 부서가 정책을 추진함으로써 미래창조과학부 산하 기관인 한국과학창의재단, 정보통신기술진흥원이 사업에 일부 참여하고 있고 교육부는 한국교육학술정보원이 교사 연수 등을 추진하고 있다. 두 기관은 이미 초중등학교 교사 및 학생을 위한 교재를 중복하여 개발하는 등 소프트웨어 교육 정책 추진에 협력이 필요한 상황에 놓여있다. 반드시 한 기관이 모든 것을 할 필요는 없다. 다만 관련된 기관들 중 전체적인 흐름을 이끌고 가는 선도 기관이 필요하다는 판단이다.

4.3 지역 커뮤니티의 활성화

컴퓨터과학교육에 대한 인식의 확산과 교사들의 연수는 매우 중요한 과제이다. CAS는 풀뿌리 조직으로서 같은 관심을 가진 사람들이 지역을 중심으로 온라인과

오프라인을 통하여 상호 교류할 수 있는 장을 마련하였다. 온라인을 통하여 커뮤니티를 지원하고 오프라인에서 워크숍과 자체적인 교육이 가능하도록 지원하였다.

우리나라의 경우, 소프트웨어 교육을 확산하고 안정화하기 위해서는 지역 중심의 커뮤니티를 적극 지원하는 방안을 검토할 필요가 있다. 현재 미래부에서 추진하고 있는 소프트웨어교육 시범학교를 지역의 거점센터로 활용하여 지역 중심의 의사소통을 활성화할 필요가 있다. 정부 주도의 변화가 아니라 지역사회를 중심으로 한 변화를 추구할 필요가 있다. 이를 위하여 지역 사회의 소프트웨어 관련 기업을 참여시키고 유사한 분야의 기관도 적극 참여할 수 있도록 정책적, 재정적 지원을 할 필요가 있다.

4.4 온라인 커뮤니티의 일원화

영국의 컴퓨터과학교육 지원체제는 CAS로 집중되어 있다. CAS는 온라인을 통하여 회원을 모집하고 이들에게 컴퓨터과학교육에 관한 정보를 제공하며 온라인 커뮤니티로서의 역할을 수행한다. 지역의 허브에서 이루어지는 행사를 소개하거나 워크숍을 진행하기도 한다. 컴퓨터과학교육과 관련한 최신 정보를 회원들과 공유한다. 또한 정부 및 기업으로부터의 재정지원을 통하여 컴퓨터과학을 활성화하기 위한 프로젝트를 운영 중이다.

우리나라는 소프트웨어 교육을 지원하기 위한 웹사이트로 정보통신산업진흥원에서 운영 중인 “소프트웨어 중심사회” 웹사이트가 있다[26]. 그러나 이 웹사이트는 소프트웨어 교육 관련 자료를 제공할 뿐 소프트웨어 교육 정책이나 관련 분야의 이해관계자를 대변하지 못한다. 단순히 정보를 제공하는 것 이상의 역할을 하지 못하고 있다.

4.5 소프트웨어 교육의 정체성 확립

CAS는 기존의 ICT와 컴퓨터과학교육이 어떻게 다른지 왜 컴퓨터과학교육이 중요한지에 관하여 이해관계자들을 설득하는 데 많은 노력을 기울였다. 이를 통하여 컴퓨터과학의 중요성에 공감하고 정책적으로 이를 교육과정에 반영할 수 있었다.

우리나라도 ‘소프트웨어 교육’이라는 이름으로 Computational Thinking을 기르기 위한 교육과정을 필수화하였다. 소프트웨어 교육의 내용은 컴퓨터과학이 아니라 코딩 교육에 초점이 맞추어진 것처럼 판단된다. 컴퓨팅 교육은 학생들이 세상을 이해하고 변화시키는데 필요한 컴퓨팅 사고와 창의성을 발휘하도록 하는 것이다. 컴퓨팅은 수학, 과학, 디자인 그리고 기술과 깊은 연계가 되어 있어 우리가 살고 있는 세계에 대한 통찰을 제공한다. 컴퓨팅의 핵심은 컴퓨터 과학이다. 그러므로 학생들은 정보통신기술의 원리를 학습하여야 한다. 어떻게 디지털 시스템이 동작하는지 그리고 어떻게 이러한 지식들을 프로그래밍을 통하여 활용할 수 있는지를 학습해야 한다. 이러한 지식과 이해를 바탕으로 세상의 문제를 해결할 수 있는 창조적인 생산물을 개발할 수 있어야 한다.

이와 같은 관점에서 우리나라의 소프트웨어 교육 시간이 합당한지 의문을 제기하지 않을 수 없다. 2018년도에 적용되는 개정 교육과정에서 소프트웨어 교육 시간은 초등학교 5-6학년 실관 시간 총17시간, 중학교는 3년간 34시간이 교육과정에 배정되었다. 이는 영국 1-12학년은 주당 1시간의 수업이 제공된다는 점에서 매우 큰 격차라고 판단된다.

4.6 컴퓨팅 교육 인증 체제

영국은 GCSE와 A-Level 시험을 통하여 고등학교 및 대학 입학의 전형 자료로 활용한다. 이러한 제도는 학교에서 교사들의 컴퓨터과학교육에 대한 책임을 강화하는 효과로 나타날 것이다. 컴퓨터과학 관련 분야의 대학 진학생의 수는 큰 변동이 없었으나 인증시험을 치르는 학생 수는 매우 부족한 상황이었다. 평가 인증기관을 통하여 컴퓨터과학교육을 인증 시험에 포함함으로써 영국은 고등학교에서 대학에 진학하는 학생들의 관련 전문성을 높이는 계기를 마련하였다.

우리나라의 경우, 고등학교 교육과정에 정보 교과가 일반선택으로 위치가 변경되었으므로 이를 대학입학전형에 활용하는 방안을 마련하여 고등학교 교육을 내실화할 필요가 있다. 이를 통하여 고등학교와 대학 그리고 미래의 진로와 연계되는 교육체계를 갖추는 방안을 마련하여야 한다. 단, 영국과 우리나라는 평가 제도가

상이하므로 서로의 장단점을 비교하여 제도화하는 방안을 검토할 필요가 있다.

4.7 교사 교육 강화

CAS가 컴퓨터과학 교육을 활성화하는데 많은 기여를 했음에도 불구하고 모든 교사들이 이를 받아들인 것은 아니었다. 일부 ICT 교사들은 컴퓨터 과학 교육의 압력에 두려움을 느끼기도 하였다. 일부 교사들은 자신들이 잘 알지 못하는 교과목을 가르치게 될 것이라는 걱정이 있었다. 실제로 컴퓨터과학교육은 ICT 교육과 같이 잠시 학교교육에 나타났다가 사라질지도 모른다는 우려가 있었다.

우리나라의 경우도 이 문제에 대해서는 크게 다르지 않을 것이다. 초등학교의 교사 양성과정에 컴퓨터과학은 컴퓨터교육과 일부의 학생들만 배우도록 되어 있다. 중등의 경우, 비전공자들이 컴퓨터 교과로 넘어온 사례가 있어 이들에 대한 심화 교육이 필요한 시점이다.

4.8 영리 및 비영리 소프트웨어 교육 기관

영국의 비영리 소프트웨어 교육 기관은 앞에서 언급한 것처럼 Code Club, Coderdojo, Miniversity,

TheFutureGirls와 코딩 캠페인으로 Year of Code 등 코딩 교육을 확산하기 위한 프로그램이 각 기관마다 다양하다. 이 프로그램은 방과 후, 주말, 휴일, 방학 등을 이용하여 학생들에게 제공된다.

우리나라도 네이버의 '소프트웨어야 놀자', 삼성전자 주니어 소프트웨어 아카데미, ENTRY, 생활 코딩, 대디스랩, 헨즈온러닝 등의 영리 및 비영리 기업이 참여하고 있다. 특히 피지컬 컴퓨팅을 코딩 교육에 접목하면서 다양한 로봇들이 교실에 소개되고 있다. 소프트웨어 교육은 단순히 교실 교육에 그치는 것이 아니라 관련 산업계에 새로운 성장 동력으로서 그 영역을 차지할 수 있을 것이다. 이를 통하여 새로운 산업으로서 교육 시장의 가능성을 열어주고 교육과 기업이 상생하는 문화를 만들어갈 필요가 있다.

5. 결론

본 논문은 영국에서 컴퓨터과학을 정규교육과정에 편성한 정책적 배경을 탐구하였다. 기존의 ICT교육을 컴퓨터과학 교육으로 대체한 학문적 배경과 이를 교육 과정에 편성한 정책적 배경을 분석하고자 하였다.

영국이 컴퓨터과학 교육을 학교 교육과정에 포함할 가장 큰 이유는 디지털 세상의 도래를 현실적으로 받아들여야 한다는 것이었다. 빠르게 발전하는 정보통신기술로 인하여 학교와 사회의 격차는 점점 더 벌어지고 있다. 학교는 기업에서 필요로 하는 인재 상에 대하여 관심을 가지고 기존의 교육과정을 재검토하고자 하였다. 영국에서 디지털 기술의 발달로 성장하는 분야로서 게임과 영상 분야의 인력 부족은 학교 교육과정 변화를 요구하였다. 컴퓨터과학 관련 분야를 전공하는 학생조차 대학입학을 위하여 관련 분야에 전혀 관심을 가지지 않아도 되는 평가 체제에 대하여 문제를 제기하였다. 이와 같은 문제에 대한 개인과 기업 그리고 관련 기관들의 관심은 풀뿌리 조직의 탄생으로 이어졌다. 풀뿌리 운동을 통한 컴퓨터과학 교육에 대한 관심은 결과적으로 CAS의 설립으로 나타났고 이는 기업과 학계의 변화의 요구를 이끌었다. Year of code 캠페인, Code Club, Make Things do Stuff 운동과 같은 비영리 단체의 등장은 컴퓨터과학 교육에 대한 중요성을 부각시켰으며 결국, 정부의 의사결정자들을 움직여 기존의 ICT를 컴퓨팅으로 변경하기에 이르렀다. 교육과정의 변경은 고등교육기관으로의 진학을 위한 평가 체계를 변경시키게 되었고 이로써 학교는 컴퓨터과학교육을 반드시 해야 하는 상황으로 이어졌다. 즉, 새로운 기술 변화에 대한 기업의 요구와 정부 정책의 변화, 풀뿌리 조직의 확산, 관련 기업의 협력 등은 학교에서 컴퓨터과학교육을 전국으로 확산하면서 새로운 기업의 성장 동력이 되고 있는 것이다.

이러한 영국의 정책적 변화 모습을 통하여 얻은 시사점을 정리하면 다음과 같다. 우리나라도 소프트웨어교육을 통하여 새로운 변화를 추구하는 것은 매우 바람직하다고 판단된다. 그러나 새로운 변화를 적극적으로 수용할 수 있는 거버넌스 체제가 부족하며, 소프트웨어 교육 추진 기관이 분산되어 있고, 정책을 전국으로 확산할 수 있는 지역 커뮤니티가 활성화되어 있지 않다.

온라인 커뮤니티를 일원화하고 소프트웨어 교육에 대하여 그 당위성을 국민에게 지속적으로 이해시킬 필요가 있으며 영국과 같이 실질적인 교육이 될 수 있도록 교육 시간을 상향 조정할 필요가 있다. 무엇보다 교사 역량이 중요하므로 교사 교육에 대한 지원 체계를 구축하고 민간 부분에서의 참여를 적극 유도하는 정책적 노력이 뒤따라야 할 것이다. 컴퓨팅 사고로 대표되는 소프트웨어 교육은 전 세계적인 변화의 키워드이다. 21세기를 살아가야 할 모든 학생들이 차별 없이 반드시 익혀야 하는 필수 소양이다. 영국의 정책 결정 배경에 대한 연구는 우리나라 소프트웨어 교육을 활성화하는데 도움이 되길 바란다.

참고문헌

- [1] AQA. <http://www.aqa.org.uk/>
- [2] BBC Media Centre (2015). "Make it digital." BBC Media Centre, <http://www.bbc.co.uk/mediacentre/mediapacks/makeitdigital>
- [3] Ben Williamson (2015). Political computational thinking: policy networks, digital governance and 'learning to code'. Critical Policy Studies.
- [4] Caroline Perry (2015). Coding in Schools. Research and Information Service Briefing Paper. NIAR 65-15. Northern Ireland Assembly.
- [5] Computing at School. <http://www.computingatschool.org.uk/about>.
- [6] Computing at School (2014a). "Computing in the national curriculum: A guide for secondary teachers." Computing at School. http://www.computingatschool.org.uk/data/uploads/cas_secondary.pdf
- [7] Computing at School (2014b). "Network of teaching excellence in computer science." Computing at School. <http://www.computingatschool.org.uk/index.php?id=noe>
- [8] Department for Education (2013). Consultation on the Order for replacing the subject of ICT with Computing. Government response.
- [9] Department of Education (2013). "Teaching the new computing curriculum). [url: https://www.gov.uk/government/news/teaching-the-new-computing-curriculum](https://www.gov.uk/government/news/teaching-the-new-computing-curriculum)
- [10] Edexcel. <https://qualifications.pearson.com/en/about-us/qualification-brands/edexcel/about-edexcel.html>
- [11] Eric Schmidt (2011). Television and the internet: shared opportunity. MacTaggart Lecture. <http://www.theguardian.com/media/interactive/2011/aug/26/eric-schmidt-mactaggart-lecture-full-text>
- [12] I. Livingstone and A. Hope (2011). Next Gen. Nesta.
- [13] I. Livingstone (2012). "The quest to release the ICT curriculum from the jaws of the dragon of dullness." <http://www.wired.co.uk/news/archive/2012-01/23/ict-curriculum-ian-livingstone>
- [14] John Naughton (2012). A manifesto for teaching computer science in the 21st century. Computer Science and IT. The Observer.
- [15] John Naughton (2012). Why all our kids should be taught how to code. Computer Science and IT. The Observer.
- [16] J. Naughton (2014). "Year of code already needs a reboot." The Guardian, [url: http://www.theguardian.com/technology/2014/feb/15/year-of-code-needs-reboot-teachers](http://www.theguardian.com/technology/2014/feb/15/year-of-code-needs-reboot-teachers).
- [17] L. Sturman, J. Sizmur (2011). International Comparison of Computing in Schools Slough: NFER.
- [18] Neil C. C. Brown (2012). Computing A-Level Statistics. [url: https://academiccomputing.wordpress.com/2012/09/01/computing-a-level-statistics/](https://academiccomputing.wordpress.com/2012/09/01/computing-a-level-statistics/)
- [19] Neil C. C. Brown., Michael Kolling., Tom Crick., Simon Peyton Jones., Simon Humphreys., and Sue Sentance (2013). Bringing Computer Science Back into Schools : lessons form the UK. SIGCSE'13, Denver, Colorado, USA.
- [20] N. Mitchell (2014). "Canary Wharf Group launches initiative for the development of new smart cities technologies." Cities Today. <http://cities-today.co>

m/2014/11/canary-wharf-group-launches-initiative-development-new-smart-cities-technologies/

[21] OCR. <http://www.ocr.org.uk/qualifications/by-subject/computing/>

[22] O. Quinlan (2015). Young Digital Makers: Surveying Attitudes and Opportunities for Digital Creativity across the UK. London: Nesta. <http://www.nesta.org.uk/sites/default/files/young-digital-makers-march-2015.pdf>.

[23] P. Bradshaw and J. Woollard (2012). Computing at school: an emergent community of practice for a re-emergent subject. In Proceedings of the International Conference on ICT in Education (ICICTE 2012).

[24] Peyton Jones, S. B. Mitchell, and S. Humphreys (2013). "Computing at School in the UK." Microsoft Research Papers. <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/simonpj/papers/cas/computingatschoolacm.pdf>

[25] R. D. Boyle and M. A. C. Clark (2002). A-Level Computing: its content and value. Technical Report 2002.15, University of Leeds.

[26] Software Oriented Society. <http://software.kr/um/main.do>

[27] Statista (2016). Worldwide mobile app revenues in 2015, 2015 and 2020 (in billion U.S. dollars). <http://www.statista.com/statistics/269025/worldwide-mobile-app-revenue-forecast>

[28] The Royal Society (2012). Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools.

[29] Torin douglas (2011). Google's Eric Schmidt Criticises education in the UK. BBC News. url: <http://www.bbc.com/news/uk-14683133>.

[30] Wikipedia (2016). Education in England. url: https://en.wikipedia.org/wiki/Education_in_England.

[31] Wjec. <http://www.wjec.co.uk/qualifications/computer-science/>

[32] Year of Code (2014). "What is Year of Code?" Year of Code. url: <http://yearofcode.org/>

저자소개



김 홍 래

1989 춘천교육대학교(교육학학사)
 1995 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)
 1999 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학박사)
 2016년 현재, 춘천교육대학교 컴퓨터교육과 교수
 관심분야: 컴퓨터교과교육, 교육 정보화 정책, 저작권
 e-mail: saerom@cnu.ac.kr