

예제 중심의 NXC 기반 로봇 프로그래밍 지원 시스템 개발

유인환

대구교육대학교 컴퓨터교육과

요약

현재 컴퓨터교육은 컴퓨터의 활용보다는 컴퓨터과학을 통한 창의성 신장 교육으로 비중을 높이고 있다. 이에 따라 창의성 교육의 측면에서 로봇을 활용하는 프로그래밍 교육은 컴퓨터교육 연구의 주요 과제로 떠오르고 있다. 로봇 프로그래밍에 관련된 기존 연구를 살펴보면 주로 로봇 프로그래밍 교육의 효과 및 교육과정 개발에 대한 연구가 주를 이루고 있으며, 점차 구체적인 학습 방법에 대한 연구로 초점이 이동되고 있는 추세이다. 본 연구에서는 로봇 프로그래밍 학습 방법으로서 예제의 활용에 주목하고 있다. 예제는 프로그래밍을 가르치고 배우는데 중요한 역할을 하며, 학생과 교사 모두에게 유용한 유형의 학습 자료로 인식된다. 또한, 예제는 학습자가 프로그래밍을 할 때 기본 틀, 가이드라인, 힌트 제공의 역할을 수행할 수 있다. 본 연구에서는 로봇 프로그래밍 교육을 위한 NXC 예제를 개발하고, 이를 학습자들이 쉽게 활용할 수 있는 지원 시스템을 개발하였다. 이 지원 시스템은 최근 관심이 집중되고 있는 스마트 교육의 동향에 따라 모바일 웹 애플리케이션으로 개발하였다.

키워드 : 로봇 프로그래밍, 프로그래밍 교육, 모바일 웹 애플리케이션

Development of Example-based NXC Robot Programming Support System

InHwan Yoo

Daegu National University of Education

ABSTRACT

Current computer education is moving its focus from using oriented education to improving students' creativity and problem solving ability by computer science education. Robot programming education is becoming a major research issue of computer education in the context of creativity education. One of the mainstream ideas of prior research about robot programming is the effect of robot programming. Another is curriculum development of robot programming. But, the focus of current research is moving toward teaching methods of robot programming. The theme of this research is to use examples in robot programming. Example programs are considered the most useful type of material both by the students and the teachers. Example programs play a important role in learning to program. They work as templates, guidelines, and hints for learners when developing their own programs. In this study, I developed a example-based robot programming support system. Due to the trends of smart learning, I developed this system as a mobile web application.

Keywords: Robot Programming, Programming Education, Mobile Web Application

* 이 논문은 2010년도 대구교육대학교 학술연구비 지원으로 연구한 것임.

논문투고 : 2012-05-22

논문심사 : 2012-05-22

논문완료 : 2012-06-20

1. 서론

지식정보사회에서 창의성 교육의 중요성이 강조되면서, 컴퓨터교육에서는 컴퓨터의 활용보다는 컴퓨터과학을 통한 창의성 신장 교육에 보다 많은 관심을 기울이고 있다. 창의성 교육의 측면에서 로봇을 활용하는 프로그래밍 교육은 컴퓨터교육 연구의 주요 과제로 떠오르고 있는데, 이는 학습자가 로봇을 설계, 제작하고 작동하게 하는 과정을 통해 자연스럽게 프로그래밍의 기본 개념과 기법을 익힐 수 있고, 아울러 이 과정에서 창조적 산출물을 생산하는 방법을 경험하고 배우게 되기 때문이다.

프로그래밍 교육에서 로봇의 활용은 학습자의 흥미 유발과 동기부여, 참여도, 성취도 제고의 측면에서 매우 유의미한 효과가 있어 기존의 프로그래밍 교육의 문제를 개선할 수 있는 교육적 잠재력이 매우 높음이 여러 국내외 연구를 통해서 밝혀지고 있다[2][6][7][10][12][20].

로봇 프로그래밍에 관련된 기존 연구를 살펴보면 주로 로봇 프로그래밍 교육의 효과 및 교육과정 개발에 대한 연구가 주를 이루고 있으며, 점차 구체적인 교수·학습 방법에 대한 연구로 초점이 이동되고 있는 추세이다. 본 연구에서는 로봇 프로그래밍 교수·학습 방법으로 예제의 활용에 주목하고 있다.

예제는 학생과 교사에게 모두 가장 유용한 유형의 학습 자료로 인식된다[22]. 초보자에게 다양한 프로그래밍 예제를 제시하여 이를 이해하고 연습하도록 하면, 좋은 프로그램의 구조와 특징을 익히고 프로그래밍 능력을 습득할 수 있으며, 처음부터 프로그램을 작성해야 하는 어려움이나 부담도 줄일 수 있다[16].

유인환, 채재호(2008)의 연구[11]에서는 기존에 특기 적성 교육이나 사교육, 취미 활동 등을 통해 로봇의 제작을 경험한 학생과 그렇지 않은 학생, 또는 개인적 기호에 따라 다른 학습보다 수준차가 더 크게 나타나기 때문에 이에 맞는 학습 프로그램의 개발이 필요하며, 또한, 학습 프로그램은 로봇 프로그래밍 언어의 기본적인 문법이 포함된 예제 프로그램을 로봇 동작과 관련지어 수준별로 개발하여 제공할 필요가 있다고 보고 있다.

이상에서 살펴본 필요성에 입각하여 본 연구는 로봇 프로그래밍 교육을 위한 예제를 개발하고, 이를 학습자들이 쉽게 활용할 수 있는 지원 시스템을 개발하고자 한다. 이 지원 시스템은 최근 관심이 집중되고 있는 스마트 교육의 동향에 따라 향후 활용 가능성을 높이기

위하여 모바일 웹 애플리케이션으로 개발하고자 한다.

2. 선행 연구 고찰

2.1 프로그래밍 학습과 예제

학습에 있어서 예제의 사용과 관련된 연구들은 크게 두 가지 관점을 가지고 있다. 하나는, 학습자가 이전에 읽었던 텍스트나 기억으로부터 관련 사례를 찾고, 이를 선택하여 현재 주어진 문제에 적용한다는 관점과 다른 하나는, 예제가 문제들 간의 표면적, 구조적 유사성 중 어떠한 측면에 영향을 미쳐 학습을 촉진시킨다는 관점이다[9][24].

전통적인 프로그래밍 학습방법은 프로그램 언어의 기초적 형식과 의미에 관련된 문제뿐만 아니라 언어적 구성요소의 선택과 결합방식에 대한 정보를 거의 제공하지 못했는데 이러한 문제들에 대한 해결책으로 제시되는 것이 바로 예제 중심 학습 방법이다. 만일 프로그램 학습자가 예제의 코드와 이를 실행시켜서 얻는 결과간의 관계를 이해할 수 있다면, 유추과정을 통해서 다른 유사한 실행 결과에 대한 프로그램 코드를 작성할 수 있다[3].

풀이된 예제 효과는 수학과 물리학, 그리고 프로그래밍과 같이 잘 구조화된 영역에서 초기 기술 습득 단계 동안에 특히 중요한 것으로 알려져 있다. 또한 음악과 체스, 그리고 운동과 같은 영역에서도 풀이된 예제를 이용한 교수가 개발되었다고 보고되었다[13][17].

Catrambone(1996)는 사람들은 일반적으로 새로운 문제가 주어졌을 때, 예제를 통해 문제를 학습하는 것을 선호하며, 문제를 잘 해결하는 사람일수록 예제를 통해 새로운 지식을 이끌어낼 수 있다고 주장하였다. 일반적인 학습 상황에서 학습자가 문제의 구조를 잘 이해하지 못했다면 이후에 새로운 문제가 주어지더라도 학습자는 성공적인 문제 해결을 할 수 없다. 문제의 구조를 파악한다는 것은 문제 해결 절차와 원리들에 대한 이해를 촉진시켜, 새로운 문제가 주어지더라도 기존의 문제 해결 절차를 바탕으로 성공적인 전이 학습이 일어나도록 한다고 볼 수 있다[9][21].

2.2 문제해결과 예제의 유형

문제해결에서 예제(earlier problem)는 표면적, 구조적 유사성과 함께 전이 학습에 영향을 미치는 중요한 요소 중의 하나로, 많은 연구자들이 문제 해결 동안에 일어나는 예제의 사용에 관심을 기울여 왔다[19][24].

인지적 기능의 획득 단계에 관한 이론에 따르면, 인지적 기능의 획득은 일련의 중첩되는 상이한 단계를 거치는데, 1) 주로 예제를 이용한 유추과정에 의해 주어진 문제를 해결하는 단계, 2) 추출된 선언적이고 언어적인 규칙의 안내로 문제를 해결하는 단계, 3) 충분한 연습을 통해 절차적 규칙의 형태로 변환된 지식의 도움을 받아 문제를 해결하는 단계, 4) 각 문제 사례별 스키마가 형성되어 자동적으로 문제를 해결하게 되는 단계를 거친다[1][19].

완성된 예제(WOE, Worked-Out Examples)는 해결해야 할 문제나 유사한 문제를 전문가가 인식하는 방법, 해결하는 과정과 그 결과를 학습자에게 제공하는 것이다. 다시 말하면 문제해결과 관련된 전문가의 스키마를 직접적으로 제공하는 방법이라고 할 수 있다. 이것은 불필요한 인지적 노력이나 시행착오를 줄여줌으로써 학습자가 효율적으로 문제를 해결할 수 있도록 돕는다[16][17].

완성된 예제를 통한 교수법은 스키마 형성과 전이를 촉진하며, 예제를 활용한 교수법의 효율성이 전통적인 교수법에 비하여 높았다는 것도 밝혀졌다[8].

Renkl 등은 완성된 예제에서 시작하고, 점점 미완성된 예제를 제공하다 나중에는 문제만 제공하는 방법인 페이딩 절차에 관한 실험을 통해 이러한 방법은 학습에 매우 유용하며 학습을 촉진시키며, 잘 설계된 예제는 스키마 습득과 자동화를 돕는다고 하였다[15][18].

김진수 외(1998)의 연구[3]에 의하면 [예제1+설명]과 [예제1+예제2]와 같이 예제 두 개만을 제공하는 방식의 실험을 통해, 두 번째 방식이 두 예제를 동시에 비교하며 프로그래밍하는 과정에서 유추적인 방법을 더 쉽게 사용할 수 있어 보다 효율적인 학습 방식이라고 결론지었다. 또한 하나의 예제와 부가적 설명을 제공하는 경우, 설명을 참조하지 않고도 유추적으로 프로그램을 작성할 수 있지만, 대체로 설명에 의존해서 프로그램을 작성하는 경향이 있으므로, 많은 설명의 제공보다는 기능적으로 유사한 예제를 제공하는 것을 바람직한 방안으로 보았다.

한편, 모듈화, 세트화된 예제의 필요성도 있다. 남재원 등(2009)은 로봇프로그래밍에서 발생하는 학습자의 오류를 분석하는 연구[5]를 수행하였는데, 로봇 제어의 오류는 함께 사용되어야 할 명령이 누락되어 발생하는 경우가 많은 것으로 지적되었다. 이러한 오류를 줄이기 위해서는 함께 사용되어야 할 로봇 제어명령을 분석하여 세트화하고 학습자들이 쉽게 사용할 수 있도록 제시하는 방안이 필요하다고 하였다.

2.3 모바일 애플리케이션(mobile application)

최근 스마트 기기의 급속한 보급에 따라 모바일 애플리케이션과 이를 활용한 교육에 대한 관심이 급증하고 있다.

모바일 애플리케이션을 분류하면 네이티브(native), 웹(web), 하이브리드(hybrid) 애플리케이션 등 세 가지로 나눌 수 있으며 그 특징은 다음과 같다[4].

모바일 네이티브 앱은 C, JAVA, C#, ObjectiveC 등의 언어로 개발된 바이너리 앱으로 단말기 기능을 효과적으로 활용할 수 있고 속도가 빠른 장점이 있는 반면, 모바일 OS에 종속적이며 재사용과 업그레이드가 어렵다는 단점이 있다.

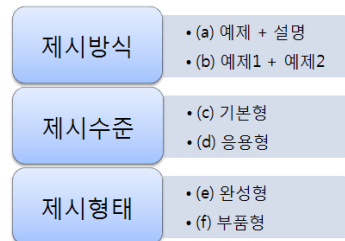
모바일 웹 앱은 HTML, CSS, Javascript 등 웹 표준 기술을 적용하여 제작된 브라우저 기반의 앱으로 크로스 디바이스, OS, 브라우저가 가능하여 별도의 설치 없이 업그레이드와 오픈 API 등을 통한 매시업 가능성 등의 장점이 있으나, 오프라인 처리와 단말의 특성 정보를 활용할 수 없고, 브라우저 성능에 영향을 받으며 대용량의 처리에 한계가 있다.

모바일 하이브리드 앱은 두 앱들의 장점을 합쳐 네이티브 앱으로 클라이언트를 제작, 배포하고, 이용자 단말에서 보이는 콘텐츠는 모바일 웹 앱으로 제작된 것을 말한다.

3. 예제의 개발

3.1 예제 제시의 유형

선행연구를 고찰해 보면 연구마다 예제가 제시되는 유형이 다양한 것을 알 수 있다. 이를 분석하여 정리해 보면 예제가 제시되는 방식, 수준, 형태에 따라 다음과(그림 1)과 같이 세 가지 차원으로 분류할 수 있다.



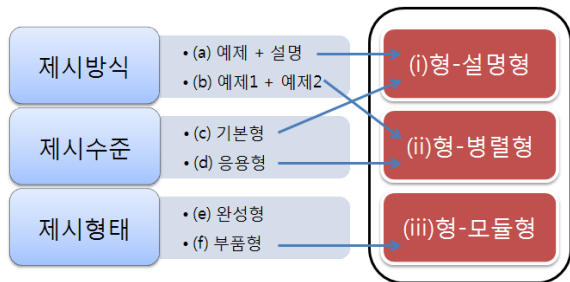
(그림 1) 예제 제시의 유형

첫 번째 차원은 예제의 제시 방식이다. (a)예제와 함께 제시된 코드에 대한 설명이 추가적으로 제공되는 방식과, (b)기능적으로 유사한 여러 개의 예제를 설명 없이 제공하는 방식이 있다.

두 번째 차원은 예제의 제시 수준이다. (c)기본형은 프로그래밍 언어의 기본적인 문법을 이해하고 간단한 프로그램을 작성할 수 있도록 도와주는 난이도가 낮은 수준이며, (d)응용형은 프로그래밍에서 자주 마주칠 수 있는 다소 수준이 높은 문제를 해결하는 방안을 제시해 주는 응용 수준이다.

세 번째 차원은 예제의 제시 형태이다. (e)완성형은 문제해결과 관련된 전문가의 해결 방안을 예제로 제시한다. (f)부품형은 학습자가 로봇과 관련된 모터, 센터 등을 조작할 수 있는 프로그램 코드의 집합을 템플릿의 형태로 제시되는데, 프로그래밍을 할 때 약간의 수정만으로 활용할 수는 형태이다.

이상의 세 가지 유형은 매트릭스 방식으로 서로 중복되어 또 다른 유형으로 제시될 수도 있다. 본 연구에서는 이러한 분석을 토대로 로봇 프로그래밍 학습에 편리하게 활용할 수 있도록 중복성을 제거하고 간결화하여, 다시 다음 (그림 2)와 같이 설명형, 병렬형, 모듈형이라는 세 가지 유형을 도출하여 예제를 개발한다.



(그림 2) 개발되는 예제의 유형

첫째, (i)형-설명형이다. (a), (c)에 해당하는 유형으로써, 가장 기본적인 수준의 예제를 간단한 설명과 함께 제공한다. 김진수 외(2000)의 연구[3] 결론에 따라 프로그램 작성에서 학습자들이 설명을 참조하는 경향을 방지하도록 하기 위해 이 유형은 NXC의 기본적인 문법을 이해하기 위한 예제로 한정하여 개발한다.

둘째, (ii)형-병렬형이다. (b), (d)에 해당하는 유형으로써, 기능적으로 유사한 예제를 여러 가지 다른 코딩 형식으로 제시한다. 학습자들은 프로그래밍 과정에서 자신의 과제와 유사한 이 예제들을 비교하며 유추적인 방법을 동원하여 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대한다. 이 유형은 다소 수준 높은 과제를 해결하는 여러 가지 해결 방안을 보여준다.

셋째, (iii)형-모듈형이다. 로봇 프로그래밍에서 관용

적으로 사용되는 로봇의 제어와 관련된 프로그램 코드를 세트화 하여 예제로 제공한다. 학습자들은 이 예제들을 조금만 수정하면 마치 하나의 부품, 함수처럼 사용할 수 있다. 따라서 프로그래밍 과정에서 인지적 부담을 줄일 수 있으며, 사소한 오류 수정에 시간을 낭비하는 것을 방지할 수 있을 것이다.

3.2 예제 개발 내용

본 연구에서 사용하는 로봇은 레고사의 마인드스톰 NXT이며 프로그래밍 언어는 NXC이다. 예제는 앞서 도출한 유형에 따라 <표 1>과 같은 내용으로 총 61개의 자료를 개발하였다.

<표 1> 예제의 유형 및 주제

| 유형 | 영역 | 주제 |
|------------|-------------|---|
| (i)형-설명형 | 연산자 | -단항연산자 -쉬프트연산자 -비트연산자 -조건연산자 -산술연산자 -비교연산자 -논리연산자 -대입연산자 |
| | 변수와 자료형 | -변수선언 -문자 자료 -정수 자료 -배열 |
| | 문과 제어구조 | -if문 -while문 -for문 -switch문 -do while문 |
| | 함수 | -함수 정의와 호출 -참조와 값에 의한 호출 |
| (ii)형-병렬형 | 모터 제어 | -동기화 |
| | 선택과 반복 | -선택:등급 판정 -반복:LCD에 가로줄 그리기 -반복:LCD에 원 그리기 |
| | 센서 제어 | -범퍼카(거리센서) -라인트레이서(빛센서) -로봇팔(터치센서) -주행로봇(bluetooth로 조종) |
| (iii)형-모듈형 | 버튼 | -버튼 인식 |
| | 모터 제어 | -시간 -회전각제어 -속력보장 -동기화 |
| | LCD 제어 | -숫자출력 -문자출력 -전 그리기 -선 그리기 -원 그리기 -사각형 그리기 |
| | 센서 제어 | -센서의 설정 -충격센서 인식 -소리센서 인식 -빛센서 인식 -거리센서 인식 |
| | bluetooth제어 | -bluetooth 설정 -bluetooth 메시지 전송 |

4. 시스템 개발

4.1. 개요

본 연구에서는 NXC 학습을 지원하는 웹 애플리케이션을 개발하고자 한다. NXC는 레고사의 mindstorms NXT를 컨트롤할 수 있는 언어이다. NXC라는 이름은 'Not eXactly C'에서 유래했으며, C 언어와 문법적으로

매우 유사하기 때문에 C 언어 사용자들은 쉽게 접근할 수 있다. NXC 컴파일러는 소스코드를 NXT 바이트코드로 변환시켜 주며, NXT의 바이트코드 인터프리터를 통해 코드가 실행된다.

4.2. 모바일 앱 개발 기술

2008년 애플이 3G 아이폰과 함께 아이폰 애플리케이션 개발용 SDK와 API를 공개하고, 구글이 안드로이드 플랫폼 개발을 시작하면서 모바일 플랫폼(mobile platform) 기술 경쟁은 본격화되기 시작하였다. 구글은 OHA(Open Handset Alliance)를 중심으로 안드로이드라는 개방형 플랫폼의 개발을 선도하고 있다. OHA의 안드로이드는 "Open Software, Open Device, Open Ecosystem"이라는 목적 아래 운영 시스템, 미들웨어, 사용자 인터페이스, 응용으로 구성되며 자유로운 형태의 개방형 라이선스도 함께 제공되는 것이 특징이다[14].

본 연구에서는 jQuery Mobile을 주요 개발 도구로 선정하였다. jQuery Mobile은 터치에 최적화된 웹 프레임워크(touch-optimized web framework)로써 자바스크립트에 기반하고 있다.

또한 jQuery Mobile은 경량이면서도 다양한 모바일 디바이스 플랫폼에서 견고하고 안정적으로 동작되며, 차세대 웹 애플리케이션의 표준화 방향 중의 하나인 HTML5 기반이기 때문에 현 시점에서 본 연구에 가장 적합한 개발도구이다.

jQuery Mobile의 주요 특징과 타겟 플랫폼은 다음 <표 2>와 같다[23].

| 구분 | 설 명 |
|-------------------------|---|
| 주요 특징 | <ul style="list-style-type: none"> • JQuery를 사용하는 Mobile framework • 강력한 cross-browser, cross-platform 지원 • Native 앱과 유사한 웹 앱 생성 가능 • Markup 기반의 최소화 코딩 기법 제공 |
| 타겟플랫폼 (Target Platform) | <ul style="list-style-type: none"> • iOS, Android, Windows Mobile • Blackberry, Symbian, webOS • Firefox Mobile(Fennec), Opera Mobile • Meego, bada, Maemo |

4.3. 시스템 개발과 구성

4.3.1 개발 환경

시스템 개발 환경은 <표 3>와 같다. Windows 서버에서 MySQL DB, jQuery mobile 등을 이용하여 개발하였다.

<표 3> 시스템 개발 환경

| 구 분 | 사 양 | |
|-----|------------|--|
| S/W | OS | · Microsoft Windows Server 2003 |
| | DBMS | · MySQL 5.1.41 |
| | Web Server | · Apache 2.2.14 |
| | 개발도구 | · jQuery mobile 1.1.0 · PHP 5.2.12 · HTML5, CSS3 |
| H/W | CPU | · Intel(R) Xeon(TM) 3.20 GHz |
| | RAM | · 2.0GB |
| | HDD | · 200GB |

4.3.2 구조와 메뉴

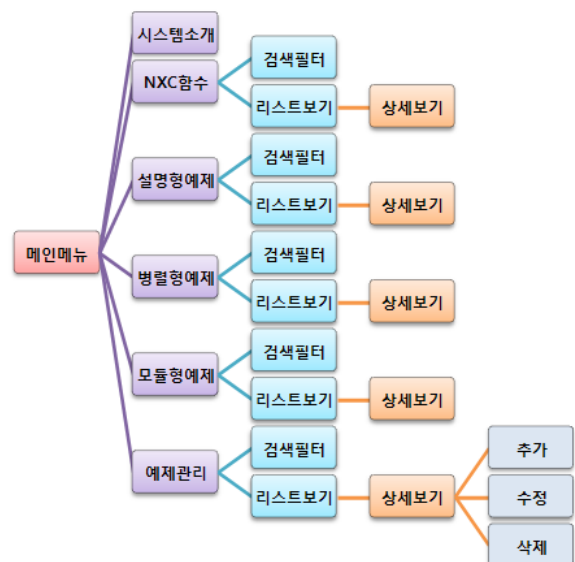
메인메뉴는 '시스템소개', 'NXC함수', '설명형예제', '병렬형예제', '모듈형예제', '예제관리' 등으로 구성되어 있다. 개발된 시스템의 구조는 (그림 3)과 같다.

'시스템소개'는 시스템에 대한 간략한 안내 내용을 담고 있다.

'NXC함수' 메뉴는 NXC 주요 함수에 대한 설명과 예시를 제공하고 있다. 함수는 앞서 도출한 예제의 유형에는 속하지 않지만 로봇 프로그래밍에서 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단하여 시스템에 반영하였다.

개발된 예제는 설명형, 병렬형, 모듈형별로 선택하여 검색할 수 있으며, '예제관리' 메뉴가 제공되어 예제를 입력, 수정, 삭제할 수 있다.

각각의 유형별 예제 제시모듈에서는 필터를 통해 검색을 수행할 수 있으며, 상세 예제 내용을 볼 수 있도록



(그림 3) 시스템 구조도

록 구성되어 있다.

실제 개발된 시스템을 iPhone의 iOS 5.0, Safari에서 실행한 초기화면은 다음 (그림 4)와 같다. 제시되는 화면은 디바이스 크기에 따라 최적화 되어 표시되며, 모든 네비게이션은 터치 방식으로 조작된다.



(그림 4) 시스템 초기화면(iPhone-Safari)

4.3.3 개발된 시스템의 호환성

개발된 시스템은 iOS, Android 등과 같은 모바일 플랫폼을 비롯하여 Windows, Linux 등 다양한 플랫폼에



(그림 5) PC-IE 8.0, Chrome 19.0, iPad-Safari, iPhone-Safari에서의 실행 사례

서 동작한다. 다음 (그림 5)는 몇 가지 실행 사례이다.

4.3.4 예제의 제시와 검색

메인 메뉴에서 NXC 함수, 설명형예제, 병렬형예제, 모듈형예제 메뉴를 선택하면 모든 자료는 리스트 형태로 제시된다. (그림 6)의 경우는 모듈형 예제를 선택한 경우인데 예제가 ①과 같이 리스트 보기 형태로 제시되는 것을 알 수 있다. 리스트의 상단에는 검색필터를 배치하여, 키워드를 입력하면 ②처럼 검색된 결과만이 리스트 형식으로 제시된다. 예시 자료는 키워드를 '모터'로 지정하여 모터와 관련된 자료만 검색되어 제시된 것을 볼 수 있다. 검색된 결과 중의 하나를 클릭하면 ③과 같이 상세 내용을 제시해 준다. 상세 내용은 제시된 예제의 주요 사항에 대한 설명과 실제 프로그램 코드로 구성되어 제시된다.



(그림 6) 예제의 검색과 보기(PC-Chrome)

4.3.5 예제의 관리

예제는 시스템에서 추가, 수정, 삭제를 할 수 있다. 모든 데이터는 MySQL DB에 저장되고 인출되는데, (그림 7)은 예제를 입력하는 과정을 보여주고 있다.

(그림 7)의 ①은 '예제관리' 메뉴로 들어가기 위해 인증과정을 거치는 화면이며, ②는 리스트 형태로 입력된 예제를 보여주고 있다. 예제추가 버튼을 클릭하면, ③화면처럼 입력폼이 나타나고, 내용을 채우고 저장 버튼을 눌러 DB에 저장한다. 저장된 자료는 리스트 보기 상태에서 선택하여 수정하거나 삭제할 수 있다.

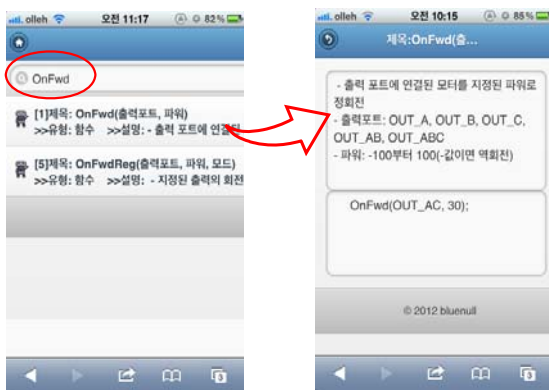


(그림 7) 예제의 관리(PC-Chrome)

4.3.6 NXC 함수

학습자들은 로봇 프로그래밍 과정에서 함수를 자주 사용하게 된다. BricxCC와 같은 통합개발환경에서는 NXC 함수의 도움말이 제공되기는 하지만 영문으로 되어 있으며 상세한 설명이 부족한 편이라 학생들이 활용하는 데는 한계가 있다. 초보 프로그래머가 함수의 정확한 용법을 몰라서 겪는 어려움이 많은 점을 고려할 때, 실제 프로그래밍에서 매우 유용하게 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

(그림 8)은 함수의 검색과 결과 조회 화면의 사례인데, 함수의 구분과 인자, 기능, 사용 예제 제시된 것을 확인할 수 있다.



(그림 8) NXC 함수 보기(iPhone-Safari)

4.4. 시스템 평가

개발된 시스템을 평가하기 위하여 교수 또는 교사로써 NXC를 활용한 로봇 프로그래밍 지도 경험이 풍부한 전문가 4인에게 설문지를 의뢰하였다.

설문의 구성은 개발된 시스템의 가치, 내용 및 구성, 기능 및 성능 영역에 대한 5점 만점으로 제시된 14문항과 시스템에 대한 개방형 응답으로 구성되어 있다. 다음 <표 4>는 설문 결과이다.

<표 4> 시스템 평가 설문 결과

| 영역 | 설문 내용 | 평균 |
|---------|--------------------------|------|
| 가치 | -로봇 프로그래밍 교육에 도움이 될 것인가? | 5 |
| | -현장 교육에서 활용할 수 있는가? | 4.25 |
| | -스마트 교육에 적용 가능성이 충분한가? | 5 |
| 내용 및 구성 | -예제의 제시 유형은 적절한가? | 4.25 |
| | -유형에 따라 적절한 예제가 제시되었는가? | 4.75 |
| | -예제는 프로그래밍학습에 도움이 되겠는가? | 4.5 |
| | -모듈형 예제는 오류를 감소시켜 줄 것인가? | 4.75 |
| 기능 및 성능 | -프로그래밍을 할 때 도움을 줄 수 있는가? | 4.75 |
| | -사용법은 쉬운가? | 4.5 |
| | -안정적으로 동작하는가? | 4 |
| | -효율적으로 동작하는가? | 4 |
| | -다양한 플랫폼에서 동작하는가? | 4.5 |
| | -예제 관리 기능은 편리한가? | 4.75 |
| | -전체적인 사용자 인터페이스는 편리한가? | 4.75 |

개발된 시스템의 가치, 내용 및 구성, 기능 및 성능 모두 긍정적인 평가 의견을 받을 수 있었다. 시스템의 안정성 및 효율성에서는 MS IE에서 동작이 다소 불안한 점이 있는 것으로 평가되었다.

본 시스템의 장점으로 공통적인 평가 의견은 다양한 플랫폼에서 동작하는 점, 특히 스마트폰이나 태블릿PC에서 활용이 가능하고 이동성 및 효율성이 좋으며, 실시간 학습의 가능성이 있다는 점이었다. 또한 인터페이스가 사용하기 편리하게 구성되어 있고, 프로그래밍 교육에 효과적으로 활용될 수 있을 것이라는 의견이 있었다.

개선해야 할 점으로는 학습자와 상호작용 증대 방안을 모색하여 반영해야 한다는 의견이 있었으며, 예제 자료를 실험할 수 있는 기본형 로봇의 사진과 동작에 대한 설명이 필요하다는 지적이 있었다. 한편, 학교에서 활용하기 쉽도록 학습자의 수준이나 학습 진도에 맞추어 예제를 열람할 수 있는 기능이 필요하다는 지적도 있었다.

이상의 평가 의견을 반영하여 예제에 대한 설명과

활용에 대한 설명을 수정, 추가하고 (그림 9)와 같이 시스템을 보완하였다.



(그림 9) 수정된 시스템(로봇사진)

보완된 시스템은 예제를 탑재할 수 있는 완성된 로봇의 조립도를 열람할 수 있는 기능이 있으며, 상호작용 증대 방안에 대한 의견은 차후 연구 과제로 남겨두기로 한다.

5. 결론

최근 로봇의 교육적 활용에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는데 관련된 기존 연구를 살펴보면 주로 로봇 프로그래밍 교육의 효과 및 교육과정 개발, 그리고 교과교육이나 STEM 교육에 활용하는 방안들이 주종을 이루고 있다.

본 연구에서는 로봇 프로그래밍 교수·학습 방법의 개선에 관심을 갖고 예제의 활용에 대하여 고찰을 하였다. 예제는 학생과 교사 모두에게 유용한 유형의 학습 자료로 인식된다. 예제는 초보자에게 좋은 프로그램의 구조와 특징을 익히게 할 수 있고, 프로그래밍의 기본 틀로 활용할 수 있도록 해주며, 프로그래밍의 가이드라인과 힌트를 제공해줄 수도 있다.

선행연구 고찰을 토대로 예제 제시의 유형을 설명형, 병렬형, 모듈형의 세 가지로 도출하였다. 설명형은 가장 기본적인 수준의 예제를 간단한 설명과 함께 제공하여 NXC의 기본적인 문법을 이해하는데 활용할 수 있도록 하였다. 병렬형은 기능적으로 유사한 예제를 여러 가지 다른 코딩 형식으로 제시하며, 학습자들이 자

신의 프로그래밍 과정에서 유추적인 방법을 동원하여 문제를 해결하는데 도움을 받을 수 있도록 하였다. 한편, 모듈형은 로봇 프로그래밍에서 관용적으로 사용되는 로봇의 제어와 관련된 프로그램 코드를 세트화 하여 예제로 제공함으로써, 학습자들이 이 예제들을 마치 함수처럼 사용할 수 있도록 하여 프로그래밍 과정에서 문법보다는 알고리즘에 집중할 수 있도록 하였다.

개발된 예제는 학습자들이 쉽게 활용할 수 있도록 지원 시스템을 개발하여 탑재, 제공하였는데, 이 지원 시스템은 최근 관심이 집중되고 있는 스마트 교육에 활용 가능하도록 모바일 웹 애플리케이션으로 개발하였다. jQuery Mobile을 핵심 기술로 개발하여 다양한 모바일 디바이스 플랫폼뿐만 아니라 PC에서도 견고하고 안정적으로 동작되도록 하였다.

참 고 문 헌

- [1] 김광수(2005). 컴퓨터 기반 수업 환경에서 미완성 예제 계열의 탈락 유형과 화면별 문제 제시 단위가 인지적 기능의 획득에 미치는 효과. 교육정보화미디어연구 11-1, 121-146.
- [2] 김경현(2011). 로봇활용수업이 하갯의 학습몰입에 향상에 미치는 효과. 컴퓨터교육학회논문지 14-2, 1-12.
- [3] 김진수, 김진우(2000). 예제가 프로그래밍 언어의 학습과정에 미치는 영향. 한국인지과학회 논문지 11-2, 19-35.
- [4] 남기호, 강형석, 길지호, 김종훈(2011). 모바일 애플리케이션 동향 및 전망. 정보통신산업진흥원 주간 기술동향 2011.1.28, 13-20.
- [5] 남재원, 유인환(2009). 로봇프로그래밍에서 발생하는 학습자의 오류 분석. 한국정보교육학회 2009년 동계학술발표논문집 14-1, 183-188.
- [6] 배영권(2006). 창의적 문제해결력 신장을 위한 유비쿼터스 환경의 로봇프로그래밍 교육 모형. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- [7] 서영민, 이영준(2010). 초등정보영재의 창의성 신장을 위한 교과 통합 로봇 프로그래밍 수업 모형. 컴퓨터교육학회논문지 13-1, 19-26.
- [8] 신선희, 진선미, 신상희(2008). 기능중심의 절차적 교수방법과 완성된 예제중심의 교수방법이 예비유아교사의 컴퓨터리터러시 능력에 미치는 효과비교.

어린이미디어연구 7-1, 1-18.

[9] 원설혜(2002). 웹 기반 학습에서 학습자료유형과 예제가 전이 학습에 미치는 영향. 연세대학교 대학원 석사학위논문.

[10] 유인환(2005). 창의적 문제해결력 신장을 위한 로봇 프로그래밍의 가능성 탐색. *교육과학연구* 36-2, 109-128.

[11] 유인환, 채재호(2008). 로봇을 활용한 초등학교 프로그래밍 교육 방안. *정보교육학회논문지* 12-3, 293-302.

[12] 이은경, 이영준(2008). 4CID 모델 기반 로봇 활용 프로그래밍 학습의 몰입 효과 분석. *한국컴퓨터교육학회논문지* 11-4, 37-46.

[13] 임정만(2010). 풀이된 예제를 이용한 구성적 선다형 시험의 학습 효과. 세종대학교 일반대학원 석사학위논문.

[14] 전중홍, 이승윤(2010). 차세대 모바일 웹 애플리케이션 표준화 동향. *전자통신동향분석* 25-1, 100-113. 한국전자통신연구원.

[15] 정효숙, 박성빈(2004). 초보자들의 프로그래밍 학습을 위한 웹 기반 적응형 하이퍼미디어 시스템. *컴퓨터교육학회 논문지* 7-6, 37-45.

[16] 정효정, 김동식(2006). CSCL에서 WOE의 유형이 지식 공유 과정에 미치는 영향. *교육공학연구* 22-3, 23-56.

[17] Ackinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A., Worcham, D.(2000). Learning from examples: Instructional Principles from the Worked Examples Research. *Review of educational research*, 70, 181-214.

[18] Alexander Renkl, Rober K. Aktkinson, Uwe H. Maier(2000). From Studing Examples to Solving Problem: Fading Worked-out Solution Steps Helps Learning. *Cognitive Science CogSci 2000*.

[19] Anderson, J.R., Fincham, J. M, & Douglass, S.(1997). The role of examples and rules in the acquisition of a cognitive skill. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory,*

and Cognition, 23, 932-945.

[20] Barry S. Fagin, Laurence D. Merkle, Thomas W. Eggers(2001). Teaching computer science with robotics using Ada/Mindstorms 2.0. *ACM SIGAda Ada Letters, Proceedings of the 2001 annual ACM SIGAda international conference on Ada, Volume XXI Issue 4*, 73-78.

[21] Catrambone, R.(1996). Generalizing Solution Procedures Learned from examples. *The Journal of Experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22-4, 1020-1031.

[22] Essi Lahtinen, Kirsti Ala-Mutka, Hannu-Matti Järvinen(2005). A study of the difficulties of novice programmers. *Proceedings of the 10th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 14- 18.

[23] Mark Dalgleish(2012). Introduction to jQuery Mobile framework. Online available <http://markdalgleish.com/presentations/jquerymobile>

[24] Ross, B.(1989). Distinguishing types of superficial similarities: Different effects on the access and use of earlier examples. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 456-468.

저 자 소 개



유 인 환

2000 한국교원대학교 컴퓨터교육과 (교육학박사)
 2000~현재 대구교육대학교 컴퓨터교육과 교수
 관심분야: 프로그래밍 교육, 로봇 프로그래밍, 스마트러닝

E-Mail: bluenull@dnue.ac.kr