

스토리텔링을 활용한 로봇 프로그래밍 수업의 효과

박정호¹ · 김철^{2*}

¹도이초등학교 · ²광주교육대학교 컴퓨터교육과

요약

21C 미래 학습자는 지식과 기능을 종합하고 적용하여 문제를 슬기롭게 해결할 수 있는 창의적 사고력과 문제해결능력이 요구되는데 최근 초중등학교 현장에서 연구되고 있는 로봇교육이 효과적인 방안으로 보고되고 있다. 이러한 로봇교육은 기존의 방과 후 수업 중심에서 정규교과에 활용하는 통합적 접근으로 다양해지고 있으며 활발한 연구가 진행 중에 있다. 하지만 긍정적인 연구결과 외에 초등학교 학습자가 보다 친숙하게 로봇과 프로그래밍을 배울 수 있는 환경에 관한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 초등학교 학생들이 로봇과 프로그래밍을 쉽게 배울 수 있도록 학생들에게 친숙한 스토리텔링을 활용하여 로봇수업을 실시하였으며 연구결과 프로그래밍 지식 습득에서의 향상 및 로봇수업에서의 긍정적인 학습태도 형성을 확인하였다. 또한 로봇수업에서 스토리텔링이 로봇수업의 전체적인 학습맥락을 제공하고 지속적인 학습동기를 제공하는 것으로 나타났다.

키워드 : 스토리텔링, 로봇교육, 프로그래밍

An Effect of Storytelling-based Robot Programming Class

Jung-Ho, Park¹ · Chul, Kim²

¹Doi Elementary School ·

²Dept. of Computer Education, Gwangju National University of Education

ABSTRACT

21C future learners are required to have creative thinking and problem-solving capability to address an issue wisely by integrating and applying knowledge and functions. The robot education that has recently been studied in primary and secondary schools was reported to be effective in satisfying the requirements. The robot education varies ranging from the existing after-school education to an integrated approach used for regular curriculums, and has actively been studied. Nevertheless, aside from positive study results, any studies on the environment where primary school students can learn robot and programming knowledge more friendly is still insufficient. Therefore, this study was intended to give students a robot class with the use of storytelling friendly to students in order for primary school students to learn robot and programming knowledge with ease. The study result showed that acquirement of programming knowledge was improved, and that the students had a positive learning attitude. In addition, it was found that the storytelling of the robot class helped provide the entire learning

* 이 논문은 2010년도 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2010-0021820).

** 교신저자: 김철(광주교육대학교 컴퓨터교육과)

논문투고: 2012-05-08

논문심사: 2012-05-08

심사완료: 2012-06-11

context and continuous learning motivation for the students.

Keywords : Storytelling, Robot Education, Programming

1. 연구의 필요성 및 목적

21C 미래의 학습자는 지식과 기능을 종합하고 적용하여 문제를 해결할 수 있는 창의성, 비판적 사고 능력, 문제해결능력, 동료와의 상호작용 그리고 협력적 능력이 요구되고 일선 교육현장에서도 이와 관련한 교육의 필요성이 대두되고 있다[24].

최근 국내의 초중등학생을 대상으로 하는 다양한 로봇교육 연구가 수행되고 있는데 주목할 만한 점은 창의성 및 문제해결능력과 같은 고차원의 사고능력 신장과 정의적 요인과 관련한 긍정적 연구결과가 꾸준히 보고되고 있다[5][16][23]. 그리고 이와 같은 학습경험은 지리적 위치, 사회적 지위, 성별에 상관없이 학습자에게 학습 동기를 제공한 것으로 나타났다[22]. 이러한 로봇의 설계 및 구성에 참여한 학생은 능동적으로 자신의 학습에 참여하고 문제해결능력 개발, 고차원의 사고의 적용 및 동료와 협동적으로 작업하게 된다[12].

또한 교실수업에서의 로봇의 활용은 수업개선의 가능성도 갖고 있는데 로봇이 구성주의 학습 환경을 제공하기 때문이다. 교수학습이론인 구성주의(constructivism)에서는 학습맥락의 중요 관점으로서 '실행에 의한 배움'으로써 로봇 활동의 교육적 가치를 강조하고 있다[19]. 구성주의에서 창조될 활동결과물은 사고의 대상인 물체로서 학습자에게 구체적으로 조작, 체험할 수 있는 도구를 강조한다.

하지만 일선현장에서 로봇교육을 지도할 우수한 교사자원이 부족하고[9], 또한 로봇이 교구로서 학교현장에 성공적으로 안착하고 효과적으로 활용되기 위해서는 무엇보다 교사들의 인식 개선을 위한 노력이 필요하다[7]. 또한 학습자의 특성 및 관심에 따른 로봇 프로그래밍 교수 전략이 개발되어야 한다는 지적이 있다[3]. 그리고 이젠 학습자 측면에서 보다 쉽게 로봇과 프로그래밍을 배울 수 있는 전략적 측면의 연구가 필요한 시점이다.

초등학교 학생들에게 로봇은 흥미로운 교구이기도 하겠지만 로봇 구조물의 설계 및 조립활동과 로봇 제

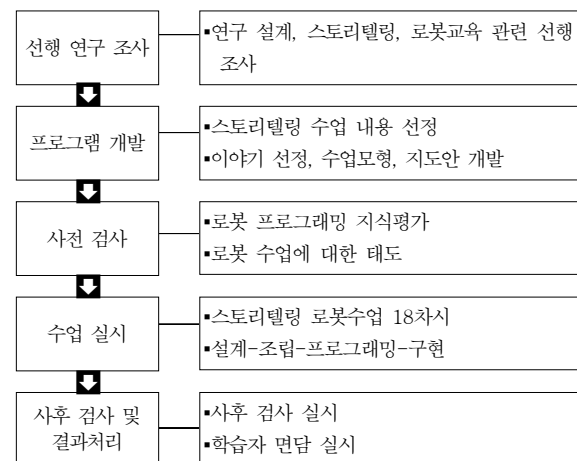
어를 위한 프로그래밍 활동은 인지적 부담을 초래한다.

Papert(1993)에 따르면 초등학교 단계의 학습자는 의미 있는 발명, 창작과 같이 스스로 표현하는 활동에 참여할 때 더 잘 이해한다고 하였다[17]. 이러한 관점을 로봇교육에도 적용하면 학습자에게 친숙한 이야기를 로봇교구로 창작 및 표현하는 활동을 제공함으로써 학습 흥미를 부여하고 이해력을 신장시킬 수 있을 것이다.

스토리텔링은 인간이 지식을 전달하고 경험으로부터 의미를 발생시키는 가장 기초적인 방법으로 어린 이들도 사건의 순서를 잘 이해하고 있다. 전통적인 지식 전달의 방식과는 달리 이야기는 내용 지식 전달의 풍요로운 맥락과 구조를 제공한다. 왜냐하면 스토리텔링은 간결하고 구체적인 예시를 제공함으로써 학습자 이해를 돕기 때문이다.

전통적인 학교의 학습 경험은 이와 같은 자연적 맥락이 부재하여[10] 학습에서 부자연스러운 결과를 초래하고 학생들이 지식을 형성하는데 어려움을 겪게 하는데 반해 스토리텔링은 구성주의에서 강조하는 학습맥락을 제공하여 능동적인 학습자 참여를 유도해 낼 수 있다.

따라서 본 연구는 초등학교에서 로봇교육의 한 방안으로 내러티브 방식인 스토리텔링을 활용하는 것으로서 연구 수행내용을 도식화하면 다음 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 연구 내용 및 방법

2. 관련 연구

2.1 로봇교육

로봇교육은 소양교육과 활용교육으로 구분될 수 있는데 소양교육은 구조물, 센서, 액추레이터 등의 하드웨어 및 로봇동작의 원리를 학습하는 ‘로봇자체에 관한 교육’이고 활용교육은 로봇을 학습교구로 활용하여 교과의 학습을 지원하는 것이라 할 수 있다. 교과학습에 활용되기 위해서는 기초적인 소양교육이 선행되어야 하는데 소양과 활용은 균형적인 관계를 가져야 한다.

로봇교육은 학생들이 로봇을 조립하고 프로그래밍을 할 수 있도록 컴퓨터, 로봇, 그리고 부속품, 프로그램 등의 몇 개의 컴포넌트를 가진 환경을 제공함으로써 가능한데, 최근 초중등교육에서 로봇활용교육(educational robotics)은 기존의 프로그래밍 학습을 효과적으로 돕는 도구로서의 인식과 대화중심의 기능중심의 교육을 넘어 STEM(science technology engineering, mathematics) 교과와 언어, 예술 등의 다양한 교과학습에도 활용되고 있다[4][15].

2.2 스토리텔링(storytelling)

스토리텔링은 「Story」와 「Telling」의 합성어로서 우리말로 번역하면 ‘이야기하기’를 의미하는데 즉, 어떤 이야기를 만들거나 이야기를 남들에게 표현, 전달하는 행위를 지칭하는 것이다[1]. 서사적 내러티브 양식을 따르는 스토리텔링은 지식 전달의 풍요로운 맥락과 프레임워크를 제공하게 하는데 전통적인 방식의 지식 전달과는 달리 지식을 상황에 맞게 묘사하여 제공함으로써 학습의 몰입을 높인다. 왜냐하면 스토리텔링은 간결하고 구체적인 예시를 제공함으로써 학습자 이해를 돕기 때문이다.

Resinick(2007)은 로봇창작활동을 통한 창의성 신장에 관한 연구를 수행하였는데 학습자는 스스로 원하는 것을 상상하고 생각한 것을 기초로 창작활동을 하고 다른 사람들과 공유하고 반성하는 반복적인 경험을 통해 새로운 아이디어를 발생시킨다고 하였다 [18]. 즉 로봇은 스토리텔링 창작과정에서 등장인물,

배경의 표현 도구로 활용될 수 있으며 이 과정에서 창의적 활동이 기대될 수 있다.

2.3 스토리텔링과 로봇교육

로봇교육이 학습자의 창의성, 문제해결능력 등의 사고력 신장에 효과적인 도구라 할지라도 로봇을 효과적인 도구로 활용하기 위해서는 전략적 측면을 고려한 학습 환경의 설계가 필요하다. 따라서 전략적 측면으로 로봇교육에 스토리텔링을 적용한 연구를 고찰하였다. 로봇교육에서 스토리텔링은 다음의 세 가지 유형으로 활용되었다.

첫째, 교과의 개념 및 원리 학습을 지원하는 학습 맥락(context)으로써 활용되었다.

Williams(2010)는 각도, 거리, 피타고라스 정리, 회전 등의 수학적 개념을 스토리텔링 형식으로 제시하고 이야기 속 수학문제를 해결하는데 로봇 프로그래밍을 활용하도록 하였다. 스토리는 과제를 해결하는데 학습맥락을 제공하고 능동적으로 수학 문제를 해결하는데 동기 부여 및 효과적인 실습환경을 구축하는 효과적인 전략임을 확인하였다[23].

Bers 외(2002)는 초등학교 1~2학년 학생들에게 과학 교과의 ‘곤충의 한 살이’ 단원 문제를 스토리텔링 방식으로 제시하고 로봇을 활용하여 해결하게 한 결과 학습자는 학습전반에 대한 맥락을 제공받았으며 ‘생명의 주기’, ‘변태’, ‘균형’과 같은 과학 개념 형성에 긍정적 영향 및 로봇에 관한 관심과 흥미가 신장되었다[9].

프로그래밍 교육에서도 스토리텔링 로봇교육 과정과 시스템의 활용은 학업성취도에 유의미한 영향을 미쳤으며 로봇학습에 대한 흥미도와 몰입도의 향상을 가져왔다[6]. 이와 같은 연구결과에 비추어볼 때 로봇교육에서 스토리텔링의 활용은 교과의 개념 이해에 긍정적 가능성을 시사한다.

둘째, 스토리텔링이 에듀테인먼트(edutainment)의 소재로써 활용되었다. 이때 로봇은 캐릭터를 제어하는 컨트롤러로 활용되거나 직접 캐릭터의 역할을 수행하였다. 초등학교 국어수업에서는 PC 스크린의 캐릭터와 로봇 조종기를 연동시켜 제어함으로써 자신만의 독창적인 애니메이션을 만들 수 있는 새로운 형태

의 스토리텔링 환경을 구축하여 수업을 실시한 결과 긍정적인 동화 구연 수업 참여 유도 및 실제적인 역할극 경험을 제공하였다[2].

Ribeiro(2009)는 9-12살의 학생들을 대상으로 "Little Red Riding Hood"와 "The Three little pigs"의 이야기 표현도구로 로봇을 활용한 결과 학습자들은 로봇조립, 로봇을 위한 의상 설계 및 제작, 프로그래밍, 대화쓰기 등의 역할분담을 통해 성공적으로 프로젝트를 완성하고 학습 전 과정을 통하여 높은 수준의 동기와 열정이 발견되었다고 하였다[20]. 또한 로봇을 활용하여 공통과 같은 캐릭터를 여러 가지로 제작하고 움직일 수 있도록 프로그래밍한 후 동료와 짝을 지어 이야기, 배경을 창작하고 공유하게 하는 즉 동화구연에서 로봇이 등장인물 및 배경의 도구로 활용한 사례가 있다[21].

셋째, 스토리텔링이 로봇수업의 초반부에서 동기유발의 도구로써 활용되었다.

학생들은 이야기를 듣고 Roamer 로봇을 이야기의 등장인물처럼 꾸미고 프로그래밍 명령어를 내려 숲을 통과하는 게임형식의 프로젝트수업에서 교사와 학생의 소통과 공유가 향상되었다[11].

로봇 기술을 유치원에 도입하기 위한 방법으로 Bee-Bot을 활용하였는데 로봇제어에 필요한 기능을 소개할 때 스토리텔링을 매 차시 활용하였으며 각 그룹에게 설계, 그리기, 색칠하기 또는 Bee-Bot 배경을 위해 조립하는 역할을 부여하였다[8].

본 연구는 위의 스토리텔링 유형 중 두 번째인 에듀테인먼트에 해당된다고 볼 수 있는데 즉, 스토리텔링이 학습목표가 되는 동시에 학습 전 과정에서 학생들에게 흥미로운 소재를 제공하게 된다. 하지만 단순히 표현을 위한 도구로 로봇을 활용하는 것이 아닌 설계, 분석, 실행, 발표의 스토리텔링 수업모형에 따라 학습이 진행되며 이 과정에서 자연스럽게 프로그래밍을 접하고 다양하게 표현하는 과정을 통해 알고리즘에 대한 이해를 갖게 된다는 측면에서 기존 연구와 차이점을 갖는다고 볼 수 있다

3. 스토리텔링 활용 로봇교육 프로그램

아동들에게 감성적 체험의 기회를 부여하고 객관

적으로 형식화된 정보를 구체적인 맥락과 함께 제공하여 학습 흥미를 유발하고 학습효과를 증진시키는 스토리텔링의 장점을 로봇교육에 적용하기 위해 프로그램을 개발하였다.

3.1 스토리 개발

스토리는 인물, 사건, 배경이 학생들에게 친숙하고 로봇으로 표현이 용이한 주제를 활용하였으며 이야기 속에 구체적으로 로봇으로 구현하여야 할 활동내용을 안내하였다.

개발된 스토리의 예시는 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 수업에서 활용하는 스토리텔링 예

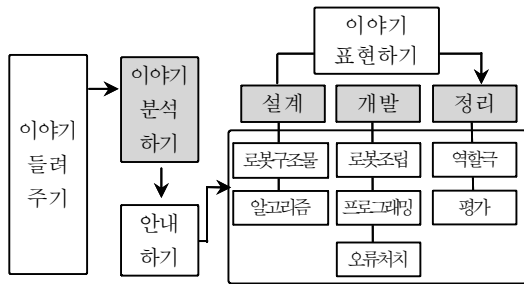
<호랑이의 생일잔치>
<p>옛날에 호랑이의 생일잔치가 있었어요. 호랑이가 동물들을 차례대로 초대를 하였습니다. 숲속에 사는 다양한 동물들이 생일을 축하해주기 위해 하나둘씩 모여들었습니다. 제일먼저 연못에서 <u>악어는 큰 입을 벌리며</u> "으악"하며 소리를 질렀습니다. 악어의 입은 사슴 한마리가 충분히 들어가고도 남은 크기였어요. 주위의 동물들은 모두 무서워 꼼짝을 할 수가 없었습니다. 그리고 악어는 계속 입을 벌렸다 오므리는 행동을 반복했습니다.</p> <p>뒤이어 호랑이의 영원한 맞수 사자가 <u>'포효하며'</u> 등장하였습니다. 나무 위에서 <u>새들도 춤을 추며 노래를 부릅니다</u>. 하늘에서는 비행기가 <u>프로펠러를 힘차게 돌리며</u> 지나가고 원숭이는 <u>힘차게 드럼을 치며</u> 즐거워합니다. 지나가던 <u>사냥꾼은 숲을 죽이며</u> 이들을 지켜보고 있습니다.</p> <p style="text-align: center;">- 중략 -</p>

위의 스토리 속에는 호랑이, 악어, 사자, 새, 비행기, 원숭이, 사냥꾼이 등장하며 각 등장인물은 순서와 제어 및 반복의 알고리즘 활동을 하게 된다.

이와 같은 환경을 구현하기 위해서는 학생들은 프로그래밍 활동을 수반하게 되는데 예를 들어 악어는 입을 벌리기 위해 모터를 반복적으로 동작시켜 입을 벌리고 닫는 활동을 하게 되고 새는 모터, 캠축의 움직임을 통해 춤을 추는 동작을 표현하게 할 수 있다. 반복적인 동작 표현을 위해서 여럿차례의 시행착오를 거쳐 모터의 회전, 역회전의 횟수를 알게 된다.

3.2 스토리텔링 로봇 수업모형

스토리텔링을 활용한 로봇 수업모형은 이야기를 듣고 줄거리를 분석한 후 등장인물, 사건, 배경을 단계별로 나누고 모듈별 로봇을 활용하여 배경 꾸미기, 로봇조립, 프로그래밍, 리허설 후 역할극을 실행하게 되며 로봇 수업 단계는 다음 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 스토리텔링 로봇수업 모형

학생들에게 이야기를 들려주면 모듈별로 장면을 나누고 각 장면별로 등장인물, 사건, 배경을 분석하게 된다. 로봇으로 이야기 표현을 위해 교사는 안내를 하고 학생들은 로봇의 설계 및 조립, 프로그래밍을 통해 등장인물, 무대(배경)를 표현하고 발표하게 된다.

교수학습 단계는 「이야기 들려주기」, 「이야기 분석하기」, 「안내 하기」, 「이야기 표현하기」로 구성되며 이야기 표현을 위한 「설계하기」, 「개발하기」, 「정리하기」로 세분화 된다.

「이야기 들려주기」 단계는 스토리텔링 활동으로 전체 학생을 대상으로 배경음악, 교사의 음성이 이야기의 상황에 어울리게 들려준다. 이때 들려줄 이야기는 학생들에게 친숙하고 대화하듯 내러티브 형식으로 전달한다. 또한 이야기를 들려주는 것은 학습과제를 학생들과 연결(connect)시키는 활동이라 할 수 있다.

「이야기 분석하기」는 모듈별 협의를 거쳐 전체 이야기를 장면에 따라 구분하게 되는데 시간별 또는 사건별로 나누는 활동을 하게 된다. 또한 나누어진 장면을 대상으로 인물, 사건, 배경을 분석하고 로봇으로 표현하기 위한 방법에 대한 협의를 거친다.

「안내 하기」에서는 로봇구조물 제작 및 프로그래밍 방법, 스스로 로봇장작 활동 안내 및 유의사항을

전달하는 단계이다.

「이야기 표현하기」 중 설계 단계는 로봇 구조물 설계 및 알고리즘 사고를 하는 단계이다. 이 단계에서 교사는 각 모듈별로 “○○은 무엇을, 어떻게 동작할 수 있을까?”와 같은 대화 형태의 관련 질문을 통해 표현하려는 것을 더 구체화할 수 있는 도움을 제공한다. 다음 <표 2>는 사고 자극을 위한 질문의 예시이다.

<표 2> 장면별 질문 예시

<p>[장면 A] 악어는 왜 큰 입을 갖고 있는 걸까? 악어가 연못에서 먹는 것은 무엇일까? 악어가 큰 입을 반복해서 벌리게 하려면 모터의 운동을 어떻게 하여 할까?</p> <p>[장면 B] 사자는 호랑이를 만나 무슨 이야기를 했을까요? 사자는 포효할 때 무슨 소리를 낼까요?</p>
--

개발 단계는 설계한 것을 기초로 로봇의 구조물, 스토리 배경을 꾸미고 프로그래밍 활동을 수행하게 된다. 프로그래밍에서 오류는 지속적인 시도를 통해 수정 및 보완한다. 또한 역할극에 사용할 배경음악을 준비한다.

끝으로 정리단계에서는 타 모듈과의 연계된 활동을 수행하는 단계로 전체 스토리에 맞게 학습자의 내레이션, 음악과 더불어 로봇 역할극을 수행하게 되고 상호 평가 및 정보공유를 통해 사고를 확장하게 된다.

4. 연구절차

4.1. 연구개요

연구 대상은 로봇에 관심을 갖는 학생을 대상으로 학기 초에 선발한 경기도 D초 로봇특성화반 20명이었다. 학생들은 3~6학년 학생들로서 남자 14, 여자 6명으로 이루어졌으며 이중 11명의 학생은 이전년도에 방과후 로봇 수업에 참여한 경험을 갖고 있었다.

연구에 WeDo 로봇 10sets를 활용하였으며 2인 1조의 짝과 협력학습으로 진행하였다. 총 연구기간은 18차시로 주당 2시간씩 2달에 걸쳐 실시하였다.

스토리텔링 로봇 수업 진행을 위해 수업 교사는 예행연습을 하였는데 컴퓨터 녹음기를 활용하여 시

간, 발음, 억양 등의 전달능력에 대한 사전 점검을 하였다. 또한 스토리 몰입감 증진을 위해 Cooper & Simods(2007)가 제시한 언어, 목소리, 표정 및 동작에 관한 지침을 기초로 반복 연습하였다[14].

4.2 수업 차시 및 내용

차시별 주제 및 수업은 다음 <표 3>과 같이 로봇, 프로그래밍 소양교육, 스토리텔링 I, II, III로 진행되었다.

<표 3> 차시별 주제 및 내용

차시	주제	수업 내용
1-2	로봇소양	WeDo 로봇 소개, 구조물제작, 기어, 모터, 캠축 등 외형
3-4	프로그래밍 소양	컴퓨터와 로봇 연결, 센서, 변수, 알고리즘, 조건문, 반복문
5-6	스토리텔링	‘호랑이의 생일잔치’ 들려주기, 이야기 분석하기
7-8	로봇 I	안내하기, 설계하기, 개발하기
9-10		무대배경 꾸미기, 발표 및 정리
11-12	스토리텔링 로봇 II	‘동물 운동회’ 들려주기, 분석 및 설계하기
13-14		로봇 개발 및 꾸미기, 발표하기
15-16	스토리텔링	이야기 창작 및 로봇 만들기
17-18	로봇III	발표 및 정리

스토리텔링 로봇교육 프로그램은 연구자에 의해 개발되었으며 로봇으로 표현 가능성, 프로그램의 단계별 수업 전략의 적절성, 수업교사의 전문성에 관하여 로봇을 지도한 경험이 있는 초등학교 교사 2인의 검토를 받아 실시하였다.

WeDo 로봇과 프로그래밍에 대한 기초적인 로봇소양교육을 초반부에 실시하였으며 스토리텔링 로봇교육은 중, 후반부에 진행하였다. 스토리텔링 로봇을 위한 이야기 주제는 ‘호랑이의 생일잔치’와 ‘동물 운동회’로 10차시를 할애하였으며 스토리텔링 III에서는 학생들 스스로 주제를 정하고 이야기 줄거리를 만들고 배경을 꾸미며 로봇과 함께 스토리텔링 후 평가하는 활동내용으로 이루어져 있다.

학생들은 이야기를 들은 후 5개의 주요 장면으로 나누어 각 모듈별로 한 장면을 로봇으로 표현할 수 있도록 하였다. 각 장면별로 로봇 프로그래밍을 통해 수

행해야 할 미션이 포함되었고 장면에 등장하는 인물, 사건, 배경을 분석하고 자연스럽게 이야기가 흘러갈 수 있도록 로봇으로 표현 가능한 부분을 탐색하였다.

4.3 검사도구

4.3.1 로봇 프로그래밍 지식 평가

Chan 외(2007)는 초등학생을 대상으로 로봇 프로그래밍 학습을 실시한 후 구조적(structural) 지식과 기능적(functional) 지식의 영역으로 평가를 하였는데, 구조적 지식은 학습자가 그린 그림을 보고 사용된 센서와 컴포넌트의 개수를 비교하였으며 기능적 지식은 센서의 동작, 예상 결과, 오류에 대한 문제해결에 대해 인터뷰를 통해 실시하였다[13].

본 연구에서도 프로그래밍 지식 평가를 실시하였는데 구조적 지식은 학생들이 그린 로봇 그림에서 센서 및 컴포넌트의 개수를 다음 <표 4>와 같이 3단계 척도를 갖고 구분하였다.

<표 4> 구조적 지식 평가 척도

단계	로봇 그림 평가 척도
상	센서와 컴포넌트가 정확히 표현되었으며 동작 및 기능에 대한 설명 포함
중	센서가 표현되어 있으나 부정확함
하	센서의 묘사가 없고 일반적인 로봇 그림만 표현됨

로봇 프로그래밍에 대한 그림평가는 본 연구진과 로봇 지도 경험이 있는 교사 2인이 독립적인 평가를 실시한 후 결과에 대해 상호 비교 및 협의를 통하여 최종적으로 수준을 정하였다.

기능적 지식은 로봇 프로그래밍의 3가지 미션을 제공하고 질의응답을 통해 센서의 올바른 동작, 예상되는 로봇 수행동작, 문제해결 방안에 관한 학생들의 응답에 따라 평가하였다. 기능적 지식에서 학생이 수행한 미션은 다음과 같다.

미션 1. 원하는 형태의 로봇을 조립하기(센서와 컴포넌트의 결합),

미션 2. 프로그래밍(앞뒤로 움직이기, 출발하여 일정한 위치에 정지하기)

미션 3. 프로그래밍(모션, 기울기 센서 움직임을 감지하고 표현하기)

미션 1은 학생들에게 소프트웨어를 소개하고 어떻게 창작, 컴파일, 다운로드 프로그램을 실행하는가와 관련되며, 미션 2는 학생들이 모터 프로그래밍을 통해 제어할 수 있는가를 확인하는 것이다. 미션 3은 정확한 동작 표현을 위한 프로그래밍 설계 능력을 확인하는 것이다. 각 영역별 수행 여부에 따라 학생들의 등급을 상, 중, 하로 분류하였다.

4.3.2 로봇 수업에 대한 태도 검사

검사 도구는 김해규·김대진(2004)이 한국교육개발원(1992)년에서 개발한 수학수업에 대한 자아 개념, 태도, 학습 습관 검사 내용을 기초로 개발한 검사 도구를 로봇수업에 맞게 우월감, 자신감, 흥미도, 목적의식, 성취동기, 주의집중 등 9문항으로 수정하였다. 평가척도는 '항상 그렇다', '그럴 때가 많다', '보통이다', '그렇지 않을 때가 많다', '전혀 그렇지 않다'의 5단계 평가 척도를 적용하였다. 검사결과 분석을 위해 5단계 평가 척도로 구성된 변수들을 '항상 그렇다'를 5점, '그럴 때가 많다'를 4점, '보통이다'를 3점, '그렇지 않을 때가 많다'를 2점 그리고 '전혀 그렇지 않다'를 1점으로 하는 등간 척도로 변환하였다.

4.3.3 학습자 인식 조사

18차시의 수업을 마치고 난 후 스토리텔링 로봇수업에 대한 학습자의 인식과 스토리텔링이 흥미 측면과 개념 이해 측면에서 학생들에게 구체적으로 어떤 영향을 미쳤는지를 알아보기 위해 4명의 학생을 대상으로 수업 종료 직후 각 학생별 5-6분씩 비구조화된 면담을 실시하였다.

5. 연구결과

5.1 스토리텔링 로봇 수업 결과물

스토리텔링을 위해 학생들은 스케치북, 색연필을

활용한 배경 및 등장인물을 준비하였다. 또한 로봇을 조립 및 프로그래밍 한 후 이야기의 순서에 따라 역할극을 진행하였다. 다음 [그림 3]은 로봇활용 스토리텔링 수업의 결과물이다.



[그림 3] 스토리텔링 로봇 결과물

본 연구에서는 기어, 모터 스피드, 센서, 로봇 제어 등의 각 특징에 대한 기본 소양교육 후 스토리텔링 로봇수업을 진행하였다. 로봇에 익숙하지 않은 학생들은 초반부에 지루해 하는 모습이 관찰되었는데, 프로젝트 접근으로 스토리텔링 활동에 필요한 필수 로봇소양을 각 차시 안에서 다루고 심화하는 활동도 가능할 것으로 보인다.

한편 학생들이 완성한 스토리텔링 결과물에 대한 객관적 평가기준 요구되는데 준비에서 발표 및 반응의 전 과정에 대한 평가가 요구되고 또한 로봇 수업 활동이 과학, 수학, 언어, 예술 등 STEAM 교과와 연계될 수 있어 다음 <표 5>와 같이 준비도, 표현력, 발표태도, 협동력, 관객의 반응의 5가지 평가요소로 구분하여 평가기준을 제안한다.

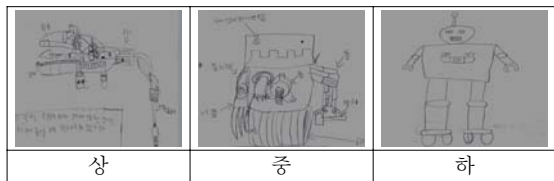
이와 같은 스토리텔링 평가 기준표는 STEAM 관련 교과활동과 연계된 평가를 가능하게 하고 창의적 표현, 올바른 발표태도 및 상호작용능력을 기르는데 일조할 것으로 기대된다.

<표 5> 스토리텔링 결과물 평가 기준표

평가 요소	구체적 평가 내용	평가 수준			STEAM 관련교과
		상	중	하	
준비도	관련 자료 준비, 대본 소화, 소품, 무대 꾸미기				미술, 음악, 실과
표현력	주제의 정확한 표현, 프로그래밍 오류 해결				국어, 수학, 실과, 정보
발표태도	진지한 발표태도, 구성원의 자발적인 참여				국어
협동력	충분한 연습, 팀 구성원 상호간의 호흡				국어, 미술
관객반응	관객의 호응, 역할극 경청 태도,				국어, 미술

5.2 로봇 프로그래밍 지식 평가 결과

구조적 지식의 사전 검사결과 방과후 로봇 수업에 참여한 경험이 있는 학생들은 더 많은 센서와 컴포넌트를 표현하였다. 또한 프로그래밍 경험을 가진 학생들은 로봇으로 조립할 수 있는 구조물을 보다 실제적으로 표현하였다. 다음 [그림 4]는 구조적 지식 평가 결과물의 예이다.



[그림 4] 로봇 그림 결과물

스토리텔링 로봇수업을 실시한 후 프로그래밍 지식에서 유의미한 차이가 있는지를 검증하기 위해 사전-사후 카이제곱(χ^2) 검증을 실시하였는데 다음 <표 6>과 같다.

<표 6> 프로그래밍 지식 χ^2 검증 결과

구분	검사 시기	수준			값	유의 확률
		하	중	상		
구조적 지식	사전	11(55%)	6(30%)	3(15%)	4.600	.100
	사후	5(25%)	7(35%)	8(40%)		
기능적 지식	사전	12(60%)	4(20%)	4(20%)	8.656	.013(*)
	사후	3(15%)	9(45%)	8(40%)		

* p<.05

구조적 지식의 경우 카이제곱 통계량이 $\chi^2 = 4.600$, 점근유의확률이 .100으로 유의수준 0.05에서 검사 시기에 따른 지식의 차이가 없음을 알 수 있다. 반면 기능적 지식의 경우 카이제곱 통계량이 $\chi^2 = 8.656$, 점근유의확률이 .013이므로 스토리텔링 로봇 수업 후 기능적 지식에서 유의미한 향상이 있음을 알 수 있다. 기능적 지식 향상의 요인으로는 스토리텔링 활동 내의 다양한 동물 및 구조물을 로봇으로 표현하기 위해 학생들 스스로 프로그래밍을 활용한 경험이 영향을 미친 것으로 사료된다.

사전에는 구조적 및 기능적 지식이 하(11명, 12명)에 많이 분포되어 있었지만 상(3명, 4명)에도 분포되었다. 이것은 방과후 로봇수업에서 로봇의 센서, 컴포넌트에 대한 지식을 이미 습득하였기 때문으로 보인다. 하지만 18차시 스토리텔링 로봇 수업 후에는 상(8명, 8명), 중(7명, 9명)으로 학생들의 구조적 및 기능적 지식 습득이 향상된 것이 확인되었다.

사전 검사에서 '하'그룹에 속했으나 사후에 '중'그룹으로 이동한 학생 A의 경우 로봇 경험이 전혀 없었고 사전에는 1개의 로봇 센서나 컴포넌트도 없었다. 하지만 18차시 후 그는 로봇을 조립하고 프로그래밍 하는데 높은 흥미를 나타내었다. 그리고 몇 가지 스토리텔링 프로그래밍 과제를 해결하였다. 사전검사보다 사후에 2개 많은 센서를 그렸고 실험 후 구조적 지식의 향상을 나타낸다. 또한 초반부에는 어떠한 질문에도 답을 못하였는데 후반기에서는 기능적 이해에 성장을 보였다. 예를 들어 우회전하고 빛 센서를 사용하여 하얀색을 따라가는 것으로 로봇이 프로그래밍 되었다고 설명하기도 하였다.

사전 검사에서 '중'그룹에 속했으나 사후에 '상'그룹으로 이동한 B 학생은 방과후 로봇 경험을 갖고 있었으며 사전 그림에서 1개의 센서와 모터 컴포넌트를 표현할 수 있을 정도의 구조적 지식을 갖고 있었다. 그러나 로봇 제어 및 동작에 대한 기능적 물음에 대해서는 명확한 대답을 하지 못하였고 로봇 센서 및 컴포넌트의 결합에 관한 응답은 할 수 없었다. 하지만 18주의 수업 후 각 센서를 열거하고 한 동작에서 다음 동작으로의 전환에 대한 수준 높은 구체적 설명을 하였다. 예를 들어 악어의 입에 손가락을 대면 모션 센서에 의해 손가락을 감지하고 프로그래밍 된 모

터를 작동시켜 악어 동작을 표현한다고 대답하였다. 이것은 로봇의 기능적 지식 이해를 의미하고 센서 활용의 보다 높은 인식 수준을 나타낸다고 볼 수 있다.

5.3 로봇수업에 대한 태도 검사 결과

로봇 수업에 대한 태도 검사 결과는 <표 7>에 나타난 바와 같이 사전검사는 평균 M=29.4, 표준편차 SD=6.94, 사후검사는 평균 M=37.4, 표준편차 SD=3.63로 나타났으며, 통계적 분석 결과 p=.000으로 α=.05 수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 수업태도는 사후에 8점 향상 되었으며 사전에 비해 점수 분포가 고른 것을 알 수 있다. 즉, 스토리텔링이 로봇수업에 긍정적인 영향을 주었다는 것을 의미한다.

<표 7> 사전 사후 수업태도 검사 결과

집단	학생수	평균	표준 편차	t값	자유도	유의도
사전검사	20	29.4	6.94	-4.57	38	.000(*)
사후검사	20	37.4	3.63			

* p<.05

이것은 스토리텔링을 통해 학습자가 로봇 및 프로그래밍에 흥미를 느끼고 적극적으로 수업에 참여하게 된 것으로 보인다. 또한 팀별로 무대 구성 및 로봇을 활용한 등장인물 표현 활동을 통하여 동료와 즐겁게 상호작용하게 된 것이 긍정적인 태도 형성에 영향을 미침을 알 수 있다.

학습태도를 구성하는 하위 문항은 우월감, 자신감, 흥미도, 목적의식, 성취동기, 주의집중으로 구성되어 있으며 이들에 대한 t-검증을 실시하였다. 검증결과 다음 <표 8>과 같이 자신감, 흥미도, 목적의식, 성취동기의 네 영역에서 유의미한 차이를 보였다(p<.05). 하지만 우월감, 주의집중의 두 영역은 사후의 평균이 사전보다 높게 나타났으나 통계적으로 유의미한 차이는 없었다(p>.05).

이와 같은 결과는 로봇을 표현활동의 도구로 활용하면서 흥미가 생기고 동료들과 목표의식을 갖고 스토리텔링 역할극을 완성해가는 과정에서 성취동기와 자신감이 형성된 것으로 사료된다.

<표 8> 학습태도 검사 하위영역에 대한 t-검증 결과

영역	구분	평균	표준편차	자유도	t	p
우월감	사전검사	3.85	1.040	28.94	-0.94	.350
	사후검사	4.10	0.553			
자신감	사전검사	6.35	2.212	22.24	-5.72	.000(*)
	사후검사	9.00	0.649			
흥미도	사전검사	5.85	2.007	38	-3.32	.002(*)
	사후검사	7.90	1.889			
목적의식	사전검사	6.75	1.785	30.74	-3.88	.001(*)
	사후검사	8.55	1.050			
성취동기	사전검사	3.25	0.945	38	-2.33	.025(*)
	사후검사	3.90	0.852			
주의집중	사전검사	3.35	1.040	38	-1.91	.064
	사후검사	3.95	0.945			

* p<.05

5.4 학습자 인식 조사 결과

스토리텔링은 흥미로운 로봇 프로그래밍 소재, 학습자의 지성과 감성을 동시에 자극하면서 로봇 학습에 흥미를 느끼고 몰입하는 학습경험을 제공할 수 있다. 또한 학습자는 로봇을 한번 배우면 다양한 이야기에 응용하거나 표현할 수 있다. 한편, 스토리텔링 로봇 수업에 대한 학생들의 반응을 구체적으로 살펴 보기 위해 면담을 실시하였다. 스토리텔링 로봇수업의 재미, 곤란, 의의 측면으로 나누어 분류하면 다음 <표 9>, <표 10>, <표 11>와 같다.

면담 결과 학생들은 스토리텔링을 활용함으로써 로봇수업에 큰 재미를 갖게 된 것을 알 수 있었다. 특히, 자신들이 만든 로봇을 컴퓨터로 프로그래밍 하여 역할극을 하였다는데 높은 만족감을 표출하였다. 로봇을 설계하고 조립하는 것과 이야기를 직접 동료들과 역할을 나누어 표현해 보는 활동이 학습과정에 몰입을 가져다 준 것으로 보인다.

또한 이야기를 꾸미는 활동으로 더 깊게 로봇의 성능과 로봇의 한계를 알게 되었는데 로봇의 요구 기능에 대해 설명하기도 하였다. 이와 같은 반응은 기존의 방과 후 교육이 단위 수업시간에 로봇을 설계도에 따라 조립하고 또 다음 차시를 위해 분해하는 활동과 차별화되는데 따른 것으로 판단되며 스토리텔링 로봇에서

는 결과물이 도출되고 또 그 결과물을 동료들과 협력하여 발표하는 기회를 갖는 것에 보람을 찾고 있었다.

<표 9> 스토리텔링 로봇수업에 대한 재미

교사	이번 스토리텔링 로봇 수업은 어떠했나요?
학생 A	방과후 로봇 수업은 책을 보고 조립하는 것인데 스토리텔링 로봇 수업은 정말 신기했어요. 시간 가는 줄 모르고 꾸미고 만들었던 것 같아요.
학생 B	재미있었어요. 직접 이야기를 만들고 로봇으로 표현해보는 것이 보람이 있었어요. 또 로봇의 동작에 맞는 다양한 소리를 연결하는 것도 재미있었어요.
학생 C	이야기 속 주인공의 모습을 로봇이 실제 동작하는 것이 재미있었어요. 등장인물과 배경을 더 추가하여 색다른 로봇을 만들 수 있었어요.
학생 D	내가 잘 아는 동화라 흥미로웠고 짝과 함께 이야기 하면서 조립하고 움직이게 하는 것을 친구들과 앞에서 발표하는 것이 재미있었어요.

<표 10> 스토리텔링 로봇수업의 곤란

교사	이번 스토리텔링 로봇 수업에서 어려운 점은 무엇이었나요?
학생 A	소리를 맞추는 게 어려웠어요. 역할에 따른 소리를 찾는 게 험갈렸어요.
학생 B	내 마음 대로 움직이지 못해서 힘들었어요. 사자가 일어날 때, 한 가지 동작밖에 표현이 안 되는 것이 답답하고 사자가 달려들 수 있으면 좋겠어요.
학생 C	로봇 조정을 위해 노트북에 선이 각각 연결되어 있어야 하니 걸리는 경우가 있었어요. 무선으로 조정할 수 있으면 좋겠어요.
학생 D	로봇에서 나는 소리가 아니라 컴퓨터에서 소리가 나와서 로봇에서 나오고 스스로 동작했으면 좋겠어요.

<표 11> 스토리텔링 로봇수업의 의의

교사	이번 스토리텔링이 로봇과 프로그래밍을 배우는데 어떠한 도움을 주었나요?
학생 A	이야기를 표현하기 위해 로봇의 다양한 기능이 필요하다는 것을 알게 되었어요. 그리고 여러 친구들과 함께 발표하니 좋았어요.
학생 B	방과 후 로봇 수업에서는 로봇을 혼자 조립하고 시간 많이 걸렸고 어려웠습니다. 그러나 스토리텔링 로봇 수업은 짝과 만든 로봇이 이야기의 주인공이 되어서 새롭게 느껴졌습니다.
학생 C	로봇은 한 가지 작동만 하는 것이 아니라 여러 이야기 속의 등장인물로 표현될 수 있다는 것을 알게 되었습니다.
학생 D	내가 만든 로봇이 다른 친구들이 만든 로봇과 함께 협력하여 이야기를 만들게 되어 더 열심히 하게 되었어요.

6. 결론 및 제언

본 연구는 초등학교에서 로봇교육의 한 방안으로 내러티브 방식인 스토리텔링 전략을 적용하여 로봇에 대한 지식, 태도 변화 및 학습자 면담을 통한 반응을 살펴보았다.

스토리텔링을 활용한 18차시의 로봇교육 결과 로봇 및 프로그래밍에 대한 구조적, 기능적 지식이 사전 검사에서는 대부분이 하(55%, 60%)에 분포되어 있었으나 사후 검사에서는 상(40%), 중(35%, 45%)로 수준이 향상되었다.

로봇수업의 학습태도에 대한 사전 사후 검사 결과에서도 유의미한 수준의 평균차이가 나타났다. 이와 같은 결과는 스토리텔링을 통해 학습자가 로봇 및 프로그래밍에 흥미를 느끼고 적극적으로 수업에 참여하게 된 결과를 보여준다고 할 수 있다.

또한 학습자 면담결과 로봇수업에서의 스토리텔링에 대해 긍정적인 반응을 표출하였다. 이야기를 표현하는 과정에서 로봇과 프로그래밍을 더 깊게 알게 되었으며 동료들과 함께 표현하고 발표하는 과정에서 높은 성취감을 나타내었다. 이러한 반응은 기존의 방과후 로봇 수업경험이 독립적인 조립, 분해 활동 위주인데 비해 스토리텔링은 학생들의 주도적인 참여와 협력을 유도하였기 때문으로 사료된다.

향후 이러한 연구 결과를 기초로 스토리텔링의 다양한 교육 프로그램 개발에 관한 연구와 전통적 프로그램과 스토리텔링 활용 프로그램과의 실험연구가 수행되기를 기대한다.

참 고 문 헌

[1] 류수열, 유지은, 이수라, 이용욱, 장미영, 주경미 (2007), 스토리텔링의 이해, 글누림.
 [2] 박정호, 조혜경 (2011), 초등학교 정규교과에서 로봇활용수업 적용사례연구, 한국컴퓨터정보학회 논문지, 16-8, 67-76.
 [3] 배영권 (2007), 성별의 차이를 고려한 로봇프로그래밍 교수전략에 관한 연구, 컴퓨터교육학회 논문지, 10-4, 27-37.

- [4] 송정범, 신수범, 이태욱 (2010), 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육의 효과성 연구, 한국컴퓨터정보학회 논문지, 15-6, 81-89.
- [5] 유승환, 문외식 (2007), 수월성 교육을 위한 로봇 프로그래밍 교육과정 개발과 적용, 한국정보교육학회, 11-1, 59-66.
- [6] 이재인, 성영훈 (2011), 초등학생을 위한 스토리텔링 기반 로봇 프로그래밍 교육 시스템, 한국정보교육학회 논문지, 15-2, 295-305.
- [7] 최미애, 김미량 (2010), 교사의 로봇 활용 경험에 따른 인식 비교 연구, 교육정보미디어연구, 16-2, 249-276.
- [8] Barker, B. & Ansorge, J. (2006). The Effectiveness of Robotics in the Classroom. In T. Reeves & S. Yamashita (Eds.), *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2006* (pp. 1842-1848). Chesapeake, VA: AACE. Retrieved from <http://www.editlib.org/p/23982>.
- [9] Bers, Ponte, Juelich, Viera, & Schenker(2002), Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education, *information Technology in Childhood Education*, 2002-1, 123-145.
- [10] Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18-1, 32-42.
- [11] Cardoso. I. (2005), Roamer Robot in Portugal, *Eurologo 2005*, Warsaw, 344-352.
- [12] Chambers, J. & Carbonaro, M. (2003). Designing, developing and implementing a course on LEGO robotics for technology teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education*. 11-2, 209-241.
- [13] Chan, M., Black, J., Han, I.S., Vitale, J., Xia, Q., Subramanian, M., Du, M. & Kang, S. (2007). "Look, it's turning!" Factors Affecting Structural and Functional Knowledge Acquisition in an Elementary School Robotics Classroom. In C. Montgomerie & J. Seale (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2007* (pp. 1626-1631). Chesapeake, VA: AACE. Retrieved from <http://www.editlib.org/p/25589>.
- [14] Cooper, P. J. & Simods, C, J.(2007). *Communication for the Classroom Teacher*(8th Edition). Allyn & Bacon, Inc.
- [15] Eguchi, A. (2007). Educational Robotics for Elementary School Classroom. In R. Carlsen et al. (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2007*, 2542~2549.
- [16] Mauch, E. (2001). Using technology innovations to improve the problem-solving skills of middle school students: Educators' experiences with the Lego Mindstorms robotic invention system. *The Clearing House*, 74-4, 211-13.
- [17] Papert, S. (1993). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas* (2nd ed.). New York, NY: BasicBooks.
- [18] Resnick, M. (2007). *Sowing for a More Seeds the Creative Society*. *Learning & Leading with Technology*. 18-22.
- [19] Resnick, M., Berg, R. & Eisenberg, M. (2000). Beyond black boxes: Bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation. *Journal of the Learning Sciences*, 9-1, 7-30.
- [20] Ribeiro, C. R, Costa, M. F. M and Pereira-Coutinho, C. (2009), Robotics in Child Storytelling, 6th International Conference on Hands-on Science for All. *Quest for Excellence* © 2009 HSci, 198-205
- [21] Roberto, C. (2010). Storytelling and scenario building as an enforcement in LEGO introductory activities, *Robotics in Education eJournal Vol3* , 6-10.

- [22] Wagner, S. P. (1998). Robotics and children: Science achievement and problem solving. *Journal of Computing in Childhood Education*, 9-2, 149-192.
- [23] Williams, D., Ma. Y., Prejean. L.(2010), A Preliminary Study Exploring the Use of Fictional Narrative in Robotics Activities, *Journal of computers in Mathematics and Science Teaching*, 29-1, 51-71.
- [24] The Partnership for 21st Century Skills (2002), <http://www.p21.org/overview/skills-framework>.

저 자 소 개



박 정 호

1997 서울교육대학교
과학교육학과(교육학학사)

2004 아주대학교
컴퓨터교육과(교육학 석사)

2008 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학박사)

2010~현재 도이초등학교 교사
관심분야: 컴퓨터교육, 로봇활용교육
E-Mail: park0154@naver.com



김 철

1997 전남대학교 전산통계학과
(이학박사)

1998 University of Washington
(객원교수)

1992~현재 광주교육대학교
컴퓨터교육과 교수
관심분야: 인터넷자원관리, 교육용콘
텐츠, 메타데이터, e-Learning
E-Mail: chkim@gnue.ac.kr