

LED 소자를 이용한 프로그래밍 교육 방안

채수풍⁰, 홍명희
서울왕복초등학교, 서울교육대학교
waterwinds@hanmail.net, mhhong@snu.ac.kr

A Method of Programming Learning using LED component

Soo-Phung Chai⁰, Myung-Hui Hong
Wangbuk Elementary School, Seoul National University of Education

요 약

정보화된 미래사회를 준비하기 위하여, 우리나라에서는 실과의 한 영역과 학교재량시간을 통하여 컴퓨터 교육을 하고 있다. 그러나 실과 교육과정은 지나치게 기능 위주의 내용으로 되어있고, 학교 재량시간을 이용한 컴퓨터 교육에서는 타자연습이나 컴퓨터 활용교육만을 강조하고 있다.

이러한 교육은 컴퓨터와 친숙해지는 데는 도움을 줄 수 있지만, 고차원적인 사고력을 지닌 학생을 교육하는 데는 도움이 되지 못한다. 특별히 컴퓨터의 무한한 사용 가능성을 이용하여 창의적 문제 해결력을 기르는 교육은 매우 필요하다 하겠다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 문제 해결 능력 교육, 즉 문제 상황이 주어지고 이것을 해결하는 프로그래밍 교육이 매우 유용하나, 지금까지의 프로그래밍 교육은 지나치게 언어 기술교육에 초점을 두고, 단순 반복과 암기, 아동의 발달단계를 고려하지 않음으로 인해 오히려 창의성을 해치고 학습의 흥미도를 저하시켜왔다.

이에 본 연구에서는 학생들 수준에 맞춰 구체적인 결과물이 보이고, 쉽고 흥미롭게 학습할 수 있는 프로그래밍 교육과정을 개발하기 위해 'LED 소자를 이용한 프로그래밍 교육 방안'을 설계하였다. 본 연구를 통하여서 초등학교 학생들이 쉽고 재미있게 프로그래밍에 접근하고, 고차원적인 문제 해결력을 기르는 컴퓨터 교육과정의 한 모델을 제시하였다.

1. 서 론

컴퓨터 교육은 미래사회를 준비하는데 있어 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. 때문에 많은 나라에서 정규교과로 또는 비정규교과로 교육에 힘을 쏟고 있는 실정이고, 우리나라에서도 컴퓨터 교육의 중요성을 강조하여 실과의 한 영역과 학교재량시간을 통하여 컴퓨터 교육을 하고 있다[1].

그러나 실과 교육과정은 지나치게 기능 위주의 내용만 제시되어 있고, 학교 재량시간을 통하여서는 타자연습이나 컴퓨터 활용교육만을 강조하고 있는 실정이다. 이러한 교육으로 미래 지식정보화 사회를 이끌어 갈 수 있는 인재를 교육하기 어려우며 컴퓨터를 이용하여 창의적 문제 해결력을 기르는 교육은 요원하다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 문제 해결 능력 교육, 즉 문제 상황이 주어지고 이것을 해결하는 프로그래밍 교육이 매우 유용하

다[2].

하지만 지금까지의 프로그래밍 교육은 지나치게 언어 기술교육에 초점을 두고, 단순 반복과 암기로 인해 오히려 창의성을 해치고 학습의 흥미도를 저하시켜왔다. 그뿐 아니라 학생의 발달단계를 고려하지 않고 어른들이 사용하는 컴퓨터 언어 그것도 우리나라 말로 된 컴퓨터 언어가 아닌 영문 텍스트 방식의 언어를 사용하여 초등학생들이 접근하기에 상당한 장벽을 가져온 것이 사실이다.

이러한 문제점을 극복하고 학생들의 문제해결력을 기르기 위해서는 학생들 수준에 맞춰 구체적인 결과물이 보이고, 쉽고 흥미롭게 학습할 수 있는 프로그래밍 교육과정이 매우 필요하다.

본 연구를 통하여서 초등학교 학생들이 흥미있게 학습할 수 있는 프로그래밍 교육과정을 설계하여, 고차원적인 문제 해결력을 기르는 컴퓨터 교육의 한 모델을 제시하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 프로그래밍 교육과 문제해결력

문제 해결력 신장을 위한 컴퓨터 프로그래밍 교육에 대한 연구는 1970년대부터 시작하여 활발히 연구되어왔다.

1972년 Papert가 '컴퓨터 프로그래밍은 학생들이 탐구적(exploratory) 활동을 통해 수학을 학습하도록 고무하며, 문제 해결을 위한 맥락(context)을 제공할 뿐 아니라 아동들이 자신의 문제 해결을 묘사할 수 있는 언어를 제공한다.'고 주장하였고[2], 1980년에는 아동들이 컴퓨터를 주체적이고 능동적으로 활용할 수 있도록 하며, 자신의 행동을 반성하게 해 줌으로써 수학적 문제해결력, 반성적 사고, 그리고 창의적 사고와 같은 종합적 인지 능력으로 구성된 강력한 인지 기술을 발전시킨다고 하였다. 또 Jonassen(1988)은 멀티미디어 학습 환경에서 학습자는 자신의 학습을 통제하며 스스로 학습 계열을 구성하고, 자신의 인지 구조를 독자적으로 구성하는 환경을 제공받을 수 있기 때문에 무엇보다도 문제해결력을 보다 잘 획득한다고 하였다[3].

프로그래밍 학습의 효과는 다음과 같이 세 가지 측면에서 정리해 볼 수 있다[4].

- 1)인지적 효과-프로그래밍은 과제의 특성과, 다양한 단계에 따라 각각 다른 인지 기능을 요구하게 된다. 따라서 프로그래밍 학습은 정보 처리 능력, 추론 능력, 절차적 사고 능력, 수리적 사고력, 분석적 사고력 및 종합 능력 등 다양한 인지적 기능을 신장시킬 수 있다
- 2)초인지적 효과-프로그래밍을 하는 과정에서 자신의 인지 과정, 즉 문제 이해, 적절한 문제 해결 전략의 사용 여부, 자신의 이해와 산물에 대한 모니터링 등의 작업을 하는 가운데 자신의 사고 과정에 대해 더 잘 알 수 있게 된다.
- 3)정의적 효과-프로그래밍 학습 환경은 학습자의 내재적 동기를 신장시키고, 지적 호기심

과 학습에 대한 열성 등 긍정적 학습 태도를 신장시킬 수 있다. 또한 프로그래밍 과정에서 오류가 발생했다고 하더라도 오류를 통하여 배울 수 있다는 학습 분위기가 조성되면 오류 수정의 과정과 올바른 수정의 반복적 작업을 통하여 지적 발견의 즐거움과 만족감, 자신감 등을 가질 수 있다.

2.2 LED

LED(Light Emitting Diode)란 반도체의 pn 접합에 전류를 흘려 빛이 방출되도록 한 발광 다이오드를 말한다[5].

LED는 기존 백열전구에 필요한 1/10의 전력으로 사용 가능하며 반영구적이라는 장점이 있어, 휴대폰, 디지털카메라, PDA, 전광판 등에 응용되고 있으며 앞으로 더욱 다양한 분야에 있어 많은 발전이 예상되고 있는 전자제품이다.



그림1. LED



그림2. LED 전광판

LED는 R(Red), G(Green), B(Blue)의 세 가지 색으로 풀 칼라를 표현할 수 있으며 최근에는 백색 LED까지 등장하여 형광등을 대체할 것이라는 기대까지 나오고 있다[6].

LED는 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 1)구체물이기 때문에 동작이 직관적으로 관찰된다.
- 2)저 전력을 사용하기 때문에 제어가 용이하다. 이 같은 특징은 대형 전광판을 만들 수 있는 기초가 되며, 또한 컴퓨터를 이용한 제어가 쉽다는 특징을 가지게 된다.
- 3)실생활에서 많이 접한다. 현재 우리가 사용하고 LED는 지하철 전광판 등을 통하여 일상

생활에서 많이 접해본 매체이다. 이와 같은 매체는 학생의 호기심과 학습의욕을 고취시킬 수 있다.

4)컴퓨터의 기초인 2진법과 구동원리가 같다. 컴퓨터의 2진법은 0과 1을 사용하지만, LED는 on/off를 사용하는 것만 다를 뿐 기본적인 원리가 같다.

2.3 문제중심학습

문제중심 학습(PBL:Problem-Based Learning)은 구성주의적 학습원칙에 의거한 교수-학습모형으로서, 실제 생활과 밀접하게 관련된 복잡하고 비구조적 '문제'와 PBL에서 제시하는 '문제해결도구'를 사용하여 학습을 진행한다[8].

특히 Barrows교수에 의한 PBL 모형에서는 문제해결도구로서 다음의 순서를 제시하고 있다.

- 1)Ideas - 문제를 해결하는 방법 탐색
- 2)Facts - 이미 알고 있는 사실을 이용
- 3)Learning Issues - 문제 해결을 위해 더 학습해야 할 사항

이와 같은 학습 방법은 문제 해결을 위한 대부분의 교과에서 활용 가능하며 학습자의 문제 해결력 신장을 위하여 매우 효과적인 방법 중 하나로 인정되고 있다.

3. PBL을 이용한 교육모형 설계

프로그래밍 교육에서는 무엇보다도 창의성과 문제해결력 교육에 그 목표를 두고 있으며, 이것은 비구조적인 문제를 해결하는 과정에서 스스로 얻어가는 것을 전제로 하고 있다. 이와 같은 목표는 PBL을 통하여 구체화시킬 수 있었으며 기존의 컴퓨터 교육에 대한 대안으로서의 가능성을 타진해 보았다.

3.1. 학습 목표 설정

학습 목표는 매 시간 달라지지만, 기본적으로는 다음과 같은 틀을 유지하는데 그것을 지식, 기능, 태도면으로 나누어 기술하면 다음과 같다.

구분	학 습 목 표
지식	· 알고 있는 기능과 새로운 기능을 이용하여 주어진 문제를 창의적인 방법으로 해결한다.
기능	· 문제를 해결하기 위해 필요한 명령어를 알고 활용한다.
태도	· 주어진 문제를 책임 있게 완수한다.

표 1. 학습목표 기술

3.2. 수업 진행

일반적으로 적용될 수 있는 수업의 진행을 단계별로 나누어 나타내면 다음과 같다.

학습단계	학습 유형	교수-학습 활동	유의 점
도입	일 제 학습	· 흥미 및 성취동기 부여 및 지난 학습내용 상기한다.	수준별 문제제시
문제제시	일 제 학습	· 학습을 통해 도달할 목표에 대해 소개한다.	
가설설정	조 별 또는 일 제 학습	· 다양한 아이디어를 적극 수용해 문제해결의 단서를 준다. · 잠정적인 해결안에 대한 생각을 종합한다. · 학습목표를 설정하고 때에 따라서 조별, 개인별로 분담한다.	개방적인 분위기를 조성한다.

기능학습	일 제 학습	· 문제해결을 위한 새로운 기능을 학습하고, 이미 배운 내용을 다시 한번 살펴본다.	
문제해결	개 별 또 는 조 별 학습	· 가설을 익힌 기능을 통해 구현하고 문제를 해결한다. · 개인별로 부족한 것은 주어진 자료를 통해 보충한다.	
발표 및 토의	조 별 또 는 일 제 학습	· 자신의 문제해결 방법을 발표하고 토의한다.	듣 는 태도를 바르게 한다.
정리 및 평가	일 제 또 는 개별 학습	· 자기학습 평가지, 팀원 학습평가, 팀간 학습 평가 · 오늘의 학습 과정 반성하기.	

표 2. 단계별 수업진행

위의 표는 하나의 일반적 형태일 뿐, 항상 위와같은 단계를 거쳐야 하는 것은 아니며, 아동의 능력과 상황에 따라 생략 또는 반복이 가능하다.

가장 중요한 것은 학생들이 흥미롭고도 쉽게 학습을 할 수 있는 상황을 조성해 주는 것이라 하겠다.

3.3. 문제 개발

PBL 학습을 하는데 있어 문제 개발은 다음과 같은 세 가지 원칙이 있다[8].

- 1) 학습자들의 실제 생활과 밀접한 관련이 있는 문제(내적 동기유발과 학습의 주인의식을 위하여)
- 2) 다양한 해결안이 나올 수 있는 문제
- 3) 학습자들이 도전의식을 느낄 수 있으며, 동

시에 깊은 사고를 요하는 문제

이 세 가지 원칙에 비추어 문제를 만들되 때에 따라서는 학습량에 따라 몇 단계를 거쳐도록 문제를 만들었다.

단계	문제	학습기능
기 초	-조난된 상태에서 불빛으로 신호보내기	-1-8번의 LED 점멸 명령문
	-자동차 이동안내 불빛 신호 보내기	-변수와 기초연산을 이용한 LED의 점멸
	-자동차 이동안내 불빛 신호 연속적으로 보내기	-반복문을 이용한 LED의 점멸
	-주어진 길에 따라 자동차 이동안내 불빛 신호 2가지를 번갈아가며 보내기	-함수를 이용하여 주어진 조건을 간단하게 해결하는 능력
	-사용자가 상황을 판단하여 이동안내 불빛 신호 2가지를 번갈아가며 보내기	-입력, 조건문, 함수를 이용하여 주어진 문제 해결
	-8개의 불빛을 가지고 나타낼 수 있는 모든 경우의 수 나타내기	-이진 카운터 알고리즘의 기초 발견
	-8개 1줄 LED 판에서 다양한 모습을 보고 표현하기	-다양한 문제해결 과정 탐색
	-소규모 LED 전광판이 고장인지 점검하기	-8*8 LED 판 제어 기초명령
	-소규모 LED 전광판에 한 글자 표현하기	-배열을 이용하여 LED 판 제어
	-소규모 LED 전광판에 시차를 이용하여 이름 표현하기	-배열과 반복문을 이용하여 LED판 제어
-소규모 LED 전광판에 간단한 문장 표현하기		

심 화 발 전	-소규모 LED 전광판 에 한 글자의 움직임 표현하기	-배열과 반복문, 시차를 이용하여 LED판 제어
	-소규모 LED 전광판 에 한 단어의 움직임 표현하기	-다양한 문제해결 과정 탐색
	-소규모 LED 전광판 에 한 문장의 움직임 표현하기	
	-회전 LED 전광판에 한 글자 표현하기	
	-회전 LED 전광판에 한 단어 표현하기	
	-회전 LED 전광판에 한 문장 표현하기	

표 3. 학습 문제

3.4. 평가

프로그래밍 학습의 평가는 목표를 반영하여 크게 지식, 기능, 태도 영역으로 평가할 수 있으며 그 기준과 방법은 다음과 같다.

영역	평가기준	평가방법
지식	-문제를 정확히 파악하였는가? -문제해결을 위한 타당한 알고리즘을 세웠는가? -효율적인 알고리즘을 세웠는가?	-수행평가(프로그래밍 소스평가)
기능	-학습한 명령어를 바르게 사용하였는가? -문법적인 오류는 없는가?	-수행평가(프로그래밍 소스평가)
태도	-학습에 적극적으로 참여하였는가? -다른 사람의 아이디어를 경청하고 자신의 발전에 활용하였는가?	-체크리스트 -상호평가 -관찰평가

표 4. 평가 기준 및 방법

학습자의 개별적 평가를 기본으로 하며, 조별로 협동학습을 한 경우에는 과제발표에 대한 평가(학습자들의 평가와 교사의 평가)를 한다.

특히 학습자간의 평가는 지식의 생산자, 구성자로서의 역할 외에 평가자로서의 역할도 경험하게 되고, 그로 인해 자신의 학습 진행과정에 대하여 좀더 적극적이고, 확실하며 의식적인 관찰을 하도록 돕는다.

4. 프로그래밍 교육 도구 설계

본 연구에서 제안한 LED를 이용한 프로그래밍 교육은 기존의 프로그래밍 언어와는 다른 프로그래밍 도구가 필요하다. 무엇보다도 초등학생이 대상이기 때문에 초등학생의 눈높이에 맞춰진 직관적이면서도, 편리하게 사용할 수 있는 환경이 필요하다.

4.1. 프로그래밍 도구 설계의 원칙

본 연구는 초등학교 중학년부턴 프로그래밍 교육이 가능하도록 학생의 눈높이에 맞는 프로그래밍 도구를 개발하기 위하여 다음과 같은 원칙을 가지고 접근하였다.

- 1) GUI 시스템을 근간으로 한다. - 학생들이 GUI를 통하여 직관적으로 명령어를 사용할 수 있도록 돕는다.
- 2) 모든 명령과 도움말은 한글을 기본으로 한다. - 기존에 개발된 한글 프로그래밍 언어와 초등학생 수준을 고려하여 한글화된 명령어를 제공한다.
- 3) 순서도의 각종 도형을 이용하여 명령어를 구현한다. - 순서도에서 사용되는 도형을 이용하여 명령어를 구현하여 전체적인 프로그래밍의 흐름을 직관적으로 알 수 있도록 돕는다.
- 4) 명령어는 LED 점멸과 관련된 간단한 명령어 위주로 구성한다. - 복잡하고 잘 쓰이지 않는 명령어는 제외하고, 간단한 명령어를 위

주로 하되, 프로그래밍의 기초개념을 잘 이해하도록 함수나, 변수의 개념을 사용한다. 명령어는 사용이 쉽도록 드래그 앤 드롭을 사용한다.

4.2. 프로그래밍 도구의 구성

프로그래밍 도구는 크게 PC와 LED판 그리고 연결 케이블로 이루어진다.

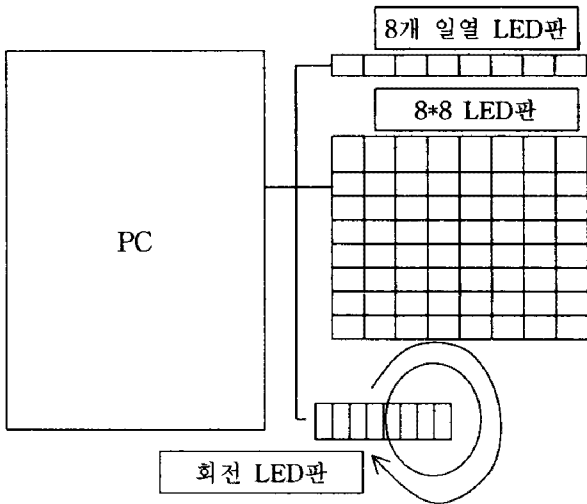


그림 3. 프로그래밍 도구의 구성

최초 LED판에서 문제를 확인하고, PC의 키보드와 마우스, 화면을 통하여 프로그래밍을 직접 한 후에, 연결 케이블을 통하여 신호를 보내면 LED 판에서 그 결과가 출력되는 일련의 순서에 따라 학습은 진행된다.

LED 판은 학생의 수준에 따라 8개 일열 LED 판, 8*8 LED판, 회전 LED판을 설치하도록 한다.

8개 일열 LED 판은 on/off 명령을 비롯해서 기초적인 명령과 사용법을 익히는데 주로 사용하며, 신호를 보내거나 받는 활동을 할 수 있고, 다양한 알고리즘의 기초를 학습하는데 사용한다.

8*8 LED판은 전광판의 기초를 익히고 실생활에 응용할 수 있는 응용력을 기르는데 사용한다. 8*8 LED판은 글자를 표현할 수 있으며, 간단한 그림도 표현할 수 있고, 글자나 그림의 움직임까지도 표현할 수 있다.

회전 LED 판은 8개 1열 LED판을 모터를 이용해 돌리면서 잔상을 이용하여 다양한 문

자나 그림을 표현할 수 있다. 회전 LED판을 통해서 사고의 폭을 넓히고 다른 분야에 응용하는 사고력을 기르는데 사용할 수 있다.

4.3. 화면 설계

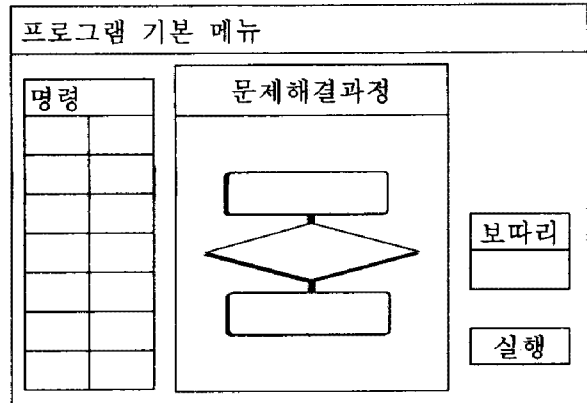


그림 4. 화면설계

프로그램 기본 메뉴에는 '파일 불러오기', '파일 저장하기', '새 파일 열기' 등의 메뉴를 만들어 연속성있는 프로그래밍이 가능하도록 지원한다.

명령판에 있는 명령어는 아이콘 형식으로 제공하고 문제해결과정 안으로 드래그 앤 드롭 형식으로 명령어를 순차적으로 이어나간다. 보따리 메뉴를 선택하면 명령어를 보따리 안에 작성할 수 있도록 하고 실행버튼을 누르면 LED 판을 실제적으로 작동시킨다.

4.4. 프로그래밍 도구의 명령어

모든 명령어들은 아이콘 안에 변수나 조건을 통제하도록 구성한다.

명령어	아이콘(바탕색)	기능
켜기	(노랑)	LED를 켤 때 사용
끄기	(회색)	LED를 끌 때 사용
입력대기	(분홍)	입력신호 대기
배열	(무색)	배열
보따리	(무색)	함수





돌아가기	 (파랑)	return
만약 A 이면	 (무색)	조건문
반복	 (검정)	반복문
벗어나기	 (하늘)	반복문 벗어나기
{		명령문 영역 표시
=		대입
+		사칙연산
-		
*		
/		
==		비교연산
>		
<		
>>		쉬프트연산
<<		쉬프트연산

표 5. 프로그래밍 도구의 명령어

각 명령어는 순서도의 기본 도형을 이용하고 있으며, 명령어의 종류를 색을 통하여 구분하기 쉽도록 구성하고 있다. 또한 모든 명령어는 한글 또는 수학연산으로 구성되어 있어 쉽게 그 내용을 파악할 수 있다.

쉬프트 연산은 그 개념이 다소 복잡하여 자세하게 설명하기보다는 8개 일열 LED판을 이용하여 그 결과를 봄으로써 직관적으로 파악할 수 있도록 하였다.

5. 교수-학습 과정

본 논문에서 제안한 프로그래밍 교수-학습 과정은 다음과 같은 순서로 정리할 수 있다.

단계	교사	학생
학습 계획 및 준비	- 학생의 선수학습 정도를 고려하여 학습목표를 설정하고 학습목표 달	- 지난 시간에 받은 과제 해결

학습 계획 및 준비	<ul style="list-style-type: none"> 성에 필요한 기능을 추출 - 학생들이 필요한 기능을 익히기에 적합한 문제 준비 - 학생들이 스스로 기능을 익힐 수 있는 자료 제작 또는 준비 - 컴퓨터와 제반 도구 준비 	- 지난 시간에 받은 과제 해결
실제 학습	<ul style="list-style-type: none"> - 기능의 안내 - 다양한 사고의 방법 안내 	<ul style="list-style-type: none"> - 기능 익히기 - 문제 해결을 위한 다양한 방법 탐색 - 상호간 관찰 또는 토론을 통한 상호작용
보충 심화	<ul style="list-style-type: none"> - 보충과 심화 과정에 관련된 문제 제시 - 필요한 기능 또는 선수학습 내용 안내 	<ul style="list-style-type: none"> - 스스로 문제를 선택 - 문제 해결 방법 탐색 및 상호작용
발표	- 원활한 발표 진행 및 보충설명	<ul style="list-style-type: none"> - 스스로 문제를 해결한 과정을 발표 - 잘못된 점, 잘한 점 찾기 - 잘 모르는 부분 질문하기
평가 및 피드백	<ul style="list-style-type: none"> - 발표와 학습 결과물을 바탕으로 평가 - 학생 목표달성여부에 따른 과제제시 	- 학습 결과물 저장 및 제출

표 6. 교수-학습 과정

위와 같은 과정은 하나의 예시일 뿐 항상 이렇게 정형화된 학습형태가 이루어질 필요는

없으며, 각 단계는 상황에 따라 건너뛰거나 합쳐서 운영할 수도 있다.

또한 각 단계에 따른 교사-학생의 역할도 항상 고정된 것이 아니라 각 상황에 따라 가감할 수 있다.

6. 결 론

이 논문에서 제안한 프로그래밍 교육은 초등학생이 흥미와 관심을 가지고 손쉽게 프로그래밍에 접근할 수 있고, 프로그래밍을 통하여 문제 해결력을 신장시키도록 설계하였다.

이를 위해 프로그래밍을 학습할 수 있는 수업의 절차와, 목표, 수업에 사용되는 문제들을 PBL에 기초하여 개발하였고, 이러한 프로그래밍 학습을 실제로 흥미롭게 구현할 수 있도록 LED판을 제어할 수 있는 프로그래밍 학습 도구를 설계하였다.

제안한 프로그래밍 학습을 활용할 경우 얻는 기대효과는 다음과 같다.

- 1) 실생활과 관련된 흥미로운 소재를 이용하여 프로그래밍 학습에 대한 학습동기를 높이고, 적극적인 학습이 기대된다.
- 2) 실생활에서의 문제를 직접 해결함으로써 창의력과 문제해결력을 신장시킬 것이 기대된다.
- 3) 추상적이고 어려웠던 프로그래밍의 기초개념을 쉽고 직관적으로 학습하여 향후 프로그래밍이나, 컴퓨터 교육에 긍정적 효과가 기대된다.
- 4) 기호를 이용한 명령어를 사용함으로써 별도의 학습 없이 순서도의 개념을 학습하도록 하였다.
- 5) LED라는 새로운 소재에 대한 관심을 가지고, 다른 분야에 무한하게 응용할 수 있다.

향후 연구과제로는 프로그래밍 도구를 개발하고, 현장에서 적용하여 결과를 바탕으로 단점을 보완하는 연구가 요구된다. 또한 웹과 연계하여 학생 스스로 학습할 수 있는 환경을 제공하는 연구도 요구된다 하겠다.

7. 참고문헌

- [1] 교육부, 초등학교 교육과정 해설(IV), 교육부, 1998.
- [2] 許榮珠, 컴퓨터 프로그래밍 學習이 問題解決力에 미치는 效果에 대한 一 研究, 동국대학교 대학원, pp2, 1991.
- [3] 박동호, 저작시스템 프로그래밍 학습이 문제해결력 및 컴퓨터에 대한 태도에 미치는 영향, 한양대학교 교육대학원, 1997
- [4] 백영준, 컴퓨터의 교육적 활용, 경상남도교육연수원, 2000
- [5] 동서문화사, 파스칼 백과사전, 동서문화사, 2002
- [6] 전자신문, LED 집중조명, 전자신문 특별 기사, 2003.3.10.
- [7] 성낙경, 학내 전산망 관리자를 위한 윈도 2000 서버 웹 코스웨어의 설계 및 구현, 컴퓨터교육학회 학술논문지, 2003.
- [8] 김선자, PBL에 의한 수업설계와 적용: 초등 사회과 수업사례, 교육공학연구 제14권 제3호, pp. 1~31, 1998.
- [9] 강인애, 이민수, 김종화, 이인수, 웹기반 문제중심학습(Problem-Based Learning)의 개발 사례: 초등, 고등, 대학교의 경우, 경희대학교, 1999
- [10] 허균·이정애, 웹과 MUG를 활용한 협동적이고 통합적인 교육용 코스웨어의 설계, 한국컴퓨터교육학회 논문지 제2권 제2호, 1999.6