

## 로봇활용수업에서의 초인지적 상호작용 분석연구

김경현 · 이주혁\* · 김두규†  
(원광대학교 · \*†부산대학교)

### Analysis of Metacognition Interaction based on Robot lesson

Gyung-Hyun KIM · Ju-Hyuk LEE\* · Du-Gyu KIM†  
(Wonkwang University · \*†Pusan National University)

#### Abstract

The purpose of this study was to analyze student's metacognition interaction based on a robot lesson. For this research as an analytical metacognition interaction tool was utilized.

The results of this study revealed that, first, elementary school students had more metacognition interaction in middle learning levels but middle school students had more in the low learning level. Second, in the low learning level, middle school students revised the initiated goal strategy of the robot lesson. Third, in all learning levels, students showed much diagnosis and assesment metacognition interaction in the robot lesson.

According to this study's results, the robot lesson has a positive effect in facilitating diagnosis meta cognition for processing of task performance. These results could provide effective cues and information on how to improve the robot lesson.

**Key word : Metacognition Interaction, Robot based Lesson**

### I. 서론

교사와 학생의 삶의 질을 결정하며, 더 나은 배움의 장을 제공하여야 하는 학교현장은 시대적 흐름에 맞게 변화하고 있으며, 구성주의 철학에 기초한 여러 가지 대안들과 함께 흥미와 관심에 기반을 둔 학습에 대한 요구는 보다 즐겁고 효과적인 방법에 대한 고민을 수반한다.

‘배움의 과정이 즐거우면서도 학습 효과가 탁월한 교육 방법은 무엇일까?’에 대한 의문은 동서고금을 막론하고 교육 현장에서 꾸준히 제기되고 있다(Kim, Du-Gyu, Kim, Kyung-Hyun, 2012: 재인용).

수업에 활용 가능한 차세대 테크놀로지 중에서

로봇매체는 구성주의에 기초한 협동학습을 실천하는 데 있어서 추천할만한 매체로서의 가치를 지닌다. 그 이유는 첫째, 궁극적으로 로봇매체는 사회·문화적인 필요와 일상생활에서의 문제를 해결하기 위한 목적으로 탄생된 매체이므로 과제 중심의 학습에 적합하게 활용될 수 있으며, 둘째, 로봇매체는 그 자체로서 상황적인 속성을 갖고 있기 때문에 이를 수업에 활용하면 교수·학습이 자연스럽게 일상의 맥락과 부합되어 상황 중심적인 학습 구조를 조성하기에 적합하다. 마지막으로, 로봇매체가 본질적으로 갖고 있는 확장성은 협동적이고 흥미로운 학습구조를 자연스럽게 이끌기에 용이하다(Kim, Kyung-Hyun, 2010: 재인용). 이에 학교현장에서 로봇활용수업의 필요성이

† Corresponding author : 010-5531-2879, kdugy@hanmail.net

대두되고 있다고 할 것이다.

한편 기존의 로봇활용교육과 관련한 연구들 (Lee, Kyung-Hee, Ryuh, Young-Sun, Moon, Seong-Hwan, 2010; Park, Eung-Sik, Moon, Seong-Hwan, 2009; Park, Jung-Ho, Cho, Hye-Kyung, 2011; Shin, Na-Min, Kim, Sang-A, 2007)에서는 로봇활용수업의 교과별 목표 달성 효과성 분석, 로봇교육활동이 주의력 향상에 미치는 영향에 대한 연구, 로봇교육프로그램이 논리적 사고력 시장에 미치는 영향, 로봇교육에서 학습자들이 로봇에 대한 인식 및 선호도 조사 등의 연구들은 이루어졌으나 로봇활용수업에서 학습자의 초인지적 상호작용 유형에 대한 연구는 부족한 것이 사실이다.

따라서 본 연구에서는 로봇활용수업에서 학습자의 초인지적 상호작용 유형은 어떠한지, 로봇매체가 초인지적 상호작용 촉진에 어떤 영향을 미치는지를 분석하여 수업 개선의 자료로 이용하고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 교육용 로봇

로봇은 과학 기술의 비약적인 발전과 사회적 요구에 따라 그 기능과 활용 범위가 무한히 확장되고 있다. 따라서 현재 시점에서의 로봇에 대한 정의는 ‘인간의 일을 대신하거나 지원하기 위해, 미리 설계된 내부 프로그램을 기반으로 하여 외부 환경을 스스로 감지하거나 판단하여 필요로 하는 서비스를 제공함으로써, 인간의 삶의 질 향상에 기여하는 지능화된 기기’로 통용되고 있다.

교육 분야에서도 로봇을 활용한 다양한 교육활동들과 함께 보다 효과적인 교육활동 수행을 위한 로봇 기술 연구가 활발히 진행되고 있다. 교육용 로봇은 위치 이동 기술, 음성이나 화상 인식 기술, 다양한 콘텐츠 구동 기술 등에 바탕을 두고 학생들의 학습 상황에서 교육대상으로 활용

되기도 하고 학습을 보조하거나 지원하기도 한다. 또한 인터넷과 로봇의 결합으로 학생과 교사가 멀리 떨어져 있어도 같은 공간에서 학습하는 것과 같은 효과를 거둘 수 있는 원격교육도 가능하게 되었다.

교육용 로봇이란 교수·학습을 목적으로 교육활동에서 활용하는 다양한 형태의 로봇을 총칭하는 용어이다. 교육용 로봇에 대하여 객관적으로 합의를 이룬 분류는 없지만 로봇활용교육과 관련한 선행 연구를 살펴보면 다음과 같다.

Kang, Jong-Pyo(2003)는 교육용 로봇을 새로운 로봇의 개발을 위해서 로봇을 구성하는 ‘하드웨어의 교육을 위한 것’과 로봇의 움직임을 제어하기 위한 프로그램인 ‘소프트웨어를 교육하기 위한 것’으로 구분하였다.

Kim, Mi-Lyang 등(2008)은 교육용 로봇을 크게 ‘교구 로봇’과 ‘교사형 로봇’으로 분류하고, ‘교사형 로봇’은 ‘교사 보조형’과 ‘동료 교수형’으로 세분화하였다. Song, Jeong-Beom 등(2011)도 교육용 로봇을 ‘교구 로봇’과 ‘교사 로봇’으로 분류하고 ‘교구 로봇’은 ‘로봇 기술용’과 ‘통합 교육용’으로, ‘교사 로봇’은 ‘교사 보조용’과 ‘동료 교수용’으로 세분화하였다.

하지만 위와 같은 분류들은 교육용 로봇을 실제로 분류하는데 있어 몇 가지 어려움이 있다. 예를 들어 ‘하드웨어의 교육을 위한 것’과 ‘소프트웨어를 교육하기 위한 것’으로 분류할 경우, 하드웨어와 소프트웨어를 함께 교육할 수 있는 혼합형태로 개발된 로봇은 분류하기 어렵다. ‘교구 로봇’과 ‘교사형 로봇’의 경우, 하위 개념인 ‘교사 보조형’이 상위개념인 ‘교사 또는 교사형 로봇’과 대등한 의미를 지니고 있기 때문에 의미상 명확하지 않다는 단점이 있다. 또한 ‘교구 로봇’과 ‘교사 로봇’의 분류는 ‘교구 로봇’과 ‘교사 로봇’의 역할을 접목시킨 학생용 텔레프리젠스(telepresence) 로봇과 같은 형태는 분류할 수 없다는 한계가 있다.

따라서 본 연구에서의 로봇활용수업이란 교육

용 로봇을 정규교과와 연계하여 교실현장에 직접 적용한 수업을 의미하기로 한다.

## 2. 초인지적 상호작용분석

Flavell(1976)에 의하면 초인지는 자신의 인지과정에 대한 지식이며, 자신의 인지능력, 인지상태 및 다양한 전략들의 가치와 유용성에 대한 지식과 인지에 대한 계획, 조정 및 평가 등의 활동을 의미한다.

Oliver & Omari(1998)는 학습 환경에서 성취된 학습의 범위는 학습자 안에서 일어난 인지적 활동과 초인지적 활동에 의해 의미 있는 영향을 받는다고 한다. 따라서 학습이 성공하려면 학습자의 초인지적 활동과 인지적 활동이 의미 있게 높아야 하는데 이 때 초인지가 관련되며(Lee, Sung-ju, 2003), 특히, 협동학습에서는 학습자간의 상호작용이 매우 중요하다(Khan, 1997).

일반적으로 상호작용의 의미는 다음의 세 가지 관점에서 논의되고 있다. 첫째, 상호작용은 학습의 구성원 즉 학습자와 교수자 모두간의 상호작용이나 관계 형성을 의미한다. 둘째, 교실 내에서의 상호작용은 교수자와 학습자간, 학습자 상호간의 지적 및 정서적인 상호작용뿐만 아니라, 한 개인 내에서의 지적 및 정서적인 상호작용을 촉진하는 데 있다. 셋째, 교실 내에서의 상호작용은 사회적 기능을 학습하는 ‘행동적인 교육’임을 의미한다. Lee, Sung-Ho(2002)에 의하면 행동적인 교육이란 교실 내에서 학습자들이 서로 가르치고 배우는 과정을 통해 행동의 의미와 경쟁의 원리도 함께 배울 수 있다는 것이다.

로봇은 학습자와 학습자, 학습자와 교수자간의 상호작용이나 관계 형성을 적극적으로 촉진할 수 있는 로봇매체의 특징을 갖고 있다. 또한 로봇매체를 수업에 활용하면 학습자간의 상호작용 촉진이 기대되는 데, 이는 로봇매체가 협동적인 학습환경을 구현하는 데 알맞은 매체라는 점과도 일치한다(Kim, Gyung-Hyun, 2010).

초인지적 상호작용은 학습자가 학습상황에 놓여 있는 자신에 대해 아는 것과, 자신이 가지고 있는 정보를 계획, 점검, 평가하여 스스로 규제하는 것과 관련된 상호작용을 의미한다(Henri, 1992). 일반적으로 초인지적 상호작용은 계획·점검(monitoring)·성찰하는 활동을 통해 활성화되는데, 여기에는 주로 초인지적 사고를 촉진하기 위한 개관하기·정교화하기·도식화하기·자기점검 등의 활동이 포함된다.

본 연구에서는 초인지적 상호작용을 로봇활용 수업의 특성을 고려하여 계획, 진단 및 평가, 수정의 3가지 유형으로 분류하였다.

## 3. 로봇활용 수업

로봇활용교육과 관련한 연구는 주로 로봇활용교육의 효과, 로봇 교육을 위한 프로그램 개발 및 운영 방안, 로봇의 교육적 기능 연구, 교육을 위한 로봇 디자인, 로봇을 매개로 한 사고력 개발 등에 초점을 둔 연구가 많았다. 이와 관련한 대표적인 연구를 살펴보면 다음과 같다.

먼저, Park, Jung-Ho 등(2011)은 초등학교 정규교과에서 로봇활용수업의 효과 분석을 위해 교과별 목표 달성에 적합한 로봇 및 PC 연동 어플리케이션을 개발하고 수업적용을 통해 학습자의 반응을 살펴보았다. 연구 결과, 사후 이미지 프로파일의 대부분의 항목에서 로봇에 대한 긍정적인 응답이 나타났으며 특히, ‘이론적·실천적’, ‘비협동적·협동적’ 두 항목에서 유의미한 차이가 발견되었다. 또한 학습자가 그런 사후 이미지 분석 결과 사전에 비해 구체적인 학습상황과 연계된 로봇 이미지가 형성된 것으로 나타났다. 한편, 로봇활용수업에 대한 학습자 인식을 살펴보기 위한 면담 결과, 대부분의 학생이 로봇활용수업은 긍정적인 학습참여를 유도하고 실제적 학습경험을 제공한다고 하였으며, 로봇활용수업을 통해 모둠구성원과 자연스러운 협력활동이 관찰되었음을 보고하였다. 그리고 이와 같은 결과는 로봇활용

수업이 새로운 학습 패러다임으로서의 가능성을 보여주는 것으로 해석하였다.

Lee, Kyung-Hee 등(2010)은 로봇교육활동이 초등학생의 주의력 향상에 어떤 영향을 미치는 영향에 대해 연구하였다. 연구 결과, 로봇교육활동은 학생들의 주의집중력 향상에 도움이 되며 특히 수학교과에 있어서 효과가 더욱 높은 것으로 나타났다. 아울러 주의집중력이 부족하여 낮은 학업성취도를 보이는 학생들의 주의집중력 향상을 위한 다양한 교육 프로그램의 개발이 필요함을 제안하였다.

또한, Park, Eung-Sik 등(2009)은 초등학생의 논리적 사고력 신장을 위한 교육 프로그램을 개발하고 적용하였다. 주요한 결과를 요약하면, ① 로봇교육은 학습자의 관심과 흥미를 높이고 논리적 사고력을 신장시켰고, ② 논리적 사고력의 하위 요소에 해당하는 보존논리, 비례논리, 변인통제논리, 확률 논리, 상관논리, 조합논리 중 보존논리와 조합논리가 사전 검사의 점수보다 유의미하게 높았으며, ③ 특히, 로봇을 처음 접하는 학생은 로봇 부품을 일정한 기준에 따라 정리하고 분류하는 과정에서 논리적 사고력이 신장된 것으로 나타났다는 점이다.

한편, 교육용 로봇에 대한 학습자들의 인식을 알아보고자 한 연구도 있다. Shin, Na-Min 등(2007)은 ‘로봇과 학습의 관계 맺기’에서 학습자들이 로봇을 어떻게 인식하고 있는가 또는 어떤 로봇을 선호하는가 등에 대한 심리적인 측면을 설문지와 인터뷰를 통해 연구하였다. 주요 연구 결과를 살펴보면, 첫째, 학생들이 로봇에 대한 이미지는 주로 로봇의 외양 디자인과 관련되어 있다고 하였다. 둘째, 로봇에 관한 학습에 있어서는 연령이 낮을수록 로봇에 대한 관심과 흥미가 높고, 학교에서도 로봇에 관해 배울 수 있는 기회를 원하는 것으로 나타났다. 셋째, 로봇을 학습보조용으로 활용하는 시나리오에 대해서는 대부분의 학생들이 개인 교사형 튜터나 컴퓨터 보조 프로그램과 같은 현실적인 기능을 요구하였다. 넷

째, 로봇이 학습뿐만 아니라 시간 관리, 게임 등의 기능도 제공해 주기를 원한다고 하였다.

이처럼 지금까지 수행된 로봇활용수업에 관한 연구는 로봇교육을 위한 프로그램 개발 및 운영 방안, 로봇의 교육적 기능 연구, 교육을 위한 로봇 디자인 그리고 로봇을 매개로 한 사고력 개발의 네 가지 영역이 주류를 이뤘다.

### III. 연구 방법

본 연구는 인과비교연구(casual-comparative research)로 두 집단 사이의 차이가 발생하는 원인이나 그 원인에 의한 결과를 측정하는 것을 목적으로 하였다. 인과비교연구는 연구자가 독립변인을 완전히 통제할 수 없거나 통제하지 않는 까닭에 인과관계를 엄격히 증명한다기보다는 인과관계를 암시하는 것으로 보아야 한다. 이러한 특성은 상관연구와 마찬가지로 이미 발생한 현상을 연구하도록 한다는 특징이 있다(Kim, Seok-Woo, Choi, Tae-Jin, 2007).

로봇활용 적용수업은 2011년 10월부터 12월까지 약 3개월간에 걸쳐 수행되었으며 로봇활용수업은 정규교과 중 학급운영 교사별 로봇활용이 가능한 과목 및 단원을 파악하여 운영하였다. 이는 로봇 매체 자체가 공동의 흥미로운 요소를 제공해 주기 쉽고 학생들이 문제 해결과정에서 일상생활의 실제과제와 유사하게 연결하기 쉬운 매체 자체의 본질적 속성으로 인해 학생들로 하여금 학습활동 자체에 흥미를 가지게 하고 자연스럽게 협동적인 학습으로 이르게 할 수 있기 때문이다.

#### 1. 수업처치

학습몰입도를 측정하기 위한 수업활동은 예술 2차시, 과학 2차시, 수학 2차시 등 총 6차시에 걸쳐 진행하였다.

이 중 예술 2차시에 대한 수업처치의 사례를

구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

가. 개관

- (가) 교과 : 미술
- (나) 영역 : 시각문화
- (다) 단원 : 빛과 색의 어울림
- (라) 대상 : 초등학교 6학년
- (마) 학습주제 : 로봇으로 빛 그림 그리기
- (바) 차시 : 3-4/4차시(차시통합)
- (사) 학습목표 : 로봇을 이용하여 빛으로 만들어지는 세계를 표현해보자.
- (아) 학습조직 : 전체학습→모둠학습→전체학습
- (자) 수업모형 : 반응중심학습모형

나. 교육과정 분석

‘빛과 색의 어울림’ 단원은 빛과 조형물에서 형과 색의 조화 균형 변화의 아름다움을 느끼게 하는데 학습목표를 두고 있다. 이에 따라 여러 종류의 광원을 이용하여 조형물의 아름다움을 다양하게 나타내어, 빛과 조형물의 조화를 직접 체험하도록 구성되어 있다. 본 단원은 주변의 조형물에 빛이 비치며 달라지는 느낌을 발견하고, 빛을 이용하여 다양한 방법으로 조형 요소들을 표현한 후 감상과 토론 중심의 학습을 전개하도록 학습내용을 제시한다. 그리고 빛에 의한 조형물의 변화에 다른 특징을 발견하고, 빛과 조형물의 밀접한 조화를 파악하도록 안내하고 있다.

다. 교육과정 재구성

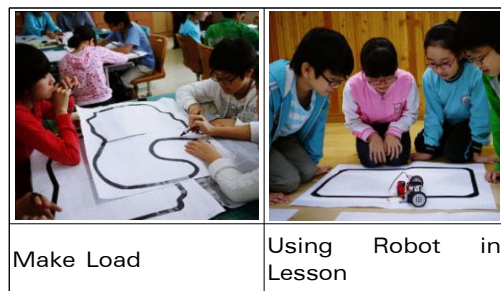
2007년 개정 미술과 교육과정의 개정의 중점 사항을 살펴보면, 시각 문화에 대한 학습을 미적·체험·표현·감상 영역에서 고르게 이루어지도록 하였고 표현 영역에서는 영상 표현을 학습 내용에 포함시키고 있다. ‘빛과 색의 어울림’ 단원은 빛에 의한 다양한 조형 요소와 원리를 발견하고, 빛을 이용하여 독창적인 표현을 하도록 차시가 구성되어 있다. 따라서 본 차시에서는 빛으로 대상이 그려지는 표현을 구현하기 위해 라인 트레이서 로봇에 광원을 달아 활용하도록 교육과정을 재구성하였다. 그리고 광원이 달린 라인 트레이

서가 표현하는 빛의 아름다움을 사진으로 촬영하고, 이를 다시 감상하는 과정을 통해 빛에 의해 표현되는 조형요소의 아름다움을 찾을 수 있도록 순환적으로 학습 내용을 구성하였다.

로봇에 대한 기본적인 지식은 초등학교 6학년 실과 교과의 ‘생활 속의 전기 전자’ 단원을 재구성하여 라인 트레이서에 대한 전반적인 사전 학습이 이루어지도록 하였다.

라. 미술 수업에서 로봇 활용 운영방법

이 수업에서는 초등학교 6학년 미술의 ‘빛과 색의 어울림’ 단원에서 빛을 이용한 작품을 제작할 때 교육용 로봇을 활용하는 방안을 고안하였다. 초등 미술 교육에서는 학생들 스스로 작품의 제작과정의 결과에 대해 사고하고, 표현과정과 결과를 통틀어 창의성을 기르는 활동이 중요시된다. 그래서 이를 위해 학생들에게 영감을 제공하는 피카소의 작품을 제시하였다. 학생들은 빛으로 대상이 그려지는 표현을 구현하기 위해 라인 트레이서 로봇에 광원을 달아 촬영을 한다.



[Fig. 1] Using Line Trace Robot in Lesson

라인 트레이서는 ‘선의 흔적을 따라 다니는 로봇’이라는 뜻으로, 로봇의 가장 기초적인 형태 중 하나이다. 라인 트레이서 로봇은 적외선 센서를 이용하여 바닥의 명암을 구분하여 바닥의 선을 따라 주행한다. 학습자들은 라인 트레이서 로봇에 광원을 장착하고 로봇의 움직이는 모습을 사진으로 촬영하는 방식으로, 빛에 의해 만들어지는 대상의 조형요소와 원리를 파악할 수 있도록 하였다.

마. 기존 수업과의 차이점

학생들은 자유로운 조각활동을 통해 움직이는 로봇의 기본 구조를 만들고 여기에 광원을 달아 로봇을 구동시켜 촬영하는 과정을 거친다. 학생들이 만들어내는 로봇 자체가 믹스 미디어 작품이 될 수 있고, 촬영 결과물 또한 빛을 활용한 표현 작품으로 탄생한다. 교육용 로봇은 조립이 쉽고 간편하며 입체 구조물을 효과적으로 만들 수 있기 때문에, 찰흙이나 기타 재료들의 조합보다 학생들이 훨씬 더 적극적으로 표현에 접근할 수 있다. 그리고 로봇은 기계적 요소와 전기 전자적 요소, 논리 회로적 요소를 모두 갖춘 복합적 표현 매체로써, 학생들은 미술 표현을 매개로 하여 창의성과 사고력을 함께 신장시킬 수 있다. 그리고 로봇 자체가 공동의 흥미 요인이 되어 자연스러운 협동 학습 환경이 조성되며, 학생들의 협동적인 노력과 작품에 대한 상호 피드백이 수업 전반에 걸쳐 이루어진다. 따라서 이러한 일련의 과정을 통해 학습자들은 사회적 의사소통 기술과 함께 예술적인 표현력과 창의적인 사고력을 함께 증진시킬 수 있다. 본 수업에서는 학습자들이 미술 표현의 영역에 로봇을 콜라보레이션 하여 예술 작품을 만드는 것이 하나의 프로젝트 형태로 제시된다. 학생들은 프로젝트를 해결해가는 과정에서 자신의 생각을 좀 더 깊게 사고하고 성찰할 수 있는 기회를 제공 받는다. 그리고 단순히 기계로써의 로봇을 만드는 것이 아니라, 하나의 예술 작품을 완성한다는 사고가 바탕이 되기 때문에, 제작 과정에서 좀 더 창의적이고 유연한 사고가 가능해지며 학습자들이 자연스럽게 창작의 기쁨을 느낄 수 있다. 이 과정에서 학습자는 로봇을 만드는 과정과 교과내용학습을 모두 수행하게 된다.

2. 연구대상

본 연구에서는 연구대상은 2011년도 ‘로봇활용수업 시범학교’로 선정된 학

교 중 초등 한계 학급(남6, 여6), 중등 한계 학급(남12) 각각 12명 2학급 총 24명으로 하였다. 참여한 학생의 인적 구성을 분류하면 아래 <Table 1>과 같다.

특히, 학습자들의 수준은 교육청 주관 학교 평가 결과에 기반 하여 분류하였다.

<Table 1> Configuration of participants

Classification		Grade	Number	Division Total	Total
Sex	Boy	E5	6	18	24
		M1	12		
	Girl	E5	6	6	
		M1	0		
Tendency	Outgoing	E5	4	8	24
		M1	4		
	General	E5	4	8	
		M1	4		
	Introvert	E5	4	8	
		M1	4		
Learning Level	High	E5	4	8	24
		M1	4		
	Middle	E5	4	8	
		M1	4		
	Low	E5	4	8	
		M1	4		

※ E5 : 5th grade students in Elementary school

M1 : 1st grade students in Middle school

3. 연구 도구 및 분석 방법

초인지적 상호작용 분석 도구는 Henri(1992)와 Laa & Lally(2003)의 연구에 기초하여 Lee, Sang-Soo(2004)의 연구에서 사용한 상호작용 분석 도구를 사용하였으며 복수 응답을 허용하였다. 다만, Lee, Sang-Soo(2004)의 연구는 온라인 학습 환경을 위해 구안되었으므로, 여기에서는 로봇활용수업에 알맞게 일부 수정하여 사용하였다.

초인지적 상호작용의 세부 문항은 계획, 진단 및 평가, 수정의 세 가지 항목이며 이 문항들을 통해 어떤 종류의 초인지적 상호작용 일어났는지에 대한 영역별 분포와 빈도를 살펴보았다.

초인지적 상호작용 문항의 세부 내용을 살펴보

면 첫째, 계획은 과제 목표 달성을 위한 구체적인 절차를 수립하는 활동이다. 둘째, 진단은 목표 달성을 위한 과정에서 개인 혹은 집단의 과제 수행 절차의 진도에 대한 진단을 하는 활동이며 평가는 일련의 목표달성 과정에 대한 가치를 판단하는 활동이다. 셋째, 수정은 최초에 수립한 목표 달성 전략을 수정하는 활동을 의미한다.

본 연구에서 초인지적 상호작용 분석은 관찰을 통한 체크리스트를 활용하였다.

#### IV. 연구 결과 및 해석

이상에서 예술 2시간, 과학 2시간, 수학 2시간에 걸쳐 진행된 로봇활용수업에서 나타난 초인지적 상호작용결과를 분석하였더니 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

##### 1. 초인지적 상호작용 분석

초인지적 상호작용 분석의 결과는 로봇활용수업에서 어떤 종류의 초인지적 상호작용이 일어났는지에 대한 분포와 영역별 빈도를 제공한다. 이러한 정보는 로봇활용수업에서 나타난 초인지적 상호작용이 로봇 매체에 근거한 것인지 아니면 교사의 수업전략이나 제반 환경에 의한 것인지에 대한 해석을 내리는 데 있어 의미있는 정보를 제공할 수 있다.

가. 학교급에 따른 학습자의 초인지적 상호작용의 하위요인 분석 결과

1) 초등학교 학습자의 초인지적 상호작용의 하위요인 분석 결과

초등학교에서 로봇활용수업에 참여한 학생들의 초인지적 상호작용 유형을 분석한 결과, <Table 2>와 같이 진단 및 평가가 73.53%로 가장 높았고, 수정 14.71%, 계획 11.76% 순으로 나타났다. 초등학교 로봇활용수업에 나타난 초인지적 상호작용의 전반적인 경향으로는 “이렇게 조립하는

게 아닌 것 같아.”와 같이 로봇을 조립하는 절차나 진도에 대해 대부분 진단을 내리는 형태가 많았다.

<Table 2> Frequencies of metacognition interaction of elementary students

Type	Frequency	Rate(%)
Plan	4	11.76
Diagnosis & Assesment	25	73.53
Revision	5	14.71
Total	34	100

2) 중등학교 학습자의 초인지적 상호작용의 하위요인 비율

중등학교에서 로봇활용수업에 참여한 학생들의 초인지적 상호작용 유형을 분석한 결과, <Table 3>와 같이 진단 및 평가가 64.29%로 가장 높게 나타났고, 수정 21.43%, 계획 14.29% 순으로 나타났다. 전반적으로 중등학교 로봇활용수업에 참여한 학생들의 초인지적 상호작용도 초등학교와 마찬가지로 과제 수행을 위한 절차나 진도를 진단하거나 평가하는 형태가 많았다.

<Table 3> Frequencies of metacognition interaction of middle students

Type	Frequency	Rate(%)
Plan	4	14.29
Diagnosis & Assesment	18	64.29
Revision	6	21.43
Total	28	100

나. 학교급 및 학습수준에 따른 초인지적 상호작용 하위요인 분석 결과

1) 초등학교 학습자 수준에 따른 초인지적 상호작용 하위요인 분석 결과

초등학교에서 로봇활용수업에 참여한 학습자의 초인지적 상호작용 하위요인 분석 결과를 학습자 수준별로 각각 살펴보는 것에 앞서, 전체적인 관

점에서 개략적으로 살펴보면 다음과 같다.

<Table 4> Metacognition Interaction Results in Elementary school students

Level	Metacognition Interaction Results in Elementary school students	
	Frequency	Rate(%)
High	15	44.12
Middle	15	44.12
Low	4	11.76
Total	34	100

위 <Table 4>을 살펴보면, 초등학교 로봇활용수업에서 학습자 수준에 따른 초인지적 상호작용은 上·中 수준이 동일하게 44.12%로 가장 높았고, 下수준은 11.76%로 비교적 낮게 나타났다.

아래 <Table 5>는 초등학교 로봇활용수업에서 학습자 수준에 따른 초인지적 상호작용 하위요인을 분석한 결과다.

<Table 5> Frequencies of metacognition interaction of elementary students

Level	Type	Frequency	Rate(%)
High	Plan	0	0.00
	Diagnosis & Assesment	14	93.33
	Revision	1	6.67
	Total	15	100
Middle	Plan	3	20.00
	Diagnosis & Assesment	8	53.33
	Revision	4	26.67
	Total	15	100
Low	Plan	0	0.00
	Diagnosis & Assesment	4	100
	Revision	0	0.00
	Total	4	100

먼저, 초등학교에서 로봇활용수업에 참여한 上수준 학습자의 초인지적 상호작용 하위요인 결과를 위 <Table 5>에서 살펴보면, 上수준은 진단 및 평가가 93.33%로 가장 높았다. 수정 요인은

6.67%로 나타났는데, 이를 빈도수로 살펴보면 1회로 매우 낮은 수치임을 알 수 있다.

다음으로는 초등학교에서 로봇활용수업에 참여한 中수준 학습자의 초인지적 상호작용 하위요인 결과를 위 <Table 5>에서 살펴보면, 中수준은 上수준과 마찬가지로 진단 및 평가가 53.33%로 가장 높았고, 수정 26.67%, 계획 20.00% 순으로 나타났다.

마지막으로, 초등학교에서 로봇활용수업에 참여한 下수준 학습자의 초인지적 상호작용 하위요인 결과를 위 <Table 5>에서 살펴보면, 下수준은 진단 및 평가 요인이 100%로 가장 높았고, 계획과 수정 요인은 전혀 관찰되지 않았다.

2) 중등학교 학습자 수준에 따른 초인지적 상호작용 하위요인 분석 결과

중등학교에서 로봇활용수업에 참여한 학습자의 초인지적 상호작용 하위요인 분석 결과를 학습자 수준별로 각각 살펴보는 것에 앞서, 전체적인 관점에서 개략적으로 살펴보면 다음과 같다.

<Table 6> Metacognition Interaction Results in Middle school students

Level	Metacognition Interaction Results in Middle school students	
	Frequency	Rate(%)
High	7	26.92
Middle	3	11.54
Low	16	61.53
Total	26	100

위 <Table 6>을 살펴보면, 중등학교 로봇활용수업에서 학습자 수준에 따른 초인지적 상호작용은 下수준이 61.53%로 가장 높았고, 上 26.92%, 中 11.54% 순으로 나타났다.

아래 <Table 7>은 중등학교 로봇활용수업에서 학습자 성향에 따른 초인지적 상호작용 하위요인을 분석한 결과이다.



<Table 7> Frequencies of metacognition interaction of middle students

Level	Type	Frequency	Rate(%)
High	Plan	1	14.29
	Diagnosis & Assessment	4	57.14
	Revision	2	28.57
	Total	7	100
Middle	Plan	1	33.33
	Diagnosis & Assessment	1	33.33
	Revision	1	33.34
	Total	3	100
Low	Plan	2	12.50
	Diagnosis & Assessment	11	68.75
	Revision	3	18.75
	Total	16	100

먼저, 중등학교에서 로봇활용수업에 참여한 上 수준 학습자의 초인지적 상호작용 하위요인 결과를 위 <Table 7>에서 살펴보면, 진단 및 평가가 57.143%로 가장 높았고, 수정 28.57%, 계획 14.29% 순으로 나타났다. 이를 빈도수로 살펴보면, 진단 및 평가는 4회, 수정 2회, 계획 1회로 실제로 관찰된 횟수는 적었다.

다음으로, 중등학교에서 로봇활용수업에 참여한 中수준 학습자의 초인지적 상호작용 하위요인 결과를 위 <Table 7>에서 살펴보면, 계획, 진단 및 평가, 수정이 각각 1회로 中수준 학생들은 초인지적 상호작용이 매우 적었다.

마지막으로, 중등학교 로봇활용수업에서 下수준 학습자의 초인지적 상호작용 하위요인 결과를 위의 <Table 7>을 통해 살펴보면, 下수준은 진단 및 평가 요인이 68.75%로 가장 높았던 반면, 수정 18.75%, 계획 12.50%로 비교적 낮았다.

한편, 초인지적 상호작용의 총 빈도수를 上·中수준과 비교해 보면, 上수준 7회, 中수준 3회, 下수준 16회로 下수준이 上·下수준에 비해 2배 이상 높았다.

## V. 결론 및 제언

본 연구는 로봇활용수업에서 나타난 상호작용이 주로 어떤 활동을 하는 과정에서 무엇을 목적으로 발생했는지를 밝히고자 초인지적 상호작용 분석을 수행하였다.

본 연구의 주요 결과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 초·중등학교 로봇활용수업에서 초인지적 상호작용은 대체적으로 과제 수행을 위한 절차나 진도를 진단하거나 평가하는 형태로 나타났으며, 계획이나 수정을 위한 초인지적 상호작용의 빈도는 매우 미미하였다.

둘째, 초등학교에서 초인지적 상호작용은 上·中수준이 가장 많이 나타난 반면, 중등학교에서는 下수준이 가장 많이 나타났다.

셋째, 특히, 중등학교 로봇활용수업의 下수준은 최초에 수립한 목표달성 전략을 수정하는 형태의 초인지적 상호작용이 뚜렷하게 높았다.

넷째, 로봇활용수업에서 학습수준에 따른 초인지적 상호작용 하위요인을 살펴보면, 上·中·下 모두 진단 및 평가의 초인지적 상호작용이 많았다.

위 결과를 종합해 볼 때, 로봇 매체는 학습자들에게 과제 수행 절차나 진도에 대해 진단하는 형태의 초인지적 상호작용을 촉진하는데 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

한편, 이러한 결과와 관련지어 몇 가지 논의할 점과 고려할 사항을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 중등학교 로봇활용수업에서 下수준 학생들의 초인지적 상호작용이 매우 활발하였다는 점에 대해 논의할 필요가 있다. 중등학교 로봇활용수업을 관찰한 결과, 下수준 학생들은 로봇을 다른 형태로 변형하거나 부품을 바꿔 끼우는 등의 목표달성 전략을 수정하는 사례가 많았다.

초인지는 학습자가 자신에 대해 아는 것과 과제에 대한 계획이나 점검 또는 평가하는 활동과 관련된 것으로(Brown, 1980; Flavell, 1985), 초인지와 관련된 대부분의 연구들은 초인지를 학습

성취를 결정짓는 중요한 변인으로 보고 있다. 때문에 최근에는 교사가 학습자들에게 초인지 사고를 경험할 수 있도록 학습 환경을 적극적으로 구성할 것을 권장하고 있는 추세다. 이러한 점에서 볼 때, 본 연구 결과는 로봇 매체가 우수준은 물론이고 우수준의 학습자에게도 초인지적 사고 활동의 경험을 제공할 수 있는 수업 환경을 조성할 수 있음을 점을 시사하고 있다. 로봇활용수업에서는 우수준 학습자는 우수준 학습자 못지않게, “좀 더 가볍게 만들어보자.”, “로봇을 저 모듈처럼 개조해 볼래.”와 같이 로봇 매체의 오류발견 과정을 거쳐 스스로 학습 과제를 재설계하고, 더 나아가서는 자신이 알고 있는 지식으로 상대방의 과제에 대한 평가를 내리기도 하였다. 따라서 로봇 매체는 학습수준이 낮은 학습자에게도 초인지적 사고를 활발하게 하는데 도움을 주는 학습구구라고 볼 수 있다.

둘째, 로봇활용 수업에서 중학교 上·中 수준의 학생은 우수준의 학생들에 비해 초인지 활동을 적게 하고 있다. 이것은 수업장면에서 上·中 수준 학생들보다 우수준의 학생들의 과제 수정 장면이 2~3배 많아 초인지적 상호작용이 많이 관찰됨으로써 나타난 현상으로 上·中 수준의 학생들은 계획단계에서 우수준의 학생들보다 더 치밀하고 체계적으로 계획을 세움으로인해 과제 수정의 초인지 과정이 상대적으로 적게 나타난 것으로 해석된다.

셋째, 초인지적 상호작용이 Kim, Kyung-Hyun (2010)의 연구와 비교해 볼 때 2010년의 연구에서는 27.45%로 나타난 반면 본 연구에서는 8.18%로 낮게 나타났다. 이에 대한 원인으로서는 다음 세 측면에서 추론이 가능하다.

먼저, 교사로부터 오는 원인이다. 수업에서 학생들이 활발하게 상호작용을 하려면 무엇보다도 교사가 학생들의 상호작용을 장려하는 허용적인 수업분위기가 조성되어야 하는데, 교사가 이러한 수업분위기를 조성하지 못했을 가능성이 있다는 점이다. 하지만 앞서 수행한 수업분위기 분석에

서는 로봇활용수업이 개방적이고 활발한 수업분위기로 나타났으며 그 점수 또한 높았다는 점에서 볼 때, 초인지적 상호작용의 비율이 낮은 원인이 교사로부터 발생하였다고 예단할 수는 없다.

다음으로, 학습자로부터 원인을 찾아볼 수 있다. 로봇활용수업에서와 같이 협동학습이 이루어지는 수업에서는 학습자들 간의 원활한 의사소통이 학습자의 초인지적 사고를 촉진시키는 매우 중요한 요소로 작용한다. 이를 위해서는 기본적으로 학습자간의 사회적 관계가 기본이 되어야 하는데, 특히 자신의 의견에 대해 타인이 비판하거나 수정할 때는 더욱 친밀한 유대 관계가 요구된다. 왜냐하면 친밀한 유대 관계가 형성되지 않으면 상대방의 의견을 개인적인 감정이나 비판으로 받아들이거나 학습자간의 갈등을 유발할 수 있기 때문이다.

한편, 본 연구에서는 ‘매체의 효과’에 영향을 미칠 수 있는 모든 사항들을 고려하여 분석하는 것을 목적으로 하지 않는다. 이에 따라 적성, 수업상황, 물리적 환경의 차이 등 일반적이거나 측정의 신뢰성을 담보할 수 없는 변인에 대한 고려는 제외되었다는 점에서 그 밖의 다양한 원인이 분석 결과에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 따라서 이 결과에 대한 원인을 파악하기 위해서는 다양한 변인을 고려하여 상관관계를 규명하는 후속 연구가 요청된다.

## References

- Brown, N.(1980). Meta-cognitive development and reading. In Rand J. Spiro, Bertram C. Bruce, & William F. Brewer(Ed.). Theoretical issues in reading comprehension: perspectives from cognitive psychology, linguistics, artificial intelligence, and education, 453-481, Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates.
- Flavell, J. H.(1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick(Ed.). The nature of

- intelligence, 231~235.
- Flavell, J. H.(1985). Cognitive development, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Henri, F.(1992). Computer conferencing and content analysis. In A.E. Kaye(ed.). Collaborative learning through computer conferencing. Berlin: Springer-Verlag.
- Kang, Jong-Pyo(2003). A Study on the Education of Robot in Elementary School. Journal of Korean Practical Arts Education, 16(4), 97~113.
- Khan, B. H.(1997). Web-based instruction, Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Kim, Du-Gyu & Kim, Kyung-Hyun(2012). Analyze teacher's lesson language pattern based on lesson of using robot. Journal of Fisheries and Marine Science Education, 24(5), 645~653.
- Kim, Kyung-Hyun(2010). The effects of the robot based instruction for problem of students' interaction. Engineering Education Research, 13(6), 164~170.
- Kim, Mi-Lyang · Jo, Hye-Gyoung · Lee, Seok-Won · Han, Joung-Hye · Han, Kwang-Hyun & Kim, So-mi(2008). An exploratory study on the use of educational robots for enhancing creativity. Korea Education and Research Information Service(RR 2008-8).
- Kim, Seok-Woo & Choi, Tae-Jin(2007). Research Methodology in Education. Seoul : Hakjisa.
- Laat, M. & Lally, V.(2003). Complexity, theory and praxis: Researching collaborative learning and tutoring processes in a networked learning community. Instructional Science, 31, 7~39.
- Lee, Kyung-Hee · Ryuh, Young-Sun · Moon, Seong-Hwan (2010), Improvement of Children's Attentiveness through Robot Educational Activities, Journal of Korean practical arts education,
- Lee, Sang-Soo(2004). An analysis of interaction patterns in face-to-face and online synchronous/asynchronous learning environments. Journal of Educational Technology, 20(1), 63~88.
- Lee, Sung-Ju(2003). The effects of face-to-face teaching, teacher intervention, collaboration type and metacognition on academic achievement and interaction in learning using CMC, Doctor Degree, Chonnam National University.
- Lee, Sung-Ho(2002). The Instructional Method. Seoul : Yangseowon.
- Oliver, R. & Omari, A.(1998). Exploring student interaction in collaborative world wide web computer-based learning environments. Journal of Education Multimedia and Hypermedia, 7(2/3), 263~287.
- Park Eung-Sik · Moon, Seong-Hwan(2009), Development and Application of a Robot Education Program for Logical Thinking Ability in Elementary Students, Journal of Korean practical arts education, 22(2), 175~198
- Park, Jung-Ho · Cho, Hye-Kyung(2011). A Case Study on Instruction Using Robot in Elementary Regular Classes, Journal of the Korea society of computer and information, 16(8), 67~76.
- Shin, Na-Min · Kim, Sang-A(2007), What do robots have to do with student Learning?, The Journal of Educational Information and Media, 13(3), 79~99
- Song, Jeong-Beom · Kwon, Oh-Sung · Koh, Byong-Oh · Yang, Kwon-Woo & Shin, Soo-Bum(2011). The effect of the learners creativity and self-efficacy on the support type of the assistant teacher in robot education. The Journal of Korean association of computer, 14(1), 35~43.
- EASY Analysis Instruction Ver 3.2 beta(2009). <http://www.edusugar.com>

---

● Received : 22 December, 2014

● Revised : 20 January, 2015

● Accepted : 27 January, 2015