전기회로실험을 이용한 PBL기반 디지털 논리회로 교육방법 개발 및 적용 분석

허경*
경인교육대학교 컴퓨터교육과*

요 약

본 논문에서는 정보 과학교육에서 디지털 시스템의 동작 원리를 이해하는데 기초가 되는 디지털 논리 회로에 대한 내용을 쉽게 이해할 수 있도록, 전기회로 실험 조작 활동을 통한 논리회로 결과 검증 방법을 제안하였다. 그리고 제안한 검증방법을 활용하고 실생활 디지털 기기 예제를 통해 PBL 기법에 기반한 논리회로의 개념교육 방법 및 부울 논리 교육 방법을 제안하고 실제 수업에 적용한 결과를 난이도 할당의 적절성 및 학생들의 문제해결력 측면에서 분석하였다.

키워드 : 컴퓨터과학교육, 디지털논리회로, 부울 논리, 전기회로

Development and Analyses of an PBL-based Digital Logic Education Program using Electrical Circuit Experiments

Kyeong Hur*
* Gyeongin National University of Education, Dept. of Computer Education

ABSTRACT

In this paper, we proposed an Electric Circuit manipulation method to identify easily results of Digital Logic Circuits. Using this method for computer science educations, we can feasibly instruct and understand principles of a Digital Logic Circuit which is a basis of real Digital systems. Furthermore, we developed an PBL-based education program for Digital Logic Circuit concept and Boolean Algebra concept by applying the proposed Electric Circuit manipulation method and by explaining real life Digital Instrument examples. The experimental results are analyzed in views of the problem-solving ability and suitability of allocating degrees of difficulties to the developed Digital Logic Circuit problems.

Keyword : Computer Science Educations, Digital Logic Circuit, Boolean Logic, Electrical Circuits

논문투고: 2009. 4. 3
논문심사: 2009. 6. 25
심사완료: 2009. 7. 15

1. 서 론

1.1 관련 기존 연구

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 대단이 중요하다. 마치 모든 생명체에 산소가 필요하듯이 디지털 시스템은 현대 사회 전 분야에 걸쳐 없어서는 안 될 필수적인 요소로 사용되고 있다. 컴퓨터교육에서 논리회로 교육은 컴퓨터의 가장 중요한 원리인 알고리즘을 이해하는 도구로써 매우 유용하다. 또한 컴퓨터는 논리회로에 바탕을 둔 알고리즘을 구현하는 기계이고, 정보는 알고리즘이 다루고 만들어 내는 대상이며, 프로그래밍은 논리회로를 기술하는 수단이다. 학생들은 논리회로를 배우는 가운데 보다 논리적이고 조직적인 사고를 하게 된다[1].

박주연(2002)은 '컴퓨터 일반' 교과내용 중 '컴퓨터 시스템과 컴퓨터의 원리' 단원을 중심으로 하여 Web 환경의 학습 자료를 개발하였다. 학생들이 학교에서 배운 학습내용을 가정에서 스스로 학습할 수 있도록 웹으로 구현하였다. 이 연구에서의 특징은 학생들이 이해하기 힘든 컴퓨터 일반을 웹으로 구현하여 쉽게 단원을 그림과 함께 학습할 수 있도록 하였으며, 더구나 진수변환은 단순한 변환적인 교수방법이 아니라, gif 애니메이션 파일로 학생들이 단계별로 배울 수 있도록 구현하였다는 것이다. 하지만 논리회로에 대한 수업은 텍스트 이론내용 외는 없었다 [2].

유창범(2002)과 박지현(2002)은 디지털 논리회로 교과가 전문교과임을 감안하여 실기능력이 배양될 수 있도록 이론과 실습을 통합하고 교육과정과 현실적으로 연계성을 가지는 조합논리회로 단원 전반에 걸친 수업 프로그램을 설계·구현하였다. 교사나 학습자들이 학교에서의 수업시간이나 방과 후 집에서 보충을 하기 위해서나 어디서든지 쉽게 사용이 가능하도록 웹을 이용하였으며, 코스웨어 내에 이론적인 부분과 회로도를 구성하고 가상현실상에서 실제 설계를 할 수 있도록 하는 실습부분을 함께 넣어 학습자가 쉽게 교사가 해당 논리회로를 구성하는 모습이나 설계과정을 볼 수 있도록 했을 뿐만 아니라 본 코스웨어를 통해 직접 설계해 볼 수 있도록 함으로써 논리회로의 구성 원리나 동작 원리에 있어 실제적인 맥락에서의 이해를 돕고 학습의 흥미를 높여 학습자의 학습에의 능동적인 참여를 유도하여 학습의 효과를 높일 수 있도록 하였다 [3-4]. 오윤정(2005)은 학생들의 이해를 돕고 흥미를 유발시키기 위해 먼저 이론 학습 부분과 플래시를 이용하여 회로도에서의 데이터 흐름을 보여주는 실습부분으로 나누어 학습을 하도록 설계 하였으며, 세 가지의 문제유형을 두어 틀에 박힌 문제형식에서 벗어나 재미있게 문제를 풀 수 있고 즉시 채점이 가능하여 학습에 대한 평가를 스스로 할 수 있도록 코스웨어를 설계·구현하였다 [5].

1.2 연구 방법 및 내용

이러한 기존의 선행연구들은 실업계 고등학교 위주로 연구한 결과들로 논리회로 교육을 초등학교에서 운영함에 있어서의 구체적인 방안이나 교육 내용, 교육 방법 등에 대해 알아보는 연구결과는 거의 없으며, 시도 또한 없음을 알 수 있었다. 이에 본 논문에서는 디지털 시스템 동작 원리 이해의 기초가 되는 디지털 조합 논리 회로를 초등학교 학생들이 쉽고 흥미롭게 이해할 수 있도록 PBL (Problem-Based Learning) 기법에 기초한 논리회로 교육 방법을 개발하여, 이를 통해 실생활에서 필요한 디지털 시스템을 창의적으로 설계하고, 문제해결능력을 향상 하고자 한다. 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 초등학생에게 익숙한 전기회로 실험 조작활동과 실생활 기기의 작동원리를 통한 논리회로 교육 방법을 개발하여 제안한다. 이를 위해 본 논문에서는 전기회로 실험 조작 활동을 위해 논리회로의 전기회로 표현 방법을 제안하

였고, 이를 바탕으로 PBL 기법에 기반한 논리회로의 개념교육 방법 및 부울 논리 교육 방법을 제시하고 실제 수업에 적용한 결과를 난이도 할당의 적절성 및 학생들의 문제해결력 측면에서 분석하였다.

2. 조합논리회로 설계 학습 내용의 구성과 교수 학습 단계

디지털 논리회로의 개념은 '디지털(Digital)+논리(Logic)+회로(Circuit)' 로 설명할 수 있다. 여기서 디지털(Digital)을 쉽게 랜턴(후래쉬)에 비유하면 후래쉬에 건전지를 넣고 스위치를 누르면 켜지고, 다시 스위치를 누르면 꺼지는 두가지 동작을 한다. 스위치를 켜진 상태를 (1)이라고 하고, 꺼진 상태를 (0)이라고 가정하면, 위 예에서 켜진상태(1)와 꺼진 상태(0) 두 가지 상태밖에 존재할 수 없다. 켜진 상태를 디지털에서는 높은수준(High level)이라하고, 꺼진 상태를 낮은수준(Low level)이라 한다.

'디지털 논리회로'란, 위 두 가지 디지털적으로 어떤 규칙을 전기적인 도면이나 실제 제품을 만들기 위한 밑그림이라고 말할 수 있다. 우리가 생활에서 보면 각각의 제품냉장고, TV, 오디오 등은 고유의 기능을 하듯이 이 디지털 논리회로도 각각의 기능에 맞게 그려져야 한다. 따라서 디지털 논리회로란, 우리가 어떤 기능을 구현하기 위한 밑그림 이며, 전기적으로 아무 문제없이 잘 동작되기 위한 규칙에 따른 그림이라고 할 수 있다.

논리회로는 회로의 구성과 기능을 이해하기 쉽게 표현한 것으로 논리합, 논리곱, 논리 부정 회로와 같은 기본논리회로와 여러 개의 기본 논리 회로들로 구성된 조합 논리 회로 그리고 순차논리회로가 있으며, 본 논문에서는 기본 논리회로 세 가지를 바탕으로 한 조합 논리 회로 교육 프로그램을 제안하였다[6,7]. 본 논문에서는 조합 논리회로의 교수·학습의 단계를 <그림 1>과 같이 제안하였고, <표1>의 모든 3가지 학습 내용에 대해 적용하였다. 본 교수 학습 단계는 PBL 기법에 기반하여 '기본개념' → '생각열기' → '조작활동' → '실생활 적용 및 응용문제학습 및 해결'의 단계의 일관된 체계 속에서 기본개념을 익히고, 그 개념의 자기화를 통해 학습할 수 있도록 구성한 것이다 [8-9].

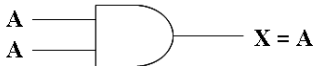
<표 1> 학습내용의 구성

순서	주 제
1	논리회로의 표현 방법
2	부울 대수학 이해하기
3	조합 논리 회로 설계하기

<그림 1> 논리회로교육의 교수·학습 단계

3. 논리회로의 전기회로표현방법 제안

<그림 2>와 같이 부울 대수학에서 $A \cdot A = A$ 라는 동일의 규칙에 있어서 어떤 변수를 자신과 AND 시키면 그 결과는 항상 그 변수가 된다. 이를 $X = A \cdot B$의 진리표를 이용하여 $A \cdot A = A$의 진리표를 나타내고, $A \cdot A = A$ 식을 AND 회로로 나타내고, 논리 회로 표현과 진리표 그리고 전기회로도로 표현하면 <그림 3>과 같이 설명할 수 있다. 여기서 A입력을 A라는 스위치로 전기회로도 상에서 나타내고, A스위치의 열림 상태를 A(0)으로, 닫힘 상태를 A(1)으로 표현할 수 있다. 한편, <그림4>와 같이 $A \cdot \overline{A} = 0$ 논리 표현을 전기회로도 표현으로 증명할 때에는, A(0)일 때에는 $\overline{A}$(1)으로 A(1)일 때에는 $\overline{A}$(0)으로 표현하여 전기회로 실험을 통해 논리식을 증명한다.

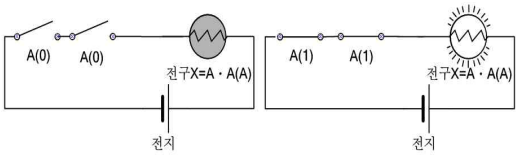


A	B	X=AB
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

A	A	X=$A \cdot A$ X=A
0	0	0
1	1	1

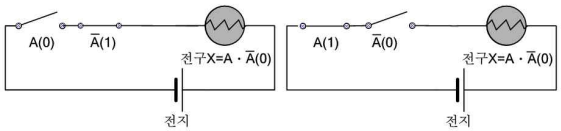
<그림 2> A · A=A의 논리회로표현과 진리표

A스위치	A스위치 자기 자신	전구X=A ▪ A	전구 X=A
열림(0)	열림(0)	꺼짐(0)	꺼짐(0)
닫힘(1)	닫힘(1)	켜짐(1)	켜짐(1)



<그림 3> A · A=A의 진리표와 전기회로

A스위치	A자신의 보수 $\overline{A}$스위치	전구 X=A ▪ $\overline{A}$	전구 X=0
열림(0)	닫힘(1)	꺼짐(0)	꺼짐(0)
닫힘(1)	열림(0)	꺼짐(0)	꺼짐(0)



<그림 4> $A \cdot \overline{A} = 0$의 전기회로도 표현

4. 교육 프로그램 개발 결과

4.1 전기회로와 실생활예제를 통한 논리회로 개념교육 프로그램

4.1.1 기본개념

컴퓨터에서 데이터를 저장하는 최소 단위는 '비트'(Bit)이다. 하나의 비트는 0또는 1의 데이터 값을 저장한다. 그리고 서로 다른 두 비트 들(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 정의된다.

<표 2> AND 연산

입 력		출 력
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

<표 3> OR 연산

입 력		출 력
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

4.1.2 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 소화기의 동작 원리 진리표로 표현할 수 있으며, 이는 <표 2>의 AND 논리 연산 진리표와 일치함을 알 수 있다.

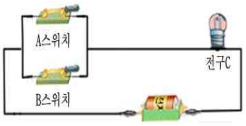
<표 4> 소화기의 동작 원리 진리표

입 력		출 력
안전핀 제거 여부(A)	손잡이 누름 상태(B)	소화기 동작(C)
제거하지 않음(0)	누르지 않음(0)	작동안함(0)
제거하지 않음(0)	누름(1)	작동안함(0)
제거함(1)	누르지 않음(0)	작동암함(0)
제거함(1)	누름(1)	작동함(1)

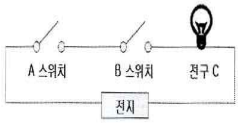
4.1.3 전기회로실험 조작활동

아래 <그림 5>와 <그림 6>의 전지연결에 있어 A, B 스위치와 전구 C의 상태간의 관계를 <표 4>의 소화기의 동작 원리 진리표를 바탕으로 전지로 연결하여 결과를 확인해 본다. 그리고 <그림 7,8>과 같이 전기회로도로 표현한다.

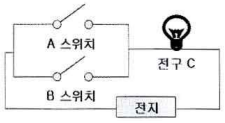
<그림 5> A · B=C



<그림 6> A+B=C



<그림 7> A · B=C



<그림 8> A+B=C

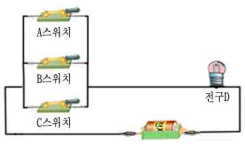
4.1.4 실생활 적용 및 응용

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 전기회로를 사용하여 조작활동을 실시하고 실험결과를 발표한다. 실생활 적용 및 응용단계에서 활용할 수 있는 예를 제시하면 다음과 같다.

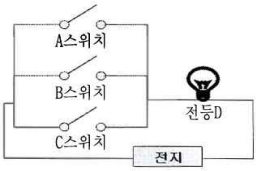
3층으로 된 건물의 계단에 '방범등 제어 시스템'을 설치하려고 한다. 그래서 각 계단 마다 감지기 센서를 설치했다. 각 센서는 열 감지 스위치로서, 사람을 감지할 때 1을 출력하고, 없을 때는 0을 출력시킨다. 각 계단에 설치된 3개의 센서 주위에 아무도 없을 때는 모든 스위치가 열려 있으며, 이 때에는 계단 통로의 전등이 작동하지 않는다. 그러나 각 층에 있는 센서 스위치 중 어느 하나라도 사람을 감지하면, 스위치가 닫혀서 전등이 작동되고 계단에 불이 켜지게 된다. 주어진 상황을 바탕으로 먼저 방범등 제어 시스템의 동작 원리를 아래의 <표 5>와 같이 정리하여 나타낼 수 있다.

<표 5> 방범등 제어 시스템의 작동원리 진리표

입 력			출 력
1층 센서의 작동 여부(A)	2층 센서의 작동 여부(B)	3층 센서의 작동 여부(C)	전등의 동작 (D)
작동안함(0)	작동안함(0)	작동안함(0)	꺼짐(0)
작동안함(0)	작동안함(0)	작동함(1)	켜짐(1)
작동안함(0)	작동함(1)	작동안함(0)	켜짐(1)
작동안함(0)	작동함(1)	작동함(1)	켜짐(1)
작동함(1)	작동안함(0)	작동안함(0)	켜짐(1)
작동함(1)	작동안함(0)	작동함(1)	켜짐(1)
작동함(1)	작동함(1)	작동안함(0)	켜짐(1)
작동함(1)	작동함(1)	작동함(1)	켜짐(1)



<그림 9> 전지연결



<그림 10> 전기회로

위에서 작성한 <표 5>의 진리표를 바탕으로, 각 스위치의 작동상태와 전등의 작동상태 A, B, C, D의 부울 변수 간의 관계를 논리 연산 식으로 표현하면 ' D = A · B · C '와 같이 나타낼 수 있다. 최종적으로 정리된 논리식을 바탕으로 방범등 제어시스템의 작동 원리를 전지 연결로 나타내면 <그림 9>로 나타낼 수 있고, 방범등 제어 시스템의 동작 상태를 전기회로도로 나타내면 <그림 10>과 같다.

5. 실험 절차 및 방법

5.1 적용대상

본 실험은 2009년 3월 8일에서 5월 8일까지 80분 8차시로 진행하였다.

<표 6> 대상아동 실태

대상	실험인원	학업성취수준(명)				
		90점 이상	80점 이상	70점 이상	60점 이상	60점 미만
초등 5학년	24	9	9	3	3	

본 실험은 <표 6>와 같이 일반 초등학생들의 현장 적용 사례를 추출하기 위해서 고학년에 해당하는 4, 5, 6학년 중 5학년을 대상으로 실험을 실시하였다. 오차가 크지 않도록 다수의 아동들을 대상으로 실험 적용해 보는 것이 신뢰도가 높겠으나 전기회로실험키트 구입비용, 적용 학교 여건 등으로 소수 24명을 대상으로 실험을 실시하였다. 이로써 실제 현장에서 개발된 방법의 적용사례를 추출하는데 의의를 두고자 한다. 사전 실태에서 학업성취수준은 2008학년도 2학기에 실시된 4과목 기말고사 평균점수로 팀을 구성하는데 활용하고자 하였다. 상위 90점 이상 6명을 A팀, 상위 그룹 90점 이상 3명과 80점 이상 3명을 B팀, 중상위 그룹 6명을 C팀 나누었고, 나머지 6명을 D팀으로 구성하였다.

5.2 적용 및 분석내용

학생들은 팀을 이루어 총 4팀이 학습하였으며, 1차시부터 4차시는 4.1절에서 소개한 4단계 논리회로개념교육프로그램 내용을 실시하였고, 5차시부터 8차시는 4단계 부울대수학 논리회로 교육프로그램

내용을 실시하고, 마지막 8차시에서 전기회로 실험 조작활동을 통한 논리회로의 문제해결력 평가와 설문지를 작성하도록 하였다. 사전에 추출한 내용과 PBL기반 논리회로교육의 교수·학습 단계에 맞게 전체적인 8차시 수업을 진행한 후, 4.1절에서 소개한 논리회로 개념 및 부울대수학의 전기회로실험 표현문제에 대한 내용난이도 분석과 문제해결결과, PBL기반 논리회로 교육방법에 대한 만족도를 설문지와 문제지를 통해 결과를 도출하도록 하였다.

5.3 논리회로 표현문제 난이도 분석

<표 7> 논리회로 표현문제 난이도 분석

차시	주제	난이도 평가				
		매우 쉬움 (5)	쉬움 (4)	보통 (3)	어려움 (2)	매우 어려움 (1)
3	논리회로 개념	AND, OR 논리연산 기본 회로의 전기회로식 표현 문제 난이도				
4		논리연산 기본 회로를 활용한 실생활 응용 전기회로식 표현 문제 난이도				
7	부울대수학	부울 대수학 법칙 및 규칙에 대한 전기회로식 표현 문제 난이도				
8		부울 대수학 법칙 및 규칙에을 활용한 실생활 응용 전기회로식 표현 문제 난이도				

일반 초등학생을 위한 PBL기반 논리회로 교육 내용 및 방법에서 총 8차시로 구성하여 수업을 진행하고, 8 차시의 내용을 팀별로 수업한 후, 느낀 난이도로 작성하도록 하였다. <표 7>과 같은 논리회로표현문제 내용별 난이도를 매우 쉬움(5점)부터 매우 어려운(1점)까지 5단계로 나누어 체크하도록 하였다. PBL기반 논리회로 교육방법의 체감 난이도를 알아보기 위하여 본 연구에서 제시하는 PBL기반 논리회로교육 단계별 난이도를 <표8>과 같이 분석해 보았고, PBL기반 논리회로 교육방법에 관한 난이도를 <표9>와 같이 분석해 보았다.

<표 8> PBL기반 논리회로 교육단계별 난이도 분석

단계	난이도 평가				
	매우 쉬움 (5)	쉬움 (4)	보통 (3)	어려움 (2)	매우 어려움 (1)
문제분석	주어진 논리회로를 보고 전기회로식 표현 문제를 해결을 위한 문제 분석 난이도				
부울논리식 작성	부울 논리식 작성에 대한 난이도				
전기회로 학습	전기회로 학습에 대한 난이도				
전기회로구현	문제 해결을 위한 전기회로 구현에 대한 난이도				
오류 수정 및 재구현	전기회로 구현 후 발생하는 오류 수정과 재구현에 대한 난이도				
평가 및 반성	주어진 논리회로 문제를 해결한 후 의 자기 및 동료 평가 및 반성에 대한 난이도				

<표 9> PBL기반 논리회로 교육방법 난이도

내용 \ 팀	A	B	C	D
PBL기반 논리회로 교육방법	PBL방식으로 수업을 진행하는 교육방법에 대한 난이도			

* 교육방법 만족도 5.00(매우 쉬움), 4.00 (쉬움), 3.00(보통), 2.00(어려움) 1.00(매우 어려움)

5.4 논리회로표현 문제해결력 분석

논리회로 교육과정형 평가 계획에 의해서 논리회로의 전기회로식 표현과정 70점, 논리회로 이해도 부분을 30점으로 하여 평가 문제를 구성하였다.

5.5 논리회로교육에 대한 자기 만족도

본 논문에서는 전기회로을 활용한 논리회로 표현교육을 실시하고, 실험자에게 수업 종료 후 느껴지는 만족도로서 전기회로를 활용하여 문제를 해결했을 때 성취감 정도를 알 수 있다.

6. 실험 적용 결과 분석

6.1 사전 검사

개발된 PBL기반 논리회로 교육내용의 현장 체감난이도를 확인해 보기 위해서 실험 전 사전 검사지를 통해서 학생들의 실태를 파악하였다.

<표 10> 사전 검사지 분석

항목	내용	사전지식 정도					n
		1	2	3	4	5	
*논리회로	논리회로가 무엇인지 알고 있는가?	24	.	.	.	.	24
전기회로	전기회로가 무엇인지지 알고 있는가?	1	5	6	12	.	24
부울논리 대수학	부울논리 대수학이 무엇인지 알고 있는가?	6	12	6	.	.	24
논리회로 표현 경험	논리회로 표현방법에 대해서 알고 있는가?	24	.	.	.	.	24
**난이도	논리회로 공부하기는 어떻다고 생각하는가?	3	6	12	3	.	24

* 전혀 모름(1) ~ 매우 잘 알고 있음(5) **매우 어려움(1) ~ 매우 쉬움(5)

6.2 차시별 논리회로 표현문제 난이도

<표 11> 차시별 논리회로표현문제 난이도 분석

팀 / 내용	3차시	4차시	7차시	8차시	팀평균
A	3.750	3.500	3.250	3.500	3.50
B	4.000	3.750	3.250	3.500	3.63
C	3.000	3.500	3.500	3.500	3.38
D	2.500	3.000	2.000	2.500	2.50
평균	3.31	3.44	3.00	3.25	3.25

* 내용별 난이도 5.00(매우 쉬움), 4.00 (쉬움), 3.00(보통), 2.00(어려움) 1.00(매우 어려움)

위 <표 11>의 내용별 난이도 분석에서는 학생들이 내용별로 실제 느껴지는 난이도 평균값을 나타내고 있다. 7차시 부울 대수학 법칙 및 규칙에 대한 전기회로식 표현 문제의 난이도 평균이 가장 낮게 나와서 문제를 해결하는데 어렵게 생각하고 있었으며, 4차시 논리연산 기본 회로를 활용한 실생활 응용 전기회로식 표현 문제의 난이도 평균값이 높으므로 가장 쉽게 생각하는 것으로 분석된다. 그 이유로는 7차시 부울 대수학 법칙 및 규칙에 대한 전기회로식 표현 문제들을 접할 때, 사전 충분한 시간의 부울 대수학의 이해 없이 접하게 되어 팀 단위로 문제를 해결하는 데 어려움 겪었고, 4차시 논리연산 기본 회로를 활용한 실생활 응용 전기회로식 표현 문제들에서는 3차시 내용의 학습을 바탕으로 응용하여 해결하는 문제여서 상대적으로 쉽게 이해했기 때문이다.

내용별 난이도에서 팀별로 보면 B팀이 논리회로의 전기회로식 표현문제 내용을 가장 쉽게 이해하고 있는 것으로 나타났다. 기존 학업성취수준의 평균이 높은 A팀에 비해 높게 나온 것으로 보아서 기존 교과에 대한 학업성취수준 외적 요소가 작용하는 것으로 사료된다.

<표 11> PBL 단계별 과제 난이도 분석

단계 / 팀	문제분석	부울논리식작성	전기회로학습	전기회로구현	오류수정 및재구현	평가 및 반성	팀평균
A	2.500	2.500	3.500	4.000	4.000	4.000	3.42
B	3.500	3.000	3.750	4.000	3.500	5.000	3.79
C	2.500	2.500	3.000	3.500	2.500	3.500	2.92
D	2.000	2.500	3.000	3.000	2.500	3.500	2.75
평균	2.63	2.63	3.31	3.63	3.13	4.00	3.22

* 단계별 난이도 5.00(매우 쉬움), 4.00 (쉬움), 3.00(보통), 2.00(어려움) 1.00(매우 어려움)

<표 11>과 같이 PBL기반 논리회로 교육방법을 6단계로 구분하였는데, 단계별로 보면 문제분석, 부울논리식 작성 단계를 가장 어려워했다. 학생들은 수업을 진행하면서 문제 분석 단계에서 해결방법을 찾기 위해 많은 노력을 했고, 이 단계를 잘 수행해야 전기회로 표현이 쉽기 때문이라고 답변을 했다. 가장 쉽게 생각하는 단계로는 평가의 단계였고, 오류 수정 및 재구현 단계도 다소 낮았는데, 이는 처음 접해 보는 논리회로의 전기회로식 구현 답안에 대해 빠른 시간 안에 오류 수정을 해야 하기 때문인 것으로 사후 설문 결과에 나타났다. PBL기반 논리회로 교육단계별 난이도 평균값은 B팀이 가장 높고 D팀이 가장 낮게 나타났다.

<표 12> PBL기반 논리회로 교육방법 난이도

내용 \ 팀	A	B	C	D	평균
PBL기반 교육방법	3.500	4.500	3.000	2.500	3.375

* 교육방법 만족도 5.00(매우 쉬움), 4.00 (쉬움), 3.00 (보통), 2.00(어려움) 1.00(매우 어려움)

<표 12>와 같이 PBL기반 논리회로 교육방법으로 학습하고, 문제를 해결해가면서 느껴지는 난이도는 B팀이 가장 높고 D팀이 가장 낮았다. A, B, C팀에게는 PBL기반 논리회로 교육방법이 좋지만 D팀과 같이 학업성취 수준이 중, 하 인 학생들을 지도하기 위해서는 PBL기반 학습방법 이외에 다른 수준별 맞춤 학습방법이 논리회로 교육에 필요하다는 것을 알 수 있다.

6.3 논리회로표현 문제해결력 평가

<표 13> 팀별 문제해결력 평가

내용 \ 팀	A	B	C	D	평균
논리회로의 전기회로식 표현과정	66	66	50	41	55.75
논리회로 이해도	20	25	20	20	21.25
총 점수	86	91	70	61	77.00

* 표현과정 70점, 논리회로 이해도 30점, 총점수 100

문제 해결력 평가에서는 B팀의 성적이 가장 높고 다음으로 A팀과 C팀, 학업성취 수준에서부터 학습 내용, 학습 방법에 대한 난이도 지수가 가장 낮았던 D팀의 순으로 나왔다.

6.4 논리회로교육에 대한 자기 만족도

<표 14> 문제 해결에 대한 자기 만족도

	A	B	C	D	평균
만족도	4.500	4.500	4.500	4.000	4.500

* 자기 만족도 5.00(매우 만족), 4.00 (만족), 3.00 (보통), 2.00(불만족) 1.00(매우 불만족)

자신이 작성한 부울 논리식에 따라 전기회로 전구가 동작했을 때, 성취감을 얻어 전체적으로 만족도 지수는 높게 나타났다.

7. 결 론

초등학교 정보과학 교육을 위해 제안한 논리회로 교육 프로그램은 절대적이거나 가장 적절한 표준안이라고 단정할 수는 없다. 다만 현재 실시되고 있는 초등학교 정보통신 기술 ICT 소양 교육에 있어 앞으로 계속적으로 추진될 질 높은 연구의 시작이라는데 의의를 두고자 한다. 컴퓨터 과학지식의 한 분야인 디지털 논리가 초등학교 정보통신 기술 교육의 한 분야로서 필수적으로 적용될 것으로 예측한다.

참 고 문 헌

[1] 한국정보교육학회 컴퓨터교재개발분과 위원회, 컴퓨터교육론, 삼양미디어.

[2] 박주연(2002). 컴퓨터일반 교과 학습을 위한 웹 기반의 코스웨어 설계 및 구현. 석사학위논문. 아주대학교 교육대학원.

[3] 유창범(2002). 논리 회로 학습을 위한 웹 컨텐츠 설계 및 구현. 석사학위논문. 원광대학교 교육대학원.

[4] 박지현(2002). 웹 기반으로 하는 조합논리회로 수업 프로그램의 설계 및 구현. 석사학위논문. 아주대학교 교육대학원.

[5] 오윤정(2005). 부울대수와 논리회로 학습을 위한 웹 코스웨어 설계 및 구현. 석사학위논문. 전남대학교 교육대학원.

[6] 김경복 (2005). 기초 디지털 공학. 생능출판사.

[7] 함미옥, 홍영진(2006). 이산수학 논리・명제에서 알고리즘까지. 한빛미디어.

[8] 김동엽 (2001), 문제중심 수업과 지시적 수업이 학습자의 인식론적 신념에 따라 수업의 유의미성 지각 및 학업성취에 미치는 효과, 박사학위논문, 한국교원대학교.

[9] 채수풍 (2005), 초등학교 프로그래밍 교육을 위한 LED 제어 시스템 설계 및 구현, 석사학위논문, 서울교육대학교, 서울.

저 자 소 개

허 경

1998 고려대 전자공학과 학사
2000 고려대 전자공학과 석사
2004.8월 고려대 전자공학과
통신공학박사
2004.8월-2005.8월 삼성종합기술원
(SAIT) 전문연구원
2005. 9월-현재 경인교대
컴퓨터교육과 조교수

관심분야 : 컴퓨터 네트워크 QoS, Mobile IP, USN,
Wireless MAC, 컴퓨터교육
E-mail : khur@ginue.ac.kr