

2022년 개정을 위한 정보과 표준 교육과정 제안

김자미[†] · 우호성^{††} · 양혜지^{†††} · 김민정^{††††} · 김성희^{†††††} · 이소을^{†††††} · 김보선^{†††††} · 김영애^{†††††} · 곽지혜^{†††††}
최현종^{†††††} · 정인기^{†††††} · 이영준^{†††††} · 이원규^{†††††}

요 약

본 연구는 변화하는 정보기술과 사회적 요구를 반영하고, 각 학교급에 갖추어야 할 역량에 근거하여 정보과의 표준 교육과정을 구성하기 위한 목적으로 진행되었다. 목적 달성을 위해, 8개국의 정보과 교육과정을 분석하고, 고등 정보교육과정 표준의 지식체계를 프레임으로 하여 교육과정의 학습요소를 추출하였다. 구성된 표준 교육과정은 51인의 전문가의 검토를 통해 10차례에 걸쳐 의견을 수렴하였다. 연구 진행 결과, 정보과 교육과정을 통해 육성되어야 하는 역량을 정의하고, 해당 역량을 습득하기 위해 요구되는 학습요소의 구성, 그리고 학습요소의 학습을 통해 발현될 수 있을 역량 등 역량 중심 교육과정을 제안하였다. 본 연구에서 제안된 정보과 표준 교육과정은 향후, 2022년에 개정될 정보과 교육과정 구성의 기본적 토대를 마련했다는 데 시사점이 있다.

주제어 : 정보과 표준 교육과정, 역량, 지식체계

Proposing the informatics standard curriculum scheduled to be revised in 2022

JaMee Kim[†] · HoSung Woo^{††} · HyeJi Yang^{†††} · MinJeong Kim^{††††} · SungHee Kim^{††††}
SoYul Yi^{†††††} · BoSeon Kim^{†††††} · YoungAe Kim^{†††††} · JiHye Gwak^{†††††}
HyunJong Choe^{†††††} · InKee Jeong^{†††††} · YoungJun Lee^{†††††} · WonGyu Lee^{†††††}

ABSTRACT

The purpose of this study is to establish the standard curriculum for informatics by reflecting the changing information technology and social needs and based on the competencies that school at each level must have. To accomplish the purpose, the informatics curriculums of 8 countries were analyzed, and the learning elements of the curriculum were extracted with the body of knowledge of the higher-level informatics standard curriculum being the frame. To establish the standard curriculum, 51 experts reviewed it and their opinions were collected 10 times. As a result of this study, the competencies that need to be fostered through the informatics curriculum were defined, and the competency-centered curriculum, including the learning elements required to acquire the competencies, and the competencies that can be manifested through the learning element, was proposed. The implication is that the informatics standard curriculum, proposed in this study, laid down the foundation for establishing the informatics curriculum scheduled to be revised in 2022.

Keywords : Standards Curriculum of Informatics, Competency, Body of Knowledge

[†]종신회원: 고려대학교 교육대학원 컴퓨터교육전공 조교수 ^{††}정 회 원: 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사수료
^{†††}종신회원: 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사수료 ^{††††}정 회 원: 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사과정
^{†††††}종신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정 ^{††††††}정 회 원: 한국교육학술정보원 연구위원
^{†††††††}정 회 원: 한국교육학술정보원 수석연구위원 ^{††††††††}정 회 원: 한국교육학술정보원 연구원
^{††††††††}정 회 원: 서원대학교 컴퓨터교육과 교수 ^{†††††††††}정 회 원: 춘천교육대학교 컴퓨터교육과 교수
^{†††††††††}정 회 원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수 ^{††††††††††}정 회 원: 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과 교수(교신저자)

논문접수: 2020년 1월 1일, 심사완료: 2020년 1월 22일, 게재확정: 2020년 1월 28일

* 본 논문은 2019년도 한국교육학술정보원의 지원을 받아 수행된 성과물임

1. 연구의 필요성

교육과정은 교육내용을 선정할 때, 국가적, 사회적 요구를 반영하고, 학습자의 성장발달 단계를 고려하는 등 처방적인(prescriptive) 학문 영역으로 규정된다[1][2][3]. 따라서 2015년 이후부터는 무엇을, 언제, 어떻게 가르칠 것인가에 대한 지침을 개발하는 과정에서 국가 발전의 핵심으로 제시되는 SW[4][5], 인공지능(Artificial Intelligence: 이후 AI)이라는 주제가 반영되어야 하는 것은 당연한 명제로 받아들여지고 있다[6][7][8][9]. AI 분야가 SW의 한 분야이며, '정보'과의 학습요소가 SW임으로 인하여 각 나라들도 SW와 관련된 역량을 미래교육의 중요한 역량으로 인식하여, SW 관련 교육과정을 개선하고 교육에서 필수화를 추진하는 등의 변화를 보이고 있다[10][11][12][13][14].

미국은 컴퓨터교사 연합회인 CSTA를 통해 2003년 교육과정 모델 개발, 2011년은 개정된 컴퓨터과학(Computer Science : CS)의 내용으로 단체 표준 제시, 2016년에는 CSTA K-12 Computer Science Standards 개발, 2017년은 revised Interim을 공개하는 등 지속적인 개선의 노력이 이어지고 있다[15][16][17][18][19]. 2013년 개정된 교육과정을 공개하고 2014년 9월부터 초·중·등 교육에서 필수과목으로 'Computing'을 교육하고 있는 영국은 세상을 보는 안목의 핵심으로 SW를 제시하였다[10][20]. 프랑스는 2016년 9월부터 초등학교와 중학교에 공식적인 코딩교육을 도입하였다[21]. 2017년 6월부터는 중학교 졸업자격 시험인 'Brevet'에서 코딩연습이 출제되고 있다. 고등학교의 경우, 2019년 가을부터 고등학교 2학년에 디지털과 정보과학(Numérique et Sciences Informatiques)를 도입하고, 2020년 가을에는 3학년에 도입하기로 하였다[22]. 또한 '디지털과 정보과학'을 가르칠 수 있는 교원을 양성하기 위해 대학 학위과정의 일부로 특별교육을 도입하고 교원

자격을 신설하였다[23].

일본도 2017년 공개한 신학습지도요령에서 고등학교 정보1을 필수과목으로 제시하고, 정보2를 선택과목으로 구성하였다[24][25][26]. 2025년에는 대학입학 시험에 정보1을 반영할 것을 공표하였다[27]. 인도는 매년 교육과정을 업데이트하고 있다[13][28][29][30][31]. 최근 개정된 Circulars-2019의 컴퓨터과학 과목에서는 미래의 글로벌 디지털 경제를 발전시키는 힘으로 인식되는 AI 분야를 중등학교²⁾ 교육과정에 포함하는 등 변화를 반영한 교육과정을 제시하였다[32][33]. 중국은 유치원에서 고등학교에 이르는 전 과정에 AI 관련 교과서를 개발하여 보급하였고[6], 호주도 2008년 멜버른 선언 이후 국가 교육과정을 향한 개혁에 착수하여 2010년 역량을 강조한 교육과정을 개발하였다[34]. 즉, 각국의 정보교육에 대한 변화는 시대의 발전에 발맞추어 학생이 살아가는 데 필요한 힘을 기르고, 각 분야에서 다양한 SW나 AI 관련 역량을 활용할 수 있는 인재로 성장하는 데 필요한 내용으로의 개선이라 할 수 있다.

한국도 2015 개정 교육과정을 통해 미래 사회가 요구하는 핵심역량을 함양하기 위해 창의융합형 인재를 양성을 강조하였다. 학생이 갖추어야 할 기본 역량 중 하나로 정보처리 역량을 제시하면서, 초·중·등학교에서 정보교육을 강화하는 방안을 마련³⁾하였다[35][36]. 각 교과는 대학에 입학하기 전까지 공교육에서 어느 정도 수준을 갖추어야 하는지에 대한 지식의 체계를 갖추고 교육과정을 구성하고 있다. 다른 교과와 논리적으로 구별되는, 교과의 고유한 기능과 가치를 체계화한 것이다. 정보과도 교과 자체의 교육적 의미와 가치, 그리고 교육행위의 원리를 포함한 지식의 체계에 기반하여 교육과정을 구성할 필요가 있다.

정보과는 대학에서 다양한 전문분야의 전공을 수행하는 데 필요한 지식이나 수준에 대한 논의는 미흡한 실정이다[37][38]. SW나 AI와 같은 국가 경쟁력의 상징이 되는 내용을 포함하는 등 교과의 교육적 가치가 충분하며, 사회적 요구와 필요에도 불

1) 미국, 이스라엘, 인도는 'computer science', 영국은 'computing', 중국은 '정보기술', 호주는 'digital technology' 등으로 교과명을 사용하고 있으며, 해당 교과 내에서 SW 개발 관련 내용을 핵심으로 하고 있다. 한국, 일본, 독일 등은 '정보'라는 교과명을 사용하고 있다. 본 논문에서는 SW, computer science와 관련된 교과에 대한 논의는 모두 정보 교과로 통일하여 사용한다. 따라서 초·중·등 SW 교육과정이 아닌 정보과 표준 교육과정 개발의 용어를 사용하였다.

2) 중학교 Secondary, 9학년~10학년, 고등학교 Senior Secondary, 11학년~12학년

3) 초등학교는 2019년부터 5~6학년 실과 시간 중 17시간, 중학교는 2018년 신입생부터 3년간 34시간 이상 이수 필수화, 고등학교는 심화선택에서 일반선택과목으로 개정

구하고 체계적인 교육과정 구성의 방향성을 갖추지 못한 것이다[1][39]. 즉, 교육과정 총론에서 교과나 과목의 운영에 대한 방향이 결정되면, 그 결정에 따라 교육과정 각론 편성을 위한 체계는 미흡한 상태이다⁴⁾. 지식의 체계가 마련되지 못한 상태에서의 교육과정 구성은 많은 전문가의 노력에도 불구하고 중등교육에서조차도 계열성과 계속성을 담보하기는 어려울 것이다.

급격한 사회의 변화에 대응하고 미래사회에 대처할 수 있는 역량을 갖춘 인재양성을 위해 각국의 교육과정 개정 주기는 짧아지는 추세이다. 변화가 빠른 만큼 변화에 발맞추어 살아갈 수 있도록 하는 힘을 기르기 위해 자신의 분야에서 SW 관련 역량을 활용할 수 있는 인재를 양성하기 위한 것이다.

교육과정의 구성이 해당 시기의 사회적, 문화적 요구를 반영하는 것이라면, 교육과정 표준은 해당 학문 분야나 교과와 기본이 되는 지식과 기능을 바탕으로 구성한다. 브루너가 제시한 지식의 구조에 근거하여, 초중등 교육 내의 계열성 뿐 아니라 고등교육과 연계하여 지식의 수준과 범위를 설정하고, 계열성·계속성을 고려한 지식체계를 구성할 필요가 있다[31][38]. 교육과정 총론의 운영 방침에 근거하여 정해진 시간 내에 체계적인 교육과정을 구성하는 것은 어려운 일이다. 본 연구는 각 학교급을 통해 갖추어야 할 역량에 근거하여 기본 지식을 구성하고, 정보과 표준 교육과정을 개발하기 위한 목적이 있다. 본 연구는 교육과정이 개정될 때마다 지식체계 마련을 위한 노력을 최소화하고, 초·중등뿐만 아니라 고등교육과의 연계성을 통해 사회적 변화에 대처하는 국가적 인재 양성에도 기여할 수 있을 것으로 판단된다⁵⁾.

2. 각국의 교육과정 구성 및 역량 정의

21세기 학생들이 살아가는 데 필요한 핵심 역량을 밝히기 위해 진행된 OECD-DeSeCo(Definition and Selection of Competencies) 프로젝트 이후

학교교육의 패러다임은 지식에서 역량 중심으로 전환되었다[40]. 역량은 학생 개개인이 교육을 통해 획득해야 하는 행동, 가치, 및 태도의 변화를 지향하고 있다. 역량은 ‘어떤 일을 해 낼수 있는 능력’으로 DeSeCo 프로젝트에서는 ‘역량은 지식(knowledge), 기능(skill), 삶의 태도(attitude)를 포괄하는 능력’이라고 하였다. 특정분야에 대한 지식(knowledge)을 바탕으로 실제 문제를 해결하는데 실행할 수 있는(skill) 것으로 태도(attitude)를 통해 나타나며, 현재 무엇인가를 해낼 수 있는 힘과 해낼 수 있는 성장 가능성까지를 포함하는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 역량(Competency)은 교과와 수행수준 보다 넓은 개념으로[41] 시대적, 사회적 맥락 속에서 삶을 성공적으로 수행하는 데 영향을 주는 지식, 기술, 태도를 포함하는 힘이며, 해당 사회에서 가장 영향을 미치는 행동특성이라고 정의할 수 있다.

본 연구는 각 학교급의 특성을 고려하여, 기르고자 하는 역량을 정의하고, 해당 역량을 발달시키기 위해 어떤 교육과정을 구성하고 있는지에 대해 논의하고자 한다. 이를 위해 <표 1>과 같이 2010년 이후 교육과정이 발표된 나라를 대상으로 각국의 육성 역량과 정보 교육과정을 분석하였다⁶⁾.

<표 1> 역량 및 교육과정 분석을 위한 대상

분석 대상
• 한국(교육부) - 2015 개정 교육과정[35][36]
• 미국(CSTA/ACM, NGA/CCSSO) - CSTA 2017, CCSS[19]
• 영국(DfE) - National curriculum in England 2013[10][42]
• 인도(IITB, CBSE) - CMC 2013, Secondary/Senior Curriculum [12][13][43]
• 일본(문부과학성) - 신 학습지도요령 2017[26]
• 호주(ACARA) - Australian Curriculum F-10 Curriculum[14]

4) 교육과정 총론에서 선택과목의 68시간이 결정되면, 68시간에 적합한 교육과정 구성, 필수교과로 34시간 이상이 결정되면, 해당 시수에 적합한 교육과정 구성 등이 이루어짐

5) 본 연구에서 고등교육과의 연계는 SW전공자나 프로그래머 양성을 위한 교육을 의미하는 것이 아님. 모든 분야에서 SW를 활용할 수 있도록 기본적인 역량을 증진시켜, 학생이 자신의 전문분야와 SW를 융합할 수 있도록 하기 위한 것임

6) 일본의 경우, 프로그래밍적 사고는 컴퓨팅사고력을 의미하는 것으로 일본 문부과학성 관계자와의 인터뷰를 통해 확인하였다.

<표 2> 역량 분석 결과

구분	한국	미국	영국
일반역량	• 지식정보처리	• 정보 미디어, 기술스킬	• 각 교과 역량으로 대체
교과역량	• 정보문화 소양 • 컴퓨팅사고력 • 협력적 문제해결력	• 컴퓨팅사고력	• 컴퓨팅사고력
구분	인도	일본	호주
일반역량	• 정보기술활용 능력	• 정보 활용능력	• ICT 역량
교과역량	• 비판적 사고력 • 협동력 • 의사소통 • 창의력	• 일반역량(사고력·판단력·표현력/ 지식·기능/배우고자 하는 힘·인간성)을 정보와 관점에서 제시 • 프로그래밍적 사고	• 컴퓨팅사고력

2.1 정보과 역량 정의

세계 각국이 지향하고 있는 역량 중심 교육과정은 <표 2>와 같이 습득한 지식을 활용하여 새로운 문제를 해결하는 능력을 함양하는 데 집중하고 있다.

많은 나라에서 일반역량으로 ‘정보’과와 관련된 역량을 제시하였고, 교과 역량으로는 인도를 제외하고 모든 나라가 ‘컴퓨팅사고력’ 함양을 제시하였다[10][18][35][44]. 즉, 학생이 기술적 관점에서 단순히 지식과 기능을 학습하지 않고, 각 분야의 특성을 고려하여 정보과의 지식을 활용할 수 있는 태도가 발현되도록 한 것이다. 인도는 21세기에 갖추어야 하는 4C에 근거하여 교과 역량을 정의하였다[43]. 즉, 세상을 살아가는 데 필요한 모든 역량이 정보과를 통해 육성될 수 있음을 반증하는 것이라고 해석할 수 있다.

2.2 교육과정의 구성

각국의 교과 역량이 동일했던 것과 달리 교육과정은 사회적 상황과 교육제도 등에 근거하여 다른 구성형태를 나타낸다. 정보과 공통영역 추출을 위한 교육과정 영역분석은 중등을 기준으로 다음과 같은 내용이 반영되었다. 첫째, 한국, 미국은 교육과정의 지식영역 측면에서 초중등 혹은 중등학교의 지식영역을 동일하게 사용한다. 둘째, 인도나 일본은 학년이나 과목별로 영역이 상이하므로 분류 대상 선정에 일본은 정보1과 II를 동시에 고려하였고, 인도는 12학년을 선택하였다. 셋째, 영국의 경우 국가 교육과정은 아니지만 컴퓨팅 교사 그룹에서 분류한 영역을 기준으로 하였다.

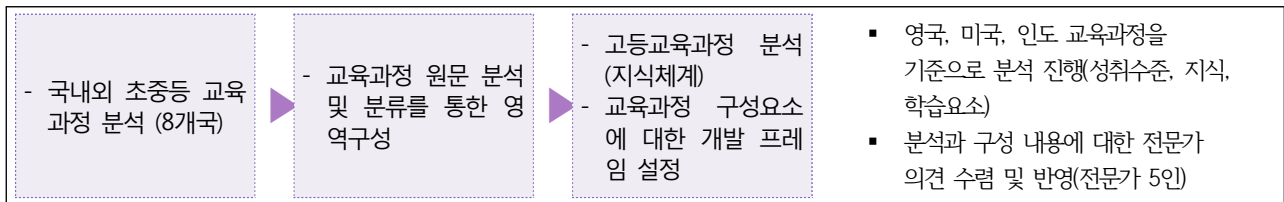
각국의 교육과정에서 제시하는 영역을 분석한 결과는 <표 3>과 같다.

<표 3> 각국의 정보과 교육과정 영역 구성

한국	미국	영국	인도	일본		호주	공통영역
				정보 I	정보 II		
컴퓨팅 시스템	컴퓨팅 시스템	컴퓨터	컴퓨터 네트워크	컴퓨터와 프로그래밍	정보시스템과 프로그래밍	디지털 시스템의 구성	컴퓨팅 시스템
	네트워크와 인터넷	통신과 인터넷				디지털 솔루션 개발	
문제 해결과 프로그래밍	알고리즘과 프로그래밍	알고리즘	컴퓨팅사고력과 프로그래밍	정보통신 네트워크와 데이터 이용	커뮤니케이션과 정보콘텐츠	데이터 분석, 수집, 관리	알고리즘
		프로그램				데이터 표현	프로그래밍
자료와 정보	데이터와 분석	데이터	데이터 관리	커뮤니케이션과 정보디자인	정보시스템과 프로그래밍		데이터
정보문화	컴퓨팅의 영향	컴퓨터 (사회적 사용 내용)	사회, 법률 및 윤리				정보사회와 윤리

<표 4> 참여 전문가의 구성 현황

구분	명	비고
사범대 컴퓨터교육과 교수	14명	• 사범대학 컴퓨터교육과에 5년 이상 재직 중인 교수
교육대학교 컴퓨터교육과 교수	8명	• 교육대학교 컴퓨터교육과 5년 이상 재직 중인 교수
중등 정보·컴퓨터 교사	15명	• 정보 교과서 집필 경험이 있는 교사
초등학교 교사	14명	• 초등학교에 10년 이상 재직하고 있는 교사
계	51명	• 컴퓨터 교육 석사학위 취득하고 초등학교에 5년 이상 재직하고 있는 교사 • 정보·컴퓨터 교사 자격증을 소지하고, 교직에 5년 이상 재직하고 있는 교사 • 컴퓨터 교육 석사학위 취득하고, 정보·컴퓨터 교사 자격증을 소지한 교사



[그림 1] 프레임 설정 : 1단계

각국의 정보과 교육과정은 4개에서 5개의 영역으로 구성되어 있었다. 호주를 제외한 나라에서 정보사회와 윤리에 대한 영역이 있었으며, 데이터, 알고리즘, 프로그래밍, 컴퓨팅 시스템 등 학문의 핵심을 이루는 내용 요소들이 영역으로 제시됨을 확인하였다. 따라서 본 연구는 각국 교육과정 분석을 통해 정보과의 지식영역으로 ‘컴퓨팅 시스템’, ‘알고리즘’, ‘프로그래밍’, ‘데이터’, ‘정보사회와 윤리’의 다섯 영역을 도출하였다.

3. 정보과 표준 교육과정 개발 절차 및 내용

초중등 정보과의 표준 교육과정을 개발하기 위한 본 연구는 개발된 내용에 대한 전문가 검증을 통해 내용 타당도를 확보하였다. 참여 전문가에 대한 구체적인 내용은 <표 4>와 같다.

전문가들은 4단계로 이루어진 연구 진행 절차 및 단계별 내용에 대한 검토를 진행하였다. 초등과 중등교사는 각 학교급에 따르는 교육과정 내용 검토를 진행하였고, 교수들은 학교급에 구분 없이 교육과정에 대한 전반적인 내용을 자문하였다.

본 연구는 정보과 표준 교육과정을 개발하는 데 절차적 타당성을 갖추기 위하여 프레임 설정, 교육과정 분류(지식 분류), 학습요소 구성, 시수 및 성취수준 개발 단계를 진행하였다. 내용적 타당성을 갖추기 위하여 총 8회의 전문가 협의회 및 자문을 통한 검토를 진행하였다. 정보과 표준 교육과정 개발 절차를 개관하면 다음과 같다.

1단계는 교육과정 구성을 위한 프레임을 설정하였다. [그림 1]과 같이 첫째, 한국을 포함하여 국외 7개국(미국, 영국, 인도, 일본, 호주, 프랑스, 독일)의 초중등 교육과정을 분석하였다. 둘째, 분석된 내용을 토대로 표준 교육과정의 영역을 구성하였다. 교육과정 영역의 구성은 한국과 가장 유사한 영역구성을 갖는 영국, 미국, 인도 교육과정 원문 분석 및 분류를 통해 도출하였다. 셋째, 정보과 고등교육과정 표준(CS2013, J07, J17) 분석을 통해 교육과정 개발을 위한 지식체계를 구성하고 프레임을 완성하였다[45][46][47][48][49]. 표준 교육과정 개발을 위한 프레임은 [그림 2]와 같이 검토 회의를 통해 프레임 구성의 일부가 수정되었다.

7) 소프트웨어 개발 기초(SDF), 이산 구조(DS), 알고리즘과 복잡도(AL), 시스템 기초(SF), 프로그래밍 언어(PL), 소프트웨어 공학(SE), 사회적 이슈와 전문적 실현(SP), 병렬 및 분산 컴퓨팅(PD), 운영체제(OS), 구조와 조직(AR), 네트워크와 통신(NC), 정보관리(IM), 지능형 시스템(IS), 정보 보호와 보안(IAS), 인간

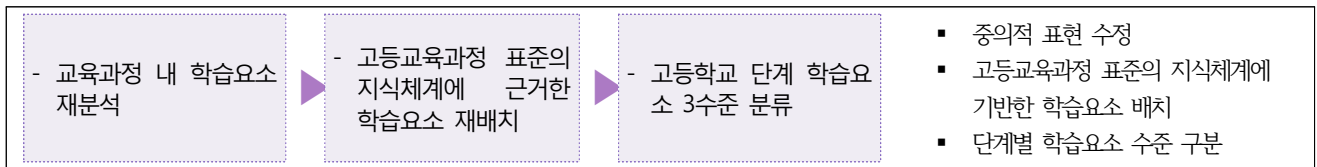
영역	지식	세부영역	구분	내용	성취수준
A	a1		학습요소	α, β	$\alpha 1, \alpha 2, \beta$
			활동		
	a2		학습요소	γ, δ	$\gamma, \delta 1, \delta 2$
			활동		
B	b1		학습요소		
			활동		

표준 교육과정 구성의 프레임은 왼쪽과 같이 ‘단원’에 해당하는 영역과 해당 영역이 어떤 지식으로 구성되었는지, 학습요소와 성취수준, 활동 등을 포함하였다. 특징적인 것은 하나의 세부영역에 여러 지식이 포함될 수 있을 것을 고려하였으나, 전문가 협의회를 통해 해당 내용이 수정되었다.

영역	지식	구분	내용	성취수준
A	a1	학습요소	α, β	$\alpha 1, \alpha 2, \beta$
		활동		
	a2	학습요소	γ, δ	$\gamma, \delta 1, \delta 2$
		활동		

수정된 표준 교육과정 프레임 (고등 교육과정 표준에서 제시하는 18개의 지식 체계 활용⁷⁾)

[그림 2] 전문가 협의회를 통해 수정된 최종 표준 교육과정 프레임



[그림 3] 지식체계 프레임에 근거한 학습요소 배치(지식 분류) : 2단계

2단계는 고등교육과정 표준 지식체계 프레임에 근거하여 학습요소를 배치하였다. [그림 3]과 같이 첫째, 개발 프레임을 기반으로 초중등 교육과정을 재분석하였다. 국외 교육과정은 분석 내용을 한글화하는 과정에서 표현의 의미적 중의성을 수정하였다. 둘째, 고등교육과정 표준의 지식영역(Knowledge Area, KA)에 근거하여 학습요소를 재배치하였다. 즉, 각 학습요소를 고등교육과정 표준의 KA 수준에 맞춰서 구분하였다. 셋째, 배치된 학습요소를 내용의 어려움에 따라 상·중·하로 분류하였다. 학습요소의 난이도는 유병건 외(2017)연구⁸⁾와 국외 교육과정에서 제시하는 초중등의 내용 수준을 참조하였다[37].

초중등 정보과 표준 교육과정 구성을 위한 학습요소는 <표 5>와 같은 절차에 의해 구성되었다.

먼저 5개국의 초중등 정보과의 학습요소를 고등교육과정 표준의 지식체계에 근거하여 배치하였다 (1). 학습요소의 배치를 위해 고등교육과정 표준의 지식영역을 기준으로 하여 키워드를 추출하고, 성취기준, 지식, 학습요소 등에 대해 교육과정의 원문 분석 및 내용을 분류하였다. 다음은 고등교육과정 지식영역에서 제시하는 학습요소를 해석하는 과정에서 용어의 중복이나 용어 자체의 중의성을 제거하였다(2). 그리고 본 연구에서 제시하는 표준 교육과정 영역⁹⁾과 고등교육과정 지식영역을 고려한 학습요소를 재배치하였다(3).

마지막으로 각 학습요소의 난이도에 따라 학교급에 맞는 배치를 위해 상, 중, 하의 수준으로 구분하였다(4).

-컴퓨터 상호작용(HCI), 그래픽과 시각화(GV), 컴퓨팅 과학(CN), 플랫폼 기반 개발(PBD)

8) 유병건 등의 연구는 고등교육과정 표준의 관점에서 각 지식체계에서 기초적인 지식부터 어려운 순을 제시하고 있다.

9) 컴퓨팅 시스템, 알고리즘, 프로그래밍, 데이터, 정보사회와 윤리의 다섯 개 영역

<표 5> 지식체계 프레임에 근거한 학습요소 배치의 절차

(1) 고등교육과정 표준의 지식체계에 근거한 학습요소 배치

	CAS-STAGE 4	CBSE-Senior XI 2019-2020	CSTA-3A	CSTA-3B
KA	Algorithms (A) Programs (P) Data (D) Computers (C) Communication (T) the Internet	Computer Systems and Organisation(C, 10, 10, 2) Computational Thinking and Programming(P, 35, 60, 45) Data Management (D, 15, 30, 23) Society, Law and Ethics(S, 10, 10, 0)	Programming and Computational Thinking(P, 30, 80, 70) Computer Networks(N, 15, 30, 10) Data Management (M, 15, 20, 20) Society, Law and Ethics(S, 10, 10, 0) Practicals(PR, 30, 0, 0)	Computing Systems (C) Networks and the Internet (N) Data and Analysis (D) Algorithms and Programming (A) Impacts of Computing (T)
AL	Familiarity with several key algorithms (sorting and searching), (A)	Sorting algorithm: bubble and insertion sort, count the number of operations while sorting.(P)		Use and adapt classic algorithms to solve computational problems.(A)
AR	Two's complement signed integers (D) String manipulation...(D)	Information representation: numbers in base 2, 8, 16, binary addition(C) Strings: ASCII, UTF8, UTF32, (SCL) (Indian 'script' code), Unicode(C)		
CN	Data compression: lossless and lossy compression algorithms (example JPEG) (D) Problems of using discrete binary representations...(D) Conversion: digital representations cannot represent analogue signals with complete accuracy (e.g. a grey-scale picture may have 16, or 256, or more levels of grey, but always a finite number of)		Data visualization using Python: line chart, pie chart, and bar chart.(P)	Translate between different bit representations of real-world phenomena, such as characters, numbers, and images.(D) Create interactive data visualizations using software tools to help others better understand real-world phenomena.(D) Use data analysis tools and techniques to identify patterns in data representing complex systems.(D) Select data collection tools and techniques to generate data sets that support a claim or communicate information (D)

(2) 고등교육과정 지식영역에 따른 중의성 제거

KA	CAS - STAGE4	CBSE-Senior XI		CSTA-3A	CSTA-3B
		COMPUTER SCIENCE (THEORY)	INFORMATICS PRACTICES		
AL	정렬 및 탐색	정렬알고리즘 및 작업 수 계산			고전 알고리즘(정렬, 탐색)
AR	2의 보수 이상 이진 표현 부호 표현	데이터 표현 문자열과 유니코드			
CN	데이터 압축; 무손실 및 손실 압축 알고리즘 양자화, 그레이 스케일 샘플링		데이터 시각화	문자, 숫자 및 이미지의 비트 표현 및 변환 데이터 시각화 관계 모델 및 기술 데이터 수집	데이터 분석 도구 및 기술을 사용하여 데이터의 패턴 식별 중요 정보를 전달을 위한 데이터 수집 그림 및 기술 시뮬레이션을 통한 가설 정체 시험 및 지원

(3) 표준 교육과정 영역과 고등교육과정 지식영역을 고려한 학습요소 재배치

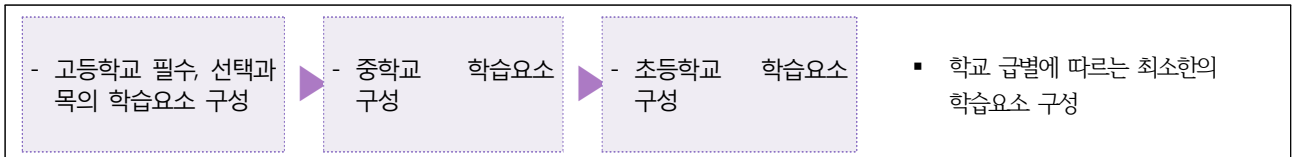
프로그래밍	알고리즘	컴퓨팅 시스템	데이터	정보사회와 윤리
SDF	SDF	AR	CN	IAS
<ul style="list-style-type: none"> 변수 [CBSE / 11-12] - 변수 할당 [CAS / K3] - L-value와 R-value [CBSE / 11-12] 데이터 유형 [CAS / K3] [CBSE / 11-12] - integer, character, string 등 기본 데이터 구조 [CSTA / 3A] - 문자열(문자열 조작) - 리스트 - 배열 - 스택 - 큐 [CSTA / 3A] [CBSE 11-12] 	<ul style="list-style-type: none"> 알고리즘의 개념 [CBSE 11-12][CSTA : 3A] 알고리즘 구조 [CBSE 11-12] (control structure) - 선택 구조(selective structure) - 반복 구조(iterative structure) 탐색 알고리즘 [CSTA / 3a][CAS / K4] 정렬 알고리즘 (버블, 삽입, 퀵) [CBSE 11-12] [CAS / K4] 재귀 알고리즘 [CSTA / 3a, 3b] [CAS / Adv] 해싱 [CAS / Adv] 	<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨터구조의 기초 [CAS-K3] 부울 대수[CBSE 11-12] 논리게이트[CSTA-3A, CAS-K4] AND/OR/NOT 논리회로 [CAS-K4] - 플립플롭 - 레지스터 CPU 프로그램 실행구조 [CAS-K3] 저장장치 [CAS-K3] - 하드디스크 - 메인메모리 폰노이만 구조 [CAS-K4] - 메모리, 제어장치, 산술논리장치, 입출력 매커니즘 Multiprocessor system [CAS / Adv] 	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 표현 [CAS-K3] - Text, bit pattern, Morse code, Sounds, WAV, MIDI, Pictures, bitmap, video, hexadecimal color codes 아날로그 디지털 변화 [CAS-K3] 문자열 [CAS-K3] [CBSE 11-12] - ASCII, UTF8, UTF32, Unicode 데이터 저장 및 검색(data storage/retrieval) [CSTA-3b] 데이터 압축 (무손실 및 손실): jpg 압축 [CAS / K4] 	<ul style="list-style-type: none"> 암호코드 [CSTA-3A] - 랜섬웨어 - 바이러스 윌 - 스파이웨어 - 피싱 웹 보안 [CSTA-3A] - 웹사이트 접근 - 브라우저 보안 인가된 접근 [CSTA-3b] 암호화 [CBSE-9-10] - ASCII 코딩 [CSTA-3b] 컴퓨팅의 영향 [CSTA-3A] - 개인, 노력, 경제 문화에 대한 컴퓨팅 영향 e-commerce, 기술과 사회 정보격차 [CBSE-9-10] 개인정보보호 - 온라인 정보보호 [CSTA-3A] 지적재산권 [CSTA-3A] CO PVRIGHT [CSTA-3A] COPYLEFT [CSTA-3A] - 라이선스 도덕적 딜레마 [CSTA-3A]
<ul style="list-style-type: none"> 입력과 출력 [CBSE / 11-12] 연산자 [CBSE / 11-12] 제어 구조 [CSTA / 3a] - 조건문 : if, elif, else 등 [CBSE / 11-12] 	<ul style="list-style-type: none"> AL 알고리즘 평가 [CSTA / 3b] [CBSE 11-12] [CAS / K3] - 시간복잡도 - 공간복잡도 	<ul style="list-style-type: none"> OS 운영체제 역할 [CSTA-3A] 프로세스 	<ul style="list-style-type: none"> IM SQL [CBSE-11-12] 관계형 데이터베이스 [CBSE-11-12] 	

(4) 고등학교 단계에서 학습요소의 난이도를 고려한 분류

	프로그래밍	알고리즘	컴퓨팅 시스템	데이터	정보사회와 윤리
상	<ul style="list-style-type: none"> JAVA(환경설정 기본 모듈 사용) 컴퓨팅 플랫폼 프로그래밍 개발 모바일 앱 웹 앱 웹어플리케이션 코드점토출 통한 품질 평가 (안전성 테스트) 	<ul style="list-style-type: none"> 유리수식 최적화 알고리즘(최상) 유전 알고리즘 	<ul style="list-style-type: none"> 교착, 상태 및 라이브러 중복 및 오류 수정 암호화 및 보안 네트워크 (종류, 무선, 프로토콜) 어드레싱, 패지, 실행 사이클 클라우드 컴퓨팅 용어 세트 어셈블리 코드 논리게이트, AND/OR/NOT, 듀플렉싱, 플립플롭 	<ul style="list-style-type: none"> JOIN 2차형과의 관계 관계형 데이터베이스(카디널리티, 참조) 키 (candidate, alternative, foreign key) 프로서저 Django 활용한 GetPost 요청 파이선과 Q. 데이터베이스 활용 프로그램 	<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨터 사용과 학습 시 성별과 장애문제 효율성, 실현가능성 및 윤리적 영향에 대한 보안 조치 바이러스를 옮기기 위한 프로그램 개선 안전, 법률, 윤리적 맥락에서 사생활의 사회적 및 경제적 함의 세계의 컴퓨터 리소스에 분배에 대한 형평성 소프트웨어 개발자가 장치 및 정보를 허가 하지 않은 접근으로부터 보호하는 방법 (obd와 연관) 제스처 컴퓨터 프로그래밍으로 이어질 수 있는 보안 문제 사이버 보안 권장사항 선택과 구현의 상관관계
중	<ul style="list-style-type: none"> 문제 분석(절차, 모듈 객체) 알고리즘 기반 프로그래밍 개발 통합 개발 환경 (IDE) 연결 도구 	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 압축: 무손실 및 손실 압축 알고리즘 정렬 및 탐색 알고리즘 설계(테스트 및 수정) 알고리즘의 효율성, 정확성 (시간복잡도 공간복잡도) 소프트웨어 생명주기 	<ul style="list-style-type: none"> 인증기능과 소프트웨어/물리적 시스템의 관계 운영체제와 가상 컴퓨터 클라우드 컴퓨팅의 개념 분할 컴퓨팅 소개(사태) 네트워크의 확장성과 안정성 평가(라우터, 스위치, 서버, 라우터) 	<ul style="list-style-type: none"> DBMS 기본 기본 SQL (7-primarykey, 속성, 튜플) Aggregate Function NOSQL, 데이터베이스의 기본 (ER 다이어그램, 관계형의 모델링 기본) 	<ul style="list-style-type: none"> 지적재산권, 디지털 저작권 관리 및 라이선스, 오픈소스 개인정보 보호 기술과 사회 알고리즘이 여러분야의 문제에 적용되는 방법 미래 정보 기술 예측

<표 6> 학습요소 배치에 관한 전문가 의견

영역	학습요소	전문가 의견
컴퓨팅 시스템	<ul style="list-style-type: none"> •플립플롭의 수준 정의 •교착상태 및 라이브락 •어셈블리코드 등 	<ul style="list-style-type: none"> •컴퓨팅 시스템의 경우, 내용 요소들이 고등교육의 수준으로 구성되어 있음 •해당 내용에 대한 수준 고려
알고리즘	<ul style="list-style-type: none"> •휴리스틱 •유전 알고리즘 •프로그램 문서화 	<ul style="list-style-type: none"> •공통 과정에서 '휴리스틱'을 다루는 것은 어려움이 있음 •유전자 알고리즘 등은 '선택'과정을 통해 진행하는 것이 좋음 •프로그램 문서화는 프로그래밍 영역의 학습요소로 재배치
프로그래밍	<ul style="list-style-type: none"> •JAVA •컴퓨팅 플랫폼 프로그램 개발 •모바일 앱 •웹앱 •웹어플리케이션 	<ul style="list-style-type: none"> •특정 프로그래밍 언어를 제시할 것인지에 대한 논의 필요 •프로그래밍에서 앱이나 웹 어플리케이션을 개발하는 것에만 집중할 것인지 논의 필요 •프로그래밍의 수준을 어디까지 설정할 것인지 사전에 정의하고 교육과정을 구성할 필요 있음 •웹앱의 경우, 최근에는 사용하지 않는 내용이므로 해당 내용을 수정
데이터	<ul style="list-style-type: none"> •데이터베이스 •파이썬으로 데이터베이스 활용프로그램 구성 	<ul style="list-style-type: none"> •데이터베이스를 어디까지 가르쳐야 할 것인지에 대한 수준 정의의 필요 •프로그래밍에 대한 수준과 데이터베이스에 대한 수준의 조율 필요
정보사회와 윤리	<ul style="list-style-type: none"> •컴퓨팅의 성평등 •바이러스를 줄이는 프로그램 개선 •사회적, 경제적 함의 문제 	<ul style="list-style-type: none"> •성별과 장애에 따른 컴퓨팅 사용의 형평성 •사이버 보안에 대한 내용과 구현의 상충관계의 필요성 •컴퓨팅 리소스의 분배에 대한 형평성 등 사회적인 문제의 부분을 고등학생 단계에서 새롭게 구성할 필요 있음
기타	<ul style="list-style-type: none"> •학습요소를 '선택'과 '필수'로 구분 	<ul style="list-style-type: none"> •표준 교육과정이기 때문에 '필수'로 학습해야 할 요소와 '선택'적으로 학습할 요소를 구분하였으나, 전문가들은 구분이 무의미하기 때문에 모두 필수적 요소로 제시할 것을 권고함



[그림 4] 나선형의 학습요소 구성 : 3단계

학습요소들을 난이도에 근거하여 배치하는 과정에서 전문가들의 의견 수렴을 통해 <표 6>과 같은 의견들이 반영되었다.

3회에 걸친 전문가들의 의견 수렴 결과, 현재 2015 정보과 개정 교육과정의 내용 수준에 비해 학습요소의 난이도가 매우 높다는 점, 각 영역별 학습요소가 중복된다는 점, 해당 영역을 통해 어느 정도 수준까지를 가르칠 것인지, 현재까지 제시된 적이 없던 내용을 포함시킬 것인지 등과 같은 점 등이 제기되었다.

3단계는 교육과정 설계의 원리를 고려하여 나선형의 학습요소를 구성하였다. 본 연구는 영역별 학습요소의 난이도에 근거하여 고등학교, 중학교, 초등학교의 순으로 학습요소를 구분하였다. 고등학교

부터 학습요소를 구성한 것은 '범위'의 관점에서 공교육의 단계에서 학습해야 하는 최소한의 수준을 상정하기 위한 것이다. '교육과정 구성의 계열성과 계속성'을 고려하여 표준 교육과정을 구성하고, 학습요소의 구성이 나선형으로 배치될 수 있도록 하였다.

분류된 학습요소를 교육과정의 내용 요소로 구성하는 절차는 [그림 4]와 같이 진행되었다. 1단계는 고등학교 필수 및 선택과목과 중학교의 학습요소를 먼저 구성하였다. 고등학교 수준에 해당하는 '상·중' 수준의 학습요소를 구성하고 '하' 수준의 학습요소는 중학교에 배치하였다. 마지막으로 중등 수준의 학습요소를 기반으로 초등학교 학습요소를 구성하였다.

영역	지식	구분	초등학교			중학교		고등학교	
			1단계	2단계	3단계	기본	심화	기본	심화
제1영역	KA 1	학습요소							
		성취수준							
		활동							
	KA 2	학습요소							
		성취수준							
		활동							

영역	지식	구분	초등학교(각 단계 모두 공통)			중학교	고등학교	
			1단계	2단계	3단계	공통	공통	선택
제1영역	KA 1	학습요소						
		성취수준						
		활동						
	KA 2	학습요소						
		성취수준						
		활동						

표준 교육과정 구성의 프레임은 초등학교는 1-2학년 1단계, 3-4학년 2단계, 5-6학년 3단계로 구성하고, 중학교와 고등학교는 '기본'과 '심화'로 구성하였다. 전문가 협의회 결과, 초등학교와 중학교는 '공통'으로 구성하고, 고등학교도 '공통'과 '선택'으로 구성할 것이 제안되었다.

수정된 표준 교육과정 프레임
초등학교와 중학교는 모두 '공통', 고등학교는 '공통'과 '선택'과정으로 구분

[그림 5] 표준 교육과정 구성 프레임에 대한 전문가들의 의견 수렴 내용

학습요소의 배치를 위해 제시된 표준 교육과정 개발 프레임은 [그림 5]와 같이 의견이 반영되어 수정되었다.

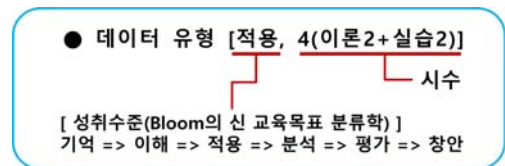
의견 수렴으로 수정된 표준 교육과정 구성 프레임은 첫째, '영역'의 경우 위 국내외 교육과정 분석의 결과로 도출된 컴퓨팅 시스템, 알고리즘, 프로그래밍, 데이터, 정보사회와 윤리로 구분된다. 각 영역의 경우 명칭은 변경될 수 있다. 둘째, '지식'은 고등교육과정 표준에 제시된 지식영역을 의미하며, 각각의 영역에 해당하는 세부 지식영역이 포함될 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 시스템의 경우, OS(운영체제), NC(네트워크 통신), AL(구조와 조직) 등의 경우가 포함될 수 있다. 셋째, '구분'의 경우, 각 KA에 대해 학습요소, 성취수준, 활동으로 구성된다. 학습요소는 학습 내용을 의미하며, 성취수준은 지식에 따른 교육의 목표를 기술한다. 활동은 성취수준에 도달하기 위해 교사들이 고려할 수 있는 활동을 나타낸다.

4단계는 [그림 6]과 같이 해당 학교급에 배워야 할 최소한의 학습요소를 상정하여, 적정 시수를 설정하고 교육목표 분류학에 근거하여 성취수준을 개발하였다.

- 교육목표 분류와 시수 설정 - 성취수준 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 시수 산정: 최소한의 학습요소를 해당 학교급에 배치할 때의 적정 시수 ▪ 신교육목표 분류학에 기초한 성취수준 개발
-------------------------------	--

[그림 6] 시수 및 성취수준 개발

학습요소에 대한 시수 및 성취수준은 다음과 같은 형태로 제시하였다.



[그림 7] 학습요소의 구조

구성된 학습요소는 신교육목표 분류학¹⁰⁾에 따라 교육목표를 분류하고, 목표달성을 위한 수업시수를 설정하였다. 시수 설정은 기존 문헌[10][43]과 학생의 이해수준을 반영하였고, 이후 전문가 검토를 통해 확정하였다.

4. 정보과 표준 교육과정 개발

2022년 개정을 위한 정보과 표준 교육과정을 제안한 본 연구에 교육과정 개발전략은 세 가지 관점으로 설정하였다. 각 학교급에 정보과를 통해 어떤 역량을 육성해야 하는지에 대한 내용을 정의하고, 육성하고자 하는 역량에 근거하여 표준 교육과정을 개발하였다.

4.1 교육과정 개발 전략

교육과정 개발에서 중요하게 고려되어야 하는 것은 절차적 타당화와 내용의 타당화이다. 즉, 교육

10) 신교육목표분류학에서 제시하는 기억, 이해, 적용, 분석, 평가, 창안의 수준을 상정하고, 해당 성취수준을 이수하기 위한 시수를 제시하였다[58].

과정을 개발하는 전체의 과정이 절차상으로 적합한지에 대한 것과 개발된 학습요소가 해당 교과목의 교육 목적을 달성하기에 적절한 체계를 갖추고 있는지를 확인하는 것이다.

본 연구는 정보과 표준 교육과정을 개발하는데 타당성을 확보하기 위해 전체 개발의 방향이나 프레임의 설정 등에서 절차적 측면과 내용적 측면을 동시에 고려하여 진행하였다. 따라서 초중등 정보과 표준 교육과정을 개발하기 위한 전략을 수립하였다. 표준 교육과정 개발을 위한 전략은 현재까지 분석한 고등 정보교육과정 표준, 국내외 초중등 정보과 교육과정 등의 내용을 토대로 하였다. 개발 전략에 근거하여 표준 교육과정 구성을 위해 필요한 요소들을 추출하였으며, 교육과정 개발 전략 및 방향, 내용 구성에 대해서는 전문가들의 의견을 반영하여 구체화하였다.

초중등 정보과 표준 교육과정 구성을 위한 전략은 첫째, 지식으로서 정보학의 관점, 둘째, 학문적 위계성, 셋째, 교육과정 설계원리에 대한 것으로 구체적인 내용은 다음과 같다.

4.1.1 지식으로서 정보학의 관점

정보기술의 급속한 발달이 사회 전반의 패러다임을 바꾸는 가운데, 정보기술이나 정보 분야 전반에서 인재양성에 대한 요구가 높아지고 있다. 한국, 독일, 프랑스, 일본 등은 SW와 관련된 교과명을 '정보'라 명명하며, 정보사회를 이끌어가는 학문 분야로서의 입지를 다지고 있다¹¹⁾. '정보'내의 학습요소인 SW는 변화하는 시대의 핵심 내용으로 세계 각국은 정보를 기반으로 한 SW인재 양성을 국가 경쟁력으로 연결지며, 사회 변화를 주도하려고 있다. 따라서 '정보'는 SW라는 학습요소보다는 상위개념으로 정보사회를 가능하게 한 학문 분야에 대해 논의할 필요가 있다.

'정보'교과의 모태가 되는 정보학은 정보에 대한 이해를 시작으로 한다. 즉, 정보로 인한 세상의 변화를 인식하고, 정보의 사회적 가치를 탐구하기 위

해, 정보의 생성, 탐색, 표현, 축적, 관리, 인식, 분석, 변환, 전달과 관련된 원리와 기술을 탐구하는 학문이라 정의되고 있다[50]. 정보를 활용하는 데 필요한 지식의 기반은 정보학이라 할 수 있다. 정보학을 구성하는 모든 분야는 단지 정보를 다루는 것만이 아니라 정보를 통한 사회적 가치 창조를 목표로 한다. 정보학은 많은 부분이 컴퓨터과학(computer science)의 학문 요소로 구성되어 있지만, 그 외에도 기호론이나 사이버네틱스의 개념을 포함하거나 미디어론이나 커뮤니케이션론 등과 같은 사회정보학의 분야까지를 포괄한다[50]. 즉, 정보학은 정보사회에 대해 탐구하고 정보사회를 이해하기 위해 컴퓨터에서 처리되는 정보, 그리고 사회에서 커뮤니케이션을 위해 이용되는 정보 등에 대한 공통의 이해를 요구하고 있다[51]. 정보사회를 가능하게 하는 '정보'를 탐구하는 학문인 정보학은 지식의 관점에서 정보의 일반 원리뿐 아니라 컴퓨터에서 처리되는 정보의 원리, 정보를 다루는 기계 및 장치를 설계하고 구현하기 위한 기술, 정보를 다루는 인간 사회에 관한 이해, 사회에서 정보를 다루는 시스템을 구축하고 활용하기 위한 기술·제도·조직 등을 포괄하고 있다[54]. 즉, 정보학은 컴퓨터과학 요소의 필요조건을 갖춘 학문 분야라고 할 수 있다.

정보학에 기반을 둔 정보 교과 표준 교육과정은 모태 학문인 정보학의 지식체계를 근간으로, '정보학'의 기본 지식을 다루는 내용으로 개발되어야 한다. 정보 교과는 정보기술과 많은 관련이 있어서 급속한 사회의 변화나 발전에 따라 새로운 기술이 나올 때마다 학습요소가 흔들릴 수 있다. 혹은 컴퓨팅 기기에 집중할 경우, 컴퓨터의 조작기술을 습득하는 것 등으로 정보 교과의 의미가 축소될 가능성도 배제하기 어렵다. 따라서 교과의 모태 학문에 대한 지식체계에 근거하여 교과 지식의 방향성을 설정하고, 변화하는 사회에 대처할 수 있는 학문, 교과로서의 정체성을 확립할 필요가 있다.

정보학은 특정 학문 분야에 집중하지 않고, 다양한 학문 분야에서 문제를 해결하기 위한 새로운 방법론을 제시하고 있다. 정보로 인해 변화하는 세상에 대한 이해를 제공하는 학문이며, 정보로 인해 발생하는 문제들을 해결하는데 새로운 방법론을 제시할 수 있는 메타 학문의 특성을 갖기 때문이

11) 미국, 이스라엘, 인도는 'computer science', 영국은 'computing', 중국은 '정보기술', 호주는 'digital technology' 등으로 교과명을 사용하고 있으며, 해당 교과 내에서 SW 개발 관련 내용을 핵심으로 한다. 세부 내용은 한국의 정보과와 유사하다.

다¹²⁾. 따라서 정보 교과가 컴퓨팅 사고력을 바탕으로 다양한 교과들에서 발생 가능한 문제를 해결할 수 있는 방법론을 제시할 수 있도록 학습요소를 추출하여 표준 교육과정을 구성하였다.

4.1.2 학문적 위계성

교육에서 다루어야 하는 것은 지식에 대한 것이 아니라 지식 그 자체이다. 교육은 해당 학문이나 지식이 습득되는 과정이나 경험을 통해 특정 현상을 바라볼 수 있는 안목을 길러 줄 수 있어야 한다. 즉, 해당 학문 분야의 지식에 대한 구조를 분석하고, 교과와 관점에서 학습요소나 지식의 체계가 점점 깊어지고, 폭을 넓혀 갈 수 있도록 구성해야 한다[15].

각 학문 분야를 모태로 파생한 교과 교육은 교육의 관점에서 위계를 갖고 초등학교를 시작으로 중학교, 고등학교 그리고 대학교로 이어지는 하나의 체계 속에서 해당 학문을 바라볼 수 있는 안목을 형성시켜야 한다[37]. 교육과정은 학문적 위계성을 갖추어 학문 전체에 대한 안목을 갖추도록 학문에 대한 지식의 구조화가 이루어져야 한다. 즉, 학습요소도 각 학습의 구성요소가 일정한 상호 연관 관계를 갖도록 조직하여 공통된 하나의 지식으로 수렴될 수 있도록 구성하는 것이다[45][47]¹³⁾.

본 연구는 학문적 위계성의 관점에서 정보 교육에 대한 지식체계를 고등교육과의 연계에서 고려하였다. 정보 교과와 경우, 국외 여러 나라(미국, 일본 등)들은 고등교육 교육과정이나 교육과정 표준에 근거하여 초중등 교육과정을 구성하고 있다[18][26]. 한국은 정보 교육에 대한 고등교육 교육

과정이나 표준이 제시되지 않아 학문적 관점의 깊이를 논하기에는 어려움이 있다. 초중등 교육과정 개발도 단발성으로 교육과정 구성을 위한 연구진이 짧은 기간 교육과정을 개발해야 한다는 한계가 있다. 교육과정 내용체계는 교육과정 총론에서 제시하는 교육과정 운영에 대한 방향성에 맞추어, 결정된 시수에 맞게 구성하고 있다. 따라서 교육과정 간의 연계성이나 계열성이 부족하며, 각 개정 시기에 개발된 교육과정 간의 지속성도 부족했다고 할 수 있다.

고등교육에 대한 질 관리의 관점에서 구성되는 교육과정 표준에 근거할 경우, 해당 학문 분야의 지식에 대한 당위성을 담보할 수 있다[50]. 대학교육 분야의 질 보증을 위해 편성된 교육과정을 중등, 그리고 초등교육으로 확장해 가는 교육과정은 해당 학문 분야의 위계를 반영할 수 있을 뿐 아니라 용어에 대한 동질성 등도 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 예를 들어, AI, SW, 프로그램, 코딩 등은 정보과의 학습요소에 해당하지만 정보과를 지칭할 때도 사용된다. AI는 하나의 프로그램이고, SW에 포함되는 개념이다. 따라서 AI나 SW 모두 정보과의 학습요소이지만, 정보과의 학습요소와는 다른 AI의 개념을 위한 학습이나 AI의 활용 교육에 치우칠 가능성도 있다. 동일 학문 분야에서 용어사용의 혼돈을 최소화하기 위해서는 학문적인 체계성을 토대로 포함관계나 상호참조 등에 대해 논할 필요가 있다.

교육과정은 활용이 아닌 지식 그 자체에 대한 학습요소를 고려해야 하는 만큼 고등교육 교육과정의 표준(지식체계)에 근거하여 지식의 구성을 분석하고, 해당 지식에 대한 핵심 주제를 추출하여 학교급에 따른 지식의 위계를 설정해 나갈 필요가 있다. 고등교육과정의 지식체계에 근거한 초중등 교육과정의 구성은 학습요소의 난이도를 높이는 것이 아니라 해당 학문에서 제시하고자 하는 지식의 구조를 익히도록 하는 데 기여한다. 잘 제시된 지식의 구조를 익히게 함으로써 고등지식과 초보적인 지식 사이의 간격을 좁힐 수 있을 뿐 아니라 체계화된 지식을 익혀가는 과정을 통해 지식의 전이 또한 용이할 것으로 사료된다.

12) 메타 학문으로서의 정보학 : '메타'란 aboutness로, '~에 관한'이라고 할 수 있다. 학문적 관점에서 메타는 한 단계 더 높은 곳에 있다는 의미로 '~을 연구하기 위한'을 나타낸다. 학문을 정의할 때, 대상 관점에서 '어떤 대상에 관한 문제를 제시하는 것' 그리고 방법론의 관점에서 '어떤 방법을 사용하여 해당 학문 분야의 문제를 해결하는 것'으로 구분하여, 메타 학문이라 한다. 정보학은 학문의 대상 관점에서, 특정 학문에서 '정보'를 어떻게 이해해야 하는가에 대한 문제를 제시하기도 하며, 방법론의 관점에서는 '다른 학문 분야의 문제를 해결하는 데 사용되는 방법론을 제시하기도 한다. 즉, 정보학은 학문을 하는데 필요한 대상이자 방법론이라는 두 가지 관점 모두의 측면에서 메타 학문의 성격을 갖는다고 할 수 있다.

13) 교육과정의 구성도 공통의 하나를 만들어가기 위해 서로 상호보완해 가는 다양한 학습요소들이 난이도나 복잡도에 따라 발전되어 최종적으로 특정 현상을 바라보고 문제를 해결할 수 있는 안목을 길러 줄 수 있는 체계를 갖추어야 한다.

4.1.3 교육과정 설계의 원리

교육과정을 설계할 때, 기본 원리는 범위, 계열성, 통합성, 계속성, 연계성 등 <표 7>과 같이 5가지로 구분할 수 있다.

<표 7> 교육과정 설계원리

구분	내용
범위	<ul style="list-style-type: none"> • 지식 관점 : 수직적 & 수평적 조직 • 사회 관점 : 정치, 사회, 경제, 문화적 영향
계열성	<ul style="list-style-type: none"> • 교육과정의 누적적이고 지속적인 학습, 학습요소 간의 수직적 진행 • 학습자의 발달 단계, 흥미, 요구 • 학습 원리 : 단순함 → 복잡함, 전체 → 부분, 선행학습 필수
통합성	<ul style="list-style-type: none"> • 학습 내용에서 모든 부분과 요소를 밀접한 관련성 • 실생활의 관심사를 중심으로 교과 간 혹은 간 학문적 조직화
계속성	<ul style="list-style-type: none"> • 수직적 조직이나 반복적인 실행을 의미 • 나선형 교육과정 (깊이와 폭이 나선형으로 배열되고 재배열 되는 것)
연계성	<ul style="list-style-type: none"> • 상호관련성, 수직적 또는 수평적 연계성 • 교과 내 혹은 교과 간 다양한 상호관련성

범위는 구성해야 하는 학습요소를 한정한다. 즉, 지식의 관점에서 체계를 고려하고, 사회적 관점에서는 교육과정이 구성되는 시기에 요구되는 학습요소를 고려해야 함을 의미한다. 국가와 사회적으로 경쟁력을 강화할 수 있는 학습요소에 대한 구성이 포함될 수 있다. 계열성은 학습요소와 학습자의 발달 단계, 그리고 학습의 원리 전반을 포함하여 수직적, 계층적 진행을 고려해야 한다. 실생활의 관심사를 중심으로 문제해결의 관점을 고려한 통합성의 원리에 근거하고, 지식의 깊이와 폭을 고려한 나선형 교육과정이 될 수 있도록 학습요소를 배치하며, 타 교과와의 관계 및 교과 내 관련성을 포괄하는 학습요소를 설계해야 한다.

본 연구는 이상의 교육과정 설계원리에 근거하여 목표, 학습요소, 학습방법, 평가를 함께 고려하였다. 즉, 목표, 학습요소와 학습을 위한 활동은 지식의 체계 및 교육과정의 설계원리에 근거하여 구성하였다. 평가는 학습목표에 근거하여 구성될 수 있도록 학습목표에 성취수준을 제시하였다.

4.2 표준 교육과정 개발을 위한 역량 정의

표준 교육과정을 개발하기에 앞서 본 연구는 각 학교급에서 요구되는 역량을 정의하고, 해당 역량

을 향상시키기 위해 정보 교육과정이 어떻게 구성되어야 하는지에 집중하였다. 따라서 초·중등교육법에 대한 검토를 통해 각 학교급에서 육성해야 할 역량을 정의하였다.

4.2.1 초·중등교육법

「초·중등교육법(1997년 제정·공포)」은 초·중등교육 관련 기본법률로, 「교육기본법(1997년 공포)」 제9조에 의거한다[52]. 초·중등교육에 관한 사항을 정하는 것을 목적으로 제정되었으며, 현행법령은 법률 제15961호로 개정(2018.12.18., 일부 개정)되었다. 초·중등교육법에서 제시하고 있는 초·중등학교의 교육 목적은 <표 8>과 같다.

<표 8> 초·중등학교 목적 관련 법령

초·중등교육법	
[시행 2019. 6. 19.] [법률 제15961호, 2018. 12. 18. 일부개정]	
제4절 초등학교·공민학교 <개정 2012. 3. 21.>	
제38조(목적) 초등학교는 국민생활에 필요한 기초적인 초등교육을 하는 것을 목적으로 한다. [전문개정 2012. 3. 21.]	
제5절 중학교·고등공민학교 <개정 2012. 3. 21.>	
제41조(목적) 중학교는 초등학교에서 받은 교육의 기초 위에 중등교육을 하는 것을 목적으로 한다. [전문개정 2012. 3. 21.]	
제6절 고등학교·고등기술학교 <개정 2012. 3. 21.>	
제45조(목적) 고등학교는 중학교에서 받은 교육의 기초 위에 중등교육 및 기초적인 전문교육을 하는 것을 목적으로 한다. [전문개정 2012. 3. 21.]	

초·중등 교육법에 의하면, 초등학교는 학생이 한 사회의 국민으로서 생활하는 데 필요한 기초적인 역량을 함양하는 것을 목적으로 한다. 중학교는 초등학교에서 받은 교육을 바탕으로 중등교육을 지지하는 것, 고등학교는 중등교육뿐 아니라, 기초적인 수준의 전문교육을 통해 사회인으로서 갖추어야 할 역량을 증진하는 것을 목적으로 한다. 즉, 전체 학생이 공교육 제도권 내에서 대학, 직장 등 본인의 분야 및 전공으로 나아가기에 앞서 요구되는 기본적인 소양을 갖추도록 하는 데 집중하고 있음을 알 수 있다.

4.2.2 각 학교급에서 정보과 학습에서 다루어야 하는 역량 정의

본 연구는 정보 교육 분야에서 함양할 수 있는 역량을 KSA(Knowledge, Skills, Attitude)의 종합적 관점에서 정의하였다. 세계 각국이 지향하고 있

는 역량 중심 교육과정은 습득한 지식을 활용하여 새로운 문제를 해결하는 능력을 함양하는 데 집중하고 있다. 학생이 개념을 단순히 지식과 기능으로써 학습하는 것을 넘어, 각 분야의 특성에 맞게 종합적으로 활용할 수 있는 능력을 갖추어야 하는 것으로 고려하였다. 따라서 정보과를 통해 육성되어야 하는 역량도 지식 측면의 인지적 요소 뿐 아니라 최신 기술에 대한 이해, 인간관계를 통한 상호작용, 윤리적 가치 판단 등 지식과 기술, 태도를 아우를 수 있도록 구성하였다.

각국의 정보과 교육과정에서 제시된 역량 분석을 바탕으로 한국의 초·중·등교육법[52]에 제시된 학교급별 특성을 고려하여 다음과 같이 두 가지 관점에서 역량을 정의하였다. 첫째, 교육과정을 구성하기 이전에 고려해야 하는 역량 관점이다. 즉, 교과 학습을 통해 어떤 역량이 발현될 수 있도록 교육과정이 구성되어야 하는가에 대한 관점이다. 둘째, 교육과정이 실현되는 데 있어서 고려해야 하는 역량 관점이다. 교육과정 표준을 학습하고 난 이후에 어떤 역량이 발현될 수 있는지를 설명해 주는 형태로 구성하였다.

먼저 정보교육을 통해 증진해야 할 역량을 초등학교, 중학교, 고등학교(공통, 선택)로 학교급에 따라 정의하였다. 즉, 각 학교급을 졸업한 학생이라면 갖추어야 할 정보과 역량을 <표 9>와 같이 구성함으로써 역량 간 연계성을 강화하였다.

<표 9> 학교급별 정보 역량 정의

졸업하고 나면 ,	
초등학교 (공통)	‘읽고, 쓰고, 셈하기’ 등 생활에 필요한 기초 능력과 같이 정보를 활용하면서 살아갈 수 있는 기본적인 능력 함양 - 정보를 다루는 장치를 이해하고, 정보의 표현, 정보의 기본적인 처리를 할 수 있는 역량
중학교 (공통)	컴퓨팅사고력을 토대로(CT를 기반으로) 정보 기술(IT) 활용하여 문제를 해결할 수 있는 정보과의 기초 능력을 토대로 진로 탐색에 적용할 수 있는 역량
고등학교	공통 4차 산업혁명 시대에서 독립적으로 살아가는데 필요로 하는 정보 관련 기초적인 전문능력 습득 - 기초적인 전문지식을 생업에 필요한 컴퓨팅 장치의 이해 및 구성, 정보의 표현, 정보처리 등에 활용할 수 있는 역량
	선택 정보과의 기초적 전문능력을 토대로 본인의 전문 분야(직업, 전문분야)에서 새로운 문제 해결방법을 창안할 수 있는 역량

초등학생이 정보사회에서 정보를 활용하는 것은 ‘읽고, 쓰고, 셈하기’ 등과 같은 기초 능력으로 정의하였다. 따라서 사회생활을 하는 데 요구되는 기본적인 능력 함양을 목표로 하였다.

중학생은 초등학교 때 습득한 정보과 관련 기초 역량을 토대로 컴퓨팅을 활용하여 문제를 해결할 수 있는 능력을 고려하였다. 개인에서 사회로 관점을 넓힘으로써 주변에서 발생할 수 있는 문제를 정의하고 해결하는 데 컴퓨팅의 원리를 활용할 수 있도록 하는 데 목적을 둔 것이다. 더 나아가 컴퓨팅 사고력에 기반한 역량을 발휘하여 직업 및 진로와 연계하여 사고하고, 탐색할 수 있는 역량을 갖추는데 목표를 두었다.

고등학교는 사회인 혹은 대학으로 나아가기 전 공교육의 마지막 단계라는 점을 반영하여, 공통과 선택으로 구성하였다. 고등학교 공통의 경우, 진로와 관계없이 졸업 이후 자립해서 살아가는 데 필요로 하는 기초적인 전문능력을 습득하는 데 요구되는 컴퓨팅사고력 관련 역량을 강화하고자 하였다. 고등학교 선택은 고등학교의 공통 역량에 기초하여 컴퓨팅사고력을 바탕으로 전문적인 지식, 기능, 태도 역량을 갖추는 데 집중하였다. 즉, 정보과의 기초적 전문능력을 토대로 본인의 분야에서 새로운 문제해결 방법을 창안할 수 있는 역량을 목표로 하였다.

4.3 정보과 표준 교육과정 제안

정보과 표준 교육과정 구성은 각 학교급에서 육성하고자 하는 역량을 목표로, 학습요소를 다음과 같은 절차에 따라 배치하였다. 첫째, 정보과 표준 교육과정의 영역 및 영역 비율을 구성하고, 둘째, 학교급별로 해당 학습요소를 도출하였다. 도출된 학습요소를 가르치기 위해 요구되는 단위 및 영역별 차이를 교육과정의 관점에서 구성하였다. 셋째, 각 영역별 학습요소의 계열성과 계속성을 확인할 수 있도록 상호참조를 구성하였다.

4.3.1 정보과 표준 교육과정의 영역 및 영역 비율

본 연구를 통해 도출된 정보과 표준 교육과정의 영역은 컴퓨팅 시스템, 데이터, 알고리즘, 프로그래

밍, 정보사회와 윤리의 다섯 가지이며, 학교급별 영역의 비율은 <표 10>과 같다.

초등학교 시기는 정신적·육체적인 성장이 거듭되는 시기로 다양한 사물에 대한 관심이 높고, 자신의 생각과 경험을 표현하는데 다양한 방식을 선택하는 특징이 있다. 반면에 인지적 성장이 완성되지 못했기 때문에 인지적 부담이 많은 요소보다는 활동적인 측면을 강조할 필요가 있다. 학교급에 따른 계열성과 계속성의 관점을 고려하여 각 영역별 학습요소의 비율을 조정하였다.

초등학교를 기준으로 영역별 비율을 살펴보면, 컴퓨팅 시스템과 데이터는 학교급이 올라갈수록 다른 영역 대비 많은 비율을 할당되었다. 다른 영역에 비해 상대적으로 다양한 개념적 지식이 필요하다는 전문가들의 의견을 반영하였다. 즉, 학교급이 높아질수록 개념적 지식에 대한 비율을 높임으로써 개념적 지식이 실천적 지식으로 전이될 수 있는 가능성을 확장하였다.

알고리즘 영역은 문제를 해결하는 절차로, 생각을 표현하고, 절차에 대한 흐름을 익힐 수 있도록 더 많은 비율이 할당되었다. 프로그래밍은 모든 학교급에 유사하게 높은 비율로 구성하였다. 정보교육을 통해 강조되고 있는 컴퓨팅사고력은 컴퓨팅을 활용하여 실생활 및 다양한 학문의 문제를 이해하고 창의적 해법을 구현하는데 정보학의 기본 개념과 원리를 활용하고, 적용할 수 있는 능력을 의미한다. 프로그래밍은 정보과의 각 영역에서 다루는

지식이 종합적으로 수행되도록 하는 과정이다. 즉, 컴퓨팅 시스템을 통해 효과적으로 정보를 처리하는 과정을 표현하는 과정임을 고려하여 높은 비율을 할당해야 한다는 전문가들의 의견이 반영되었다.

정보사회와 윤리는 알고리즘과 유사하게 학교급이 올라갈수록 낮은 비율로 구성하였다. 초등학교는 공동체 생활을 익혀가며, 또래들과 연대하고 경쟁하면서 사회적 기술을 배워가는 사회적 발달의 시기임을 고려하여 반영한 것이다. 정보사회에서 습득하고 활용해야 할 기본적인 예절부터 정보기술이 발달함으로 인하여 발생 가능한 다양한 문제들, 특히 AI의 중요성으로 인해 새롭게 부상하고 있는 윤리적 관점 등도 고려되었다.

4.3.2 학교급별 정보과 교육과정의 영역별 시수 및 단위

학교급별 정보과 표준 교육과정 구성에서 시수는 국내외 정보과 교육과정의 현황 분석 및 개발과정 중에 다뤄야 할 지식의 범위와 수준, 활동 등을 고려하여 산정하였다. 첫째, 영국[14], 인도[29]의 초·중등 교육과정 시수, 둘째, 미국의 고등교육과정(CS2013)에서 제시하는 입문자를 위한 주제의 핵심이수시간[49], 셋째, 일본의 J07-CS[51], J07-GE[52] 등에서 제시되는 각 학습요소의 시수가 고려되었다.

<표 10> 학교급별 영역의 비율 (%)

영역	학교급		
	초등학교	중학교	고등학교
컴퓨팅 시스템 : 하드웨어, 소프트웨어, 네트워크 등 컴퓨터를 활용하거나 개발하기 위해 요구되는 모든 자원에 대한 지식	10	15	20
알고리즘 : 문제를 해결하기 위해 정해진 일련의 절차나 방법을 공식화하기 위한 지식	20	15	10
프로그래밍 : 알고리즘을 프로그램으로 구현하기 위한 지식	35	30	30
데이터 : 컴퓨터에서 정보를 데이터로 표현하는 원리를 포함하여, 정보의 효율적인 접근 및 수정을 가능케 하는 데이터의 조직과 관리, 데이터 과학에 대한 지식	10	20	25
정보사회와 윤리 : 정보사회의 이해를 바탕으로 우리가 해야 할 것과 안되는 것, 인공지능을 비롯한 정보기술의 발달로 인해 수반하게 될 윤리적 문제들을 사고할 수 있는 지식	25	20	15
총계	100	100	100

정보과 교육과정에서 제시한 학습요소를 학습하는 데 필요한 최소한의 시수 산정은 <표 4>에서 제시한 전문가들의 의견 수렴을 통해 완성하였으며, 구체적인 내용은 <표 11>과 같다.

<표 11> 학교급에 따른 영역별 시수(단위)

학교급 영역	초등학교(공통)			중학교	고등학교	
	1단계	2단계	3단계	공통	공통	선택
컴퓨팅 시스템	5	7	8	20	20	20
알고리즘	12	14	14	20	10	10
프로그래밍	26	22	22	40	30	30
데이터	5	7	8	28	27	27
정보사회와 윤리	20	18	16	28	15	15
총계(단위)	68(4)	68(4)	68(4)	136(8)	102(6)	102(6)

초등학교는 학령기의 발달 단계 등을 고려하여 세 단계로 구성되었다. 각 단계는 1~2학년 1단계, 3~4학년 2단계, 5~6학년 3단계를 의미한다. 각 단계별로 68시간 4단위로 구성되었다¹⁴⁾. 중학교는 공통교과로 8단위로 구성하였다. 고등학교는 공통교과 6단위, 일반 선택과목 6단위로 구성되었다.

4.3.3 구성된 학습요소 간 상호참조

교육과정은 해당 학문 분야 전문가들이 지식체계를 토대로 학습해야 하는 지식을 재구성한 것이다 [41]. 본 연구에서도 교육과정의 지식 재구성 과정에서 학습요소를 선정할 때, 학생들의 지식과 이해, 기능의 발달을 촉진할 수 있도록 하는 데 기여하는 지식과 시대적·사회적 맥락을 반영하여 필요한 지식을 선별하는 범위의 관점을 고려하였다. 즉, 정보학의 지식체계에서 세상을 살아가는 데 필요하거나 도움이 되는 중요한 지식이라 할 수 있는 핵심 지식을 선별하였다.

학습요소의 선정 및 조직에서는 핵심 지식을 바탕으로 계속성, 계열성, 통합성을 반영하였다. 즉, 내용의 조직에 있어 여러 가지 학습요소가 어느 정도 반복해서 구성될 수 있도록 학교급에 따른 교육과정의 영역은 지식의 종적 관계로 전후 교육내용 간의 관련성, 확대성, 심화성을 통해 계속성과 계

열성을 반영하였다. 예를 들어, 컴퓨팅 시스템 영역은 외형적으로 파악할 수 있는 컴퓨터의 구성과 종류에 대한 것을 시작으로 점진적으로 컴퓨터 구조, 운영체제 그리고 네트워크의 핵심 기능과 원리에 대한 심화 내용으로 구성되었다. 각 영역을 쉬운 내용에서 어려운 내용으로, 단순하고 포괄적인 내용에서 복잡하고 구체적인 내용으로 발전되도록 조직되었다.

고등교육과정과의 지식영역을 토대로 개발된 정보과 교육과정 지식의 흐름을 표현한 것은 <표 12>와 같다.

학습요소 조직의 횡적 관계를 나타내는 통합성은 영역 내, 영역 간 학습요소의 상호 연관성을 고려하는 것이다. 따라서 본 교육과정의 구성은 학습요소 간 상호참조를 통해 해당 요소를 습득할 수 있도록 하였고, 내용 체계 전반을 이해하는 데 도움이 되도록 하였다. 의미적 연관성에 근거한 내용체계를 구성함으로써 정보교육을 통해 습득해야 할 지식 전반을 반영하였다. 학교급을 달리하면서 체득되는 학습경험의 통합이 학습의 전이를 통해 학습자의 역량 증진에 기여할 수 있도록 구성한 것이다.

학습요소 간 상호참조 관계를 반영한 정보과 표준 교육과정의 체계는 [그림 8]과 같다. 지식의 횡적 관계인 통합성과 더불어 종적 관계인 계속성과 계열성을 반영한 상호참조의 예를 들면, 초등학교 3단계에 제시된 데이터 영역의 데이터 조작은 수집된 데이터를 스프레드시트에서 다양한 연산을 통해 활용하는 내용이다. 이는 중학교의 프로그래밍 영역에서 문자나 텍스트 데이터 유형에 따른 연산 방법 적용 및 특징 설명과 연계된다. 고등학교 공통의 데이터 영역에서 관계 데이터 연산은 구축된 데이터베이스를 통해 다양한 연산을 활용하여 목적에 맞게 데이터를 처리하도록 하였다. 즉, 정보사회에서 처리해야 할 데이터와 관련된 역량을 증진시키기 위해 초등학교부터 고등학교에 이르기까지 어떤 연계를 갖고 가르쳐야 하는지에 대해서 학습요소 관점으로 표현한 것이다.

14) 공통은 해당 학교급의 모든 학생들이 필수로 학습하는 것을 의미하며, 1단위는 1학기를 기준으로 일주일에 1시간씩 17주 수업을 의미한다.

<표 12> 지식영역에 대한 개발된 교육과정의 지식 분류

구분	KA	초등학교 공통 1단계	초등학교 공통 2단계	초등학교 공통 3단계	중학교 공통	고등학교 공통	고등학교 선택
컴퓨터	AR	입출력 장치	프로그램 실행 과정	인터넷의 특징	네트워크 이해	OS 모델	입출력 구조
컴퓨팅	NC	네트워크와 인터넷		웹서비스 구성	데이터 전송	네트워크 장치	망명어 설명 과정
시스템	OS	컴퓨터의 특징	소프트웨어와 하드웨어	컴퓨팅 시스템의 구성	운영체제의 역할	네트워크 성능	네트워크 교차상태
	SF	컴퓨터의 종류	자장장치	메모리 종류	운영체제 종류	무선 통신 유형	암호화와 보안
알고리즘	AL	중요한 입출기 일의 순서 정하기	문제 분석하기	소프트웨어 개발과정	소프트웨어의 역할	컴퓨팅 시스템 지원 관리	교차상태
고리	IS	입의 내용 표현하기	문제 정의	문제 해결 절차 표현하기	알고리즘 구조	컴퓨팅 시스템 유형	컴퓨터 계층 구조
증	SDF	규칙 만들기	문제 정의	문제 해결 절차 표현하기	알고리즘 표현	클라우드	클라우드
	SE	규칙 만들기	문제 정의	문제 해결 절차 표현하기	소프트웨어 개발과정에서 알고리즘 역할	클라우드	클라우드
HCI	HCI		아이디어 구상하기			알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
IM	IM					알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
프로그래밍	PL					알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
	PL					알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
SDF	SDF	명령어 종류	프로그램 수식 정하기	변수	중첩 제어문	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
	SDF	명령어 만들기	정보 저장하기	입출력	재귀	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
	SDF	명령어로 표현하기	조건문 사용하기	데이터 유형	함수	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
	SDF	나만의 생각을 표현하기	명령어 조합하기	연산자	모듈	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
	SDF		프로그램 관리하기	연속적인 데이터 조작	예약처리	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
AR	AR	표현의 종류	데이터 수집	데이터 조작	진행	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
CN	CN		그래프 그리기	데이터 시각화	이미지 데이터	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
IM	IM			데이터 검색	정보시스템의 개념	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
IS	IS				데이터베이스	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
SDF	SDF				데이터 정의(DDL)	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
SF	SF				데이터 조작어(DML)	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
etc.	etc.	데이터 표현	데이터 분류	데이터 표현	이벤트	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
IAS	IAS			사이버 금융 피해	컴퓨팅 시스템의 보안과 유용성	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
SP	SP	생활 속 컴퓨터	개인정보와 안전	컴퓨터 안전하게 사용하기	인공지능	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
etc.	etc.	사이버 예절	생상을 바꾼 컴퓨팅 기술	인공지능과 사회변화	컴퓨팅 시스템의 보안과 유용성	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
	etc.	컴퓨터 사생활	개인정보와 안전	사이버 괴롭힘	인공지능	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
	etc.	컴퓨터 사생활	개인정보와 안전	사이버 괴롭힘	인공지능	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략
	etc.	컴퓨터 사생활	개인정보와 안전	사이버 괴롭힘	인공지능	알고리즘 분석 방법	알고리즘 설계 전략

: 학습요소 간 상호 참조

구분	초등학교 공통 1단계	초등학교 공통 2단계	초등학교 공통 3단계	중학교 공통	고등학교 공통	고등학교 선택
컴퓨팅 시스템	컴퓨터의 구성(외부) 컴퓨터의 종류	컴퓨터의 특징 입출력 장치 네트워크와 인터넷	소프트웨어와 하드웨어 프로그램 실행 과정 저장 장치	컴퓨팅 시스템의 구성 메모리 종류 소프트웨어 유형 운영체제의 역할 운영체제 종류 인터넷의 특징 웹 서비스 구성 네트워크 이해 데이터 전송	컴퓨팅 시스템 유형 컴퓨터 시스템 자원 관리 OS 모델 네트워크 장치 TCP/IP 라우팅 네트워크 상층 무선 통신 유형	컴퓨터 시스템의 계층 구조 입출력 구조 명령어 실행 과정 어셈블리 명령어 논리 게이트 포락상태 암호화와 보안 CSMA
알고리즘	중요한 일 찾기 일의 내용 표현하기 일의 순서 정하기	규칙 규칙에 따라 순서 정하기 규칙에 맞게 표현하기	문제 문제 정의 문제 분석하기 문제 해결과정 표현하기	문제 해결과정 알고리즘 표현 일 알고리즘 구조 생활 속 알고리즘 소프트웨어 개발과정에서 알고리즘 역할 추론 알고리즘	정렬 알고리즘 탐색 알고리즘 탐색 알고리즘 표현 방법 알고리즘을 알고리즘 유형 인공지능을 알고리즘 원리	정렬 알고리즘 탐색 알고리즘 표현 방법 알고리즘을 알고리즘 원리
프로그래밍	명령어 명령어 만들기 응용어로 표현하기 사람의 생각을 표현하기	명령어 종류 캐릭턴 디자인하기 반복문 만들기 프로그램 설명하기 명령어 조합하기 프로그램 정리하기 프로그램 공유하기	아이디어 구상하기 프로그램 순서 정하기 정보 저장하기 조건문 사용하기 명령어 조합하기 프로그램 정리하기 프로그램 공유하기	변수 프로그램 반복과 실행 원리 입출력 데이터 유형과 연산 연속적인 데이터 조작 제어문 중첩 제어문 재귀 함수 예외처리 프로그래밍 문화	객체지향 패러다임의 이해 클래스와 객체 상수상자와 소멸자 다형성 디버깅 전략 데이터베이스 연동 프로그래밍	패키지 라이브러릿 다이얼로그 이벤트 처리 API GUI 프로젝트
데이터 표현의 종류	데이터 표현 표현의 종류	데이터 수직 데이터 분류 그래프 그리기	데이터 검색 데이터 조직 데이터 시각화	진행 아날로그와 디지털 문자 데이터 이미지 데이터 데이터 구조 정보시스템의 개념 데이터베이스 데이터 정의어(DDL) 데이터 조작어(DML) 기반기 데이터 타입	데이터베이스 특징 데이터베이스 관리 시스템의 발전과정 데이터 모델링 후보키와 외래키 관계 데이터 모델 관계 데이터 연산 데이터 제어어(DCL) 집계 함수	데이터 과학 데이터 객체와 속성 데이터 분석 기법 의사결정트리 클러스터링
정보 사회와 윤리	생활 속 컴퓨터 컴퓨터 시작하기 컴퓨터 관리하기 컴퓨터 사용을 위한 태도 사이버 예방	생활을 바꾼 컴퓨팅 기술 개인정보와 암호적용 타인의 자식을 사용 중독의 종류와 예방 사이버 예방	인공지능과 사회 변화 온라인 커뮤니케이션 사이버 괴롭힘 사이버 금융 사용 컴퓨터 안전하게 사용하기	정보 사회와 진로 응용 윤리 인공지능과 저작권 개인정보 보호 컴퓨팅 시스템의 보안과 유용성 안전하게 사용 인증 진척 문화법	정보기술과 진로 정보의 윤리적 사용 유희권 관리 정보보호와 정보보안 정보기술과 딜레마	정보기술과 윤리적 책임 정보기술과 경제 허위공격 암호화 기법 정보윤리와 딜레마

백합꽃

계열성, 계속성 [그림 8] 학습요소 간 상호참조

4.3.4 개발된 정보과 표준 교육과정

정보과를 통해 육성하고자 하는 역량에 도달할 수 있도록 구성된 표준 교육과정에 대한 설명은 다음과 같다.

첫째, 초등학교 1단계부터 고등학교 선택과정에 이르기까지 6개의 과정으로 구성된다. 둘째, ‘컴퓨팅 시스템’, ‘알고리즘’, ‘프로그래밍’, ‘데이터’, ‘정보 사회와 윤리’의 다섯 개 지식영역이다. 셋째, 지식영역은 학습요소에 근거하여 배정된 수업시수 비율, 학습요소, 성취수준, 학습활동 등으로 구성된다. 본

교육과정에서는 성취기준이 아닌 ‘성취수준’으로 제시하였다. 기준(standard)은 기본이 되는 것으로 평균적인 상태를 의미한다. 국가 수준 교육과정에서 ‘성취기준’을 사용하는 것은 해당 학습요소를 배우는 학습자가 습득하기를 바라는 평균적인 내용을 나타내기 때문이다. 반면 수준(level)은 여러 가지 사상을 계층별로 나누었을 경우 그 각 계층을 나타낸다. 즉, 가치나 질 따위의 기준이 되는 일정한 표준이나 정도를 의미하는 것으로 본 교육과정의 구성 의도에 더 적합하다.

<표 13> 초등학교 공통 1단계

영역	시수	학습요소	성취수준
컴퓨팅 시스템	5	1. 컴퓨터의 구성(외부) [분석, 2] 2. 컴퓨터의 종류 [이해, 3(2+1)]	1. 외부에서 확인할 수 있는 컴퓨터 장치의 기능을 설명할 수 있다. 2. 컴퓨터가 내장된 기기를 나열할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 크기, 모양, 기능 등 다양한 유형의 컴퓨터 비교하기	
알고리즘	12	1. 중요한 일 찾기 [이해, 2] 2. 일의 내용 표현하기 [분석, 4(2+2)] 3. 일의 순서 정하기 [창안, 6(2+4)]	1. 지시문 집합에서 미리 정의된 단계에 맞는 지시문을 선택할 수 있다. 2. 특정 상황을 요약해서 이야기할 수 있다. 3. 문제를 해결하기 위한 절차를 만들 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 박물관, 체험 학습장, 학교, 식물원, 놀이공원 등에 있는 안내문 등 공공장소의 지시문에서 핵심 사항 찾기 ▪ 순서를 바꿨을 때 나타나는 상황 생각하기 : 종이로 비행기를 접을 때, 순서를 변경한다면 어떻게 될까? ▪ 일상생활의 작업 순서 표현하기 : 밥 먹는 방법, 양치질하는 방법, 학교에 등교하는 방법 등	
프로그래밍	26	1. 명령어 [적용, 4] 2. 명령어 만들기 [창안, 4(2+2)] 3. 명령어로 표현하기 [적용, 6(3+3)] 4. 나만의 생각을 표현하기 [창안, 12(4+8)]	1-2. 절차에 맞게 명령어를 프로그래밍할 수 있다. 3. 주어진 프로그램에서 다양한 기능을 추가할 수 있다. 4. 프로그래밍을 통해 나를 표현할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 나의 하루를 프로그램으로 표현하기 ▪ 퍼즐의 답을 맞추기 위한 카드 배치하기	
데이터	5	1. 데이터 표현 [이해, 2] 2. 표현의 종류[적용, 3(2+1)]	1. 두 수를 사용하여 다양한 사물을 표현할 수 있다. 2. 색이나 소리를 숫자로 표현할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 0, 1을 활용하여 4자리 비밀 코드 만들기	
정보 사회와 윤리	20	1. 생활 속 컴퓨터 [분석, 4(3+1)] 2. 컴퓨터 시작하기 [적용, 3] 3. 컴퓨터 관리하기 [적용, 4] 4. 컴퓨터 사용을 위한 태도 [적용, 5] 5. 사이버 예절 [적용, 4(2+2)]	1. 일상생활에서 컴퓨터가 사용되는 예를 제시할 수 있다. 2. 컴퓨터를 올바르게 켜고 끌 수 있다. 3. 공공 컴퓨터 사용 시 주의사항을 지킬 수 있다. 4. 컴퓨터 사용 시 올바른 자세를 취할 수 있다. 5. 인터넷에서 지켜야 할 예절을 실천할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 타임머신 타고 과거와 미래로 여행가기 ▪ 상황극을 통해 사이버 예절 익히기 ▪ 포스트잇으로 익명의 칭찬 또는 아쉬운 점 메시지 남기기	

본 교육과정에서는 학습요소를 선정하고, 해당 학습요소를 어느 수준까지 학습자들이 달성해야 하는지에 대한 층을 제시하고 있기 때문이다. 예를 들면, 초등학교 1단계의 컴퓨팅 시스템 영역의 학습요소인 ‘컴퓨터의 구성’에 대한 성취수준은 ‘분석’이다. 교육목표 분류학에서 제시하는 6단계 중 4단계에 해당하는 것으로 해당 학습자들이 컴퓨터의 외부 구성 요소들에 대해 각각의 상대적 위치를 알고, 구성요소나 부분이 어떻게 구분되는지를 나

눌 수 있을 정도를 목표로 하였다. 컴퓨터의 외부 장치에 대한 내용으로 본체와 모니터, 마우스, 키보드 등을 구분하고, 이들 간의 관계가 어떻게 되는지를 알아가는 수준까지가 목표임을 제시한 것이다. 학습요소에서 제시된 교육목표 분류학의 단계를 토대로 해당 성취수준의 위계를 파악하고, 학습 이후 평가에서도 목표와의 일관성을 고려한 평가가 구성될 수 있도록 하였다.

<표 14> 초등학교 공통 2단계

영역	시수	학습요소	성취수준
컴퓨팅 시스템	7	1. 컴퓨터의 특징 [분석, 3(2+1)] 2. 입·출력 장치 [이해, 2] 3. 네트워크와 인터넷 [이해, 2(1+1)]	1. 컴퓨터의 특징을 예를 들어 설명할 수 있다. 1. 컴퓨터를 움직이는 것은 사람이 작성한 명령어를 설명할 수 있다. 2. 컴퓨터의 다양한 입출력 형태를 제시할 수 있다. 3. 네트워크와 인터넷을 구분하여 설명할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 언플러그드 : 나만의 컴퓨터 만들기 ▪ 컴퓨터에 다양한 목적을 위한 프로그램을 설치 ▪ 인터넷 검색	
알고리즘	14	1. 규칙 [이해, 2] 2. 규칙 만들기 [창안, 4(2+2)] 3. 규칙에 따라 순서 정하기 [창안, 4(2+2)] 4. 규칙에 맞게 표현하기 [창안, 4(1+3)]	1-2. 규칙들이 어긋나게 되면 생기는 문제들을 설명할 수 있다. 3. 주어진 상황에서 적용해야 할 규칙을 생성할 수 있다. 4. 일상에서 반복되는 규칙들을 절차에 따라 표현할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 일상생활 속 규칙 정하기 : 운동하기, 방학 알차게 보내기 등을 위한 규칙 등	
프로그래밍	22	1. 명령어 종류 [적용, 5(2+3)] 2. 캐릭터 디자인하기 [창안, 4(1+3)] 3. 반복문 만들기 [적용, 8(3+5)] 4. 프로그램 설명하기 [적용, 4(1+3)] 5. 프로그램 관리하기 [적용, 1]	1. 명령어를 상황에 맞게 사용할 수 있다. 2. 나만의 캐릭터를 만들 수 있다. 3. 반복되는 프로그램을 작성할 수 있다. 4. 스토리텔링으로 작성한 프로그램을 설명할 수 있다. 5. 작성된 프로그램을 저장하고, 불러올 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 핏퐁, 미로 탈출 게임 만들기	
데이터	7	1. 데이터 수집 [적용, 2(1+1)] 2. 데이터 분류 [적용, 2(1+1)] 3. 그래프 그리기 [적용, 3(2+1)]	1. 목적에 맞는 데이터를 수집 할 수 있다. 2. 데이터를 유형에 맞게 분류할 수 있다. 3. 데이터를 그래프로 표현할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 다양한 데이터 수집하기(예: 친구들이 좋아하는 음식 조사, 꽃에 종류 등) ▪ 스프레드시트를 활용하여 친구들의 이름, 전화번호, 이메일 수집 및 정리하기 ▪ 수집된 데이터를 막대 그래프나 꺾은 선 그래프로 표현하기	
정보 사회와 윤리	18	1. 세상을 바꾼 컴퓨팅 기술 [이해, 2] 2. 개인정보와 암호적용 [적용, 5(3+2)] 3. 타인의 저작물 사용 [적용, 5(3+2)] 4. 중독의 종류와 예방 [창안, 6(3+3)]	1. 컴퓨터로 인한 생활의 변화를 설명할 수 있다. 2. 공유해도 되는 개인정보와 공유하면 안전하지 못한 개인정보를 구분할 수 있다. 2. 컴퓨터 사용 시 로그인 정보를 공유하지 않고 비공개로 유지하는 이유를 설명할 수 있다. 3. 인터넷의 파일을 사용하기 전에 저작권을 확인할 수 있다. 4. 중독 예방을 위한 자신만의 실천 규약을 생성할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 인터넷에서 개인정보처리 방침들 찾아보기	▪ 나만의 컴퓨터 중독 예방 규약 만들기 ▪ 이메일 아이디 만들기

<표 15> 초등학교 공통 3단계

영역	시수	학습요소	성취수준
컴퓨팅 시스템	8	1. 소프트웨어와 하드웨어 [이해, 2] 2. 프로그램 실행 과정 [이해, 3] 3. 저장 장치 [적용, 3(2+1)]	1. 소프트웨어와 하드웨어를 구분하여 설명할 수 있다. 2. 프로그램의 실행 과정을 나열할 수 있다. 3. 다양한 저장 장치의 특징을 설명할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ USB에 파일 저장 및 안전하게 제거하기. ▪ 클라우드 저장소에 데이터 저장 및 불러오기	
알고리즘	14	1. 문제 [적용, 2] 2. 문제 정의 [창안, 3] 3. 문제 분해하기 [창안, 4(2+2)] 4. 문제 해결절차 표현하기 [창안, 5(2+3)]	1-2. 문제 정의에 따라 달라진 해결 방향을 설명할 수 있다. 3. 단계는 반복될 수 있고 일부 단계는 더 작은 단계로 구성될 수 있음을 설명할 수 있다. 4. 순서도를 사용하여 단계를 표현할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 일상생활에서 하나의 큰 문제를 해결하기 위해 작은 단위로 나누어 생각하는 이유를 이해하고, 알고리즘으로 표현하기 : 운동회에서 좋은 성적을 얻는 방법, 방학 계획 세우는 방법 등 ▪ 일상생활의 문제를 발견하여 알고리즘으로 설계 : 분리수거, 운동회 선수 선출 등 ▪ 실생활 상황에 알고리즘 적용하기 : 거스름돈, 길 찾기 등	
프로그래밍	22	1. 아이디어 구상하기 [적용, 2] 2. 프로그램 순서 정하기 [적용, 2] 3. 정보 저장하기 [적용, 2] 4. 조건문 사용하기 [적용, 4(2+2)] 5. 명령어 조합하기 [창안, 6(2+4)] 6. 프로그램 정리하기 [창안, 4(2+2)] 7. 프로그램 공유하기 [적용, 2(1+1)]	1. 일상생활에서 불편한 사항에 대한 해결 방안을 제시할 수 있다. 2-4. 조건에 따라 반복되는 프로그램을 작성할 수 있다. 5. 자주 사용하는 명령어들을 하나의 새로운 명령어로 만들 수 있다. 6. 프로그램 코드에 적절한 주석을 작성할 수 있다. 7. 작성된 프로그램을 웹사이트에서 친구들과 공유할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 프로그램을 프레젠테이션으로 발표하기 ▪ 계산기 만들기 ▪ 용돈 기입장 만들기 ▪ 출석부 만들기	
데이터	8	1. 데이터 검색 [적용, 2(1+1)] 2. 데이터 조작 [적용, 3(2+1)] 3. 데이터 시각화 [적용, 3(2+1)]	1. 목적에 맞는 데이터를 다양한 방법으로 검색할 수 있다. 2. 스프레드시트에서 다양한 연산을 활용할 수 있다. 3. 데이터를 이해하기 쉬운 형태로 시각화할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 음성, 이미지, 검색 엔진 등 다양함 방법으로 데이터 찾기 ▪ 데이터 연산 : 텍스트(내림차순, 오름차순), 수치(내림차순, 오름차순, 합계, 평균). ▪ 빈도수, 평균 등을 막대, 원, 꺾은선, 방사형 등 다양한 그래프로 표현하기	
정보 사회와 윤리	16	1. 인공지능과 사회 변화 [분석, 2] 2. 온라인 커뮤니케이션 [적용, 4(2+2)] 3. 사이버 괴롭힘 [적용, 2] 4. 사이버 금융 피해 [분석, 4] 5. 컴퓨터 안전하게 사용하기 [적용, 4(3+1)]	1. 생활에서 인공지능으로 인해 대체되거나 변화된 사례를 제시할 수 있다. 2. 인터넷에서 다양한 도구를 활용하여 친구들과 소통할 수 있다. 3. 온라인 커뮤니케이션의 익명성이 사이버 괴롭힘의 형태로 부적절한 행동을 초래함을 설명할 수 있다. 4. 신분도용 및 다른 사기 행위로 이어질 수 있는 정보의 유형을 설명할 수 있다. 5. 백신을 사용하여 컴퓨터를 보다 안전하게 사용할 수 있는 환경을 조성할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 이메일 또는 메신저로 의사소통하기 ▪ 내가 만든 자료에 CCL 작성하기 ▪ 백신에 검사주기 설정하기	

<표 16> 중학교 공통

영역	시수	학습요소	성취수준
컴퓨팅 시스템	20	1. 컴퓨팅 시스템의 구성 [이해, 2] 2. 메모리 종류 [적용, 2] 3. 소프트웨어 유형 [분석, 2] 4. 운영체제의 역할 [이해, 1.5] 5. 운영체제 종류 [적용, 2.5] 6. 인터넷의 특징 [분석, 2] 7. 웹서비스 구성 [분석, 3] 8. 네트워크 이해 [이해, 3] 9. 데이터 전송 [분석, 2]	1. 컴퓨팅 시스템의 구성요소를 설명할 수 있다. 2. 메모리에 따른 특징을 구분할 수 있다. 3. 시스템 소프트웨어와 응용 소프트웨어의 관계를 비교·분석할 수 있다. 4. 운영체제는 소프트웨어와 하드웨어를 관리하는 소프트웨어임을 설명할 수 있다. 5. 다양한 컴퓨팅 기기에서 사용되는 운영체제가 무엇인지 제시할 수 있다. 6. 인터넷의 특징을 다양한 관점(미디어적/이용자적/콘텐츠적 특성 등)에서 설명할 수 있다. 6. 인터넷 서비스의 종류에 따른 특징을 분석할 수 있다. 7. 웹사이트의 주소 각각에 의미를 설명할 수 있다. 7. 웹 서비스 구동 절차를 설명할 수 있다. 8. 네트워크 프로토콜의 역할을 설명할 수 있다. 9. 데이터 전송 방향에 따른 통신 사례를 제시할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 컴퓨터를 분해하여 메모리, 하드디스크, CPU 등을 눈으로 확인하기 ▪ 네트워크 연결 확인 도구를 사용하여 내 컴퓨터의 네트워크 환경을 확인하기	
알고리즘	20	1. 문제해결과정 [분석, 3] 2. 알고리즘 표현 [창안, 3] 3. 알고리즘 구조 [적용, 3] 4. 생활 속 알고리즘 [창안, 5] 5. 소프트웨어 개발과정에서 알고리즘 역할 [분석, 2] 6. 추론 알고리즘 [창안, 4]	1. 문제를 발견한다는 것의 의미를 설명할 수 있다. 2. 하나의 문제해결과정을 다양한 표현 방법으로 작성할 수 있다. 3. 중첩 구조의 동작 과정을 예를 들어 설명할 수 있다. 4. 실생활의 문제를 해결하기 위한 과정을 절차적으로 작성할 수 있다. 5. 소프트웨어 개발과정에서 알고리즘 설계에 따라 과정이 어떻게 변하는지 설명할 수 있다. 6. 특정 숫자나 문자를 맞추기 위한 과정을 절차적으로 작성할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 일상생활의 문제를 발견하여 알고리즘으로 설계 : 분리수거, 운동회 선수 선출 등 ▪ 언플러그드 : 숫자, 문자 압축 ▪ 숫자 맞추기 게임의 규칙을 적용하여 알고리즘으로 표현하기 ▪ 주어진 알고리즘에서 개선사항 찾기	
프로그래밍	40	1. 프로그램 번역과 실행원리 [이해, 1] 2. 변수 [적용, 1] 3. 입출력 [적용, 1] 4. 데이터 유형과 연산 [적용, 8(4+4)] 5. 연속적인 데이터 조작 [창안, 4(2+2)] 6. 제어문 [창안, 4(2+2)] 7. 중첩 제어문 [창안, 4(1+3)] 8. 재귀 [적용, 2(1+1)] 9. 함수 [창안, 4(2+2)] 10. 모듈 [창안, 6(2+4)] 11. 예외처리 [적용, 2(1+1)] 12. 프로그램 문서화 [창안, 3]	0. 프로그램 개발을 위한 환경을 조성할 수 있다. 1. 컴파일러와 인터프리터(프로그램 번역과 실행원리)를 구분할 수 있다. 2-3. 표준입출력을 활용한 프로그램을 작성할 수 있다. 4. 데이터 유형에 따른 연산방법의 특징을 설명할 수 있다. 5. 일상생활에서 연속적인 데이터를 적용하면 편리한 사례를 프로그래밍할 수 있다. 6-7. 중첩 제어 흐름에 따른 데이터의 변화를 분석할 수 있다. 8. 재귀를 적용한 프로그램을 작성할 수 있다. 9. 자주 사용되는 명령어를 새로운 하나의 함수로 정의할 수 있다. 10. 내장 모듈과 외장 모듈을 특징을 설명할 수 있다. 11. 파일 입출력과 같이 프로그램 흐름에 필요한 예외처리를 작성할 수 있다. 12. 프로그램에 주석을 사용하여 기능을 설명할 수 있다. 12. 관리나 공유의 목적으로 프로그램 문서화 작업을 할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 퀴즈 프로그램 만들기	▪ 데이터 연산(문자/텍스트)의 종류 ▪ 출력부 만들기
데이터	28	1. 진법 [분석, 3(1+2)] 2. 아날로그와 디지털 [이해, 1] 3. 문자 데이터 [적용, 2] 4. 이미지 데이터 [적용, 2] 5. 데이터 구조 [창안, 6(3+3)] 6. 정보시스템의 개념 [이해, 1] 7. 데이터베이스 [분석, 4] 8. 데이터 정의어(DDL) [창안, 2 (1+1)] 9. 데이터 조작어(DML) [창안, 4(2+2)] 10. 기본키 [창안, 1] 11. 데이터 타입 [창안, 2]	1. 주어진 수를 다양한 진법으로 변환할 수 있다. 2. 아날로그와 디지털의 차이를 설명할 수 있다. 3-4. 데이터가 컴퓨터에 출력되는 원리를 설명할 수 있다. 5. 데이터의 구조를 비교·분석할 수 있다. 6. 생활 속 정보시스템의 사례를 찾아볼 수 있다. 7. 데이터베이스에서 데이터의 속성 간 관계를 정의할 수 있다. 7. 데이터베이스와 데이터베이스 관리 시스템의 논리적 관계를 분석할 수 있다. 8-10. 구축된 데이터베이스에서 데이터 조작어를 사용할 수 있다. 11. 데이터베이스를 생성하는데 필요한 데이터 타입을 정의할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 학년을 다양한 진법으로 표현 ▪ 특정 그림이나 사진의 RGB 값을 십진수나 16진수로 변환	▪ 데이터를 그래프나 트리로 표현 ▪ 데이터베이스를 통해 테이블을 생성
정보 사회와 윤리	28	1. 정보사회와 진로 [분석, 4] 2. 공유라이선스와 저작권 [창안, 4] 3. 개인정보 보호 [분석, 3] 4. 컴퓨팅 시스템의 보안과 유용성 [이해, 1] 5. 안전한 웹 사용 [분석, 5] 6. 인증 전략 [이해, 2] 7. 방화벽 [적용, 2] 8. 멀웨어 [이해, 2] 9. 도덕적 딜레마 [창안, 5]	1. 정보사회에서 진로·직업 분야의 동향을 탐색할 수 있다. 2. 상황에 맞는 공유 라이선스를 선택할 수 있다. 3. 저작권에서 디지털 저작권의 범위를 구분할 수 있다. 3. 개인정보 피해 사례를 해결하기 위한 방법을 정보기술 관점에서 적용할 수 있다. 3. 정보사회에서 개인정보의 활용 가치와 대비되는 정보보호의 필요성을 분석할 수 있다. 4. 보안과 유용성에 대한 관계를 설명할 수 있다. 5. 웹의 안전한 사용방법을 환경별로 비교할 수 있다. 6. 생체인식, 토큰, 매직 링크 로그인 등 다양한 인증 방법의 장단점을 비교할 수 있다. 7. 방화벽의 종류에 따른 역할을 구분할 수 있다. 8. 멀웨어의 종류에 따른 특징을 설명할 수 있다. 9. 주어진 문제에 대한 도덕적 딜레마를 다양한 관점으로 설명할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 오픈소스 프로그램에서 라이선스 확인하기 ▪ 디지털 콘텐츠에 저작권 보호 방법(워터마크, 핑거 프린팅 등)을 적용하기	▪ 보안 프로그램 설치하기 ▪ 방화벽 설정하기 ▪ 일상에서 발생할 수 있는 도덕적 딜레마 개발하기

<표 17> 고등학교 공통

영역	시수	학습요소	성취수준
컴퓨팅 시스템	20	1. 컴퓨팅 시스템 유형 [이해,2] 2. 컴퓨팅 시스템 자원 관리 [이해,2] 3. OSI 모델 [이해,3] 4. 네트워크 장치 [분석,3] 5. TCP/IP [이해,4] 6. 라우팅 [분석,3] 7. 네트워크 성능 [이해,2] 8. 무선 통신 유형 [이해,1]	1. 작업 처리방식에 따른 컴퓨팅 시스템의 유형을 구분할 수 있다. 2. 하드웨어와 소프트웨어 관점에서 프로세서와 프로세스를 비교할 수 있다. 2. 스케줄링 방법의 특징점을 비교하여 선택할 수 있다. 3. OSI 모델에서 각 계층의 역할을 비교할 수 있다. 4. 네트워크 상에서 각 장치의 논리적 위계관계를 분석할 수 있다. 5. TCP/IP모델과 OSI 모델의 관계를 비교 분석할 수 있다. 5. 클라이언트와 서버간의 신뢰성 있는 연결을 위한 단계를 설명할 수 있다. 6. 네트워크 계층 관점에서 라우팅의 역할을 설명할 수 있다. 6. 정적 라우팅과 동적 라우팅의 특징을 관리 관점에서 분석할 수 있다. 7. 네트워크 성능 측정의 특징을 설명할 수 있다. 8. 무선 통신의 유형별 특징을 비교할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 허브, 스위치, 공유기 등 네트워크 장치 확인하기	
알고리즘	10	1. 정렬 알고리즘 [분석, 3] 2. 탐색 알고리즘 [분석, 3] 3. 알고리즘 분석 방법 [분석, 2] 4. 인공지능 알고리즘 유형 [적용, 2]	1. 다양한 정렬 알고리즘을 작성할 수 있다. 2. 데이터 정렬에 따른 탐색 알고리즘 간의 특징을 비교·분석할 수 있다. 3. 다양한 관점에서 작성된 알고리즘의 효율성을 분석할 수 있다. 4. 인공지능 알고리즘의 학습 유형의 특징을 설명할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 주어진 데이터에 대한 정렬/탐색 알고리즘 수행시간 분석(비교 횟수) ▪ 스무고개 게임 : 이진탐색 방식, 순차 탐색 방식	
프로그래밍	30	1. 객체지향 패러다임의 이해 [이해, 1] 2. 클래스와 객체 [창안, 4(2+2)] 3. 생성자와 소멸자 [분석, 4(2+2)] 4. 상속 [창안, 4(2+2)] 5. 다형성 [창안, 2(1+1)] 6. 디버깅 전략 [분석, 5(3+2)] 7. 데이터베이스 연동 프로그래밍 [창안, 10]	0. 객체지향 프로그래밍 환경을 조성할 수 있다. 1. 객체지향 패러다임을 설명할 수 있다. 2. 클래스 내에서 변수와 메서드를 작성할 수 있다. 2. 문제 상황의 해결을 위한 클래스를 정의할 수 있다. 3. 생성자와 소멸자의 사용 목적을 비교·분석할 수 있다. 4-5. 클래스 간 상속에서 메서드의 목적에 맞게 오버라이딩하는 프로그램을 작성할 수 있다. 6. 디버깅을 통해 프로그램의 흐름을 분석할 수 있다. 7. 데이터베이스 모듈의 함수를 사용하여 데이터베이스를 처리할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ IDE 환경 구축하기 ▪ 데이터베이스를 활용한 프로젝트	
데이터	27	1. 데이터베이스 특징 [이해, 2] 2. 데이터베이스 관리 시스템의 발전과정 [이해, 1] 3. 데이터 모델링 [창안, 4(2+2)] 4. 후보키와 외래키 [적용, 2(1+1)] 5. 관계 데이터 모델 [분석, 4] 6. 관계 데이터 연산[창안, 6(3+3)] 7. 데이터 제어어(DCL) [적용, 2(1+1)] 8. 집계 함수 [창안, 6(3+3)]	1. 실생활에서 데이터베이스를 구축해야 하는 사례를 찾아낼 수 있다. 2. 데이터베이스 관리 시스템의 발전과정을 설명할 수 있다. 3. 각 개체의 성격과 개체 간의 관계를 구조화할 수 있다. 4-5. 관계 데이터 모델에서 키의 역할을 정의할 수 있다. 6. 관계 데이터 연산을 활용하여 데이터를 목적에 맞게 처리할 수 있다. 7. 데이터 제어어를 사용할 수 있다. 8. 목적에 맞는 데이터 추출을 위해 다양한 명령을 사용할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 목적에 맞는 데이터를 수집하고, 모델링하기 ▪ 데이터베이스를 통해 두 개 이상의 테이블을 생성 후 다양한 연산을 수행	
정보 사회와 윤리	15	1. 정보기술과 진로 [분석, 3] 2. 정보의 윤리적 사용[창안, 3] 3. 잊혀질 권리 [창안, 3] 4. 정보 보호와 정보보안 [분석, 2] 5. 정보기술과 딜레마 [창안, 4]	1. 정보기술 활용을 전제로 진로와 연계하여 분석할 수 있다. 2. 개발한 소프트웨어의 지적 재산권 범위를 설정할 수 있다. 3. 잊혀질 권리에 대한 자신의 생각을 사례를 통해 설명할 수 있다. 4. 정보 보호와 정보보안의 차이를 비교할 수 있다. 5. 정보기술과 관련하여 발생 가능한 딜레마 상황을 개발할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 인공지능 관련 영화 또는 책을 함께 보고 토의하기 ▪ 내가 만든 프로그램에 GPL 작성하기 ▪ 정보기술을 사용함에 있어서 발생할 수 있는 도덕적 딜레마 개발하기	

<표 18> 고등학교 선택

영역	시수	학습요소	성취수준
컴퓨팅 시스템	20	1. 컴퓨팅 시스템의 계층구조 [이해, 2] 2. 입·출력 구조 [이해, 2] 3. 명령어 실행 과정 [이해, 2] 4. 어셈블리 명령어 [적용, 3] 5. 논리게이트 [적용, 3] 6. 교착상태 [분석, 3] 7. 암호화와 보안 [적용, 3] 8. CSMA [분석, 2]	1. 하드웨어에서 계층구조 간의 관계를 분석할 수 있다. 2. 입·출력 장치 관점에서 시스템 버스의 기능을 설명할 수 있다. 3. 명령어의 단계별 수행 과정을 설명할 수 있다. 4. 어셈블리 명령어를 사용하여 간단한 연산을 할 수 있다. 5. 주어진 논리게이트를 간소화할 수 있다. 6. 교착상태의 원인에 따른 해결책을 제시할 수 있다. 7. 데이터 전송에서 오류 발생 여부를 확인하는 방법을 적용할 수 있다. 7. 네트워크상의 보안을 유지하기 위한 기법을 적용할 수 있다. 8. 네트워크 상호충돌 방지의 기법 간 특징을 분석할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 어셈블리 명령어를 이용한 간단한 덧셈	
알고리즘	10	1. 알고리즘 설계 전략 [분석, 2] 2. 최단거리 알고리즘 [분석, 4] 3. 인공지능 알고리즘 원리 [분석, 4]	1. 다양한 알고리즘 설계 기법의 특징을 분석할 수 있다. 2. 주어진 문제를 해결하기 위한 최적 경로를 찾을 수 있다. 2. 최적 경로를 찾는 알고리즘의 구성 원리를 설명할 수 있다. 3. 기본적인 선형모델을 활용하여 데이터를 분류하는 방법을 제시할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 분할 정복법, 탐욕법 등을 적용하여 최단거리 알고리즘 작성하기	
프로그래밍	30	1. 패키지 [적용, 2(1+1)] 2. 레이아웃 [적용, 2(1+1)] 3. 위젯 [창안, 8(4+4)] 4. 다이얼로그 [창안, 4(2+2)] 5. 이벤트 처리 [창안, 4(2+2)] 6. API [적용, 2(1+1)] 7. GUI 프로젝트 [창안, 8]	0. 협업을 위한 프로그램 개발 환경을 조성할 수 있다. 1. 모듈의 디렉토리 구조를 파악하여 패키지에 구성된 모듈을 사용할 수 있다. 2. 목적에 맞는 레이아웃을 배치할 수 있다. 3. 다양한 위젯을 사용하여 프로그램을 작성할 수 있다. 4. 주어진 상황에 적합한 다이얼로그를 적용할 수 있다. 5. 이벤트를 발생시키는 주체를 처리하는 핸들러를 작성할 수 있다. 6-7. API를 활용하여 GUI 프로젝트를 만들 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 앱 프로그램 만들기	
데이터	27	1. 데이터 과학 [이해, 3] 2. 데이터 객체와 속성 [이해, 3] 3. 데이터 분석기법 [분석, 5] 4. 의사결정트리 [창안, 8] 5. 클러스터링 [창안, 8]	1. 데이터에서 유용한 지식을 발견해가는 과정(KDD)을 설명할 수 있다. 2. 데이터를 속성의 관점에서 구분할 수 있다. 3. 데이터의 분석기법 적용 사례를 제시할 수 있다. 4. 데이터의 특징에 근거하여 잠재적 결과를 예측하는 의사결정트리를 생성할 수 있다. 5. 데이터 군집 방법을 적용하여 해석할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 날씨 데이터를 통해 외부활동 여부에 대한 의사결정 트리를 생성 및 해석 ▪ 꽃 종류에 길이나 넓이 등 개방된 데이터를 활용하여, 클러스터링 시각화 및 해석	
정보 사회와 윤리	15	1. 정보기술과 윤리적 책임 [분석, 2] 2. 정보기술과 경제 [분석, 2] 3. 해킹 공격 [분석, 3] 4. 암호화 기법 [분석, 4] 5. 정보윤리와 딜레마 [창안, 4]	1. 정보기술의 사용에 따라 발생 되는 윤리적 책임의 범위를 분석할 수 있다. 2. 정보기술과 경제 문제의 관련성을 분석할 수 있다. 3. 다양한 해킹 사례를 정보기술의 관점에서 분석할 수 있다. 4. 정보보안을 위한 암호 시스템의 구성방식을 분석할 수 있다. 5. 특정 분야에서 정보기술의 사용으로 발생 가능한 윤리적 딜레마를 개발할 수 있다.
		[학습 활동] ▪ 모의 해킹 경험하기	

4.3.5 표준 교육과정 교육 후, 발현되는 역량

본 연구는 4.2.2에서 정보과 교육과정 구성과 관련하여 두 가지 관점에서 역량을 정의하였다. 즉, 교육과정을 구성하기 이전에 학습요소 추출을 위해 고려하는 관점과 교육과정을 학습한 이후에 발현될 수 있는 관점이었다. 따라서 4.3.5에서는 표준 교육과정을 학습한 이후에 발현될 수 있을 것으로 고려되는 역량을 정의하였다.

본 교육과정의 구성이 활동과 놀이 중심에서 인지적 능력을 발달시키기 위한 개념과 원리 중심의 학습을 고려한 만큼 주요 지식영역도 ICT와 정보를 동시에 고려하는 형태이다. 초등학교 단계에는 기존에 개발된 SW를 활용하는 데 집중하고, 활동 중심으로 구성하였다면, 중학교와 고등학교는 자신의 생각을 표현하는 도구로서의 지식과 새로운 문제를 해결하는 데 도움이 되는 개념 및 원리에 집

중하였다. 각 단계의 정의에서도 본 연구에서 제안하는 표준 교육과정의 학습요소에 근거하여 해당 학습요소를 학습한 이후에 무엇을 가능하게 할 수 있을 것인가를 논의하였다.

5. 논의 및 결론

변화하는 정보기술을 이해하고, 시대적·사회적으로 필요한 지식을 반영한 정보과 표준 교육과정을 제안한 본 연구는 세 가지 관점에서 향후 교육과정 구성의 방향에 대해 논의하고자 한다.

첫째, 교육과정 구성에 철학을 반영해야 한다. 교육과정 구성은 앞으로의 시대를 살아갈 학습자들이 어떤 역량을 갖추어야 하는가에 대한 논의에서 시작되어야 한다. 교과 이기주의나 정치적 목적이 아닌 미래 시대 구성원에 대한 책무성을 갖추는 것이다. 교육과정에서 철학은 해당 교과를 통해 어떤 역량을 갖추어야 하는지에 대한 측면을 정의하고, 교육과정의 학습요소를 도출하고, 도출된 학습요소를 학습한 이후에 어떤 역량으로 발현되어야 하는지에 대한 체계를 갖추는 데 반영된다. 교육을 받

은 인간이 성찰할 수 있는 능력을 갖추 수 있도록 하기 위해서는 모든 구성원이 평등한 교육체계에서 공정하고 공평한 역량을 습득할 수 있도록 하는 책무성이 반영되어야 할 것이다.

둘째, 학문적 연계성과 체계성을 갖추어야 한다. 교과는 특정 학문의 지식체계를 학습하는 만큼 해당 학문 분야의 다양한 내용요소들을 고려해야 한다. 정보과의 경우, 정보학을 모태학문으로 하는 교과이지만, 해당 교과를 구성하는 다양한 지식영역들이 존재한다. 지식영역의 선정, 학습요소의 추출 등은 특정 지식에 치우침이 없이, 교육과정을 구성하는 범위(지식관점과 사회적 관점)에 근거해야 할 것이다. 또한 추출된 요소들의 배치는 지식의 계속성, 학문적 연계성, 내용의 계열성 등을 고려할 수 있도록 다양한 전문가의 의견이 반영되어야 할 것이다.

셋째, 학문적 지식체계에 근거해야 한다. 본 연구를 통해 제안된 정보과 표준 교육과정은 학문적 구성 프레임에 갖추고 있다. 그러나 학교급에서 사용 가능한 형태로 교육과정을 구성할 때에는 각 지

<표 19> 교육 후 발현되는 역량

구분	주요 지식영역	단계 정의	해당 과정을 습득하고 나면
초등학교 (공통)	1 단계	ICT, 정보 ICT 를 기반으로 정보 교과의 기본적 이론을 초보적인 활동을 통해 습득하는 단계	<ul style="list-style-type: none"> 생활 속에 다양한 정보기기가 활용되고 있음을 알고, 친숙한 활동, 놀이를 통해 컴퓨팅의 원리를 이해한다. 컴퓨터와 상호작용에서, 거부감 없이 필요한 기능을 친숙하게 다루며, 예의를 지킬 수 있다.
	2 단계	ICT, 정보 1단계의 내용을 보다 심화하는 활동을 수행하고, 이것이 컴퓨터의 원리와도 관련이 있음을 인지하는 단계	<ul style="list-style-type: none"> 정보기술이 사회에 미치는 영향을 알고, 컴퓨터의 기본 동작 원리를 이해한다. 컴퓨터를 활용하여 필요한 정보를 수집·관리하고, 자신의 생각을 절차화 할 수 있다.
	3 단계	ICT, 정보 프로그래밍을 통해 자신의 생각을 표현해 봄으로써 컴퓨팅 관련 기본능력을 습득하는 단계	<ul style="list-style-type: none"> 프로그래밍을 위한 개념과 원리를 이해하고, 인공지능이 사회에 미치는 영향을 이해한다. 디지털 공동체의 문제해결 과정에 참여하여, 협업 프로젝트를 진행하는 데 컴퓨팅 사고력을 발휘할 수 있다.
중학교 (공통)	ICT, 정보	컴퓨팅 시스템 관련 이론적 지식을 용어와 개념으로 습득하는 단계	<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨팅에 대한 기본적인 개념과 원리를 이해하고, 문제해결을 위한 알고리즘의 구조를 이해한다. 문제해결에 도움이 되는 데이터를 직접 수집하고, 관리하며, 자신의 생각을 프로그램으로 구성할 수 있다.
고등학교	공통	정보 데이터를 처리하기 위한 기초적인 데이터 모델링이 가능한 단계	<ul style="list-style-type: none"> 데이터, 데이터와 관련된 절차, 방법, 기능에 대한 구성 원리를 이해한다. 생활에 도움을 주는 시스템을 정보윤리에 맞게 설계하고, 데이터를 수집·분류·관리할 수 있는 프로그래밍을 할 수 있다.
	선택	정보 데이터를 분석하기 위해 적절한 방법론을 선택하고 결과 해석이 가능한 단계	<ul style="list-style-type: none"> 다루려는 객체들 간의 연관성을 식별하고, 객체가 담고 있는 데이터의 종류와 데이터를 다룰 수 있는 논리에 대해 이해한다. 방대한 양의 데이터를 분석하여, 자신의 관심 분야에 활용할 수 있는 지식을 발견할 수 있다.

식영역에 대한 변환을 통해 학습자 친화적인 형태로 구성될 필요가 있다. 본 연구에서 제안하는 학습자 친화적 단원의 구성 내용은 <표 20>과 같다.

<표 20> 학습자 친화적 단원의 구성 사례

지식	친화적 단원 구성
컴퓨팅 시스템	세상을 움직이는 컴퓨터
알고리즘	문제해결을 위한 절차 만들기
프로그래밍	첫 번째 개발(초등 1단계)
데이터	데이터 다루기
정보사회와 윤리	정보사회 그리고 윤리

프로그래밍의 경우, 초등 2단계는 ‘두 번째 개발’, 초등 3단계는 ‘세 번째 개발’ 등 교과 수준에 따라 학습자들이 성취감을 인식할 수 있는 형태로 구성이 가능할 것으로 판단된다. 그리고 ICT를 학습의 지식으로 구성한다면, ‘내 생각을 표현하는 도구’ 등으로 제시할 수 있을 것이다.

이상과 같이 본 연구는 정보과 표준 교육과정과 함께 향후 교육과정 개발에서 어떤 방법과 절차를 고려해야 하는지를 제안하였다. 사회적 변화에 따라 개선될 지라도, 정보과에서는 최초로 정보과 표준 교육과정 구성의 관점, 교과를 통해 육성되어야 할 역량, 학습요소를 통해 발현되기를 바라는 역량 등을 제시하였고, AI를 국가 경쟁력으로 고려해야 하는 시대적 관점까지를 반영했다는 데 본 연구의 의의가 있다.

참 고 문 헌

[1] 김자미, 이원규 (2016). 교육과정 총론의 문서 체제에 나타난 고등학교 정보과 교육과정의 변천. **컴퓨터교육학회 논문지**, 19(5), 27-40.

[2] 김자미, 이원규 (2014). 영국의 교육과정 개정으로 본 정보교과의 지식과 문제해결력에 대한 쟁점. **컴퓨터교육학회 논문지**, 17(3), 53-63.

[3] Taba(1964). Curriculum Development :Theory and practice. NY: Harcourt, Brace & World.

[4] Wikipedia, Available in: https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence, 2019년 8월 접근

[5] Microsoft, Available in : <https://academy.microsoft.com/en-us/professional-program/tracks/artificial-intelligence/>, 2019년 8월 접근

[6] Qin ZuJun(2019). AI-SW 교육의 시작, AI시대를 대비하다. **2019 글로벌 소프트웨어 교육 컨퍼런스 이슈페이퍼**. 한국과학창의재단.

[7] 과학기술정보통신부, 한국과학기술기획평가원 (2018), **과학기술&ICT정책 기술동향**. 과학기술정보통신부, 학과과학기술기획평가원.

[8] NITI Aayag(2019). National Strategy -for-AI-Discussion-Paper, Available in : http://niti.gov.in/writereaddata/files/document_publication/NationalStrategy-for-AI-Discussion-Paper.pdf, 2019년 7월 접근

[9] whitehouse.gov(2019). Artificial Intelligence for the American People. Available in: <https://www.whitehouse.gov/ai/>, 2019년 7월 접근

[10] Department for Education. (2014). *National Curriculum in England: Framework For Key Stages 1 to 4. DfE*.

[11] 최희정, 이원규, 김자미(2019). 독일 바이에른 주의 정보 교육과정 분석. **컴퓨터교육학회 논문지**, 22(1), 1-10.

[12] CBSE(2019). *Computer Science (New) CLASS-XI & XII Code No.083*. CBSE.

[13] CBSE(2019). *Senior School Curriculum, Classes XI-XII(2019-20)*. CBSE.

[14] ACARA(2019). Design and Technologies -Sequence of content. Available in : http://docs.acara.edu.au/resources/Design_and_Technologies_-_Sequence_of_content.pdf, 2019년 8월 접근

[15] 김자미, 이원규(2016). CSTA 2003과 2011 비교를 통한 한국의 정보교육과정 표준에 대한 시사점. **컴퓨터교육학회 논문지**, 19(1), 41-51.

[16] The ACM K-12 Task force Curriculum Committee(2003). *A Model Curriculum for K-12 Computer Science*. CSTA.

[17] The CSTA Standard Task force. (2011). *CSTA K-12 Computer science standards*. CSTA.

[18] Computer Science Teachers Association.K 12 Computer Science - Framework Steering Committee(2016). *K-12 Computer Science Framework*. CSTA.

[19] Computer Science Teachers Association(2017). *CSTA K-12 Computer*

- Science Standards, Revised 2017*. CSTA.
- [20] Department for Education. (2013). *National curriculum in England: computing programs of study*. Retrieved July, 16, 2014. DfE.
- [21] Le Monde, En(2016), le code informatique arrive à l'école, 2016. 11. 2.
- [22] Académie Strasbourg(2019). Informatique et sciences du numérique. Available in : <https://www.ac-strasbourg.fr/pedagogie/informatique/>, 2019년 7월 접근
- [23] Devenir Enseignant(2019). Création d'un Capes Numérique et Sciences informatique à partir de la session 2020. Available in : <http://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid137910/creation-d-un-capes-numerique-et-sciences-informatiques.html>. 2019년 8월 접근
- [24] 김자미, 이원규(2017). 2016년에 공표한 일본의 학습지도요령과 2015 개정 교육과정 총론의 구성 분석. *컴퓨터교육학회 논문지*, 20(4), 1-14.
- [25] 文部科学省(2016). 次期学習指導要領1等に向けたこれまでの審議のまとめ. 文部科学省.
- [26] 文部科学省(2017). 高等学校 学習指導要領 (平成30年告示.). 文部科学省.
- [27] 日本経済新聞. Available in : <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO30644090X10C18A5EE8000/>, 2019년 7월 접근
- [28] CBSE(2015). *Secondary Curriculum-Main Subjects VOLUME-1(2015-16)*. CBSE.
- [29] CBSE(2015). *Senior School Curriculum -Main Subjects VOLUME-1(2015-16)*. CBSE.
- [30] CBSE(2016). *Senior School Curriculum Volume 1*. CBSE.
- [31] 김자미, 이원규(2014). 브루너의 이론에 근거한 인도의 정보교육과정 고찰. *컴퓨터교육학회 논문지*, 17(6), 59-69.
- [32] CBSE(2019). *Department of Skill Education, Artificial Intelligence, Curriculum for class VIII(Inspire module)*. CBSE.
- [33] CBSE(2019). *Department of Skill Education, Artificial Intelligence, Curriculum for class IX(Inspire and acquire module). Code No.417*. CBSE.
- [34] ACARA(2008). *Information and Communication Technology Capability learning continuum*. ACARA.
- [35] 교육부(2015). **실과(기술·가정)/정보과 교육과정, 교육부 고시 제 2015-74호 별책10**. 교육부.
- [36] 교육부(2015). **초·중등학교 교육과정 총론, 교육부 고시 제 2015-74호 별책1**. 교육부.
- [37] 유병건, 김자미, 이원규(2017). CS2013 지식 영역의 계량화를 통한 컴퓨터과학 영역별 우선순위 설정. *컴퓨터교육학회 논문지*, 20(3), 25-33.
- [38] 우호성, 김자미, 이원규(2017). 해외 고등정보 표준교육과정 기반의 국내 대학 교육과정 비교 분석. *컴퓨터교육학회 논문지*, 20(1), 27-38.
- [39] 우호성, 김자미, 이원규(2017). CS2013에 근거한 국내외 고등학교 정보교육과정 분석. *정보처리학회논문지. 소프트웨어 및 데이터 공학*, 6(8), 411-418.
- [40] OECD(2005). *The Definition and Selection of Key Competencies: Executive Summary*.
- [41] Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (Eds.). (2003). *Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society*. Göttingen, Germany: Hogrefe & Huber.
- [42] Computing At School Working Group, Naace(2013). *Computing in the national curriculum - a guide for primary teachers*. CAS.
- [43] Sridhar Iyer(2013). *CMC: A Model Computer Science Curriculum for K-12 School, 3rd Edition*. Indian Institute of Technology Bombay, Available in : <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2593249>, 2019년 7월 접근
- [44] 우호성, 김자미, 이원규(2018). 2015 개정 교육과정의 정보과 핵심역량에 관한 검사도구 분석. *컴퓨터교육학회 논문지*, 21(2), 49-58.
- [45] ACM, IEEE Computer Society(2013). *Computer Science Curricula 2013*. Available in : https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/cs2013_web_final.pdf.

2019년 7월 접근

- [46] 筧捷彦(2008). 情報専門学科カリキュラム標準 J07 について. 情報処理, 49(7), 721-727.
- [47] 情報処理学会(2007). カリキュラム標準 コンピュータ科学J07-CS. 情報処理学会.
- [48] 情報処理学会(2008). 一般情報処理教育の知識体系(GEBOK). 情報処理学会
- [49] 文部科学省(2017). コンピュータ科学領域 (J17-CS)のサマリ. 文部科学省.
- [50] 이원규(2016). 대학교육의 분야별 질 보증을 위한 교육과정 편성상의 참조기준 정보학 분야. 일본학술회의 정보학위원회 정보과학기술포럼 분과회, 2016년 3월 23일.
- [51] 니시가키 도루 저, 이원규 역(2018). 기초정보학. 고려대학교출판문화원.
- [52] 국가법령정보센터(2019). 초·중등교육법. [시행 2019. 6. 19.] [법률 제15961호, 2018. 12. 18. 일부개정]. 국가법령정보센터.



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



우 호 성

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

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



양 혜 지

2015 홍익대학교
컴퓨터공학과(공학사)
2017 고려대학교 교육대학원
컴퓨터교육전공(교육학석사)

2017~현재 고려대학교 컴퓨터학과 박사과정
관심분야: 정보교육, 교육과정, 정보교사양성
E-Mail: slobbiehyeji@korea.ac.kr



김민정

2015 수원대학교 정보보호학과
(공학사)
2018 고려대학교 교육대학원
컴퓨터교육전공(교육학석사)

2018~현재 고려대학교 컴퓨터학과 박사과정
2019~현재 한국과학창의재단 SW·AI인재육성실 연구원
관심분야 : 정보교육, 교육과정, 교육평가
E-mail : minjeong.kim@inc.korea.ac.kr



김 성 희

2016 이화여자대학교
컴퓨터공학 심화(공학사)
2019 고려대학교 교육대학원
컴퓨터교육전공(교육학석사)

2019~현재 고려대학교 컴퓨터학과 박사과정
관심분야: 정보교육, 프로그래밍 평가, 교육과정
E-Mail: sunghee622@korea.ac.kr

이 소 율



2007 춘천교육대학교
초등교육(교육학학사)
2017 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학석사)

2017~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
2010~현재 초등학교 교사
관심분야: 교사교육(교사연수), 교수효능감, SW교육,
정보교육, TPACK, 인공지능교육
E-Mail: soyulyi@knue.ac.kr



김보선

1998 서울시립대학교
전산통계학과(이학석사)
2008 서울시립대학교
전산통계학과(이학박사)

2001~현재 한국교육학술정보원 연구위원
관심분야: 컴퓨터교육, 데이터베이스, 데이터마이닝
E-Mail: bskim@keris.or.kr



김영애

2006 고려대학교
교육학과(교육학박사)
1990~1994 한국교육개발원
컴퓨터교육연구센터(연구원)

1994~1999 멀티미디어교육지원센터(주임연구원)
1999~현재 한국교육학술정보원 수석연구위원
관심분야: SW교육, 에듀테크
E-Mail: kkyyaa@keris.or.kr



곽지혜

2011 숙명여자대학교
행정학과(행정학사)
2016 경북대학교
일반대학원 교육학과 석사 수료

2011~현재 한국교육학술정보원 연구원
관심분야: 교육방법, 컴퓨터교육
E-Mail: lapin@keris.or.kr



최현종

1993 공주교육대학교
수학교육심화과정(교육학사)
2001 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학석사)

2005 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학박사)
2006~현재 서원대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 컴퓨터교육, 정보교육과정
E-Mail: blueland@seowon.ac.kr



정인기

1988 고려대학교 전산학과
(이학사)
1990 고려대학교 대학원
수학과 전산학전공(이학석사)

1996 고려대학교 대학원 전산학과
전산학전공 (이학박사)
1997~현재 춘천교육대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 컴퓨터과학교육, 프로그래밍교육
E-Mail: inkey@cnue.ac.kr



이영준

1988 고려대학교
전산학과(이학사)
1994 미국 미네소타대학교
(전산학 Ph.D)

2003~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
2018~현재 한국컴퓨터교육학회 회장
관심분야: 정보통신교육, 지능형시스템, 학습과학,
인공지능교육
E-Mail: yjlee@knue.ac.kr



이원규

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

1993 츠쿠바대학 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