

로봇교육 관련 국내 연구동향 및 교육효과 분석*

김 철

광주교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

본 연구의 목적은 2001년부터 최근까지의 로봇교육과 관련된 국내 연구 동향 및 효과성 논문을 분석함으로써 로봇교육의 방향과 시사점을 제안하는 것이다. 로봇교육과 관련된 연구 동향을 살펴보기 위해 한국연구재단의 등재지(등재 후보지)의 총 10여종의 전문 학술지에 게재된 112편의 논문을 선정하여 학술지, 연도, 연구형태, 연구주제, 연구대상, 연구방법별로 분석하였다. 연도별 논문 편수를 분석한 결과 2007년을 기점으로 크게 증가하고 있으며 연구 주제로는 프로그래밍 교육, 아동반응연구 순으로 연구 비율이 높은 것으로 나타났다. 연구 방법에서는 실험연구가 가장 많이 수행되었으며 로봇에 대한 교육적 효과에 대한 연구에서 창의성, 문제해결능력, 교과학업성취도 그리고 학습몰입 및 학습태도의 정의적 요인에 효과가 있다고 보고되었다. 이러한 연구 자료를 기초로 로봇교육의 방향 및 시사점을 제안하였다.

키워드 : 로봇교육, 연구 동향

An Analysis of Domestic Research Trend and Educational Effects in Relation to Robot Education

Chul Kim

Dept. of Computer Education, Gwangju National University of Education

ABSTRACT

The purpose of this study is to suggest the direction and implications of robot education by analyzing domestic research trend related to robot education and effectiveness papers from 2001 to the recent time. For examining the research trend related to robot education, 112 papers in total 10 kinds of professional academic journals of National Research Foundation of Korea were selected and they were analyzed by academic journal, year, research form, research subject, research object and research method. As the result of analyzing the number of papers by year, they are greatly increased from 2007. And, for the research subjects, they showed high rate of research, programming education and children's response research in order. For the research method, the experimental research was fulfilled the mostly. In the research on the educational effects of robot, it's reported to be effective in creativity, problem-solving ability, academic accomplishment of subjects, justifying factors of studying concentration and studying attitude. Based on the studying material, direction and implications of robot education were suggested.

Keywords : Robot Education, Research Trend

* 이 논문은 2012년도 광주교육대학교 학술연구비 지원에 의한 것임.

논문투고 : 2012-05-30

논문심사 : 2012-05-30

논문완료 : 2012-06-18

1. 연구의 필요성 및 목적

21C 지식 정보화 사회는 창의적이고 문제해결력을 갖춘 인적자원을 필요로 하고 국가 경쟁력은 우수한 인재를 육성하는 것에서 출발한다고 볼 수 있다. 따라서 세계 각국은 우수인력양성을 중요한 국가적 과제로 여기며 다양한 교육적 노력을 기울이고 있다. 즉 인재양성은 국가 차원에서 많은 관심을 갖게 되었으며 과학적이고 체계적으로 해야 한다는 방향이 설득력을 얻고 있다.

최근 로봇교육은 미래 인재가 갖추어야 할 창의성, 문제해결능력, 논리적 사고력과 같은 고차원의 사고력 신장의 연구결과로 주목을 받고 있는데[13][24] 시대적, 국가적 창의적 인재육성의 당면 과제와 맞물려 교육부문의 관심 또한 증가하고 있다.

로봇교육의 연구는 로봇교육 프로그램 개발 및 운영, 로봇교육 효과, 로봇기능에 대한 요구조사, 그리고 로봇설계에 관한 연구 등으로 구분되기도 하는데 각 영역별로 다양한 연구가 수행되었다[12].

교육 프로그램에 관한 연구는 주로 프로그래밍 교육을 위한 것으로 홍기천(2009), 권대용 외(2010), 허경(2011), 문외식(2011) 등 초등학생부터 대학생 그리고 예비교사를 대상으로 하고[1][4][20][22], 로봇교육 효과성 연구는 프로그래밍 및 정규교과에 로봇을 적용 후 결과를 확인한 Wagner(1998), Bers 외(2002), 박정호·김철(2011), 배영권·남재원(2010) 등 많은 연구자에 의해 수행되고 있다[8][11][23][25][26]. 로봇 기능 및 설계에 관한 연구는 정재경 외(2007)이 수행한 로봇교수 스타일에 따른 아동 반응 분석[15], 김옥진·한정혜(2006)의 초등교육용 로봇 얼굴 설계에 관한 연구 등이 해당된다[3].

국내에서 교육적 목적으로 로봇을 활용한 연구가 시작된 것은 2000년 이후로 비교적 짧은 기간이나 10여 년 동안 학술지, 학술발표, 학위논문 등에서 발표된 상당한 양의 논문의 편수 및 로봇교육 학위 과정 개설 등에 비추어 볼 때 양적 발전을 이루어 왔다고 볼 수 있다. 그러므로 2000년 이후 로봇교육 관련 발표 연구동향을 조사, 분석하는 것은 몇 가지 측면에서 의미가 있다고 할 수 있다.

첫째, 로봇교육의 실태를 파악할 수 있으며 둘째,

로봇교육의 과거, 현재 현황을 이해하여 관련 연구 수행의 기초자료를 제공하고 셋째, 분석된 결과를 토대로 현장에서의 질적 향상과 더불어 미래의 로봇교육 연구에 대한 제언을 할 수 있다는 점에서 매우 의미가 있다. 그러므로 연구동향의 전체적인 흐름을 자세하게 살펴보는 것은 학문의 발전에 있어 선행되어야 할 중요한 과제라 하겠다. 즉 로봇교육의 연구 흐름이 어떻게 어떠한 교육적 효과를 구체적으로 보고하고 있는 지에 대한 고찰이 필요한 시점이다.

이에 본 연구는 국내의 로봇의 연구동향을 파악하고 로봇의 교육적 효과에 대한 실험연구 분석을 통해 향후 로봇교육 연구에 대한 시사점을 제공하고자 한다.

2. 선행 연구 고찰

국내에서 이루어진 로봇교육 연구동향에 관한 선행연구를 보면 박광렬(2011)은 최근 5년간 학술지 논문을 중심으로 초등학교 로봇 교육 및 교구의 현황과 발전 방향을 고찰하였는데[7], 로봇 교구의 종류와 경향, 변천 추이, 로봇교육에 대한 문제점을 교사 대상 설문문을 통하여 분석 결과를 제시하였다.

최정원 외(2011)는 국내 로봇교육 연구 현황분석에는 연도별 발행 논문수, 연구방법, 로봇 종류, 연구주제, 연구대상, 적용교과를 중심으로 119편의 학술지 논문을 분석하였다[18]. 하지만 박광렬(2011)의 연구는 로봇교육 연구 경향을 로봇소양과 로봇활용의 두 범주로 구분하여 제시하여 전체적인 연구동향을 가늠하기에는 미흡하고 최정원 외(2011)의 연구결과는 검색 자료의 나열, 비교, 단순 해석에 그치고 있어 통합적인 로봇교육에 대한 전망 및 시사점을 제공하는데 한계를 나타냈다. 즉, 이들 연구들은 양적 증가와 함께 수반되어야 할 통합적 관점에서의 연구 동향에 대한 분석연구는 아직 이루어지지 못한 실정이다. 따라서 로봇교육 연구의 양적 현황이 어느 정도인지에 대한 구체적인 자료를 파악하고 또 연구주제, 연구방법, 연구대상, 연구결과 등 로봇교육 연구의 흐름을 통합적으로 분석하는 작업이 필요하다. 또한 연구가 더 필요하거나 불필요한 영역에 대한 점검을 할 수 있다. 그리고 연구 검토 결과를 바탕으로 앞으로 로봇

교육이 나아가야 할 방향을 가늠해보는 것은 의미가 있다. 특히 앞으로의 로봇교육 발전에 도움이 될 여러 시사점을 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

3. 연구내용 및 방법

본 연구는 국내 로봇교육 연구동향을 분석하기 위한 것으로 2001년부터 2012년까지의 유치원에서 성인에 이르기까지 로봇교육에 관한 국내학술지를 검색하고 분석한다. 연구 논문 검색을 위해 누리미디어(DBpia), 학술교육원(E-Article), 한국학술정보(KISS), 한국교육학술정보연구원(RISS)의 4가지 검색엔진을 활용하였으며 검색조건은 ‘로봇 교육’으로 지정하였다. 검색엔진별 로봇 교육 논문 편수 및 검색 지원 학회 결과는 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 검색엔진별 학술지 및 지원학회

검색엔진	논문수	검색 지원 학회
누리미디어(DBpia)	89	한국실과교육학회 외 6종
학술교육원(e-article)	66	한국정보교육학회 외 2종
한국학술정보(KISS)	84	한국컴퓨터교육학회 외 8종
한국교육학술정보연구원(RISS)	260	한국컴퓨터정보학회 외 15종

검색된 논문 중 로봇의 교육적 활용 범주에 포함되지 않는 기술 분야의 논문은 일차적으로 배제하였다. 또한 학술지 논문은 한국연구재단(구 학술진흥재단)의 등재지, 등재후보지로 해당 학문분야에서 권위를 인정받은 학술지를 대상으로 하였으며 학술대회 발표논문은 제외하였다. 최종 연구동향 분석에 활용한 논문 수는 총 112편이다.

조사한 논문을 연도별, 학회별, 연구주제, 연구방법, 연구대상별로 연구동향 분석을 위해 수학적재교육 관련 국내 연구 동향 분석에 사용된 민경아 외(2011) 분석틀을 참고로 로봇교육에 맞게 재구성하였다[5].

본 연구의 분석틀은 현장에서 로봇을 지도하고 있는 현장교사 2인의 검토를 받아 최종 확정되었으며 사용한 논문 분석틀의 분석 영역 및 내용은 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 논문 분석틀

분석 영역	내용
학술지별	한국실과교육학회지, 실과교육연구, 한국콘텐츠학회논문지, 어린이미디어연구, 열린유아교육연구, 정보교육학회논문지, 컴퓨터교육학회논문지, 유아교육연구, 정서.행동장애연구, 한국컴퓨터정보학회논문지, 공학교육연구 등
연구연도별	2001년 ~2012년 까지
연구형태별	단독연구, 2인 공동연구, 3인 이상
연구주제별	프로그래밍, 설계 개발, 교과통합교육, 융합교육, 교사인식연구, 교육프로그램, 아동반응연구, 기타
연구대상별	유아, 초등학생, 중학생, 고등학생, 대학생, 교사
연구방법별	문헌연구, 질적연구, 실험연구, 프로그램 개발, 조사연구, 관찰연구, 상관연구

연구주제별, 연구대상별, 연구방법별로 논문을 구분하고 분석하는 것은 로봇을 지도하고 있는 현장교사 2인의 의견을 반영하였으며 두 가지 이상의 분야에 중복이 되는 논문은 연구자 포함 3인의 협의를 거쳐 결정하였다. 또한 로봇 교육의 효과에 대한 고찰을 위해 실험연구를 추출하고 유의미한 교육적 결과를 보고한 논문을 대상으로 추가 분석을 실시하였다.

본 연구에서 로봇의 범위를 교구로봇, 보조교사로봇, 기타 수업지원 로봇을 포함하였다.

4. 로봇교육 연구 동향 분석

4.1 연구형태별 분석

112편의 로봇교육 논문을 연구형태별로 분석하면 다음 <표 3>과 같다. 공동연구의 비율이 75%로 가장 많고, 2인 공동연구가 많은 비중을 차지하였다.

<표 3> 연구형태별 논문 편수

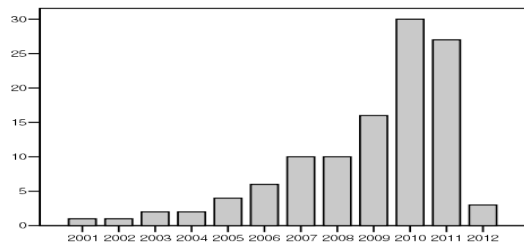
연구 형태	논문 편수	비율
단독연구	28	25%
2인 공동연구	43	38.4%
3인 이상 공동연구	41	36.6%
계	112	100%

<표 4> 학술지/발표 연도에 따른 논문 편수

학술지명 \ 연도	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	계
한국실과교육학회지			2		2		1	3		2	2		12
실과교육연구				1				2	2		1		6
한국콘텐츠학회논문지						1			1	1			3
어린이미디어연구									1	2			3
열린유아교육연구										2		1	3
정보교육학회논문지						3	4	2	4	9	11		33
컴퓨터교육학회논문지					1		3	1	3	3	3		14
유아교육연구								1		1	4		6
정서·행동장애연구									1	3	1		5
한국컴퓨터정보학회논문지									1	2	1	1	5
공학교육연구							1			1	1		3
기타	1	1		1	1	2	1	1	3	4	3	1	19
계	1	1	2	2	4	6	10	10	16	30	27	3	112

4.2 학술지/발표 연도별 논문 편수 분석

학술지/발표 연도별 논문 편수는 다음 <표 4>, [그림 1], [그림 2]와 같다.

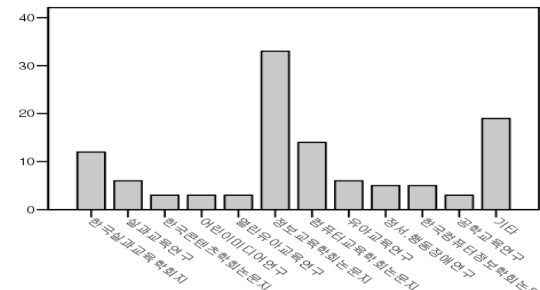


[그림 1] 연도별 논문 편수

연도별 논문 편수의 변화를 살펴보면 2001년을 시작으로 로봇교육 연구가 꾸준히 진행되고 있으며 2007년부터 논문 수가 10편으로 크게 증가된 것을 확인할 수 있다. 이것은 로봇이 기존의 방과후 교육 틀에서 벗어나 프로그래밍 교육 활성화 맥락 속에서 영재교육, 재량활동, 정규교과 등에서 연구의 폭이 확대되었기 때문으로 생각된다. 또한 일부 교육대학원의 로봇교육 전공이 신설된 것도 관련 논문이 증가한 주된 이유로 보인다. 이와 같은 결과는 최정원 외(2011)의 연구 결과와도 동일한 대목으로 2012년도에도 25편 이상의 로봇관련 논문이 발표될 것으로 기대된다.

한편 학술지별로 게재된 로봇교육 관련 논문의 편수를 살펴보면 정보교육학회논문지 33(29.5%), 컴퓨터교육학회논문지 14편(12.5%), 한국실과교육학회

지 12편(10.7%) 순으로 많았다. 기타학회에 해당되는 것은 한국기술교육학회지(2편), 교육과정평가연구(2편), 인터넷정보학회논문지(2편), 대한공업교육학회지(2편), 교육정보미디어연구(2편), 아동학회지(2편), 정보처리학회논문지A, 유아교육논집, 한국교원교육연구, 한국기계가공학회지, 한국통신학회논문지, 교육과학연구, 디지털정책연구가 해당되었다.



[그림 2] 학술지별 논문 편수

4.3 연구주제별 연구동향

분석틀에 따라 연도에 따른 로봇교육 연구주제별 분석을 실시하고 그 결과를 다음 <표 5>와 같이 나타냈다.

로봇소양은 프로그래밍과 설계 개발의 두 가지로 구분하였는데, 전자는 로봇을 프로그래밍을 위한 수단으로 활용된 경우에 해당되고 후자는 로봇이해를 위한 로봇 설계 조립, 로봇지원시스템 개발, 교육프로그램 개발을 포함한다. 또한 로봇활용은 정규교과에 로봇을 활용한 교과통합교육, STEM(STEAM) 융합교육, 교

<표 5> 연구주제/연도별 논문 편수

학회	연도	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	계
		로봇소양	프로그래밍 교육					1		5	5	6	8	5
	설계개발				2	2	2	3		2	1	4		16
로봇활용	교과통합교육		1	1		1	1		2	2	4	5		17
	융합교육										1	2	1	4
	교사인식연구									1	2	4		7
	교육프로그램	1		1			1		2	3	2	2		12
	아동반응연구						1	1	1	1	1	2	2	18
	기타						1	1		1	2	3		8
	계	1	1	2	2	4	6	10	10	16	30	27	3	112

육프로그램(수업모형), 로봇을 활용한 후 교사, 아동의 인식을 조사한 연구로 구분하였다. 이외에 연구동향, 로봇경진대회, 로봇 교과목 설계, 로봇 개발, 현황/실태, 커뮤니티 개발 등 직접적으로 로봇소양과 로봇활용의 범주에서 벗어난 주제는 기타로 분류하였다.

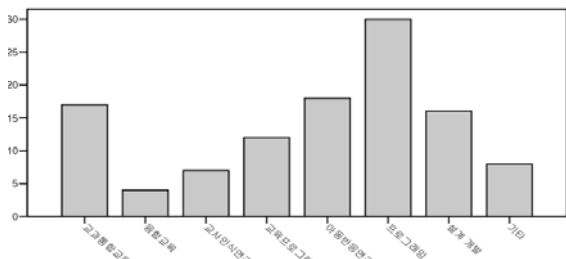
분석 결과 연구 주제 중 로봇소양의 프로그래밍 교육에 대한 연구가 30편(26.8%)으로 가장 많이 이루어졌고 그다음으로 로봇을 활용하고 아동반응을 분석한 연구가 18편(16.1%) 그리고 정규교과에 통합을 시도한 교과통합교육 17편(15.2%), 설계 및 개발 16편(14.3%) 순으로 나타났다.

주목할 점은 2007년까지의 연구는 프로그래밍 교육, 로봇 설계 및 개발 등의 로봇소양 위주의 교육이 실시된 반면 2007년 이후는 로봇활용교육 관련 연구가 뚜렷이 증가하였다.

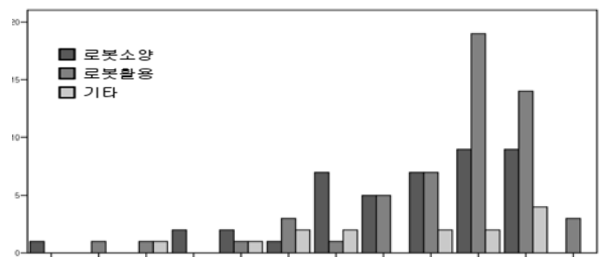
특히 2010년 들어 로봇을 정규교과에 활용을 시도하는 교과통합교육 외에도 STEM, STEAM의 융합교육의 영역으로 확대되어짐을 알 수 있다.

연구 주제별 논문 편수를 그래프로 나타내면 다음 [그림 3]과 같다.

연도별 로봇소양 및 로봇활용 논문 편수를 제시하면 다음 [그림 4]와 같다.



[그림 3] 연구주제별 논문 편수



[그림 4] 연도별 로봇소양 및 활용 논문 편수

2009년 이전에는 로봇소양과 로봇활용교육이 비슷하거나 로봇소양교육 위주의 연구가 진행되었는데, 2010년도부터 로봇소양 보다 로봇활용교육에 관한 연구가 활성화되어 감을 알 수 있다. 즉, 로봇은 기존의 방과 후, 재량활동, 영재교육에서 실시된 프로그래밍 교육 또는 설계, 조립, 조작에 관한 로봇자체에 관한 교육에서 로봇을 정규교과와 결합하여 교육적 성과를 도출하는 효과적인 수단으로서 활용되어가고 있는 추세이다.

이러한 결과는 2010년 들어 로봇교육에 대한 교구, 교재, 교육과정의 표준화되고 정부에서 로봇 교육에 대한 지원사업의 본격화, 로봇교육을 창의, 영재와 같은 특수 분야가 아닌 주제중심, 교과중심의 로봇교육으로 전환된다고 주장한 박광렬(2011)의 연구결과와도 일치한다고 볼 수 있다[7].

4.4 연구대상별

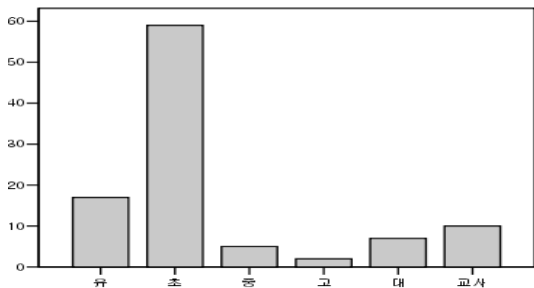
로봇교육 논문을 연구대상별로 분석하고 그 결과를 다음 <표 6>과 [그림 5]에 나타내었다. 그 결과 초등학생을 대상으로 한 연구가 전체 112편 중 59편(52.7%)로 가장 많았고 그 다음으로 유치원 17편

(15.2%) 순으로 나타났다. 교사를 대상으로 하는 연구도 10편(8.9%)로 나타나 연구 대상 중 높은 편은 아니지만 꾸준히 연구됨을 알 수 있다.

<표 6> 연구대상별 논문 편수

대상	논문 편수	비율
유치원	17	15.2%
초등학생	59	52.7%
중학생	5	4.5%
고등학생	2	1.8%
대학생	7	6.3%
교사	10	8.9%
기타	12	10.7%
계	112	100%

유아교육에서도 로봇교육에 관한 활발한 연구가 진행되고 있는데 초중등학교와는 달리 교구로봇 대신 보조교사로봇을 활용한 연구가 주로 수행되었으며 특히 장애를 가진 유아를 대상으로 치료, 상담을 목적으로 하는 로봇교육연구가 활성화되어 있는 것이 특징이었다.



4.5 연구방법

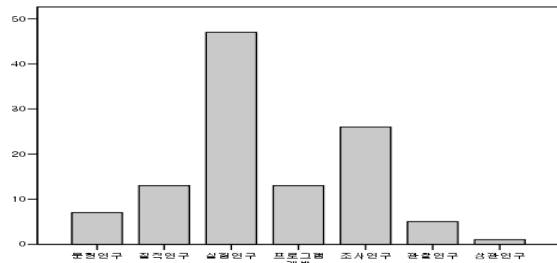
연구방법별로 분석하고 그 결과를 다음 <표 7>과 같이 나타내었다. 그 결과 실험연구가 47편(42%)으로 가장 많았으며 그 다음으로 조사연구 26편(23.2%), 질적연구와 프로그램 개발이 각 13편(11.6%)로 나타났다. 이에 비해 상관연구, 관찰연구, 문헌연구는 상대적으로 비율이 낮았음을 알 수 있다. 로봇교육 연구방법에서 실험연구가 다수를 차지하였는데 로봇교구를 활용하여 창의성, 문제해결능력, 학습몰입, 학습태도 신장과 같은 효과성 연구가 많이

이루어졌기 때문으로 보인다.

<표 7> 연구방법/연도별 논문 편수

연구	연도											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
문헌연구			1		1	1			1	1	2	
질적연구							1	1	2	6	2	1
실험연구					1	1	3	6	8	15	12	1
개발연구	1	1	1	2	2	1	1	1	3			
조사연구						3	5	2	2	4	10	
관찰연구										3	1	1
상관연구											1	
계	1	1	2	2	4	6	10	10	16	30	27	3

연도별로 보면 2001년 초반기는 주로 문헌연구 및 개발에 관한 연구가 수행되었으며 2007년을 기점으로 실험연구, 질적연구, 조사연구로 연구방법이 다양해진 것을 알 수 있다. 이것은 로봇교육 초기에는 연구 기초자료 수집과 교육프로그램 개발 연구에 방향이 맞추어졌다면 최근에는 로봇이 교육현장에서 갖는 교육적 의의 탐색으로 연구경향이 바뀐 것으로 볼 수 있다. 또한 프로그램의 적용 후 로봇교육의 질적 향상을 기대할 수 있는 질적 연구로의 확대는 로봇교육의 질적 향상을 기대할 수 있는 좋은 사례라 여겨진다.



[그림 6] 연구방법별 논문 편수

5. 로봇의 교육적 효과에 관한 분석

교수학습도구로서 로봇이 제공하는 교육적 효과분석을 위해 112편의 논문 중 다음과 같은 조건으로 분석 논문을 추출하였다.

첫째, 교과목으로 로봇 자체에 관한 교육이 아닌 로봇이 교과학습, 프로그래밍, 융합교육의 수단으로써 활용된 사례를 포함하였다.

둘째, 연구대상은 유치원, 초등학생, 중등학생, 대학생 등을 포함 하였다.

셋째, 연구방법은 양적 비교결과를 제시한 실험연구를 대상으로 하였으며 인터뷰, 관찰, 조사연구는 배제하였다.

로봇의 교육적 효과 분석에 활용한 연구논문은 다

음 <표 8>과 같다.

5.1 학교에서 로봇을 통해 배우는 과목(주제)

로봇교육은 프로그래밍 활동을 통한 알고리즘 사고를 경험하고 이 과정에서 창의성, 문제해결능력과 같은

<표 8> 로봇교육 효과성 연구 논문 목록

연구자	연구 주제	대상(명)	집단별 처치 방법	평가도구	교과/영역	연구 결과(p<.05)
김정호 외 (2009)	상징적 음성언어교육을 위한 유아로봇 콘텐츠 개발 및 적용	유(20)	로봇 vs. 컴퓨터	학습능력, 정의적 영역 검사지	국어	어휘, 흥미, 자신감, 이해도
현은자 외 (2008)	지능형 로봇을 활용한 그림책 읽기 활동이 유아의 언어능력에 미치는 효과	유(34)	로봇 vs. 멀티미디어	이야기 이해력, 이야기 구성력	국어	언어능력
이경희 외 (2010)	로봇 교육활동을 통한 초등학생의 주의집중력 향상 모색	초(10)	로봇동아리 집단	주의집중력, 학업성취도	특별활동 (프로그래밍)	주의집중력, 국어, 수학
이재인, 성영훈 (2011)	초등학생을 위한 스토리텔링 기반 로봇 프로그래밍 교육 시스템	초(30)	스토리텔링기반 로봇집단	프로그래밍 학습성취도	방학캠프 (프로그래밍)	학습성취도
심재권 외(2010)	교육용 프로그래밍 도구 활용의 정보과학교육을 통한 초등학생의 정보과학에 대한 인식 분석	초(76)	정보과학 vs. 통제집단	정보과학 인식	방학캠프 (정보과학, 프로그래밍)	정보과학 흥미, 자신감
박경재, 이수정 (2010)	두리틀과 로봇프로그래밍교육이 창의성에 미치는 효과 비교 연구	초(99)	두리틀 vs. 로봇 vs. 일반	창의성검사	프로그래밍	창의성
유인환, 김태완(2006)	MINDSTORMS를 이용한 프로그래밍 학습이 창의력에 미치는 효과	초(60)	로봇 vs. 통제집단	창의성검사	제량활동	창의성
강경옥, 문성환(2008)	초등학생을 위한 '로봇' 주제 통합교육 프로그램 개발 및 적용	초(60)	로봇 vs. 통제집단	창의성검사	제량활동 (프로그래밍)	창의성
박홍제, 문성환(2010)	아동의 창의력 신장을 위한 로봇 교육연구 프로그램 개발 및 적용	초(66)	로봇 vs. 통제집단	창의성검사	제량활동	창의성
박정호, 김철 (2011)	초등학교에서 로봇활용 미술수업이 창의성 신장에 미치는 효과	초(57)	로봇 vs. 전통적 미술수업집단	창의성검사	미술	창의성
한정혜 외 (2011)	초등정규교육과정에서 STEAM을 위한 로봇활용교육	초(115)	STEAM 로봇 집단	교과목 흥미도	수학, 과학, 미술, 실과	교과흥미도, 여성변수
권순범 외 (2012)	STEAM 기반 통합교과 학습이 초등학생의 창의적 인성에 미치는 영향	초(43)	STEAM 로봇 PBL vs. PBL	창의적 인성 검사	STEAM	창의적 인성
반재천, 진경애 (2010)	자율지능형 영어교사 보조 로봇 활용 교육이 영어 학습성취도와 정의적 특성에 미치는 효과	초(24)	지능형로봇 집단	학습성취도, 정의적영역	영어	읽기, 말하기, 수업흥미, 만족도
김경현 (2011)	로봇활용수업이 학생의 학습몰입 향상에 미치는 효과	초(462)	로봇활용 수업집단	학습몰입도 검사	정규교과 8과목	학습몰입도
박정호, 김철 (2010)	로봇 활용 수학학습이 학습태도 및 문제해결능력에 미치는 영향	초(56)	로봇 vs. ICT활용집단	수학학습태도, 문제해결능력	수학	학습태도, 문제해결능력
김철(2011)	초등학교에서 로봇활용실험이 과학탐구능력에 미치는 효과	초(60)	로봇 vs. 통제집단	과학탐구능력, 학습흥미	과학	과학탐구능력, 학습흥미
이진영 외 (2009)	실과에서 로봇활용 프로그래밍교육이 컴퓨터 학습 태도에 미치는 영향	초(34)	로봇활용집단	컴퓨터학습태도, 컴퓨터태도	실과	자아개념, 태도, 학습습관
송정범, 이태욱 (2009)	실과 '목공단원'에서 교육용 로봇의 활용이 실과사과기능에 미치는 효과	초(73)	로봇 vs. 전통적실과수업	실과사과 기능 검사	실과	실과사과기능
전윤주 외 (2008)	실과에서 로봇활용이 학습자의 문제해결력에 미치는 효과	초(63)	로봇 vs. 통제집단	문제해결력 검사	실과	문제해결 능력
송정범, 이태욱 (2011)	교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 학습성취, 교과태도에 미치는 효과	초(73)	STEM 로봇집단 vs. 전통적집단	수학과학학습성취도, 학습태도	STEM (수학, 과학)	학습성취도, 학습태도
이영준, 이은경 (2009)	로봇 활용 알고리즘 학습 프로그램	중(46)	로봇 vs. 프로그래밍 언어	내적동기, 창의적 문제해결성향	알고리즘	내적동기, 창의적 문제해결성향
서형엽(2009)	로봇C언어 교육프로그램이 창의력과 프로그래밍 능력 향상에 미치는 효과	고(38)	로봇활용 C언어 vs. C언어 집단	창의성, 프로그래밍능력	정보사회와 컴퓨터	창의성, 프로그래밍
김태희, 강문설 (2010)	레고마인드스톰 로봇을 이용한 프로그래밍 입문교육의 효과 측정	대(61)	로봇활용 C언어 vs. C언어 집단	프로그래밍 능력	C언어 프로그래밍	학습성취도

고차원의 사고능력이 길러진다고 알려져 있는데, 아직도 많은 연구들이 로봇교육을 프로그래밍 활동을 위한 효과적인 도구로서 활용하고 있다. 프로그래밍 교육은 중, 고, 대학교와 초등학교의 재량활동, 특별활동, 방학 캠프 등의 별도의 시간을 확보하여 실시되었는데, 이재인·성영훈(2011)의 스토리텔링 적용, 박흥제·문성환(2010)의 로봇언급프로그램과 같이 학습동기 유도를 위한 별도의 전략을 적용한 사례도 발견되었다[9][14].

프로그래밍 이외의 주제로 유치원의 경우 보조로봇교사를 활용한 결과 학습흥미, 자신감, 이해도 및 언어능력의 향상이 나타났다. 초등학교에서는 수학, 과학, 미술, 실과, 영어의 교과통합 로봇교육 및 STEM과 STEAM의 융합교육의 결과로 학습능력 및 태도의 신장을 보고하고 있다.

5.2 학생 평가 도구 및 방법

대부분의 실험설계는 로봇을 활용한 집단과 전통적인 수업을 실시한 비교집단 또는 아무런 처치를 하지 않은 통제집단을 대상으로 하는 이질통제집단 사전-사후검사였다. 두 집단에 대한 사전검사 후 동질성 확인 후 일정기간의 로봇활용수업 후 사전검사와 동일한 사후검사결과를 전후비교, 집단별 비교를 통하여 실험결과가 습득되는 유형이었다. 단일집단을 대상으로 하였을 때는 사전-사후 비교검사가 이루어졌다. 실험 및 통제집단의 비교는 t-검증이 주로 활용되었으며, 사전점수가 동일하지 않을 경우 박정호·김철(2011), 현은자 외(2008)의 연구에서처럼 공변량검사가 실시되었다[8][21]. 실험집단 외에 비교집단이 둘 이상일 경우에는 박경재·이수정(2010)의 연구처럼 분산분석이 실시되었다[6]. 검사 도구는 창의성 검사, 문제해결능력 검사, 학습몰입검사, 학습태도 검사, 프로그래밍 학습성취도 검사도구 등이 활용되었다.

5.3 교수학습 도구로서 로봇의 효과

로봇은 프로그래밍 활동 외에 빛, 소리, 온도, 초음파 등의 센서와 모터, LED, 사운드박스 등의 액츄레이터를 활용하여 학습자가 실세계의 정보를 탐색하고 상호작용할 수 있도록 지원할 수 있다. 이러한 로봇이 갖는 장

점을 교과의 학습과 연계하여 지도하면 학습교구로서 로봇의 역할을 보다 넓게 활용할 수 있을 것으로 보인다. 최근 조혜경 외(2008)는 로봇 활용 교육의 목표 및 교수학습방법을 개별 교과의 교수학습 목표를 가장 효과적으로 달성하기 위해 로봇을 교과 교육과정애 통합시켜 교육적 매체로서 활용할 수 있음을 지적하고 통섭적 로봇교육 활동의 예로 역할극꾸미기, 로봇교통안전지도, 로봇 곤충 만들기, 문제해결하기 등을 제시하였다[16]. 로봇은 교수학습도구로서 다음 <표 9>와 같이 교과별로 이점을 제공하는 것으로 나타났다.

<표 9> 교수학습도구로서 로봇의 효과

교과	인지적	정의적
국어	이야기 이해 및 구성 능력, 창작 및 표현능력, 어휘력	자신감, 태도
수학	도형, 규칙성과 함수, 자료 수집 및 그래프 변환, 문제해결능력	수학학습태도
과학	측정과 자료 분석, 운동과 에너지, 과학탐구능력	과학학습동기
미술	주제 표현활동, 역할극, 창의성	수업흥미도
영어	읽기, 말하기	흥미, 자신감, 동기, 만족도
실과	전기 전자, 목공, 실과사고기능	

5.4 로봇교육의 발전적 방향 모색

초등학교 단계는 체험과 실천 중심의 교육이 이루어져야 한다는 측면에서 로봇교육은 중요한 의미를 지닌다. 그리고 로봇교육 연구동향 및 효과성 분석 결과 로봇은 프로그래밍 도구 외에 교수학습 교구로써도 많은 이점을 제공하고 있는 것으로 나타났다. 하지만 로봇교육이 교육현장에서 안착되고 대중성을 갖기 위해서는 많은 연구가 요구된다. 따라서 로봇교육의 방향을 교육목표, 교육내용, 교수학습방법, 교육환경, 교육평가로 구분하여 제시하고자 한다.

첫째, 교육목표 측면으로 기존의 로봇교육은 창의성, 문제해결력, 협동심, 탐구심, 논리적사고력을 기를 수 있다고 알려져 왔는데, 연구동향 분석 결과 이외에도 교과의 학업성취도, 학습태도, 학습동기, 주의집중력과 인지적·정의적 영역에서의 유의미한 효과가 확인되었다. 이제는 정규교과와 연계한 학습목표 달성을 위한 다양한 연구가 시도되어야 할 것으로

보인다. 또한 로봇교육의 계열성 측면을 생각해볼 때 중등과의 연계에 관한 연구가 필요하며 이를 통해 초중등 로봇교육 모델을 설계할 필요가 있다.

둘째, 교육내용 측면으로 초중고의 체계적인 로봇교육 운영을 위한 기준 즉 교육내용 체계를 마련해야 한다. 최근 조혜경 외(2011)는 로봇소양교육과정을 제안하였는데, 수월성을 제고하고 표준화 된 양질의 교육이 이루어질 수 있도록 후속연구가 뒤따라야 하겠다[17]. 즉 학년별로 갖추어야 할 필수적 로봇소양을 규정하고 정규교과 및 창의적 체험활동에 활용하기 내용 개발에 관한 주제연구가 진행될 필요가 있다.

셋째, 교수학습방법 측면이다. 로봇수업에서 학생들은 로봇조립에 어려움을 겪으면서 경험이 있는 일부 학생 위주로 학습이 주도되는 경향이 있다. 특히 수준의 차이를 고려하지 않고 수업이 진행될 때는 프로그래밍에 대해 어렵다고 인식하고 포기할 수도 있다. 따라서 학습자들이 흥미를 갖고 참여할 수 있는 교수학습방법에 대한 연구가 요구된다. 예로, 이재인·성영훈(2011)은 로봇프로그래밍 수업에서 스토리텔링을 통해 학습자의 72%가 흥미를 느끼고 몰입하는 것으로 나타났다[14]. 즉 학습자 스스로 이야기를 만들고 로봇 프로그래밍으로 구현하는 것이 성취감을 제공하였는데 해외에서도 Rusk 외(2008)는 전통적인 방식의 로봇교육에 흥미를 갖지 않는 학습자도 로봇이 이야기 표현의 도구로 도입될 때 또는 음악이나 미술과 같은 흥미로운 영역과 과목에 연결될 때 동기화된다고 하였다[24].

교육평가측면에서 로봇소양의 결과로 창의성, 문제해결능력과 같은 사고력 신장 정도를 평가하여왔고 로봇활용교육의 결과로 교과의 학업성취도, 학습태도, 몰입 등의 인지적, 정의적영역의 평가가 실시되었다. 하지만 로봇을 얼마나 잘 다루고 이해하고 있는지에 대한 평가도구에 관한 연구는 미비한 실정이다. 즉, 도구적 활용을 넘어 로봇에 대한 지식, 기능에 대한 이해력 평가에 관한 연구도 필요할 것으로 보인다.

끝으로 교육환경 측면은 학습자, 교수자, 교육시설환경으로 구분하여 제안한다.

학습자 측면에서 성별, 적성, 성향에 따른 로봇활용 교육의 연구결과가 다르게 나타나고 있다. 한정

혜 외(2011)의 연구는 성별에 따른 로봇활용 교과목 수업에 대한 흥미도 차이가 발생하였으며[19], 기존의 컴퓨터 및 프로그래밍 교육에서도 성별차이를 고려한 수업전략에 관한 연구가 수행된바 있다[10]. 하지만 김경현(2011)의 연구에 의하면 로봇활용수업은 학생의 성별에 관계없이 학습몰입을 향상시키는 것으로 나타났다[2]. 로봇활용수업이 과제 또는 실천중심의 교수·학습 환경을 바탕으로 과제에 대한 주인의식과 내적동기를 북돋우며, 로봇매체의 교육적 장점과 그에 따른 적절한 수업환경을 제공함으로써 인해 학생이 학습에 자연스럽게 몰입할 수 있도록 유도하였기 때문으로 보인다. 이러한 연구결과를 볼 때 학습자 유형, 성향별로 로봇활용교육 방안에 대한 많은 양적 연구가 필요할 것으로 보인다.

교사측면에서 로봇교육의 전문성 제고를 위한 훈련이 필요하다. 초등학교에서는 아직까지 교과수업에서 로봇을 활용하는 교사가 매우 적고 대부분 방과후 프로그램으로 운영되고 있다. 따라서 초등학교 교사를 대상으로 로봇교육 관련연수를 활성화 하여 필수소양을 습득할 수 있도록 지원해야 한다. 이를 위해서는 초등학교 교사가 로봇교육 지도자로서 갖추어야 할 역량 모델 구축에 관한 연구가 선행되어야 한다.

시설 환경 측면에서 로봇 프로그래밍을 위한 컴퓨터 실습실의 경우 개별 책상 및 모니터의 배치의 구조적 문제로 모듈별 로봇을 조립하고나 협력학습을 수행하는데 불편한 점이 있다. 따라서 교실 또는 컴퓨터실에서 로봇수업을 위한 환경개선에 관한 연구가 필요하다.

6. 결론 및 제언

본 연구는 2001년부터 2012년까지 연구된 로봇교육에 관한 국내 연구들을 살펴보고 논문 분석을 통하여 로봇교육의 연구동향을 조사하고 발전적 방안을 제안하는데 있다. 이를 위해 본 연구에서는 4개의 검색엔진을 활용하여 112편의 권위를 인정받은 학술지를 조사하였으며 로봇의 교육적 효과를 입증한 실험 논문을 추출하여 분석하였다.

첫째, 연구형태별로는 2인 이상의 공동연구가 75%로 나타나 연구자와 현장교사가 함께 수행하는 경향

이 높았다.

둘째, 로봇교육 논문 편수가 가장 많은 학술지는 정보교육학회 33편(29.5%)로 나타났으며 꾸준히 논문 편수가 증가하다가 2007년을 기점으로 뚜렷한 증가세를 나타내었다.

셋째, 연구주제별로는 로봇소양의 프로그래밍이 30편(26.8%)으로 가장 많이 이루어졌고 그다음으로 로봇을 활용하고 아동반응을 분석한 연구가 18편(16.1%)으로 뒤를 이었다.

넷째, 연구대상별로는 초등학생을 대상으로 한 연구가 전체 112편 중 59편(52.7%)으로 가장 많았고 그다음으로 유치원 17편(15.2%)으로 나타났다.

끝으로 연구방법에서는 실험연구가 47편(42%)으로 가장 높게 나타났으며 2001년 초반기는 주로 문헌연구 및 개발에 관한 연구가 수행되었으며 2007년을 기점으로 실험연구, 질적 연구, 조사연구로 연구방법이 다양해진 것을 확인할 수 있었다.

로봇의 교육적 효과를 살펴보기 위해 112편의 실험연구 논문을 분석한 결과 연구결과 측면에서 그동안 알려져 왔던 로봇교육의 효과인 알고리즘 이해, 프로그래밍 학습, 창의성, 문제해결능력 이외에도 학업성취도, 학습태도, 학습동기, 주의집중력과 인지적·정의적 영역에서의 효과가 발견되었다.

연구 평가 방법은 주로 이질통제집단 사전-사후검사가 사용되었으며 로봇 자체가 지닌 실제세계의 데이터의 수집, 분석, 상호작용을 활용하여 교육적 효과를 극대화할 수 있는 다양한 교수학습 설계에 관한 연구가 필요하였다.

본 연구 결과를 바탕으로 우리나라 로봇교육 연구 방향에 대해 제언을 하고자 한다.

첫째, 2007년 이후 로봇교육에 관한 연구는 비교적 활발하게 이루어져왔으나 연구논문의 수의 양적 증가 뿐만 아니라 질적 제고 측면에도 관심을 기울여야 하겠다. 이를 위해서는 연구방법의 다양화, 심도 있는 연구결과 산출, 다양한 교수학습방법에 관한 연구, 정규 교과과의 일반화를 위한 연구, 프로그램의 개발 및 일반화, 질적인 연구가 필요하다. 사례연구, 문화기술적 연구, 종단에 관한 연구도 시도되어야 하겠다. 또한 로봇을 통한 교사, 학생의 변화, 어려움을 살펴본 연구가 부족한 바 질적 방법을 통한 심층적 연구도 요구된다.

둘째, 로봇을 활용한 프로그래밍, 교과 학습 외에 학생들의 인성, 창의성, 사회성을 길러줄 수 있는 프로그램에 대한 연구도 필요하다. 일부 특수학생을 대상으로 시도된 연구 자료를 토대로 초중등학교에서 부적응을 보이는 학생을 대상으로 흥미로운 로봇교구의 활용은 학생들의 변화를 유도할 수 있을 것이다.

끝으로 본 연구는 학술지 논문을 분석하였다는 제한점이 있다. 따라서 양적인 한계를 갖고 있으므로 학위논문, 학술발표대회 논문 분석과 같은 포괄적인 연구동향의 분석이 향후 뒤따라야 하며 학위논문과 학술지 논문의 연구 동향의 차이를 분석하는 것의 의의를 가질 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- [1] 권대용, 허경, 이원규(2010), 초등 교육에서의 PBL 기반 라인트레이서 로봇프로그래밍 교육방법 개발, 컴퓨터교육학회논문지, 13-3, 13-23.
- [2] 김경현(2011), 로봇활용수업이 학생의 학습몰입 향상에 미치는 효과, 컴퓨터교육학회논문지, 14-2, 1-12.
- [3] 김옥진, 한정혜(2006), 초등교육용 로봇 얼굴 설계를 위한 인지적 계량 분석, 정보교육학회논문지, 10-1, 769-775.
- [4] 문외식(2011), 초등학교 재량활동시간에 라인트레이서를 이용한 C프로그래밍 학습모형, 정보교육학회논문지, 15-4, 603-612.
- [5] 민경아, 유미현, 고희경(2011), 수학영재교육 관련 국내 연구 동향 분석, 한국학교수학회논문집, 14-3, 389-413.
- [6] 박경재, 이수정(2010), 두리틀과 로봇 프로그래밍 교육이 창의성에 미치는 효과 비교 연구, 정보교육학회논문지, 14-4, 619-626.
- [7] 박광렬(2011), 초등학교 로봇 교육 및 교구의 현황과 발전 방향의 고찰, 한국실과교육학회지, 24-3, 323-343.
- [8] 박정호·김철(2011), 초등학교에서 로봇활용 미술수업이 창의성 신장에 미치는 효과, 정보교육학회논문지, 15-2, 277-285.
- [9] 박홍제, 문성환(2010), 아동의 창의력 신장을 위한

로봇 교육연극 프로그램 개발 및 적용, 한국실과 교육학회지, 23-2, 159-181.

[10] 배영권(2007), 성별의 차이를 고려한 로봇프로그래밍 교수전략에 관한 연구, 컴퓨터교육학회논문지, 10-4, 27-37.

[11] 배영권, 남재원(2010), 웹 2.0을 활용한 로봇프로그래밍 교육이 문제해결력 신장에 미치는 영향, 한국콘텐츠학회논문지, 10-11, 468-475.

[12] 신나민, 김상아(2007), 로봇과 학습의 관계 맺기: 초,중,고등학생의 관점에서, 한국교육정보미디어학, 13-3, 79-99.

[13] 유인환, 김태환(2006), MINDSTORMS을 이용한 프로그래밍 학습이 창의력에 미치는 효과, 컴퓨터교육학회논문지, 9-1, 1-11.

[14] 이재인, 성영훈(2011), 초등학생을 위한 스토리텔링 기반 로봇 프로그래밍 교육 시스템, 정보교육학회논문지, 15-2, 295-305.

[15] 정재경, 최종홍, 한정혜(2007), 교사 보조 로봇 스타일에 따른 아동 반응 분석, 정보교육학회논문지, 11-2, 195-203.

[16] 조혜경, 김미량, 한광현, 신승용, 최미애, 김소미, 고범석(2008), 통섭적 교육 활동을 위한 교육용 로봇의 활용 방안 탐색, 정보 및 제어학술대회(CICS' 08) 논문집, 363-364.

[17] 조혜경, 김미량, 박광현, 신승용, 박정호(2011). 로봇소양교육과정 개발 연구, 한국교육학술정보원 연구보고 KR 2011-5.

[18] 최정원, 서영민, 이영준(2011), 국내 로봇교육 연구 현황 분석, 한국컴퓨터정보학회 하계학술발표대회 논문집, 19-2, 397-400.

[19] 한정혜, 박주현, 조미현, 박일우, 김진오(2011), 초등정규교육과정에서 STEAM을 위한 로봇활용 교육, 정보교육학회논문지, 15-3, 483-491.

[20] 허경(2011), PBL 기반 초등 로봇 프로그래밍 교육과정개발, 정보교육학회논문지, 15-4, 435-550.

[21] 현은자, 김소연, 장시경(2008), 지능형 로봇을 활

용한 그림책 읽기 활동이 유아의 언어능력에 미치는 효과, 유아교육연구, 28-5, 175-196.

[22] 홍기천(2009), 레고 NXT 로봇을 활용한 예비교사의 프로그래밍 언어 수업 방안, 정보교육학회논문지, 13-1, 71-78.

[23] Bers. U, Ponte. I, Juelich. C, Viera. A., & Schenker. J. (2002), Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education, In: Information Technology in Childhood Education Annual, AACE, VA. 123-145

[24] Lindh. J., Holgersson. T. (2006), Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems?, Computers & Education, 49, 1097-1111.

[25] Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2008), New pathways into robotics: strategies for broadening participation. Journal of Science Education and Technology, 17-1, 59-69.

[26] Wagner, S. (1998), Robotics and children: Science achievement and problem solving, Journal of Computing in Childhood Education, 9-2, 149-192.

저 자 소 개



김 철

1997 전남대학교 전산통계학과 (이학박사)
 1998 University of Washington (객원교수)
 1992 - 현재 광주교육대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야 : 인터넷자원관리, 교육용콘텐츠, 로봇활용교육, e-Learning
 e-mail : chkim@gnue.ac.kr