

융합형 인재양성을 위한 집단지성 학습 기반 STEAM 교육 방안 연구

홍성용
한국과학기술원 지식서비스공학과
e-mail: gosyhong@kaist.ac.kr

A Study of STEAM Education Model for Collective Intelligence Learner With Regards to Developing People of Interdisciplinary Abilities

Seong-Yong Hong
Dept. of Knowledge Service Engineering, KAIST

요 약

최근 학문간 융합을 통한 STEAM 융합인재교육에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. STEAM 교육은 과학, 기술, 공학, 예술 그리고 수학의 학문 영역을 유기적으로 융합하여 차세대 학습자들이 미래 사회에 필요한 핵심역량을 높일 수 있도록 하는 교육방식이다. 국가적인 차원에서 창의적인 융합인재를 위한 미래형 과학기술 교육을 중요하게 여기고 있으며, 과학기술 교육 패러다임에 변화를 기대하고 있다.

따라서 본 연구에서는 융합형 인재양성을 위한 집단지성 기반의 STEAM 교육 방안을 연구하고, 학습자의 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 배양하기 위한 지능로봇 교육과정을 제시한다. 또한 집단 학습자들 간의 교육 적용 사례를 소개하고, 학습자의 만족도 분석을 통하여 검증하였다.

향후 본 연구의 결과로 집단 학습자의 학습 성취도를 향상시키고, 융합형 과학기술 인재양성 교육방안으로 발전하기를 기대한다.

1. 서론

최근 융합형 인재를 위한 정보과학기술의 교육과정에 중요성이 증가하면서 국가적 차원의 창의적 인재육성 방법에 큰 관심과 연구가 진행되고 있다. 융합형 과학기술 교육이란 다양한 학문간 융합적 사고를 갖춘 창의적 발상을 통해 새로운 과학기술 분야를 개척해 나갈 수 있는 능력과 소질을 배양하는 차세대 미래 교육 방식으로 정의할 수 있다. 1990년대 미국 국가과학재단인 NSF(National Science Foundation)는 과학(Science), 수학(Mathematics), 공학(Engineering), 기술(Technology)의 통합을 'STEM'으로 정의하고 지칭하였으며, 유럽 국가 등 선진국에서 이미 융합형 인재육성을 위한 융합형 과학기술교육에 중요성을 강조하였다[1][2]. 이러한 융합교육에 패러다임은 시대적 흐름에 필요성을 반영하였으며, Yakman은 기존의 STEM 교육방식에 예술(Arts)학문을 추가하여 창의와 융합에 미래지향적 교육방식을 제시하였다[3][4]. 따라서 최근 우리나라 정부와 교육계에서도 STEM교육에 한발 더 나아가 STEAM(STEM + Arts)교육을 발전시키고자 노력하고

있다[5]. 21세기 지식화시대의 교육정신은 '개방, 혁신, 융합, 창의'라는 단어들로 함축하여 표현하고 있으며, 외국에 우수교육과정들을 연구하여 살펴보면 아동시기 때부터 우수한 잠재능력을 발굴할 수 있는 여러 가지 학습방법을 연구하고 적용하여 지식기반 인재로 육성하기 위한 노력을 아끼지 않고 있다. 우수한 창조적 인재를 발굴하는 것은 개인의 성장과 발달뿐만 아니라 국가적 차원의 중요한 인적 자원으로 미래의 국가적 경쟁력을 좌우한다고 해도 과언이 아닐 것이다. 이러한 글로벌 경쟁교육사회에서 우리나라는 더 이상 선진 국가 교육체계를 모방하는 '따라가는 교육(Fast Follower Education)'이 아닌, 변화를 리드해 나갈 수 있는 '앞서가는 교육(First Mover Education)'을 지향하기 위해 노력하고 있다.

따라서 본 논문에서는 최근 국가적 주요 창의적 융합교육으로 융합 과학기술의 핵심 중에 지능로봇 공학 응용을 활용한 STEAM 교육과정과 방법에 대하여 연구 내용을 소개하고, 학습자 관점에서 융합학습효과를 증대하기 위한 교육설계 과정을 제시하였다. 또한 학습자들에게 STEAM 교육과정을 적용하여 학습효과에 대한 분석을 하였으며, 과학기술 융합교육에 효과성을 검증하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구로

본 연구는 산업원천기술개발사업(10035166:창의적 인재육성을 위한 지능형 튜터링 시스템 개발)의 지원을 받아 수행되었음.

학습 유형 분석과 로봇공학을 활용한 교육 현황 연구사례를 살펴보고, 3장에서는 로봇공학 기반 STEAM 교육과정 설계 방법을 설명하고, 4장에서는 집단지성 학습기반 STEAM교육과정 설계에 따른 학습자 교육 적용 사례를 소개한다. 마지막으로 결론과 본 논문의 향후 연구 방향에 대하여 간략히 정리한다.

2. 관련 연구

2.1 학습 유형 분석

집단지성 학습의 특징은 학습과 관련한 그룹집단이 어떤 순서에 얽매이지 않고 학습자의 요구에 따라 학습그룹이 형성되며, 자연스러운 학습 생태계를 만들어 간다는 것이다. 집단지성 기반 학습 환경은 학습자에게 최대한 자원을 적용하여 자신의 학습전략이나 지식의 인지구조에 적합하도록 학습내용의 계열을 선택하는 것이 특징이다. 따라서 집단지성 학습 생태계는 학습자의 학습몰입도, 학습 유형, 학습양식, 사전지식, 창의적 성향과 관련한 학습패턴이 주요한 요소가 된다. 학습패턴에 대한 경로를 파악하고 적합한 인터페이스와 학습상황을 제공하는 것은 학습자로 하여금 학습과정에서 나타나는 방향 감을 상실하는 것을 축소 시켜 줄 수 있으며 학습을 효율적으로 완성해 나가는 것을 도울 수 있다[6]. 최근 웹2.0시대 이터닝 시스템의 변화 또한 학습자의 학습형태에 따라서 통합형 집단지성의 형태로 변화되고 있는데, 자신의 학습 형태 혹은 성향이 비슷하거나 성취도의 목표가 비슷한 학습자들 간에 동료 학습(Peer Learning) 성취도는 매우 크다 할 수 있다[7]. 특히 로봇을 활용한 교육의 적용은 학습자 집단에 선택과 집중에 큰 효과가 나타나는 것으로 연구되고 있다. 이러한 효과는 융합교육을 적용하기에 적합하며, 학습자의 흥미, 관심, 자기주도적 협동학습의 효용성이 큰 것으로 판단된다[8].

2.2 로봇공학 교육 현황

로봇공학을 활용한 교육 현황은 융합교육 지향에 다양한 변화의 형태를 나타내고 있다. 우선 완제품 로봇을 이용하여 사용방법이나 로봇이 제공하는 콘텐츠를 활용하여 지식습득을 목적으로 한 교육방식이다. 특히 유아 혹은 청소년들에게 많이 적용하여 유아들로부터 흥미와 재미를 동반하여 학습에 효과를 증대하기 위해 많이 사용하고 있다[9]. 로봇기반교육(R-Learning)은 로봇자체의 원리나 기능 혹은 제작, 프로그램을 학습하기 보다는 로봇에 탑재되어 있는 학습 콘텐츠를 활용하거나, 외관 모형을 이용한 실습형태의 기능을 활용하고 있다. 따라서 로봇기반교육은 로봇에 기능 목적보다는 콘텐츠 사용을 목적으로 연구가 활발하다[10]. 특히 R-러닝에 사례로 로봇 보조 교사를 활

용하여 양방향 체험형 교육 시스템을 사용하고 있는 사례는 로봇을 유아 혹은 청소년들과 상호작용하며 동요, 영어 학습 등에 활용하고 있다[11][12]. 그러나 로봇 자체의 원리 학습이나 창의성 혹은 응용력에는 교육에 효과가 없는 것으로 판단된다. 또한 기술적인 측면에서 음성인식 기술, 비전 인식 기술, 상황인지 기술 등에 발전이 더 많이 이루어져야 할 필요가 있다. 또 다른 로봇공학을 활용한 교육은 과학기술을 응용한 제작과정 융합교육이다. 보통 교육용 로봇 교구 활용 교육으로 로봇을 직접 제작하면서 로봇에 원리와 기능을 학습하며, 제작된 로봇 하드웨어에 프로그램을 작성하여 동작제어 등을 통한 지식을 습득한다. 교구용 로봇은 마이크로 로봇, 라인트레이서, 휴머노이드 혹은 레고 블록 조립형 등 국내외에서 다양하게 제작되어 보급되고 있으며, 하드웨어의 특성에 따라 소프트웨어 사용도 다양하게 제공되고 있다. 따라서 교구용 로봇 제작 활용 교육에 가장 큰 단점은 하드웨어 부품의 조립과 소프트웨어 사용의 교육에 많은 비용과 시간이 소요된다는 점이다. 교구용 로봇에 일반화되어 있는 교육과정은 교수 학습과정에 따라서 약간의 차이는 있지만, 로봇모형설계-로봇제작-로봇프로그래밍-로봇동작실험 으로 이루어져 있다. 로봇공학기술을 중심으로 문제해결능력을 향상시키고, 사고력 증진과 창의력 향상에 도움이 되는 교육방식으로 가장 많이 활용되고 있다[13]. 특히 로봇 프로그래밍 학습 단계는 로봇의 하드웨어 특성을 이해하고, 논리적 사고와 창의적 사고를 함께 교육할 수 있는 방법으로 큰 효과가 있는 것으로 연구되고 있다[14]. 또한 개인적인 학습보다는 집단으로 협력을 이루어 학습함으로서 협동심, 이해력, 배려심, 판단력 등 다양한 교육에 효과를 나타내는 것으로 연구되어지고 있다. 이는 STEAM교육에서 요구하고 있는 예술(Arts)에 적합한 부분으로 판단된다. 교육대상은 유아 보다는 초등 과정에서 성인까지 다양하게 분포되어 있는 것이 특징이다. 또한 문제탐구 해결력과 아이디어기반의 창의적 공학 설계에 학습목표가 정해져 있는 것이 융합교육에 적합한 것으로 판단된다. 그러나 실제 현장에서 교육 과정에 문제점으로 로봇 교구에 가격이 상당히 고가이며, 로봇을 제작하기 위한 방식이 아직 표준화되어 있지 않아, 제작 시간에 많은 어려움을 겪고 있는 것으로 파악되었다. 또한 로봇 교구용 제품에 따라 제공되고 있는 소프트웨어의 종류가 상이하여, 학습에 효과를 저해하는 것으로 나타났다[15]. 따라서 본 논문에서는 학습 패러다임의 변화에 따른 로봇공학 교육방식을 연구하고, 집단지성 학습 방안을 제시하고자 STEAM 교육과정을 연구하였다.

3. 집단지성 학습 시스템 설계

본 논문에서 정의하는 STEAM 교육은 과학, 기술, 공학, 예술, 수학을 기반으로 로봇 기술(Robot Technology)을 활용한 교육으로 정의한다. STEAM 교육에 특징은 과학적 원리에 의한 구조 설계가 이루어지고, 수학적 알고리

즘 기반의 프로그래밍이 작성되며, 예술적 감각으로 로봇을 디자인하고 설계하는 것이다. 로봇 기술이 응용될 수 있는 영역은 산업영역을 포함한 군사, 의료 등 다양한 영역에서 응용되어 사용될 수 있으므로, 창의적 생각과 주어진 문제해결 능력을 최대한 발휘하는 것이 중요하다. 따라서 교육에 앞서 과학적 사고력, 수학적 응용, 예술적 설계, 공학과 기술에 적용을 각각 정의하고 교수학습 모델을 설계한다.

3.1 STEAM 교수·학습 모델 설계

STEAM 교수·학습 모델은 초등학교부터 대학생에 이르기까지 다양한 학생들이 수행할 수 있는 기초 모델을 설계하였으며, 각 문제에 따라서 교수·학습 과정 안이 개발되어진다.

<표1> STEAM 교육 적용 방법

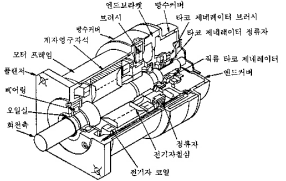


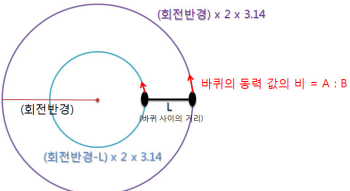
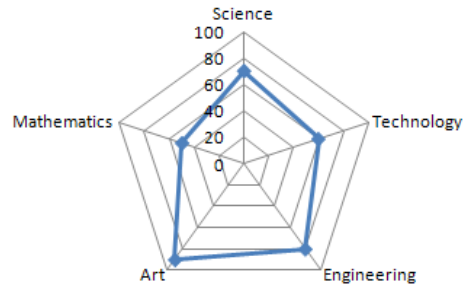
주제	로봇공학의 주행 원리 학습 주제
과학 (Science)	<ul style="list-style-type: none"> • 일반 자동차 바퀴와 탱크 바퀴의 차이 탐색 • 동력 값(속도)과 거리 간의 관계 이해 • '실험설계 - 자료수집 - 자료정리 - 자료해석'의 과정
기술 (Technology)	<ul style="list-style-type: none"> • '양쪽 바퀴의 동력 값'과 '바퀴 사이의 거리'를 이용하여 '회전반경'을 출력하는 기술 이해하기 
공학 (Engineering)	<ul style="list-style-type: none"> • 모터 회전의 원리와 전력 전압의 관계 이해하기 
예술 (Art)	<ul style="list-style-type: none"> • 나만의 로봇 모형 설계 및 제작하기 
수학 (Math)	<ul style="list-style-type: none"> • '비례식'과 '원주'의 개념을 이용하여 '양 바퀴 동력 값의 비'와 '바퀴 사이의 거리'간의 관계 알기 

표1은 로봇공학의 주행 원리를 주제로 STEAM 교육에 적용한 사례를 설명하고 있다. STEAM 교육과정에 장점은 융합된 학습효과와 실생활 환경으로 모든 로봇 과학기술을 융합적으로 종합하여 학습할 수 있는 것이다. 또한 로봇을 조립하고, 프로그램하기 위한 과정이 학습자들 간의 정보공유와 집단 협력학습이 이루어지는 과정 속에서 자연스럽게 교육이 이루어진다는 것이다. 따라서 STEAM 교육에 교수·학습 과정 변화에 따라서 로봇 활용 교육이 변화될 수 있고, 기능이 변화 될 수 있을 뿐만 아니라, 창의적 아이디어를 적용하여 새로운 방식에 창작 로봇 구현이 가능하다. 또한 로봇이 사용되거나 활동할 환경을 미리 예측하여 여러 가지 실험이 가능하며, 창의적 발상을 통한 문제 해결 능력이 향상되는 효과를 얻을 수 있다. STEAM 교육과정에서 요구하는 융합적 사고방식이 그대로 적용되는 것이다.

그림1은 STEAM 교육 미션 과제를 분석하고 평가하기 위한 방법을 예로 보이고 있다. 과학 영역, 기술 영역, 공학 영역, 예술 영역, 수학 영역에서 각각 어떤 지식을 습득하고, 활용해야 하는지 분석하여 도식화 한다. 그리고 이러한 각 영역이 어떻게 종합적으로 융합되어 집단 협력 학습을 할 수 있는지 실험하고, 응용할 수 있도록 지도한다.



<그림 1> STEAM 미션과제 분석 및 평가

4. 집단지성 학습기반 STEAM 교육과정 적용

본 논문에서 제시한 STEAM 교육과정을 학습자에게 적용하여 학습효과와 만족도를 조사하여 분석하였으며, 각 대상은 초등학교 학생, 중학교 학생, 고등학교 학생으로 구분하여 실시하였다. 초등학교 학생의 경우 시도에서 운영하는 정보영재 학급 총 30-40명을 대상으로 실시하였으며, 중학교와 고등학교는 캠프 3박4일 혹은 4박5일을 통해 각 30-40명 내외의 학생을 대상으로 실시하였다.



<그림 2> 집단지성 협력학습 사례

<표2>는 학습자 대상, 인원, 시간, 주제를 간단하게 비교 설명하고 있다. 초등학생의 경우 자신에 창작 아이디어를 기반으로 직접 지능형 로봇을 설계하고, STEAM 교육 방식을 적용하여 프로그램 하도록 하였으며, 중학교와 고등학교 학생들에게는 미션 문제를 제시하고, 미션문제를 해결하기 위한 STEAM 학습 분석 단계를 통해 수행하도록 하였다.

<표2> 교육과정 실험 학습자 비교

학습 대상	인원	교육시간	교육주제
초등학생 (4-6학년)	30명 (남:23, 여:7)	총26시간 (교육+실습)	나만의 창작로봇 제작
중학교 (1-3학년)	30명 (남:25, 여:5)	총28시간 (교육+실습)	미션수행 방식
고등학교 (1-2학년)	30명 (남:26, 여:4)	총28시간 (교육+실습)	미션수행 방식

본 연구에 STEAM 교육과정 이후에 학생들에 학습효과에 대한 만족도를 조사한 결과, 전체 평균 93% 학생들이 매우만족 한다는 답변을 하였으며, 7% 학생들이 만족한다는 답변을 하였다. 다양한 계층에 학생들에게 로봇 과학기술을 적용한 융합형 STEAM 교육방식이 적용 가능하다는 것을 검증하였으며, 효과성이 높은 것을 알 수 있었다.

5. 결론 및 제언

본 논문에서는 로봇공학을 활용한 집단지성 학습기반 융합형 STEAM 교육과정을 연구 제안하였다. 그리고 학습자의 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 배양하기 위한 지능로봇 교육과정을 제시하였다. STEAM 교육과정은 학습자에게 무한한 상상력을 협력학습 공간을 이용하여 표현 할 수 있도록 하며, 로봇공학에 원리와 창의적, 융합적 사고방식을 높일 수 있는 결과를 본 연구의 교육 실시를 통해 알 수 있었다. 따라서 STEAM 교육과정이 차세대 교육과정으로 발전되길 기대하며, 향후 연구로는 STEAM 융합형 교육을 위한 교구용 로봇의 표준화 설계와 적용을 통해 국제적 역량을 강화할 수 있는 STEAM 교안으로 발전시키는데 기여할 수 있도록 하는 것이다.

참고문헌

[1] Kuenzi, J., Matthews, C., and Mangan, B. "Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education Issues and Legislative Options", Congressional Research Report. Washington, DC: Congressional

Research Service, 2006.
 [2] Gokhale, A. A., "Collaborative Learning Enhances Critical Thinking", Journal of Technology Education, Vol. 7 No. 1, 1995.
 [3] Yakman, G. "STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education, PATT, 2008. [http://www.steamedu.com/2088_PATT_Publication.pdf]
 [4] Yakman, G. "What is the point of STE@M? - A Brief Overview", 2010. [http://www.steamedu.com/2006-2010_Short_WHAT_IS_STEAM.pdf]
 [5] 이철현, 한선관, "실과 교과 중심의 STEAM 융합인재교육 모형 개발", 한국실과교육학회지, 제24권 제4호, pp139-161, 2011.
 [6] 윤완철, 이문용, "통합형 집단지성에 근거한 새로운 이러닝 시스템", Telecommunications Review, 제20권6호, 2010, pp.943-952
 [7] Yang, J. & Park, J., "A Study on Platform Development for Web2.0-based e-learning", International Journal of Contents, Vol. 5, No. 1, pp. 2-3, 2009.
 [8] 박응식, 문성환, "초등학생의 논리적 사고력 신장을 위한 로봇 교육 프로그램 개발 및 적용", 한국실과교육학회지, 제22권, 제2호, pp.175-198, 2009.
 [9] 유혜진, 박소나, 김명석, "초등학교 교사로봇의 외형 디자인 요소에 대한 연구", 디자인연구, 제71호(Vol.20 No3), pp.107-118, 2007.
 [10] 현은자, 윤현민, 장시경, 연혜민, 조경선, "유아교육기관에서의 교사보조 서비스 로봇의 콘텐츠 개발", 어린이미디어연구, 제8권, 제1호, pp.119-142, 2009.
 [11] 조혜경, 한정혜, "교육용 로봇의 현황 및 전망", 소프트웨어공학회지, 제20권, 제3호, pp.19-26, 2007.
 [12] 박광열, "초등학교 로봇 교육 및 교구의 현황과 발전 방향의 고찰", 한국실과교육학회지, 제24권, 제3호, pp.323-343, 2011.
 [13] 홍성용, "RDS를 이용한 창의적 문제해결 학습 방법", 정보과학회논문지:컴퓨터의 실제 및 레터, 제16권, 제11호, pp.1126-1130, 2010.
 [14] 홍성용, 최호진, "VPL 활용을 위한 지능로봇 시뮬레이션 서비스 컴포넌트 개발 연구", 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집, 제16권, 제1호, pp.413-415, 2009.
 [15] 홍성용, "RDS기반 로보틱스 시뮬레이션 SPL 설계 및 구현", 한국정보과학회 학술발표 논문집 제36권 제2호(B), pp.87-91, 2009.