

Case Study on Global Software Education in Schools

Hyun-Young Kil*

Abstract

With the advent of the Fourth Industrial Revolution, software(SW) education has become a necessity, not a choice of those who live in the digital age. Recently, many countries around the world have been actively promoting software education based on Computational Thinking(CT) for K-12 students, so software education in schools has bigger meaning as basic literacy education of future digital generation rather than coding skills. However, the integration of software education as a formal curriculum in schools is still ongoing in even other countries. Korea is also pursuing software education, but it is in the beginning stage. Therefore, we need to study the cases of other countries that have already started software education at the national level. In this paper, we first investigate the software education cases of three countries, e.g., UK, France and China with a respect of background & educational objective, development stage, and curriculum and we suggest education policies that software education can settle in Korea schools to foster a creative talented people.

▶ Keyword: Software(SW) education, Computational Thinking, SW education in England, SW education in France, SW education in China

I. Introduction

인류 문명의 변화의 중심에는 늘 새로운 기술의 등장이 있었고, 이는 기술적 편리함을 넘어서 우리의 삶의 모습을 바꾸는 근본 원인이 되어왔다. 특히 빠르게 발전하고 있는 첨단 소프트웨어(SW) 기술은 “4차 산업혁명”이라는 이름으로 전 산업 분야와 사회 전반에서 큰 변화를 일으키고 있다[1]. 따라서 이러한 SW역량을 전달하는 SW교육은 초연결, 초융합시대를 살아갈 시민에게 선택이 아닌 필수가 되어가고 있다[2, 3].

지난 10년 동안 SW교육은 국내외에서 많은 관심을 일으켰고 많은 학술연구와 국가정책으로 추진되어 왔다. 우리나라는 2015 개정교육과정으로 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking, CT)을 기반으로 하는 초·중등 SW정규교육(〈표 1〉)을 추진하고 있다 [4, 5].

컴퓨팅 사고력은 문제 해결력뿐 아니라 추상화, 자동화 및 분석 등 컴퓨터과학의 핵심원리 등을 포함한다. 단순히 컴퓨터를 다루고 프로그램을 만드는 기술적 역량보다, 컴퓨터과학이

란 학문의 특성처럼 설명되어온 논리적 생각과 의사소통, 상호 협력 역량이 미래 디지털 세상을 바꾸는 핵심역량임을 의미하며, 이런 포괄적 역량이 다른 분야에 적용되어 해당 분야를 혁신, 발전시킬 수 있음을 강조한다[6]. 따라서 컴퓨팅적 사고력을 기반으로 하는 SW정규교육은 단순한 코딩 교육 이상의 미래 디지털 사회 시민의 기초소양 교육의 의미를 갖는다.

그러나, 이런 필요성에도 불구하고 새로운 형태와 내용의 교육이 시작되는 교육 현장은 여전히 혼란스럽다. 아직 SW에 대한 인식과 가치가 사회적으로 확립되지 않았고 입시 위주의 교육환경 속에서, 현장의 교사들은 새로운 교육에 대한 부담과 현실적 제약 속에 교육 수행의 어려움을 겪고 있으며, 학생과 학부모는 낮은 교육내용과 평가방식에 불안함을 갖고 있다.

해외 국가들 역시도 SW교육을 정규교육과정으로 통합하는 과도기를 경험하는 중이다. 이스라엘과 같이 컴퓨터과학을 과학의 한 분야로 인지하고 중요하게 추진해온 국가도 있으나, 대

*First Author: Hyun-Young Kil, Corresponding Author: Hyun-Young Kil

*Hyun-Young Kil (hykil@kau.ac.kr), Dept. of Software, Korea Aerospace University

Received: 2019. 05. 08, Revised: 2019. 07. 01, Accepted: 2019. 07. 03.

This work was supported by 2019 Korea Aerospace University faculty research grant and the GRR program of Gyeonggi province.

부분 국가들에게도 SW교육은 기존 정규교육과정에서 없던 새로운 시도이기 때문이다. 대부분의 국가가 지향하는 다음 세대의 교육과정에는 다양한 용어로 표현되는 SW교육이 들어있지만, 국가별 상황에 따라 SW교육의 추진방법, 내용, 운영전략 등은 다르게 진행되고 있다. 이런 해외국가들의 SW정규교육정책과 사례는 시작단계인 국내 SW정규교육의 발전방향을 제시하는 좋은 참고자료가 될 것이다. 본 연구는 국내 SW정규교육의 성공적 안착을 위해, 최근 SW정규교육을 국가차원에서 추진 중인 해외 3개국의 사례를 조사·분석한다.

Table 1. SW education in 2015 revised curriculum

level	before	current	major contents
Elementary school (2019~)	ICT in Practical course: 12 cu	Life and info. in Practical course: 17 cu	Problem solving, Algorithm, Programming, Information Ethics
Middle school (2018~)	Informatics (electives)	Informatics (required) : 34 cu	CT-based Problem solving, Algorithm, Programming
High school (2018~)	Informatics (advanced electives)	Informatics (general electives)	Algorithm, Program design with other subjects

source: Ministry of Education, 2015 National curriculum

Technology (ICT)'라는 과목으로 국가교육과정에 포함되었다. 2005년 중등 교육과정이 개정된 이후, 국가교육과정을 지지하고 IT교육을 강화하기 위한 목적으로 2008년에 교육과정이 개정되었다. 2008년 이후 교육과정에는 ICT 과목이 핵심 과목과 동등한 위치에서 모든 Key Stage에 필수 과목으로 법제화되었다. 그러나, 2008년 교과과정은 학생들의 컴퓨터 및 응용프로그램 사용 능력에만 초점이 맞춰져 있어서 디지털 기술을 생산적 관점에서 이해시키기 어렵다는 한계점이 지적되었다. 그래서, 2014년 개정교육과정에서는 '응용 소프트웨어 활용 능력 강화'를 중심으로 하는 '활용(Use)'교육에서 '스스로 소프트웨어를 만드는 방법'을 배울 수 있는 '코딩(Coding)' 교육으로 전환하였다. 즉, 기존의 활용 중심의 ICT 과목 수업은 이미 소프트웨어 활용 이상의 능력을 갖춘 디지털 네이티브 (Digital native) 학생들에게 흥미를 이끌어내지 못하고 있다는 것을 인정하며, 프로그램의 동작 원리를 이해하고 직접 그것을 개발할 수 있는 역량을 기르는 것이 바로 미래 혁신 산업의 경쟁력을 갖추는 것이라는 점을 강조하였다. 영국의 2014년 개정교육과정(<표 2>)은 G20 국가 중 처음으로 초·중등학생을 대상으로 코딩 및 프로그래밍 교육을 내용으로 하는 컴퓨팅 과목을 필수 교육과정으로 의무화하였다는 의미를 갖는다.

II. Case study on SW education

1. England

1.1 Background and Educational Objectives

영국 컴퓨팅 교육과정의 핵심목표는 학생들이 컴퓨터과학 (CS)의 원리와 개념을 이해하고, 이를 토대로 일상에서의 다양한 문제를 프로그래밍을 통해 해결할 수 있는 능력을 기르는 것이다. 이를 위해, 영국 교육부에서는 영국의 컴퓨팅 과목의 교육목표를 4가지로 정의하고 있다[7].

- 논리/알고리즘/데이터/통신 등 컴퓨터과학 (CS)의 기초 원리와 개념을 이해하고 응용할 수 있도록 한다.
- 컴퓨팅용어로 생활 속 문제를 분석, 해결하기 위하여 프로그램을 작성하는 경험을 충분히 갖게 한다.
- 문제를 해결하기 위하여 새로운 기술을 포함하여 분석적으로 정보기술을 평가하고 응용할 수 있도록 한다.
- 학생들을 정보통신기술(ICT)을 책임 있고 숙련되게 사용하며, 자신감있는 창의적 사용자로 성장시킨다.

1.2 development steps

영국 최초의 정식적 국가 교육과정은 1991년 처음 시작되었다. 1991년과 1995년 개정교육과정에는 정보 교과가 아닌 기술(Technology) 교과가 포함되었으며, 정보 교과는 2000년 교육과정 개정을 통해 'Information and Communication

Table 2. Change on SW Education in 2014 Revised Curriculum

	before 2014	after 2014
subject name	ICT	Computing
contents	Focusing on using Apps on Windows operating system	<ul style="list-style-type: none"> • Computer science major and basic disciplines • How to use SW and how it works in real life • Practice of programming

1.3 Curriculum

현재 영국은 2014년 개정 국가교육과정에 따라 컴퓨팅 과목(Computing Programme of Study)을 전체 학년의 독립 필수 과목으로 지정하였다. 이를 초·중등학교의 의무 교육과정으로 채택하였고, 만 5 ~ 16세의 모든 교육 단계에서 코딩 및 프로그래밍 교육을 진행하고 있다. 영국 교육부 (Department for Education, DfE)가 2013년 9월 발표한 'National curriculum in England: computing programmes of study'[7, 8, 9]을 살펴보면, 영국은 5세부터 16세까지의 학생을 대상으로 key stage 1 과정부터 4 과정까지의 소프트웨어 교육 과정 가이드 라인을 제시하고 있다 <표 3>.

컴퓨팅 과목 자체는 필수 과목이지만, 주당 수업 시간은 영국 교육 법령으로 정하고 있지 않다. 그러나, 영국 QCA(Qualification and Curriculum Authority)는 1 ~ 2학년의 1주 21시간 과정 중 50분, 3 ~ 6학년 1주 23.5시간 과정 중 55분, 7 ~ 9 학년은 1주 24시간 과정 중 60분으로 컴퓨팅 과목의 주당 수업시간을 권고하고 있다.

Table 3. National curriculum in England: Computing

Elementary school		Middle & High school	
Key Stage 1 (age: 5~7)	Key Stage 2 (age: 7~11)	Key Stage 3 (age: 11~14)	Key Stage 4 (age:14~16)
understanding algorithms and programs	program design /coding/debugging for some goal	design/usage/evaluation to solve problem in real world	understanding concepts of computer science, creativity (advanced)
implementing simple program and debugging	variable format based I/O process	program implementation, understanding algorithms	
logical thinking based program prediction	algorithms	more than 2 programming languages	problem analysis/solving/designing based on CT
digital contents production & usage	Internet	boolean logic	
understanding how to use information technologies	exploiting web search tech., selecting & ranking search results	manipulating by data type (text, audio, video)	online privacy education
privacy education	selecting software based on device	understanding HW & SW	
	online privacy education	merging various Apps online privacy education	

source: Dept. of Education, England: 'National curriculum in England: computing programmes of study' [7, 8, 9]

영국의 컴퓨팅 과목은 기본 개념의 정확한 이해를 바탕으로 국가 교육과정의 목표를 달성할 수 있도록 Stage 별로 학생들이 이수해야 할 교육과정 가이드라인을 보다 구체적으로 제시하고 있다. 주요 교육내용은 알고리즘, 프로그램, 간단한 프로그래밍, 디버깅, 논리적 추론, 디지털 콘텐츠의 제작 및 활용, 정보기술의 이해, 설계-코딩-수정, 컴퓨터 네트워크, 소프트웨어의 이해 및 선택, 추상화, 컴퓨팅적 사고, 불대수, 하드웨어, 소프트웨어, 프로그래밍 언어, 온라인 프라이버시 그리고 보안 등의 내용을 포함한다. 각 Key Stage 별 상세교육내용은 <표 4>과 같다. 표의 상세교육내용을 보면, 컴퓨팅 과목의 내용은 코딩교육에만 국한하지 않고 문제 분석 및 해결을 위해 소프트웨어를 만드는 경험을 반복 학습하여, 새로운 기술을 접목 및 응용하고 자신만의 문제 해결 방법을 찾도록 유도하고 있다.

Table 4. Detail contents in each key Stages

step	details
Key Stage 1	<ul style="list-style-type: none"> understand what algorithms are; how they are implemented as programs on digital devices create and debug simple programs use logical reasoning to predict the behaviour of programs use technology purposefully to create, organise, store, manipulate and retrieve digital content recognize common uses of information technology beyond school

	<ul style="list-style-type: none"> use technology safely and respectfully, keeping personal information private on the internet or other online technologies.
Key Stage 2	<ul style="list-style-type: none"> design, write and debug programs that accomplish specific goals; including controlling or simulating physical systems; solve problems by decomposing them into smaller parts use sequence, selection, and repetition in programs; work with variables and various forms of input and output use logical reasoning to explain how some simple algorithms work and to detect and correct errors understand computer networks including the internet; how they offer for communication and collaboration use search technologies effectively, appreciate how results are selected and ranked select, use and combine a variety of software (including internet services) on a range of digital devices to design and create a range of programs, systems and content use technology safely, respectfully and responsibly; recognize acceptable/unacceptable behaviour
Key Stage 3	<ul style="list-style-type: none"> design, use and evaluate computational abstractions that model the state and behaviour of real-world problems and physical systems understand several key algorithms that reflect computational thinking use two or more programming languages, at least one of which is textual understand simple Boolean logic and some of its uses in circuits and programming understand the hardware and software components that make up computer systems, and how they communicate understand how instructions are stored and executed within a computer system and how data of various types can be represented and manipulated digitally undertake creative projects that involve selecting, using, and combining multiple applications create, re-use, revise and re-purpose digital artefacts for a given audience understand a range of ways to use technology safely, respectfully, responsibly and securely
Key Stage 4	<ul style="list-style-type: none"> develop their capability, creativity and knowledge in computer science, digital media and information technology develop and apply their analytic, problem-solving, design, and computational thinking skills understand how changes in technology affect safety,

source: Dept. of Education, 'National curriculum in England: computing programmes of study' [7, 8, 9]

2. France

2.1 Background and Educational Objectives

프랑스에서는 컴퓨터과학(computer science)과 정보 기술(information technology) 대신 정보학(informatique)이라는 명칭을 사용한다. 1960년대 초반에 등장한 명칭인 정보학은 수십 년 동안의 변화를 거쳐 현재 수학교과의 하나인 컴퓨터 과목으로 자리를 잡게 되었다.

2015년 교육부(Ministry of National Education)가 발표한 '지식·기술·문화의 공통기반(Socle commun de connaissances, de compétences et de culture) 프로젝트 초안'[10]에서는 프랑스의 학생들이 문제에 대해 외부로 설명하며 이를 해결하고 다양한 영역에서의 정보 처리를 수행하기 위해 과학적인 언어(프로그래밍 언어, 코딩 포함)의 기본을 익히는 것을 정보학 교

육의 주목적이라고 정의하였다. 2015년 11월 개정된 ‘사이클 교육 프로그램 (Programmes pour les cycles)’ 커리큘럼[11]에서, 전기 중등(collèges) 교육의 ‘수학 및 기술’과목의 ‘알고리즘 (Algorithmes)’관련 단원의 학습 목표는 자연 언어 또는 기호 언어로 알고리즘을 개발하며, 소프트웨어에서 실행되는 간단한 프로그램을 사용하여 알고리즘을 실행하고, 복잡한 알고리즘을 이해할 수 있도록 도움을 주는 것이다. 그리고, ‘컴퓨터 과학과 프로그래밍 (L’informatique et la programmation)’ 단원의 학습 목표는 컴퓨터 리소스 및 디지털 아키텍처의 사용을 강화하여 학생들이 일련의 리소스와 디지털 데이터를 지속적으로 구축, 연구, 저장 및 공유 할 수 있도록 하는 것이라고 명시되어 있다. 또한, 학생들의 생활환경의 기술적인 목표를 진화시키는 디지털 솔루션을 파악하는 것도 목표로 포함되고 있다.

2.2 development steps

1960년대 말부터 컴퓨터 교육을 시작한 이래로 약 40년 동안 과학 특성화 학교와 고등학교의 일부 선택 과목에서만 ‘정보학’을 교육하였다. 1970년대 초반에 고등학교에서 정보학을 가르치는 것은 단순한 프로그래밍 언어를 가르치는 교육이었다. 1980년대 고등학교에서 선택 과목인 ‘정보학’이 만들어졌으나 1980년대 말 이후 정보학과 타 과목과의 통합모델이 필요하다는 의견으로, 2000년대 말에 정보학의 교육 커리큘럼이 재개정되었다. 2012년 정보학은 독립 교과가 아닌 ‘수학’교과의 일환으로 교육되기 시작했다[12, 13]. 2012년 교육부가 발표한 커리큘럼 변경에 따르면, ‘알고리즘’은 10학년의 수학 커리큘럼에 도입되었으며, ‘컴퓨터과학 및 디지털 과학 (Informatique et Sciences du Numérique, ISN)’과목은 12학년 커리큘럼에 도입되었다. 추가된 커리큘럼은 2013년 가을에 시작하여 현재까지 실행되고 있다.

2013년 7월 8일 발의된 프랑스의 ‘학교 구조조정을 위한 프로그래밍과 학습지도 법(no. 2013-595)’은 2016년 9월에 시작된 다양한 교육개혁 조항의 근거가 되었다. 교육부는 초등 (École élémentaire) 교육과 전기 중등(collèges) 교육의 새로운 교육 과정(프로그래밍 교육을 포함)을 완성시키기 위해 2016년 9월부터 인문학과 어문학 관련 과목 시간을 축소하고 전기 중등 (collèges) 교육 과정에 ‘컴퓨터과학 및 프로그래밍 (ISN)’을 정규과목으로 포함하였다. 이러한 새로운 교육 과정은 2018년까지 약 3년에 걸쳐 서서히 확대, 수행되고 있다.

2.3 Curriculum

2016년 9월 이후 실행된 새로운 교육과정은 ‘사이클 교육 프로그램 (Programmes pour les cycles)’이라는 방식으로 설계되었다. 3년동안 지속되는 각 사이클은 이전 프로그램을 통한 교육의 연속성을 보장하고 학습의 일관성을 강화하기 위해 개혁되었다. 프랑스의 교육제도는 각 국가와 다르게 초등학교 과정 5년, 중학교 과정 4년으로 이루어져 있으며, 학년의 경우 프랑스만의 교육 체계에 따라 불리는 이름이 다르다. <표 5> 프랑스 교육부에 따르

면 ‘Cycle 1 (조기 학습 주기)’의 경우 중소 및 대형 유치원 과정에서 교육하는 내용으로 커리큘럼을 제공하나 프랑스의 의무교육과정 10년 (만 6세~만 16세)에는 포함되지 않는다.

초등 및 중학교 교육 커리큘럼에 제시되어 있는 Cycle2~4 과정 중 ‘Cycle2(기본학습주기)’는 초등과정의 CP(cours préparatoire), CE1(cours élémentaire première année), CE2 (cours élémentaire deuxième année)학년 학생들이 대상이며, ‘Cycle3(통합 학습 주기)’의 교육과정은 초등학교 과정의CM1(cours moyen première année), CM2(cours moyen deuxième année)에서 시작하여 중학교 6eme학년과정까지 연속하여 포함한다. 마지막으로 ‘Cycle 4 (심화 학습 주기)’는 중학교 5 eme, 4 eme, 3 eme 과정의 학생들을 대상으로 교육한다. 중학교과정이 끝나면 프랑스 학생들은 비로소 지식, 기술 및 문화에 대한 공통의 기초를 습득할 수 있다[14, 15].

Table 5. SW-related subjects in K-12 curriculum

school	grade (Korea)	#cycle	curriculum
elementary	CP(1)	Cycle 2 (basic study)	Coding learning based on appropriate sw use to improve understanding of the surrounding world → Understanding of simple algorithms at the next grade
	CE1(2)		
	CE2(3)		
	CM1(4)	Cycle 3 (comprehensive study)	<ul style="list-style-type: none"> Focusing on abstraction in all areas of everyday life introducing formal programming and education
	CM2(5)		
middle	6eme (Ele. 6)	Cycle 4 (advanced study)	Informatics continues to math and technology → Making algorithmic thinking to be the basis for logical thinking development
	5eme (1)		
	4eme(2)		
	3eme(3)		

source: ‘L’école élémentaire’ & ‘Les programmes du collège’ [14, 15]

‘Cycle 2’수학 (Mathématiques) 커리큘럼에 따르면, 초등학교 CE1 과정 이상의 학생들은 적절한 프로그래밍 SW를 사용하여 동작을 코딩할 수 있고, 이를 통해 간단한 알고리즘을 만들 수 있다. 관련 숫자에 적합한 전략을 사용하여 직접 알고리즘 작성을 하며 정확한 수 또는 근사치로 전체 수를 계산하고, 결과의 타당성을 확인한다 <표 6>.

Table 6. SW-related subjects in cycle 2 (Mathématiques)

chapter	related knowledge	student activities
Number and calculation (integer calculation)	Implementation of arithmetic algorithms for +, -, *	Learning the required operating skills with respect to the num. of operations and properties

source: ‘Programmes pour les cycles’ [14]

초등 고학년 교육과정의‘Cycle 3’ 과학 기술 (Sciences et technologie) 분야에서는 디지털 작업을 통한 알고리즘 작성을

실현한다. 각 단원명과 관련 지식/기술, 이에 해당하는 학생 활동은 다음과 같다.

- 커뮤니케이션 및 정보관리 방법 식별, 이해
 - (관련 지식/기술) 디지털 작업환경, 데이터 저장소, 알고리즘 개념, 프로그램 개체, 네트워크에서 디지털방식 사용, 일반 SW 사용
 - (학생 활동) 디지털 환경의 조직 이해, 구성 요소와 그 관계로 기술 시스템을 설명; 시각적이며 재미있는 응용 sw를 사용; 알고리즘 발견; 공동 작업을 통해 컴퓨터 자원 활용, 공통 SW의 작동을 이해하고 해당 작업을 수행
- 수와 계산 (정수, 소수 계산)
 - (관련 지식/기술) 계산: 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈을 위한 계산 알고리즘을 구현, 계산 기술
 - (학생 활동) 수와 계산 절차를 이해하고 관련 알고리즘 작성; 연산자 우선순위를 도입하고 괄호 사용

정확한 어휘를 사용하여 관찰, 경험, 가설, 결론을 도출할 수 있으며, 다양한 지원(텍스트, 다이어그램, 그래프, 테이블, 간단한 알고리즘)으로 구성된 문서를 작성할 수 있다. 다른 형식(그림, 그림, 스케치, 표, 그래프, 텍스트)의 표현을 할 수 있으며, 이 결과를 구두 및 서면 형식으로 설명할 수 있다. 이 과정에서는 높은 수준과 낮은 수준의 두 가지 값만 가질 수 있는 정보를 전송하는 논리 신호를 작성할 수 있다. 중학교 과정인 6 eme에서 읽기 알고리즘은 테스트 정보 (true 또는 false)의 개념을 도입하여 테스트 결과에 따라 다른 작업을 수행할 수 있도록 한다. '수와 계산' 수업은 학생들이 자신의 지식뿐만 아니라 계산에 포함된 수와 작업에 따라 가장 효과적인 절차를 채택하여 적용하도록 하는 것을 핵심으로 교육한다. 이를 위해, 학생들이 디지털 사실과 자동화된 초등수학 모듈에 충분히 적응할 수 있어야 한다고 언급하고 있다.

중학교 교육과정 'Cycle 4' 기술 (Technologie)에서는 '컴퓨터과학 및 프로그래밍' 분야를 다룬다. 각 단원명과 관련 지식/기술, 이에 해당하는 학생 활동은 다음과 같다.

- 네트워크 작동방식 이해
 - (관련 지식/기술) 네트워크 요소, 로컬네트워크 아키텍처, 컴퓨터 매체 연결 수단, 프로토콜의 개념, 계층화된 프로토콜 구성, 라우팅 알고리즘, 인터넷
 - (학생 활동) 이 네트워크에서 학교 컴퓨터 네트워크의 구조를 관찰하고 간략하게 설명; 학교의 다양한 지점에서 다양한 컴퓨터 수단을 활용; 연결이 끊긴 작업에서 라우팅 프로토콜을 시뮬레이션
- 프로그램 작성, 디버그 및 실행
 - (관련 지식/기술) 실제 시스템의 예상 동작을 분석하고 문제를 하위 문제로 분해하여 제어 프로그램 구성; 실제 시스템 제어 프로그램을 작성; 테스트/수정/실행하여 예상, 실제 시스템 제어 프로그램을 작성; 테스트/수정/실행하여 예상동작 확인; 동작이 외부이벤트에 의해 트리거되는 프로그램 작성; 알고리즘과 프로그램, 컴퓨터 번

수의 개념, 이벤트, 명령 시퀀스, 루프, 조건문을 기준으로 동작트리거; 임베디드 시스템, 신호의 형태와 전송, 센서, 액추에이터, 인터페이스 등

- (학생 활동) 모바일 장치용 컴퓨터 응용 프로그램을 디자인, 구성 및 프로그래밍, 로봇 또는 임베디드 시스템의 동작을 관찰하고 설명; 모바일 장치용 컴퓨터 응용 프로그램을 디자인, 구성 및 프로그래밍, 로봇 또는 임베디드 시스템의 동작을 관찰하고 설명; 프로그래밍의 요소 설명 주어진 활동과 프로그램에 반응하는 로봇 배치; 운영 사양에서 일상생활의 시스템 또는 프로그램 가능한 시스템 제어프로그램을 작성하여 진입/퇴장변수 식별; 시스템의 기존 프로그램을 수정하여 성능 향상; 컴퓨터 제어 또는 디지털 타블렛 프로그래밍 시뮬레이션과 행동 수정을 허용하는 수치 모델링을 사용하여 보완

프로젝트 수업에서 학생들은 구성, 검색, 디자인, 제작, 계획, 시뮬레이션에 적절한 디지털 도구를 사용한다. 프로그램의 전체 또는 일부를 디자인하고 시스템의 요구 사항을 충족하도록 컴파일하고 실행한다. 또한, 쉽게 읽을 수 있도록 그래픽 인터페이스에 연결된 프로그래밍 언어로 프로그래밍 할 수 있다. 프로그래밍의 설계, 개발 및 수정은 프로그래밍을 구성하는 요소가 단순화된 그래픽으로 표현되는 소프트웨어를 통해 수행된다. 'Cycle 4' 과정의 '컴퓨터과학 및 프로그래밍' 단원에서는 '컴퓨터 네트워크 작동 방식 이해'와 '프로그램 작성, 디버그 및 실행' 두 분야를 학습한다. 중학교 5 eme 과정에서는 제한된 개수의 입출력 변수를 가진 간단한 프로그램의 처리, 디버깅 및 실행, 반복 루프가 있는 프로그램 개발과 관련된 내용을 학습한다. 4 eme 과정에서는 여러 입력 및 출력 변수를 사용하여 문제 해결 방법과 디버깅 및 프로그램 실행 방법 등을 배우며, 3 eme 과정에서는 카운팅 및 몇 가지 중첩된 조건부 루프의 도입, 여러 하위 문제로 분해 등의 수업을 진행한다.

3. China

3.1 Background and Educational Objectives

중국은 중국 내 정치 체제의 안정과 경제 발전의 수단으로 교육 정보화 정책을 강화해오며 정보화 패러다임에 맞춘 국민 교육 체계 개혁을 추진하고 있다. 2010년에 시작한 국가 중장기 교육 개혁 및 발전 계획(国家中长期教育改革和发展规划纲要, 2010—2020年)[16]에서는 정보기술의 응용 강화를 정보기술교육의 핵심 목표로 언급하고 있다. 교사의 정보 기술 적용 개선, 교수 개념 업데이트, 교수법 개선 및 교수 효과 향상과, 동시에 학생들이 정보 수단을 사용하여 정보 기술 분석 및 문제 해결 능력을 배우고 자율 학습하고 향상시킬 수 있도록 격려함에 중점을 둔다. 또한 중국 전체에서 보편적인 정보기술의 보급/적용 가속화를 목표로 한다.

컴퓨터과학을 다루는 '정보기술교육(信息技术教育)'이 포함

된 ‘종합실천활동(综合实践活动)’ 과목에서는 직업 세계와 사회 생활 등 변화에 빠르게 적응하기 위해 실제 문제를 분석하고 실질적인 문제를 해결하며 전반적인 삶의 품질을 향상하는 것을 핵심으로 한다. 교양의 핵심과목인 정보기술과목을 통해 학생들이 사회적 책임감을 갖고 혁신 정신을 키우며 실천 능력 개발을 할 수 있도록 돕는다. 정보기술의 다양한 분야 지식 습득 및 이해를 통해 학생들의 종합적 정보기술 사용능력을 강조하며 정보화 시대와 지식 사회의 과제를 해결하는 데 도움을 주고, 이를 통해 학생들의 전반적인 지식의 질을 높이는 것을 주요 목표로 한다. 이와 같이 중국 교육부가 제시하고 있는 ‘종합실천활동’ 과목의 구체적인 목표는 총 4가지로 다음과 같다. ‘초·중등학교의 종합실무지침지도(中小学综合实践活动课程指导纲要)’에 따르면 가치인식, 책임감, 문제 해결, 창조적인 구체화 부분으로 나누어 설명하고 있고, 정보교육의 목표 내용은 ‘창조적인 구체화’ 부분의 내용에 포함되어 있다.

- 초·중·고 과정의 목표
 - 실습을 통해 수동 설계 및 생산의 기본 기술을 미리 습득해보고, 정보기술 사용법을 배워 창조적인 디지털 아트워크를 디자인하고 제작
 - 공통적·단순한 정보기술을 사용, 실용적 문제 해결
- 중학교 과정의 목표
 - 특정 운영 기술을 사용하여 삶의 문제를 해결하고, 아이디어를 발굴하여 실현
 - 디자인, 생산 또는 조립 등을 통해 보다 복잡한 제품 또는 소모품의 생산 및 지속적으로 개선하며, 실용적·혁신적인 인식과 미적 인식을 개발하고 창의력 향상
 - 정보기술학습의 실행을 통해, 정보기술을 사용하여 문제를 분석, 해결하고 디지털제품 설계와 생산력 향상

마지막으로 ‘종합실천활동’ 과목에 포함되어 있는 ‘정보기술 교육’의 목표는 정보교육을 통해 학생의 정보수집, 전달, 처리, 활용 능력을 키우며, 협력을 통한 문제해결능력을 키우는 것을 핵심으로 한다.

3.2 Development steps

중국 중앙 정부가 목표로 하는 교육 정책은 취업률·진학률 등을 지표로 하는 교육 발전뿐만 아니라 국제화·정보화 사회에서의 지적 상상력과 도덕적 평생 학습을 가능하게 하는 다양한 자질·소양을 국민이 획득할 수 있도록 교육의 질적 발전에 중점을 두고 있다. 또한, ICT를 활용한 교육의 발전에 대한 명확한 계획을 밝히며, 그 발전을 신속하게 추진하고 있다. 중국의 교육 위원회는 ‘정보과학기술’ 교과를 신설하고 1999년 11월에 ‘21세기로 향하는 중학교 정보과학기술개혁행동강령 (2000-2010)’을 제정함으로써 교육 과정에 따른 정보기술 교육을 실시하기 시작하였다. 2000년부터 초·중·고등학교 전 과정에 정보통신기술 교육을 의무화하였다. 그 다음해 2001년에는 초등학교, 2003년 중학교, 그리고 2005년 고등학교까지 전 학년에서

정보통신기술을 필수 교육과정으로 지정하였다. 이후 중국은 ‘2006-2020 국가 ICT 개발 전략’에서 평생 학습을 촉진하고 정보 사회를 창출하는 수단으로서 기술 교육을 강조하며, 다양한 ICT 자원의 개발, 네트워크 매체의 이용 및 정보 격차 해소의 필요성을 언급하였다. 2005년 ‘국가 교육 발전을 위한 제 11차 5개년 계획’에서는 현대 교육 시스템의 개발을 가속화하고 교육 기술을 통한 교육의 현대화를 촉진함으로써 학습 공동체를 수립하는 계획을 진행하였다.

2010년대에 들어 중국은 ICT 인프라 개발을 가속화하기 위한 교육 정책의 부재, 양질의 교육 자원 부족 등 정보기술교육에 있어 많은 어려움과 도전에 직면해 있다는 것을 인식했다. 이에 교육부는 2010년 7월 ‘전국 중장기 교육 개혁 및 발전 계획 (2010-2020)’에서 정보기술 교육의 중요성을 강조하였다. 또한 2012년 3월, 중국 전역 학교의 ICT 인프라 수준을 향상시키고 ICT와 교육 개발 간의 통합 수준을 높이는 것을 중점으로 하여, 2020년까지 선진국에 가까운 교육 기술 인프라를 구축하는 것을 목표로 중국 정보화발전전략(2006-2020), 2005년 발표한 중국 정보화발전전략은 향후 15년간 중국 정보화 사업의 지도사상, 전략목표, 전략포인트, 우선 행동계획 등을 제시, ICT 교육 부문을 처음으로 분리하여 장기 계획을 설계하였다[17].

최근 A.I. 분야를 선점하기 위해, 2017년 ‘차세대 인공지능 발전규획’과 이를 위한 ‘실행계획’을 발표하고, 초·중·등 교육단계에서 AI 관련 표준교육과정 신설·운영하고 있다. 2018년 세계 최초로 고등학생용 인공지능교과서를 발간하여 시범교육을 진행하고, 초·중·학 과정으로 확산할 예정이다[18].

3.3 Curriculum

중국의 의무교육과정에서 정보기술교육(信息技术教育)의 내용은 초·중등학교 필수 교육과정인 ‘종합실천활동 (综合实践活动)’에 포함되어 있으며, 컴퓨터 교과를 다루는 ‘정보기술(信息技术)’이라는 이름의 과목으로 지정되어 있다.

중국 교육부가 2017년 9월에 발표한 《초·중 및 중등 종합 실습 커리큘럼 안내 개요 (中小学综合实践活动课程指导纲要)》에 따르면, 초등학교 과정에서는 3학년 이상부터 6학년까지, 중학교 과정에서는 7학년 이상부터 9학년까지 교육을 시행하도록 권고하고 있다. 초·중·고 과정에서의 활동테마와 관련 내용은 다음과 같다.

- 정보사회 토착민
 - 컴퓨터 외부 구성 요소 이해, 마우스 조작법, 컴퓨터를 사용하여 음악과 영화감상, 정보와 정보 처리 도구 이해
 - 컴퓨터의 작동원리 이해, 일상생활에서 정보 활용과 기술의 중요성 이해
- 핸드타이핑
 - IT에 대한 흥미 부여, 키보드 입력 및 사용 방법 습득, 디지털 학습 경험을 통한 활용 기반 마련
- 컴퓨터화가
 - 상호 협력과 작업을 완료하는 상식의 형성을 마련하기 위해 SW를 사용

- 네트워크 정보의 신뢰성
 - 브라우저를 시작하고 웹 사이트를 검색하고 검색 엔진을 사용하여 필요한 정보 검색
 - 웹에서 정보 검색하고, 잘못된 정보를 판단
- 컴퓨터파일관리
 - 마스터뷰 기본 작업에 파일/폴더 복사/이동/삭제, 공유 폴더의 설립
 - 로컬영역 네트워크의 공유 파일, 파일 정보 관리
- 정보 교환 및 보안
 - 전자 메일을 신청하고 전자 메일 송수신, 관리, 스팸의 위험성 이해, 인스턴트 메시징 도구 사용, 웹 로그, 개인 블로그를 게시
 - 컴퓨터 바이러스, 안전 의식 확립
- 나의 전자 신문
 - 텍스트 입력 및 저장, 단락 맞춤, 텍스트 형식 및 간격 설정, 테두리, 배경, 그림자 및 기타 효과 추가, 차트 그리기, 전자 출판물 출판
 - 워드 프로세싱 SW의 사용과 방법의 사용을 이해하고, 양식에 표시되는 정보의 특성 학습
- 렌즈 아래의 아름다운 세상
 - 디지털 카메라 장비를 사용하여 이미지, 비디오 생성, 관련 SW를 사용하여 디지털 콘텐츠 제작
 - 지적 재산권, 초상권 및 기타 지식 습득, 정보 인식 및 정보 사회 책임 강화
- 디지털 사운드와 라이프
 - 소리 녹음 및 저장, 사운드 파일의 기본 형식 이해, 연결, 사운드 믹스, 사운드 클립 잘라 내기, 페이드 효과 설정, 사운드 파일의 형식 등 변경
 - 디지털 학습과 혁신적인 정보 활용 능력 향상, 지적 재산권에 대한 이해와 사회적 책임 강화
- 3차원 재미있는 디자인
 - 입체적인 디자인의 기본 개념 이해, 응용 프로그램 활용, 3D 모델링 소프트웨어 디자인, 학습 및 활용
 - 맞춤형 제품 개발프로세스의 맞춤화를 위해 다양한 기술을 사용, 실제 문제를 해결하는 방법을 배우고, 문화 및 창조적 제품의 전과 개념 습득
- 재미있는 프로그래밍 시작하기
 - 언어 프로그래밍의 기본 개념 이해, 간단한 프로그램 작성
 - 전산 사고의 정보 활용 능력 확립, 중급 및 고급 프로그래밍 언어를 배우기 위한 토대 마련
- 프로그래밍 세계에서 다채로운 세계
 - 모델링 아이디어, 다양한 패턴을 그리는 프로그래밍 사용
- 양방향 미디어 작품 디자인
 - 일반적인 프로그래밍 언어와 다양한 정보 입력, 대화형 작업을 통해 흥미로운 효과 창출 설계
 - 새로운 아이디어에 대한 인식을 현실로 키우고, 인간과 컴퓨터의 상호 작용 원리 이해

중학교과정에서의 활동테마와 관련 내용은 다음과 같다.

- 컴퓨터 조립
 - 컴퓨터의 특성, HW와 SW의 기본 구조, 시스템, 코딩, 오픈소스SW 개발의 기본 구성
 - 디지털 학습 및 혁신 성취도 향상, 정보 인식 향상
- 가정용 LAN 설정
 - 인터넷 개발 및 응용 프로그램 현황, 인터넷의 영향, IP 주소 및 도메인 이름 구성, 유형 및 개발 동향
 - 네트워크 사용에 대한 안전 의식, 사회적 책임 강화
- 데이터 분석 및 처리
 - 스프레드시트의 기본 기능 이해, 처리 및 측량 데이터 편집, 차트 만들기, 데이터 분석 보고서 작성
 - 컴퓨터 사고 능력, 디지털 학습 및 혁신 성취도를 더욱 향상시키기 위해 정보 인식 향상
- 그래픽 디자이너
 - 디지털 그래픽 이미지의 분류와 특징 이해, 디스플레이, 출력 해상도 및 이미지, 공통 저장 형식 및 형식 변환, 이미지 압축 및 압축 방법, 통합 응용 프로그램 활용
- 만화
 - 동영상 및 애니메이션 파일 형식, 기본 원리, 주요 응용 분야 이해, 애니메이션 소프트웨어를 이용하여 간단한 비디오 및 애니메이션 작품 제작
- 프로그램 세계로
 - 프로그래밍의 기본 프로세스, 프로그래밍언어 사용법, 상수, 변수, 함수 및 기타 기본개념, 프로그램의 기본 구조 이해, 디버그 프로그램 작성
 - 프로그래밍 관심 자극, 논리적 사고력 개발, 디지털 학습/혁신성취도 향상, 정보 인식/사회적 책임 강화
- 컴퓨터과학 실험
 - 데이터의 실시간 수집, 데이터베이스에 기록된 정보 데이터의 2차 분석, 검증 및 새로운 방법 창출
 - 빅 데이터 시대 연구 방법의 예비 경험, 실제 문제 탐구 및 새로운 방법을 발견할 수 있는 능력 발굴
- 사물의 인터넷 체험
 - 오픈소스 소프트웨어 및 전자 모듈을 통해, 무료 IoT 클라우드 서비스 활용, 다양한 인터넷 작품 제작, 사물 인터넷 경험 및 원리 이해, 정보 전달 방법 정보 전송
- 오픈소스 로봇 경험
 - 3D 인쇄 또는 레이저 절단, 다양한 구조 부품 제작, 오픈소스SW를 통해 이동성을 갖춘 로봇 설계
 - 바이오닉스의 예비 이해, 생물학적 과정 및 구조의 분석과 로봇 설계 분석/비교, 학제 간 학습 경험

중국 초중등 '정보기술교육'과정의 특징은 총 4가지로 정리할 수 있다. (1) 안정된 수준의 정보기술 기초지식과 기본기능 교육 (2) 문제해결을 위한 정보기술 활용교육 (3) 정보기술의 심화된 탐구와 프로젝트 학습을 통한 개별화 교육 (4) 체계적으

로 배정하고, 통합적으로 진행하는 정보기술교육이라는 점으로 정리해 볼 수 있다.

중국에서는 교육부의 교육과정기준에 따라 자치구·직할시마다 개별적인 커리큘럼을 실행할 수 있다. 이는 교육과정의 관리가 교육부에만 집중되지 않도록 하는 취지이다. 지역과 학교는 국가 교육과정과 지역 특성 및 상황에 근거하여 교육부 기준을 거쳐 교육과정을 계획하거나 개발할 수 있다. 따라서, '종합실천활동'은 국가가 지정한 필수 교과과정이지만, '정보기술' 과목에 대한 구체적인 내용은 교육부가 권장한 주제를 참고하여 각 지역과 학교가 자율적으로 진행할 수 있으며, 현재 각 지역의 조건을 고려하여 다양한 수업방식을 진행하고 있다[19, 20].

대표적으로 중국 베이징시 교육위원회 2015년 7월에 개정된 '베이징 시에서의 의무교육 과정 실험 계획 교과 과정 계획(개정) 《北京市实施教育部〈义务教育课程设置实验方案〉的课程计划(修订)》' 사례를 살펴보면, '종합실천활동' 과목의 교육시간은 초등학교 1학년~6학년 및 중학교 7학년~8학년 과정까지 8년간 최소 630시간 이상으로 교육할 수 있도록 지정되어 있다. 또한, 노동·정보 기술은 8년간 총 350시간으로 교육시간을 규정하고 있다.

중국 상하이시의 초등학교 '정보기술' 교육 사례를 살펴보면, 컴퓨터의 기초, SW(포인트, Microsoft Word) 사용 인터넷과 이메일 사용 등과 같은 정보기기 및 SW 사용법을 중심으로 배운다. 상하이시 '정보기술'교재에는, 입력한 명령대로 움직이는 로봇을 통해 사용 순차 처리의 기초 원리와 규칙성을 찾아 데이터 분석하는 방법 등의 내용이 포함되어 있다. 중학교 과정에서는 정보기기 및 SW의 조작 방법뿐만 아니라 컴퓨터의 구성과 컴퓨터의 데이터 표현(예: 2진수) 안전하게 이용하는 바이러스 백신 관련 내용 등 정보 기술의 기초적인 부분도 다룬다. 정보기술 프로그램의 사용방법 관련 단위에서는 소프트웨어(Microsoft Excel, Microsoft FrontPage Microsoft Word, Microsoft PowerPoint)의 사용방법을 익히거나 Windows/인터넷 사용 등을 배운다.

III. Conclusions

1. Case study Analysis

해외 국가들의 SW교육 추진 과정과 가장 최근의 학습목표를 보면, 새로운 SW교육에 대한 접근, 시행 방법과 커리큘럼에서의 차이점은 있으나, SW교육의 중요성 인식과 패러다임의 변화는 확인할 수 있다. 최종목표가 실생활에 필요한 SW를 활용할 수 있게 만드는 사용자 양산 교육에서, 학습자가 스스로 컴퓨터이셔널(컴퓨팅적 또는 알고리즘적) 사고를 통하여 문제 해결과 이를 위한 SW를 제작하는 방법을 배우는 메이커형 기반 교육으로 내용이 변화하였다. 그렇지만 메이커 역시 사용자 경험이 필요하기 때문에, 기존 SW교육이 바뀌었다기보다 그

범위가 프로그래밍 이상으로 확장되었고, 그 범위만큼 학습 기간이 길어졌다고 해석된다.

영국은 G20국가 중 최초로 초등학교 및 중학교에서 프로그래밍 교육을 의무 교육과정으로 지정한만큼 교육 커리큘럼 측면에서 뚜렷한 특징이 있다. 즉, 응용 SW 활용에 중점을 두던 기존 교육에서 자신이 직접 그 SW를 만드는 방법을 배우도록 국가적으로 선도했다는 점에서 전세계적으로 CS 교육 커리큘럼의 변화에 많은 영향을 끼쳤다. 새로운 CS 커리큘럼을 실현하기 위해 필요한 환경과 교사가 기술을 갖출 수 있도록 다양한 기금 지원 및 교육 시스템을 구축하는 노력을 실천하고 있다. 또한, 주로 고학년 과정에서 다루던 컴퓨터과학 부문을 초등학교 저학년부터 컴퓨팅적 사고(Computational Thinking)를 기를 수 있도록 기초 교육 과정을 편성하며, 교육과정의 연장선상으로 중학교 및 고등학교 과정에서 프로그래밍 교육을 진행하는 방향으로 변화함으로써 단계적 교육을 실현하고 있다.

프랑스는 일찍이 컴퓨터과학을 교육시스템으로 도입하려는 노력을 해왔다. 특히, 프랑스는 알고리즘 분야를 수학 과목에 포함하여 다루면서, 학생들이 프로그래밍에 대한 기초 원리를 초등학교 때부터 이해할 수 있도록 돕는다. 그리고 중학교 과정에서 프로그래밍의 기초 개념을 다루도록 하여 초등부터 중등까지의 단계별 학습이 조화롭게 이루어질 수 있도록 커리큘럼을 설계하고 있다.

중국은 정보화 및 지식 사회에서의 문제를 합리적으로 해결할 수 있는 힘을 기르기 위한 목적으로 '종합실천활동'이라는 공통과목에 정보교육 내용을 필수교과목으로 포함하였다. 초등학교 및 중학교의 교육 권장 주제를 제시하고, 이러한 기준에 따라 약 14억 이상의 인구로 구성된 다양한 민족과 각 자치구 및 직할시가 자치적으로 개별 교육커리큘럼을 지정하도록 진행하고 있었다. 베이징시 학군은 거의 모든 초등학교가 KODU라는 3D 그래픽 창작 프로그램을 활용하여 학생들에게 코딩교육을 진행하고 있다.

Table 7. Summary of SW education in 3 countries

	Curriculum	Stage & Contents	special feature
England	National curriculum in England: Computing programmes of study	from age 5 to age 16, SW education are executed according to development stage	For the first time in Europe, CT based thinking processes and coding are mandatory in primary&secondary education
France	- Sode commun de connaissances, de compétences et de culture) Project - Programmes pour les cycles	Understanding and writing algorithms: - Cycle 2-3 Math, - Cycle 4 Ch. Math and technology in math education - Cycle 3 Ch.. Science & Technology - Cycle 4 Ch. computer science and programming	Computer science in France is not an independent subject, but rather a part of math & technology

C h i n a	National long-term education reform and development plan(2010—2020年): The detail contents of the comprehensive activities including the contents of 'information technology' are the development and education	suggest to conduct education over 630 hours for 9 years in elementary school (grades 3 to 6) and middle school (grades 7 to 9)	- Mandatory information technology education for elementary, middle and high school since 2000 - 2001 designated elementary school, 2003 middle school, 2005 designated high school info. technology education course
-----------------------	---	--	--

2. Suggestion in software education

SW역량은 디지털 시대를 사는 사람들이 자신을 표현할 수 있는 언어이자, 4차 산업혁명시대를 주도할 산업 인력의 기술 역량이며, SW라는 도구 위에 전 분야의 변화와 혁신을 이끌어 낼 메이커(Maker) 역량이기에 최근 국내외에서 SW정규교육이 국가적으로 적극 추진되고 있다. 해외 4개국의 SW교육 사례와 국내 현실을 비교해보면, 다음과 같은 정책이 지속적으로 추진되어야 한다.

먼저, 충분한 시수 및 실습시간 확보를 위해, 교육과정이 강화되어야 한다. 영국, 프랑스, 미국 등 대다수의 나라들은 과목당 시수를 지역/학교/교사의 자율에 따라 수행되고 있다. 그래서, 실제 SW교육 시수는 학교마다 차이를 보이지만 SW교육을 진행하는 다수의 학교들은 주 1시간 이상의 수업시간을 배정하고 있다. 그 이유는 SW교육의 특성상, 이론전달 강의뿐만 아니라 학생 스스로 생각하고 만드는 실습교육시간이 필요하기 때문이다. 중국은 정보기술수업시간으로 초등 68시간, 중학교 68시간, 고등학교 70~140시간을 국가 차원에서 제시하고 있다. 이에 반해, 현재 국내는 초등학교 과정의 총 수업시간인 5,892시간의 0.2%에 불과한 17시간의 SW교육과, 중학교 과정의 총 수업시간인 3,060시간의 1.1%인 34시간인 정보과목 교육이 확보된 시수이다. 시수가 부족한 공교육은 그 수행의 성취도가 떨어질 수 밖에 없고, 그럼에도 그 교육의 중요성이 부각된다면 사교육에 의존하게 된다. 지역/학교 자율보다는 국가 주도로 운영되며 과목간 독립성이 강한 국내 교육의 특성상 SW교육의 온전한 시수 확보를 위해서는 독립과목으로 운영되어야 한다. 특정 학년에서의 시수 확보가 어렵다면, SW교육의 시작 시기의 조기화도 가능한 방안이다. 2000년 초반까지도 우리나라는 초등 1학년부터 매주 한 시간씩 ICT 활용교육을 수행하였었던 사례가 있다. 1-2학년 때에는 SW의 활용 및 생활 속 SW의 필요성을 알고, 어느 정도의 논리력과 인지능력을 갖기 시작하는 3학년부턴 컴퓨팅사교육 기반의 SW교육을 시작할 수 있다.

둘째, 교과 전반에서 SW가 융합·활용될 수 있는 제도적 지원을 해야 한다. 분야별 지식과 경험이 SW기술의 콘텐츠로, SW는 그 콘텐츠를 구현해내는 도구로 활용될 수 있다. 즉, SW는 융합이라는 시대적 추세에도 불구하고 과목간 벽이 높은 현재의 국내 교육 현실을 타파할 수 있는 도구로서도 활용가치가

높다. 이를 위해, 2000년대의 '정보통신기술교육 운영지침'에 서처럼, 정보통신기술에 대한 기초능력 배양과 각 교과별 활용을 위한 교수학습방법 등을 구체적 예시로 제안하여 의무교육으로서 수행될 수 있도록 해야 한다. 운영지침과 같은 의무조항 외에도, SW 기반 프로젝트 형태의 교과 융합 수업도 좋은 사례가 될 수 있다. 아직 소수이긴 하지만, SW교육 연구·선도학교, 과학혁신학교 등의 일부 학교에서 교육과정 재구성을 통한 교과과 SW융합교육을 수행하는 사례들이 있다. 이런 프로젝트 형태의 교과융합수업은 교육의 효과성 차원에서 적극 권장되고 있으나, 융합수업 운영 교사에 대한 인센티브나 시수 인정 등은 이루어지고 있지 않다. 교사의 시수를 추가 인정과 고과점수요인으로 포함 등을 통해, 융합교육이 실제적으로 이루어질 수 있도록 지원해야 한다.

Table 8. Suggested SW education curriculum

level	subject	major contents
Elementary school	Informatics (required)	<ul style="list-style-type: none"> • 1-2: understanding how & why to use digital technologies, online privacy education • 3-4: understanding algorithms and programs, implementing simple program and debugging • 5-6: program design, coding, debugging for some goal
Middle school	Informatics (required)	design/usage/evaluation to solve problem in real world, program implementation, understanding algorithms
High school	Informatics (required)	understanding concepts of computer science, creativity (advanced), problem analysis/solving/designing based on CT

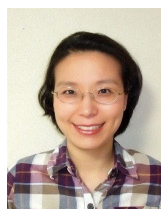
셋째, 다양한 교육콘텐츠와 온라인 교육 플랫폼을 통해, 학생과 교사 모두에게 SW학습 기회를 제공하여야 한다. SW교육은 그 내용이 학생과 교사에게 낯설고 기술적 내용을 포함하기 때문에, 받아들이는 정도가 학습자에 따라 매우 다르다. 학년별/수준별/지역별/성별로 활용하기 좋은 우수한 서비스/콘텐츠들이 필요한데, 이를 단기간에 독자적으로 개발하기란 매우 어렵다. 먼저 해외의 우수한 서비스/콘텐츠들을 활용할 수 있도록, 해당 서비스와 콘텐츠를 한글화하여 소개하는 단계가 필요하다. 그리고 플랫폼을 통해, 학생과 교사뿐만 아니라 관련 기업/기관/개인들이 창의적 콘텐츠를 만들고 공유하는 장이 마련되어야 한다. 미국의 'code.org', 영국의 'code club', 중국의 AI 플랫폼, 에스토니아의 'programming game lab' 등은 인터넷상에서 학생이 스스로 학습하고 성취하면서 성장하는 SW교육을 할 수 있는 온라인 학습 플랫폼이 제공하고 있다. 학생 뿐만 아니라, 교사들을 위한 콘텐츠를 개발하고 이를 공유할 수 있는 커뮤니티(영국의 CAS, 미국의 CSTA) 역시 온라인 플랫폼을 활용하면서 지역적 격차를 해소하며 전국적으로 빠르게 확산시키는 매개체가 되고 있음을 참조해야 할 것이다. 프로그래밍 교육을 위한 웹 기반 플랫폼(클라우드서비스 등)은 지역에 따른

컴퓨팅 환경에 제약받지 않고 안정적인 코딩 교육을 할 수 있게, 국내의 부족한 교육 인력과 지역간 교육환경의 격차 해소 방안이 될 수 있다.

REFERENCES

- [1] World Economic Forum White Paper “Digital Transformation of Industries: Digital Enterpris,” 2016.
- [2] M. Binkley, O. Erstad, J. Herman, S. Raizen, M. Ripley, Miller-Ricci, M. Rumble, “Defining twenty-first century skills.” Assessment and teaching of 21st century skills, pp.17 ~ 66. Springer Netherlands, 2016.
- [3] G. Burkhardt, M. Monsour, G. Valdez, C. Gunn, M. Dawson, C. Lemke, C. Martin, “enGauge 21st century skills: Literacy in the digital age.” Naperville, IL: North Central Regional Educational Laboratory, 2003.
- [4] V. Barr and C. Stephenson, “Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community?”
- [5] S. Bocconi, “Developing Computational Thinking in Compulsory Education,” Publications Office of the European Union, 2016.
- [6] J. M. Wing, “Computational thinking”, Communications of the ACM, v.49 n.3, March 2006.
- [7] GOV.UK, “National curriculum in England: computing programmes of study”, 2014
- [8] Department for Education, “National curriculum in England – computing programmes of study ; key stages 1 and 2”, 2013.
- [9] Department for Education, “National curriculum in England – computing programmes of study ; key stages 3 and 4”, 2013.
- [10] Socle commun de connaissances, de compétences et de culture, 2015.
- [11] Au BO, “spécial du 26 novembre 2015; programmes d'enseignement de l'école élémentaire et du collège”, 2015.
- [12] French Academy of Sciences, “Teaching computer science in France – Tomorrow can't wait”, 2013.
- [13] G.-L. Baron et al., “Computer Science Education in French Secondary Schools: Historical and Didactical Perspectives”, 2014.
- [14] L'école élémentaire, Ministry of National Education, 2016
- [15] Les programmes du collège, Ministry of National Education, 2016
- [16] 国家中长期教育改革和发展规划纲要, (2010-2020年), http://www.moe.gov.cn/srcsite/A01/s7048/201007/t20100729_171904.html
- [17] E. Yoon, “2006~2020 Information technology development strategy of China”, Korea Information Security Agency, 2006
- [18] Ministry of Education of China, http://www.gov.cn/xinwen/2017-10/30/content_5235316.htm
- [19] Ministry of Education of China, http://www.gov.cn/xinwen/2017-10/30/content_5235316.htm

Authors



Hyun-Young Kil received the B.S. and M.S. degrees in dept. of Computer from Korea University, Korea, in 1998 and 2001. She received the M.S degree in dept. of Computer & Info. Science from Univ. of Pennsylvania in 2003 and Ph.D in dept. of

Computer Sci. & Engineering from the Pennsylvania State University, USA in 2010. Dr. Kil joined the faculty of the Department of Software at Korea Aerospace University, Goyang, Korea, in 2018. She is currently an assistant professor of dept. of Software, Korea Aerospace University. Her research interests include Web-based program synthesis, automated planning, and computer science education.