

초·중등 학생의 로봇교육을 위한 수학·과학과 교육과정 연계 로봇 소양 교육과정 개발

신승용[†] · 조혜경^{††} · 김미량^{†††}

요 약

본 연구에서는 로봇 교육의 지속 발전성을 제고하고 지원할 목적으로 로봇 소양 교육과정을 구성해서 제안해 보았다. 이를 위해서 로봇 소양 교육을 기존의 문해력에 관한 내용을 참고하여 정의했으며, 아울러 로봇 소양의 요소들도 모두 다섯 가지로 나누어 제시했다. 여기서 제시한 로봇 소양 교육의 영역은 로봇의 기초 영역과 로봇 공학의 세 가지 요소를 바탕으로 한 로봇과 함께하는 측정, 관찰, 로봇으로 만드는 운동과 표현, 나만의 로봇 설계 그리고 종합적 활동 영역으로 제시하였다. 한편, 로봇 소양 교육과정 개발 단계는 Tyler(1949)의 고전적인 교육과정 개발모형을 적용하여 로봇 소양 교육과정 구성의 타당성과 신뢰성을 확보하고자 했으며 이를 바탕으로 기존 초, 중학교의 수학, 과학교과 교육과정을 분석하고 로봇 소양 교육과정을 제안하였다.

주제어 : 로봇 교육, 로봇 소양 교육, 로봇 소양 교육과정

A Curriculum Development on the Robot Literacy Related with A mathematics and Science Curriculum For Elementary and Secondary School Students

Seung-Young Shin[†] · Hye-Kyung Cho^{††} · Mi-Ryang Kim^{†††}

ABSTRACT

This study tried to redesign a robot curriculum and proposed it for the purpose of enhancing, supporting sustainable development of robot in educations. For doing so, this study referred relevant existing literacy contents at robot literacy educations, and defined a robot literacy education. In addition, this study presented elements of robot literacy by dividing them into five kinds. In relation with the scope of robot literacy education suggested here, this study proposed basic robot area, measurement and observation along with robots based on three elements of robotics, movement and expression made by robots, my own robot design, and comprehensive activity area. Regarding to development stages of robot literacy, the study applied the classical model of curriculum development by Tyler (1949), and intended to secure validity and reliability on the curriculum composition, and then developed a curriculum after analyzing mathematics and science curriculums in existing elementary, middle schools accordingly.

Keywords : Robot in Educations, Robot Literacy Educations, Curriculum on the Robot Literacy

† 정 회 원: 마장초등학교 교사

†† 정 회 원: 한성대학교 교수

††† 중신회원: 성균관대학교 교수(교신저자)

논문접수: 2013년 09월 06일, 심사완료: 2013년 10월 14일, 게재확정: 2013년 11월 05일

* 본 연구는 2011년 지식경제부에서 실시한 범부처 로봇시범사업 내 "교육용 로봇시범사업"의 일환으로 한국교육학술정보원의 발주를 받아서 수행한 연구의 일부임

1. 서론

로봇교육은 최근 몇 년 사이에 초등학생들을 대상으로 하는 방과후 로봇교육으로부터 시작해서 중, 고등학교 학생들을 대상으로 이루어지고 있어서 표면적인 모습만으로도 로봇교육은 확대되고 있지만, 최근에는 로봇 교육이 학교 교육과 접목되어 다루어지기 시작했다는 점에서 로봇교육의 영역과 내용이 확대, 심화되는 과정이라고 생각된다.

이와 같은 변화는 그동안 로봇 교육이 추구하는 목적이 로봇 그 자체에 있거나 컴퓨터 프로그래밍 혹은 여타 다른 목적 등에 있었다는 점을 고려해 본다면 체감율은 더욱 높아진다.

이와 같이 로봇 교육의 범위가 확대되고 내용의 심화가 나타난 것은 우리나라의 로봇 산업 성장에 따라서 우수한 품질의 다양한 로봇교구재 공급, 로봇 교육으로 인한 학생들의 지적 능력 증대에 대한 기대, 창의적 체험활동과 STEAM 교육 등 교육 정책적 환경 변화에 기인한다고 볼 수 있다.

먼저, 초, 중등학교에서 이루어지는 방과 후 로봇 교육 사업 및 국내외 다양한 유형의 로봇 경진대회를 통한 교육용 로봇산업의 성장을 예로 들 수 있다. 특히, 2011년 한국로봇산업진흥원의 보고서를 기준으로 우리나라의 교육용 로봇 시장은 2008년 2백억에서 2010년에는 3백억 규모로 2년 만에 약 50% 성장했다는 사실은 이와 같은 주장을 뒷받침 해 준다[1].

둘째, 로봇이 갖고 있는 교육적 효과성에 대한 공감대 확산 측면이다. 로봇을 학교에서 가르친다면 학생들의 창의성, 문제해결력, 논리적 사고력 등과 같이 고차적인 사고력을 증진시켜 줄 수 있다는 각종 연구결과 및 가능성들이 꾸준히 제시되고 있어서 학교 교육에서의 로봇교육에 대한 기대감이 증폭되고 있기 때문이다[2][3].

셋째, 학교 교육과정의 운영 방법과 교육정책의 변화를 지적할 수 있다. 먼저 학교 교육과정의 운영 방법적 측면에서 살펴보면, 현재 초, 중등학교에서 시행되고 있는 '2009 개정교육과정'이 권장하는 교육방법론에서는 창의적 체험활동 영역을 제시하고 있다는 점을 통해서도 알 수 있다. 창의

적 체험활동은 그 성격상 학생들이 체험활동과 탐구활동을 통해서 공동의 문제해결을 도모하고 창의적으로 문제해결을 추구한다는 점에서 로봇교육이 갖고 있는 교육적 특성과 추구하는 방향성에서 일치한다고 볼 수 있다.

마지막으로 지난 2011년 교육과학기술부 업무계획을 통해서 발표된 창의적 융합인재 양성을 위한 STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics) 교육 강화 방침을 통해서도 로봇 교육의 가능성을 고려할 수 있다[4].

로봇과 그에 관한 학문이 본질적으로 과학, 기술, 공학, 수학 그리고 컴퓨터 과학 등 관련한 여타 학문의 집합체라는 점은 의심의 여지가 없다. 여기에 로봇 교육은 이미 여러 연구에서도 증명된 바와 같이 학생들의 학습 흥미와 동기를 부여하고 있으며 이를 기반으로 적극적인 참여를 유도하고 있다는 점을 고려해 보면, 로봇 교육은 교육목적, 형태, 방법 등 다양한 부분에서 STEAM 교육의 일부분을 차지하고 있다고 볼 수 있다.

그러나 이와 같은 교구재 산업의 성장, 효과성에 대한 기대감, 교육방법, 정책적 측면에서의 변화 등에도 불구하고 여전히 로봇교육에 대한 장애물들이 있는데 여기에는 기존의 학교 교육과정에 로봇교육을 위한 시간확보 문제, 학교에서 로봇을 관리하기 어려움, 로봇 교육을 위한 관련 콘텐츠 및 지도 교사 부족, 로봇을 일반교과와 연관 지어 사용하는데 대한 인식 및 사례 부족 등이 바로 그것이다[5].

이 외에도 로봇 교육에 대한 전문 지식 확보 부족, 커리큘럼 등 교육 콘텐츠 부족, 교구 관리 및 안전성 문제 등이 지적되고 있다[6].

학교 교육활동에 로봇교육을 도입하기 위해 선결해야 할 문제점을 지적한 이들의 논의를 종합해 보면, 먼저, 로봇 교육을 위한 최소한의 교육내용 요소에 대한 합의가 먼저 도출되어야 하고, 두 번째로 선정된 교육내용 요소를 바탕으로 교육과정 개발 과정으로 연결되어야 한다. 이후 이를 기초로 한 로봇교육을 위한 시간 확보와 교육콘텐츠 개발 등의 순서로 진행되어야 할 것으로 판단된다. 물론 이와 동시에 로봇을 지도하기 위한 교사 연수 및 양성도 필요하다. 그러나 이 과

정은 교육요소와 교육과정이 결정된 뒤의 일이 될 것이므로 결국 로봇 교육을 위한 최소한의 내용요소 도출과 이에 근거한 교육과정 작성은 로봇 교육의 학교 교육과정 내의 안착을 위해서 가장 필요한 일이라고 판단된다.

따라서 본 연구의 핵심은 로봇 교육을 위한 최소한의 내용 요소를 도출하고 이를 바탕으로 로봇 소양 교육과정을 작성하는 일이 될 것이다. 여기서 로봇 교육의 요소를 도출한다는 것은 로봇을 다루는데 필요한 기본적인 기능만을 선별하여 이들 사이의 관계를 단계별로 조직하여 제시하는 것을 말하며 이렇게 단계적으로 조직된 로봇 교육의 기능적 요소들은 중복 없이 체계적으로 학습 내용을 조직해서 로봇 소양 교육과정을 구성할 수 있는 밑거름이 되어 줄 수 있을 것이라고 기대한다.

이렇게 조직된 로봇 소양 교육과정은 학교 교육에서 필요한 로봇 교육의 범위와 깊이를 일관되고 유기적으로 제시할 수 있으며, 이를 바탕으로 로봇 교육을 위한 콘텐츠 구성과 교사 연수 방안을 찾을 수 있고 나아가 초, 중등학교에서 다루어지고 있는 각 교과들의 교육목표 달성을 위한 도구 교과로의 위치를 확립할 수 있는 효과적 연계 지원 방안들에 대한 구체적인 방법들이 제시 될 수 있을 것이라고 생각한다.

한편, 소양교육이 해당분야의 지식과 정보를 획득하고 이해할 수 있는 최소한의 능력을 의미한다는 것에 기초하면[7], 본 연구에서 구성하여 제시하려는 로봇 소양 교육과정은 최소한의 로봇 교육 요소를 도출하여 교육하려는 목적에서 구성된다는 점에서 의미가 있다고 본다.

2. 연구의 내용 및 방법

본 연구는 “초·중등 교육과정과 연계된 로봇 소양 교육과정 개발”이라는 연구의 목적을 달성하기 위해서 Tyler(1949)의 고전적인 교육과정 개발 모형을 따르고자 한다. 이 모형에 따르면 교육과정 개발은 ‘교육목표 설정’ 단계, 학습경험을 선정하는 단계, 선정된 학습 경험을 조직하는 단계, 마지막으로 학습경험을 평가하는 단계를 따라 교육과정을 개발하도록 제안하고 있다[8].

첫 번째 단계인 교육목표 설정을 위해서는 학습자의 요구, 흥미에 대한 자료 수집과 분석, 학습자가 속한 사회의 규범, 가치 등을 내면화하는 과정과 교과 전문가의 견해가 중요한 지표가 된다.

이 부분에 대해서는 이미 전술한 것처럼 로봇 교육의 여건이나 이에 대한 교육수요자의 요구와 더불어서 창의적 인재 육성에 초점이 맞추어져 있는 교육과정운영상의 변화 등을 고려 할 수 있으며, 다음 장에서 제시하게 될 로봇소양 교육에 대한 본 연구를 통한 정의에 근거한 교육목표를 설정할 수 있을 것이다.

두 번째 단계인 학습 경험을 선정하는 단계에서는 학습자들이 학습목표를 달성할 수 있는 기회, 만족, 경험 가능성 등이 고려되어야 한다.

이와 관련하여 본 연구는 기존의 로봇 교구 제조업체에서 제시 했거나, 대학, 교육기관 등에서 이미 시도하고 있는 로봇 교육의 내용을 분석해보고 이를 근거로 학습 경험을 선정하도록 한다.

세 번째로 학습경험을 조직할 때에는 교육내용의 수직적 반복성, 학습경험의 점진적 확대 및 심화를 의미하는 계열성, 교육내용의 수평적 연관을 의미하는 통합성의 원리에 따른다.

본 연구는 기존의 초, 중등학교의 수학, 과학과 교육과정을 분석할 것이며 이 내용에 근거한 로봇 소양 교육과정을 제시할 것이므로 학습내용의 반복성, 계열성과 통합성의 원리를 충실히 따르도록 노력한다.

마지막으로 학습경험을 평가하기 위해서는 목표 중심의 평가가 이루어져야 하고 학습 목표의 달성 정도에 따른 피드백을 통해서 지속적인 교육과정의 개선을 이끌어 내는 과정을 밟게 된다.

본 연구에서 개발된 로봇 소양교육 교육과정 내용(체계표)은 대학교수 2인, 중등교사 2인, 초등교사 2인의 회의를 거쳐 영역 및 내용을 결정하고 이를 포커스 그룹 인터뷰(Focus Group Interview)를 통한 전문가 집단 내용 타당도 검사 과정을 통해 도출된 다양한 의견들을 다시 투입 단계로 환류 시켜서 로봇 소양 교육과정을 타당화 과정을 밟아 결과를 제시하기로 한다.

3. 이론적 배경

3.1 로봇 교육과 동향

우리나라에서의 로봇은 외부환경을 스스로 인식하고 상황을 판단하여 자율적으로 동작하는 기계 장치로 정의 하고 있다[9]. 2008년 지식경제부의 발표에 근거하면 이러한 로봇은 다시 크게 5가지 영역으로 나누고 이를 약 70여 가지에 이르는 영역으로 분류해서 제시하고 있다.

물론 교육용 로봇은 이 분류에 포함되어 있으며, 전통적인 의미의 교육용 로봇은 학습과정에서 학생들이 구조를 직접 만들고 제어하면서 교육활동에 활용하는 것으로 받아들여져 왔으나 최근에는 로봇을 교육용 콘텐츠 전달 미디어로 여겨지면서 교사나 친구의 역할을 수행하는 교육보조 로봇까지도 포함하고 있다[5].

본 연구에서의 로봇 교육에서는 이 들 중 첫 번째의 방식으로 로봇을 사용한다. 즉 전통적 입장에서 학생들이 직접 로봇을 만들어보고 제어하는 활동을 통해서 일정한 목적을 달성하는 활동을 의미한다. 한편 이러한 의미로 로봇을 사용하여 지도하는 경우 그 사용목적에 따라 이루어지는 교육 형태를 다시 4 가지로 분류하여 제시할 수 있다[5].

첫째는 Robotics Engineering 방식이다. 이 방식은 로보틱스 보다는 엔지니어링, 창의력, 문제해결력 향상을 중시하는 교육형태다.

둘째는 Robotics 와 STEM 방식이다. 로보틱스 활동을 통해서 수학, 과학과목을 통합해서 지도하려는 방식을 예로 들 수 있다.

셋째는 Robotics 와 Multi-discipline 방식이다. 이 방식은 앞의 두 번째 방식에 예술, 어문학, 사회교과 몰입감, 현실감 그리고 참여도를 높이기 위한 목적으로 시행되고 있다.

마지막으로 Robotics 와 Computing 방식이 제시되는데, 이 방식은 로보틱스를 통해서 프로그래밍을 지도하려는 목적으로 이루어지는 방식이다.

다만, 현재 우리나라에서는 과학, 기술, 엔지니어링 그리고 수학을 통합해 지도하려는 STEM 교육 방식에 언어 및 예술 등 표현력 지도를 위한 Art's 교과를 통합하자는 움직임이 일어나고

있기에 앞의 두 번째에서 제시된 'Robotics + STEM' 방식과 'Robotics + Multi-discipline' 방식을 통합해서 'Robotics + STEAM' 방식으로 분류할 필요도 있을 것이다. 다음 <표 1>은 이상과 같은 논의를 바탕으로 최근에 수행된 연구들을 중심으로 분류한 것이다.

<표 1> 로보틱스의 교육형태에 따른 연구 동향

영역	관련 논문
Engineering	-학습성과 향상을 위한 로봇 이용 공학 설계 입문 운영사례[10] -다관절 팔을 이용한 교육용로봇의 개발과 적용방안[11]
STEAM	-로봇 활용 STEAM 교육에 참가한 초등학생들의 학습지속 요인분석[12] -아동의 창의력 신장을 위한 로봇 교육 연극 프로그램 개발 및 적용[13] -초등 실과교과의 기술영역 교육을 위한 예비교사 대상의 로봇 활용 교육과정안 개발 [14] -로봇 학습이 실과 전자단원의 아동 인식 변화에 미치는 영향[15]
Computing	-초등 교육에서의 PBL기반 라인트레이서 로봇프로그래밍 교육방법 개발[16] -프로그램교육 목적의 로봇게임 프로젝트 학습 구안에 관한 연구[17] -두리틀과 로봇 프로그래밍 교육이 창의성에 미치는 효과 비교 연구[18]

반면 로봇공학은 로봇에 관한 공학 기술적 연구를 행하는 학문 분야. 로보틱스(robotics)라고도 한다. 로봇 공학은 인간이 지니는 감각을 갖도록 하려는 센서 공학, 인간의 지능에 가까운 능력을 갖도록 하기 위한 인공 지능이나 컴퓨터 사이언스, 의수·의족 등의 의지(義肢) 공학 및 생물 공학 등으로 이루어지는 종합적 학문 분야이다. 그리고 공장 등의 생산 현장에 산업용 로봇을 도입하고 새로운 생산 시스템을 구축하기 위한 시스템 엔지니어링이기도 하다[19].

결국, 로봇 공학 교육이 이상과 같은 의미에서 로봇 공학에 관한 교육이라고 본다면, 초, 중등학교에서 이루어지는 로봇 교육은 교육대상, 교육내용 및 목적 및 방식에 있어서 로봇공학교육과는 분명한 차이가 있음을 알 수 있다.

3.2 로봇 소양 교육

본 연구에서 다루고자 하는 로봇 소양교육은 로봇 공학교육이 아니라, 소양교육이라는 점과 초, 중등학교에서 타 교과와의 협력관계에 있다는 점에서 연구의 대상, 목적 그리고 범위가 다르다.

사전적 정의에 따르면 ‘소양’이 평소에 닦고 쌓아 바탕이 된 교양을 의미하며, ‘literacy’가 읽고 쓰는 능력을 의미한다[9]. 이렇게 보면 소양이라는 것은 어떤 분야에 대한 기본적인 능력을 의미하는 도구적 성격의 것임에 분명해 보인다.

한편 ‘정보문해력’을 논의한 고영만(2005)에 의하면 ‘정보소양’을 토대로 정보자주성이 형성되는데 정보자주성이란 모든 사람이 정보와 정보기술이 지닌 장점을 동등하게 사용할 수 있도록 하는 것이라고 정의한다[20]. 이는 도구적 성격으로 인식되는 ‘소양’의 의미뿐만 아니라, 해당분야에서의 ‘자주성’ 획득을 위한 최소한의 도구라는 의미로 일종의 가치적 측면이 강조되었다는 점에서 시사점이 있다. 본 연구에서는 도구와 가치를 고려하여 로봇을 조작, 설계, 제작하며 문제해결에 적용할 수 있는 기본적인 능력을 ‘로봇 소양’이라고 정의 한다.

이러한 맥락에서 로봇 소양교육은 일반 초, 중등학교의 학생들을 대상으로 한 로봇과 로봇 공학과 같은 공학적 측면의 기초교육 보다는 학교 현장에서 학생들이 로봇이 갖고 있는 기능과 장점을 활용해서 수업과 문제해결에 활용하는 장면, 즉 로봇의 학습 활용에서 자주성 획득이라는 측면에서 접근해야 할 것으로 생각된다.

따라서 본 연구를 통해서 제시되는 로봇 소양 교육과정은 학교 교육에서 제시하는 교과 목표 및 총괄 목표를 달성하는데 있어서 학생들이 도구적 측면으로 활용하는 로봇을 다루고 이용할 줄 아는 능력을 배양할 수 있도록 지원하는 성격을 갖고 있으며, 이를 바탕으로 학생들의 문제해결력 및 창의력 향상을 추구 할 수 있도록 하는데 주안점을 둔다.

이상의 논의를 바탕으로 본 연구에서 다루고자 하는 로봇 소양 교육과 로봇 교육 및 로봇 공학교육의 차이점은 아래 <표 2>와 같이 정리 할 수 있다.

한편, 로봇 소양교육의 내용 영역으로는 대학이

나, 학교현장 등에서 적용되거나 연구되고 있는 로봇 지도 내용영역을 바탕으로 구성하기로 한다.

<표 2> 로봇 소양 교육과 공학 교육의 차이

	대상	목적	교육 범위
로봇 소양 교육	초, 중등학교 학생 일반적 교수-학습 과정 참여 학생	로봇을 학습 활동의 도구로 사용할 수 있는 능력 배양	학습의 효과를 극대화하기 위한 도구로서 로봇의 기본적인 사용 방법 및 학습 적용 방법 교육
로봇 교육	초, 중등 학생	Robotics와 Engineering/ S T E M /Computing	프로그래밍 언어, 엔지니어링, 수학, 과학, 예술, 구조, 기구학
로봇 공학	로봇에 관한 공학, 기술적 연구	인간에 가까운 지능, 감각, 운동능력을 구현하기 위함	로봇에 관한 설계, 제조, 응용 분야

이러한 이유는 앞에서 제시한대로 로봇 소양교육의 정의에 근거한다면, 일반적으로 학생들이 로봇을 조작, 설계, 제작하며 이를 바탕으로 기본적인 학습문제를 해결하기 위해 적용할 수 있는 기초적인 능력 수준이 기존에 이루어진 연구 결과나 현재 활용되고 있는 로봇 교육과정 영역에 근거해도 무리가 없다고 판단했기 때문이다.

기존의 연구를 바탕으로 현재 로봇교육관련 기관에서 제시하고 있는 로봇 교육과정 영역은 다음 <표 3>에서와 같이 분류할 수 있다.

다만, 이들 중 미국 Tufts 대학에서 운영하고 있는 ‘www.legoengineering.com’ 과 카네기 멜론 대학에서 운영하고 있는 ‘CMU 로보틱스 아카데미’에서 제공하는 로봇 교육과정은 프로젝트 위주로 이루어지고 있어서 다른 연구자나 기관과 같이 영역별로 제시할 수 없었기 때문에 내용 영역별로 성격이 비슷한 위치로 분류시켰다.

이렇게 연구자와 대학 등의 교육 내용을 중심으로 분류 및 정리했고 각 영역의 내용을 중심으로 로봇의 이해나 역사 영역을 ‘로봇의 기초’ 영역으로, ‘로봇의 원리’, ‘기초교육 및 구성’ 영역을 센서와 모터 둘 중 어느 것을 주로 다루는지에 따라서 ‘측정 및 관찰’ 영역과 ‘운동과 표현’ 영역으로, 프로그래밍과 로봇 설계 영역을 ‘나만의 로봇 설계’ 영역으로 재구성했고 마지막으로 이상나열한 능력요소들을 종합적으로 활용할 수 있는 능력을 ‘종합 활동’ 영역으로 재구성했다.

<표 3> 연구자별 연구 기관별 교육과정 영역 구성 현황 분석

연구자/ 교육과정	문외식 (2007) [21]	최제혁, 김가희(2009) [22]	홍기천, 심재국 (2013) [23]	http://robotics.nasa.gov/ [24]	www.legoengineering.com [25]	카네기 멜런대학 [26]	연구제안
교육과정 단원명	로봇의 이해	로봇의 이해	<없음>	로봇의 역사와 사용			로봇의 기초
단원별 세부 내용	*로봇의 개념, 구성요소	*로봇의 정의	<없음>	*로봇의 사용 *순서도 *문학작품과 글쓰기를 통한 로봇역사 알아보기		*콘트롤러 메뉴	*로봇의 개념 *로봇의 역사 *로봇과 윤리
교육과정 단원명	<없음>	로봇의 원리	로봇 기초교육	로봇의 구성			측정 및 관찰
단원별 세부 내용	<없음>	*기계의 구조와 원리	*출력센서 *입력센서	*물리와 로보틱스 (과학) *로봇 프로그래밍 (수학) *비판적사고: 어떻게 해야 좋은 로봇을 만들 수 있는가?	*악기디자인 하기 (소리의 과학 학습) *모델하우스 디자인하기 (재료의 특성 학습)	*바퀴와 거리 *회전 측정하기 *소리 센서 *초음파센서 *조사와 데이터 로깅 *모션 *빠른 속도로 전진 *오른쪽 회전	*센서의 이해와 값의 측정 *센서를 활용한 관찰 *센서의 물리적 특성 이해 운동 및 표현 *모터의 활용 *회전운동의 변환
교육과정 단원명	프로그래밍	로봇의 제어		로봇디자인			설계
단원별 세부 내용	*PILOT 프로그래밍 *INVENTOR 프로그래밍 *로봇 프로그래밍	*알고리즘의 이해, 순서도, 프로그래밍	*순서도 *NXT-G 프로그래밍 *데이터 로깅	*과학적 방법을 사용해서 로봇디자인하기	*동물모델 디자인하기 (동물 학습)		*로봇 스케치
교육과정 단원명	로봇제작	로봇의 제작	로봇활용 교육	*로봇디자인 그리기	*운송수단 디자인하기 (간단한 기계 장치 학습)		*로봇 프로그래밍 *회전운동을 기반으로 한 창작
단원별 세부 내용	*기어연결 *브릭과 축 의 연결 *복합연결 *로봇의 설계 및 제작	*로봇의 조립	*센서를 활용한 산소농도 측정 *로봇제작 위한 아이디어 도출 *로봇구상도 *로봇설계/탈표	*평가하기: 여러분의 로봇 은 잘 만들어 졌나요?		*다리(교각) 조사하기	
교육과정 단원명	<없음>	<없음>	<없음>	<없음>			종합
단원별 세부 내용	<없음>	<없음>	<없음>	<없음>			*문제해결 *프로젝트 해결

4. 연구의 실제

4.1 로봇교육의 사례 분석

본 절에서는 로봇을 지도하는 국내외의 다양한 로봇 교육 사례들을 분석 한다. 여기에는 로봇 교육 교구재를 제공하는 기업의 교육내용과 대학이나 일반 교육기관들도 분석했다. 분석내용은 주된 교육내용과 일반적으로 다루고 있는 센서와 로봇의 구조와 운동, 그리고 간단한 프로그래밍 교육 등과 관련한 내용들이다. 특이한 점으로는 일반적으로 이들 로봇 교육은 수학이나 과학, 공학 및 예술과 같은 국가 수준의 교육과정에 근거해

해서 지도하고 있었다는 점이다. 또한, 이 단계의 분석에서는 각각의 교육용 제품이나 기관에서 제시하고 있는 로봇 교육프로그램으로부터 로봇소양 교육의 요소를 어떤 형식으로 다루고 있는지를 알아보기 위하여 로봇 소양교육의 요소를 분석 기준에 포함하였다. 분석한 결과는 다음 <표 4>와 같다.

4.2 교육과정 분석을 통한 로봇 교육 연계

앞의 분석 결과에서도 나타나 있듯이 로봇 소양 교육과정을 개발하기 위해서는 현재 학생들에게 적용되는 학교 교육과정과의 관련성도 살펴봐야 한다.

다음 <표 5>, <표 6>은 각각 미국의 과학과 국가 수준 교육과정 및 수학과 국가 수준 교육과정과 로봇교육과의 개략적인 연관성을 나타낸 것이다[21][22].

예를 들어 과학과 교육과정의 경우 LEVEL K~4의 경우 교육과정의 주된 내용은 물체와 물질의 속성, 물체의 위치와 움직임, 빛, 열, 전기와 자기력과 관련된 내용이고, 이는 물체의 움직임과(엔지니어링, Kinematics) 위치 변화(각센서), 빛(빛 센서), 열(온도 센서)활용한 값의 측정 등과 같이 로봇 교육과 연관 지어 교육과정 활동에 적용해 볼 수 있다는 것이다.

또한 LEVEL 5~8의 경우에도 속성과 물질의 속성 변화, 움직임과 힘, 에너지 변환의 주제와 관련해서 중력, 자기력 그리고 기계적 힘(엔지니어링, Kinematics)에 의해 발생할 수 있는 일반적인 힘의 효과 묘사, 힘의 전달과정 등을 예로 들 수 있다. 수학과와의 경우에도 수와 연산 영역은 연산의 의미를 이해하고 상호 관계를 파악하게 하는 활동으로 컴퓨터를 이용한 연산과 논리적 평가와 연관 지어 볼 수 있는 것이다.

<표 5> 과학과 국가수준 교육과정과의 연계(미국)

수준	학교교육과정 내용	로봇 교육 연계 내용
LEVELS K~4	물체와 물질의 속성, 물체의 위치와 움직임, 빛, 열, 전기와 자기력	-물체의 움직임과(엔지니어링, Kinematics) 위치 변화(각센서), 빛(빛 센서), 열(온도 센서)활용한 값의 측정
LEVELS 5~8	속성과 물질의 속성 변화, 움직임과 힘, 에너지 변환	-LEVELS5~6:중력, 자기력 그리고 기계적 힘(엔지니어링, Kinematics)에 의해 발생할 수 있는 일반적인 힘의 효과묘사, 힘의 전달과정 -LEVELS 7~8 : 객체의 움직임의 서로 다른 패턴 묘사, 객체의 움직임에 근거한 힘의 효과 발견, 묘사 그리고 비교
LEVELS 9~12	원자의 구조, 물질의 속성과 구조, 화학적 반응, 힘과 운동, 에너지 보존과 무질서의 증가, 물질과 에너지의 상호작용	-에너지와 힘과의 상호작용 관계, 패턴 파악

본 연구는 이와 같은 방식으로 학교 교육과정의 내용요소로부터 로봇교육과의 관련성을 찾아 분석해 보고, 로봇 소양 요소와 연관 지어 제시해 보도록 하겠다.

다음 장의 <표 7, 8, 9 10>은 초, 중등학교 수학, 과학과 교육과정을 앞에서 제시한 로봇 소양 교육요소 즉, ‘로봇의 기초’ 영역, ‘로봇과 함께하는 측정 및 관찰’ 영역, ‘로봇으로 만드는 운동과 표현’ 영역, ‘나만의 로봇 설계’ 영역 그리고 ‘종합 활동’ 영역으로 재구성해서 제시한 것이다.

<표 6> 수학과 국가수준 교육과정과의 연계(미국)

영역	분류	관련 내용
내용표준	Number and Operations	-수이해하기, 수표현법, 수사이의 관계, 수체계 -연산의 의미 이해 그리고 상호관계 : 컴퓨터를 이용한 연산과 논리적 평가
	Geometry	-기하학적 형태의 두세 가지 영역의 속성과 특성을 분석하고 기하학적 관련성에 관한 수학적 토론의 발전 -점과 관련된 기하를 사용해서 다른 표현적 시스템, 특정 위치와 특별한 관련성을 묘사한다. -시각화, 특별한 추론 그리고 기하학적 모델링을 사용해서 문제를 해결한다.
	measurement	-측정의 과정과 시스템 유닛 그리고 객체의 속성을 측정할 수 있음 이해한다. -측정법을 결정하기 위한 적합한 기술, 도구 그리고 형식을 적용한다.
과정표준	Data Analysis and Probability	-데이터를 찾고 수집하고 조직할 수 있는 정형화된 질문과 그 질문에 대답하기 위한 관련 데이터를 보여주기
	Communication	-의사소통은 학생, 교사 그리고 다른 사람들에게 자신의 수학적 사고를 일관성 있고 명백하게 전달한다.
	Connections	-수학적 아이디어들 사이의 연결을 사용하고 인식 하는 것 -어떻게 수학적 아이디어들이 관련을 맺고 하나의 연관된 전체로 만들어지는지를 이해하는 것 -수학외부의 맥락에서 수학을 인식하고 적용하는 것
	Representation	-물리적, 사회적 그리고 수학적 현상을 해석하고 모델화하기 위해 표현을 사용한다.

<표 7> 초등학교 학년별 수학 교과 내용과 로봇과의 연계성 분석

학 년	학 기	수학	로봇 활용 활동	로봇소양요소				
				로봇 의 기초	측 정, 관 찰 영 역	운 동 과 표 현 영 역	로 봇 계 역	문 제 해 결 / 총 합 동
1	1	1. 5까지의 수 2. 9까지의 수 3. 여러 가지 모양(입체) 4. 더하기와 빼기 5. 비교하기	<ul style="list-style-type: none"> 로봇을 이용하여 숫자 이동하기 로봇 부품을 이용하여 입체 모양을 만들기 길이 비교하기(직접, 간접) • 부품 종류별로 분류하기 	○				
	2	2. 여러 가지 모양(평면)	<ul style="list-style-type: none"> 부품 종류별로 살펴보고 평면도형 분류하기 로봇 부품 이용하여 규칙 만들고 배열하기 로봇부품 이용하여 나만의 규칙 만들어 표현하기 		○			
2	1	3. 여러 가지 모양 5. 길이재기	<ul style="list-style-type: none"> 로봇이 간 거리 어렵하고 제어 보기(cm) 		○			
	2	3. 길이재기 6. 표와 그래프 7. 문제 푸는 방법 찾기	<ul style="list-style-type: none"> 로봇을 조종하여 움직인 거리 어렵하고 제어 보기 표로 나타내기, 그래프 그리기, 조사하고 정리하기 			○		
3	1	3. 평면도형 5. 평면도형의 이동 8. 길이와 시간	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 부품을 이용하여 각, 직각 설명하기 로봇의 부품 중 직사각형, 정사각형 살피기 도구를 만들어 그림 옮기기, 뒤집기, 돌리기 활동 		○			
	2	3. 원 7. 자료 정리 8. 규칙 찾기와 문제 해결	<ul style="list-style-type: none"> 원 그리는 도구 만들기 • 로봇의 원운동 반지름 측정 여러 번 측정하고 그래프로 그리기 이동 패턴, 이동 방향을 이용하여 규칙찾기 놀이 구성 			○		
4	1	3. 각도 4. 삼각형	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 구조물의 구조적 짜임을 보고 각도, 다양한 도형(이등변삼각형, 정삼각형, 예각삼각형, 둔각삼각형) 찾기 			○		
	2	3. 수직과 평행 6. 수의 범위와 어렵 7. 꺾은선 그래프	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 생김새를 보고 수선, 평행선 찾기 센서 값에 이상, 이하, 초과, 미만 적용한 활동 자료 해석하기-꺾은선 그래프 		○			
5	1	5. 도형의 합동 6. 직육면체와 정육면체	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 부품 이용하여 합동의 개념 이해하기 상자형 로봇 구조 설계하여 전개도, 겨냥도 그리기 		○			
	2	3. 도형의 대칭 6. 자료의 표현과 해석	<ul style="list-style-type: none"> 고무차 로봇 여러 번 측정하여 평균 구하기 		○			
6	1	3. 각기둥과 각뿔 4. 여러 가지 입체도형 5. 원주율과 원의 넓이 6. 비율 그래프	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 외형을 꾸미기 위해 입체도형 전개도 활용 바퀴 회전수에 따라 이동한 거리 측정 기어비 구하기 			○		
	2	2. 원기둥과 원뿔 3. 겹넓이와 부피	<ul style="list-style-type: none"> 단면을 모터를 이용하여 돌려 회전체의 모습 나타내기 겨냥도를 이용하여 직육면체, 정육면체의 겹넓이 구하기 			○		

<표 8> 중학교 수학 교과 내용과 로봇과의 연계성 분석

학 년	학 기	수학1	로봇 활용 활동	로봇 소양 요소				
				로봇 의 기초	측정· 관영 역	운 동 과 표 현 역	로 봇 설 계 역	문 제 해 결 / 총 합 동
1	1	1 집합	<ul style="list-style-type: none"> 로봇과 로봇이 아닌 것을 구분 / 센서의 특징 나열하기 액츄에이터의 종류알기 / 로봇 제어 장치의 기능 알기 	○				
		2 자연수의 성질	<ul style="list-style-type: none"> 이진법을 활용 이유 알기 / 이진수와 인간의 생활관계 이진수 이외의 방법으로 프로그래밍 하기 				○	
		3 정수	<ul style="list-style-type: none"> 엔코더의 값의 이해 / 엔코더 값으로 로봇의 움직임 예측 엔코더 값으로 로봇을 제어할 수 있다. 		○			
		4 유리수	<ul style="list-style-type: none"> 유리수와 아날로그 데이터 값 이해하기 아날로그 데이터의 디지털 데이터로 변환 		○			
		1 문자와 식	<ul style="list-style-type: none"> 이동거리에 대한 회전 각도의 관계식을 구하기 회전 각도를 알면 이동 거리를 구할 수 있다. 			○		
	2	2 일차방정식과 그 활용	<ul style="list-style-type: none"> 일차 방정식을 이용하여 센서 값을 구할 수 있다. 일차 방정식을 이용하여 최적의 엔코더 값을 구하기 		○			
		1 함수와 그 활용	<ul style="list-style-type: none"> 시간과 센서 값 그래프 / 시간과 거리 그래프 		○			
		2. 기본도형	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 직선 운동을 선으로 표현할 수 있다. 두 로봇이 만나는지 안 만나는지 예측할 수 있다. 		○			
		3. 작도와 합동	<ul style="list-style-type: none"> 미션에 맞게 로봇을 디자인할 수 있다. 				○	
		4. 평면도형의 성질	<ul style="list-style-type: none"> 바퀴의 지름, 회전 각도를 알면 이동 거리를 알기 바퀴의 지름, 이동거리를 알면 회전각도를 예측하기 		○			
2	1	1. 유리수와 근삿값	<ul style="list-style-type: none"> 아날로그 센서 값에서 근사값이 필요한 이유를 안다. 아날로그 센서 값의 근사값을 구하는 합리적인 방법을 안다. 실제 센서 값과 제어에 활용한 센서 값과의 오차를 안다. 센서 값의 오차의 한계 개념을 말할 수 있다. 		○			
		1. 다항식의 계산	<ul style="list-style-type: none"> 시간과 거리의 관계식을 구하고 그래프를 그릴 수 있다. 			○		
		2. 곱셈 공식과 등식의 변형	<ul style="list-style-type: none"> 시간과 속도의 관계식을 구하고 그래프를 그릴 수 있다. 짧은 시간 동안의 속도를 구할 수 있다. 현재 속도 알면 일정 시간 후 로봇의 이동 거리를 예측한다. 				○	
		3. 연립방정식	<ul style="list-style-type: none"> 현재 속도 알면 일정 시간 후 로봇의 이동 거리를 예측한다. 		○			
		4. 부등식	<ul style="list-style-type: none"> 상황에 맞는 센서 값의 범위를 결정할 수 있다. 		○			
	2	5. 일차함수	<ul style="list-style-type: none"> 등속도 운동의 시간과 거리 그래프 작성 거리-시간 그래프에서 기울기의 의미해 및 활용 			○		
		6. 확률	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 다양한 행동을 예측 한다. / 미션에 맞는 최적의 경로를 생각해 낼 수 있다. 모든 경우에 대한 대처 행동을 계획해서 제어할 수 있다. 				○	
		7. 삼각형의 성질	<ul style="list-style-type: none"> 특정 미션에 맞게 로봇 설계도를 그릴 수 있다. 					○
		8. 사각형의 성질	<ul style="list-style-type: none"> 특정 미션에 맞게 로봇을 디자인할 수 있다. 				○	
		9. 도형의 닮음	<ul style="list-style-type: none"> 조립도에 나와 있는 대로 제작할 수 있다. 					○
3	1	1. 제곱근과 무리수	<ul style="list-style-type: none"> 회전 관성 모멘트를 이해하고 자세 제어 시간 구할 수 있다. 					○
		2. 간단한 다항식의 인수분해	<ul style="list-style-type: none"> 거리에 대한 시간의 2차 방정식 구하기 / 2차 방정식 그래프를 통한 로봇의 운동 해석 					○
	2	1. 중앙값, 최빈값, 평균 분산, 표준편차	<ul style="list-style-type: none"> 빛 센서를 활용하여 색을 구분하는 경계 값 구하기 소리 센서를 활용하여 경계값을 구하기 		○			
		2 피타고라스의 정리 삼각비, 원에서 현, 접선에 대한 성질	<ul style="list-style-type: none"> 삼각비를 이용하여 로봇의 이동거리 구하기 로봇을 원운동 시키기 					○

<표 9> 초등학교 학년별 과학(슬생) 교과 내용과 로봇과의 연계성 분석

학 년	학 기	과학	로봇 활용 활동	로봇 소양 요소				
				로봇 의 기초	측정, 관찰 영역	운동 과 표현 영역	로봇 계역	문제 해결 / 종합 활동
1	1	1. 즐거운 학교생활 3. 가족은 소중한데요	• 로봇을 이용하여 교통안전 놀이/가족놀이하기	○				
	2	1. 나의 몸 5. 생각하여 만들기	• 도구 만들기				○	
2	1	1. 커 가는 내 모습 2. 이제는 할 수 있어요 3. 귀를 기울여요 4. 사이좋은 이웃 5. 함께 사는 우리 6. 우리 집이 좋아요 7. 동물과 식물은 내 친구	• 센서를 이용하여 키 재기 • 미래의 모습 표현하기 • 소리 듣고 알아맞히기 • 이웃놀이 • 마을/ 내가 살고 싶은 집/ 동식물과 함께하는 집 꾸미기		○			
	2	1. 낮과 밤이 달라요 2. 그림자와 친구해요 3. 아름다운 우리나라 4. 물건도 여행을 해요 5. 가게에 가요	• 해님 달님 세상 표현하기 • 그림자 연극하기 • 우리나라를 나타내는 것 표현하기 • 물건 여행하기 • 가게 놀이			○		
3	1	2. 자석놀이 4. 날씨와 우리 생활	• 자석이용 장난감 만들기 • 온도센서를 이용고온에서만 움직이는 로봇 만들고 움직일 때와 움직이지 않을 때 온도 재어보기 • 바람의 방향과 세기를 조사		○			
	2	1. 액체와 기체의 부피 2. 동물의 세계 3. 혼합물의 분리 4. 빛과 그림자	• 나만의 부피 측정 기구 만들기 • 동물의 외모와 움직임의 특징이 드러나게 만들기 • 로봇 부품을 이용하여 혼합물 분리하기 실험 • 빛과 그림자 실험하기			○		
4	1	1. 무게 재기	• 로봇을 이용하여 수평잡기 놀이하기 • 저울 만들기			○		
	2	4. 화산과 지진	• 화산 모형 만들기 • 지진 체험하기			○		
5	1	1. 지구와 달 2. 전기 회로	• 지구와 달의 움직임을 로봇을 이용하여 움직여 보기 • 로봇의 전기 회로의 연결 관찰			○		
	2	1. 우리의 몸 2. 용해와 용액 3. 물체의 속력 4. 태양계와 별	• 로봇으로 인체 모형 만들기 • 로봇팔 이용하여 일정한 속도로 움직여 설탕녹이기 • 로봇 자동차 속력 측정하기 • 고무차 로봇 멀리가게 만들기 • 로봇 3종 경기 • 일정한 시간 간격마다 로봇이 움직인 거리를 표시 • 행성 탐사 계획 • 태양계의 행성을 로봇으로 만들어 크기 비교하기				○	
6	1	1. 빛 3. 계절의 변화 4. 생태계와 환경 5. 자기장	• 빛과 렌즈를 이용하여 반사의 개념 알기 • 태양의 고도 측정하기 • 생태계 구성요소 만들고 복원 계획을 로봇으로 실천하기 • 가장 힘이 센 전자석 만들기 • 전자 회로 꾸미기					○
	2	3. 에너지와 도구	• 무거운 물건 들어 올리는 로봇 게임 (지레, 도르레, 경사면)				○	

<표 10> 중학교 과학 교과 내용과 로봇과의 연계성 분석

학년	학기	과학	로봇 활용 활동	로봇 소양 요소				
				로봇의 기초	정, 관찰 영역	운동과 표현 영역	로봇 설계 영역	문제 해결 / 종합 활동
1	1	2. 분자의 운동	<ul style="list-style-type: none"> • 압력 센서의 원리를 설명할 수 있다. • 공압 장치의 원리를 설명할 수 있다. 		○			
		3. 상태 변화와 에너지	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇의 다양한 에너지를 이야기해 보자. 	○				
1	2	7. 힘과 운동	<ul style="list-style-type: none"> • 씨름 로봇 게임을 수행해 보자. • 씨름 로봇 제작 시 다음과 같은 점을 고려해야 하는 이유를 이야기해 보자. <ul style="list-style-type: none"> - 탄성력과 마찰력 / - 중력 / - 힘의 작용 • 로봇의 움직임을 표현하는 방법에는 어떤 것이 있는지 이야기 해보자. • 로봇의 속도를 구하여 보자. • 가/감속 구간에 대해 이야기해 보자. • 클러치 기어의 원리를 말해보자. • 클러치 기어를 활용하여 로봇을 제작하여 보자. • 옴니휠 드라이버를 활용하여 다양한 위치로 이동시켜 보자. 					○
2	1,2	6. 빛과 파동	<ul style="list-style-type: none"> • 빛 센서의 원리에 대해 이야기해 보자. 		○			
3	1	2. 일과 에너지	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇의 운동 에너지를 어떻게 측정할 수 있는지 설명해 보자. • 로봇의 운동 에너지를 직접 실험하여 측정하여 보자. 		○			
	2	6. 전류의 열작용	<ul style="list-style-type: none"> • 모터가 돌아가는 원리를 설명하여 보자. • 모터의 회전 방향과 전류의 흐름 방향과의 관계를 설명하여 보자. 		○			

4.3 로봇 소양 교육과정

이상과 같이 초, 중등학교의 수학, 과학과 교육 과정을 분석해 보았다. 분석 방법은 각각의 교육 과정에서 해당하는 단원의 주된 학습 내용을 로봇을 활용해서 해결할 수 있는 내용을 간추렸고 이를 다시 본 연구에서 제시한 로봇소양 요소와 연관 지어 분류해 본 것이다.

예를 들면, 초등학교 1학년 수학과 교육과정에서 4 단원 더하기와 빼기, 5 단원 비교하기 활동의 핵심은 직접 혹은 간접적으로 길이 비교하기

활동을 통해서 학생들이 개념적으로 길이의 길고 짧음에 대한 인식을 확대하기 위한 활동으로 구성되어 있다. 따라서 이와 같은 활동은 아직은 어린 1학년 학생들에게 로봇의 부품을 길거나 혹은 짧은 종류별로 분류하게 하거나 같은 모양 비슷한 모양 등으로 분류하는 활동으로 확장 발전시켜 제시 할 수 있게 된다. 따라서 이러한 내용은 본 연구에서 제시한 로봇 소양 요소들 중에서 ‘로봇과 함께하는 측정, 관찰’영역에 포함시켜 다룰 수 있게 된다.

이상의 과정을 거쳐 제시한 다음 <표 11>과 같은 로봇 소양 교육과정의 적용은 다음과 같이

할 수 있다.

예를 들어 초등학교 1학년 수학시간 2단원에서 학습 주제로 ‘여러 가지 모양’을 다룬다고 할 때, 학생들은 로봇을 구성하는 부품의 길이 비교 및 분류 활동을 할 수 있다. 이때 부품은 주로 플레이트와 같이 가로, 세로길이를 갖고 일정한 면적을 갖는 부품을 의미한다.

또한 초등학교 3학년 과학 2학기 2단원 ‘동물의 세계’ 활동을 위해서 센서 값에 반응해서 상하 운동 혹은 좌우 운동으로 연결되는 간단한 장치를 통해서 다양한 동물의 움직임 표현 해 낼 수도 있다. 또한, 초등학교 5학년 과학 2학기 3단원 ‘물체의 속력’ 단원의 활동 중 물체의 속력을 측정하기 위해서 속력, 이동거리 등 변수를 활용한 로봇의 동작 제어를 통해서 물체의 속력에 관한 개념 이해를 확실히 할 수도 있는 것이다. 마지막으로

중학교 1학년 2학기 과학 7단원 ‘힘과 운동’ 단원의 활동을 위해서 학생들은 씨름 로봇을 제작해 보고 탄성, 마찰, 중력 등 다양한 힘에 대해서 경험적으로 체험할 수 있는데 이렇게 다양한 경험을 종합적으로 제공할 수 있게 하기 위해서는 본 연구에서 제안한 것에서처럼 문제를 종합적으로 해결할 수 있는 기회를 ‘종합 활동’ 형태로 제공할 수도 있는 것이다.

4.4 전문가 검토

이상의 과정을 거쳐서 개발된 로봇 소양 교육과정의 타당화 과정을 거치기 위한 작업으로 전문가 검토를 실시하였다.

본 연구 결과의 타당화 작업을 도와준 전문가들은 지난 2011-2012년 한국교육학술정보원에서 시행한 UCR(User Create Robot) 사업에 참여하

<표 11> 초, 중등 수학, 과학교육과정과 로봇 소양 교육요소와의 연계 교육과정

로봇 소양	과목 별	초등학교 1~2학년	초등학교 3~4학년	초등학교 5~6학년	중학교
로봇의 기초	수학				- 로봇의 분류
	과학				- 로봇 기술과 원리
로봇과 함께 하는 측정, 관찰	수학	- 부품 길이 비교 및 분류 - 부품 이용한 측정 - 로봇의 이동 등 회전운동	- 원 그리는 로봇 등 회전 운동의 변환	- 로봇의 센서를 이용한 측정 - 두 개 이상의 모터를 활용한 로봇의 움직임 - 각도를 지정하는 회전 운동	- 엔코더, 빛 센서 등 센서 값의 제어 - 센서 값의 범위, 경계 값 등 특성 탐구
	과학	- 센서를 활용한 물체 길이, 색 등 측정	- 다양한 센서를 활용한 자료 값 수집		- 센서의 원리 및 물리적 특성 탐구
로봇으로 만드는 운동과 표현	수학			- 힘의 크기에 따른 로봇의 빠르기 변화 - 회전각도에 따른 로봇의 운동거리	- 등/가속도 등 이동로봇의 운동 법칙 탐구
	과학	- 로봇의 움직임을 이용한 표현 활동	- 출력장치를 조작한 다양한 움직임 표현	- 로봇의 움직임을 힘의 크기에 따라 변경	
나만의 로봇 설계	수학				- 로봇의 구조와 순서를 설계
	과학	- 쓸모 있는 것 표현하기		- 속력, 이동거리 등 변수를 활용한 로봇의 동작 제어	- 순서도를 활용한 프로그래밍
종합 활동	수학				- 문제를 해결하기 위한 로봇 조작
	과학			- 생태계 복원 등 당면한 문제를 해결하기 위한 방법 찾기와 로봇 제작	- 씨름에서 이기기 위한 과제를 해결하기 위해 체계적 절차를 밟아 수행

는 초·중·고등학교 및 대학교수들이며 이들은 학교 수업에 로봇을 접목해서 교육과정을 운영해 본 경험을 갖고 있고 교수들은 대학에서 로봇공학을 강의 해오고 있는 전문가들이다<표 12>.

<표 12> 전문가 현황

구분	직	성별	연령대	로봇 지도 교과
A	초등교사	남	40대	동아리 활동
B	초등교사	남	30대	교과시간(과학,미술,실과)
C	초등교사	여	30대	교과(실과, 과학), 재량
D	초등교사	남	30대	발명반 수업
E	중등교사	남	30대	동아리 활동
F	고등교사	여	30대	동아리 활동
G	고등교사	남	30대	교과(정보),교과의,영재교육
H	고등교사	남	30대	교과(정보), 교과외
I	교수	남	40대	대학강의 등
J	교수	남	40대	대학강의 등
K	교수	남	40대	대학강의 등

이들 로봇 교육 분야 전문가들과 총 2회의 전문가 검토를 진행했다. 검토한 내용은 본 연구에서 개발한 로봇 소양 교육의 정의와 방향 그리고 로봇 소양 교육과정<표 11>의 타당성을 확보하는데 중점을 두었다.

참석한 전문가들의 의견은 대체로 본 연구 결과 제시한 로봇 소양 교육의 정의와 방향 그리고 타당성에 긍정적인 반응을 보여 주었다. 이들의 의견은 다음 <표 13>과 같다.

<표 13> 전문가 검토 분석 관점 1

관점 1. 로봇 소양 교육의 정의와 방향
- 로봇 소양 교육이란 누구나 알아야 할 로봇에 대한 기본적 지식 이어야 한다(B).
- 로봇 소양 교육이 선행되어야 로봇의 활용 폭이 넓어질 수 있다(E).
- 로봇을 도구로 이용해서 어떤 다른 문제를 해결하기 위한 창의적 문제 해결의 도구로 사용되어야 한다(I).

참여한 전문가 집단은 전체적으로 본 연구에서 제시한 ‘로봇 소양’ 정의에 대해서 본 연구에 제한된 범위 내에서 타당성을 인정하고 있음을 알 수 있었고, 다음 <표 14>에서 제시된 바와 같이 본 연구에서 제시한 로봇 소양 교육과정에 대한

방향을 제시 받을 수 있었다.

<표 14> 전문가 검토 분석 관점 2

관점 2. 로봇 소양 교육의 대상과 내용 범위
- 로봇 소양 교육의 대상은 초, 중, 고등학생들이며 로봇의 의미, 입출력 장치, 기초적인 프로그래밍 등이 다루어져야 한다.(A)
- 초등학교 저학년부터 중학교 전 학년까지를 대상으로 하고 내용 범위는 과학, 수학, 기술, 컴퓨터 교과까지 다루어주면 좋겠다(F).

마지막으로, 본 연구에서 제안한 로봇 소양 교육과정의 타당성, 체계성 등에 관한 검토 의견을 분석해 보면 다음 <표 15>와 같다.

<표 15> 전문가 검토 분석 관점 3

관점 3. 로봇 소양 교육과정의 타당성, 체계성
- 큰 틀에서는 로봇 소양에 해당하는 내용을 선별해서 위계적으로 고려하려는 노력이 보이나, 좀 더 세부적이고 단계적인 제시가 필요하다(E)
- 로봇 소양 영역을 크게 5가지로 나누어 제시하고 내용 요소를 분류 했는데, 각 영역의 이름 들을 좀 더 포괄시키면서 대표성을 띄게 해야 할 것 같다(J).

이상 전문가들의 의견을 종합해 보면, 본 연구에서 제시한 로봇 소양 교육과정은 큰 틀에서는 무리가 없으나, 로봇 소양 요소와 매칭되는 각각의 초, 중등학교 학년 간 교육 내용 요소들의 대표성 확보가 필요하며, 이들의 내용이 어느 한 쪽으로 치우치지 않도록 안배해야 한다는 점, 그리고 마지막으로 이들 내용간의 위계성, 체계성 등이 잘 구성되어 제시되어야 한다는 의견을 수렴할 수 있었다.

본 연구에서는 이상의 내용들을 수렴하여 앞의 <표 11>에서와 같이 초, 중등학교 수학, 과학 교육과정과 연계된 로봇 소양 교육과정을 제시할 수 있었다.

5. 결론

지금까지 본 연구는 초, 중등학교에서 활용할 수 있는 로봇 소양 교육과정을 수립하고 제시해

보았다. 로봇 소양 교육과정을 제시하게 된 데에는 크게 3가지 배경을 근거로 들 수 있다. 첫째는 우리나라 교육용 로봇산업의 성장, 둘째는 로봇이 갖고 있는 교육적 효과성에 대한 공감대 확산, 셋째는 STEAM 교육 등 창의적 인재 육성교육에 대한 관심과 이를 강화하려는 교육 환경적 변화 등을 제시하여 그 타당성을 확인할 수 있었다.

로봇 소양 교육을 개발하기 위한 방법론적 고민은 Tyler(1949)의 고전적인 교육과정 개발모형을 적용하여 해결하고자 했다. Tyler에 의한 교육과정의 구성 과정은 ‘교육목표 설정’ 단계, 학습경험을 선정하는 단계, 선정된 학습 경험을 조직하는 단계, 마지막으로 학습경험을 평가하는 단계를 따라 로봇 소양 교육과정을 개발하였다.

첫 번째 교육목표의 설정 단계에서는 학생, 학부모, 지역사회 가치관 등을 종합적으로 고려하여 설정하게 되는데 본 연구에서는 교육용 로봇산업의 성장, 로봇교육의 효과성에 대한 공감대 확산, 교육 환경적 변화 등을 살펴볼 수 있었다.

이후 두 번째 단계인 학습 경험의 선정과 세 번째 단계인 교육내용 조직의 단계는 현행 초, 중등학교 수학, 과학과 교육과정으로부터 로봇 교육이 가능한 요소를 추출하고 이들 요소를 로봇 소양 교육과정 각각의 요소와 관련시켜 제시한 다음 계열성, 통합성의 원리에 따라 정리하였다.

이후 초, 중, 고등학교 및 대학교에서 다년간 로봇을 지도해온 전문가 집단을 구성하여 본 연구에서 제시한 로봇 소양 교육과정에 대해 다양한 의견을 수렴하여 타당화 과정을 거쳤다.

이러한 과정을 거쳐서 제안된 로봇 소양 교육과정은 로봇을 다루기 위한 가장 기초적인 지식, 기능적 내용을 추출한 것이므로 초, 중등학교 수학, 과학과의 해당 단원과 연계되어 지도될 수 있으며, 특히 STEAM 교육 활동에서처럼 교과 통합적인 활동에서 활용 될 수 있을 것으로 기대한다.

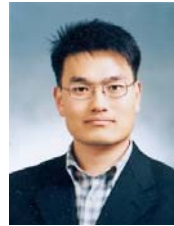
참 고 문 헌

- [1] 한국로봇산업진흥원(2011). **2011 로봇산업실태조사 결과보고서**. 7월. 112. 한국로봇산업진흥원, 제37302호(통계법 제8조에 의한 정부승인통계, 2006.9.6.)
- [2] Cynthia S. Hood & Dennis J. Hood(2005). Teaching Programming and Language Concepts using LEGOs?, *ACM ItiCSE'05*, June 27-29, Monte de Caparica, Portugal. 19-23.
- [3] Samuel Blanchard, Viktor Freiman, Nicole Lirrete-pitre(2010). Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: innovative potential of technology, *Procedia Social and Behavioral Sciences 2*, 2851-2857.
- [4] 교육과학기술부(2010.12.) **업무보고자료**.
- [5] 김미량 외(2008). **창의성 증진을 위한 로봇 활용 교육 방안 연구**. 연구보고 CR 2008-14.
- [6] 박광렬(2011). 초등학교 로봇 교육 및 교구의 현황과 발전 방향의 고찰. **실과교육학회지**, 24(3), pp. 323-343.
- [7] <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=939246&mobile&categoryId=499>
- [8] Tyler, Ralph (1949). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago: University of Chicao Press
- [9] <http://dic.daum.net/word/view.do?wordid=ekw000097954&q=%EB%A6%AC%ED%84%B0%EB%9F%AC%EC%8B%9C>
- [10] 김희선(2011). 학습성과 향상을 위한 로봇 이용 공학설계입문 운영사례, **공학교육연구**, 14(1), 74-81.
- [11] 유영길(2005). 다관절 팔을 이용한 교육용로봇의 개발과 적용방안, **한국실과교육학회지**, 18(2), 43-59.
- [12] 신승용(2012). 로봇 활용 STEAM 교육에 참가한 초등학생들의 학습지속 요인분석, **컴퓨터교육학회논문지**, 15(5), 11-22.
- [13] 박홍제, 문성환(2010) 아동의 창의력 신장을 위한 로봇 교육연극 프로그램 개발 및 적용, **한국실과교육학회지**, 23(2), 159-181.
- [14] 박광렬(2008). 초등 실과교과의 기술영역 교육을 위한 예비교사 대상의 로봇 활용 교육과정안 개발, **한국실과교육학회지**, 21(1), 273-296.
- [15] 김성민, 유영길(2005). 로봇 학습이 실과 전

자단원의 아동 인식 변화에 미치는 영향, **한국실과교육학회지**, 18(4), 129-150.

- [16] 권대용, 허경, 이원규(2010). 초등 교육에서의 PBL기반 라인트레이서 로봇프로그래밍 교육 방법 개발, **컴퓨터교육학회논문지**, 13(3), 13-23.
- [17] 신승용, 유상미, 김미량(2009). 프로그램교육 목적의 로봇게임 프로젝트 학습 구안에 관한 연구, **인터넷정보학회논문지**, 10(6), 159-171.
- [18] 박경재, 이수정(2010). 두리틀과 로봇 프로그래밍 교육이 창의성에 미치는 효과 비교 연구, **정보교육학회논문지**, 14(4) 619-626.
- [19] <http://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%A1%9C%EB%B4%87%EA%B3%B5%ED%95%99>
- [20] 고영만 (2005). **정보문해론**, 한국도서관 협회 서울.
- [21] 문외식 (2007). 교육용로봇을 이용한 프로그래밍 학습 모형 - 재량활동 및 특기적성 시간에 레고 마인드스톰의 Labview 언어 중심으로, **정보교육학회논문지**, 11(2), 231-241.
- [22] 홍기천 심재국 (2013). 교육용 로봇을 활용한 초등학교 과학교과의 STEAM교육 수업 방안, **정보교육학회논문지**, 17(1), 83-91.
- [23] 최재혁, 김가희 (2009), 초등학교 방과후학교에서의 로봇 교육과정 분석 및 제안, **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집**, 13(2), 185-194.
- [24] <http://robotics.nasa.gov/>
- [25] <http://www.legoengineering.com>
- [26] <http://www.education.rec.ri.cmu.edu/>
- [21] NSTA (1982). **NSTA position statement on science-technology-society**: science education for the 1980's. Washington, DC:author.
- [22] National Council of Teachers Mathematics (1989). **The Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics**. VA.: National Council of Teachers Mathematics

신 승 용



1995년 인천교육대학교
초등교육 전공(학사)
2004년 한국교원대학교 일반대학원
컴퓨터교육학과(석사)

2009년 성균관대학교 교과교육학과 컴퓨터교육
전공 (교육학박사)

현재 마장초등학교 교사
관심분야: 로봇교육, 프로그래밍교육

E-mail : ssyer@hanmail.net

조 혜 경



1987년 서울대학교 제어계측공학과 (공학사)
1989년 서울대학교 대학원 제어계측공학과 (공학석사)

1994년 서울대학교 대학원 제어계측공학과 로봇공학 (공학박사)

현재 한성대학교 정보통신공학과 교수
관심분야: Robots in Education, Human-Robot Cooperation, Robot Control Architecture

E-mail: hkcho@hansung.ac.kr

김 미 량



1987년 서울대학교 인문대학
영어영문학과(문학사)
1989년 미국 리하이대학교
대학원 교육공학과
(이학석사)

1998년 서울대학교 대학원 교육학과
(교육학박사)

현재 성균관대학교 컴퓨터 교육과 교수
관심분야 : u-Learning, Computer-Based
Interactive Design, Diffusion of IT
or IT-Based Learning

E-mail : mrkim@skku.ac.kr