

텐지블 프로그래밍 도구를 활용한 논리적 사고력기반의 초등 로봇 과제 개발 및 적용

권대용[†]

요 약

최근 초등학생을 대상으로 다양한 교육용 프로그래밍 언어와 교수학습방법이 개발됨에 따라 교육현장에서 활발하게 프로그래밍 교육이 이루어지고 있다. 그러나 대부분의 프로그래밍 교육이 초등학교 고학년 학생을 대상으로 하고 있으며, 문제해결과정 보다 도구의 사용법에 중점을 두고 있어서 정보교육 전반에 활용되기에는 한계가 있다. 정보교육에서 프로그래밍 활동이 활발히 이루어지기 위해서는 학습대상을 넓히고 교육내용을 사고력 측면에서 고려할 필요성이 있다. 따라서 본 연구에서는 초등학교 저학년 학생도 쉽게 사용할 수 있는 프로그래밍 도구와 사고력 향상을 중심으로 하는 프로그래밍 과제를 제안하였다. 프로그래밍 도구는 텐지블 유저 인터페이스(Tangible User Interface, TUI)를 기반으로 초등학교 저학년 학생도 쉽게 사용할 수 있도록 하였으며, 프로그래밍 과제는 로봇을 활용하여 논리적 사고를 향상시키는 목적으로 개발하였다. 실험을 통해 텐지블 프로그래밍 도구가 초등학교 저학년도 쉽게 사용할 수 있는 도구적 사용성을 나타내었고, 개발한 과제 또한 논리사고력 향상에 효과가 있음을 보여주었다.

주제어 : 프로그래밍, 텐지블 프로그래밍 도구, 논리적 사고력

Development and Application of Robot Task using Tangible Programming Tool for Elementary Students

DaiYoung Kwon[†]

ABSTRACT

Recently, programming education is being actively performed in education field with development of educational programming language and teaching and learning methods for elementary students. However, programming education have limit to apply to the overall computer science curriculum, because it is performed by more than 5th grade and focused on the utilization of programming tools than problem-solving process. It is necessary to expand the range of students and educational content considered with problem-solving process for encouraging programming education in computer science. In this study, we suggest the easy-to-use programming tool for lower grade(1st grade) and robot programming task based on improvement of student's thinking ability. We use Tangible User Interface(TUI) for elementary student's(1st grade) convenience of programming and developed the robot programming task for improvement of logical thinking. As a result of this experiment, tangible programming tool can be used easily in elementary students(1st grade) and developed robot programming task is effective in improvement of logical thinking.

Keywords : programming, tangible programming tool, logical thinking

[†] 종신회원: 고려대학교 정보창의교육연구소(교신저자)

논문접수: 2013년 04월 09일, 심사완료: 2013년 07월 01일, 게재확정: 2013년 07월 17일

* 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2011-358-B00037).

1. 서론

학생은 프로그래밍 활동을 통해서 보다 효과적인 문제해결방법을 찾기 위한 노력과 태도를 기르고[1], 결과를 직접 시뮬레이션 해 봄으로써 컴퓨터와 상호작용할 수 있다[2][3]. 정보교육에서 프로그래밍 활동은 정보통신기술(ICT)의 원리 이해를 위한 효과적인 방법이며 또한 창의력, 논리적 사고력, 알고리즘적 사고력과 같은 정보통신기술 기반의 문제해결력 향상을 위해 필수적으로 요구되는 사고력을 향상시키는 활동이다[4][5]. 이러한 활동을 위해서는 학생의 인지수준에 적합한 도구를 가지고 스스로 문제를 해결해보는 경험을 제공할 수 있는 환경이 요구되고 있다.

최근에는 ICT의 원리에 기반한 문제해결과정과 문제해결능력을 중시하고, 정보교과에서 다루는 핵심적인 사고인 알고리즘적 사고를 향상시키기 위한 목적으로 프로그래밍 교육이 이루어지고 있다[6][7]. 문제해결능력을 향상시키기 위해 학습자 수준에 적합한 Scratch[8], Etoys[9], Dolittle[10]과 같은 교육용 프로그래밍 도구가 다양하게 개발되어 교육적으로 활용되고 있다[11]. 교육용 프로그래밍 도구는 초보 학습자들이 직관적으로 이해할 수 있는 비주얼 기반의 명령어 또는 한글을 사용하여 손쉽게 프로그래밍 학습을 할 수 있다. 하지만 이러한 교육용 프로그래밍 도구도 ICT 교육 운영지침의 3단계인 초등학교 5, 6학년 정도의 인지 수준을 요구하고 있어 이보다 낮은 단계의 학생들에게 적용하기는 어려움이 있다. 또한 교육용 프로그래밍 도구를 원활하게 사용하기 위해서는 키보드를 사용하여 숫자나 문자를 입력하거나, 마우스를 사용하여 클릭 또는 드래그 & 드롭과 같은 조작성이 가능해야 한다. 위에서 요구되는 조작성 능력은 ACM에서 제시하는 기준에 비취볼 때, 초등학교 저학년 학습자들의 능력에 비해 높은 수준으로 인지적 부담이 증가될 수 있다[7].

텐지블 인터페이스(Tangible User Interface, TUI)는 쉽게 손으로 조작하는 물리적 환경에서 컴퓨팅 환경을 경험할 수 있어 인간과 컴퓨터가 효율적으로 상호작용할 수 있는 인터페이스이다[12]. TUI는 신체를 사용하는 상호작용을 통해 물리적인 차원에서 문제를 해결하는 과정과 결과를

확인 할 수 있어 인지수준이 낮은 어린학생에게 효과적인 것으로 밝혀졌으며[13], 이러한 TUI를 기반으로 프로그래밍 도구를 개발하는 연구들이 다양하게 진행되었다[14]. 특히 TUI기반의 프로그래밍 교육 환경과 GUI기반의 프로그래밍 교육 환경의 효과성을 비교한 연구에서 성인보다 어린학생들이 TUI를 활용하면 교육적 효과가 높아질 수 있는 것으로 나타났다[15].

교육용 로봇은 학생이 직접 로봇을 조작하는 과정에서 자연스럽게 동작 원리를 학습할 수 있어 스스로 체험하는 학습의 도구로써 다양한 교육현장에 사용되고 있다[16]. 특히 프로그래밍 학습에 있어서 교육용 로봇의 활용은 흥미를 유발하고 프로그래밍 결과를 물리적 환경에서 확인할 수 있어 초등학생들에게 매우 효과적일 수 있으며[17], 알고리즘 기반의 문제를 해결하는 프로그래밍 학습에 있어 그 효과를 극대화 할 수 있다.

최근 들어 문제해결력 향상을 위한 다양한 로봇 프로그래밍 활동이 개발되어 적용되고 있다[18]. 초등학생을 대상으로 활발하게 이루어지고 있으며 그 대상이 고학년에서 저학년까지 확장되고 있다. 그러나 최근까지의 국내 로봇 프로그래밍 활동 관련 연구는 주로 초등학교 고학년 이상에서 진행되어 왔으며, 프로그래밍을 위해 학습자가 컴퓨터를 직접 조작 하는 과정을 포함하고 있다. 이러한 환경을 초등학교 저학년 학습자에게 적용하기에는 인지적 부담을 줄 우려가 있다.

따라서 초등학교 저학년을 대상으로 하는 로봇 프로그래밍 활동 연구가 요구된다. 특히 초등 저학년을 위한 프로그래밍 활동 문제와 초등 저학년 인지수준을 고려하기 위한 텐지블 프로그래밍 인터페이스에 활용에 대한 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 초등 저학년을 위한 텐지블 프로그래밍 도구 기반의 로봇 과제를 개발하고 그 효과성을 검증하고자 한다. 세부 연구 내용은 다음과 같다.

- 1) 텐지블 프로그래밍 도구를 초등 저학년에 활용하고 적합성을 알아보기 위해 도구의 사용성을 평가한다.
- 2) 초등 저학년을 위한 논리사고력 기반 로봇 과제를 개발하고 그 효과성을 분석한다.

2. 관련연구

2.1 교육용 로봇을 활용한 문제해결 활동

최근에는 학습자의 특성을 고려한 새로운 프로그래밍 교육 방법으로 로봇의 활용이 제안되고 있다. 프로그래밍 활동에서 로봇을 활용하는 것은 학습자의 흥미 유발, 참여도, 성취도 제고와 창의성 신장의 측면에서 의미 있는 효과가 있다[19]. 학생들은 대부분 로봇 자체에 대해 많은 흥미와 호기심을 가지고 있고, 스스로 조작할 수 있어 학습 흥미와 동기유발, 참여도, 몰입을 증진시킬 수 있다[18]. 또한 프로그램의 결과를 로봇의 움직임으로 확인할 수 있어 학습자 스스로 학습 대상과의 상호작용을 통한 자기주도적으로 학습할 수 있고, 놀이를 통한 교육활동인 에듀테인먼트(Eduainment)의 기능을 통해 창의력, 문제해결능력, 논리적 능력 등을 함께 키울 수 있다[20]. 즉, 교육용 로봇 기반의 문제해결활동은 학습자들의 고차원적 사고능력뿐만 아니라 프로그래밍 능력 향상에도 긍정적인 영향을 줄 수 있다.

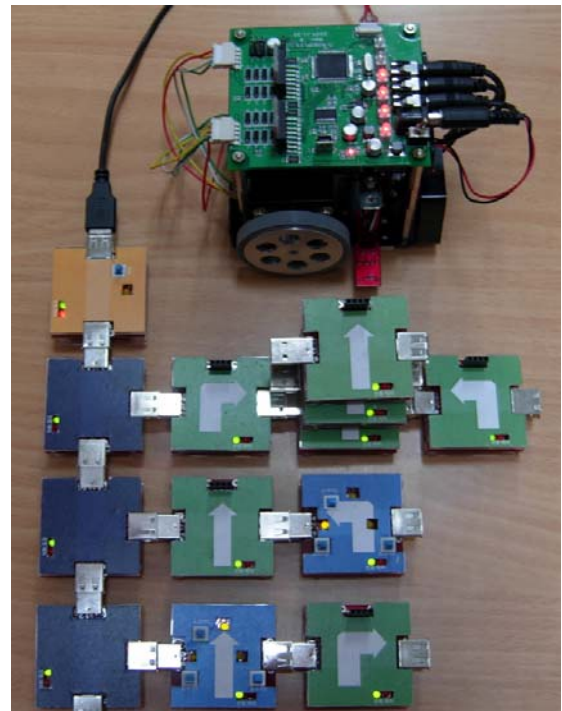
교육용 로봇 기반 교육에 대한 연구를 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 교육용 로봇을 효과적으로 활용하기 위한 교수학습방법에 대한 연구이다 [21][22]. 둘째, 주어진 로봇키트의 부품, 자신이 필요에 따라 스스로 설계해서 만든 부품 또는 주변의 재활용품이나 소품 등으로 사용자가 로봇을 제작하는 제작활동중심의 연구이다[23]. 셋째, 로봇 기반의 교과외 통합교육을 위한 연구이다 [24][25].

이처럼 대부분의 연구에서 로봇 교육은 수업 과정에 도움을 주고 학습자들의 흥미를 높일 수 있는 교구로 활용되고 있으며, 나아가 로봇을 조립하고 제어하는데 그 목적을 두고 있다. 이러한 로봇 기반 교육 활동은 초기에 학습자들의 흥미를 유도하고, 적극적인 수업 참여를 가져올 수 있으나 제한된 로봇 콘텐츠만으로 지속적인 관심 및 교육적 효과를 거두기는 어려울 수 있다. 따라서 로봇의 특성을 바탕으로 주어진 문제를 해결하기 위해 문제해결과정을 설계하고, 질차적인 문제해결과정을 바탕으로 로봇을 제어하는 문제해결중심의 교육용 로봇 활용이 요구되고 있다.

2.2 텐지블 로봇 프로그래밍 도구

2.2.1 Algorithmic Bricks

Algorithmic Bricks(A-Bricks)는 가로로 연결하거나 쌓아 올리는 두 가지 조작방법을 통해 프로그래밍의 기본요소인 순차, 반복, 분기, 변수, 함수를 사용할 수 있다.



[그림 1] Algorithmic Bricks(A-Bricks)

초등학교 1학년을 대상으로 TUI 기반의 A-Bricks와 GUI 환경인 Scratch로 로봇 문제를 해결하는 시간과 성공률을 비교하였다[26]. 결과 단순한 로봇 이동 문제해결에서는 차이가 나타나지 않았으나 센서를 사용하는 조건문에서는 도구에 따라 문제 풀이시간과 성공률에서 차이가 나타났다.

2.2.2 Tern

Tern은 퍼즐모양의 명령어 조각을 조합하여 프로그래밍 할 수 있다. 퍼즐모양의 도구를 조립하면 책상 위의 캠을 통해 조합된 명령어를 로봇에게 전송하여 작동한다.



[그림 2] Tern

박물관을 방문한 학생과 가족을 대상으로 로봇을 이동시키는 문제를 TUI 기반의 Tern과 GUI 기반의 Scratch로 각기 풀이한 이후 비교하였다 [15]. 결과 여학생, 남학생, 여자성인에서는 Tern이 스크래치에 비해 문제를 해결하는데 도움을 주는 것으로 나타났다.

2.2.3 Bricks

Bricks은 Logo Block과 LEGO Mindstorms의 GUI를 바탕으로 개발한 탠지블 인터페이스 프로그래밍 환경으로 레고의 블록을 순서대로 결합하여 프로그래밍 할 수 있도록 구현하였다[27].



[그림 3] Bricks

학생이 이해하기 쉽고, 자유롭게 결합하거나 분리할 수 있고, 적은 수의 명령어 블록을 가지고 있어 간단하고, 외부의 다른 도구 없이도 디버깅할 수 있다. 또한 매개변수를 입력을 받을 수 있고, 입력된 변수들을 처리하거나 계산할 수 있다. 확장카드를 블록에 삽입하여 부저, 변수입력 등을 사용할 수 있다.

2. 로봇 과제

2.1 로봇 과제의 설계

본 연구에서는 절차적인 문제해결과정을 바탕으로 학습자들의 논리적 사고력을 향상시킬 수 있는 문제해결중심의 로봇 과제를 개발하였다. 본 연구에서 활용된 로봇 과제는 학습자의 논리적 사고력 수준을 고려하여 컴퓨터교육학 박사 2인 및 컴퓨터교육학 박사과정 4인의 총 6인으로 구성된 연구진을 통해 개발되었다. 로봇 과제 개발을 위해서 로봇의 조작적 특징과 논리적 사고력 요소와의 관련성을 <표 1>과 같이 분석하였다.

<표 1> 로봇의 조작적 특징과 논리적 사고력

구분	로봇의 조작적 특징	논리적 사고력 요소
구체적 조작기 ~ 형식적 조작기 초반	프로그램작성 및 로봇에 전송	보존
	진진	보존, 비례
	좌회전	보존, 비례
	우회전	보존, 비례
형식적 조작기	센서 진진	보존, 비례 변인통제, 조합
	센서 좌회전	보존, 비례 변인통제, 조합
	센서 우회전	보존, 비례 변인통제, 조합

Piaget의 인지발달단계에 따르면 초등학생(8~13세)은 구체적 조작기와 형식적 조작기 초반의 인지발달단계라고 볼 수 있다[28]. 먼저 학습자들이 프로그래밍 블록을 조합하고 로봇에 전송하는 과정을 수행하기 위해서는 작성한 프로그램이 로봇에 전송되더라도 같은 동작을 수행한다는 보존 논리 개념이 요구된다. 이후 학습자들이 원하는 위치까지 로봇을 이동시키기 위해서 블록을 조합하고 필요한 블록을 추가하는 과정에서 비례 논리 개념이 요구된다. 마지막으로 로봇에 센서가 추가되면 학습자들은 센서의 조건에 따라 로봇의 이동 및 회전을 통제할 수 있으며, 센서의 개수가 늘어남에 따라 다양한 문제해결방법을 도출해 낼 수 있으므로 변인통제논리 및 조합논리 개념이 요구된다.

따라서 본 연구를 통해서 개발된 로봇 과제는 주어진 경기장에서 출발지와 목적지가 제시되고, 주어진 조건에 따라 로봇이 움직이는 알고리즘을 구성하도록 설계하였다. 과제는 수준에 따라 총 5 단계로 설계하였다. 1단계는 보존논리 및 비례논리와 관련된 논리적 조작을 기반으로 과제를 해결할 수 있도록 설계하였다. 2~5단계는 비례논리, 변인통제논리 및 조합논리와 관련된 논리적 조작을 기반으로 센서를 활용한 과제를 해결할 수 있도록 설계하였다.

2.2 로봇 과제의 개발

개발된 로봇 과제의 세부 단계와 내용은 <표 2>와 같다.

<표 2> 로봇 과제의 단계 및 내용

인지 발달수준	단계	목적	내용
구체적 조작기	1 단계	보존, 비례 논리 조작	“진진, 우회전, 좌회전” 하여 로봇이 목적지에 도착
형식적 조작기	2 단계	보존, 비례, 변인통제, 조합논리 조작	센서의 감지조건을 설정하여 진진 명령어를 이용하여 로봇이 목적지에 도착
	3 단계	보존, 비례, 변인통제, 조합논리 조작	센서의 감지조건을 설정하여 진진, 우회전, 좌회전 명령어를 이용하여 로봇이 목적지에 도착
	4 단계	보존, 비례, 변인통제, 조합논리 조작	센서의 감지조건과 감지위치를 설정하여 로봇이 목적지에 도착
	5 단계	보존, 비례, 변인통제, 조합논리 조작	두 가지 이상의 문제해결방법을 찾아 센서의 감지조건과 감지위치를 설정하여 로봇이 목적지에 도착

1단계의 로봇 과제는 A-Bricks의 진진, 우회전, 좌회전 명령어를 사용하여 주어진 과제를 해결할 수 있도록 구성하였다. 진진 블록 한 개는 로봇이 한 블록씩 진진하고, 회전 블록 한 개는 회전하는 방향으로 로봇이 90도 회전한다.



[그림 4] 1 단계 과제 유형의 예

2 단계는 로봇의 센서를 설정하여 설정된 센서가 검정색 선에 닿을 때 까지 로봇이 진진하는 과제이다. 로봇은 앞, 좌, 우에 적외선센서를 가지고 있어 검정색 선을 인식할 수 있고, 센서전진 블록에서 로봇이 사용하는 센서를 선택하여 선택한 센서가 검정색 선에 닿을 때 까지 로봇을 진진시킬 수 있다.



[그림 5] 2 단계 과제 유형의 예

3 단계는 로봇의 센서를 설정하여 설정된 센서가 검정색 선에 닿을 때 까지 로봇이 회전하는 과제이다. 센서우회전, 센서좌회전의 블록에 사용하고자 하는 센서를 설정하여 주어진 과제를 해결할 수 있다.



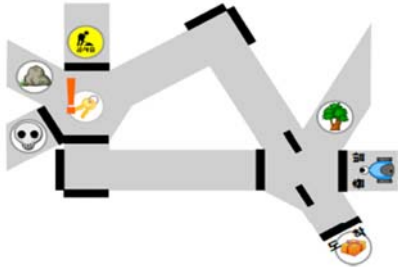
[그림 6] 3 단계 과제 유형의 예

4 단계는 로봇을 움직이는 경기장에 학생이 직접 검정색 테이프를 붙여 스스로 경기장을 만들고, 스스로 제작한 경기장에 따라 로봇 과제를 해결할 수 있다.



[그림 7] 4 단계 과제 유형의 예

5 단계는 다양한 해결방법을 가지고 있는 과제로 학생이 다양한 문제해결방법을 찾도록 구성하였다.



[그림 8] 5 단계 과제 유형의 예

3. 연구방법

4.1 연구대상

경기도 K시의 H초등학교 1학년 11명(남:9명, 여:2명)을 대상으로 6주간 연구를 진행하였다. 연구대상 중 방과후학교, 사교육 등 이전에 로봇교육을 경험한 학생은 없는 것으로 조사되었다.

4.2 연구절차

텐지블 프로그래밍 도구 기반 로봇 과제 해결 활동의 효과성을 검증하기 위한 연구 절차는 <표 3>와 같다.

<표 3> 연구절차

연구절차	내용	도구
실험대상 모집	공지 후 모집	교육안내서
사전검사	논리적사고력	GALT
사후검사	사용성 평가	ISO-9214-171
	논리적사고력	GALT

먼저 선정된 초등학교의 1학년 학생들에게 교육내용을 공지하고 실험대상을 모집한 후 교육 프로그램을 적용하였다. 교육에 참여한 학습자들의 논리적 사고력 변화를 알아보기 위해서 논리적 사고력 검사도구인 GALT(Group Assessment of Logical Thinking)를 사전검사와 사후검사(GALT 축소판)로 실시하여 그 결과를 분석하였다. 또한 교육 프로그램 이후 텐지블 프로그래밍 도구의 사용성(ISO-9214-171)에 대한 설문을 진행하였다.

4.3 연구도구

4.3.1 GALT 검사

본 연구에서는 축소화된 GALT검사(Group Assessment of Logical Thinking)[29]를 수정하여 활용하였다. 축소화된 GALT는 총 12 문항으로 구성되어 있으며, 보존논리, 비례논리, 상관논리, 확률논리, 변인통제논리, 조합논리의 6가지 논리적 사고력을 측정한다.

본 연구의 대상이 되는 초등학교 1학년 학생들은 구체적 조작기 수준으로 형식적 조작기 수준의 논리적 조작은 높은 인지적 부담이 발생할 수 있다. 따라서 초등학교 1학년 학습자들의 수준에 맞지 않는 상관논리, 확률논리의 문항을 배제하였다. 또한 교육과정을 고려하여 사용하는 단어와 그림을 선정하였다.

4.3.2 사용성 평가 도구

사용성을 평가하는 도구는 초등학교 저학년의 수준을 고려하여 ISO9214-171[30]의 사용성 평가 요소 중 편리성, 이해성, 즐거움 요소를 추출하여 설문문항으로 구성하였다. 설문문항은 5점 Likert 척도이고, 초등학교 1학년 학생을 대상으로 파일럿하여 최종 완성된 문항은 총 6문항이다.

<표 4> 사용성 평가도구

구분	번호	내용
편리성	1	블록의 사용방법이 편리하다고 생각한다.
	2	블록은 내가 과제를 해결하는데 사용하기 쉽다고 생각한다.
이해성	3	블록의 사용방법을 다른 친구에게 설명할 수 있다.
	4	블록의 사용방법을 기억하기 쉽다고 생각한다.
즐거움	5	블록을 사용하는 것은 재미있다고 생각한다.
	6	블록은 흥미롭고, 계속 사용해 보았으면 좋겠다고 생각한다.

4. 연구결과 및 분석

4.1 텐지블 프로그래밍 도구의 사용성 분석

텐지블 프로그래밍 도구인 A-Bricks에 대한 사용성에 대한 평가결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> 사용성 평가 결과

구분	편리성	이해성	즐거움	총점
사용성	4.40(0.81)	3.90(1.15)	4.55(0.76)	4.28(0.66)

도구를 사용하는 것에 흥미와 재미를 느끼는 즐거움에 4.55점으로 가장 높게 나타났고, 사용방법의 편리성이 4.40점으로 높게 나타났다. 사용자가 사용방법을 기억하고, 다른 사람에게 쉽게 설명할 수 있다고 인식하는 이해성에 대해서는 3.90점으로 가장 낮게 나타났다. 사용성 전체 점수가 4.28점으로 나타나 A-Bricks의 사용에 대한 학생들의 인식이 긍정적임을 알 수 있다.

인터뷰를 통해 사용성에 대해서 질문한 결과, 학생이 수업시간이 지나가는 것에 대해서 느끼지 못할 정도로 몰입을 하여 로봇 과제를 해결하였다고 응답하였고 도구 자체를 사용하는 방법은 쉽지만 로봇 과제를 해결하는 것은 쉽지 않다고 응답하였다. 또한 이해성에 대해서 질문한 결과, 학생이 다른 친구에게 사용방법을 설명하는 것이 로봇 과제를 해결하는 방법을 포함하여 설명하는 것으로 인식하여 어렵다고 느낀 것으로 나타났다.

4.2 논리적 사고력 결과

텐지블 프로그래밍 환경에서 로봇 과제 해결 활동 전후의 논리적 사고력 수준의 차이를 분석한 결과는 <표 6>과 같다.

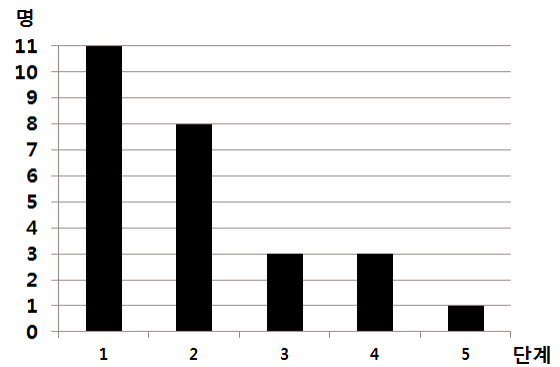
<표 6> 논리적 사고력 수준의 차이분석

구분	사전(A형)	사후(B형)	t	p
GALT	4.00(1.10)	5.18(1.32)	2.448	.034

텐지블 프로그래밍 환경에서 로봇 과제 해결 활동을 경험한 이후 GALT 검사의 결과(8점 만점)는 평균 5.18점으로 사전검사의 4.00점 보다 1점 정도 높았고, 유의수준 .05에서 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, GALT 검사가 1문항이 1점의 배점을 가지고 있는 것을 고려한다면, 전체적으로 사후에 약 1문제씩 더 맞춘 것으로 해석할 수 있다.

4.3 로봇 과제 활동 분석

실험집단의 학생들이 6주간 과제를 해결한 결과는 [그림 9]과 같다.



[그림 9] 로봇 과제해결 결과

구체적 조작기 수준의 로봇 과제인 1단계까지는 모든 학생이 과제를 해결하였고, 단계가 상승하면서 과제를 해결하는 학생의 숫자가 감소하는 것으로 나타났다. 보존논리와 비례논리를 사용하는 1단계 과제는 모든 학생들이 해결하였지만, 변인통제논리와 조합논리가 복합적으로 사용되는 형식적 조작기 수준의 과제인 2단계에서부터는 어려움을 느끼는 것으로 나타났다.

실험 대상인 초등학교 1학년 학생들은 구체적 조작기로서, 비례논리나 변인통제논리 및 조합논리와 같은 형식적 조작기 수준의 논리적 조작에 어려움을 느낄 수 있다. 그러나 본 연구의 결과를 살펴보면 과제의 난이도에 따라 해결한 학생이 감소하고 있지만, 형식적 조작기 수준의 논리적 조작을 수행하고 과제를 해결한 경우가 나타났다. 이러한 결과는 텐지블 프로그래밍 도구를 활용하여 높은 수준의 논리적 조작을 좀 더 쉽게 해줄 수 있으며, 학습자들의 사고 수준을 높이는데 도움이 됨을 알 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 초등학교 1학년 학습자를 대상으로 텐지블 프로그래밍 도구와 개발된 논리 사고력 로봇 과제를 적용 하였다. 실험 결과를 통해 초등 저학년 수준에서 텐지블 프로그래밍 도구의

높은 사용성을 보여 주었으며 또한 개발한 로봇 과제가 학습자의 논리사고력 향상에 유의미함을 보여 주었다.

본 연구는 로봇 과제 활동 분석에서 학습자들이 자기 수준보다 높은 과제를 해결하는 매우 의미 있는 결과를 보여주었으나 이를 구체적으로 분석하지 못한 한계점이 있다. 향후 로봇 과제를 해결하는 과정을 인지발달 수준과 과제 풀이 특성에 따라 세분화 하여, 논리적인 사고와의 관련성을 밝혀내는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Pepert. S. (1993). *Mindstorm : Children, Computer, and Powerful Ideas*. NY : Basic Books 2 edition.
- [2] Mitchel R. (2009). Growing Up Programming : Democratizing the Creation of Dynamic, Interactive Media. *ACM CHI 2009* April 2-9, 3293-3296.
- [3] Tucker A. (2002). Expressive Autonomous Cinematography for Interactive Virtual Environments. *Autonomous Agents*, Barcelona, Spain, 317-324.
- [4] 문외식 (2005). 초등학생의 논리적 사고력 및 문제해결 능력 향상을 위한 프로그래밍 교육 과정 모델. **정보교육학회지**, 9(4), 595-605.
- [5] 홍재운 · 이수정 (2009). 메타인지 수준에 따른 EPL프로그래밍 학습이 논리적 사고에 미치는 영향. **정보과학회논문지**, 36(6), 498-507.
- [6] 차승은 · 김정아 · 김종혜 · 이원규 (2008). 프로그래밍 교육과 필요성의 인식변화에 관한 연구. **컴퓨터교육학회**, 12(1), 1-13.
- [7] A Model Curriculum for K-12 Computer Science : Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee(2003). *Computer Science Teacher Association*.
- [8] Lifelong kindergarten Group at the MIT media lab. Scratch Programming Language. <http://scratch.mit.edu/>
- [9] A. Kay (2005). Squeak Etoys, Children & Learning. *View Point Research Institute Research Note RN-2005-001*. 1-7.
- [10] S. Kanemue. Dolittle Programming Language. <http://dolittleeng.eplang.jp>
- [11] 권대용 외 (2004). 중등 컴퓨터과학교육을 위한 객체지향형 EPL ‘두리틀’의 적용 및 평가. **컴퓨터교육학회**, 7(6), 1-12.
- [12] Eva Hornecker., & Jacob B. (2006). Getting a Grip on Tangible Interaction : A Framework on Physical Space and Social Interaction. *ACM CHI 2006*, April 22-27.
- [13] Paul Marshall. (2007). Do tangible interfaces enhance learning?. *ACM TEI 2007*, 163-170.
- [14] Timothy S., & Mc Nerney. (2004). From turtles to Tangible Programming Bricks : explorations in physical language design. *Personal and Ubiquitous Computing*, 8(5), 326-337.
- [15] Michael S. H. (2009). Comparing the Use of Tangible and Graphical Programming Languages for Informal Science Education. *ACM CHI 2009*, 975-984.
- [16] Maya Sartatzemi1, Vassilios Dagdilelis2, and Katerina Kagani (2005), Teaching Programming with Robots: A Case Study on Greek Secondary Education. *LNCS 3746*, 502-512.
- [17] Soumela Atmatzidou, Iraklis Markelis, Stavros Demetriadis (2008). The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning, *SIMPAN 2008*, 22-30.
- [18] 유인환 · 채재호 (2008). 로봇을 활용한 초등 학교 프로그래밍교육 방안. **정보교육학회**, 12(3), 293-302.
- [19] 유인환 (2005). 창의적 문제해결력 신장을 위한 로봇 프로그래밍의 가능성 탐색. **교육과학연구**, 36(2), 109-128.
- [20] 최해심 외(2005). 두리틀 로봇 프로그래밍 일원화를 위한 로봇 객체 설계. **컴퓨터교육학회**, 8(6), 23-31.
- [21] 문외식 (2007). 교육용로봇을 이용한 프로그래밍 학습 모형-재량활동 및 특기적성 시간에 레고 마인드스톰의 Labview 언어 중심으

- 로. **정보교육학회논문지**, 11(2), 231-242.
- [22] 허경 (2011). PBL 기반 초등 로봇 프로그래밍 교육과정 개발. **정보교육학회논문지**, 15(4), 543-550.
- [23] Park, I. W., & Kim, J. O.(2011). Philosophy and Strategy of Minimalism-based User Created Robots(UCRs) for Educational Robotics-Education. *International Journal of Robots, Education and Art*, 1(1), 26-38.
- [24] 한정혜 외 (2011). 초등정규교육과정에서 STEAM을 위한 로봇 활용 교육. **정보교육학회논문지**, 15(3), 483-491.
- [25] 박정호·김철 (2010). 초등학교 교과통합 로봇활용교육 프로그램 개발에 관한 연구. **정보교육학회논문지**, 14(1), 35-44.
- [26] DaiYoung Kwon etc. (2012). Algorithmic Bricks: A Tangible Robot Programming Tool for Elementary School Students. *IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION*, 55(4), 474-479.
- [27] McNerney, T. (2000). Tangible Programming Bricks: an approach to making programming accessible to everyone. MASTER OF SCIENCE IN MEDIA ARTS AND SCIENCES at the Massachusetts Institute of Technology.
- [28] Bärbel Inhelder, Jean Piaget, Anne Parsons, *Stanley Milgram. The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. Basic Books, 1958.
- [29] Roadrangka B., Yeany R. H. & Padilla M. J. (1982) *GALT. Group Test of Logical Thinking*, University of Georgia, Athens.
- [30] ISO9241-171(2008). Ergonomics of human-system interaction - Part 171. www.iso.org.

권대용



2003 고려대학교 사범대학
컴퓨터교육과(이학사)

2006 고려대학교 대학원
컴퓨터교육학과(이학석사)

2011 고려대학교 대학원 컴퓨터교육학과(이학박사)

2011~현재 고려대학교 정보창의교육연구소
연구교수

관심분야: 컴퓨터교육, EPL, 교육용 로봇

E-Mail: daiyoung.kwon@inc.korea.ac.kr