

# LED 디스플레이 키트를 활용한 프로그래밍 학습 시스템의 개발 및 적용

전석주

서울교육대학교 컴퓨터교육과

## 요약

본 논문은 어린 학생들을 위한 새로운 프로그래밍 학습시스템을 소개한다. 프로그래밍 학습시스템은 LED 디스플레이키트와 웹플로우차트로 구성되어진다. LED디스플레이키트는 플로우차트 프로그래밍에서 작성된 알고리즘의 명령들을 실행할 때 만들어지는 다양한 모양을 표시하는 출력장치로 사용되어진다. 웹플로우차트 시스템에서는 수식 계산을 위해 심볼 변수를 사용하며 학습자가 드래그 앤 드롭 방식으로 플로우차트를 작성하여 다양한 모양과 애니메이션을 출력할 수 있도록 해준다. 본 학습시스템을 활용하여 2005년 2학기부터 2009년 1학기 동안 다양한 학습자 그룹에 대해 프로그래밍 수업을 적용하였으며 수업한 내용과 분석한 결과를 제시한다. 프로그래밍 수업 대상자는 초등학생, 영재교육원 학생, 대학생 및 교사이다. 수업에서 실시한 설문조사에서 학습자의 반응은 매우 긍정적이었다.

키워드 : 프로그래밍 학습 시스템, LED 디스플레이 키트

## Development and Application of Programming Learning System Using LED Display Kits

Seok-Ju Chun

Seoul National University of Education, Department of Computer Education

## ABSTRACT

In this paper, we introduce a new programming learning system for young students. The programming learning system consists of a LED display kit and a web-based flowchart system. The LED display kit acts as an output device by way of displaying lights while following a set of instructions given through a flowchart programming. In the flowchart system, the students use symbolic variables for the calculation and can get various displays or animations after creating a flowchart by drag-and-drop. Then we describe the survey results of various programming classes using our system between fall 2005 and spring 2009. The programming teaching was conducted with diverse groups such as elementary school students, gifted students, college students, and teachers etc. The responses from our in class surveys were generally positive.

Keyword : Programming Learning System, LED Display kit

---

논문투고 : 2010-02-22

논문심사 : 2010-03-03

심사완료 : 2010-03-05

## 1. 서론

정보화시대에 우수한 프로그래머를 양성하기 위해서는 어린학생들에게 컴퓨터 프로그래밍 교육을 하는 것이 매우 중요하다. 그러나 컴퓨터 프로그래밍 교육은 프로그래밍 언어의 문법을 아는 것을 넘어서는 다양한 경험적 지식을 가져야하기 때문에 매우 어려운 과정으로 알려져 있다 [6]. 그래서 대부분의 학생들은 프로그래밍 시간에 문제를 해결하기 보다는 많은 시간을 프로그래밍 언어의 문법적인 문제를 해결하는 데 사용하는 경향이 있다. 또한 비영어권 학생들은 문법적인 문제 이외에도 프로그래밍 언어가 영어식 문장이나 키워드로 구성되어 있으므로 영어식 문장을 사용하는 Visual Basic, C 및 Java와 같은 프로그래밍 언어에 익숙해지는 데에 많은 어려움을 가지고 있다. 따라서 이러한 학생들에게는 플로우차트 기반의 프로그래밍 환경을 제공해 줄 필요가 있다.

그동안 플로우차트기반의 프로그래밍 환경을 제공하는 다양한 도구들이 개발되었다 [1, 2, 3, 4, 7]. 이러한 도구들은 프로그래밍과 실세계에서의 개념적인 차이를 줄여주므로써 프로그래밍 학습의 심적인 부담을 줄여주는 데 있어서 좋은 장점을 가진다. 그중에서도 RAPTOR [4]는 프로그래밍을 학습하는 학생들에게 기본적인 플로우차트 심볼을 연결하여 프로그램을 작성할 수 있도록 해주며 또한 현재 실행중인 심볼의 위치와 프로그램에서 사용되는 모든 변수의 값을 비주얼하게 화면에 표시해주는 환경을 제공한다. 따라서 RAPTOR는 이전의 도구들과 비교하여 많은 우수한 장점을 가진다고 할 수 있다. 그러나 이러한 장점에도 불구하고 RAPTOR를 포함한 이전의 도구들은 비영어권학생들이나 초등학교 및 중학생들과 같은 어린 학생들에게는 적합하지 않고 대학생 수준에 적합한 도구들이다.

본 논문에서는 어린학생들과 비영어권 학생들을 위한 새로운 프로그래밍 학습 시스템을 소개한다. 새로운 프로그래밍 학습시스템은 웹기반 플로우차트시스템(이하 웹플로우차트로 표기함)과 LED 디스플레이 키트로 구성된다. 웹플로우차트는 계산을 위해 심볼 변수를 제공하며 드래그앤 드롭방식으로

아이콘 명령을 이용하여 플로우차트를 작성할 수 있도록 하여 결과로 다양한 모양(예. LED 매트릭스의 좌에서 우로의 대각선으로 빛을 표시하기)이나 애니메이션(예. 삼각형 모양을 반시계방향으로 회전하기)을 출력할 수 있도록 한다.

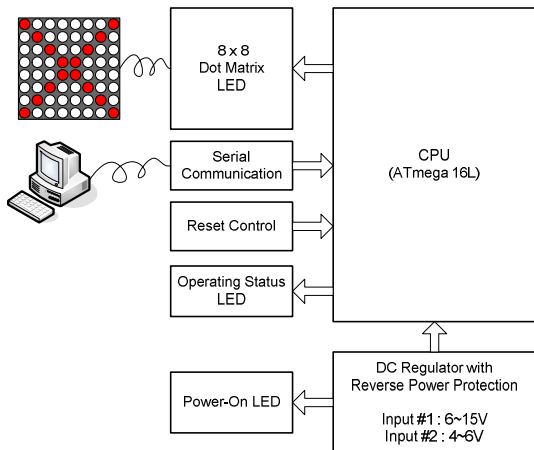
LED 디스플레이 키트는 플로우차트 프로그래밍 통해 만들어진 명령어 집합을 순차적으로 실행하면서 LED 매트릭스에 빛을 나타내는 출력장치로 사용된다. 본 프로그래밍 학습 시스템은 문제기반학습법(problem-based learning)을 따르는데 즉, 문제가 주어지면 학습자가 주어진 문제를 통해서 해답을 찾아가는 방식이다. 2005년 2학기부터 2009년 1학기 동안에 다양한 학습자를 대상으로 프로그래밍 교육을 실시하였다. 교육대상자는 초등학교 3개학교와 교육대학 학부생, 현직교사, 영재교육원 학생 등이며 수업 후에 설문조사나 평가 결과를 본 논문에서 제시하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 LED 디스플레이키트를 간략히 설명하고 웹플로우차트에 대해 3장에 자세히 설명하다. 다양한 학습자 그룹을 대상으로 한 교육을 적용한 결과를 4장에 나타내었으며 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. LED 디스플레이 키트

LED(Light Emitting Diode)는 p-n 접합의 전방향으로 바이어스된 반도체 다이오드이다. 요즘 LED는 교통신호기, 전자광고판 등과 같은 다양한 분야에서 많이 사용되고 있다. LED는 반영구적인 수명이면서도 유지 보수비가 매우 낮으며 가격이 매우 싸다. LED 디스플레이 키트는 크게 세부분으로 구성되는데 즉, 8X8 LED 매트릭스, 마이크로프로세서(CPU)와 시리얼 통신 모듈로 구성되어진다. LED 디스플레이 키트에서 8x8 도트매트릭스는 플로우차트로 작성된 프로그래밍의 결과로 그래픽이나 애니메이션을 표시하는 출력장치로 사용되어진다.

8x8로 구성된 LED 판넬의 각 행은 이진수체계의 8비트를 나타낸다. 그래서 각 행이 나타낼 수 있는 수는 0에서 255사이의 수이다. 예를 들면, LED 디스플레이의 입력이  $10001111_2$  으로 가정하면 LED 판넬의 대응되는 행은 (on off off off on on on on)

와같이 화면에 나타난다. 8x8 LED 판넬은 64개의 LED 구성되므로 나타낼 수 있는 화면의 종류는 모두  $2^{64}$ 개이다. 그림 1은 LED 디스플레이 키트의 시스템 구조를 나타낸 것이다.



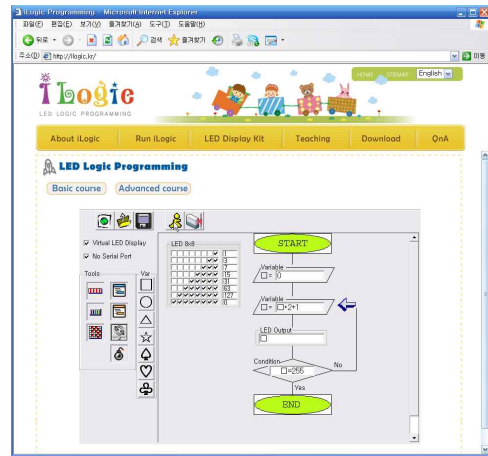
(그림 1) LED 디스플레이 키트의 시스템구조

### 3. 웹 플로우차트

웹기반 플로우차트 시스템은 MS 비주얼베이직 6.0 과 HTML 4.0 언어로 개발되었다. 웹플로우차트의 핵심 ActiveX 모듈이 웹사이트[8]를 처음 방문할 때 사용자 컴퓨터로 한 번 다운되어 설치하면 그 다음부터 계속 사용할 수 있다. 웹플로우차트는 기본적인 프로그래밍 개념 즉 변수, 조건/반복문, 배열 등을 지원한다. 두 가지의 학습코스가 있는데, 각각 기본 과정과 고급과정으로 구성되어 있다. 기본과정에서는 학습자가 단지 LED 디스플레이키트의 첫 번째 행(8 도트) 만 사용할 수 있다. 또한 첫 번째 행만 사용하면 화면이 상당히 빨리 지나가므로 타임지연 명령어를 추가적으로 제공한다. 고급과정에서는 학습자가 LED 디스플레이 키트의 8행(64 도트)을 모두 사용하여 다양한 모양의 디스플레이나 애니메이션을 만들 수 있다.

일반적으로 컴퓨터 프로그래밍에서 변수의 사용은 초급 프로그래머에게 가장 어려운 부분 중의 하나이다[5]. 그러나 제안한 시스템인 웹플로우차트

에서는 학생들이 계산식을 만들 때 심볼변수(□, ○, △, ☆, ♠, ♥, and ♣)를 사용하므로 영어 변수를 사용하지 않아 초등학교생이나 비영어권학생들도 쉽게 드래그 앤 드롭 방식으로 플로우차트를 만든 후 다양한 화면과 애니메이션의 결과를 얻을 수가 있다.



(그림 2) 웹플로우차트에서 삼각형의 모양을 출력하는 알고리즘

제안한 프로그래밍 교육시스템은 문제기반학습의 접근법을 활용한다. 따라서 효과적인 프로그래밍 수업을 위해 학생들의 상상력을 요구하는 다양한 창의적인 문제들을 개발하였다. 몇 가지 예를 들면 다음과 같다.

- 1) LED 매트릭스의 좌에서 우로 대각선을 표시하도록 플로우차트를 작성하라.
- 2) LED 매트릭스의 위에서 좌로 대각선을 표시하도록 플로우차트를 작성하라.
- 3) LED 매트릭스에서 X모양을 나타내도록 플로우차트를 작성하라. 즉, (1)과 (2)의 조합 형태임.
- 4) LED 매트릭스에서 삼각형을 나타내고 시계방향으로 회전하도록하는 플로우차트를 작성하시오.

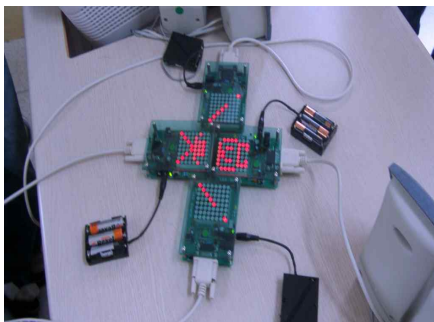
5) LED 매트릭스에서 모래시계 모양을 나타내는 플로우차트를 작성하시오.

6) LED 매트릭스의 세로로 한 줄에 빛을 나타내고 좌에서 우 또는 우에서 좌로 순차적으로 이동하는 알고리즘을 플로우차트로 작성하시오.

그림 3는 협력학습문제를 풀기위해 4명의 학생들이 토론하고 있는 모습이다.



(a) 협력문제를 해결하기위해 토론하는 장면



(b) 최종 완성된 작품

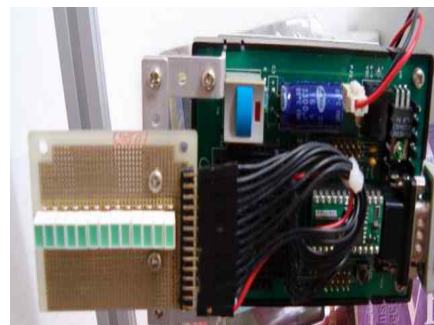
(그림 3) 4개의 LED 디스플레이키트를 활용하여 협력문제를 풀고 있는 학생들

#### 4 적용 및 분석

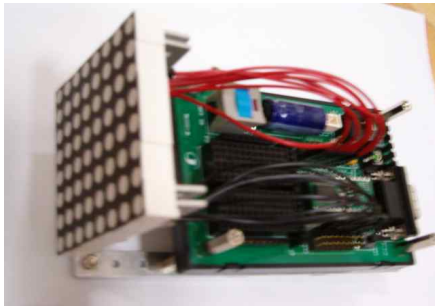
이장에서는 2005년 2학기부터 2009년 1학기까지 LED 디스플레이키트와 웹플로우차트를 활용한 수업을 적용하고 분석한 내용을 제시한다. 프로그래밍 수업은 다양한 학습자 그룹 즉, 초등학생, 영재원교

육원 원생, 대학생 및 초등학교교사 등을 대상으로 행해졌다. 파일럿 프로젝트로 먼저 LED 디스플레이 키트의 프로토타입을 설계하여 20개의 LED디스플레이키트를 제작했다 (그림 4 참조).

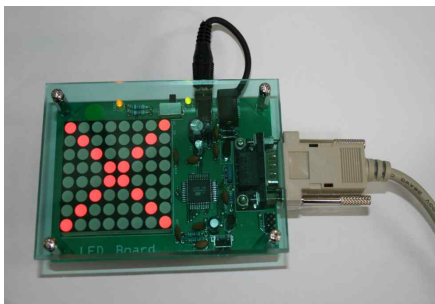
1차년도의 프로그래밍 수업은 신상도초등학교와 우이 초등학교에서 각각 2005년 2학기과 2006년 1학기에 행해졌다. 약 35명의 학생들이 매주 2시간씩 15주간 실시하였다(총 30시간). 두 명의 학생당 1대의 디스플레이키트를 가지고 수업을 실시했다. 2차년도의 프로그래밍 수업에서 새로운 LED 디스플레이키트를 설계하였으며 총 85세트의 디스플레이키트를 제작하였다. 2차년도 프로그래밍 수업은 신상도 초등학교와 강원도 속초중앙 초등학교에서 2007년 1학기에 동시에 실시하였다. 한 학교당 40세트의 키트를 배정하여 학생당 1대의 키트로 수업을 실시할 수 있었다. 2차년도의 세부적인 수업지도안은 1차년도 수업내용과 같다. 표 1은 프로그래밍 수업에 참여한 다양한 학습자 그룹에 대해 요약한 내용이다. 또한 프로그래밍 수업을 위해 새로이 프로그래밍의 개념과 웹플로우차트의 사용방법에 관한 내용으로 교재를 개발하여 학생들에게 제공하였다. 교재는 3부분으로 구성되어지는데 즉, 프로그래밍의 기본개념, 웹플로우차트 및 문제기반학습 방식의 알고리즘 문제들로 구성되어진다.



1차년도 수업에 사용된  
1x8 LED 디스플레이키트



1차년도 수업에 사용된



8x8 LED 디스플레이 키트  
2차년도 수업에 사용된 키트

(그림 4) 1차년도와 2차년도 수업에 사용된 LED 디스플레이 키트

### □ 초등학생 대상 수업

초등학교 학생들을 대상으로한 프로그래밍 교육은 세군데 초등학교(서울 우이초등학교, 서울 신상도 초등학교, 속초 중앙초등학교)에서 재량활동시간에 실시하였다. 2005년 2학기부터 2007년 1학기 동안 총 2년간 매주 2시간씩 수업을 실시하였으며 총 126명의 초등학생이 LED 디스플레이 키트를 활용한 프로그래밍 교육에 참여하였다. 수업 후에 간단한 질문을 실시하여 학생들의 반응을 조사하였다. 학생들에 주어진 질문은 다음과 같다.

질문 1. 웹플로우차트와 LED 디스플레이 키트를 활용한 프로그래밍 수업이 재미있다고 생각합니까?

질문 2. LED 디스플레이 키트를 활용한 프로그래밍 수업에서 교사가 다양한 모양 및 애니메이션 문제를 학생들에게 단계별로 제시하고 학생들이 웹플로우차트로 구현하는 수업 방식이 좋다고 생각합니까?

질문 3. LED 디스플레이 키트와 웹플로우차트를 활용한 프로그래밍 수업이 프로그래밍 개념과 알고리즘을 이해하는데 도움이 되었다고 생각합니까?

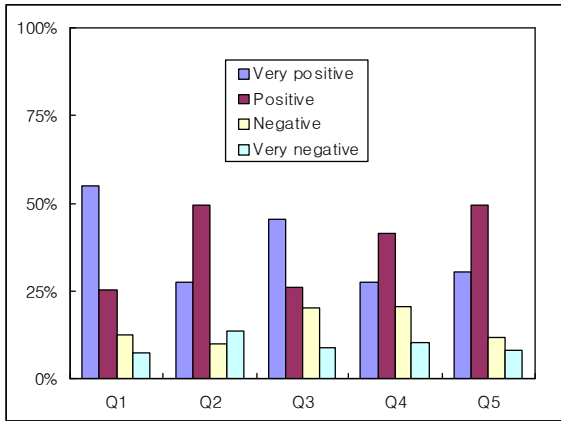
질문 4. 다음 학기에 보다 심화된 프로그래밍 수업을 재량활동 시간에 실시한다면 수업에 참여할 의사가 있습니까?

질문 5. LED 디스플레이 키트와 웹플로우차트를 활용한 프로그래밍 수업을 친구에게 추천할 의사가 있습니까?

그림 5는 프로그래밍 수업을 받은 총 126명의 초등학생들로부터 수업 후의 설문조사를 통해 수업에 대한 학생들의 반응을 표로 나타낸 것이다.

<표 1> 다양한 프로그래밍 수업 결과

학교명	위치	학년	교육기간
우이초등학교	서울시	초등 3학년 37명	2005년 2학기 (30시간)
신상도 초등학교	서울시	초등 5학년 32명	2006년 1학기 (30시간)
속초중앙 초등학교	강원도	초등 6학년 25명	2007년 1학기 (30시간)
신상도 초등학교	서울시	초등 6학년 32명	2007년 1학기 (30시간)
컴퓨터 교육진흥학부생	서울시	학부 4학년 35명	2007년 2학기 (8시간)
컴퓨터 교육진흥대학원생	서울시 및 경기도	초등교사 10명 (남:2,여:8)	2007년 2학기 (6시간)
대학부설 영재교육원생	서울시	초등 5-6학년 33명	2008년 1학기 (6시간)
하이서울 프로그램 선발학생	서울시	초등 5-6학년 40명	2009년 1학기 (6시간)



(그림 5) 초등학교학생들의 프로그래밍 수업에 대한 반응

□ 학부생 대상 수업

학부 대학생의 프로그래밍 수업은 교육대학교 컴퓨터교육전공 학부생을 대상으로 실시하였다. 총 35명의 학생이 매주 2시간씩 4주간 동안 총 8시간의 수업을 실시하였다. 수업에 참여한 학생은 모두 학부 4학년 학생이다. 교육대학을 졸업한 학생들의 대부분은 공립 초등학교 교사가 된다. 따라서 이러한 4학년 학생들이 졸업 후에 교사가 되어 초등학교생들에게 프로그래밍 교육을 할 수 있도록 유도하기 위해 수업이 행해졌다. 수업을 받은 대부분의 학생들은 수업을 재미있어 했으며 졸업 후에 교사가 되면 초등학교생들에게 프로그래밍 수업을 할 수 있을 것 같다는 반응을 보였다.

□ 초등학교 교사 대상 수업

현직초등학교 교사 10명을 대상으로 프로그래밍 수업을 진행했다. 초등교사 10명은 모두 교육대학원 컴퓨터교육과에 등록한 대학원생들이며 남자교사 2명이며 여자교사가 8명이다. 프로그래밍 수업은 2007년 가을학기에 총 6시간 동안 진행되었다. 수업에서 교사들은 프로그래밍을 이해하고 문제를 해결하는 데는 어느 정도 할 수 있으나 학생들에게 직접 프로그래밍을 가르치는데 다소 어려움이 있을 것 같다는 반응을 보였다. 왜냐하면 프로그래밍 수

업을 하기 위해서는 프로그래밍의 개념에 대한 이해뿐 만아니라 다양한 프로그래밍의 경험적 지식도 필요하기 때문이다. 수업 후에 간단한 설문조사를 실시했으며 수업을 받은 10명의 교사 중에 5명(남1, 여4)의 교사가 설문에 응답하였다. 5개의 질문에서 각 교사들은 1점에서 4점 사이의 점수를 매기도록 하였으며 점수가 높을수록 긍정적이며 낮을 수로 부정적인 값을 주도록 하였다. 질문의 내용은 다음과 같다.

- 질문 1. LED 디스플레이를 활용한 프로그래밍 수업이 흥미가 있다고 생각합니까?
- 질문 2. 웹플로우차트 시스템이 사용하기가 쉽다고 생각합니까?
- 질문 3. 초등학교에서 프로그래밍 수업을 실시해야 한다고 생각합니까?
- 질문 4. PBL방식의 프로그래밍 수업방식이 학생들의 창의력 개발에 도움이 된다고 생각합니까?
- 질문 5. 본인이 담임하고 있는 학급에서 본 시스템을 활용한 프로그래밍 수업을 실시할 의향이 있습니까?

<표 2> 초등교사 대상 수업결과

	4점	3점	2점	1점
질문1	5	0	0	0
질문2	5	0	0	0
질문3	3	1	1	0
질문4	0	4	1	0
질문5	2	2	1	0

□ 영재교육원생 대상 수업

영재교육원 원생을 대상으로 한 수업은 2008년 1학기 교육대학원 부설 영재교육원 과학심화반 12명, 수학심화반 12명을 대상으로 각각 3시간씩 프로그래밍 수업을 실시하였다. 수업을 받은 학생들은 모두 초등학교 5학년 또는 6학년 학생들이다. 영재교



육원에 재학생들의 대부분은 비주얼베이직이나 C 언어를 공부하였거나 이미 사용한 경험이 있으며 금번에 수업 받은 학생 또한 프로그래밍 수업을 받은 경험을 가진 학생들이다. 모든 학생들이 흥미를 가지고 프로그래밍 수업에 임했으며 학생들에게 처음에 기본적인 웹플로우차트 사용법과 개념을 설명하였다. 간단한 기본문제를 제시하고 웹플로우차트로 알고리즘을 작성하는 법을 시범으로 보여준 후에 5개의 알고리즘 문제(LED 디스플레이에 다양한 모양과 애니메이션 만들기)를 순차적으로 제시하였다. 각 문제의 난이도는 조금씩 높게 하여 첫 번째 문제를 풀면 두 번째 문제를 제시하는 식으로 문제의 난이도를 점점 높게 하였으며 5 문제 모두 해결한 학생은 문제 해결력 점수가 5점이고 1문제를 풀 학생은 1점, 3 문제를 완성한 학생은 3점을 주었다.

그리고 평가자의 주관적인 판단이나 수업참여도를 1-5점 사이의 점수를 배정하여 평가하였다. 학생들의 수업태도, 질문, 반응 등을 종합하여 점수를 산출하였다. 다음은 평가 결과이다. 수학심화반 학생들이 과학심화반 학생들보다 입학시 다소 높은 경쟁률로 입학한 학생들이나 이번 프로그래밍 수업에서는 수업의 참여도가 높은 과학심화반 학생들의 문제 해결능력이 조금 높게 나오는 것으로 확인되었다.

<표 3> 영재교육원 학생 수업 결과

	문제해결력	수업참여도
과학심화반	3.5	4.58
수학심화반	3.25	4.38



(그림 6) LEGO 제품과 LED 디스플레이키트의 다양한 연결

## 5. 결론 및 향후연구계획

본 논문에서는 LED 디스플레이키트와 웹플로우 차트를 활용한 새로운 프로그래밍 학습시스템을 제시하였다. 또한 본 시스템을 활용하여 2005년부터 2009년까지 다양한 학습자들을 대상으로 다양한 수업을 실시하고 분석한 결과를 제시하였다. 수업에서의 학생들의 반응과 수업 후의 설문조사에서 전반적으로 긍정적인 의견을 보였다. 앞으로의 연구 계획은 다음의 몇 가지를 포함한다. 첫째 현재의 LED 디스플레이 키트에 새로운 기능을 추가할 예정이다. 적외선, 빛 및 촉각센서 등의 다양한 센서와 이동을 지원할 수 있도록 새로운 키트를 개발할 예정이다. 둘째, 기존에 교육용으로 많이 사용되고 있는 LEGO 블록이나 LEGO NXT와 함께 조합하여 사용할 수 있는 새로운 인터페이스를 추가할 예정이다 (그림 6 참조). 끝으로 웹플로우 차트에는 LED디스플레이키트가 없어도 가상 LED 디스플레이키트를 제공하므로 이를 이용하여 프로그래밍 수업을 실시할 수 가 있다. 따라서 비영어권인 국가에서도 본 시스템을 사용할 수 있도록 웹플로우차트에 중국, 일본, 프랑스 언어 등을 지원할 수 있도록 개발하여 무료로 사용할 수 있도록 할 계획이다.

참고문헌

- [1] Anany Levitin (2005), Analyze That: Puzzles and Analysis of Algorithms, Proceeding of SIGCSE'05, St. Louis, Missouri, USA, 171-175.
- [2] Calloni, B (1997), Iconic Programming Proves Effective for Teaching the First Year Programming Sequence, Proceeding of SIGCSE'97, San Josem California, USA, 262-266.
- [3] Crews, T. and Murphy, C. (2004), Programming Right From the Start with Visual Basic .NET. Pearson Prentice Hall, 2004.
- [4] Martin C. Carlisle, Terry A. Wilson, Jeffrey W. Humphries, Steven M. Hadfield (2005), RAPTOR: A Visual Programming Environment for Teaching Algorithmic Problem Solving, Proceeding of SIGCSE'05, St. Louis, Missouri, USA, 176-180.
- [5] Nouf M. Al-Barakati, and Arwa Y. Al-Aama (2009), The effect of Visualizing Roles of Variables on Student Performance in an Introductory Programming Course, Proceeding of ITiCSE'09, Paris, France, 222-232.
- [6] Sue Jones and Gary Burnett (2007), Spatial Skills and Navigation of Source Code, Proceeding of ITiCSE'07, Dundee, Scotland, UK, 231-235.
- [7] Ziegler, U. and Crews, T. (1999), An Intergerated Program Development Tool for Teaching and Learning How to Program, Proceeding of SIGCSE'99, New Orleans, Louisiana, USA, 276-280.
- [8] Web-based flowchart system,  
<http://www.ilogic.kr>

저자 소개

전 석 주



2002년 8월 : 한국과학기술원 컴퓨터  
공학 박사

2004년 ~ 현재 : 서울교육대학교  
컴퓨터교육과 교수

관심분야 : 컴퓨터 교육, 프로그래밍방법,  
데이터마이닝, 멀티미디어 데이터베이스

e-mail : chunsj@snue.ac.kr