

## 창작로봇(UCR) 기반 친환경 r-러닝 서비스 실천방안\*

김진오\*\* · 한정혜\*\*\*

### Action Plans of Green r-Learning Services based on UCR(User Created Robots)\*

Jin-Oh Kim\*\* · Jeong-Hye Han\*\*\*

#### ■ Abstract ■

Expectation for improvement of creativity and problem-solving capability has increased the creative robotics classes in the form of after-school activity in more than half of total elementary schools. While Ministry of Education, Science and Technology has promoted 'Green IT Guidelines' as a part of 'Eco-friendly Green School Development Project', the Green issues have not been considered enough in those creative robotics classes. In this paper, we would like to address the Green issues, especially in the r-Learning services based on UCR (User Created Robots). First, trend of green IT education, r-Learning services and UCR are reviewed. And the current status of eco-related operations and teachers' perception in the robotics classes of elementary schools is investigated. Examples of Green UCR are also searched and green programs based on the three kinds of UCR, UC-TR, UC-AR, UC-CR, are explored. Finally, we propose action plans to promote the UCR-based r-Learning service reflecting green issues.

Keyword : Robots, Green IT, User Created Robots, r-Learning

논문투고일 : 2011년 03월 15일      논문수정완료일 : 2011년 09월 06일      논문게재확정일 : 2011년 09월 06일

\* 본 연구는 광운대학교 2010년도 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

\*\* 광운대학교 로봇학부 교수

\*\*\* 교신저자, 청주교육대학교 컴퓨터교육과 교수

## 1. 서 론

국제적으로 관심이 증가되고 있는 지구 온난화와 환경문제는 제조업체, 유통업체, 서비스 업체 뿐만 아니라 교육현장에 있어서도 매우 중요한 이슈이다. 실제로 덴마크의 그린(Green) IT 액션 플랜에서는 기업의 환경영향 축소 제품 생산 다음으로 최대 개인 IT 소비자 집단인 청소년층의 그린 IT 활용 캠페인에 주력하고 있다[12].

우리나라 교육과학기술부에서도 ‘녹색 New Deal’ 사업의 핵심 프로젝트인 ‘친환경 그린스쿨 조성사업’의 일환으로 2012년까지 약 1조 원을 투입하여 유해성분을 최소화한 안전한 학교를 만들고자 하며, 초중등에서 녹색커리큘럼 개발계획을 발표하였다[11]. 또한 교육정보화 사업에 의한 IT 장비에 대하여 ‘초중등 그린 IT 가이드라인과 실천방안’이 연구되었다[4, 5].

한편 전국 6,299개의 초등학교 중 약 43.2%인 2,691개의 학교가 방과후학교 창작로봇교실을 운영하고 있으며[2, 9], 창의성 증진에 대한 기대로 창작로봇교육은 초등학생 중심으로 사교육에서도 큰 시장을 확보하고 있는 실정이다. 이에 따라 교육과학기술부에서는 R-러닝 사업으로 유아현장을 시작으로 로봇기반교육도 실시하고 있으며, 창작로봇교육으로 확대를 준비하고 있다[21].

그러나 대부분의 창작로봇교육에서는 주로 창의성과 문제해결력을 중심으로 교육하는 것에만 중점을 두고 있고, 친환경 인식교육은 거의 고려하지 못하는 실정이다. 또한 창작로봇 관련하여 친환경에 대한 실천적 이슈로서 키트 재활용과 건전지 문제 등이 있는데, 고가의 로봇 키트는 관리의 어려움으로 인한 부품의 잦은 소실로 재활용성이 떨어져 별도의 관리 없이 폐기되거나 건전지의 소비를 요구한다. 그럼에도 불구하고 창작로봇에 대한 환경문제에 대한 현황 파악이나 인식조사 등의 연구조사는 전무하여, 직접적 환경실천 교육이나 정책도 미흡한 실정이다.

이에 본 논문에서는 먼저 국내의 그린 IT 교육

동향, r-러닝 그리고 창작로봇(UCR : User Created Robots)의 관련 연구를 정리하고자 한다. 그리고 창작로봇기반 r-러닝 서비스에 대한 환경 이슈를 고려하기 위하여, 표본 조사를 통하여 현재 초등학교 창작로봇 교실에서 부품소실로 인한 키트의 연간 폐기량 및 건전지 사용실태를 추정하고 관련 교사 인식을 살펴보고자 한다. 마지막으로 창작로봇기반 친환경r-러닝 서비스를 제공하기 위한 관련 사례를 제시하고, 현 초등 교육과정에 적합한 교육프로그램의 예시와 창작로봇키트 개발 업체와 정부가 실천방안을 제안하고자 한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 창작로봇과 r-러닝

교육용 로봇과 로봇교육이라는 용어는 많은 연구에서 다양한 형태로 사용되고 있으나, 로봇공학자, 교육학자, 그리고 교육대상자간에 서로 다른 개념을 가지고 모호하게 사용되고 있는 실정이다. 조혜경 외 4인[7]과 김미량 외 6인[3]의 연구에서는 교육용 로봇을 ‘교구로봇’과 ‘교사형 로봇’으로 분류하고, ‘교사형 로봇’의 역할에 따라 ‘교사보조형’과 ‘동료교수형’으로 세분 하였다[3, 6]. 그러나 한정혜, 조미현[13]은 기존 정의 및 분류의 단점을 고려하여 다음 <표 1>과 같이 교육용 로봇을 정의하였다[13]. 이 표에서 ‘영역’ 항목은 교육내용 중심으로 본 논문에서 추가한 내용이다.

여기서는 세 가지 교육용 로봇 분류에서 초등학교 방과후 로봇교실에 해당하는 교구로봇에 초점을 맞춘다. 그러나 단순히 학습자가 ‘손으로 만지며 만든다’라는 뜻이 강한 ‘교구로봇(Hands-on robot)’보다는 사용자가 창의적으로 제작하는 의미의 ‘창작로봇’으로 사용하고자 한다. 창작로봇교육의 주요 목표는 ‘회통적(통섭적) 학습’으로 STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) 교육을 위한 동기유발과 창의성 및 문제해결력의 증진이라고 할 수 있다 [16].

〈표 1〉 교육용 로봇의 분류[12]

영역	대분류	소분류	정의
STEM 중심	교구로봇	기능 중심형	어떤 작업을 수행하는 기능중심의 자동장치를 만드는 기술을 학습자에게 교육시키기 위해 사용되는 로봇
		회통(통섭) 중심형	어떤 작업을 수행하는 자동장치를 창작함으로써 다양한 교과(국어, 수학, 과학, 미술 등)의 회통적 교육활동이 이루어지는 교육에 사용되는 로봇
융합 기술 중심	변신 교육로봇		서비스로봇, 모바일, 노트북, DMB, 게임기 등의 매체나 가전제품들이 학습자의 창의적 목적이나 기능학습목적으로 서로 결합되거나 해체됨으로써, 외형과 역할이 다양하게 변화하는 로봇
언어 교육 중심	교육 서비스로봇	타울 지능형	로봇이 원격지에 교사(또는 학생)를 대신해서 존재하며, 교사(또는 학생)의 원격 제어에 의해서 대리현존형 교육서비스를 제공하는 로봇
		자율 지능형	로봇의 지능이 로봇몸체나 네트워크 상에 연결된 서버에 인공지능의 형태인 로봇
		혼합 지능형	로봇이 타울 또는 자율지능으로 변신하거나 동시에 존재할 수 있는 로봇

r-러닝은 로봇을 활용한 모든 학습을 일컫는 학술용어로, ‘교구로봇학습’, ‘변신로봇학습’, 그리고 교육서비스로봇에 의한 ‘로봇보조학습’ 세 가지로 구성되어 있다[13, 14].

여기서는 초등학교 방과 후 로봇교실에서 사용되는 회통중심형 창작로봇에 한정하여 UCR 기반 친환경 r-러닝 서비스 관련 실태와 향후 실천방안에 대하여 살펴보고자 한다.

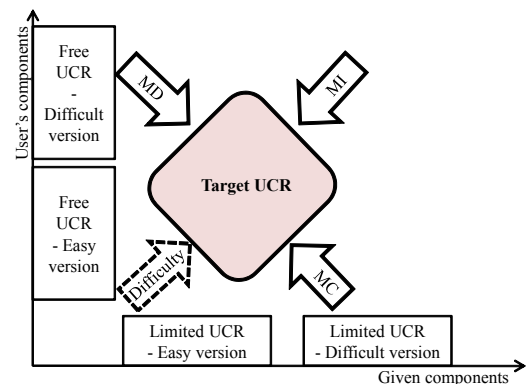
## 2.2 창작로봇, UCR

잘 알려진 바와 같이 웹 2.0은 사용자와 공급자의 경계가 없는 개방, 공유, 참여의 패러다임으로, UCC(User Created Contents)라는 신조어를 탄생시켰다[10]. 그런데 창작로봇이 IT와 융합된 대표적인 선례로서, 기존의 레고블록을 로봇화하고 컴퓨터 및 웹과 접목한 레고마인드스탐이 있다. 레고사가 운영하는 Legoengineering.com에는 초등

학교부터 성인 매니아에 이르기까지 각자 만든 다양한 로봇작품 제작정보가 온라인으로 풍부하게 제공되어 사용자 참여형 창작로봇 생태계를 이루어 선순환을 하고 있다.

최근 Park and Kim[15]는 창작로봇과 웹 2.0 패러다임을 결합하여, 만들어진 로봇을 사용하는 것만이 아닌 자신이 창작하고 서로 공유하는 창작로봇, UCR의 철학적 개념을 제시하였다. 즉, 창작로봇, UCR은 자신의 상상과 설계에 따라 로봇키트에서 구할 수 있는 주어진 부품, 자신의 필요에 따라 스스로 설계해서 만들어야하는 부품, 또는 주변에 쉽게 활용할 수 있는 재활용품이나 소품 등으로 만드는 로봇을 말한다[15].

창작로봇, UCR의 개념은 다소 광범위한데, 실제 로봇창작에 있어서 추구해야할 이상적 창작로봇을 ‘미니멀리즘 창작로봇 UCR’이라 정의하였다. 그 개념적 영역은 다음 [그림 1]과 같이 창작자가 스스로 만들어야하는 부품(세로축)과 기존의 로봇키트에서 주어지는 부품(가로축)으로 이루어진 공간에서, 최소의 부품(MI)으로 최대의 재활용품(MC)를 사용하며 가장 난이도(D)가 높으면서 개발 용이성(MD) 좋은 마름모에 해당하는 영역을 말한다[15].



[그림 1] 미니멀리즘 UCR의 개념도[15]

키트에서 미리 제공되는 부품으로 비교적 쉽게 구현할 수 있는 현재 초등학교 방과후 학교의 창작로봇, UCR 교육은 위 개념도에서 마름모 영역의

왼쪽 아래 부분에 해당한다고 할 수 있다. 즉, 로봇 키트 제작자의 의도에 따른 몇 개의 형태의 로봇이 나올 수 있으며, 다양한 재활용품이나 소품을 활용함으로써 이러한 부품의 한계를 넘을 수 있을 뿐만 아니라, 친환경에 대한 실천적 교육효과도 얻을 수 있다.

### 2.3 그린 IT와 교육

그린 IT는 환경을 의미하는 녹색(Green)과 정보통신기술(IT)의 합성어로, IT 제품 및 서비스의 라이프 사이클 전반을 녹색화하고 신성장 동력을 육성하는 'IT부문의 녹색화(Green of IT)'와 IT와의 융합을 통하여 에너지와 자원을 효율화하고 기후변화 등의 대응력 강화를 실현하는 'IT와의 융합에 의한 녹색화(Green by IT)'로 구성한다[8].

지식경제부, 방송통신위원회, 행정자치안전부 등 각 정부부처들은 2009년 초 그린 IT 정책을 수립하였으며, 교육과학기술부도 2010년까지 노후한 컴퓨터를 지속적으로 교체하도록 함으로써, 전체 PC에 펜티엄 III급 이하의 노후 컴퓨터는 3.6%로 낮아졌다[1]. 그리고 초·중등학교에 설치되어 있는 IT 제품(PC, TV, 프로젝션 TV, 프린터 및 복합기 등)과 각 나라에서 설계 및 생산되는 제품에 부여하는 각종 규제 및 지침과 친환경적 속성을 평가하여 부여하는 환경마크제도 등을 조사·분석한 후, 친환경 마크 제품 및 에너지 소비효율이 높은 등급 제품 구입 등과 같은 그린 IT 도입 가이드라인 개발되었다[4]. 또한 그린 에듀케이션 실천하기로서 학교 등에서 PC를 구동하는 데 필요한 전력 소비량도 낮출 수 있는 SBC(Server based Computing) 구축, 원격 화상 및 원격 음성 회의, 전원 끄기, 전원 코드 뽑기, PC 전력관리 솔루션 운영 등을 통해 에너지 절약 등을 실천방안도 제안되었다[1]. 또한 박선주, 오정은[5]는 탄소발자국 계산기, 탄소포인트 제도, 그린 캠페인 활동, 그린 IT 지침이 활동 등의 교육활동을 제안했다[5].

그러나 위 연구들에서는 전체 초등학교의 43.2%

가 운영하고 있는 방과후 창작로봇교실에서 사용되는 로봇은 대상으로 고려하지 않고 있다. 이에 다음 절에서는 표본조사를 통하여 초등학교 창작로봇교실에서 로봇키트와 건전지 등에 대한 운영 현황 및 교사의 인식을 살펴보고자 한다.

## 3. 그린 창작로봇, UCR 교육

### 3.1 초등 창작로봇교실 운영 현황

본 절에서는 초등학교 방과후 교실 창작로봇교실에서의 키트의 재활용과 건전지 사용 등과 같은 친환경 관련 현황을 추정하고자 한다.

먼저 창작로봇교실의 친환경 관련 운영현황을 알아보기 위해, 전국 초등학교를 모집단으로 하여 단순 임의 추출로  $n = 24$ 개의 초등학교에 대해 표본조사를 실시하였다. 표본집단의 분포는 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 표본 초등학교의 통계치

층화 지역	N층별 학교수	표본수 (비율%)	표본학교 수강생규모	$\overline{B}_i$
서울	578	1(4.2)	60	0.3
인천	235	3(12.5)	272	1.3
경기도	1,131	3(12.5)	1,331	3.2
충청도	866	2(8.3)	135	0.6
전라도	1,734	8(33.3)	749	4.5
경상도	1,139	4(16.7)	776	1.7
제주도	118	2(8.3)	176	0.4
강원도	428	1(4.2)	80	1.9
계	$N = 6,299$	24(100)	3,579	1.74

표본학교는 연평균 3.01개 정도의 키트를 폐기하는 것으로 나타나, 연간 국내 초등학교에서 약 8,073(= 2,691 × 3.01)여개의 키트가 폐기되고 있다고 추정할 수 있다. 이때 키트 단가를 약 5만 원으로 산정하면 4,365만 원 내외로 추산할 수 있다.

<표 2>의  $\overline{B}_i$ 는  $i$  지역층 별 표본 학교의 학생

1인의 1회 로봇수업시 사용하는 건전지 평균 사용 개수 값으로, 학생 1인당 전국 평균  $\overline{B}_1 = 1.74$ 개를 사용하는 것으로 조사되었다.  $i$  지역층 별 각 학교에서 로봇수업 시 사용하는 건전지 연 평균 사용 개수  $\overline{B}_{si}$ 는 다음 수식과 같이  $\hat{p} = 0.432$ 와 층별 학교 개수  $N_i$ 를 가중치로부터 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} \widehat{NB} &= \hat{p} \cdot \sum_{i=1}^8 N_i \cdot \overline{B}_{si} \\ &= \hat{p} \cdot \sum_{i=1}^8 N_i \cdot \overline{B}_{si} \times N_{si} \times T_{ci} \end{aligned}$$

단,  $\hat{p}$  : 로봇교육 실시하는 학교 비율추정치,  
 $N_{si}$  :  $i$ 층의 로봇수강생 수,  
 $T_{ci}$  :  $i$ 층 강좌 총 시수

즉, 학생 1인당 1회 로봇 수업시 평균 1.74개의 건전지를 소모하고 있으며, 전국 창작로봇교실에서 사용되는 연간 건전지 총 수  $\widehat{NB}$ 는 1억 5천 8백 여개로 연간 약 396억 원어치가 소비되고 있다고 추정되었다.

그 외 건전지의 폐기방법은 학생이 개별 폐기하는 것이 33.3%, 학교에서 일괄 폐기하는 것이 56.7%, 외부 장사가 폐기하는 것이 3.3%, 충전용 건전지를 활용하는 경우가 3%로 나타났다. 따라서 학교의 일괄 폐기관리가 필요하며 및 충전지 사용을 장려할 필요성이 높았음을 보였다.

### 3.2 초등 창작로봇교실 운영 교사 인식

동일한 표본 학교의 창작로봇교실 운영 또는 관리 교사 24명을 대상으로 관련 이슈에 대해서 인터뷰를 실시하였다. 창작로봇을 통한 친환경 교육을 위한 주요 문제로는 다음 <표 3>과 같이 친환경 창작로봇 키트 개발 및 상품화를 가장 시급한 문제로 꼽았다.

창작로봇, UCR에 적합한 친환경 교육활동에 대해서는 다음 <표 4>와 같이 실제 환경을 보호하

는 목적의 로봇제작 활동을 가장 중요하게 생각했으며, 다음으로 태양광과 충전 건전지 사용지도를 뽑았다.

<표 3> 그린 창작로봇 UCR 교육에서 고려할 문제

응답 항목	비율 (%)
친환경 부품 사용한 창작로봇 키트 개발 및 상품화	58.3
폐건전지 문제	12.5
그린 창작로봇 교육 프로그램 체계화	12.5
친환경 창작로봇 보급 기준 제공	12.5
폐 창작로봇 키트 재활용 방안 모색	4.5

<표 4> 그린 창작로봇 UCR을 위한 교육활동

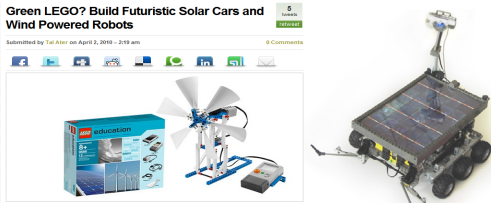
응답 항목	비율 (%)
환경을 보호하고 정화하는 스토리의 창의적 로봇 제작 활동	66.7
태양광, 충전용 건전지 사용지도	20.8
재활용품도 함께 활용하여 창작로봇 만들기	8.3
친환경 관련 교과 수업에 창작로봇 UCR 활용	4.2

자유 서술 문항을 통한 교사의 운영에 대한 인식을 보면, 키트의 재활용성에 대해서는 대부분의 교사들이 부품소실시 로봇회사에 직접 연락하여 필요한 부품만을 추가 주문을 하는 등으로 최대한 재활용하려는 인식이 강했다. 반면, 로봇체험센터 등과 같이 대규모 단발성 교육의 경우 로봇키트의 관리와 재활용에 대한 인식이 상대적으로 부실한 것으로 나타났다. 특히 부품이 작은 경우는 관리가 매우 힘들고 초등학생의 작업 중 분실이 잦아, 로봇 키트의 재활용성에 영향을 줄 수 있다고 인식하는 것으로 나타났다.

### 3.3 그린 창작로봇 및 프로그램 국외 사례

최근 들어 세계적으로 그린에 대한 관심이 높아져 [그림 2]와 같이 로봇키트 제조사들이 태양열,

수력, 풍력 등으로 움직일 수 있는 제품들을 출시하기 시작했고[18], 이를 활용한 사례를 담은 개인 블로그들도 등장하고 있다[16].



[그림 2] 풍력 레고 키트와 태양열 레고 차[17, 19]

또한 [그림 3]과 같이 일본의 Elekit사는 어린이를 대상으로 하는 태양열을 이용한 Solar 키트 로봇12개를 출시하여 좋은 반응을 얻고 있다[18].



[그림 3] Elekit사 태양열 로봇 시리즈[18]

미국 창작로봇교육은 카네기멜론 대학, 남가주대학, MIT 등에서 미연구재단의 지원으로 자체 개발한 교육과정으로 워크샵 또는 아카데미 형태로 운영하고 있다. 그러나 아직까지는 대부분 STEM 교육을 중심으로 운영되고 있는데, MIT 미디어랩은 [그림 4]와 같이 PIE(Playful Invention and Exploration) 워크숍과 같이 친환경적인 전통적인 재료와 생활소품 등과 새로운 디지털 기술을 결합하여

다양한 재료를 통한 아이디어 창출, 제작, 문제해결, 성찰을 통하여 창조와 발명과 탐색의 목표를 달성하도록 하고 있다[20].



[그림 4] 생활 소품을 활용한 PIE 워크샵[20]

### 3.4 그린 창작로봇 프로그램 국내 사례

아직 한국의 창작로봇 키트들은 태양열판 등을 활용하는 사례가 거의 없는 실정므로, 친환경 창작로봇 개발 및 보급에 대한 지원이 필요하다. 또한 현재 초등학교 방과후 창작로봇 교실의 경우 대부분 로봇회사에서 자체 개발한 STEM 교육 위주의 프로그램으로 교사들이 원하는 친환경 교육활동 프로그램은 매우 부족한 실정이다.

최근 지식경제부는 초등 정규교육과정과 연계한 다양한 창작로봇 키트로 수업에 활용할 수 있는 창작로봇교육 프로그램 개발연구를 지원하였다. 박일우 외 3인[6]은 로봇교육전공 석사과정에 재학 중인 초등현장 교사와 함께 정규교육과정의 전 과목에서 창작로봇을 활용할 수 있는 100개 교안을 개발하였는데[6], 이 중에서 창작로봇, UCR과 연계할 수 있는 친환경 교육 단원을 추출해 보면, 다음 <표 5>와 같이 주로 과학 과목이 많다.

또한 창작로봇, UCR 활용교육을 5개월 동안 정규수업에 적용하여, 창의성 증진은 물론 교과목에

<표 5> 그린 창작로봇 적용 가능한 과목 및 단원[6]

학년 학기	과목	단원	학습목표(차시)	로봇활용 교안 주제
4-2	과학	3. 열전달과 우리생활	나만의 보온병 만들기	열전도율이 낮은 물질과 로봇 부품을 이용하여 보온병 만들기
5-2	과학	8. 에너지	운동에너지로 변하게 하기(4/7)	운동에너지로 변환하는 로봇 만들기
			고무줄차 만들기(7/7)	고무줄차를 활용한 로봇 만들기
6-1	과학	1. 기체의 성질	바람으로 움직이는 장난감 만들어 경주하기	로봇으로 윈그래프 그려보기
6-2	도덕	10. 평화로운 지구촌	인류의 평화를 위해 내가 할 수 있는 일 찾아 실천하기	어려움에 처해 있는 지구촌 사람들을 구할 수 있는 로봇을 지레의 원리를 이용하여 만들기

대한 동기유발이 유의미하게 높아진 것을 관찰했다[6]. 따라서 창작로봇 교육프로그램이 환경과 에너지에 대한 초등학생의 인식변화에 중요한 역할을 할 것으로 기대되므로, 관련 교육 프로그램의 지속적 개발 및 적용이 필요하다고 하겠다.

다음 장에서는 현황을 바탕으로 우리나라의 그린 창작로봇 기반 r-러닝 서비스를 위한 프로그램 및 기관별 실천 방안을 제시하고자 한다.

## 4. 창작로봇기반 친환경 r-러닝 서비스

### 4.1 창작로봇 친환경 교육프로그램

Park and Kim[15]은 창작로봇의 학습목표에 따라 3가지로 분류(작업형, UC-TR; 예술형, UC-AR; 사이버연동형, UC-CR)하였다[15]. 작업형 UC-TR(Task Robot)은 STEM 과목과 관련성이 높으며 예술형 UC-AR(Art Robot)은 예술적 창의성을 높이는 미술과 음악과에 주로 관련된다. 사이버 공간과 현실공간의 로봇을 연동하는 UC-CR(Cyber Robot)의 경우 IT와의 연계성을 가지는 교육 목표를 지향한다.

다음 <표 6>은 창작로봇의 학습목표에 따른 3가지 유형별로 고려할 수 있는 프로그램 예시이다.

예를 들어, <표 5>의 열전달과 우리생활 단원과 평화로운 지구촌 단원은 UC-TR, 에너지 단원은 UC-AR, 기체의 성질 단원은 UC-CR에 맞게 응용할 수 있을 것이다.

UC-CR의 또 다른 예로서, 현실과 가상의 세계

를 연결한 대표적인 대체현실게임 ‘석유 없는 세상(World without Oil)’을 고려할 수 있다. 이 게임은 화석연료가 바닥난 행성에서 화석연료 사용을 줄이는 방법을 고안하고 실천한 뒤 이를 온라인 게시판에 올려야 게임을 진행할 수 있는데, 1천 700명의 참가자 중 대부분은 현실에서도 화석연료 사용을 줄이는 버릇을 유지했다고 보고하고 있다[22]. 따라서 이와 같은 사이버 게임과 화석연료를 사용하지 않는 창작로봇을 입출력장치로 연동하는 것과 같은 UC-CR의 교육활동이 제시된다면, 실제 환경을 보호하고 재활용에 대한 인식을 크게 높일 수 있을 것으로 기대된다고 하겠다.

### 4.2 실천 방안

본 절에서는 제 3장에서 살펴본 국내 창작로봇 교육의 환경측면의 운영현황과 인식조사 및 국외 사례를 토대로, 창작로봇 기반 친환경 r-러닝 서비스를 위한 로봇키트 제조사, 교육기관 및 정부기관의 역할별 실천방안을 구체적으로 제시하고자 한다.

먼저 로봇 키트 제조사에 대한 실천방안은 다음과 같다.

- 로봇키트의 부품을 유독성이 없으며 자연분해가 될 수 있는 친환경 소재로 연구 개발하여야 하며, 납땀이나 화학적 접착 과정을 거치지 않는 제품을 제작해야 한다.
- 일회적인 건전지 대신 충전지나 태양광과 풍력 등의 에너지를 충분히 활용할 수 있도록 지원되는 제품을 제작해야 한다.
- 수준별 로봇 키트 간 기구의 연계성을 높여서,

<표 6> 그린 창작로봇 유형에 따른 프로그램 예시

분류	학습목표 예시
UC-TR	로봇을 이용하여 친환경 세상 만들기 : 아이들로 하여금 로봇을 이용하여 화석연료의 사용을 최대한 줄이면서 주어진 작업을 수행하는 로봇을 만들도록 하는 문제해결 중심(4-2단원, 6-2단원)
UC-AR	친환경 상상로봇 표현하기 : 가장 친환경적이면서 예술적 작품성이 높은 로봇을 만들도록 하는 예술을 통한 환경교육 중심(5-2단원)
UC-CR	로봇과 사이버 공간을 연결하여 더 큰 친환경 세상을 표현하기 : 친환경적인 주제에 대하여 사이버 공간의 게임과 로봇간의 상호작용을 연동시켜 인식 제고 및 실천 유도 중심(6-1단원)

재활용이 가능하도록 해야 한다. 또한 다른 생활용품이나 재활용품과의 연계 방안을 고려한 키트 구조물을 개발해야 한다.

- 초등학교에서 사용하다가 부품 소실인 키트를 역으로 구입하여, 재활용 판매하는 사이버 공간을 제공해야 한다.

다음으로 초등학교의 실천방안은 다음과 같다.

- 현재 창작로봇, UCR 교육을 실시하는 방과후 로봇교실 프로그램 내용에 지도교사가 UC-TR의 작업목표를 환경을 보호하고 정화하는 활동을 포함하도록 하여, 창작활동을 통한 친환경 인식교육이 이루어지도록 한다.
- 창작로봇, UCR을 활용한 교육 활동 후 발생하는 건전지 소비 및 폐기법 지도와 태양열판 같은 친환경 부품을 포함하도록 지도를 함으로써 실천적 교육이 되도록 한다.
- 창작로봇 부품의 유실을 학교에서 흔히 볼 수 있는 책받침, 필통, 우유 종이팩, PET병, 병마개 등의 재활용품을 활용하여 예술적 창의성을 고려하는 UC-AR의 교육활동을 지도한다.
- 기존의 교육용 게임이나 콘텐츠와 창작로봇을 입출력장치로 연동하는 UC-CR의 교육활동을 지도한다.

마지막으로 정부기관의 실천방안은 다음과 같다.

- 현재 창작로봇을 활용한 교육에 있어서 친환경적 측면의 운영실태 및 인식조사를 실시하여 교육과학기술부의 '친환경 그린스쿨 조성사업'에 정책을 반영해야 한다.
- 창작로봇 교육 프로그램이 세 분류에 대하여 균형 있게 친환경 교육을 포괄할 수 있도록 개발 지원해야 한다. 즉, STEM 중심의 그린 UC-TR, 창의 및 예술성을 중심으로 한 그린 UC-AR, 그리고 IT와 연계된 그린 UC-CR으로 구성된 창작로봇 프로그램을 개발 및 보급한다.
- 초중등학교 친환경 창작로봇 제품의 리사이클링까지 고려한 표준 가이드라인 개발하고, 로봇

키트에 전자제품 친환경마크 및 제품의 리사이클링 등의 제도 도입 의무화한다. 그리고 이에 대한 행정 및 예산지원을 해야 한다.

- 로봇경진대회에서 친환경 부문을 지정하고, 로봇기술자격증 문제출제 시 친환경 관련 내용을 포함 하도록 권장해야 한다.

## 5. 결 론

본 논문은 초등학교 학생의 친환경에 대한 인식과 실천교육에 있어서, 많은 초등학교에서 운영하고 있는 창작로봇을 중심으로 한 친환경 r-러닝 서비스 현황 및 실천방안을 제시하였다.

먼저 표본조사를 통한 운영현황 및 인식에 대한 기초 조사를 실시하였다. 즉, 로봇 키트의 폐기와 건전지 소비에 대한 전국 추정치를 제시하였으며, 교사들이 실천적 문제로 친환경 키트의 활용과 건전지 문제를 꼽았으며, 환경보호에 관련된 로봇제작활동과 태양광 등의 활용이 필요하다고 인식하고 있음을 보았다.

그리고 국내외 그린 창작로봇 또는 프로그램 사례를 살펴보고, 초등학교 창작로봇기반 r-러닝 서비스에 친환경에 대한 인식과 실천을 포함하도록 하기 위한 프로그램 예시를 UC-TR, UC-AR, UC-CR에 따라 제시하였다. 이러한 예시는 창작로봇교육을 주도하는 교사들이 STEM교육, 예술교육과 IT교육에 친환경 교육을 균형 있게 연결되도록 하는 구체적 교육활동계획안 개발 자료가 될 수 있을 것이다.

마지막으로 각 기관별 실천방안을 제시하였으며, 정부차원의 보다 정확한 실태조사와 그린 창작로봇을 '친환경 그린스쿨 조성사업'에 정책적으로 포함시키고 연구개발 지원할 것 등을 제시하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] 교육과학기술부, 한국교육학술정보원, 『2008 교육정보화백서』, 2008.



- [2] 김덕관, 류영선, 한정혜, “초등 방과후학교 교구로봇 시범사업 현황분석”, 『정보교육학회논문지』, 제14권, 제1호(2010), pp.79-88.
- [3] 김미량, 조혜경, 이석원, 한정혜, 한광현, 김소미, 고범석, 『창의성 증진을 위한 로봇 활용 교육』, 한국교육학술정보원, 2008.
- [4] 박선주, 강아영, “초·중등학교 그린 IT 도입 가이드라인 개발”, 『한국정보교육학회 학술발표대회논문집』, 2009.
- [5] 박선주, 오정은, “학교에서의 그린 IT 실천 방안 제안”, 『한국정보교육학회 학술발표대회 논문집』, 2009.
- [6] 박일우, 김진오, 조미현, 한정혜, (주)카이로봇, (주)로보빌더, “로봇 교육의 종합 Framework 개발”, 2010년 서비스로봇 시장검증·시범서비스 사업 보고서, 지식경제부, 2011.
- [7] 조혜경, 박강박, 한정혜, 민덕기, 고국원, “교육+로봇 : 비전과 액션 플랜”, 『한국정보과학회지』, 제26권, 제4호(2008), pp.55-64.
- [8] 심상천, “선진 그린 IT정책을 통해서 본 우리나라 정책의 개선방안”, 『산업경제연구』, 제22권, 제5호(2009), pp.2357-2382.
- [9] 이태준, 한정혜, “초등학교 방과후학교 로봇 교실 운영실태 분석”, 『정보교육학회논문지』, 제14권, 제1호(2010), pp.25-34.
- [10] 한국경제, “아이디어 하나로 6000만원 : 줄잇는 대박”, 2010.
- [11] 한국교육학술정보원, “클린&그린 에듀케이션 운동 선포”, 보도자료, 2008.
- [12] 한국정보화진흥원, OECD, 『녹색성장을 향한 그린 ICT 추진 전략 : 글로벌 정책 및 기술 이슈 동향 보고서』, 2009.
- [13] 한정혜, 조미현, “r-Learning에서의 로봇보조 학습”, 『정보교육학회논문지』, 제13권, 제4호(2009), pp.407-508.
- [14] Han, J., “r-Learning and Robot Assisted Learning”, Advances in Human Robot Interaction, In-tech publication, Austria, 2010.
- [15] Park, I. and J. Kim, “Philosophy and Strategy of Minimalism-based User Created Robots (UCRs) for Educational Robotics-Education, Technology and Business Viewpoint”, *International Journal of Robots, Education and Art*, Vol.1, No.1(2011), pp.26-38.
- [16] Rusk, R. and B. Pezalla-Granlund, “New Pathways into Robotics : Strategies for Broadening Participation”, *Journal of Science Education and Technology*, 2008.
- [17] <http://home.earthlink.net/~stuff.tn/solar-lego/>.
- [18] <http://www.elekit.co.jp/>.
- [19] <http://www.greenprophet.com/>.
- [20] <http://www.pienetwork.org/>.
- [21] <http://www.r-learning.or.kr/>.
- [22] <http://www.worldwithoutoil.org/>.

## ◆ 저 자 소 개 ◆



**김진오 (jokim@kw.ac.kr)**

서울대학교 기계공학과에서 학사, 석사학위를 받고 Carnegie-Mellon University의 School of Computer Science(Robotics Ph.D. Program)에서 박사학위를 받았다. 일본 SECOM Intelligent Systems Lab에서 연구원으로 일하고 삼성전자에서 로봇개발팀장과 로봇사업부장으로 근무한 뒤 현재 광운대학교 로봇학부에 재직하고 있다. 2003년 지능형로봇 성장동력 기획단장, 2004년~2008년 지능형로봇 성장동력위원회 실무위원장, 2006년~2008년 로봇산업 정책포럼 의장을 맡아 정부의 정책 수립에 기여했으며, 2008년 Joseph Engelberger Robotics Award를 수상했으며 로봇산업발전 유공자로 국무총리 표창을 받았다. 2005년 Stanford University에서 교환교수로 로봇연구를 했으며, 현재 로봇기술자격시험 운영위원장으로 로봇교육, 로봇과 예술 등의 통섭분야와 미래로봇산업에 대한 기획 연구를 하고 있다.



**한정혜 (hanjh@cje.ac.kr)**

충북대학교 자연대에서 이학사 및 이학석사과정을 졸업하고, 전자계산학으로 이학박사학위를 취득하였다. 한국과학재단의 지원으로 연세대학교 산업시스템 공학과와 인지과학연구소에서 포닥연구원으로 재직하였다. 행정자치부 국가전문행정연수원 통계연수부의 전산교육 전임교수로 근무하다가, 청주교육대학교 컴퓨터교육과에 부교수로서 재직하고 있다. 주요 관심분야는 r-러닝, 교육용 로봇, 인간과로봇상호작용으로서 국내외 학술지에 다수 발표 및 관련 전문도서를 출판하였고, 2010년에는 IEEE/ACM Human-Robot Interaction 국제학술대회에서 영어교육용 로봇으로 최우수 비디오논문상을 수상하였다. 현재는 LG연암재단의 지원으로 스탠포드 대학(Stanford University)의 인간기술과학 학제연구소(H-STAR Institute) 방문교수로서, 교육용 로봇에 대한 이론과 응용에 대해서 연구를 수행하고 있다.