

오류분석에 기반한 NXC 로봇프로그래밍 지원시스템의 개발

남재원* · 유인환**

경주용황초등학교* · 대구교육대학교 컴퓨터교육과**

요 약

컴퓨터 교육은 기능 중심의 교육에서 창의력과 문제해결력을 신장시킬 수 있는 방향으로 전환되며 프로그래밍이 새롭게 주목받고 있다. 그러나 기존의 프로그래밍 교육은 여전히 문법 위주의 언어 지식 교육에 치우쳐 있어 한계가 있었다. 로봇 프로그래밍은 그 자체가 문제해결과정이며 프로그래밍 결과를 로봇이라는 구체물을 통해 직접 확인할 수 있으므로 학습자들의 흥미와 동기유발에 도움을 줄 수 있다. 그러나 실제 로봇 프로그래밍 교육을 실시해 보면 학습자들이 여러 가지 오류 때문에 어려움에 직면하는 것을 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 로봇 프로그래밍에서 학습자들이 발생시키는 오류들을 유형별로 나누어 분석하고 이를 기초로 오류 해결 지원 도구를 개발하였다. 개발된 오류 해결 지원 도구는 발생하는 오류를 감소시키고 오류 해결을 쉽게 할 수 있도록 명령어의 세트화, 언어 및 오류 메시지의 한글화, 학습단계별 예제소스 및 도움말, 주요 코딩 오류 제거 기능, 코드정렬 및 행번호 표시 기능 등을 제공하였다. 투입 결과 오류 해결 지원 도구는 오류 감소와 오류 해결에 도움이 됨을 확인할 수 있었다.

키워드: 로봇 프로그래밍, 프로그래밍 교육

Development of NXC Robot Programming Supporting System Based on Types of Programming Error

Jae-Won Nam* · In-Hwan Yoo**

Yonghwang Elementary School* · Daegu National University of Education**

ABSTRACT

Computer education is moving its focus from skill oriented education to improving students' creativity and problem solving ability. Thus, the importance of programming education is being strengthened. However, programming education was biased to grammar oriented language that has been limits of students' interest. Robot programming is problem solving itself, and by allowing students to directly see the robot which is the output of programming, can help interest and motivate to the students. In fact, it is still observed that the students are facing difficulties due to various kinds of errors during the programming education. Therefore, this study categorizes and analyzes the errors students are facing during robot programming, and based on that, a

논문투고: 2011-03-30

논문심사: 2011-05-11

심사완료: 2011-07-28

support tool to help treat errors developed. The developed supporting system for error solving reduces the frequency of errors and provides the set of coding instruction, NXC language and error message in Korean, examples and detailed information for each stage of education, function removing major coding errors, and code sorting and indication of row number. This study also confirmed that the supporting tool is helpful in reducing and solving errors after input.

Keywords: Robot Programming, Programming Education

1. 서론

2005년 고시된 정보통신기술교육지침 개정안[1]에서는 정보통신기술에 대한 원리, 개념 등 컴퓨터 과학 측면의 교육을 강조하고 학교 컴퓨터교육에 프로그래밍 교육을 제도입하였다. 이에 따라 프로그래밍 교육에 대한 연구가 활성화 되었으며, 특히 최근에는 로봇을 활용한 프로그래밍 교육에 대한 연구가 매우 활발하게 이루어지고 있다.

관련 연구들을 살펴보면 주로 로봇 프로그래밍 교육의 교육적 가능성을 탐색하기 위해 학습 프로그램을 개발, 적용하고 그 효과를 검증하는 것이 주를 이루며 로봇 프로그래밍 학습 방법에 대한 구체적인 논의는 부족한 편이다.

교육 현장에서 실제 로봇 프로그래밍 교육을 실시해 보면 학습자들이 로봇 프로그래밍 과정에서 발생하는 여러 가지 오류로 인해 학습 의욕 감소되는 장면을 쉽게 목격할 수 있다.

오류는 학습자의 학습 능력 부족에서 발생하는 것으로 잘못된 학습 방법이 체계적이고 반복적으로 나타나는 것이며 결국 오류가 학습과정의 어느 특정 시기에 학습자가 사용하는 학습 체계를 보여주는 증거물이라 할 수 있으므로 학습자의 학습 행동에 대한 오류 분석이 아주 중요하다[3].

이에 본 연구자는 로봇 프로그래밍의 교육 효과를 높일 수 있도록 로봇 프로그래밍에서 자주 발생하는 오류들을 찾아보고 이러한 오류 유형들을 분류하고 분석하는 연구[4]를 수행하였다. 본 연구에서는 이 연구를 기반으로 학습자들이 오류를 줄이고 오류 해결을 쉽게 할 수 있도록 NXC 언어 기반의 오류 해결 지원시스템을 개발하고자 한다.

2. 로봇 프로그래밍과 오류 분석

2.1 로봇 프로그래밍 교육

기존의 프로그래밍 교육은 주로 컴퓨터 언어의 구성 요소들을 설명하고 문법을 기계적으로 암기시키는 방식으로 이루어져 온 결과, 학습자에게 내적 동기를 부여하거나, 소스 코드의 맥락적 이해를 통해 새로운 문제 상황에 유연하게 응용할 수 있는 능력을 배양하는 데 한계를 보였다[9].

학습자의 특성을 고려한 새로운 프로그래밍 교육 방법으로 로봇의 활용이 제안되고 있다. 로봇 프로그래밍이 몰입수준을 높이고 학습자의 흥미 유발, 참여도, 성취도 제고와 창의성 신장과 논리적 사고력 및 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다[2][5][6][7][8][11][13][14][15][16].

로봇을 활용하는 프로그래밍은 학습 과정에서 공학 원리를 적용하여 결과를 예측하고, 프로그래밍 과정에서 공학과 정보 기술의 원리를 이해하고 논리적 사고력을 신장시킬 수 있다. 또한, 토의와 협동학습을 통해 타인의 의견을 존중하고 합리적이고 과학적으로 사고하며, 창의적으로 문제를 해결하는 자세를 함양할 수 있으며, 자신의 손으로 로봇을 직접 만드는 경험을 통해 아동 발달의 기초를 제공해 줄 수 있다. 즉, 로봇을 활용하는 프로그래밍은 인지적, 정의적, 기능적 영역에서 컴퓨터교육의 목적에 잘 부합한다[8].

로봇 프로그래밍에 대한 연구가 확산되면서 발표된 여러 연구 결과 중 로봇 프로그래밍 학습이 단지 학습자의 흥미 유발 수준에 머무르는 것이 아니라, 학습자의 몰입경험을 증진시키고 그에 따른 학습 동기 지속 및 문제해결력 향상을 촉진시키기 위한 체계적인 교수·학습 설계가 필요하다는 연구결과[10]에 주목할 필요가 있다. 따라서 체계적인 로봇 프로그래

명 교수·학습을 위한 한 가지 방안으로 학습자들의 로봇 프로그래밍 과정에서 발생하는 오류를 분석하고 이에 대처할 수 있는 방안을 제공하는 시스템의 개발은 현 시점에서 유의미한 활동이 될 수 있다.

2.2 오류 분석

오류 분석이란 학습자의 문제점을 진단하기 위하여 학습자가 범하는 오류를 수집하여 분류·분석하고 그 빈도에 따라 난이도를 추정하는 것으로 오류의 본질이 발견되는 명확한 과정이다[3].

프로그래밍에서 오류는 관점에 따라 여러 가지 유형으로 나누어질 수 있다. 이 정보는 오류의 유형을 다음과 같이 제시하였다[12].

첫 번째는 문제의 핵심을 파악하지 못해서 발생하는 잘못된 문제 해석의 오류이다. 이 경우 잘못된 목표를 설정하게 되고 그 결과는 엉뚱한 프로그램이 된다.

두 번째는 전략적 오류이다. 여기서 전략이란 인간의 문제해결과정의 한 과정으로서의 전략을 의미한다. 그리고 오류란 목표 실현을 위한 방법의 세부절차를 계획하는 과정에서의 오류를 의미한다.

세 번째는 번역상의 오류이다. 즉 자연언어의 논리를 이용해 목표를 세우고 세부 방법 절차들을 계획한 후 프로그램 언어의 논리와 규칙을 이용해 그 계획을 번역하는 과정에서 발생하는 오류이다.

네 번째는 통사적 오류이다. 프로그램 언어에 대한 지식이 잘못되거나 부족하여 저지르게 되는 오류로서 광범위한 내용들을 포함한다.

다섯째는 코딩 오류이다. 코딩 과정에서 발생하는 단순한 타이핑 오류이다.

3. 오류내용 수집 및 분석

3.1 오류 내용 수집

대도시 초등학교 5학년 정보영재학생 20명을 대상으로 4개월 동안 로봇 프로그래밍 교육을 실시하였다. 사용된 로봇은 레고사의 Mindstorm NXT이며, 로봇의 조립 및 분해의 시간을 최소화하고 프로그래밍 위주의 교육과정을 운영하기 위해 4개의 센서들이

모두 장착되어 있는 형태로 학습에 투입하였다. 프로그래밍은 NXC 언어와 통합개발환경인 Bricx Command Center를 사용하였다.

로봇 프로그래밍 교육과정은 출석 수업과 원격 수업으로 이루어졌으며, 출석 수업은 하나의 주제에 대해 4차시 수업을 하고 총 9가지 주제로 36차시 수업을 실시하였다. 원격 수업은 출석 수업에서 학습한 내용을 바탕으로 과제를 수행하도록 하였다. 로봇 프로그래밍 과정에서 발생하는 오류 내용들은 평가 및 면담, 관찰을 통해 수집되었으며, 로봇의 설계, 조립과 관련된 측면의 오류는 제외하고 프로그래밍 과정에서 발생하는 오류들을 중점적으로 수집하였다.

3.2 오류 유형 및 내용 분석

로봇 프로그래밍 과정에서 발생하는 오류 유형을 문법 오류, 논리 오류, 코딩 오류, 로봇 동작 오류로 분류하였으며, 오류 유형 및 내용별 오류 발생 빈도는 <표 1>과 같다[4].

<표 1>오류 유형 및 내용별 오류 발생 횟수

오류 유형	오류 내용	횟수
문법 오류	불필요한 인자 사용	1
	필요한 인자의 누락	6
	인자속성에 맞지 않는 내용입력	6
	#include문 누락	2
	부적절한 위치에 ; 입력	1
	연산자의 잘못된 사용	2
	변수에 대한 잘못된 개념	7
	task main()누락	1
	문법에 어긋나게 제어문 사용	1
	명령어의 부정확한 입력	9
	부적절한 위치에 { 또는 } 입력	2
	변수 선언 및 값 대입을 하지 못함	6
논리 오류	문제해석능력부족	10
	비효율적인 프로그래밍	5
	부적절한 조건지정 및 조건생략	5
	불필요한 루프	2
코딩 오류	수학적·논리적인 개념부족	18
	;누락	27
)누락	3
)누락	7
로봇 제어 오류	실수로 인한 이탈자	6
	부적절한 명령에 의한 로봇 제어	5
	필요한 명령을 누락한 로봇 제어	25
	불필요한 명령을 추가한 로봇 제어	3
	부적절한 센서 설정 및 센서 미설정	4
	부적절한 수치를 입력한 로봇 제어	12
포트지정이 잘못된 로봇 제어	1	

오류 유형별로 살펴보았을 때 로봇을 제어하는 명령어의 부정확한 사용과 로봇 특징 및 동작원리에 대한 이해 부족으로 인한 오류가 가장 많이 발생됨을 알 수 있었으며, 논리 오류가 다른 오류 유형들에 비해 상대적으로 적게 나타남을 볼 수 있었다. 대부분 로봇 프로그래밍을 시작하는 단계의 학생들이기 때문에 논리 오류보다는 로봇과 문법에 대한 지식 부재 및 실수에 의한 오류가 더 많이 발생된 것으로 판단되며, 사고력을 향상시키기 위한 노력보다는 그 밖의 오류들을 찾고 수정하는데 더 많은 노력이 소요됨을 알 수 있었다.

오류 내용에 따른 발생횟수를 살펴보면 프로그램을 작성하면서 ‘;’를 누락하는 오류(15%)가 가장 많이 발생되었으며, 다음으로 필요한 명령을 누락한 로봇 제어 오류(14%)가 많았다. 수학적·논리적인 개념부족으로 인한 오류(10%)도 많이 발생되었다.

4 지원 시스템 설계 및 구현

4.1. 설계방향 및 주요기능

본 연구에서 개발하고자하는 지원시스템은 오류 수집 결과 분석에서 발생 횟수가 높았던 오류들을 줄이고 원활한 오류 해결을 돕는데 중점을 두고 설계하였으며, 주요 기능은 다음과 같다.

첫째, NXC명령어를 세트화한다. 로봇 제어 오류를 살펴보면 필요한 명령어가 누락되어 적절한 로봇 동작이 이루어지지 않는 경우가 많이 발생되었다. 이러한 오류를 감소시키기 위해 함께 사용될 수 있는 로봇 제어 명령어들을 파악하고 세트화하여 학습자들이 명령어 누락으로 인한 오류를 해결하는데 들이는 노력을 줄이고자 한다.

둘째, NXC언어 및 오류 메시지를 한글화한다. NXC언어를 처음 접하는 학습자들의 경우 영어로 된 명령어들을 암기하는데 시간이 많이 소요되며, 대소문자의 잘못된 입력, 익숙하지 않은 영어 사용에 의한 잦은 오탈자로 오류가 많이 발생된다. 오류 메시지의 한글화는 학습자가 스스로 오류를 찾고 해결하는데 좋은 단서를 제공할 것이다. 이를 위해 지

원시스템에서는 학습자들의 수준을 고려하여 이해하기 쉽고 자세하게 오류 메시지들을 한글화하여 제공한다.

셋째, 학습단계별 예제소스를 제공한다. 예제에서 로봇 제어 명령이 어떻게 사용되며, 제어 수치가 주어졌을 때 어떻게 동작되는지 살펴볼 수 있도록 함으로써 학습 시간을 단축시키고 오류를 감소시킬 수 있을 것이다.

넷째, 도움말 기능을 제공한다. 지원 시스템에서는 프로그램 사용법과 더불어 NXC문법 설명을 통해 학습자들이 어려움을 느낄 수 있는 내용들을 찾아볼 수 있도록 하였으며, 오류 메시지가 표시되었을 때 그에 따른 해결 방법을 제시하여 주로 발생하는 문법, 코딩 오류들을 해결하는데 도움을 준다.

다섯째, 주요 코딩 오류 제거 기능을 제공한다. 오류 수집 결과 분석에서 보았듯이 로봇 프로그래밍에서 ‘;’누락으로 인한 오류가 가장 많이 발생되었으며, ‘;’이 누락된 위치를 찾아 오류를 수정하는데 시간이 많이 소요되어야 함을 알 수 있었다. ‘;’이 누락된 곳에 ‘;’을 자동적으로 생성해 주는 기능을 제공하고자 한다.

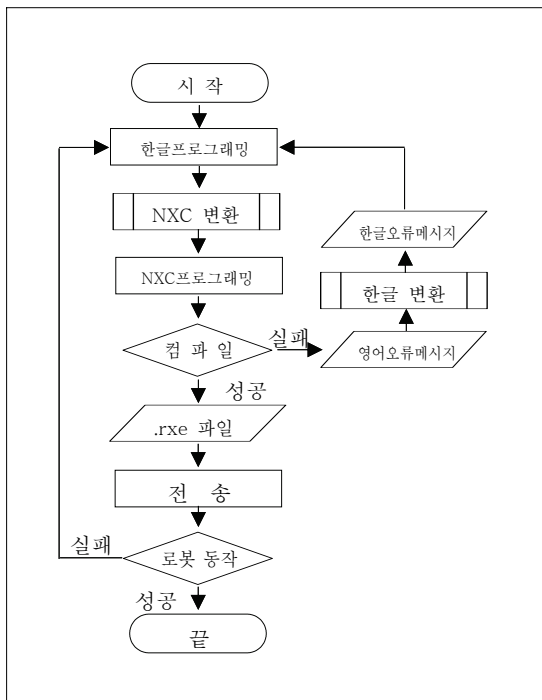
4.2. 시스템 개발 환경과 흐름

시스템 개발 환경은 <표 2>와 같다.

<표 2> 시스템 개발 환경

구분	사양	
S/W	운영체제	• Microsoft Windows XP
	DB	• MS Access 2000
	개발도구	• Visual Basic 6.0 • 나모 웹에디터 FX • HTML Help Workshop • Photoshop 7.0
	컴파일러	• Next Byte Codes Compiler v1.0.1.b35
H/W	CPU	• 인텔 센트리노2 코어2듀오 P8600
	RAM	• 3.0GB
	HDD	• 250GB
	화면 해상도	• 1024×768

개발된 지원시스템은 한글 명령어 및 세트화된 명령어를 한글-NXC명령어 변환 테이블을 통해 NXC명령어로 바뀌도록 하고 컴파일하는 도중 발생하는 오류메시지를 오류메시지 변환테이블을 통해 한글로 나타나도록 하였다. 프로그램에서 발생된 오류가 해결되어 컴파일이 성공적으로 이루어지면 .rxex 파일이 생성되며, 이 파일을 로봇에 전송한다. 시스템 흐름을 도식화하면 (그림 1)과 같다.

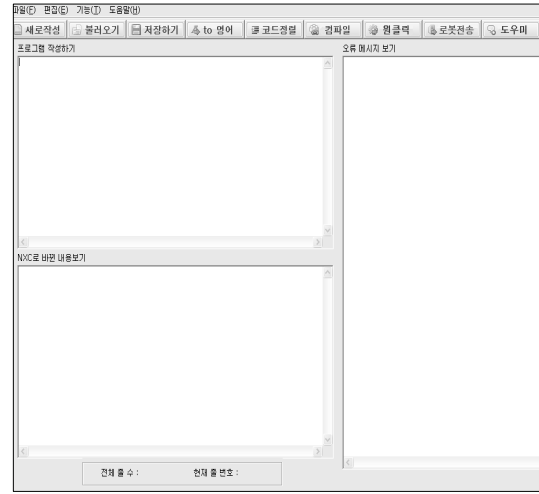


(그림 1) 시스템 흐름도

4.3. 시스템 구성

4.3.1. 화면구성

지원시스템의 화면 구성은 (그림 2)와 같다.

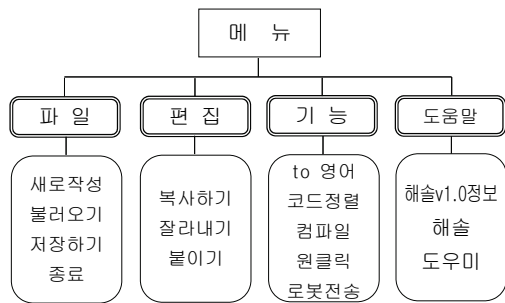


(그림 2) 시스템 화면 구성

창 위쪽에 메뉴 표시줄이 있으며, 그 아래 자주 쓰는 기능들을 단축 아이콘 배치하였다. 왼쪽 상단에 ‘프로그램 작성하기’ 창, 하단에 ‘NXC로 바뀐 내용보기’ 창을 두었다. ‘프로그램 작성하기’에 한글 명령어로 프로그램 작성을 작성하고 NXC명령어로 변환시키면 ‘NXC로 바뀐 내용보기’창에서 바뀐 내용을 확인할 수 있다. NXC컴파일러는 NXC언어로 작성된 내용을 컴파일하고 그 과정에서 발생된 오류들을 오른쪽 ‘오류 메시지 보기’창에 표시하게 되며, 오류 메시지들은 지원시스템에 의해 한글화되어 나타난다. 컴파일 과정에서 여러 개의 오류들이 발견될 경우 오류 내용들을 한 번에 보지 못하고 스크롤해서 살펴봐야하는 불편함이 발생되므로 ‘오류 메시지 보기’창의 세로 길이를 길게 하여 오류 내용을 한 눈에 파악할 수 있도록 하였으며, ‘NXC로 바뀐 내용보기’창에서 수정되어야하는 세부적인 오류들의 발생을 대비해 ‘NXC로 바뀐 내용보기’창의 전체 줄 수와 커서가 위치된 곳의 줄 번호가 ‘NXC로 바뀐 내용보기’창 하단에 나타나도록 하였다.

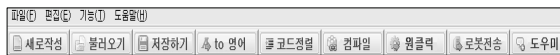
4.3.2 메뉴 구성

오류 해결 지원 도구의 메뉴 구성은 (그림 3)과 같다.



(그림 3) 메뉴 구성

(그림 4)와 같이 주 메뉴 아래에는 사용자들의 편의를 위해 주 메뉴에 포함된 하위 메뉴들 중 자주 사용될 9개의 메뉴를 단축 아이콘으로 제작하였다.



(그림 4) 주 메뉴와 단축 아이콘

4개의 주 메뉴는 각각 하위 메뉴를 가지고 있으며, 주 메뉴를 클릭하였을 때 하위 메뉴가 나타난다.

주 메뉴 '파일'의 경우 '새로작성', '불러오기', '저장하기', '종료'로 구성되며, 단축키를 가지고 있다. '새로작성'은 '프로그램 작성하기'창과 'NXC로 바뀐 내용보기'창에 작성된 내용들을 삭제하고 새로 프로그래밍을 할 때 사용되며, '불러오기'는 저장되어 있는 NXC파일의 내용이 '프로그램 작성하기'창에 나타나도록 한다. '저장하기'를 통해 작성된 내용을 NXC파일 형태로 저장할 수 있으며, '종료'메뉴를 이용해 프로그램을 끝낼 수 있다.

주 메뉴 '기능'은 'to 영어', '코드정렬', '컴파일', '원클릭', '로봇전송'으로 6가지 하위 메뉴로 구성된다.

하위 메뉴 'to 영어'는 '프로그램 작성하기'창에 한글 명령어로 작성된 내용을 한글-NXC명령어 변환 테이블을 통해 NXC명령어로 바꾸고 변환된 소스코드를 'NXC로 바뀐 내용보기'창에 나타내며, NXC언어로 변환된 소스코드에 ';'을 자동 생성한다.

'코드정렬'메뉴는 'NXC로 바뀐 내용보기'창의 소스코드를 표준적인 C언어의 들여쓰기 형식(Kernighan & Ritchie 형식)으로 바꾸는 기능을 한다.

'컴파일'메뉴는 'NXC로 바뀐 내용보기'창의 소스코드를 컴파일하며, 컴파일이 성공되면 소스코드를 .rx

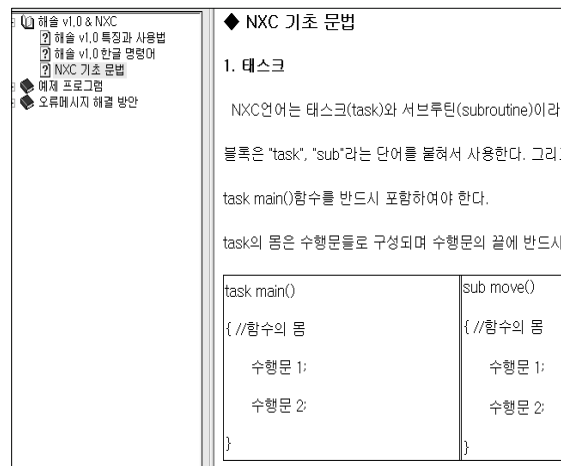
파일 형태로 만들어 준다.

'원클릭'메뉴는 앞에서 설명된 'to 영어', '코드정렬', '컴파일'메뉴를 사용자의 편의를 위해 순서대로 한 번에 실행시켜주는 기능을 한다.

'로봇전송'메뉴는 생성된 .rx 파일을 로봇으로 전송해 주는 기능을 한다.

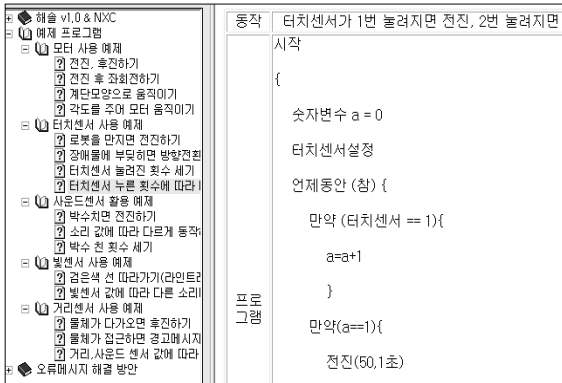
'해솔 도우미'는 개발된 프로그램의 특징과 사용법 뿐만 아니라 다양한 정보를 제공해 사용자들이 오류를 해결하는데 도움을 얻을 수 있도록 하였다. '해솔 도우미'에는 '해솔 v1.0 & NXC', '예제 프로그램', '오류메시지 해결방안'으로 나뉘진 3가지 내용이 포함되어 있으며, 제목들을 정리하여 왼쪽 창에 트리구조로 나타내고 오른쪽 창에는 제목을 클릭했을 때 그 내용들이 나타나도록 하였다.

(그림 5)와 같이 '해솔 v1.0 & NXC'에서는 프로그램의 특징과 사용법, 해솔 v1.0에서 사용되는 한글 명령어를 볼 수 있도록 하였으며, 'NXC 기초 문법'에 대한 설명을 제공하여 문법 오류의 발생 원인 및 해결방법을 참고하도록 하였다.



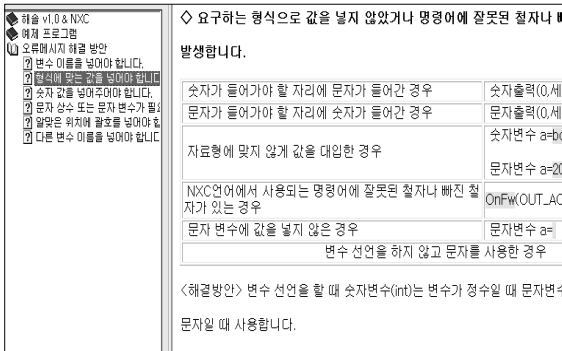
(그림 5) 해솔 v1.0 & NXC

'예제 프로그램'에는 (그림 6)에서와 같이 한글 명령어로 프로그래밍된 예제들을 센서의 종류별로 정리하여 설명과 함께 제시하였으며, 학습자들이 참고하고 응용 가능한 기본적이고 다양한 예제들을 제공하고 있다.



(그림 6) 예제 프로그램

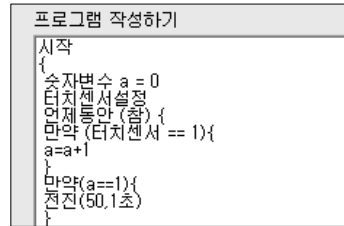
‘오류메시지 해결 방안’에는 ‘;’, ‘(, ‘)’, ‘{, ‘}’ 등의 단순 누락으로 인해 발생하는 오류를 제외하고 로봇 프로그래밍 과정 중 자주 발생하는 6가지 오류에 대한 설명과 오류 해결 방법을 제시하였다. 로봇 프로그래밍을 처음 접하는 학생들은 오류의 발생 원인을 찾기가 어렵고, 오류메시지의 정확한 뜻을 알지 못하는 경우가 많다. 지원시스템은 (그림 7)에서와 같이 오류메시지에 따라 오류가 발생하는 경우와 해결방안을 함께 제시하여 학생들이 오류를 쉽게 찾고 해결할 수 있도록 하였다.



(그림 7) 오류메시지 해결 방안

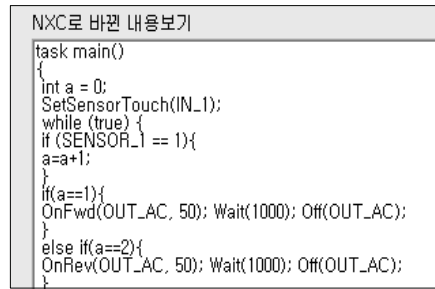
4.3.3 시스템 실행 사례

우선 ‘프로그램 작성하기’창에 원하는 로봇 동작을 한글 명령어를 사용해 프로그래밍 한다. (그림 8)은 터치센서가 눌린 횟수에 따라 다른 동작을 하도록 한글 명령어를 이용해 프로그래밍한 예제이다.



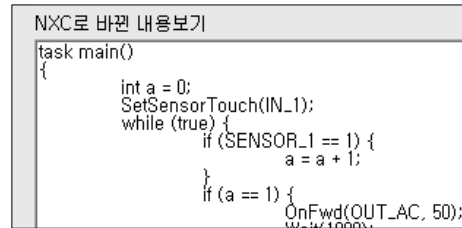
(그림 8) 프로그램 작성하기

‘to 영어’메뉴가 실행되면 한글 명령어가 NXC명령어로 변환되는 과정과 함께 ‘NXC로 바뀐 내용보기’창에 ‘;’가 자동 생성된다. (그림 9)와 같이 한글 명령어가 NXC명령어로 바뀐 소스코드를 볼 수 있다.



(그림 9) NXC로 바뀐 내용보기

오류 해결 지원 도구는 ‘코드정렬’메뉴를 통해 소스코드를 (그림 10)과 같이 표준적인 C언어 들여쓰기 형식(Kernighan & Ritchie 스타일)으로 바꾸어 학습자들이 쉽게 읽을 수 있도록 도와준다.



(그림 10) 코드 정렬

프로그램이 작성된 후 ‘컴파일’메뉴를 실행했을 때 컴파일 과정에서 오류가 없으면 컴파일이 성공적으로 되었음을 알리는 메시지가 나타난다. 그러나 컴파일 과정에서 오류가 발생되면 (그림 11)과 같이 ‘오류메시지 보기’창에 오류메시지가 한글로 나타난다.



(그림 11) 오류메시지 보기

‘프로그램 작성하기’창에 프로그래밍을 한 후 ‘원클릭’ 메뉴를 실행하면 ‘to영어’, ‘코드정렬’, ‘컴파일’ 메뉴가 한 번에 같이 실행된다.

컴파일이 성공하면 ‘로봇전송’메뉴를 통해 프로그램을 로봇에 보낼 수 있으며, 전송이 되면 로봇에 전송했음을 알리는 메시지가 나타난다.

5. 적용 및 논의

5.1 적용

지원시스템에 대한 만족도를 알아보기 위해 ○○ 교육대학교 부설 정보영재교육원 기초반 초등학교 5학년 학생 19명을 대상으로 프로그램을 사용해 보도록 하였다.

설문지는 로봇 프로그래밍을 지도해 본 경험이 있고 컴퓨터 교육을 전공한 박사 1인과 석사 1인에게 검토를 의뢰하였으며, 개발된 프로그램의 기능이 원활하게 실행되었는지, 기능이 오류를 해결하는데 유용했는지를 중심으로 문항을 제작하고, 5단계 리커트 척도(Likert scales)를 통해 응답하도록 하였다. 개방형 응답은 응답자가 프로그램에 대해 자유로운 의견을 제시해 다양한 의견들이 수집되도록 하였다.

프로그램 기능의 원활성과 관련된 문항들은 화면의 구조, 아이콘 크기와 배치의 적절성을 비롯해 각 메뉴들의 기능이 원활히 수행되고 있는지를 평가하도록 하였으며, 기능의 유용성은 프로그램이 오류 감소와 해결에 도움을 주었는가와 관련된 내용으로 오류 해결을 위해 프로그램에서 제공되는 중요한 기능들을

기준으로 문항들을 한글화, 세트화, 도우미, 기타로 분류하여 제시하였다.

5.2 분석 및 논의

설문조사한 내용을 분석한 결과 프로그램의 기능 수행이 전반적으로 원활하며, 로봇 프로그래밍 과정에서 오류를 줄이고 해결하는데 도움이 되었다는 긍정적인 평가를 얻을 수 있었다.

기능 수행 원활성에 관련된 문항들의 평균 점수는 <표 3>과 같다.

<표 3> 기능 수행의 원활성 설문 결과

평가 항목	내용	평균
기능 수행 원활성	전체적인 화면 구조, 아이콘의 크기와 위치 등이 적절하여 사용하기 편리했다.	4.8
	새로 작성, 불러오기, 저장하기 기능들이 잘 실행되었다.	4.8
	컴파일 기능이 잘 실행되었다.	4.9
	로봇 전송 기능이 잘 실행되었다.	4.6
	한글을 영어로 바꾸는 기능이 잘 실행되었다.	4.8
	코드 정렬 기능이 원활히 실행되었다.	4.7
	한글명령어로 프로그램 작성을 쉽게 할 수 있었다.	4.2
원활성	원클릭 기능(영어 변환, 코드정렬, 컴파일)이 원활히 수행되었다.	5
	로봇 프로그래밍에 필요한 주요 기능들로 이루어져 쉽고 편리하게 사용할 수 있었다.	4.7
로봇 프로그래밍에서 필요한 기능들이 전반적으로 잘 실행되었다.		4.8

대부분 문항들의 평균 점수가 4.5점 이상으로 프로그램의 기능이 대체적으로 잘 실행되고 있는 것으로 평가되었다. 기능의 원활성과 관련된 문항에서 ‘원클릭’기능에 대한 평가는 설문 대상자 모두가 매우 만족하고 있었다. ‘원클릭’기능에 포함된 다른 기능들의 평가점수에 영향을 받을 수도 있지만 설문 대상자들이 ‘원클릭’ 기능의 편리성에 많은 점수를 준 것으로 판단된다.

프로그램 기능의 유용성에 대한 설문 조사 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> 기능의 유용성 설문 결과

평가 항목	내용	평균	
기능의 유용성	한글화 한글 명령어의 사용으로 영어 오타자(필요한 철자의 빠짐, 잘못된 철자 입력)에 의한 오류가 발생되지 않아 프로그래밍 과정에서 어려움이 줄어들었다.	4.7	
		오류 메시지가 한글화되어 오류에 대해 이해하고 해결하기가 쉬워졌다.	4.6
	세트화 로봇 동작을 위해 함께 사용되어야 할 명령어들이 하나로 묶여져 로봇이 부정확하게 동작되는 오류가 줄어들었다.	4.9	
		명령어들이 묶여져 복잡하게 보였던 내용이 단순화되므로 발생한 오류들을 쉽게 찾아낼 수 있었다.	4.7
	도우미 도우미 기능에서 제공되는 '해솔 v1.0 & NXC' 정보가 오류를 찾고 해결하는데 도움이 되었다.	4.6	
		도우미 기능에서 제공되는 '예제 프로그램'의 정보가 로봇의 부정확한 동작을 줄이는데 도움이 되었다.	4.6
		도우미 기능에서 제공되는 '오류메시지 해결방안'의 정보가 오류를 해결하는데 도움이 되었다.	4.6
	기타 코드 정렬, 줄번호 표시 기능이 있어 발생한 오류를 찾고 해결하는데 도움이 되었다.	4.6	
		';'이 빠져 발생하는 오류가 사라져 로봇 프로그래밍 과정에서 어려움이 줄어들었다.(한글에서 영어로 바뀌는 과정에서 ';'이 자동적으로 생기게 됨)	4.8
	해솔 v1.0 프로그램의 기능들이 오류를 해결하는데 전반적으로 도움이 되었다.		4.6

기능의 유용성에 대한 평가 결과를 살펴보았을 때 지원시스템이 로봇 프로그래밍에서 오류를 감소시키고 해결하는데 도움이 되었음을 알 수 있었다. 대부분 평가 문항들에 4.5이상의 높은 점수를 주었으며, 그 중 NXC 명령어가 세트화된 것에 가장 많은 점수가 주어졌다. 오류 내용 분석 결과에서 보았듯이 '필요한 명령을 누락한 로봇 제어' 오류가 많이 발생하여 학습자들이 어려움을 겪고 있었다. 하지만 누락된 명령의 대부분이 명령어 세트화를 통해 누락을 방지할 수 있는 것이었기 때문에 실제 명령어 세트화가 이루어진 것에 대해 좋은 평가가 나온 것으로 판단된다.

';'의 누락에 인한 오류는 발생 횟수가 가장 많았던

오류 내용이었기 때문에 이러한 오류를 방지할 수 있는 기능의 점수가 다른 기능의 점수보다 높았던 것으로 판단된다.

개방형 응답에서는 오류 해결 지원 도구에 대해 전반적으로 만족하는 의견과 한글 명령어의 사용, 오류 메시지의 한글화에 대한 긍정적인 의견이 많이 있었다. 하지만 개방형 응답을 통해 프로그램에서 더 보완되어야 할 점을 찾아볼 수 있었다.

우선 띄어쓰기로 인해 한글 명령어가 인식되지 못하는 경우이다. NXC명령어와 한글 명령어가 1대1로 대응되어 변환되고 있기 때문에 제시된 한글 명령어와 다르게 명령어를 쓰게 될 경우 NXC명령어로 변환되지 않는다. 한 명령어를 제외하고 모든 한글 명령어에는 띄어쓰기가 필요없지만 한글 명령어 사이에 띄어쓰기로 인해 빈 칸이 입력되었을 때에는 변환이 되지 않아 불편함이 발생하였다.

다음으로 학생들이 조금 더 쉽게 쓸 수 있는 한글 명령어 사용이 필요함을 알 수 있었다. 한글 명령어 명칭을 정하는 과정에서 학생 수준이 충분히 고려되었다고 판단하고 학생들의 의견을 더 많이 반영하지 못해 학생들이 다소 어렵게 느낄 수 있는 한글 명령어가 포함되었다.

6. 결론

로봇 프로그래밍 교육은 로봇이라는 구체물이 프로그래밍을 통해 동작되는 과정을 통해 학습자들의 흥미를 유발시킬 뿐 아니라 창의적 문제 해결력과 논리적 사고력을 신장시킬 수 있다. 그러나 실제 로봇 프로그래밍 교육을 실시해 보면 학습자들이 여러 가지 오류로 인해 많은 어려움을 겪고 있음을 알 수 있었다. 이에 본 연구에서는 학습자들이 자주 발생시키는 오류를 분석하고 이를 토대로 로봇 프로그래밍 학습자들이 오류를 줄이는데 도움이 되도록 지원시스템을 개발하고 투입해 보았다.

연구를 통해 NXC언어를 기반으로한 로봇 프로그래밍에서 로봇 제어를 위한 명령어의 부정확한 사용 및 로봇 특징, 동작원리에 대한 이해 부족으로 인한 오류가 가장 많이 발생됨을 알 수 있었으며, 학습자들이 로봇 프로그래밍을 시작하는 단계에서 논리 오

류를 찾고 해결하는 과정보다는 로봇과 NXC언어 문법에 대한 지식 부재와 실수에 의한 오류를 찾고 수정하는데 많은 노력이 소요되고 있음을 알 수 있었다.

개발된 지원시스템은 로봇 프로그래밍에서 발생하는 오류를 줄이고 그 해결을 지원하기 위해 NXC명령어를 세트화하고 NXC언어 및 오류 메시지를 한글화하였다. 뿐만 아니라 학습단계별 예제소스를 볼 수 있도록 하였으며, 도움말 기능과 주요 코딩 오류 제거 기능을 제공하고 있다.

지원시스템을 적용하여 프로그램 기능의 원활성과 유용성에 대한 만족도를 알아본 결과 기능 수행이 원활하였으며, 프로그램에서 제공되는 주요 기능인 한글화, 명령어 세트화, 도움말 및 기타 기능들이 학습자들의 오류 감소 및 해결에 도움이 됨을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] 교육인적자원부(2005), 초·중등학교 정보통신기술 교육 운영지침, 교육과정자료354.

[2] 김소연, 설문규(2010), 게임식 로봇교육을 통한 초등학생의 논리적 사고력 변화, 정보교육학회 논문지 14-1, 111-121.

[3] 김은옥(2003), 아동의 ICT활용 오류 유형 분석 및 처치방안, 대구교육대학 교육대학원 석사 학위 논문.

[4] 남재원, 유인환(2009), 로봇프로그래밍에서 발생하는 학습자의 오류 분석, 한국정보교육학회 2009년동계학술발표논문집 14-1, 183-188.

[5] 배영권(2006), 창의적 문제해결력 신장을 위한 유비쿼터스 환경의 로봇프로그래밍 교육 모형, 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.

[6] 서영민, 이영준(2010), 초등정보영재의 창의성 신장을 위한 교과 통합 로봇 프로그래밍 수업 모형, 컴퓨터교육학회논문지 13-1, 19-26.

[7] 송정범, 백성혜, 이태욱(2009), 성별의 차이를 고려한 로봇 프로그래밍 학습이 여중학생의 몰입 수준과 문제해결력에 미치는 효과, 한국컴퓨터교육학회 논문지 12-1, 45-55.

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

[9] 유인환(2008), 로봇을 활용한 C 언어 학습 프로그램의 개발. 대구교육대학교 초등교육연구논총 24-1, 1-23.

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

[11] 이좌택(2004), 문제기반학습에 의한 로봇 제어 프로그래밍 수업이 중학생의 논리적 사고력에 미치는 효과, 한국교원대학교 대학원 박사학위 논문.

[12] 이정모, 이건호(1998), 초보자의 C 언어 학습과정에 대한 인지심리학적 분석 연구: 프로그래밍 학습과정 동안의 은유 사용의 효과, 인지과학 9-4, 75-93.

[13] Amruth N. Kumar(2004), Three Years of Using Robots in an Artificial Intelligence Course - Lessons Learned, ACM Journal on Educational Resources in Computing, 4-3, 2004, Article 1.

[14] 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, 21-4, 73-78.

[15] Fagin, B. S. & Merkle, L. S.(2003), Measuring the effectiveness of robots in teaching computer science. ACM SIGCSE Bulletin, Proceedings of the 34th SIGCSE technical symposium on Computer science education, 35-1, 307-311.

[16] Flowers, T. R. & Gossett, K. A.(2002), Teaching problem solving, computing, and information technology with robots. Journal of Computing Sciences in Colleges, 17-6, 45-55.

저 자 소 개



남 재 원

1999 대구교육대학교
(교육학학사)
2008 대구교육대학교
(교육학석사)
2007~현재
용항초등학교 교사
관심분야: 영재 교육, 로봇 프로그
래밍
e-mail: dreamlocust@naver.com



유 인 환

2000 한국교원대학교 컴퓨터교육과
(교육학박사)
2000~현재
대구교육대학교 컴퓨터교육과
부교수
관심분야: 프로그래밍 교육, 로봇
프로그래밍
e-mail: bluenull@dnue.ac.kr