

Educational Objectives in Computing Education: A Comparative Analysis

Sangjin An*, Youngjun Lee**

Abstract

This study examined three elementary school computing curriculum - the CSTA K-12 computer science standards, the computing programme of the national curriculum in England, and the 2015 national curriculum in Korea - focusing on the educational objectives with the perspective of the revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. The CSTA K-12 computer science standards mainly addressed applying procedural knowledge and using digital technology is the main theme. The computing programme in England concentrated on understanding factual and conceptual knowledge of computer science, such as algorithms. The 2015 national curriculum also addressed applying procedural knowledge, but the main focus is making softwares and robots. The findings of this comparative analysis suggest that it is needed to set up concrete educational objectives for lower grade and make them related to the secondary education to make more coherent elementary-level learning objectives. And elementary-level computing learning objectives are needed to be organized with the perspective of knowledge and cognitive process level.

▶ Keyword : Computing Education, Informatics Curriculum, Bloom's Taxonomy, Educational Objectives

I. Introduction

현대 지식 정보 사회의 학생들은 대부분 어릴 때부터 다양한 디지털 기기를 활용하고 있고 컴퓨팅 기술이 기반이 된 사회에서 살아가고 있다. 우리의 삶에 깊숙이 들어와 있는 컴퓨팅 관련 기술은 그 발전 속도가 날이 갈수록 빨라지고 있고 사회의 변화를 적극적으로 주도하고 있다. 앞으로 학생들이 살아가게 될 세계에서는 컴퓨팅 기술이 사회의 많은 부분에 더욱 큰 영향력을 미치게 될 것이기 때문에 학생들이 진로를 결정하고 사회의 구성원으로서 필요한 역할을 수행하기 위해서는 컴퓨팅과 관련된 지식과 역량을 체계적으로 학습할 필요가 있다. 이러한 컴퓨팅 교육의 필요성은 세계 여러 나라에서 동시다발적으로 느끼고 있고, 그 결과로 세계의 여러 나라에서 체계적인 컴퓨팅 교육과정을 수립하여 교육하기 위한 노력의 결과물들이 나타나고 있다.

우리나라에서도 컴퓨팅 교육의 변화를 필요로 하는 교육 흐름이 나타나고 있다. 2007 개정 교육과정에서는 기존의 ICT 교육 중심의 컴퓨팅 교육과정을 컴퓨터 과학 중심으로 변화시

키기 위하여 중등 '컴퓨터' 과목을 '정보'로 이름을 변경하고 교육 내용을 문제해결과 컴퓨팅 사고력 중심으로 전환하였다. 또한 일반 학교에서도 2014년도부터 초·중·고 각급학교에 소프트웨어 교육 중심의 연구학교 및 선도학교 프로그램이 운영되면서 그동안 진행되던 ICT 활용 중심의 컴퓨팅 교육과정을 변화시키려는 노력을 기울이고 있다. 2015년 개정 교육과정에서는 초·중등 컴퓨팅 관련 교육내용을 소프트웨어 개발 중심으로 개편하여 컴퓨팅 교육을 강화하기 위한 다양한 노력을 기울이고 있다. 구체적인 변화를 살펴보면 중학교 교육과정에서는 컴퓨터 과학과 관련된 과목인 정보 과목이 학습자가 필수적으로 학습해야 하는 교육 영역에 포함되었고, 고등학교 교육과정에서도 정보 과목이 일반 선택 과목으로 편성되어 특정한 선행 과목의 학습 없이도 학교에서 선택·편성할 수 있도록 교육과정이 개정되었다. 따라서 중학교부터는 학습자가 체계적으로 컴퓨팅 관련 교육을 받을 수 있는 기반이 마련되었다[1].

하지만 아직까지 초등학교 컴퓨팅 교육은 중등 컴퓨팅 교육과는 다른 흐름을 보이고 있다. 이전의 교육과정에도 컴퓨팅 관련 교육내용은 초등학교 교육과정에서 독립적인 과목으로 존재하지 못하고 실과 과목의 한 영역으로 포함되어 있었다. 2015

• First Author: Sangjin An, Corresponding Author: Youngjun Lee

*Sangjin An (ahnsang0@nate.com), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education

**Youngjun Lee (yilee@knue.ac.kr), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education

• Received: 2015. 12. 30, Revised: 2016. 01. 18, Accepted: 2015. 01. 25.

개정 교육과정에서도 여전히 5, 6학년군 실과 과목에서 한 단원 정도 분량의 컴퓨팅 관련 교육내용만이 포함되어 있어 초등 학교에서는 컴퓨팅 관련 교육 시간이 절대적으로 적은 실정이다. 또한 컴퓨팅 교육의 목표와 내용이 중학교와 고등학교의 교육 영역이나 교육 목표와 연계되기 어려운 구조로 구성되어 있다. 초등학교 교육의 특수성을 감안한다 하더라도 이런 상황에서는 학습자에게 체계적인 컴퓨팅 교육이 이루어지기가 어렵다. 따라서 초등학교 수준의 컴퓨팅 교육이 조금 더 체계적인 형태를 띠 필요가 있다.

초등학교 수준에서 학습자가 체계적인 컴퓨팅 교육을 받기 위해서 선행되어야 할 중요한 요소 중 하나는 학습자의 수준에 맞는 교육 목표를 설정하는 것이다. 좋은 교육 목표의 설정은 학습자가 학습해야 하는 교육 내용을 명확하게 규정하고, 어느 정도의 행동 수준을 보여야 하는지를 알려주기 때문에 실제 교육을 실시하는 교사들에게 교육을 위한 지침이 된다. 초등학교 수준에서 학습자가 받을 적절한 컴퓨팅 교육의 목표를 설정하기 위해 다양한 방법을 활용할 수 있지만 해외의 다양한 컴퓨팅 교육과정을 참고할 필요성이 있다. 우리와 비슷한 수준의 컴퓨팅 인프라가 구축되어 있고 우리와 교육 수준이 비슷한 국가에서 현재와 미래를 위해 계획한 컴퓨팅 교육과정을 분석하여 학습자에게 어떠한 교육 내용을 제공하고 기대하는 컴퓨팅 역량 수준이 얼마만큼 인지를 확인한다면 국내의 초등수준 컴퓨팅 교육의 목표를 설정하는 데 도움이 될 것이다.

이를 위해 본 연구에서는 국외의 컴퓨팅 교육과정에 나타난 초등수준 컴퓨팅 교육의 목표를 분석하여, 각 국가에서 초등 컴퓨팅 교육이 어떠한 목적을 위해 이루어지고 있고 학습자가 어떠한 수준의 역량을 갖추어야 하는지를 비교하였다. 이를 위해 각 국가에서 대표적으로 활용하는 교육과정에 제시된 컴퓨팅 관련 교육 목표를 개정된 Bloom의 교육목표분류체계에 따라 분류하고 교육 내용과 학생 수행 수준에 대한 분석을 실시하였고, 이 결과를 2015 개정 교육과정에 제시된 국내의 초등 컴퓨팅 교육 목표와 비교하여 국내 초등 컴퓨팅 교육 목표를 설정하는 데 시사점을 제공하고자 한다.

연구의 필요성에 따른 연구의 내용은 다음과 같다.

가. 국외의 초등 컴퓨팅 교육과정을 개정된 Bloom의 교육목

표분류기준으로 분석하여 국외 컴퓨팅 교육의 교육 내용과 기대하는 학습자의 역량을 분석한다.

나. 2015 개정 교육과정에 제시된 초등 컴퓨팅 교육내용을 개정된 Bloom의 교육목표분류기준으로 분석하여 국내 컴퓨팅 교육의 교육 내용과 기대하는 학습자 역량을 분석한다.

다. 분석된 교육 목표를 비교·분석하여 국내 초등수준의 컴퓨팅 교육의 구체적인 교육 목표 설정에 시사점을 제공한다.

II. Backgrounds

1. A Revision for Blooms' Taxonomy of Educational Objectives

Bloom은 수업목표가 학생이 구체적으로 다루어야 할 '내용'과 함께 추구해야 하는 '행동'을 제시해야 한다고 주장하였다. 이는 각각의 수업목표가 '어떠한 내용을 가르칠 것인가'라는 문제와 '학생이 어느 정도 수준의 행동을 보일 것인가'를 함께 제시해야 한다는 점을 말하고 있다. 개별적인 교육 목표가 어떠한 의미를 가지고 있는지를 파악하기 위해 Bloom은 인지적 영역, 정의적 영역, 심동적 영역에 대한 교육목표분류체계를 제시하였다[2]. 하지만 시간이 흐르며 Bloom의 분류체계는 사고의 본질과 학습의 관련성을 단순화시키고 있고, 위계적인 구조가 비논리적이고, 일차원적인 단순한 체계로 계층 간의 인지를 촉진하지 못하는 분류체계로 생각되고 있다[3][4].

Anderson과 Krathwohl은 이러한 Bloom의 교육목표분류체계를 현재의 교육상황에 맞도록 개선한 체계를 제안하였다. 이 분류체계에서는 인지적, 정의적, 심동적 영역을 구분하지 않고 인지적인 학습에 집중하여 교과에서 학습해야 하는 지식과 학습자의 인지 과정의 2차원적으로 구성된 학습목표 분류를 제안하고 있다. [Table 1]은 Anderson과 Krathwohl이 제시한 분류표이다.

1.1 The Knowledge Dimension

Anderson과 Krathwohl은 지식의 일반유형을 사실적 지식(factual knowledge), 개념적 지식(conceptual knowledge),

Table 1. Bloom's Taxonomy Revised (Anderson & Krathwohl, 2001)

| The Knowledge Dimension | The Cognitive Process Dimension | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|------------|-------|---------|----------|--------|
| | remember | understand | apply | analyze | evaluate | create |
| factual | | | | | | |
| conceptual | | | | | | |
| procedural | | | | | | |
| metacognitive | | | | | | |

절차적 지식(procedural knowledge), 메타인지 지식(metacognitive knowledge)의 네 유형으로 나누었다.

첫째, 사실적 지식은 분리된 내용요소, 즉 ‘정보단위’에 대한 지식이다. 사실적 지식은 교과나 교과의 문제를 해결하기 위해서 알고 있어야 하는 기본적인 요소로 학생들이 학문에서 문제를 풀거나 학습을 진행할 때 반드시 알고 있어야 하는 지식이다. 사실적 지식에는 ‘전문용어에 대한 지식’과 ‘구체적 사실과 요소에 대한 지식’이 포함된다.

둘째, 개념적 지식은 지식의 유목과 분류, 지식 사이의 관계에 대한 지식을 포함하고 있다. 개념적 지식은 학생이 학습한 기본적인 사실 지식들 사이의 상호관계를 나타내는 지식이다. 개념적 지식에 포함되는 지식은 ‘분류와 유목에 대한 지식’, ‘원리와 일반화에 대한 지식’, ‘이론, 모형, 구조에 대한 지식’이다.

셋째, 절차적 지식은 “어떤 것을 수행하는 방법, 탐구방법, 기능을 수행하기 위한 준거, 알고리즘, 기법”에 대한 지식을 의미한다. 절차적 지식은 따라야 할 일련의 단계나 계열로 이루어져 있고, 언제 이러한 절차들을 사용할 것인지 결정할 수 있는 기준에 관한 지식을 포함하고 있다. 절차적 지식에는 ‘교과에 특수한 기능과 알고리즘에 대한 지식’, ‘교과에 특수한 기법과 방법에 대한 지식’, ‘적절한 절차의 사용 시점을 결정하기 위한 준거에 대한 지식’이 포함되어 있다.

넷째, 메타인지 지식은 “자신의 인지에 대한 인식 및 지식과 인지 전반에 대한 지식”을 말한다. 메타인지 지식에는 ‘전략적 지식’, ‘인지과제에 대한 지식’, ‘자기-지식’의 차원이 포함되어 있다[5].

1.2 The Cognitive Process Dimension

인지과정 차원의 유목은 Bloom의 인지적 영역에 포함된 학생 행동 체계를 발전시킨 형태이다. Bloom은 인지적 영역에서 주로 특정한 지식을 알고 적용하는 것과 관계되는 지적 과정에 대한 수준을 설정하였다. Bloom은 인지과정 수준을 학생 행동의 복잡성에 따라 ‘지식 - 이해 - 적용 - 분석 - 종합 - 평가’의 여섯 단계로 구분하고, 앞쪽에 있는 것일수록 하위정신능력으로, 뒤쪽에 있는 것일수록 고등정신능력으로 구별하였다. Anderson과 Krathwohl은 이 분류체계의 기본 틀을 사용하면 고등정신능력의 종합과 평가 부분의 순서를 변경하고, 종합(synthesis) 능력을 창안하다(create)로 바꾸었다. 따라서 Anderson과 Krathwohl은 인지과정의 순서를 ‘기억하다(remember) - 이해하다(understand) - 적용하다(apply) - 분석하다(analyze) - 평가하다(evaluate) - 창안하다(create)’의 순서로 제시하고 있다.

첫째, ‘기억하다’는 장기기억으로부터 관련된 지식을 인출하는 것을 의미한다. 지식을 기억하는 것은 모든 학습의 기본이 되고 그 지식으로 문제를 해결하는 것은 더욱 복잡한 과제에서 활용된다. 따라서 ‘기억하다’라는 인지과정은 다른 상위 인지과정과 통합되어 나타나는 경우가 많다. 기억하에 포함된 하위 인지과정으로는 ‘재인하기’와 ‘회상하기’가 있다.

둘째, ‘이해하다’는 다양한 매체를 통해 전달된 메시지로부터 의미를 구성하는 것을 뜻한다. 학생들이 습득한 지식과 이전의 지식 간에 관련을 맺을 수 있을 때 이해하게 된다. 이해는 학습 내용의 전이를 위해 가장 기본이 되는 인지활동이라 할 수 있다. 이해하기에는 ‘해석하기’, ‘예증하기’, ‘분류하기’, ‘요약하기’, ‘추론하기’, ‘비교하기’, ‘설명하기’가 포함된다.

셋째, ‘적용하다’는 지식을 특정한 상황에 활용하거나 특정 절차를 실행하는 것을 말한다. 따라서 적용하다는 절차적 지식과 밀접한 관련이 있다. 적용하다에는 특정한 절차를 유사한 과제에 적용하는 ‘집행하기’와 절차를 익숙하지 못한 과제에 적용하는 ‘실행하기’가 포함된다.

넷째, ‘분석하다’는 주어진 내용을 구성요소로 분할하고 각 요소의 상호관계성을 결정하는 것을 말한다. 자료를 구성성분으로 나누고 나눈 부분간의 관계나 전체구조와의 관계를 파악하는 능력을 말한다. 분석하기에는 중요성에 따라 내용을 분류할 수 있는 ‘구별하기’, 부분들이 구조 안에서 적절하게 연관되어 있는지를 인식하는 ‘조직하기’, 커뮤니케이션 안의 관점, 편견, 가치, 의도를 확인할 때 발생하는 ‘귀속하기’가 포함되어 있다.

다섯째, ‘평가하다’는 기준이나 준거에 따라 판단하는 것을 뜻한다. 어떤 활동이나 산출물에 내적 일관성이나 오류가 있는지를 검증하는 ‘점검하기’와 결과나 활동을 판단하는 ‘비판하기’가 평가하기에 포함된다.

여섯째, ‘창안하다’는 부분적 지식과 기능을 결합하여 새로운 전체를 구성하거나 독창적인 산출물을 만들어 내는 것을 말한다. 창안하기에는 준거에 기반을 둔 대안이나 가설을 생성하는 ‘생성하기’와 특정한 문제의 준거를 충족하는 해결방법을 구안하는 ‘계획하기’, 주어진 문제를 해결하기 위한 계획을 수행하는 ‘산출하기’가 포함된다.

이러한 지식차원과 인지과정의 분류와 단계의 구성은 교육 목표를 더욱 구체적으로 진술할 수 있도록 하고 학습자가 수행해야 하는 목표를 더욱 잘 이해할 수 있도록 돕는다[5].

2. Related Works

Bloom의 교육목표분류체계가 개정되고 나서 많은 교과에서 이 틀을 바탕으로 학습목표에 대한 분석 연구를 실행하고 있다. 많은 연구가 교과서 혹은 교사용 지도서에 제시된 인지적 영역에 대한 교육 목표를 분석하는 것이고, 이 외에도 평가문항을 분석하는 연구들이 있었다. 정보교과에서 이루어진 교육 목표 분석 연구는 초등학교 정보 교과 수업목표를 분석한 진영학(2009)의 연구와 중학교, 고등학교 정보 교과서에 나타난 수업목표를 분석한 최현중(2014)의 연구가 있다. 진영학의 연구에서는 초중등 정보통신기술교육 운영지침에 근거하여 개발된 초등학생용 인지도서에 제시된 교육 목표를 분석하여 초등학교 정보 수업목표 기준을 개발하는데 활용하였다[6]. 최현중의 연구에서는 정보 교과의 교육 목표를 분석하는데 개정된 Bloom의 교육목표분류체계가 적절한지를 평가하고, 이를 활용하여

2009 개정 교육과정에 따라 제작된 정보교과서의 수업목표를 분석하였다. 정보 교사를 대상으로 한 설문에서 개정된 Bloom의 교육목표분류법이 기존의 분류법보다 정보 교과서의 수업목표 계획과 진술, 평가 지침 등에 더욱 유용하게 활용된다는 결과를 얻었다[7].

III. Methodology

1. Research Process

각 국가의 초등 컴퓨팅 교육 목표를 분석하기 위하여 관련된 문헌과 선행연구 고찰을 통해 기초 연구를 실시하였다. 이후 교육 목표 분석을 위해 분석할 교육과정을 선정하고 각 교육과정별 교육 목표와 성취수준을 추출하였다. 이를 교육영역, 지식, 인지과정 차원으로 분석하고, 코더별 분석결과 일치도를 검증하였다. 최종적으로 분석결과를 해석하고 결론을 도출하였다. 연구의 절차는 [Fig 1]과 같다.

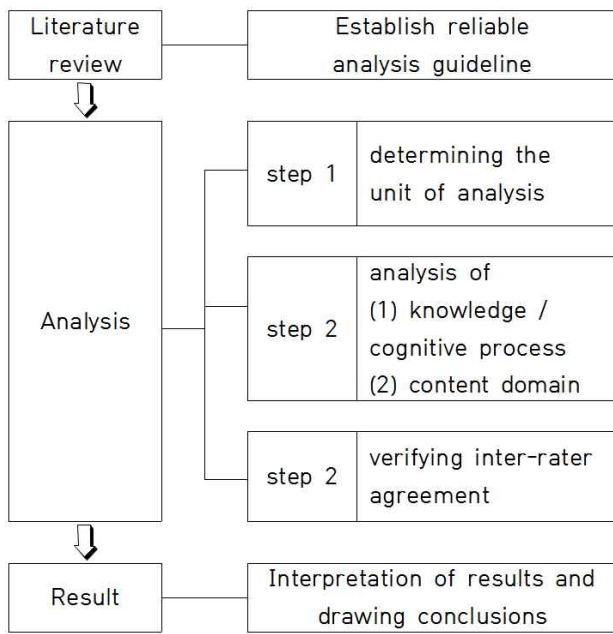


Fig 1. Research Process

2. Selection Process

본 연구는 개정된 Bloom의 교육목표분류체계를 통해 국내외 초등 컴퓨팅 교육과정에 제시된 교육 목표를 분석하여 각 국가의 컴퓨팅 교육에서 교육하는 교육내용을 파악하고 각 교육내용별로 기대하는 인지능력을 분석하기 위한 것이다. 현재 초등학교 과정에서 컴퓨팅을 교육하기 위해 마련된 국내의 교육과정은 2011년 발표된 미국의 컴퓨터 과학 교육기준안(CSTA K-12 Computer Science Standards revised 2011, 이하 CSTA 교육기준안), 2013년 발표된 인도의 컴퓨터 과학 교육과정(CMC: A Model Computer Science Curriculum for

K-12 Schools), 2014년 발표된 영국의 국가 교육과정(National Curriculum, 이하 영국 교육과정)의 컴퓨팅(computing) 과목, 2015년 발표된 한국의 2015 개정 교육과정이 있다. 이러한 교육과정들 중에서 우리가 분석의 합의를 얻기 위해서는 우리의 교육상황과 비슷한 나라의 교육과정을 분석하는 것이 유의미하다는 판단 하에 학생의 학습 수준이나 컴퓨터 사용에 대한 제반 환경이 우리나라와 유사한 미국의 CSTA 교육기준안과 영국 국가 교육과정을 분석 대상으로 선정하였다.

3. Coding Process

3.1 코더 선정 및 분석 절차

개정된 Bloom의 교육목표분류체계를 준거로 교육 목표와 성취기준을 분석하기 위하여 연구자 외에 석사학위 이상의 정보 교육 전문가 2인을 코더로 선정하여 함께 분석하였다. 일차로 연구자가 각 국가의 교육과정에 제시된 교육 목표와 성취기준을 추출한 것을 토대로 코더들이 개별적인 교육 목표를 분리하여 개정된 Bloom의 교육목표분류체계를 활용하여 분석하였다. 각 코더의 분석 결과를 토대로 협의회를 통해 불일치 부분에 대하여 토론 및 협의를 하였고 최종적인 분석 단위에 합의하였다.

3.2 분석 단위 및 기준 설정

본 연구에서는 각 교육과정에 제시된 교육 목표와 성취기준 중 인지적 목표에 대한 분석을 실시하고자 하였다. 따라서 다음과 같이 교육 목표 및 성취기준을 분석하는 기준을 설정하였다 [8][9].

- 교육 목표와 성취기준은 지식차원과 인지과정 차원을 결합한 이차원적 분석을 실시한다.
- 교육 목표와 성취기준에 제시된 내용 중 인지적 영역에 해당하는 학습목표를 대상으로 분석한다.
- 하나의 교육 목표나 성취기준에 두 가지 이상의 인지적 목표가 존재할 경우 이를 분리하여 각각 분석한다.
- 하나의 교육 목표나 성취기준에 두 가지 이상의 지식차원이 존재할 경우 이를 분리하여 각각 분석한다.
- 교육 영역은 컴퓨팅 교육의 연계성을 파악하기 위하여 2015 개정 교육과정의 중·고등학교 정보 교과에 제시된 내용 영역으로 나눈다.

이러한 기준을 통해 최종적으로 분석의 대상이 된 교육 목표와 성취기준 단위는 CSTA 교육기준안 41개, 영국 교육과정 25개, 한국 교육과정 8개이다.

3.3 분석 결과 일치도

2명의 코더들은 개별적으로 분석단위를 추출하여 협의를 한 후 2차로 지식 차원과 인지과정 차원으로 교육 목표를 분류하

였다. 또한 각 교육 목표를 중등 정보과목에 포함된 네 개의 교육 영역으로 분류하였다. 코더의 분석 결과를 비교해 본 결과 학습목표 74개에 대해 지식 차원의 일치도는 .807이었고, 인지 과정 차원의 일치도는 .853이었다. 교육 영역에 대해서는 코더들이 완전히 일치하게 분류하였다.

IV. Result

1. Knowledge / Cognitive Process Dimension

1.1 CSTA K-12 CS Standards

CSTA 교육기준안에서 초등 교육에 해당하는 부분은 유치원 수준에서 초등학교 1~2학년에 해당하는 Level 1A와 초등학교 3~6학년 수준에 해당하는 Level 1B로 이루어져 있다. CSTA 교육기준안의 Level 1A 수준의 교육 목표 14개 중에서는 절차적 지식 범주(9개)에 해당하는 학습목표가 가장 많았고, 다음으로 사실적 지식(4개), 개념적 지식(1개)의 순이었다. 이 단계의 교육 목표에서 메타인지 지식은 나타나지 않았는데 이는 학습자의 인지적 발달이 충분히 이루어지지 않았기 때문으로 보인다. 인지과정 차원의 유목을 살펴보면 ‘적용하다’ 범주의 학습 목표가 6개로 가장 많았고, 다음으로 ‘기억하다(3개)’, ‘이해하다(2개)’, ‘창안하다(2개)’, ‘분석하다(1개)’ 순이었다.

Level 1B 수준의 교육 목표 27개 중에서도 절차적 지식(10개)이 포함된 목표가 가장 많았고, 개념적 지식(8개), 사실적 지식(7개), 메타인지 지식(2개)의 순으로 나타났다. 인지과정 차원의 유목으로는 ‘적용하다’와 ‘이해하다’가 각각 10개로 가장 많았고, ‘기억하다’(3개), ‘창안하다’(2개), ‘분석하다’, 평가하다(각 1개) 순이었다. 종합적인 교육 목표 분석 결과는 [Table 2]에 제시되어 있다.

위의 교육 목표 분류를 통해 CSTA에서 제시하는 미국의 초

등 컴퓨팅 교육 목적의 특징을 살펴보면, Level 1A에서는 ‘절차적 지식’과 ‘적용하다’라는 인지 과정의 비중이 높은 것을 살펴볼 수 있다. 즉, 가장 많은 교육 목표가 절차적 지식을 적용하는 형태인 것이다. 이러한 교육 목표가 설정된 이유를 유추해보면 이 시기의 학습자는 일반적으로 컴퓨팅에 대한 학습을 처음 시작하는 시기이기 때문에 컴퓨팅을 학습하기 위한 사실적인 지식을 기억하고, 실제 컴퓨팅 기기를 다루는 절차적인 지식을 학습하는 것을 가장 중요한 목적으로 설정한 것으로 보인다. Level 1B의 경우 여전히 절차적 지식과 적용하기의 비중이 높기는 하지만 사실적 지식과 개념적 지식의 비중이 상대적으로 높아졌고, 인지 과정 수준 또한 이해하기의 비중이 높아졌다. 이는 Level 1A에서 컴퓨팅을 사용하는 방법을 익히고 나서 컴퓨팅에 대한 기본적인 지식의 습득과 개념적인 이해를 상위 단계에서 필요로 한다고 볼 수 있다. 종합하면 미국의 CSTA 교육기준안에서는 초등학교 저학년에서 컴퓨팅 활용에 대한 절차적 지식의 습득 후에 초등학교 고학년에 컴퓨팅 학습을 위한 사실적, 개념적 지식을 이해하고 적용하는 데 교육의 단계를 두고 있음을 알 수 있다.

1.2 Computing Programme of England

영국 교육과정에서는 학습자의 수준을 Key Stage로 구분한다. 초등학교 수준의 교육내용은 1~2학년 수준의 Key Stage 1과 3~6학년 수준의 Key Stage 2로 이루어져 있다. Computing 과목의 Key Stage별 교육 목표를 분석한 결과는 [Table 3]과 같다.

Key Stage 1 수준의 교육 목표 9개에서는 사실적 지식 범주(4개)의 교육 목표가 가장 많았고, 다음으로 개념적 지식, 절차적 지식(각 2개), 메타인지 지식(1개)의 순이었다. 인지과정 차원의 유목을 살펴보면 ‘기억하다’와 ‘이해하다’ 범주의 학습

Table 2. Analysis of CSTA Computer Science Standards in United States

| Level | Level 1A(K-2) | | | | | | | Level 1B(3-6) | | | | | | |
|---------------------|---------------|-------------|-------------|------------|----------|-------------|-------------|---------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|
| | remember | understand | apply | analyze | evaluate | create | Total | remember | understand | apply | analyze | evaluate | create | Total |
| cognitive knowledge | appearance(%) | | | | | | | | | | | | | |
| | factual | 3 (21.4) | 0 | 1 (7.2) | 0 | 0 | 0 | 4 (28.6) | 3 (11.1) | 4 (14.8) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| conceptual | 0 | 1 (7.2) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (7.2) | 0 | 6 (22.2) | 1 (3.7) | 0 | 1 (3.7) | 0 | 8 (29.6) |
| procedural | 0 | 1 (7.2) | 5 (35.7) | 1 (7.2) | 0 | 2 (14.3) | 9 (64.3) | 0 | 0 | 8 (29.6) | 0 | 0 | 2 (7.4) | 10 (37.1) |
| metacognitive | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (3.7) | 1 (3.7) | 0 | 0 | 2 (7.4) |
| Total | 3 (21.4) | 2 (14.3) | 6 (42.8) | 1 (7.2) | 0 | 2 (14.3) | 14 (100) | 3 (11.1) | 10 (37.1) | 10 (37.1) | 1 (3.7) | 1 (3.7) | 2 (7.4) | 27 (100) |

목표가 각각 3개로 가장 많았고, 다음으로 ‘적용하다’(2개), ‘창안하다’(1개) 순이었다.

Key Stage 2 수준의 교육 목표 16개 중에는 개념적 지식(7개)의 목표가 가장 많았고, 사실적 지식(5개), 절차적 지식, 메타인지 지식(2개)의 순으로 나타났다. 인지과정 유목으로는 ‘이해하다’(6개)가 가장 많았고, ‘적용하다’(5개), ‘기억하다’(2개), ‘분석하다’, ‘창안하다’, ‘평가하다’(각 1개) 순이었다.

영국 컴퓨팅 교육 목표의 특징을 살펴보면 Key Stage 1 수준에서는 사실적 지식의 비중이 높게 형성되어 있음을 살펴볼 수 있다. 이는 초등학교 저학년 시기의 학습은 그 이후의 컴퓨팅 학습을 위한 기본적인 지식이나 개념의 습득에 초점을 맞추고 있음을 말해준다. 이는 인지 수준에서도 살펴볼 수 있는데, Key Stage 1에서는 기억과 이해 부분이 높은 비중을 차지하고 있다. 따라서 사실적 지식의 기억이 교육 목표의 가장 높은 비중을 차지하고 있다. Key Stage 2에서는 개념적 지식의 비중

이 가장 높은 것을 살펴볼 수 있다. 다음으로 사실적 지식이 나타나는데 두 영역을 합치면 75퍼센트의 비중을 차지한다. 이러한 지식 범주의 비중은 영국의 초등 컴퓨팅 교육과정이 추구하는 목표가 컴퓨팅 지식의 습득과 개념의 이해라는 것을 잘 보여준다고 할 수 있다. 학습자 인지 수준도 이해와 적용에 초점을 맞추고 있는 것 또한 이를 뒷받침하는 것을 보인다. 종합적으로 영국의 초등 컴퓨팅 교육에서는 특정한 절차적 지식을 적용하는 방법을 학습하기보다는 컴퓨팅에 대한 사실적이고 개념적인 지식의 습득에 더욱 초점이 맞춰져 있는 것으로 볼 수 있다.

1.3 2015 National Curriculum of Korea

한국의 2015 개정 교육과정 초등학교 실과 과목에 제시된 컴퓨팅 관련 성취기준을 분석한 결과는 [Table 4]와 같다. 2015 개정 교육과정에 제시된 초등학교 컴퓨팅 관련 성취기준은 총 8개이다. ‘기술 시스템’ 영역에 5개의 성취기준이 제시되

Table 3. Analysis of Computing Programmes in England

| Level | Key Stage 1(1-2) | | | | | | | Key Stage 2(3-6) | | | | | | |
|---------------------|------------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------|------------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | remember | understand | apply | analyze | evaluate | create | Total | remember | understand | apply | analyze | evaluate | create | Total |
| cognitive knowledge | appearance(%) | | | | | | | | | | | | | |
| | factual | 3 (33.3) | 0 | 1 (11.1) | 0 | 0 | 0 | 4 (44.4) | 2 (12.5) | 2 (12.5) | 1 (6.3) | 0 | 0 | 0 |
| conceptual | 0 | 2 (22.2) | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 (22.2) | 0 | 4 (25) | 2 (12.5) | 0 | 1 (6.3) | 0 | 7 (43.8) |
| procedural | 0 | 0 | 1 (11.1) | 0 | 0 | 1 (11.1) | 2 (22.2) | 0 | 0 | 1 (6.3) | 0 | 0 | 1 (6.3) | 2 (12.5) |
| metacognitive | 0 | 1 (11.1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (11.1) | 0 | 0 | 1 (6.3) | 1 (6.3) | 0 | 0 | 2 (12.5) |
| Total | 3 (33.3) | 3 (33.3) | 2 (22.2) | 0 | 0 | 1 (11.1) | 9 (100) | 2 (12.5) | 6 (37.5) | 5 (31.3) | 1 (6.3) | 1 (6.3) | 1 (6.3) | 16 (100) |

Table 4. Analysis of 2015 National Curriculum in Korea

| Level | 5-6 grade | | | | | | |
|---------------------|---------------|------------|----------|---------|----------|--------|----------|
| | remember | understand | apply | analyze | evaluate | create | Total |
| cognitive knowledge | appearance(%) | | | | | | |
| | factual | 1 (12.5) | 1 (12.5) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| conceptual | 0 | 1 (12.5) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (12.5) |
| procedural | 0 | 0 | 3 (37.5) | 0 | 0 | 2 (25) | 5 (62.5) |
| metacognitive | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 1 (12.5) | 2 (25) | 3 (37.5) | 0 | 0 | 2 (25) | 8 (100) |

어 있고, ‘기술 활용’ 영역에 3개의 성취기준이 제시되어 있다. 분석 결과 학습자가 학습하는 지식 차원은 절차적 지식(5개)이 가장 많았고 사실적 지식(2개)과 메타인지 지식(1개)이 그 뒤를 이었다. 학습자가 사용하는 인지과정은 ‘적용하다’(3개)가 가장 많았고, ‘이해하다’, ‘창안하다’(각 2개), 기억하다(1개)의 순으로 나타났다.

2015 개정 교육과정에 제시된 초등 컴퓨팅 교육 목표의 특징을 살펴보면 지식 차원에서는 절차적 지식의 비중이 상당히 높음을 살펴볼 수 있다. 이는 CSTA 교육기준안과 비슷하게 판단할 수 있는데, 학습자가 문제를 해결하는 방법이나 프로그래밍 절차에 대한 지식을 적용하고 경험해보는데 높은 비중을 두고 있음을 보여준다. 인지 수준 차원은 비교적 고르게 나타나고 있는데 적용과 창안의 비중이 높음을 볼 수 있다. 이는 절차적 지식을 활용하여 문제를 해결하거나 소프트웨어, 로봇을 제작하는 교육 목표가 제시되어 상대적으로 높은 인지 수준을 요구하는 것으로 보인다.

2. Content Domain Dimension

각 교육과정의 교육 목표를 지식, 인지과정 차원으로 분류하는 것과 함께 어떠한 분야의 컴퓨팅 관련 내용을 교육하는가를 중등 정보 과목에 제시된 네 개의 대영역(정보문화, 자료와 정보, 문제해결과 프로그래밍, 컴퓨팅 시스템)으로 분류하였다. 컴퓨팅 교육의 연계성을 파악하기 위해 미국, 영국, 한국의 컴퓨팅 교육 목표를 중등 정보교육의 교육 영역으로 분류한 결과는 [Fig 2]와 같다.

2.1 CSTA K-12 CS Standards

CSTA 교육기준안은 자체적으로 다섯 개의 대영역으로 교육 목표를 분류해놓고 있으나 본 연구에서 국내 교육과정에 맞게 재분류하였다. CSTA 교육기준안의 Level 1A 수준에서 가장 많이 제시된 교육 내용은 ‘자료와 정보’ 영역에 해당하는 내용이었고, 다음으로 ‘정보문화’, ‘컴퓨팅 시스템’에 관련된 내용이 제시되었다. Level 1B 수준에서도 마찬가지로 ‘자료와 정보’

영역의 내용이 가장 많았고 ‘정보문화’, ‘문제해결과 프로그래밍’, ‘컴퓨팅 시스템’에 해당하는 내용 순이었다. 교육 영역의 분류로 살펴보면 미국의 교육과정은 학습자가 자신의 문제를 해결하기 위해 어떠한 방식으로 디지털 기술을 활용하는지에 주요한 초점을 두고 있음을 살펴볼 수 있다. 특히 다양한 디지털 도구, 소프트웨어, 기술 도구, 멀티미디어 자원 등의 기술 활용 방법이나 정보의 표현 방법을 초등학교 저학년 수준에서부터 충분히 학습할 수 있도록 교육 목표를 설정하고 있었다. 이렇게 저학년에서부터 현대 사회에서 정보 기술을 활용하여 다양한 정보를 생산하고 문제를 해결하는 경험을 가지고 나서 디지털 표현이나 알고리즘적인 문제 해결 단계 같은 컴퓨터 과학에 대한 원리를 초등학교 고학년에서 제시하는 방식을 보이고 있다. 교육 목표의 인지 수준도 ‘이해하기’와 ‘적용하기’ 부분을 강조하여 학습한 내용을 실제 문제해결에 적용하는 능력을 함양할 수 있도록 구성하였다. 이러한 위계적인 교육 목표 설정을 통해 학습자가 현대의 정보 기술을 체계적으로 접하고 컴퓨터 과학에 대한 전반적인 지식을 쌓을 수 있도록 교육과정이 구성되어 있다.

2.2 Computing Programme of England

영국 컴퓨팅 교육과정의 경우 우리나라의 중·고등학교 정보 교육과정과 유사한 형태로 구성되어 있는 것을 파악할 수 있었다. 영국 컴퓨팅 교육과정의 ‘computer science’ 영역은 우리나라의 ‘문제해결과 프로그래밍’, ‘컴퓨팅 시스템’과 관련된 내용을 포함하고 있고, ‘information technology’ 영역은 ‘자료와 정보’ 영역과 유사한 측면을 보였다. 마찬가지로 ‘digital literacy’ 영역에는 ‘정보문화’ 영역에 포함되는 내용으로 구성되어 있다. 영국 교육과정에서는 Key Stage 1과 Key Stage 2에서 모두 ‘문제해결과 프로그래밍’ 영역과 관련된 목표가 가장 많이 제시되었다. 그 다음으로 ‘정보문화’, ‘자료와 정보’, ‘컴퓨팅 시스템’ 관련 목표가 차례대로 제시됨을 볼 수 있다. 위의 분석 내용으로 볼 때 영국의 교육과정에서는 문제해결과 프로그래밍 영역, 특히 알고리즘과 프로그래밍의 개념을 가장 중요하

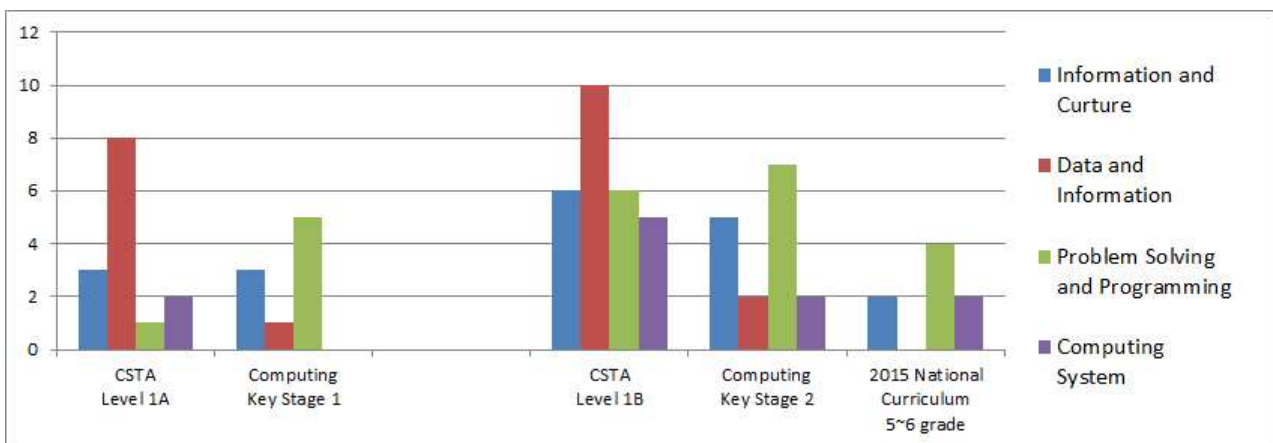


Fig 2. Analysis of Content Domain Classification

게 생각하는 것으로 판단된다. Key Stage 1에 가장 먼저 등장하는 교육 목표가 ‘알고리즘을 이해하고, 알고리즘과 프로그램의 관계에 대해 이해하고, 프로그램과 명령에 대해 이해한다.’라는 점에서 알 수 있듯이 알고리즘에 대한 이해와 알고리즘 설계, 프로그래밍에 교육의 초점을 맞추고 있음을 알 수 있다. 또한 정보문화에 관련된 내용이 정보 기술의 활용보다 더욱 강조하는 경향을 볼 수 있다. 이는 학습자의 정보 활용 기술보다 이를 올바르게 활용하는 태도를 먼저 기를 수 있도록 의도한 교육 목표로 생각된다.

2.3 2015 National Curriculum of Korea

한국의 2015 개정 교육과정에 제시된 교육 내용은 소프트웨어 교육을 중심으로 개정된 것을 교육 영역에서 확인할 수 있다. 실과 과목에 제시된 컴퓨팅 교육 목표에서는 ‘문제해결과 프로그래밍’ 영역과 관련된 교육 목표의 수가 가장 많았고 ‘정보문화’, ‘컴퓨팅 시스템’의 교육 목표 순으로 제시되었다. 우리나라 초등 컴퓨터 교육의 특징을 교육 영역의 분류로 살펴보면 문제 해결, 특히 프로그래밍의 학습에 대해 높은 관심을 보이고 있다. 교육 과정의 절반이 프로그래밍을 학습하기 위한 교육 목표로 구성되어 있다. 컴퓨팅 시스템 교육은 로봇을 중심으로 구성되어 있다. 로봇의 작동원리와 활용 분야를 이해하고 로봇을 제작하는 교육 목표가 제시되어 있다. 특이한 점은 자료와 정보에 관련된 교육 목표가 전혀 제시되어 있지 않다는 점이다.

V. Conclusions

위의 분석 결과를 통해 다음과 같은 결론에 도달하였다.

첫째, CSTA 교육기준안은 디지털 기술의 활용을 통해 자신에게 주어진 다양한 문제를 해결할 수 있는 능력을 향상시키기 위한 교육 목표를 중심으로 구성되어 있다. 학습자가 디지털 기기나 기술의 사용 방법에 먼저 익숙해진 다음 컴퓨팅 사고력 향상 및 알고리즘과 프로그래밍에 관련된 내용을 체계적으로 학습할 수 있도록 교육 목표가 제시되어 있다. 학생이 학습해야 하는 지식 영역은 다양한 디지털 기술의 활용에 대한 절차적인 지식이 중심이지만, 이를 통해 사실적 지식과 개념적 지식을 충분히 학습할 수 있도록 교육 목표를 제시하고 있다. 지식수준 또한 학습한 절차적 지식을 적용하는 능력을 중심으로 다양한 컴퓨팅 영역의 사실적 지식과 개념적 지식을 기억하고 이해하는 수준으로 구성되어 있다.

둘째, 영국 교육과정은 컴퓨터 과학의 내용을 중심으로 알고리즘과 프로그래밍 학습에 관련된 교육 목표를 제시하고 있다. 특히 학습자의 인지 수준을 고려하여 지식 차원은 사실적 지식과 개념적 지식의 비중을 높게 설정하고 있고, 인지과정 차원 또한 기억하다와 이해하다 영역의 비중을 높게 설정하고 있다. 이는 초등학교시기에 컴퓨터 과학에 대한 개념적인 지식을 충분히 학습하여 이후의 컴퓨팅 교육을 원활하게 진행하기 위한

것으로 보인다. 또한 기술의 활용 방법보다 기술의 올바른 활용에 대한 교육을 더욱 강조하고 있다는 특징을 확인할 수 있었다.

셋째, 2015 개정 교육과정의 컴퓨팅 교육 목표는 절차적 지식을 적용하고 이를 활용해 결과물을 창안하는 것에 초점을 맞추고 있었다. 학생들은 소프트웨어나 로봇을 제작하는 절차적 지식을 적용하는 교육 목표를 중심으로 컴퓨팅을 학습하게 된다.

이러한 국내의 초등 컴퓨팅 교육 목표의 분석 결과에 기초하여 우리나라의 초등 컴퓨팅 교육의 교육 목표와 성취기준을 설정하기 위한 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 현재 5~6학년에 제한된 컴퓨팅 교육의 범위와 교육 시간이 확대될 필요가 있다. 특히 현재 교육과정에 초등학교 저학년들이 컴퓨팅에 대해 학습할 기회가 거의 제공되지 않고 있는 점을 개선할 필요가 있다. 국외의 컴퓨팅 교육과정을 살펴보면 대부분 초등학교 1학년 시기부터 컴퓨팅 교육을 실시하고 있다. 이는 저학년 학생들도 충분히 컴퓨팅 교육을 받을 수 있다는 근거가 될 수 있다. 디지털 문화나 기술에 대한 학생들의 관심이 높은 초등학교 저학년 시기에 디지털 기술이나 컴퓨터 과학에 대한 기본적인 사실이나 개념을 학습한다면 상급의 교육과정에서 더욱 높은 수준의 컴퓨팅 교육을 제공할 수 있다. 또한 저학년 학생들이 컴퓨팅 기술을 접하고 다양한 문제 해결 활동에 활용하는 경험을 통해 컴퓨팅 기술이 가지고 있는 다양한 강점을 이해하고 긍정적인 감정을 가지게 된다면 컴퓨팅에 대한 태도 또한 긍정적으로 형성될 수 있을 것이다.

둘째, 초등학교 컴퓨팅 관련 교육 목표에서 교육 내용 영역의 비중을 적절하게 조절할 필요가 있다. 현재 2015 개정 교육과정에서는 자료와 정보 영역의 교육목표가 전혀 제시되어 있지 않다. 일부 영역에만 치우쳐진 교육 목표는 학생들에게 해당 교과에 대한 선입견을 줄 수 있고, 이후의 교육 연계에 어려움을 줄 수 있다. 컴퓨팅 교육의 연계성을 고려할 때 초등학교 컴퓨팅 교육목표 또한 중등 정보 과목의 교육 영역과 유사하게 분류되어 제시될 필요가 있고, 각 영역의 교육 목표 비중 또한 적절하게 분배되어 제시될 필요성이 있다.

셋째, 교육 목표에 제시된 지식 차원과 인지과정 수준을 학습자의 인지 수준에 맞도록 적절히 배분할 필요가 있다. 현재 2015 개정 교육과정의 교육 목표에 제시된 지식의 많은 부분을 절차적 지식이 차지하고 있는데 이는 소프트웨어 제작을 경험하고 컴퓨팅의 필요성에 대해 인식하기 위한 것으로 보인다. 하지만 컴퓨팅에 대한 사실적 지식과 개념적 지식에 대한 학습 없이 단순히 기능과 방법에 대한 지식만을 갖추게 된다면 학습자가 학습한 지식이 이후에 적절하게 전이될 것이라고 볼 수 없다. 미국과 영국의 교육과정에서도 볼 수 있듯이 컴퓨터 과학에 대한 사실적 지식과 개념적 지식에 대한 교육 목표를 충분히 설정해 주어 이후에 진행되는 컴퓨팅 교육의 기반이 될 수 있도록 해야 한다. 또한 인지과정의 수준 또한 충분히 관련 지식을 기억하고 이해한 후에 수행 방법을 익혀 컴퓨팅에 관련된

사실적, 개념적 지식이 충분히 학생에게 내재화될 수 있도록 제시하는 것이 필요하다.

초등학교 교육은 학습자의 미래 사회 역량을 구축하는 가장 기초적이고 중요한 교육 시기이다. 미래 사회를 살아갈 학습자에게 가장 중요한 역량 중 하나인 컴퓨팅 역량을 충분히 갖추기 위해서는 초등학교에서 컴퓨팅 교육을 실시하기 위한 구체적이고 명확한 교육 목표가 필요하다. 본 연구를 통해 초등학교 컴퓨팅 교육의 목표가 보다 체계적으로 설정되기를 기대한다.

REFERENCE

- [1] Ministry of Education, Science and Technology, "2015 National Curriculum," Notice No. 2015-74, Sep. 2015.
- [2] Bloom, Benjamin Samuel. "Taxonomy of educational objectives: The classification of education goals by a committee of college and university examiners," David McKay, 1956.
- [3] H. Kang, C. Chong, Y. Choi, "An Alternative Exploration of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives: On the Basis of the Teachers' Interview", Secondary Education Research, Vol. 53, No. 1, pp. 51-84, 2005.
- [4] Anderson, Lorin W., David R. Krathwohl (Eds.). "A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives", Addison Wesley Longman, 2001.
- [5] D. R. Krathwohl, "A revision of Bloom's taxonomy: An overview", Theory into practice, Vol. 41, No. 4, pp. 212-218. 2002.
- [6] Y. Jin, N. Huh, B. Jung, and Y. Kim., "Analysis and Standard Development of Instructional Objectives for Informatics Subject in Elementary School", The Journal of Korean association of computer education, Vol. 12, No. 2, pp. 47-59. 2009.
- [7] H. Choi, "Study of Analysis about Learning Objectives of Informatics Textbooks in Middle School using Anderson's Taxonomy of Educational Objectives", The Journal of Korean association of computer education, Vol. 17, No. 1, pp. 51-63. 2014.
- [8] H. Lee, Y. Seo, G. Park, Y. Kim, "Classification of Educational Objectives in the Middle School Biology: Based on Bloom's New Taxonomy of Educational Objectives", Biology Education, Vol. 34, No. 3, pp. 365-376. 2006.
- [9] G. Lee, T. Yoo, "Analysis of Cognitive Learning Objectives in the 2007 Home Economics High School Textbooks and Achievement Standards by the Anderson's 'Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives'", The Journal of Korean Home Economics Education Association, Vol. 23, No. 3, pp. 53-68. 2011.

Authors



Sangjin An received the B.S. degree in English Education from Korea National University of Education, Korea in 2002. He received the M.S. degree in Computer Education from Korea National University of Education in 2012.

Mr. An is being served as an informatics · computer teacher since 2003. He is currently a doctoral course student in the Department of Computer Education, Korea National University of Education. He is interested in informatics education, educational programming, and learning science.



Youngjun Lee received the B.S. degree in Computer Science from Korea University, Korea, in 1988. He received the Ph.D. degree in Computer Science from the University of Minnesota, Minneapolis, in 1994.

He is currently a Professor in the Department of Computer Education, Korea National University of Education. His research interests include intelligent system, learning science, informatics education, technology & engineering education.