

MCU를 활용한 프로그래밍 학습이 문제해결력 향상에 미치는 효과

진성수, 박판우

대구교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

컴퓨터 프로그래밍 교육은 학생들이 컴퓨터를 주체적이고 능동적으로 활용할 수 있도록 한다. 문제해결력 향상에 기여할 뿐만 아니라 수학적 능력, 창의적 사고, 논리적 사고력 등 고등인지 기술을 습득하는 데에도 매우 긍정적인 역할을 하고 있다. 따라서, 본 연구의 목적은 정보통신기술교육 운영지침에 따라 개발된 기존 프로그래밍 교육내용과 방법을 MCU 키트 활용 프로그래밍 학습으로 대체하여 학습자의 문제해결력 향상 정도를 알아보려고 하였다. 연구결과 MCU 키트를 활용한 프로그래밍 수업이 기존의 정보생활 교과서를 활용한 수업보다 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 준다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 문제해결력의 하위 요소인 문제인식, 정보수집, 분석, 확산적 사고, 의사결정, 기획력, 실행능력, 평가, 피드백의 모든 요소에서 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있어 MCU를 활용한 프로그래밍 수업이 문제해결력 향상에 효과적이었음을 알 수 있었다.

키워드 : MCU 프로그래밍, 문제해결력

The Effects of Programming Learning on the Improvement of Problem Solving Ability Using MCU

Sungsu Jin, Phanwoo Park

Department of Computer Education, Daegu National University of Education

Abstract

Computer programming education gives students a chance to use computers independently and actively. This plays a very positive role in acquiring higher cognitive skills such as mathematical skills and creative logical thinking. Thus the purpose of this study is to measure the degrees of students' problem-solving abilities using MCU programming kits based on the ICT Education Guide. The experiment confirms that programming classes using MCU kits have a more positive effect on the students problem-solving abilities than do those using the existing computer textbooks. The sub-constituents of problem-solving abilities - problem recognition, information gathering, analysis, diffuse thinking, decision-making, planning, execution, evaluation and feedback - also show significant statistical differences. Therefore, we can conclude that programming classes using MCU kits are very effective in advancing problem-solving abilities.

KeyWords : MCU, MCU programming, problem-solving ability

논문투고 : 2009.12.14

논문심사 : 2010.05.27

심사완료 : 2010.05.27

1. 서 론

최근 학교에서의 컴퓨터교육은 특정 소프트웨어 활용의 단순한 기능 중심 교육에서 벗어나 원리 이해, 사고력 함양 및 문제해결력 향상을 위한 알고리즘, 프로그래밍 교육 등을 중시하는 경향으로 바뀌고 있다. 개정된 정보통신기술교육 운영지침 수정안에서도 '21세기 세계와 정보화 시대를 주도할 자율적이고 창의적인 한국인 육성'을 기본방향으로 설정하여, 정보 사회에 대비한 창의성, 문제해결력, 논리적 사고력 등 고등사고 능력을 함양할 수 있는 정보통신 기술을 지향하고 있다. 이를 위한 일환의 프로그래밍 교육을 초등학교 5학년에서부터 고등학교 1학년까지 3, 4, 5 단계로 분류하여 실시할 수 있도록 수정안에서 제시하고 있다[1]. 지금까지 많은 연구자들이 프로그래밍 교육은 학습자의 논리적 사고력, 창의성, 문제해결력 등에 좋은 학습도구가 된다는 연구 결과를 제시하였다. 그러나 실제 학교 현장에서의 프로그래밍 교육은 현실적으로 많은 어려움을 가지고 있다[14].

프로그래밍 학습을 효과적으로 하기 위해서는 학생들이 실제 프로그램을 작성, 실행하고 수정할 수 있는 기회를 충분히 제공해 주어야 하고, 학생들이 직접적이고 직관적인 실행결과를 확인할 수 있어야 하며, 피드백 과정이 매우 빠르게 진행되어야 한다. 특히, 초등학생의 경우에는 이밖에도 무엇보다도 사용하기 쉽고 흥미를 유발할 수 있는 교육용 프로그래밍 도구를 사용하여 프로그래밍 언어 자체의 어려움을 줄이는 것이 무엇보다도 중요하다.

지금까지 이러한 프로그래밍 교육의 개선을 위하여 많은 새로운 도구 및 방법이 연구되고 시도되어 왔다. 본 연구에서는 초등학생을 위한 프로그래밍 교육의 다양한 방법 중의 하나로 MCU(Micro Controller Unit) 모듈을 사용한 프로그래밍 교육에 관하여 연구한다. 사용한 언어는 MCU가 기본적으로 제공하는 DiKi_C 언어를 사용하며, MCU 키트[18]를 활용한 프로그래밍 학습의 효과성을 연구한다.

MCU 프로그래밍 키트의 특징은 첫째, 구체물이기 때문에 프로그래밍의 결과를 직관적으로 관찰할 수 있다. 둘째, 실생활에서 많이 접하는 LED를 직접 이

용한 프로그래밍 교육이 가능하여, 간단한 조작을 통해서도 다양한 결과를 얻을 수 있다. 셋째, MCU의 DiKi_C 프로그램은 명령어 선택 방식으로 쉽게 프로그래밍할 수 있고, 기본적인 명령어만으로 글자 출력, 애니메이션 등 다양한 결과를 도출할 수 있다. 넷째, 빛 센서, 초음파 센서, 온도 센서를 활용한 프로그래밍 학습은 학생들이 보다 쉽고 재미있게 프로그래밍 개념을 익힐 수 있도록 한다.

일반적으로 프로그래밍 교육은 프로그래밍 언어로 코딩한 내용을 실행시켜 프로그래밍 오류를 확인하고 수정하는 방법을 사용하고 있다. 본 연구에서는 특정 언어 학습에 목표를 두는 것이 아니라, 자신이 프로그래밍 한 내용을 MCU 모듈의 작동을 통하여 확인하게 하여 문제 해결을 위한 계획 단계, 프로그래밍 단계, 오류 수정 단계 등의 프로그래밍 과정을 중시하고 있다. 먼저 PC에서 DiKi_C 언어로 코딩을 하고, 컴파일러가 성공적으로 이루어지면 생성된 바이트코드를 MCU 모듈에 전송한다. MCU 모듈은 CPU와 통신 기능을 갖춘 초소형 마이크로 컴퓨터로서 전송받은 코드를 실행하여 해당 결과를 LED 등을 통하여 출력할 수 있다.

본 연구의 MCU 프로그래밍 키트를 활용한 프로그래밍 교육은 해당 결과를 MCU 모듈을 통해 직관적으로 확인할 수 있기 때문에 학생들이 쉽고 재미있게 프로그래밍 학습을 할 수 있다. 또한 다양한 멀티미디어적인 전자부품을 활용하여 실생활과 관련된 과제를 직접 해결하는 방법으로 자연스럽게 프로그래밍의 원리와 개념을 이해시켜 학습자의 참여도를 높일 수 있다[15]. 본 연구의 목적은 이러한 MCU 키트를 활용한 프로그래밍 교육을 통하여 학생들의 프로그램에 관한 이해도와 문제 해결력 향상에 관하여 연구하는 것이다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 적용한 학습 프로그램은 본격적인 프로그래밍 학습을 위한 것이 아니라 입문 과정에 있는 초등학교 5, 6학년 학생들의 기본적인 프로그래밍 원리 및 개념 학습용으로 한국전자정보통신산업진흥회에서 개발한 교재를 참고로 하여 정보통신기술교육운영지침 3단계에 목표에 맞추어 6차시 분량의 학습내용으로 재구성하여 적용하였다.

둘째, 본 연구에서 적용한 학습 프로그램은 한국 전자정보통신산업진흥회에서 개발한 DiKi_C언어를 활용하였다. 그리고 진성수[16]의 연구결과를 바탕으로 하였으며, 실습에 사용한 키트는 DiKi-3000을 이용하였다.

2. 이론적 배경

2.1 프로그래밍 교육과 문제해결력

프로그래밍 교육은 정보화교육에서 학생들의 창의력, 문제해결력, 논리적 사고력 등 고등사고능력을 함양시키기 위한 컴퓨터 과학의 핵심이다. 따라서 초등학교 때부터 바람직한 방향으로 실시되어야 하며 학생들이 쉽고 재미있게 프로그래밍의 개념과 원리를 이해하고 경험할 수 있는 학습 기회를 제공하여 고등사고능력을 자연스럽게 함양할 수 있도록 해야 한다. 이에 따라 최근 개정된 초·중등학교 정보통신 기술교육 운영지침의 내용체계도 창의력, 논리적 사고력 등을 통한 문제해결력을 함양할 수 있도록 컴퓨터과학 교육을 강화하는 방향으로 수정·보완되었다. 문제해결에 있어서의 문제란 그 답을 구하는 수단이나 방법이 기존의 경험이나 지식만으로 직접 도출되지 않고 반드시 학생 자신이 거기에 접근하는 주체적인 연구와 노력에 의한 시행접근을 필요로 하는 것이다. 따라서 문제해결력이란 기존의 경험과 직관을 상호 관련시키거나 새로운 아이디어를 도입하는 등의 일련의 과정에서 활용되는 종합적인 능력이다[13].

2.2 선행 연구 고찰

채수풍[19]은 초등학생들이 쉽고 재미있게 프로그래밍의 기초를 배울 수 있도록 구체적 조작물인 LED 등을 활용하는 실생활과 관련된 소재가 학습의 욕을 고취시키는 데 도움이 된다고 하였다.

유인환[9]은 로봇연구에서 프로그래밍 교육이 공학과 정보 기술의 원리를 이해하고 논리적 사고력을 신장할 수 있으며, 토의와 협동학습을 통해 다른 사람의 의견을 존중하고 합리적이며 과학적으로 사고하고 창의적으로 문제를 해결하는 자세를 기를 수

있다는 결과를 얻었다.

이좌택[12]은 로봇 제어 프로그래밍 수업이 중학생의 논리적 사고력의 발달에 효과적이며 학생들이 로봇 제어 프로그래밍을 하는 동안 로봇과의 상호작용, 여러 번의 오류 수정과 실행의 반복을 통하여 인지적 자극을 받고 있음을 입증하여 로봇 프로그래밍의 교육적 효과를 입증하였다. 배영권[4]은 흐름도 방식의 LEGO블록으로 만들어진 로봇(MINDSTORMS) 활용이 초등학생들의 창의적인 문제해결력이 효과가 있음을 검증하였다. 이은경·이영준[11]도 로봇 활용 프로그래밍 학습이 학습자의 창의적 문제해결력 향상에 긍정적인 요인으로 작용한다고 하였다.

그러나 다른 각도에서 기존 프로그래밍 학습의 한계 및 새로운 도구의 필요성을 제시한 연구자들도 있다. 이은경·이영준[10]은 시뮬레이션 기반 프로그래밍 학습 환경은 문제 해결과정에 대한 고착현상을 유발할 뿐 아니라 다양한 오개념(Misconception)을 유발할 수 있다고 하였다. 또한 실제적 프로그래밍 학습은 학습자의 인지적, 정의적 심동적 영역 발달을 위한 유의미하고 흥미로운 교육활동으로서 창의적 문제해결력 향상을 위한 기반 교육이 될 수 있다. 그러나 실제적 프로그래밍 학습을 위한 기존의 연구들은 다음과 같은 한계점이 있다고 지적하고 있다[11].

첫째, 기존의 실제적 프로그래밍 학습을 위해 설계된 학습내용의 편향성으로 인해 다양한 학습자의 요구와 흥미를 유발하지 못하고 있다. 기존 연구에서 제시되고 있는 대부분의 로봇 프로그래밍 학습을 위한 활동들은 도전과제 수행 및 경쟁적 구조를 지닌다. 배영권[5]의 연구에서도 로봇프로그래밍을 위한 학습내용 조직에 있어 남학생은 공격적이며 투쟁적인 학습내용을 선호하고, 여학생은 생활 중심적이고 협력적인 학습내용을 선호하는 것으로 나타났으며, 공격적이고 경쟁적인 교육내용은 여학생들의 학습의욕을 저하시킬 수 있음을 지적하였다. 둘째, 기존의 로봇 활용 프로그래밍 교육은 일반적인 문제 해결과정인 알고리즘을 설계하고 프로그램을 개발하는 과정보다 물리적인 로봇을 구성하기 위한 공학적 사고에 치중한다. 셋째, 국내외의 다양한 연구들이 학습자의 창의적 문제해결력 향상을 위한 교수 전략들을 제시하고 있지만, 대부분 창의성과 문제해결력의 속

성과 구인에 대한 명확한 이해 없이 단지, 새로운 최첨단 기술이나 매체의 활용 방안을 제시하고 있다. 마지막으로 지적된 문제점으로서 기존의 로봇 활용 프로그래밍 교육의 학습과제들은 로봇이 장애물을 피해 목적지에 도달하게 한다거나, 특정 물건을 정해진 위치에 옮긴다거나 하는 제한적인 도전과제의 형태를 지녔으며, 이러한 과제의 속성은 다양한 학습자의 참여를 유발하지 못하고, 창의성 촉진을 저해하는 요소로 작용할 수 있다는 것이다.

2.3 MCU 프로그래밍 언어의 특징

지금까지 LOGO, Squeak, Scratch, Alice, 두리틀 등의 교육용 프로그래밍 언어(EPL: Educational Programming Language)를 활용한 프로그래밍 교육의 효과에 관한 많은 연구가 있었다[2,3,6,9,19]. 이러한 교육용 프로그래밍 언어는 아동들에게 사용하기 쉬운 인터페이스와 멀티미디어적 요소를 제공한다. 최근에는 로봇 활용을 통한 프로그래밍 교육의 긍정적 효과에 관한 많은 연구도 발표되고 있다. 각 교육용 프로그래밍 언어는 나름대로의 특징이 있고, 로봇을 활용한 프로그래밍 교육의 경우에도 고유한 장단점이 있다[11]. 본 연구에서 활용한 MCU 프로그래밍 키트[18]는 기존의 교육용 프로그래밍 언어와 로봇 활용 교육을 혼합한 새로운 하나의 도구적 접근 방법이라고 할 수 있다.

본 연구의 MCU 프로그래밍 키트 환경에서는 기본적으로 DiKi_C 프로그래밍 언어를 사용하는데, 이것은 기본 C언어에 MCU의 고유한 새로운 명령어를 함수형태로 추가하여 만든 언어이다. DiKi_C 언어는 명령어 수가 적고, 간단하며 C언어와 유사한 프로그래밍 문장과 명령문을 사용한다. 간단하고 편리한 프로그래밍 환경을 제공하고, 드래그 앤 드롭 방식으로 코딩을 쉽게 할 수 있기 때문에 초등학생의 경우에도 간편한 방식으로 MCU 제어가 가능하다. 또한, MCU를 활용한 프로그래밍 교육은 키트를 직접 제작하는 과정에서 노작활동, 협동학습 등을 통해 학생들이 자기주도적 학습을 할 수 있는 장점이 있다. 전자키트의 제작에 따른 동기유발, 완성하고 실행한 결과를 LED 등의 구체물을 통하여 직접 확인하는 방

식으로 성취감 고취 등을 통해 쉽게 프로그래밍 언어와 친숙해 질 수 환경을 제공한다.

기존의 교육용 프로그래밍 언어와 같이 본 연구에서 사용한 MCU 환경도 일반 컴퓨터 프로그래밍 언어를 사용하는 것보다 학습하기 용이하고 흥미롭게 다가갈 수 있다. 기존의 C언어와 DiKi_C 언어의 기본구조를 비교하면 <표 1>과 같다.

<표 1> C언어와 DiKi_C 비교

| 언어 | C언어 | DiKi_C 언어 |
|-------|--|---|
| 소스 코드 | <pre>#include<stdio.h> void main() { printf("Hello !"); }</pre> | <pre>#incldue"dikilib.h" main() { LED(1,1); DELAY(500); }</pre> |
| 설명 | <ul style="list-style-type: none"> MCU 프로그램을 작성할 때 사용되는 명령어는 명령어 리스트 창에서 선택하여 입력하거나, 편집창에서 직접 입력할 수 있다. | |

2.4 MCU 키트 활용

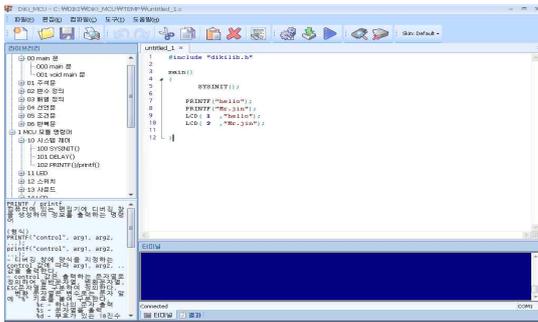
MCU 키트는 MCU 모듈과 여러 가지 센서 기능을 하는 전자 부품, 모터, 연결선 등으로 구성되어 있고 (그림 1)과 같다.



(그림 1) MCU 프로그래밍 키트

MCU 모듈은 컴퓨터와의 연결을 위한 USB 포트를 비롯하여, 외부 부품들과의 연결을 위한 다양한 연결 단자를 제공하고 있다. 각 종 센서와 모터 등 여러 가지 전자 부품을 연결선을 이용하여 탈부착할 수 있다. 본 연구에서는 빛 센서, 초음파센서, DC 모터만 활용하였다.

MCU 프로그래밍 환경은 컴퓨터상에서 DiKi_C 프로그래밍 언어를 이용하여 소스 프로그램을 작성하고, MCU 모듈과 통신하며 해당 전자 부품을 작동, 실행시키는 구조를 갖고 있다. DiKi_C 프로그램 편집기 구성은 화면위에 있는 프로그램 메뉴와 4개의 창으로 구분되며 (그림 2)와 같다.



(그림 2) DiKi_C 프로그램 화면

3. MCU 프로그래밍 학습 프로그램 개발

3.1 교수·학습 설계의 목표와 원리

초등학교 프로그래밍 교육을 위한 하나의 방법으로 MCU 프로그래밍 키트를 도입하여 초등학교 교육과정에서 이수해야할 프로그래밍의 기초 개념이나 공통된 규칙을 쉽고 재미있게 학습할 수 있게 하여 프로그래밍에 대한 흥미도를 높이고 프로그래밍 교육의 근본 목적인 논리적 사고력, 문제해결력, 창의력 등을 신장시키는 데 그 목적을 두고자 한다.

본 연구에서는 MCU 키트를 활용한 학생들에 대하여 특별히 문제해결력 향상에 관점을 두어 연구를 진행하였다. 이를 위한 구체적인 연구내용과 방법은 다음과 같다.

첫째, 초등학교 프로그래밍의 교육의 실태와 프로그래밍 교육에서의 MCU 활용의 가능성에 대한 선행 연구를 고찰한다.

둘째, MCU 프로그래밍 키트를 활용한 학습 프로그램을 정보통신기술교육운영지침 3단계에 맞추어 프로그래밍의 기초 개념이나 공통 규칙을 학습 할

수 있는 내용으로 재구성하여 적용한다. 또한 MCU 프로그래밍 키트에 포함된 다양한 멀티미디어적인 요소를 충분히 활용하여 흥미있고 자연스럽게 프로그래밍 학습에 몰입할 수 있도록 학습자의 지속적 동기유발이 되도록 학습 프로그램을 구성한다.

셋째, MCU 프로그래밍 키트를 활용한 학습을 통해 문제해결력 향상 효과를 알아보기 위해 초등학교 프로그래밍 입문기 학생을 대상으로 MCU 프로그래밍 키트를 활용한 수업과 정보생활 교재를 활용한 수업을 실시한다. 사전 사후 검사를 통해 통제집단과 실험집단 각각의 문제해결력 신장 차이를 분석한다.

초등학교의 프로그래밍 교육에 대한 고찰 및 프로그래밍 교육의 필요성과 컴퓨터 교육에서 MCU 프로그래밍을 활용한 학습의 의미와 가능성에 대해 탐색하고 정보통신기술교육 운영지침에 제시된 초등학교 학생들이 학습해야 할 컴퓨터과학 영역의 프로그래밍 학습요소를 추출하여 MCU 프로그래밍 키트를 활용하여 수업에 적용한다. 중학교 1학년 수준의 프로그래밍 내용이 제시되어 있으나 MCU를 활용한 프로그래밍이 초등학교에서도 가능한 수준이므로 프로그램을 재구성하여 제시하였다.

교수·학습의 설계원리는 송정범·이태욱[8]이 제시한 학생들의 프로그래밍 학습에 동기를 증진시킬 수 있는 전략을 토대로 다음과 같이 MCU 프로그래밍 학습에 필요한 전략으로 수정하여 적용한다.

첫째 추상적이고 문법위주의 기존의 프로그래밍 학습을 지양하고 MCU 프로그래밍 키트의 다양한 작동원리를 경험하게 함으로써 학생들의 관심과 호기심을 조장한다.

둘째, 외적 동기 전략을 지양하며, 모둠이나 학생 스스로 키트를 구성하고 조립하는 자기주도적인 노력활동과 학생들 간의 협동학습을 통해 과제를 해결해 나갈 수 있는 분위기를 조성한다.

셋째, MCU 프로그래밍 키트에 포함된 다양한 멀티미디어적인 요소를 활용하여 흥미있고 자연스럽게 프로그래밍 학습에 몰입할 수 있도록 학습자의 지속적 동기유발이 되도록 한다.

넷째, 정보통신기술 교육운영지침에서 요구하는 학습 목표에 적합한 학습내용이 자연스럽게 학습될 수 있도록 기회를 제공한다. 마지막으로 차세대 디지

텔 리더 육성 프로그램 DiKi-3000 교재에서 제시한 14차시 분량의 MCU 프로그래밍 내용을 미리 적용해보고 정보통신기술교육운영지침에 제시된 초등학교 학생들이 학습해야할 프로그래밍 기본 학습요소를 근거로 하여 재미있고 쉬운 학습 주제 및 학습내용을 재구성한다.

<표 2> MCU 프로그래밍 학습내용 구성

| 차시 | 학습주제 | 활동 내용 | 프로그래밍 관련 요소 |
|----|---|---|-----------------------------------|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> MCU 키트 소개 MCU 프로그램 사용법 MCU 동작원리와 활용 | <ul style="list-style-type: none"> MCU 프로그래밍 학습 키트 <ul style="list-style-type: none"> MCU 모듈, 여러 가지 센서 알기 DiKi_C 프로그램의 구성 <ul style="list-style-type: none"> MCU 모듈로 프로그램 다운로드 하기 DiKi_C 프로그래밍 순서 알기 생활주변에서 MCU 활용 <ul style="list-style-type: none"> 전자 제품에서 MCU의 활용 알기 MCU의 동작 원리 알기 | 멀티 미디어 정보의 표현 (순서도, 진법의 이해) |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> LED 불켜기 LCD 글쓰기 디버깅 창에 정보 출력하기 | <ul style="list-style-type: none"> LED 다양하게 켜고 끄기 <ul style="list-style-type: none"> 1초, 5초, 10초 동안 LED 켜고 끄기 LED 2개를 일정시간동안 켜고 끄기 LED 2개를 번갈아가며 켜고 끄기 스위치를 누르면 LED에 불이 켜지게 하기 LCD에 문자 출력하기 <ul style="list-style-type: none"> MCU 모듈의 LCD에 글자와 숫자 출력하기 디버깅 창에 문자 출력하기 <ul style="list-style-type: none"> MCU 편집기 창에 글자, 숫자 등 복잡한 정보 출력하기 | 프로그래밍 이해의 기초 (출력문, 변수의 이해) |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> 사운드 원리 및 기계음 만들기 | <ul style="list-style-type: none"> 부저 소리 및 톤음 만들기 <ul style="list-style-type: none"> 일정한 시간동안 부저음 울리기 주파수의 크기를 조정하여 음의 높낮이가 다른 톤음 울리기 화음소리로 들리는 버튼음 만들기 사운드 클립 만들기 <ul style="list-style-type: none"> 사운드의 구성과 기계음의 활용 알기 소리의 크기가 감소 및 증가하는 사운드 클립 만들기 | 프로그래밍 이해의 기초 (변수, 제어문의 이해) |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> 빛 센서 활용 조음과 센서활용 DC모터 센서활용 | <ul style="list-style-type: none"> 여러 가지 센서의 활용 <ul style="list-style-type: none"> 빛 센서 값을 디버깅 창과 LCD창에 출력하기 조음과 센서로 거리 측정하기 DC모터 회전 시키기 | 프로그래밍 이해의 기초 (명령문, 제어문의 이해) |
| 5 | 간단한 실생활 도구 만들기 | <ul style="list-style-type: none"> 실생활에 필요한 창의적 작품 만들기 <ul style="list-style-type: none"> 문자 메시지 도착 알리미 만들기 조음과 센서를 이용하여 소리가 나는 투명 피아노 만들기 조음과 센서를 이용하여 거리 측정기구 만들기 빛 센서를 활용하여 측정된 값을 LCD로 출력하는 광 테스트기 만들기 디지털 장치 활용하여 디지털 정보 출력하기 | 문제해결 전략과 표현 (입출력문, 제어문, 알고리즘의 이해) |
| 6 | 결과 확인 및 오류 수정 | <ul style="list-style-type: none"> 결과 확인 및 오류 수정하기 <ul style="list-style-type: none"> MCU 모듈로 전송한 프로그램 결과 확인 및 오류 수정하기 다른 해결 방안 탐색하기 <ul style="list-style-type: none"> 다른 방법으로 해결한 프로그램 알아보기 다른 방법으로 해결한 프로그램 프로그래밍 하기 응용된 프로그램 만들기 <ul style="list-style-type: none"> 명령어를 추가하여 다양한 기능을 하는 응용된 프로그램 만들기 | PPT |

본 연구의 학습 프로그램은 현재 초등학교 정보생활 5, 6학년 교과서의 프로그래밍 교육이 3차시씩 제

시되어 있는 것을 기준으로 본 연구에서도 6차시로 재구성하였다. 본 연구에서 적용한 MCU 프로그래밍 교육 내용은 학습내용의 설계원리에 따라 전체 3주 (주당 2차시) 분량의 학습내용으로 구성하였으며, 구성된 세부 학습 주제 및 학습내용은 <표 2>와 같다.

3.2 교수 학습 모형

본 연구에서 적용한 교수 학습 모형의 발견식 수업은 학생들이 프로그래밍 활동을 능동적으로 할 수 있는 환경을 조성하여 주되, 교사가 문제 해결과정에 따라 학습진행 과정을 모니터링하여 학생들의 문제 해결능력을 신장시키는데 목표를 두고 있다. 이러한 학습 환경은 학생들의 문제 해결과정을 활성화시킴으로써 학생들을 동기화시키는데 결정적이다.

<표 3> 교수·학습 과정안

| 대상 | 4학년(7), 5학년(16), 6학년(4) | | | | |
|-------|---|---|------|----|--------|
| 일시 | 2009.10.24. | 장소 | 컴퓨터실 | 차시 | 2/6 |
| 본시 주제 | LED, LCD, 디버깅 창에 정보 출력하기 | | | | |
| 학습 목표 | DiKi_C 프로그램을 활용하여 MCU 모듈을 작동할 수 있는 간단한 프로그래밍을 할 수 있다. | | | | |
| 과정 | 학습 내용 | 교수학습 활동 | | | 자료 |
| 문제 인식 | 구체적 행동 | <ul style="list-style-type: none"> MCU 모듈에서 LED, LCD 알아보기 LED로 어떤 정보를 출력할 수 있는지 알아보기 LCD는 어떤 정보를 출력할 수 있는지 알아보기 더 많은 정보를 출력하는 방법 알아보기 활동하기 위한 필요한 부품 알아보기 DiKi_C 명령어 알아보기 LED에 불이 들어오게 하려면 어떻게 할까요? LCD에 글을 쓰려면 어떻게 해야 할까요? 디버깅 창에 정보를 출력하려면 어떻게 해야 할까요? | | | MCU 모듈 |
| | 행동의 토론회 | <ul style="list-style-type: none"> 제시된 문제에 대해 해결 전략 알아보기 제시된 문제에 대한 해결 방법 이야기하기 순서도 구성하기 문제를 해결하기 위한 전략을 순서도로 알아보기 | | | 학습지 |
| 계획 수립 | 표현 | <ul style="list-style-type: none"> LED 다양하게 켜고 끄기 <ul style="list-style-type: none"> 1초, 5초, 10초 동안 LED 켜고 끄기 LED 2개를 일정시간동안 켜고 끄기 LED 2개를 번갈아가며 켜고 끄기 스위치를 누르면 LED에 불이 켜지게 하기 LCD에 문자 출력하기 <ul style="list-style-type: none"> MCU 모듈의 LCD에 글자와 숫자 출력하기 디버깅 창에 문자 출력하기 <ul style="list-style-type: none"> MCU 편집기 창에 글자, 숫자 등 복잡한 정보 출력하기 | | | 정보 |
| 반성 | 결과 확인 및 수정 | <ul style="list-style-type: none"> 결과 확인 및 오류 수정하기 <ul style="list-style-type: none"> MCU 모듈로 전송한 프로그램 결과 확인 및 오류 수정하기 다른 해결 방안 탐색하기 <ul style="list-style-type: none"> 다른 방법으로 해결한 프로그램 알아보기 다른 방법으로 해결한 프로그램 프로그래밍 하기 응용된 프로그램 만들기 <ul style="list-style-type: none"> 명령어를 추가하여 다양한 기능을 하는 응용된 프로그램 만들기 | | | PPT |
| | 확장 및 일반화 | | | | |

<표 3>은 설계된 MCU 프로그래밍 학습내용으로 구성된 교수·학습 과정안으로서, 전체 6차시 기준으로 작성하여 지도하였다.

4. MCU 프로그래밍 학습의 적용

4.1 실험 대상

본 연구에서 설계한 MCU 프로그래밍 학습 내용을 실험하기 위해서 초등학교 5학년 1개 반의 통제 집단과 54명의 4학년 이상으로 구성된 1개 반의 실험 집단을 구성하였다. 대상 실험 학생들은 교육용 프로그래밍에 대한 사전 지식이나 기초적 소양이 없는 상태에서 이루어졌으며, 집단별 인원 수는 <표 4>와 같다.

<표 4> 집단별 실험 인원 수

| 구분 | 실험 집단 | 통제 집단 | 계 |
|----|-------|-------|----|
| 남 | 15 | 14 | 29 |
| 여 | 12 | 13 | 25 |
| 전체 | 27 | 27 | 54 |

4.2 실험 설계

본 연구에서 MCU 프로그래밍 키트를 활용한 프로그래밍 학습이 학습자의 문제해결력 향상에 미치는 영향을 분석하기 위해, 통제집단 전후검사 설계를 사용하였다. 먼저 사전 검사를 통해 두 집단의 문제해결력을 비교하여 동질성 여부를 분석하였다. 실험 처치는 4, 5, 6학년 27명을 대상으로 방과 후 활동 시간을 활용하여 2009년 10월 13일부터 11월 7일 3주에 걸쳐 6차시 동안 진행되었으며, 실험집단은 MCU 프로그래밍 키트를 활용한 프로그래밍 학습을 실시하였고, 통제집단은 정보생활 교과서를 활용한 정보처리 영역의 프로그래밍 관련 학습을 진행하였다. 구체적인 연구의 실험 설계는 <표 5>와 같다.

<표 5> 연구의 실험 설계

| | | | |
|------|----------------|----------------|----------------|
| 실험집단 | O ₁ | X ₁ | O ₂ |
| 통제집단 | O ₃ | X ₂ | O ₄ |

- O1, O3 사전검사(문제해결력 검사)
- O2, O4 사후검사(문제해결력 검사)
- X1 : MCU 프로그래밍 키트를 활용한 프로그래밍 학습
- X2 : 56학년 정보생활 교재를 활용한 프로그래밍 관련 학습

4.3 평가 도구

본 연구에서는 문제해결력 향상 정도를 측정하고자 서정희[7]가 개발한 문제해결력 인식형 검사 도구를 사용하였다. 설문도구의 신뢰도를 알아보기 위한 문항 내적 합치도 검사결과, Cronbach 알파계수가 .928로 나타나 본 연구의 설문도구는 연구 대상들의 문제해결력을 측정하는데 적합하다고 할 수 있다. 문제해결력의 인식을 진단하는 문항의 능력요소 및 하위요소별 행동지표와 그에 해당하는 문항 구성은 <표 6>과 같다.

<표 6> 문항 구성 및 신뢰도

| 능력요소 | 하위요소 | 문항번호 | Cronbach's Alpha |
|-------|-------|-------|------------------|
| 문제명료화 | 문제인식 | 1~3 | .738 |
| | 정보수집 | 4~8 | .827 |
| 원인분석 | 분석 | 9~12 | .746 |
| | 확산적사고 | 13~15 | .687 |
| 대안개발 | 의사결정 | 16~20 | .815 |
| | 기획력 | 21~23 | .702 |
| 계획/실행 | 실행능력 | 24~27 | .772 |
| | 평가 | 28~31 | .806 |
| 수행평가 | 피드백 | 32~34 | .642 |
| | 전체 | | .928 |

4.4 실험 결과 및 해석

4.4.1 실험집단과 비교집단의 동질성 검증

연구 대상 학생을 실험집단 1반과 통제집단 1반으로 구성하였으므로 먼저 두 집단에 대해 사전 검사를 실시하여 동질집단 여부를 살펴보기 위해 t-검증을 실시하였다. 문제해결력의 사전 검사 결과는 <표 7>과 같다.

문제해결력에 대한 사전 검사를 분석한 결과, 실험집단의 전체 평균은 3.5177점, 통제집단 전체 평균은 3.3924점으로 두 집단간 평균차이가 통계적으로

유의미하지 않는 것으로 나타났다($P>.05$). 따라서, 실험집단과 통제집단은 문제해결력에 대해 동질집단으로 볼 수 있다.

<표 7> 사전 문제해결력 검사 결과

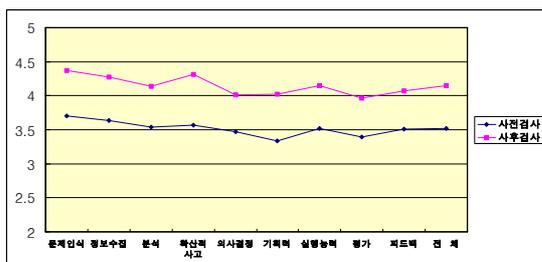
| | 집단 | N | M | SD | t | Sig |
|----|------|----|--------|-------|-------|------|
| 전체 | 통제집단 | 27 | 3.3924 | .6405 | -.881 | .383 |
| | 실험집단 | 27 | 3.5177 | .3692 | | |

4.4.2 문제해결력 사전·사후 차이 검사

두 집단에 대한 동질성이 판명되었으므로 MCU를 활용한 프로그래밍 수업의 효과를 검증하기 위해 실험집단에 대해 대응표본 t-검증을 실시하였으며 검증한 결과는 <표 8>, (그림 3)과 같다.

<표 8> 문제해결력 사전·사후 차이 검사 결과

| | 집단 | N | M | SD | t | Sig |
|----|------|----|--------|-------|--------|------|
| 전체 | 사전검사 | 27 | 3.5177 | .3692 | -5.855 | .000 |
| | 사후검사 | 27 | 4.1463 | .3154 | | |



(그림 3) 문제해결력 사전·사후 차이 검사 그래프

문제해결력에 대한 사전·사후 차이를 검사한 결과, 사후 검사의 평균이 4.1463점으로 사전 검사의 평균 3.5177보다 높게 나타났으며, 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있다($P<.05$). 즉 MCU를 활용한 프로그래밍 수업의 실험 처치가 전체적인 문제해결력 향상에 효과적인 것으로 나타났다.

4.4.3 실험·통제 집단의 사후 문제해결력 차이

사전 검사 이후, 실험집단과 통제집단은 3주간 6차시에 걸쳐 MCU 프로그래밍 키트를 활용한 프로그래밍 수업과 정보생활 교과서를 활용한 정보처리 영역의 프로그래밍 관련 수업을 실시하였다. 문제해결력에 대한 사후 검사를 t-검증한 결과는 <표 9>, (그림 4)와 같다.

<표 9> 사후 문제해결력 검사 결과

| | 집단 | N | M | SD | t | Sig |
|----|------|----|--------|-------|--------|------|
| 전체 | 통제집단 | 27 | 3.3621 | .5284 | -6.622 | .000 |
| | 실험집단 | 27 | 4.1463 | .3154 | | |



(그림 4) 사후 문제해결력 검사 결과 그래프

문제해결력 사후 검사 결과, 실험집단의 평균이 4.1463점으로 통제집단의 평균 3.3621보다 높게 나타났으며 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($P<.05$). 즉, MCU를 활용한 프로그래밍 수업이 정보생활 교과서를 활용한 수업보다 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 준다고 할 수 있다.

5. 결론

현재 초등 프로그래밍 교육 환경으로는 로봇을 활용한 교육과 Squeak, Scratch, Alice, 두리틀 등의 교육용 프로그래밍 언어를 활용하는 경우 등을 들 수 있다. 교육용 로봇을 활용하는 경우에는 로봇 교육의 교육과정이 일부 학생들을 제외하고 대다수의 초등 학교 학생들이 소화하기에는 어려운 제작과정을 담고 있다는 문제점이 있다. 제작과정에 소요되는 시수

확보의 어려움도 있으며 로봇의 구입비용 부담과 로봇 조작에 관련된 사항을 습득하는 시간이 길어 일반 학교 현장에 적용하기에는 다소 무리가 있었다.

본 연구에서는 Squeak 등의 교육용 프로그래밍언어가 제공하는 활용의 용이성 등의 장점과 로봇 교육의 장점을 살려, 초등 프로그래밍 교육 과정의 새로운 도구적 접근 방법의 일환으로 MCU 키트를 활용한 프로그래밍 교육 방법을 제안하였다. MCU를 활용한 프로그래밍 교육은 키트를 직접 제작하는 과정에서 구체적 조작활동, 협동학습 활동 등을 할 수 있는 장점이 있다. 전자키트의 제작에 따른 동기유발, 완성하고 실행한 결과를 LED 등의 구체물을 통하여 직접 확인하는 방식으로 성취감 고취 등을 통해 쉽게 프로그래밍 언어와 친숙해질 수 환경을 제공한다.

초등학교 프로그래밍 입문기 학생들을 대상으로 MCU 프로그래밍 키트를 이용하여, 초등학교 교육과정에서 이수해야할 프로그래밍의 기초 개념이나 공통된 규칙을 쉽고 재미있게 학습할 수 있게 하였다. 또한, 프로그래밍에 대한 흥미도를 높이고 프로그래밍 학습의 근본 목적인 논리적 사고력, 문제해결력, 창의력 중에서 초등학생들의 문제해결력 향상에 미치는 효과를 분석하는데 목적을 두었다.

연구 결과, MCU를 활용한 프로그래밍 학습은 실제 학습자의 흥미도를 높였을 뿐 아니라 문제해결력 향상에 기여했음을 확인하였으며, 이는 본 연구를 통해 제시된 교수·학습 전략을 토대로 한 프로그래밍 학습이 학습자의 문제해결력과 같은 인지적 능력 향상에 효과적인 것으로 나타났다. 따라서 MCU 키트를 활용한 교육도 초등 프로그래밍 교육의 한 대안적 방법이 될 수 있다.

본 연구 결과를 바탕으로 MCU 프로그래밍의 장점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, MCU를 활용하는 놀이 과정에서 프로그래밍의 개념과 기본 사용법을 자연스럽게 학습한다. MCU를 활용하는 놀이 과정에서 프로그래밍의 개념을 이해하고 전자부품과 연결하여 실생활과 관련된 과제를 해결함으로써 자연스럽게 학습이 이루어지도록 하며 MCU라는 소재를 사용하여 학생의 흥미와 학습동기를 높이고 자연스럽게 프로그래밍의 개념과

기본 원리를 학습한다.

둘째, 문법을 학습할 필요 없이 논리만을 이용하여 코딩하므로 프로그래밍에 대한 기본 지식이 없어도 쉽고 재미있게 배울 수 있다. DiKi_C는 명령어 선택 입력방식을 활용하고 있다. 따라서 명령어 리스트가 프로그램 편집기 창에 있어 더블클릭만으로 쉽게 코딩할 수 있으므로 과제를 해결하기 위한 프로그래밍 과정에 몰입할 수 있게 한다.

셋째, MCU와 컴퓨터의 연동으로 입체감 있는 역동적인 학습내용을 구성할 수 있고, 지속적인 오류검증과 즉각적인 피드백을 통하여 빠르고 정확하게 문제해결을 할 수 있다.

본 연구에서 적용한 MCU 프로그래밍 키트를 활용한 프로그래밍 학습은 학습자의 사고를 자극하여 사고 과정을 촉진시키며, 학습자가 능동적으로 학습내용을 받아들이고 자기의 생각으로 반영하여 지식을 스스로 구성하도록 하는 학습 도구이자 학습 환경으로서 역할을 하였다. 따라서, MCU 학습 프로그램의 적용은 다양한 문제해결력과 학습의욕을 향상시키기에 적합한 소재라는 것을 알 수 있다. 프로그래밍 교육시에는 그 과정에서 어렵거나 불필요한 요소들을 개선하거나 줄여주고 학습자들이 프로그래밍의 즐거움을 맛보며 쉽고 재미있게 프로그래밍 과정에 접근할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 학생들의 인지발달단계와 학교 현장의 여건 등을 고려해보면 본 연구를 통해 설계된 교수·학습 전략을 기반으로 한 MCU 프로그래밍 학습은 의미 있는 선택이며 초등 프로그래밍 교육의 새로운 도구가 될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 MCU 프로그래밍 학습이 문제해결력에 미치는 효과를 알아보았다. 하지만, 학습 도구 및 학습 대상과 성취 수준에 따라서 차이점이 있을 수 있다. 따라서 향후, 다른 교육용 프로그래밍 언어와의 학습 효과를 비교 분석하는 후속 연구도 필요하다.

참고문헌

- [1] 교육인적자원부(2005). 초·중등학교 정보통신기술 교육 운영지침, 교육과정자료 354.
- [2] 김수환,이원규,김현철(2009). 개정된 정보교육과정에서 교육용 프로그래밍언어의 교육적 적용 방안, 컴퓨터교육학회 논문지, 12-2, 27-34.
- [3] 박관우(2007). 스크래치언어의 교육적 활용방안 연구, 초등교육연구논총 제20권, 대구교육대학교.
- [4] 배영권(2006). 창의적 문제해결력 신장을 위한 유비쿼터스 환경의 로봇프로그래밍 교육 모형, 박사학위논문, 한국교원대학교.
- [5] 배영권(2007). 성별의 차이를 고려한 로봇프로그래밍 교수전략에 관한 연구, 컴퓨터교육학회논문지, 10-4, 27-34.
- [6] 백영균, 우인상(1994). LOGO 프로그래밍의 수업방법이 문제해결력에 미치는 효과에 관한 연구. 교육공학연구, 9-1, 73-90.
- [7] 서정희(2008). 디지털 교과서 활용이 초등학생의 문제해결력에 미치는 효과, 한국교육학술정보원 연구보고서.
- [8] 송정범, 이태욱(2008). 피코 크리켓(Pico Cricket)을 활용한 프로그래밍 교육이 문제해결력에 미치는 효과, 실과교육연구,14-4. 243-259.
- [9] 유인환(2005). 창의적 문제해결력 신장을 위한 로봇 프로그래밍의 가능성 탐색, 교육과학연구, 36-2, 109-128.
- [10] 이은경, 이영준(2008). 4CID 모델 기반 로봇 활용 프로그래밍 학습의 몰입 효과 분석, 컴퓨터교육학회 논문지, 11-4, 37-46.
- [11] 이은경, 이영준(2008). 로봇 활용 프로그래밍 학습이 창의적 문제해결성향에 미치는 영향, 대한공업교육학회지, 33-2, 120-136.
- [12] 이좌택(2004). 문제기반학습에 대한 로봇제어 프로그래밍 수업이 중학생의 논리적 사고력에 미치는 효과, 박사학위 논문, 한국교원대학교.
- [13] 정운환(1993). 문제해결력 신장을 위한 사고와 교수 방법에 관하여, 석사학위논문, 전남대학교.
- [14] 조이제(2007). 초등학생을 위한 로봇 기반의 프로그래밍 학습 시스템 개발, 석사학위논문, 대구교육대학교 .
- [15] 진성수, 박관우(2010). DiKi 기반의 학습 프로그램 설계 및 적용, 한국정보교육학회 2010년동계 학술발표논문집, 15-1. 77-82.
- [16] 진성수(2010). MCU를 활용한 프로그래밍 학습이 문제해결력 향상에 미치는 효과, 석사학위논문, 대구교육대학교.
- [17] 채수풍(2005). 초등학교 프로그래밍 교육을 위한 LED제어 시스템 설계 및 구현, 석사학위논문, 서울교육대학교.
- [18] 한국전자정보통신산업협회(2009), 차세대디지털 교육성프로그램 DiKi-3000, KEA 연구보고서.
- [19] 한선관, 한희섭. 초등학생들의 학습스타일과 스크래치활용교육의 상관성 분석, 정보교육학회 논문지, 13-3, 351-358.

저자 소개

진 성 수



1996 대구교육대학교 수학교육과
2010 대구교육대학교 대학원
초등컴퓨터교육과 졸업
현재 대구경운초등학교 근무
관심분야 : 영재교육, Programming 교육
E-Mail : jincomo@eudnavi.kr

박 관 우



1984 경북대학교 컴퓨터공학과
1994 광운대학교 전산학과(Ph. D.)
1997 와세다대학 대학원 정보학과
CAI 연구실(Post Doc.)
1991-현재 대구교육대학교 컴퓨터
교육과 교수
관심분야 : WBI, Programming 교육
E-Mail : pwpark@dnue.ac.kr