

초등학교 정보과학 교육을 위한 논리회로 교육방법 개발

이준혁^o, 허경

경인교육대학교 컴퓨터교육과

gasraita@chol.com, khur@ginue.ac.kr

Development of a Logical Circuit Education Method for an Elementary School Information Science Education

Jun-Hyuk Lee, Kyeong Hur

Dept. of Computer Education, Gyeongin National University of Education

요 약

오늘날 IT의 급속한 진보는 사회적, 경제적 변화를 가져왔다. 그리고 많은 나라들이 정보화시대에 선두를 차지하려 노력하고 있다. 이에 미래의 IT산업을 선도할 인재들의 첫 출발점이라고 할 수 있는 초등학교에서의 정보영재교육의 필요성이 더욱 중요시되고 있으며, 현대 디지털 사회 전 분야에 걸쳐 없어서는 안 될 필수적인 요소로 사용되고 있는 디지털 시스템의 동작 원리를 이해하는 것이 요구되고 있다. 이에 디지털 시스템의 동작 원리를 이해하는 데 기초가 되는 디지털 논리 회로에 대한 내용을 초등학교 아동들이 쉽고 흥미롭게 이해할 수 있는 교육방법을 개발하여 실생활에서 필요한 디지털 시스템을 창의적으로 설계하고, 이를 통한 문제해결능력을 향상하고자 한다.

1. 서 론

교육은 인간이 지닌 잠재적인 능력을 바람직한 방향으로 발전할 수 있도록 도와주는 과정이다. 따라서 우수한 잠재 능력을 가지고 있는 아동을 조기에 발굴하여 그들의 능력과 자질, 흥미에 따라 체계적인 교육프로그램을 제공함으로써 창의적인 학습을 할 수 있도록 하는 것은 개인의 성장과 발달 및 나아가 국가의 발전과도 직결되는 매우 중요한 교육적 과제일 것이다. 선진국들은 이미 고급 두뇌 자원의 필요성을 인식하고 우수한 인재를 조기에 발굴하여 이들에게 각종 영재 교육의 기회를 제공함으로써 21세기에 요구되는 경쟁력을 갖춘 인적 자원 개발에 몰두하고 있다.[1]

영재교육은 조직적이고 체계적인 운영이 보다 절실히 요구되는데 이러한 조직적인 교육이 이루어지기 위해서는 교육이 가지고 있는 행정, 재정, 시설, 교수 자원 등 여러 가지 요소들이 체계적으로 동원되어야 하지만 그 중

에서도 가장 핵심적인 것은 교육과정이라고 할 수 있다. 원칙적으로 교육과정의 내용과 성격에 따라 그 외의 요소들이 조직되고 배치되어야 하기 때문이다. 체계적으로 조직화된 교육과정은 영재들의 잠재적인 지적 능력을 학문적이고 전문적인 성취 수준으로 구현시키기 위한 환경을 조성하는데 핵심적 요소이다 [2][3]

우리들 대부분이 '디지털'이라는 말을 들을 때 '디지털 계산기' 또는 '디지털 컴퓨터'를 바로 연상하게 된다. 이와 같은 계산기들과 컴퓨터들은 디지털 논리회로들과 이들의 원리를 이용한 디지털 시스템들 중에 하나라는 점을 인식하는 것이 대단히 중요하다. 마치 모든 생명체에 산소가 필요하듯이 디지털 시스템은 현대 사회 전 분야에 걸쳐 없어서는 안 될 필수적인 요소로 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 초등학교 정보영재 아동들을 대상으로 디지털 시스템의 동작 원리를 이해하는데 기

초가 되는 디지털 논리 회로에 대한 내용을 쉽고 재미있게 이해할 수 있는 교육방법을 개발하여 실생활에서 필요한 디지털 시스템을 창의적으로 설계하고 이를 통한 문제해결능력을 향상하고자 한다.

2. 연구목적 및 내용

2.1 연구 목적

무한 경쟁 체제로 접어든 21세기 사회에서 국가 생존과 번영의 기반은 과학·기술 개발 및 발전에 달려있다. 이에 세계 각국은 자국의 우수한 두뇌의 발굴과 육성에 지대한 노력을 기울이고 있다.

더구나 국토가 좁고 부존자원이 부족한 우리나라에서는 이러한 노력의 성과에 국가의 운명이 달려 있다고 해도 과언이 아닐 것이다. 고부가 가치를 창출해 낼 수 있는 첨단 지식과 정보, 그리고 특정 분야에 뛰어난 능력을 가진 인재의 양성은 영재교육을 통하여 체계적이고 계획적으로 이루어지는 것이 바람직하다고 생각한다.

이러한 관점에서 미래의 IT산업을 선도할 인재들의 첫 출발점이라고 할 수 있는 초등학교에서의 정보영재교육의 중요성을 다시 언급하지 않아도 그 중요성을 우리 모두가 충분히 인식하고 있을 것이다.

본 연구의 목적은 초등학교 정보영재 교육을 위한 디지털 논리회로 교육방법 개발에 있으며 그 구체적 목적은 다음과 같다.

- 가. 논리회로 지도를 위하여 지도 내용을 선정 한다.
- 나. 선정된 지도내용에 따른 학습내용을 구성한다.
- 다. 학습내용을 초등학생이 이해할 수 있는 효과적이고 적절한 지도방법을 개발한다.

2.2 연구 방법

대상이 초등학생임을 감안하여 구체적 조작을 통한 귀납적 개념인식이나 실생활과 관련하여 논리회로 교육내용을 제시할 때 최적의 사고과정을 유도할 수 있으며 산출물을 창출해 낼 수 있을 것이라는 생각에서 논리회로와 관련된 다양한 자료를 수집·분석하여 초등학생에게 적합한 교육내용을 선정하고, 논리회로 교육목표를 제시하며, 제시된 교육목표를 바탕으로 세부 교육내용을 재구성하여, 초등학생에게 적절한 지도 방법을 제시 하고자 한다.

3. 교육내용 선정과 조직

3.1 교육내용의 선정의 원리

교육내용을 선정하는 데 필요한 기준 또는 원칙은 여러 사람들에 의해 제시되고 있다. 교육학에서 제시하고 있는 내용 선정의 원칙을 바탕으로 초등학교 컴퓨터 교육 내용 선정의 원리를 제시해 본다.

- 가. 컴퓨터 교육 목표와 일관성 있는 내용이어야 한다.
- 나. 정보 활용능력이 가장 기본적인 것이면서 전이가 높은 내용이어야 한다.
- 다. 정보화 시대에 유용성이 있고 활용 범위가 넓은 것이어야 한다.
- 라. 컴퓨터 내용이 시대성과 신뢰성이 있는 것이어야 한다.
- 마. 학습자의 흥미가 높고 사고력을 증진시키는 것이어야 한다.
- 바. 학생들의 발달에 비추어 타당하며, 학습 가능성이 있는 것을 선정해야 한다.
- 사. 자신의 발전에 도움이 되고, 사회 발전에 도움이 되는 것이어야 한다.
- 아. 컴퓨터적 탐구 방법이 반영될 수 있는 것이어야 한다.
- 자. 컴퓨터 교육 내용의 넓이와 깊이의 균형성이 유지되어야 한다.

위와 같이 컴퓨터 교육내용의 선정 원리를 정리하여 제시해 보았다. 컴퓨터 교육내용의

선정 원리는 선정의 방법에 관한 기준을 제시하였다.

3.2 교육목표와 내용

논리회로에 대한 교육내용을 구성하고 선정하기에 앞서 논리회로 교육이 추구하는 목표는 다음과 같다.

첫째, 디지털 논리 회로의 종류와 논리 표현식의 개념을 학습한다.

둘째, 논리 대수학의 법칙과 규칙을 학습한다.

셋째, 논리 회로 함수를 표현하는 방법을 학습한다.

넷째, 논리 회로를 설계하는 방법을 학습한다.

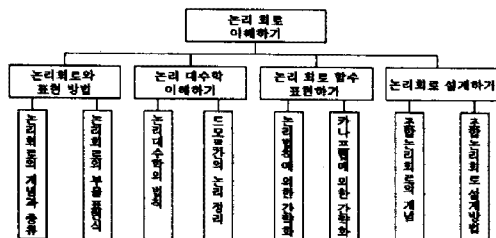
다섯째, 일상생활 속에서 발견할 수 있는 디지털 시스템을 찾아 설계 방법을 분석하는 능력을 키운다.

여섯째, 다르게 생각하고, 질문하고 협동하여 끝까지 도전하는 학습태도를 형성한다.

일곱째, 주어진 과제를 스스로 해결하는 능력을 향상시킨다.

3.3 교육내용의 선정

9가지의 내용을 선정하는 데 고려되어야 하는 일반적인 원칙들과 논리회로 교육의 목표를 준수하면서 실제로 논리회로 학습에 필요한 논리회로의 개념은 [그림1]과 같다.



[그림 1] 논리회로의 교육 내용

이를 바탕으로 논리회로의 학습내용을 5가지 학습 내용으로 재구성하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 학습내용의 구성

순서	주 제
1	학습내용 소개
2	논리회로의 표현 방법
3	논리 대수학 이해하기
4	논리 회로 함수 표현하기
5	논리 회로 설계하기

교육 주제에 따른 세부 교육내용은 다음과 같이 구성할 수 있다.

가. 1 주제 : 안내

나. 2 주제 : 논리 회로와 표현 방법

- 학습자가 준비한 논리 회로의 종류 및 표현 방법에 대해 발표를 실시한다.
- 발표한 내용에 대해 토론한다.
- 논리 회로의 개념과 종류에 대해 학습한다.
- 논리 회로에 대한 부울 표현식을 학습한다.

다. 3 주제 : 논리 대수학 이해하기

- 학습자가 준비한 논리 대수학의 법칙에 대해 발표를 실시한다.
- 발표한 내용에 대해 토론한다.
- 논리대수학의 다양한 규칙에 대해 학습한다.
- 드모르간의 논리 정리에 대해 학습한다.

라. 4 주제 : 논리 회로 함수 표현하기

- 학습자가 준비한 논리 회로 함수 표현 방법에 대해 발표를 실시한다.
- 발표한 내용에 대해 토론한다.
- 논리 함수의 최소 최대 항에 대해 학습한다.
- 부울 논리 대수학 법칙에 따른 간략화 방법에 대해 학습한다.

• 카르노 맵에 따른 간략화 방법에 대해 학습한다.

마. 5 주제 : 논리 회로 설계하기

- 학습자가 준비한 논리회로의 설계 방법에 대해 발표를 실시한다.
- 발표한 내용에 대해 토론한다.
- 조합 논리 회로에 대해 학습한다.
- 조합 논리 회로의 설계 방법에 대해 학습한다.
- 조합 논리회로로서 디지털 산술기 예제들을 학습한다.

4. 논리회로 교수·학습의 실제

3장에서는 초등학교 정보영재교육을 위한 논리회로 교육의 교육목표와 내용에 관하여 나름대로 기준을 제시해 보았다. 4장에서는 3장을 바탕으로 실제 초등학생의 수준에 맞는 논리회로 교육을 어떻게 하여야 좋을지 방법적인 측면에서 2 주제인 논리회로와 표현 방법에 대한 교수 학습 단계를 제시하고자 한다.

논리회로의 교수·학습의 단계를 ‘기본개념’ → ‘생각열기’ → ‘조작활동’ → ‘실생활 적용 및 응용’의 단계의 일관된 체계 속에서 기본개념을 익히고, 그 개념의 자기화를 통해 학습할 수 있도록 구성하였고 구체적인 내용은 다음과 같다.

4.1 교수·학습의 단계

가. 기본개념

컴퓨터에서 데이터를 저장하는 최소 단위는 ‘비트’(Bit)이다. 하나의 비트는 0 또는 1의 데이터 값을 저장한다. 그리고 서로 다른 두 비트들(A비트, B비트)간 논리연산에서는 AND 논리 연산과 OR 논리 연산이 있고 연산 결과는 새로운 비트(C비트)에 저장된다. AND 논리 연산과 OR 논리 연산은 <표 2>와 <표 3>과 같이 정의 된다.

<표 2> AND 논리연산 (A·B=C)

입력		출력
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

<표 3> OR 논리연산 (A+B=C)

입력		출력
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

나. 생각열기

우리가 일상생활에서 소화기의 작동을 생각할 때, 안전핀의 제거와 손잡이의 누름을 생각해 낼 수 있고, ‘안전핀의 상태’, ‘손잡이의 누름 여부’, ‘소화기의 작동’에 대해 <표 4>와 같이 AND 논리 연산으로 표현할 수 있다.

<표 4> 소화기의 동작

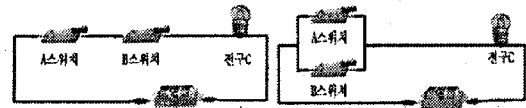
입력		출력
안전핀의 제거 여부(A)	손잡이의 누름 상태(B)	소화기의 동작(C)
제거하지 않음(0)	누르지 않음 (0)	작동하지 않음(0)
제거하지 않음(0)	누름 (1)	작동하지 않음(0)
제거함 (1)	누르지 않음 (0)	작동하지 않음(0)
제거함 (1)	누름 (1)	작동함 (1)

다. 조작활동

1) 전기회로 이용

가) 전지로 연결하기

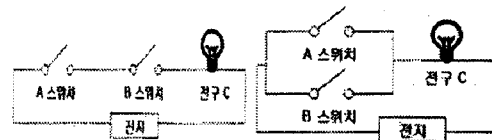
아래 [그림 2]와 [그림 3]의 전지연결에 있어 A, B 스위치와 전구 C의 상태간의 관계를 <표 4>의 소화기의 동작처럼 전지로 연결하여 본다.



[그림 2] 'A·B=C' 논리식의 전지 연결 [그림 3] 'A+B=C' 논리식의 전지 연결

나) 전기 회로 그림으로 표현하기

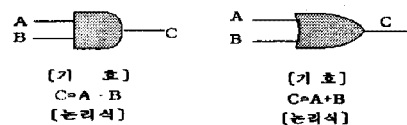
아래 [그림 4]와 [그림 5]의 전기 회로 연결에 있어 A, B 스위치와 전구 C의 상태간의 관계를 <표 4>의 소화기의 동작처럼 전기회로 그림으로 작성해 본다.



[그림 4] 'A·B=C' 논리식의 전기 회로도 [그림 5] 'A+B=C' 논리식의 전기 회로도

2) 논리 기호와 논리식으로 나타내기

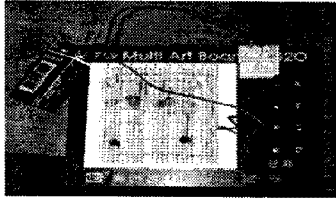
위 [그림 4]와 [그림 5]의 전기 회로 연결에 있어 A, B 스위치와 전구 C의 상태간의 관계를 <표 4>의 소화기의 동작처럼 AND 또는 OR 논리 기호와 논리 연산으로 표현해 본다.



[그림 6] 논리곱(AND)과 논리합(OR)의 기호와 논리식

3) 브레드 보드 이용

회로의 실험 및 개발을 위하여 사용하는 기판인 브레드 보드를 이용하여 실제작동 여부를 조작하여 본다.



[그림 7] 브레드 보드

가) 브레드 보드란?

브레드 보드는 [그림 7]과 같이 기판에 나 있는 구멍에 소자들을 꽂아서 서로를 연결하고 연결선(Jumper wire)을 사용해 서로 멀리 있는 소자들을 연결해 주는 데 사용되는 기판으로써 반영구적으로 사용이 가능하며, 제품을 만들기 전에 원하는 작품을 구상, 회로도(구상도)를 작성하여 필요한 부품과 연결선 등을 이용 작품이 만들어질 때까지 여러 가지 실험과 검토 및 연구를 해볼 수 있는 만능 실험 기기라 할 수 있다.

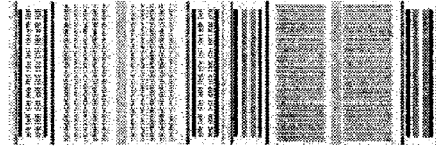
나) 브레드보드 기본 사용법 지도

브레드보드에 관한 기본적인 사용법 지도에 관한 내용을 간략히 정리하여 제시하면 다음과 같다.

① 기본지식

- 가로줄 : 전류가 통함
- 세로줄 : 전류가 통하지 않음. (단, 전원 연결선은 세로로만 통함.)
 - 브레드보드에 따라 조금씩 위치가 다르다
- 보드의 적색과 청색 선은 주로 전원 연결에 사용하며 [그림 8]과 같이 내부에서 일직선으로 연결되어 있으므로 어느 홀에 꽂아도 된다.
- 부품은 라디오펜치를 이용하여 기판 깊숙이 꽂는데, 부품을 먼저 꽂고 연결선은 나중에 회로도를 하나하나 따라가며 연결 한다.

- 부품과 부품사이의 연결선을 이용함이 원칙이다.
- 부품의 배치는 가급적 근거리에 위치하도록 배치하여 연결편의 사용빈도를 줄이는 것이 좋다.



[그림 8] 브레드 보드의 앞면과 뒷면

② 부품확인 및 꾸미기

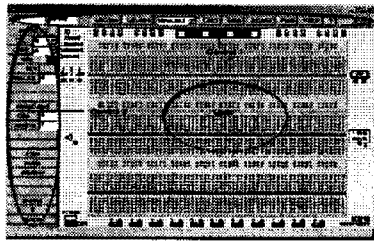
- 회로도를 먼저 보고 이해를 한다.
- AND, OR 논리회로 등 필요한 부품을 점검한다.
- 작동이 되지 않으면 처음부터 회로를 보고 다시 꾸미고 확인한다.

③ 뒷정리하기

- 다음 사용자를 위해 부품을 잘 뽑아 한군데 모은다.
- 연결선을 제자리에 모은다.
- 보드를 정리한다.

4) Virtual Breadboard 이용

Virtual Breadboard라는 소프트웨어는 하나의 시뮬레이터 프로그램으로 실험기판과 여러 가지 소자들을 이용하여 실제 실험실에서 수행하는 실험과정을 그대로 모의실험 할 수 있는 가상실험용 프로그램으로서, 사용자가 직접 구성한 임의의 회로에 대한 실험이 가능하다. 현재 전원, 클럭, 전압계, 스위치, LED, 스피커, 7-세그먼트 표시기 및 약 40종의 TTL 소자와 PIC16C84칩 마이크로 컨트롤러 소자 등을 지원하며, 실제 실험과 동일한 교육효과를 얻을 수 있도록 설계되어 있다. 간단한 디지털 회로를 구성하여 LED와 LCD, MOTOR의 동작까지 그 결과를 확인해 볼 수 있는 프로그램이다. 사용법을 잘 익힌다면 아동들의 조작 실습용으로 유용하게 쓰일 수 있다.



[그림 9] Virtual Breadboard 의 초기화면 구성

Virtual Breadboard 프로그램의 초기화면은 [그림 9]와 같다. 그림에서 알 수 있듯이 Breadboard 프로그램의 화면은 크게 Main 블록, Control1 블록, Control2 블록의 3개 블록으로 구성된다.

5) Logic Simulator 이용

Logic Simulator 프로그램은 디지털 논리회로를 설계하고 검증하는 CAD(Computer Aided Design) 프로그램으로서 사용자가 다양한 소자들을 사용하여 임의의 논리회로를 구성한 후 실시간으로 시뮬레이션 할 수 있다. Logic Simulator는 독립적인 응용프로그램으로서 뿐만 아니라 인터넷상에서도 실행이 가능하다. 또한 기존의 상용화된 CAD 프로그램들이 제공하는 대부분의 기본 기능들을 모두 지원한다.

4.2 실생활 적용 및 응용

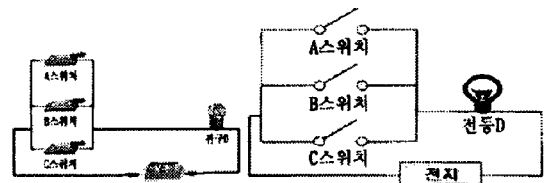
위 '생각열기'단계에서 설명한 것처럼, 우리 일상생활에서 찾아볼 수 있는 사물들 중 그 동작이 AND 또는 OR 논리 연산으로 표현될 수 있는 것을 찾아 진리표로 나타낸다. 그리고 전기회로와 브레드 보드, 또는 Virtual Bread Board 소프트웨어를 사용하여 조작활동을 실시하고 실험결과를 발표한다. 실생활 적용 및 응용단계에서 활용할 수 있는 예를 제시하면 다음과 같다.

가. 방법등 제어 시스템 응용

3층으로 된 건물의 계단에 '방법등 제어 시스템'을 설치하려고 한다. 그래서 각 계단 마

다 감지기 센서를 설치했다. 각 센서는 열 감지 스위치로서, 사람을 감지할 때 1을 출력하고, 없을 때는 0을 출력시킨다. 각 계단에 설치된 3개의 센서 주위에 아무도 없을 때는 모든 스위치가 열려 있으며, 이 때에는 계단 통로의 전등이 작동하지 않는다. 그러나 각 층에 있는 센서 스위치 중 어느 하나라도 사람을 감지하면, 스위치가 닫혀서 전등이 작동되고 계단에 불이 켜지게 된다.

주어진 상황을 바탕으로 불이 켜지고 꺼지는 경우를 전지 연결로 나타내면 [그림 10]과 같이 나타낼 수 있고,



[그림 10] 전지로 연결하기

[그림 11] 전기 회로도로 표현하기

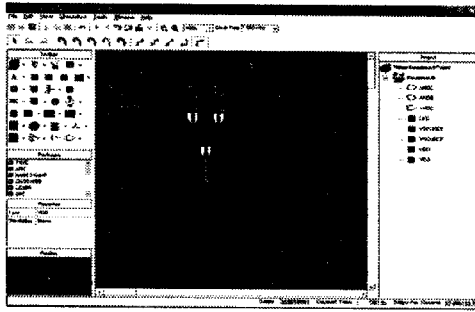
위의 [그림 10]을 바탕으로 방법등 제어 시스템의 동작 상태를 전기회로도로 나타내면 [그림 11]와 같다.

위의 [그림 10]과 [그림 11]을 바탕으로 방법등 제어 시스템의 진리표를 작성하면 <표 5>와 같이 나타낼 수 있다.

<표 5> 방법등 제어 시스템의 진리표

입 력			출 력
스위치 1 (A)	스위치 2 (B)	스위치 3 (C)	전등의 동작 (D)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

위에서 작성한 <표 5>의 진리표를 바탕으로, 각 스위치의 작동상태와 전등의 작동상태 A, B, C, D의 부울 변수 간의 관계를 논리 연산 식으로 표현하고, 논리 회로도를 그려본다. 그리고 전지 연결이나 브레드보드 또는 Virtual Breadboard 소프트웨어를 사용하여 실험활동을 할 수 있다.



[그림 12] Virtual Breadboard 소프트웨어를 이용한 논리회로 구성 예제

이러한 일련의 과정을 통해 아동들은 일상 생활 속에서 발견할 수 있는 디지털 시스템을 찾아 설계 방법을 분석하는 능력을 기를 뿐만 아니라 주어진 과제를 스스로 해결하는 능력을 향상시킬 수 있다.

5. 결론

지금까지 교육된 컴퓨터 관련 교육은 교육 내용의 선정과 조직의 원리에 관한 구체적 자료 없이 정해진 컴퓨터 관련 내용으로 주로 컴퓨터를 활용하는 측면에서 강조되어 왔다. 하지만 컴퓨터 관련내용이 독립교과로의 성격이 강하므로, 활용보다는 컴퓨터를 이용하여 생각하는 힘을 기르고, 문제해결력을 키우며, 정보사회에 적응하는 창의성 교육으로의 방향 전환이 절실하다. 이러한 의미에서 본 연구는 컴퓨터교육의 창의성 교육으로의 방향 전환을 위해 초등학교 정보과학교육을 위한 논리회로 교육방법을 개발하고 구체적 방법을 제시하였다.

무한 경쟁 체제로 접어든 21세기 사회에서 국토가 좁고 부존자원이 부족한 우리나라의 운명은 우수 두뇌의 발굴과 그 육성을 얼마나 훌륭히 해 나가느냐에 달려 있으며 고부가 가치를 창출해 낼 수 있는 IT산업을 선도할 뛰어난 인재양성이 무엇보다 중요하며, 이러한 정보영재를 위한 컴퓨터 교육내용 선정과 교육방법이 앞으로는 기존의 방법과는 다른 새로운 관점에서 연구되어야 할 것이다. 본 연구는 컴퓨터 구조와 원리에 관한 전체적인 내용이 아닌 논리회로만을 다루고 있어 연구에 제

한을 가질 수밖에 없다. 이 부분에 대한 연구가 체계적이고 지속적으로 이어져야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 이재호, "정보과학영재를 위한 교육 방법에 관한연구", 경인교육대학교 '과학교육논총' 제16집, pp369~384, 2004.
- [2] Van Tassel-Baska, J., What matters in curriculum for gifted learners; reflection on theory, research, and practice. In N. Colangelo, & G. A. Davis(Eds), Handbook of gifted education, Needham Heights, MA:Allyn & Bacon, pp126~135, 1997.
- [3] Gallagher, J. J. & Courtright, R. D., The educational definition of giftedness and its policy implication, Cambridge University Press, 1986.
- [4] 이혜경, 강홍식, "초등 정보영재교육 현황에 관한 연구", 인제대학교 '인제논단' 제 19권 제1호, pp479~502, 2004
- [5] 김경복, 기초디지털 공학, 생능출판사, 2005.
- [6] 이태욱, 생활 속의 컴퓨터 교육, 형설출판사, 2005.
- [7] 홍경호, 논리회로, 한빛미디어, 2005.
- [8] 김정현, 디지털 논리회로, 대광서림, 2002.
- [9] 이상범, 디지털 논리회로설계, 정익사, 1995.