

초등 정보 영재학생들을 위한 병행 교육과정 모델을 적용한 암호화 교육 프로그램 개발

김지현 · 김갑수

서울교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

초등 정보 영재 교육을 위한 교육과정은 매우 부족하다. 일반적으로 영재교육 과정 개발에 병행교육과정이 많이 적용되고 있다. 따라서 정보영재아들을 위한 병행교육과정 모델을 적용하는 것이 필요하다. 대표적인 사례로 암호화 교육 프로그램에 적용하였다. 병행 교육과정 모델에는 4개의 교육과정이 각각 또는 결합되어 사용될 수 있고 일부만 사용될 수도 있다. 본 연구에서는 병행 교육과정 모델의 장점을 최대한 반영하기 위하여 네 교육과정을 차례대로 모두 사용하였다. 본 교육 프로그램을 초등 정보영재학생 19명을 대상으로 4차시 수업에 적용하였다. 수업 중 학습자들의 활동 관찰 및 기록, 학습자들 대상의 설문 조사, 과제물 분석의 방법을 사용하였다. 그 결과, 본 연구에서 개발된 교육 프로그램은 초등 정보영재학생들의 수준에 적절하였으며 과제 집착력, 문제 해결력, 창의성 등의 영재성 향상에 도움이 된 것으로 나타났다. 또한 수업 후 암호화 주제에 관심을 갖게 된 학습자가 많았다.

키워드 : 암호화, 초등 정보영재, 병행 교육과정 모델, 창의성, 프로그램

A Development of Cryptography Learning Program with the PCM Model for the Gifted Elementary Students of Information Science

Jeehyun Kim · Kapsu Kim

Dept. of Computer Education, Seoul National University of Education

ABSTRACT

There is a little curriculum for gifted and talented elementary information. Generally parallel curriculum model(PCM) for gifted children is being applied to many subjects. It is necessary to apply the PCM for gifted elementary children of information science. This model is a prime example of a training program was applied to the encryption. There are four parallel curriculum model. The four curriculum model can be used individually or combined, may be used only partially. In this study, the benefits of parallel curriculum model in order to reflect as much as possible in order all four courses were used. This program for 19 students in the gifted children for information science class were applied to four periods. Observe and record the activities of students in class, the

교신저자 : 김갑수(서울교육대학교 컴퓨터교육과)

논문투고 : 2014-02-28

논문심사 : 2014-03-01

심사완료 : 2014-06-06

survey targeted learners, assignments, methods of analysis were used. We found that the level of the program was suitable and the aspects of giftedness such as an ability to focus on the task and an ability to solve the problem were enhanced. Moreover, participants became more interested in the topic of encryption following the program.

Keywords : Encryption, Gifted Children for Information Science, Parallel Curriculum Model, Creativity, Program

1. 서론

초등학생들의 정보 영재교육은 우리나라 정보 산업 발전에 초석이 되고 정보 산업의 원천 기술을 가질 수 있는 기회이다[1]. 그러나 초등학교의 교육 교과에 정보 교과가 없는 까닭에 초등 정보영재교육을 위한 효과적인 교육 프로그램 개발에 어려움을 겪고 있다. 또한 실제 초등학생들을 위한 교육과정 등은 매우 미흡하다. 이런 상황은 그동안 우리나라의 초등 정보영재교육이 대부분 상급 교과 과정 즉, 중등학교의 정보 교과에 대한 선행 학습 프로그램 위주로 운영되었음을 보여준다.

이처럼 획일화된 선행 학습 교육 프로그램은 엘리트식 교육을 지향할 뿐, 학습의 필요성을 학습자 스스로 느낄 수 있도록 유도하는 창의적인 교육일 수는 없다. 정서적 발달에서만 아니라 인지적 발달에서도 중등학생과 차이가 있을 수밖에 없는 초등학생에 대한 이런 엘리트식 교육 프로그램은 초등영재의 가능성을 쇠퇴시킬 수도 있다. 결국 컴퓨터 프로그래밍 위주의 교육 프로그램은 초등 정보영재의 다양한 가능성을 무시하여 ‘자기 주도적인 영재성 향상’이라는 영재교육의 목표를 제대로 수행할 수 없게 된다.

본 연구는 초등 정보영재교육을 위한 표준화된 교육과정 개발을 위한 기초 연구로서 ‘암호화 교육 프로그램’ 개발을 유도하고, 그 효용성을 검증하고자 한다. 일반적으로, 교육 프로그램은 학습 주제뿐만 아니라 표준화된 교수-학습 방법을 담고 있어야 한다. 이 연구에서는 ‘암호화 교육 프로그램’에 ‘병행 교육과정 모델(PCM : Parallel Curriculum Model)’을 적용하고자 한다.

지금까지 많이 연구되어 활용되고 있는 영재 교육 모델은 Renzulli의 심화학습 3단계 모형(Enrichment Triad Model)[2][3], 학교전체 심화학습모형(Schoolwide Enrichment Model: SEM)[4], 다중메뉴모형(Multiple

Menu Model)[5], Treffinger의 자기주도적 학습모형(Self-directed Learning Model)[6][7], Betts의 자발적 학습모형(Autonomous Learner Model: ALM)[8] 등이 있다. 이런 모델들은 영재 교육대상자들의 영재성을 찾는 모델이기보다는 영재아들을 단순한 교육하는 모델이기 때문에 이런 모델들을 정보 영재 수업에 적용하여도 영재성을 발현하기 어렵기 때문에 초등학생들에게는 정보 영재아들의 영재성을 발현하게 하는 모델이 아니다[1].

지금까지 많이 사용되고 있는 일반적인 영재 교육 모형은 병행 교육과정 모델로 교육 대상자의 다양한 요구를 충족시켜 줄 수 있도록 여러 학습 양식을 병행적으로 사용하도록 제안한다. 여러 학습 양식의 병행을 통해 학습자는 자신의 관심을 자유롭게 발전시킬 수 있게 된다. 따라서 고도의 창의성에 기반을 둔 암호화 이론을 병행 교육과정 모델에 적용한다면 초등 정보영재들의 다양한 가능성을 성장시켜 줄 수 있을 것으로 기대해볼 수 있다.

병행 교육과정 모델[9]은 교육 프로그램이 수단으로 삼은 학문의 핵심적인 사실, 개념, 원리와 기술 등을 중심으로 구성된다. 하지만 병행 교육과정 모델은 학생의 다양한 요구를 충족시켜줄 수 있도록 여러 학습 양식을 병행적으로 사용하도록 제안한다. 여러 학습 양식의 병행을 통해 학습자는 학습 내용에 대한 이해뿐만 아니라 자신과 학문과의 관계, 전문가적 소양 등에 대해 고찰하게 된다. 이를 통해 학습자는 자신의 관심을 자유롭게 발전시킬 수 있게 된다.

정보영재교육을 위해 병행 교육과정 모델에 적용 가능한 학문은 다양할 수 있다. 그럼에도 ‘암호화 이론’은 정보화 사회의 시대적 요청에서 뿐만 아니라 암호화 이론이 갖고 있는 창의성에 있어서 특별하다. 물론 보안을 위한 정보의 암호화가 중요한 시대적 문제가 되고 있다. 하지만 이런 시대적 필요만이 암호화 이론에 주

목해야 하는 까닭은 아니다. 암호화 이론이란 고도의 창의성에 기반을 둔 이론이기 때문이다. 그리고 그 창의성은 오로지 수학의 영역 안에서만 허용되는 것은 아니다. 수학뿐만 아니라 언어학, 나아가 정보이론에서 양자이론에 걸친 다양한 학문과 기술을 차용한다[10]. 심지어 오늘날에는 미술과 음악 등 예술적 영역에서의 창의성이 더욱 확실한 암호 체계를 만들어내고 있다. 따라서 암호화 이론은 정보영재들의 다양한 가능성을 성장시켜 줄 수 있는 학문이다.

결론적으로 본 연구의 목적은 병행 교육과정 모델을 통해 초등 정보영재를 위한 영재교육의 목표에 충실한 초등 정보영재교육 프로그램 개발을 유도하고, 그 효과를 검증해 보는 데 있다. 주제를 ‘암호화 이론’으로 선택한 것은 ‘암호화 이론’이 수학에서 비롯되었으나 수학자였던 앨런 튜링이 암호 해독을 위해 최초의 컴퓨터인 튜링 기계를 만들었던 것처럼, 컴퓨터의 활용이 효율적이라는 사실을 느낄 수 있는 주제이며, 정보통신 기술을 통해 인간 생활이 편해지고 있으나 그에 따라 정보보안을 위한 암호화 문제가 더욱 중요해지고 있기 때문이다. 이런 까닭으로 ‘암호화 이론’을 중심으로 한 새로운 정보영재교육 프로그램을 통해 21세기 지식 사회에서 요구되고 있는 정보통신 분야를 위한 전문 교육을 지향하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 암호화 이론

넓은 의미로 보자면 ‘남’은 이해할 수 없도록 사용되는 모든 의사소통 수단을 암호라고 할 수 있다. 하지만 기술적으로 암호는 전쟁과 같이 중대한 국가 경영에 있어 적에게 노출되면 안 되는 정보를 숨기기 위한 통신 수단을 의미해왔다. 따라서 적으로부터 중요한 정보를 지키려는 노력이 암호화 이론의 지속적인 발전을 이끌어왔던 것이다. 그러나 21세기에 들어서면서 개인의 정보를 보호하기 위하여 암호의 사용이 일반인들에게까지 보편화되고 있다. 정보통신 기술의 발달에 따라 개인과 기업은 중요한 정보에 대한 보안을 절실하게 요구하게 된 것이다. 이러한 변화는 과거와 비교하여 암호가 현

대사회에서 더욱 중요하게 되었음을 의미한다.

암호화 이론은 수학을 기초로 하여 발전하였다. 그러나 암호화 이론은 역사적 발전 속에서 수학뿐만 아니라 다양한 학문과 기술을 활용하게 되었다. 특히 정보통신 기술의 발전은 현대의 암호화 이론에 있어 정보통신 기술을 핵심으로 자리 잡게 하였다.

2.2 다양한 유형의 암호 체계

애너그램(Anagram: 전치암호)은 한 문자를 다른 문자로 치환하는 방식이 아니고 문자의 순서를 뒤바꿔서 의미 없어 보이는 형태로 만들거나 특이하게 다시 다른 뜻을 가지는 형태의 암호문으로 만드는 방식이다. 예를 들어 earth는 heart로, Dormitory는 dirty room으로 바꿀 수 있다. 문자의 순서를 바꾸는 방식에 규칙이 있는 경우도 있고 없는 경우도 있다. 한 단어의 글자를 윗줄과 아랫줄에 번갈아 쓴 후, 윗줄 한 줄을 쓰고 아랫줄 한 줄을 써서 암호문을 만드는 경우는 울타리 암호라고 부른다. 때로는 문자 단위의 길이를 미리 정하고 그 길이 내에서 재배열하기도 한다. 예를 들어 단위의 길이를 6으로 정하고 재배열하는 키를 216354로 정하면 6개 문자까지 묶은 후 123456으로 번호를 정하고 그 순서를 216354가 되도록 재배열하면 된다.

시저 암호는 한 문자를 다른 문자로 치환하는 방식으로 알파벳 A를 D로, B를 E로 대응하듯이 각 알파벳을 3개씩 밀려서 대응시키는 방법이다. A부터 Z까지 각 알파벳에 0부터 25의 숫자를 대응시켰을 때, 시저 암호는 $y = f(x) \equiv x + 3 \pmod{26}$ 이 된다. 이때 3은 암호키가 된다. 이렇게 암호키만큼 이동하여 대응되는 형태의 암호를 더하기 암호라고 부른다.

<Table 1> An example of Caesar Cipher

평문	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y	2	5	8	11	14	17	20	23	0	3	6	9	12
암호	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
평문	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
x	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
y	15	18	21	24	1	4	7	10	13	16	19	22	25
암호	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C

시저 암호는 암호키만큼 이동하여 만드는 더하기 암호

호이다. 그러나 이 암호는 해독이 쉬워 조금 더 복잡한 곱하기 암호가 등장하게 되었다. 아핀 암호는 평문의 문자에 어떤 수를 곱한 다음, 또 다른 수를 더하여 암호문을 만든다.

즉, $y=f(x)=ax+b(mod26)$ 과 같은 형태로 암호문을 만드는데 이때 암호 키는 a 와 b 가 된다. 예를 들어 $a=3, b=2$ 라면 $y=f(x)=3x+2(mod26)$ 가 되어 아래의 표와 같이 문자가 치환된다.

<Table 2> An example of Affine Cipher

평문	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y	2	5	8	11	14	17	20	23	0	3	6	9	12
암호	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
평문	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
x	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
y	15	18	21	24	1	4	7	10	13	16	19	22	25
암호	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C

2.3 병행교육과정 모델

병행 교육과정 모델(PCM: Parallel Curriculum Model)은 교육과정의 내용에 있어 다양한 교수 방식을 병행적으로 사용할 것을 제안한다. 여기서 ‘병행’이라는 용어는 교육자가 동일한 주제 혹은 교과 내에서 교육과정을 기획할 수 있도록 돕는 여러 양식을 지칭한다[9]. 따라서 병행 교육과정 모델에서 병행이란 용어가 실제적으로 의미하는 바는 병행 교육과정 모델을 구성하는 네 가지 교육과정이다. 그리고 이 네 가지 병행, 즉 교육과정은 실제 수업에 각각 개별적으로 적용될 수도 있으며 또는 서로 결합하여 활용될 수도 있다.

학습자는 다양한 양식의 학습을 통해 자신의 가능성을 성장시킬 수 있다. 이와 같은 전제에서 병행 교육과정 모델은 네 가지 교육과정을 제시한다. 이 네 가지 교육과정은 학습자가 학문에 대한 다면적인 학습을 할 수 있도록 한다. 이런 다면적인 학습은 학습자 스스로 교육과정에서 제공되는 학문 영역 안에서 자신의 관심을 찾을 수 있도록 유도한다. 나아가 교육과정에서 제공되는 학문 영역을 확장할 수 있도록 이끌며, 전문가로 발전해 나가도록 한다.

병행 교육과정 모델[9]이 제시하는 네 가지 교육과정은 다음과 같다.

핵심 교육과정은 학문의 핵심으로서 근본적이고 필수적인 지식과 의미에 학습자가 도달할 수 있도록 구성된 교육과정을 의미한다. 이러한 핵심 교육과정은 실제 교육 프로그램에서 다루는 주제를 초월하는 해당 학문의 핵심 지식, 구조, 목적을 학습자들로 하여금 이해하도록 도와줄 수 있어야 한다. 이를 위해서 교육자는 학습자의 수준에 적합하며 동시에 그 학문에서 핵심적인 역할을 하는 사실, 개념, 원리와 기술을 찾아내야 한다. 이러한 것들을 학습자가 흥미를 느낄 만한 소재와 접목하여야 한다. 더불어 교육자는 높은 수준의 읽기 자료와 연구 자료를 활용함으로써 학습자가 해당 학문에 대하여 기존에 지니고 있던 지식이나 경험을 발전시켜 나갈 수 있도록 이끌어야 한다.

연결 교육과정은 학습자들에게 해당 학문의 핵심적인 개념이나 기술이 다양하고 서로 상이한 맥락에서 어떻게 영향을 주고받는지 알 수 있게 해야 한다. 이를 통해 학습자들은 맥락의 변화에 따라 핵심 개념과 기술 등이 어떻게 달라지는가를 확인할 수 있게 된다. 이를 위해서 교육자는 해당 학문의 핵심 개념과 원리, 기술 등을 학습자에게 확인시켜 주어야 한다. 이렇게 확인된 핵심 개념과 기술 등이 새롭게 발견되나 적용될 수 있는 다른 맥락(시간과 시기, 지역과 문화를 망라하여)을 체계적으로 정리할 수 있도록 한다.

실행 교육과정은 학습자로 하여금 해당 학문 영역에서 익힌 지식, 개념, 원리, 기능을 그 학문 영역이 사용되는 다양한 분야의 전문가들이 하는 것처럼 현실에서의 다양한 문제를 해결하는 데 사용해 보도록 한다. 학습자는 전문가들이 어떤 문제에 가장 많이 접하는지, 어떤 문제를 해결하고, 어떤 과정을 통해 조사, 연구, 문제 해결을 하는지, 연구 방법론은 어떠한지, 어떤 자료를 어떻게 사용하는지, 문제 해결 방법을 구안한 뒤 어떻게 실현하는지를 반영하여 과제를 구성하게 된다[11]. 이것은 학습자가 해당 학문 분야의 전문가 역할을 시연해보는 것이다. 따라서 교육자는 현실적 여건을 고려하여 학습자가 직접 해볼 수 있는 과제를 선택할 수 있어야 한다.

정체성 교육과정은 해당 학문 영역의 기여자나 전문가의 관점을 통해서 학습자 자신의 장점과 가치, 발전

가능성 등에 관하여 학습자 스스로 파악할 수 있도록 한다. 이러한 과정은 결국 해당 학문에 대한 전문가적인 이해를 통해 학습자 스스로 자아를 계발하도록 한다. 이를 위해서 교육자는 학습자들이 해당 학문의 영역 안에서 어떤 수준인지 파악할 수 있게 해주어야 한다. 더불어 학습 과정을 통해서 어떤 수준으로 성장했는가, 전문가가 되기 위해서는 어느 수준까지 성장해야 하는가를 제시할 수 있어야 한다.

3. 교육 프로그램 개발

3.1 개요

본 연구에서 개발하는 초등 정보영재교육 프로그램에서는 병행 교육과정 모델을 통해 다음과 같은 학습 목표를 설정한다. 첫째, 핵심 교육과정을 통해 암호화 이론의 핵심적인 지식을 획득한다. 둘째, 연결 교육과정을 통해 암호화 이론을 다른 맥락에 적용해 보며, 이를 통해 다양한 맥락에 대해 이해한다. 셋째, 실행 교육과정을 통해 암호화 이론의 구체적 기술을 습득한다. 넷째, 정체성 교육과정을 통해 암호화 전문가로서 자신의 정체성을 스스로 확인한다.

3.2 핵심 병행 교육과정

핵심 병행 교육과정은 가르치고자 하는 주제의 핵심으로서 근본적이고 필수적인 지식과 의미에 도달할 수 있도록 해당 학문에 필수적인 사실, 원리, 기술 등 해당 영역 전문가들이 가장 중요하게 생각하는 것을 반영해야 한다. 따라서 학습자들이 생소해 할 수 있는 암호화 주제에 대해 조금 친숙하게 다가가고 기본적인 내용을 이해할 수 있게 하기 위해 다음과 같은 내용을 핵심 내용으로 선정하였다.

<Table 3> Contents of the Core Curriculum

단원	학습 내용	핵심 개념
암호화	암호의 역사	암호화, 복호화
	암호의 종류	암호 해독 스테가노그래피 크립토그래피

핵심 병행 교육과정은 해당 학문 영역의 핵심 지식, 구조, 목적을 이해하도록 도와주어야 하기 때문에 이에 도달하기 위한 일련의 끊임없는 질문이 반드시 필요하다. 핵심 병행 교육과정의 목적에 도달하기 위한 초점 질문들은 다음과 같다. 암호는 무엇인가? 암호는 왜 중요한가? 암호가 갖추어야 할 조건은 무엇인가? 암호문은 어떻게 만들 수 있는가? 암호의 종류에는 무엇이 있는가?

핵심 병행 교육과정 프로그램 개발을 위한 교육과정 요소들은 다음과 같다.

<Table 4> Components of the Core Curriculum

교육과정 요소	핵심 병행 교육과정
1. 내용/기준	암호의 정의와 필요성을 알아본다.
	암호의 역사를 통해 다양한 종류의 암호를 알아본다.
2. 평가	암호의 다양한 종류를 이해하는지 평가한다.
3. 도입활동	주변에서 많이 사용되는 암호의 예를 알아본다.
4. 교수지도 전략	개념학습, 조사학습
5. 학습활동	암호의 역사와 종류를 이해한다.
6. 자원	학습내용과 관련된 읽기 자료를 나누어주고 궁금한 내용은 바로 인터넷을 찾아 볼 수 있도록 한다.
7. 산출물	간단한 암호문을 해독해 본다.
8. 집단편성 전략	개인 활동. 이해가 안 되거나 어려운 부분은 주위의 친구들의 도움을 받을 수 있도록 허용한다.
9. 확장활동	암호와 관련된 도서를 읽어본다.
10. 학습자 요구	학습자들이 더 흥미를 갖는 암호의 영역을 알아보고 다음 차시에 집중적으로 지도한다.

3.3 연결 병행 교육과정

연결 병행 교육과정은 학습자들에게 지식의 상호 연관성을 발견하고 배우게 하기 위한 목적으로 개발한 것이다. 여기서는 핵심 병행 교육과정 프로그램에서 학습한 암호의 기본 내용을 바탕으로 수학의 경우의 수 및 암호화 관련 읽기자료와 연결을 하여 핵심 교육과정 프로그램의 내용을 확대한다.

<Table 5> Concepts of the Curriculum of Connections

핵심개념	다른 교과 및 생활과의 관계	개념확장
암호 속의 수학	암호와 경우의 수의 관계 알기 암호와 관련된 책 읽고 감상문 쓰기	암호 해독과 경우의 수의 관계

연결 병행 교육과정 프로그램에서는 핵심 병행 교육과정 프로그램에서의 핵심 개념과 원리를 어떻게 하면 다른 주제와 교과와 핵심 개념과 원리에 결부 지을 수 있는지를 염두에 두어야 한다. 이에 연결 교육과정 프로그램에서 주안점을 두어야 하는 초점 질문들은 다음과 같다. 일반적인 열쇠가 만들어지는 과정에 포함될 수학적 원리는 무엇인가? 자물쇠를 열기 위한 열쇠를 찾아내는 방법은 무엇일까? 열쇠의 경우의 수를 암호화에 적용할 수 있는가?

연결 병행 교육과정 프로그램 개발을 위한 교육과정 요소들은 다음과 같다.

<Table 6> Components of the Curriculum of Connections

교육과정 요소	연결 병행 교육과정
1. 내용/기준	열쇠에 포함된 수학적 원리를 알아본다. 암호 해독과 경우의 수의 관계를 알아본다.
2. 평가	자물쇠를 열기 위한 서로 다른 열쇠의 경우의 수를 구할 수 있는지 평가한다.
3. 도입활동	다양한 형태의 숫자 자물쇠를 보여주고 어떻게 해결할 수 있는지 생각해보게 한다.
4. 교수지도 책략	개념학습, 조사학습
5. 학습활동	요철 3개가 있는 열쇠의 경우의 수를 구해본다. 경우의 수가 가능한 많이 나올 수 있는 비밀 열쇠를 설계해 본다.
6. 자원	학습내용과 관련된 유인물을 나누어주고 궁금한 내용은 바로 인터넷을 찾아 볼 수 있도록 한다.
7. 산출물	나만의 비밀 열쇠를 설계해 본다. 암호화와 관련된 책을 읽고 감상문을 작성한다.
8. 집단편성 책략	개인 활동. 이해가 안 되거나 어려운 부분은 주위의 친구들의 도움을 받을 수 있도록 허용한다.
9. 확장활동	암호와 관련된 도서를 읽어본다. 열쇠의 경우의 수를 자연스럽게 시저 암호와 연결시킨다.
10. 학습자 요구에 맞는 수정	학습자들이 평소에 관심을 갖고 있던 암호가 있는지 탐색할 기회를 제공한다.

3.4 실행 병행 교육과정

실행 교육과정의 목적은 학습자들이 여러 학문 영역의 전문가들이 사용하는 기술과 방법론을 경험해 보도록 이끄는 것이다. 학습자들은 본 주제와 관련 앞서 학습한 핵심 내용을 기반으로 새로운 내용을 익히기 위해 현직 전문가들이 사용하는 기술과 방법론을 사용한다. 이러한 경험을 통해 학습자들은 이해를 더 깊게 할 수

있으며 실행의 기쁨을 맛볼 수 있다. 학습자들에게 암호 제작가, 암호 해독가의 역할을 경험할 수 있도록 선정한 핵심 개념은 다음과 같다.

<Table 7> Concepts of the Curriculum of Practice

핵심 개념	학습 문제
암호 해독	에너지그램 암호 해독하기
	시저 암호 해독하기
	아핀 암호 해독하기

실행 교육과정 프로그램 설계를 위한 초점 질문은 다음과 같다. 에너지그램 암호를 만들고 해독할 수 있는가? 시저 암호는 어떻게 만드는가? 시저 암호를 빨리 해독하는 방법은 무엇인가? 아핀 암호를 만드는 방법을 이해하는가? 아핀 암호를 빨리 해독하는 방법은 무엇인가?

실행 병행 교육과정 프로그램 개발을 위한 교육과정 요소들은 다음과 같다.

<Table 8> Components of the Curriculum of Practice

교육과정 요소	실행 병행 교육과정
1. 내용/기준	에너지그램, 시저, 아핀 암호를 해독해 본다. 에너지그램, 시저, 아핀 암호를 만들어 본다.
2. 평가	암호 해독 결과물과 해독 방법을 평가한다.
3. 도입활동	Google의 구인 광고를 통해 암호의 중요성을 강조하고 흥미를 갖게 한다.
4. 교수지도 책략	문제 해결 학습
5. 학습활동	암호 해독하기, 암호 만들기
6. 자원	다양한 유형의 암호 안내 유인물, 컴퓨터
7. 산출물	암호 해독 결과와 해독 방법 제출
8. 집단편성 책략	개인적으로 문제를 해결하되 같은 줄에 앉은 3명끼리 어려운 점은 서로 도울 수 있도록 한다.
9. 확장활동	학습한 암호의 내용을 바탕으로 다른 형태의 암호를 구상하게 한다. 비제네르 암호와 관련된 읽을거리를 제공하여 다른 암호에 대한 이해의 기회를 제공한다.
10. 학습자 요구에 맞는 수정	학습자 스스로 탐색할 기회를 주되 예제를 통한 문제 해결 시 참고할 수 있는 함수를 안내해 준다. 컴퓨터 언어에 대해 아는 학습자들에게는 프로그래밍을 통해 문제를 해결할 수 있도록 독려한다.

3.5 정체성 병행 교육과정

정체성 병행 교육과정은 초점이 학습자에게 있다. 학습자들이 교육과정을 통해 자신의 정체성을 찾기 때문

이다. 이 교육과정 프로그램에서 학습자들은 자신이 좋아하는 것과 싫어하는 것, 흥미, 능력, 태도, 가치, 학습 방법 등을 파악할 수 있다. Jensen(1998)에 의하면 사람들은 학습을 감정과 연결할 때, 보다 효과적이고 효율적으로 학습한다. 또 그 분야의 실제 전문가들의 일상 생활을 탐구하면서 전문가와 자신의 일상을 비교하며 적합성 정도를 파악할 수 있다. 다음은 본 교육과정 프로그램에서 주로 탐구하고 확인하고자 하는 학습자의 정체성 측면이다.

<Table 9> Topic of the Curriculum of Identity

수업 주제	학습자의 정체성 측면
암호 전문가에 대해 탐구	흥미, 가치, 학습스타일 선호도, 선호하는 표현스타일 등

정체성 교육과정 프로그램 설계를 위한 초점 질문은 다음과 같다. 암호화는 얼마나 나에게 친숙하고, 놀랍고 혹은 호기심을 자아내는가? 암호를 만들거나 해독하는 사람들은 어떻게 생각하고 활동하는가? 암호 관련 직업적 가능성의 범위는 어떠한가? 이 교육 프로그램을 통해 내 자신에 대해 무엇을 배우는가?

정체성 병행 교육과정 프로그램 개발을 위한 교육과정 요소들은 다음과 같다.

<Table 10> Components of the Curriculum of Identity

교육과정요소	정체성 병행 교육과정
1. 내용/기준	암호 전문가에 관한 글을 읽고 암호 전문가가 되기 위한 자질과 자신의 자질을 비교한다.
2. 평가	자기 평가표
3. 도입활동	앨런 튜링의 이야기를 들려준다.
4. 교수지도 전략	토론
5. 학습활동	앨런 튜링에 대한 자신의 생각을 말하고 토론해 본다. 암호 전문가가 되기 위한 자질에 대해 이야기한다. 암호 전문가가 되면 어떤 직업을 가질 수 있는지 어떤 가치를 실현할 수 있는지 토론한다.
6. 자원	책, 인터넷
7. 산출물	자기 평가표, 독서 감상문, 소감문
8. 집단편성 전략	대집단 토론 및 개인적 자기 평가
9. 확장활동	인터넷으로 암호 전문가가 되기 위해 어떤 자질이 필요하고 어떤 공부나 필요한지 검색해 본다.
10. 학습자 요구에 맞는 수정	자신의 적성, 장점, 특성이 암호 전문가가 되기에 적합한지 생각해 보고 더 알고 싶은 점에 대해 스스로 찾아보게 한다.

4. 수업 적용 결과

4.1 교육 프로그램의 목표

본 연구에서 개발한 암호화 교육 프로그램은 초등 정보영재학생에게 암호의 역사, 종류 등을 학습하게 하고 직접 암호화, 복호화 과정을 연습하면서 암호 전문가가 되어 나만의 암호를 개발해 본 후 암호 전문가의 자질과 나의 특성을 분석해 보는 것이 목적이다. 이를 위해 병행 교육과정 모델의 표준 형태를 기반으로 핵심, 연결, 실행, 정체성 교육과정 프로그램을 개발하여 시연하였다. 교사의 관찰 결과 앞 차시의 문제는 대부분의 학습자들이 다 해결하고 수업 목표에 도달하였으나 컴퓨터를 이용하여 아핀 암호를 복호화시키는 활동은 많은 학습자들이 어려워했다. 컴퓨터 대신 직접 추론을 통해 답을 찾아낸 학습자들도 있었다. 이와 같이 학습의 목표가 잘 안내되었고 목표를 잘 달성하였다고 답한 학습자는 19명 중 13명으로 전체의 68.4%였으며 보통이라고 답한 학습자는 6명(31.6%)이었으며 목표를 달성하지 못했다고 답한 학습자는 한 명도 없었다.

<Table 11> the results of a survey for training program objectives

문항내용	타당성 정도			
	매우 그렇다	그렇다	보통 이다	전혀 그렇지 않다
수업의 목표가 잘 안내되었습니까?	6 (31.6%)	7 (36.8%)	6 (31.6%)	
수업의 목표를 잘 달성하였습니까?	6 (31.6%)	7 (36.8%)	6 (31.6%)	
문제 해결에 적합한 도구, 기술, 방법을 잘 사용하였습니까?	7 (36.8%)	6 (31.6%)	5 (26.3%)	1 (5.3%)

4.2 교육 프로그램의 내용

본 연구에서 암호화라는 주제는 학습자들에게 다소 생소하게 여겨질 수 있는 분야이다. 따라서 학습자들이 두려움을 갖지 않으면서 자연스럽게 흥미를 갖게 하기 위하여 단계적으로 교육 프로그램을 구성하였다. 또한 병행 교육과정 모델의 기본 형식인 핵심, 연결, 실행, 정체성 교육과정을 충실히 반영하고자 하였다. 교육 프로

그램의 내용은 난이도, 관심, 흥미 등을 위주로 조사하였다. 교사들의 수업 관찰 결과 각 차시 활동을 할 때 학습자들이 처음에는 다소 당황하고 해결 방법을 찾지 못하였으나 몇몇 학습자들이 먼저 다양한 시도를 하며 문제를 해결하였고 다른 학습자들도 이를 참조하여 문제를 해결하는 모습을 보였다. 설문조사 결과는 다음과 같다. 학습 내용이 비교적 쉬웠다고 답한 학습자는 8명(약 42%)이었고 적절하거나 어려웠다고 답한 학습자가 11명(약 58%)이었다. 또한 학습 내용을 토대로 나만의 암호 체계를 만드는 과제물의 난이도가 쉬웠다고 답한 학습자는 11명(약 58%), 보통이거나 조금 어려웠다고 답한 학습자는 8명(약 42%)이었다. 그러나 학습지를 검토한 결과 완벽하게 학습 내용을 이해하고 문제를 해결한 학습자가 8명으로 설문지 결과와 실제 수행 사이의 약간의 오차가 있었다. 이는 자아존중감이 강한 영재학생의 특성 때문일 수 있다. 따라서 설문지 결과와 관찰 결과를 모두 고려해 볼 때 학습의 수준은 적절하거나 조금 어려웠으며 이는 도전적인 과제에 흥미를 느끼는 영재학생에게 적절한 수준의 수업이었다고 볼 수 있다. 충분한 시간이 주어져서인지 나만의 암호 체계 만들기 심화 과제에서 많은 학습자들이 다양한 방법으로 암호 체계를 만들었으나 3명은 기존에 학습한 시저 암호를 그대로 사용하여 만들었다. 주관식 문항을 통해 확인한 바에 따르면 학습자들이 학습에서 가장 흥미로웠던 점은 암호를 직접 해독하고 만드는 활동이었다는 답변이 많았다.

<Table 12> the results of a survey for training program contents

문항내용	타당성 정도				
	매우 그렇다	그렇다	보통 이다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
수업 내용이 나의 수준에 비해 쉬웠습니까?	2 (10.5%)	6 (31.6%)	9 (47.4%)	2 (10.5%)	
암호화 수업 후 암호에 대한 관심이 생겼습니까?	12 (63.2%)	5 (26.3%)	1 (5.3%)	1 (5.3%)	
암호에 대해 더 공부하고 싶은 생각이 들었습니까?	13 (68.4%)	4 (21.1%)	2 (10.5%)		
과제물의 난이도는 쉬웠습니까?	5 (26.3%)	6 (31.6%)	5 (26.3%)	3 (15.8%)	
암호가 우리 생활에 더 중요하다고 생각하게 되었습니까?	11 (57.9%)	6 (31.6%)	1 (5.3%)		1 (5.3%)
수업 후 암호 전문가가 되고 싶다는 생각이 들었습니까?	4 (21.1%)	5 (26.3%)	5 (26.3%)	2 (10.5%)	3 (15.8%)

4.3 교육 프로그램의 효과

본 교육 프로그램이 초등 정보영재학생의 영재성 및 다양한 실력 향상 여부에 효과가 있었는지 설문지를 통해 확인하였다. 설문 분석 결과 과제집착력이 매우 향상되었다고 답한 학습자가 12명(63.2%), 창의성이 매우 향상되었다고 답한 학습자가 14명(89.5%), 문제 해결력이 매우 향상되었다고 답한 학습자가 11명(57.9%), 논리적 사고력과 추론능력이 매우 향상되었다는 학습자가 각각 9명(47.4%)으로 많은 수의 학습자가 본 프로그램을 통해 영재성과 실력이 향상되었다고 느끼는 것을 알 수 있다. 암호화를 이해하기 위해 경우의 수, 함수, 소수, mod 등의 수학적 지식이 필요하나 이는 미리 알고 있지 않았어도 본 학습을 통해 충분히 이해할 수 있는 수준의 내용이었다. 각 단계의 활동을 수행하면서 엑셀이나 C언어 등 컴퓨터 사용을 하도록 권장했는데 아직 프로그래밍 언어나 엑셀 사용법을 잘 모르고 타자 속도가 너무 느려서 문제 해결에 도움이 되지 못했다는 답변이 많았다. 또 수업을 통해 암호에 대한 관심이 생겨 더 다양한 형태의 암호를 배우고 싶다는 답변과 프로그래밍 언어의 활용법을 배우고 싶다는 의견이 있었다.

<Table 13> the results of a survey for training program effects

문항내용	타당성 정도				
	매우 그렇다	그렇다	보통 이다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
수업을 통해 나의 과제집착력이 향상되었습니까?	12 (63.2%)	6 (31.6%)	1 (5.3%)		
수업이 창의성 향상에 도움이 되었습니까?	14 (89.5%)	4 (21.1%)	1 (5.3%)		
수업이 논리적 사고력 향상에 도움이 되었습니까?	9 (47.4%)	8 (42.1%)	2 (10.5%)		
수업이 추론능력 향상에 도움이 되었습니까?	9 (47.4%)	8 (42.1%)	2 (10.5%)		
수업이 문제 해결력 향상에 도움이 되었습니까?	11 (57.9%)	6 (31.6%)	1 (5.3%)	1 (5.3%)	
수업이 수학능력 향상에 도움이 되었습니까?	9 (47.4%)	8 (42.1%)	2 (10.5%)		
수업이 컴퓨터프로그래밍 능력 향상에 도움이 되었습니까?	7 (36.8%)	6 (31.6%)	4 (21.1%)	2 (10.5%)	

5. 결론

초등 정보영재학생을 위한 암호화 교육 프로그램을 개발하기 위해 병행 교육과정 모델을 적용하여 핵심, 연결, 실행, 정체성 교육과정으로 학습 단계를 조직하였다. 첫 번째 단계는 암호화의 기초적이며 핵심적인 내용을 익히기 위한 단계이며 암호화의 정의와 각종 용어, 암호의 종류 및 역사에 대한 이해를 목표로 한다. 두 번째 단계는 지식의 상호 연관성을 발견하고 배우게 하기 위해 수학의 경우의 수와 관련하여 핵심 교육과정의 내용을 확대하는 단계이다. 세 번째 단계는 앞서 경험한 두 교육과정의 내용을 토대로 학습자들이 여러 학문 영역의 전문가들이 사용하는 기술과 방법론을 경험하게 해 보는 단계이다. 이러한 경험을 통해 학습자들은 암호에 대한 이해를 더 깊게 하며 암호화, 복호화를 직접 수행하는 과정에서 성취의 기쁨을 느낄 수 있다. 마지막으로 네 번째 정체성 교육과정은 어느 교육 프로그램에서도 쉽게 찾아볼 수 없는 단계로써, 암호 전문가에 대해 탐구하고 자신의 흥미, 능력 등에 대한 평가를 통해서 암호 이론에 대한 전문가적인 이해를 통해 학습자 스스로 자아를 개발할 수 있다. 위의 학습 단계에 따라 교사용 교수·학습 과정안과 학습자용 학습 자료를 함께 개발하였다. 개발된 교육 프로그램이 초등 정보영재학생의 영재성 향상에 끼친 영향과 관련하여 얻어진 결론은 다음과 같다. 분석 결과에서 알 수 있듯이 암호화는 초등 정보영재학생들의 흥미와 관심을 불러일으키기에 적합한 주제였으며 본 교육 프로그램은 과제집착력, 창의성, 논리적 사고력 등 영재학생들의 영재성 및 실력 향상에 큰 도움이 되었다. 물론 설문만을 통해 실제로 교육 프로그램의 효과를 객관적으로 검증하기는 어려우나 학습자들의 반응이 긍정적인 것으로 보서는 짧은 시간이지만 유의미한 효과를 거둔 것으로 볼 수 있다.

수업 활동 관찰 결과 프로그래밍 언어에 대한 학습이 사전에 이루어져 있거나 역셀을 잘 다루는 학습자가 문제 해결을 더 쉽게 한 것으로 보서 본 교육 프로그램은 프로그래밍 언어에 대한 학습을 한 후 실시했을 때 더 좋은 효과를 거두었을 것으로 예상된다. 초등 정보영재학생들의 창의성을 발달시키는 것이 기본적인 영재교육의 목표이긴 하나 목표 달성을 위한 수단으로서 타자

연습, 기초적인 컴퓨터 교육, 프로그래밍 교육 등의 중요성도 간과할 수 없다.

병행 교육과정 모델이 다른 교육과정과 가장 차별화 되는 것은 정체성 교육과정 부분일 것이다. 이 단계에서는 학습자가 자기점검표를 이용해 자신에 대해 탐구해 보고 주제와 관련된 직업에 필요한 자질과 비교해 보며 관련 직업을 나의 장래희망과 연결 지어 볼 수 있는 기회를 제공한다. 모든 주제의 교육 프로그램을 병행 교육과정 모델을 기반으로 개발할 필요는 없지만 학습자들이 관심 있는 주제에 대해서는 정체성 교육과정의 내용을 접목시켜 개발한다면 학습자들의 진로지도에도 도움이 될 것이다. 더불어 학습자 자신의 장래 희망을 찾을 경우 학습자들이 뚜렷한 목표 의식을 가지고 꾸준히 학습을 할 수 있게 하는 자기 주도적인 학습 능력을 키워줄 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Kapsu Kim(2012). A Modular Integrated Curriculum Model for the Gifted Information Children. *Journal of the Korean association of information education*, 16(3), 299-307.
- [2] Renzulli, J. S.(1976). The enrichment triad model: A guide for developing defensible programs for the gifted and talented. *Gifted Child Quarterly*, 20(3), 303-326.
- [3] Renzulli, J. S.(1986). The three-ring conception of gifted: A developmental model for creative productivity. In R. J. Sternberg, & J. E. Davison(Eds.). *Conceptions of giftedness*. New York, Cambridge University Press.
- [4] Renzulli, J. S. & Reis, S. M.(1997). The schoolwide enrichment model: A how-to guide for educational excellence. Mansfield Center, CT, Creative Learning Press.
- [5] Renzulli, J. S.(1988). The Multiple Menu Model for Developing Differentiated Curriculum for the Gifted and Talented. *Gifted Child Quarterly*, 32(3), 298-326.
- [6] Treffinger, D. J.(1975). *Teaching for self-directed*

learning : A Priority for the gifted and talented. *Gifted Child Quarterly*, 19(1), 149-162.

[7] Penny Van Deur(2004). Gifted Primary Students' Knowledge of Self Directed. *Learning International Education Journal*, 4(4), 64-74.

[8] George Betts(2003). The Autonomous Learning Model for high school Programming. *Gifted Education Communicator FALL/WINTER*, 38-61.

[9] Carol Ann Tomlinson et al.(2002). The Parallel Curriculum: A Design to Develop Learner Potential and Challenge Advanced Learners. Crown Press.

[10] Simon Singh(1999). The Code Book.

[11] Whang, Woo Hyung, Yoon, Na Rea(2009). A study on the effectiveness of the mathematically gifted program, J. Korean Soc. Math. Ed. Ser. E:: *Communications of Mathematical Education*, 23(1), 53-72.



김 갑 수

1985.2 서울대학교 계산통계학과 (학사)
 1987.2 서울대학교 계산통계학과 전산학전공(석사)
 1996.2 서울대학교 계산통계학과 전산학전공(박사)
 1987~1992 삼성전자 사원-과장
 1995~1998 서경대학교 전임강사-조교수
 1998~현재 서울교육대학교 컴퓨터교육과 조교수-교수
 관심분야: 컴퓨터 교육, 소프트웨어 공학, 정보 영재, 기능성 게임
 e-mail: kskim@snue.ac.kr

저자소개



김 지 현

2001.2 서울대학교 조경학과(학사)
 2001~2002 LG CNS 사원
 2008.2 서울교육대학교 초등교육 전공(학사)
 2013.8 서울교육대학교 영재교육학과 정보영재전공(석사)
 2008~2012 서울대곡초등학교 교사
 2012~현재 서울동자초등학교 교사
 관심분야: 컴퓨터 교육, 정보영재, 암호화 교육
 e-mail: like2study@sen.go.kr