

문제 해결 능력 향상을 위한 알고리즘적 사고 문제에 관한 연구

김일만⁰, 허경
경인교육대학교 컴퓨터교육과
10000kim@hanmail.net, khur@gin.ac.kr

A Study of Algorithmic Thinking-Based Problems for Development of Problem Solving Ability

Il-Man Kim⁰, Kyeong-Hur
Dept. of Computer Education, Kyeongin National University of Education

요 약

현재의 컴퓨터 교육은 정보화 사회에 필수적으로 필요한 문제해결능력을 키우기 위해 정보교과와 대부분을 차지하던 소프트웨어 활용 중심의 내용을 대폭 축소하고 컴퓨터 과학의 원리에 대한 교육을 강화되고 있다. 이러한 문제해결력을 키우기 위하여 개정된 ICT 운영지침의 컴퓨터 과학 원리에 대한 교육 내용 분석을 통한 알고리즘적 사고 문제 모델을 초등 수학과에 접목시켜 다양한 학습 문제해결 실습을 통하여 알고리즘적 사고 신장의 적합성을 검증 하고자 한다.

1. 서 론

2007년 2월에 개정 공시된 중등 ‘정보’ 교과 교육과정 및 2006년 2월 개정된 ICT 운영지침에서는 정보화 사회에 필수적으로 필요한 알고리즘적 사고 기반의 문제해결능력을 키우기 위해 지금까지 정보 교과의 대부분을 이루었던 소프트웨어 활용 중심의 내용을 대폭 축소하고 컴퓨터과학의 원리에 대한 교육을 강화하였다.[3]

문제해결 알고리즘적 사고는 Minsky(1967)가 정의한 “문제를 해결하는 효율적인 절차(A set of rules which tell us, from moment to moment, precisely how to behave)”처럼 문제해결방법을 알고리즘으로 정의하는 사고이다. 이것은 Markov(1954)가 수학에서 정의한 알고리즘 “초기 자료로부터 원하는 결과로 이끌어주는 계산적 순서를 정의한 명확한 규정”과 유사하지만, 수학처럼 계산에 한정적인 것이 아니라 모든 문제를 대상으로 하고 있다.

위와 같은 알고리즘적 사고 기반의 문제해

결력은 문제 풀이 과정을 다양한 형태의 알고리즘으로 만들어보고 평가함으로써 향상될 수 있다. 따라서 알고리즘적 사고 기반의 문제해결력 향상을 위해서는 정해진 알고리즘을 가르치고 알고리즘의 이해도를 평가하는 방법보다 문제해결과정을 다양한 형태의 알고리즘으로 만들어 볼 수 있는 문제를 제시하고 학생 스스로 알고리즘을 만들어보고 그것을 평가할 수 있는 형태가 되어야 한다.[7]

위와 같은 알고리즘적 사고 기반의 문제해결력은 문제 풀이 과정을 다양한 형태의 알고리즘으로 만들어보고 평가함으로써 향상될 수 있다. 따라서 알고리즘적 사고 기반의 문제해결력 향상을 위해서는 정해진 알고리즘을 가르치고 알고리즘의 이해도를 평가하는 방법보다 문제해결과정을 다양한 형태의 알고리즘으로 만들어 볼 수 있는 문제를 제시하고 학생 스스로 알고리즘을 만들어보고 그것을 평가할 수 있는 형태가 되어야 한다.

개정된 초등 정보교과 교육과정에서는 “문제 해결 방법과 절차” 영역에서 알고리즘적 사고 향상을 위해 “문제와 문제 해결 과정”,

“알고리즘의 개요”, “알고리즘의 실체”, “자료 찾기”와 같은 내용들을 제시하고 있다. 그러나 알고리즘적 사고를 직접적으로 체험해 볼 수 있는 “문제와 문제 해결 과정”, “알고리즘의 개요”, “알고리즘의 실체”와 같은 부분들은 구체적으로 내용을 제시하고 있지 않으며, “자료 찾기” 부분은 해당 정보과학 알고리즘을 추가적으로 학습해야 하고, 그 후 실제로 수행해 보는 학습 과정을 제시하고 있다. [1]

개정된 초등 정보교과 교육과정에서 구체적인 내용이 제시된 “자료 찾기” 부분은 학습 목표가 해당 알고리즘을 이해하는 것임으로 알고리즘적 사고 보다 정형화된 알고리즘 자체를 학습하는데 집중하게 되며 평가 부분도 당연히 알고리즘을 얼마나 정확하게 이해하고 있는가에 중점을 두고 있다. 또한 이 알고리즘들을 이용하여 실제 다양한 문제풀이과정을 직접 체험하기 위해서는 추가적인 프로그래밍 학습 및 실습 활동이 요구되고 알고리즘 자체도 추가적으로 학습해야 하기 때문에, 이러한 자료처리 알고리즘들을 활용하여 문제 해결 방법과 절차의 교육과정을 실시하는 것은 학생들의 인지적 부담과 교육과정 운용상의 시간적 제약이 따르게 된다. [6].

따라서 개정된 초등 정보교과 교육과정의 “문제와 문제 해결 과정”, “알고리즘의 개요”, “알고리즘의 실체” 부분에서는 문제해결 알고리즘적 사고 향상을 위해 추가적인 학습 부담 없이 직접 문제해결과정을 다양한 순서도 형태로 만들어 보고 평가해 볼 수 있는 구체적인 내용들이 제시되어야 한다.

이에 본 연구에서는 정보화 사회에 필요한 문제해결 능력을 키우기 위해 알고리즘적 사고 기반의 다양한 문제 해결 방법을 아동 스스로 모색 할 수 있도록 개정된 ICT 운영지침의 컴퓨터 과학의 원리에 대한 교육 내용 분석을 통한 알고리즘적 사고 문제 모델을 초등 수학과에 접목시켜 실제 초등 교육현장에 적용하여 문제를 구안하고, 다양한 학습 문제 해결 실습을 통하여 알고리즘적 사고 신장의 적합성을 검증 하고자 한다.

2.이론적 배경

2.1 알고리즘의 정의

컴퓨터를 이용하여 데이터를 처리(Process) 하고자 할 때, 제공되는 데이터를 사용하여 처리하고자 하는 논리에 맞게 일련의 명령문들을 단계적으로 기술 하는 것을 알고리즘(Algorithm) 이라고 한다.

2.2 컴퓨터 교육에서의 알고리즘 교육의 특징

프로그래밍 교육은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.(이인지, 2004)

첫째 프로그래밍은 계획적 활동이다. 프로그래밍은 작업에 들어가기에 앞서 내용과 방법 등을 미리 생각하여 정한다. 이러한 계획은 프로그램 사양서나 스토리보드 등의 문서를 통해서 구체화 된다.

둘째 프로그래밍은 논리적인 사고 활동이다. 프로그래밍의 모든 과정은 이치에 합당하는 논리성이 수반되어야 한다. 논리적 사고의 표현방식을 알고리즘이라 하며, 이는 순서도라는 그림으로 도식화되어 표현한다.

셋째, 프로그래밍은 창조적인 활동이다. 무에서 유를 창조하거나 유에서 보다 나은 유를 창조하기 위해 노력하는 활동이다.

넷째, 프로그래밍은 예측 가능한 활동이다. 실행될 결과를 미리 예상하고 이에 맞추어 코딩하고 그 결과를 확인하는 작업을 반복하면서 예측한 결과에 다가간다.

다섯째, 프로그래밍은 사고과정을 반추 할 수 있는 활동이다. 사고과정이 구체화된 결과의 오류 확인 및 수정 작업을 통해 사고과정의 논리성을 검증하고 사고의 방향을 재정립한다.

여섯째, 프로그래밍은 결과 지향적인 활동이다. 프로그래밍의 최종 도달 목표는 특정한 결과를 생산하는 것이다. 이 결과는 프로그램이라는 형태로 나타난다.

일곱째, 프로그래밍은 문제해결활동이다. 프로그래밍 과정에서 수많은 문제를 끊임없이 만나게 된다. 모든 문제를 적절히 해결해야만 원하는 결과에 도달 할 수 있다.

여덟째, 프로그래밍은 자기 주도적 학습활동이다. 프로그래밍 과정은 논리적이고 계획적이며 반성적인 사고와 자발적인 추진력을 끊임없이 요구한다.

이와 같이 프로그래밍을 교육한다는 것은 지식기반사회가 요구하는 인재를 양성하는데 필요한 기본적인 소양을 갖추도록 도움을 주고, 이 능력을 타 교과에 발휘되어야 보다 효율적이고 효과적인 학습이 이루어진다고 볼 수 있다 따라서 알고리즘을 수학교육내용에 적용하여 정해진 알고리즘을 가르치고 공부하는 것이 아닌 문제해결과정을 다양한 형태의 알고리즘으로 만들어 볼 수 있는 문제를 제시하고 학생 스스로 알고리즘을 만들어보고 그것을 평가 할 수 있는 형태가 되어야 하겠다.

3. 알고리즘적 사고 문제와 문제개발 기준

3.1 알고리즘적 사고 문제 모델

문제해결 알고리즘을 표현하는 도구로 순서도를 사용하여 나타내어 표 1을 사용한다..

[표 1] 순서도 기호

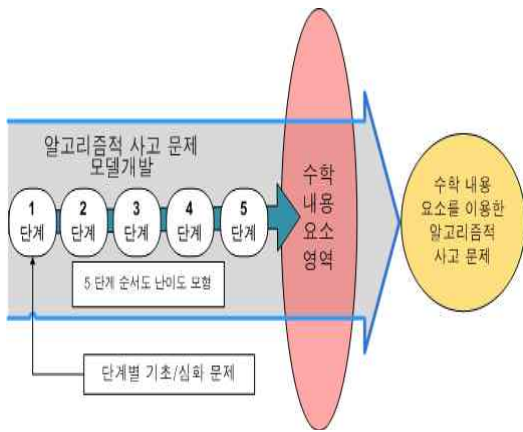
| 기호 | 사용용도 |
|----|-------------|
| | 시작과 끝 |
| | 명령어, 문제해결단계 |
| | 조건에 대한 판단 |
| | 함수 표현 |
| | 흐름 |

알고리즘적 사고 문제 모델을 표2의 5단계 난이도를 갖는 순서도 설계 모형을 이용하여

문제 해결 과정 전체를 다양하게 설계 및 표현하는 문제 모델로 정의한다.

[표 2] 5단계 순서도 설계 모형

| 모형 | 형태 |
|--|----|
| 순차형 난이도1 (최하) | |
| 분기형 난이도2 | |
| 반복형 난이도3 | |
| 혼합형 (반복+분기) 난이도4 | |
| 계층혼합형 난이도5 (최상) | |
| <p>함수 표현 기호를 사용하여 알고리즘을 계층적으로 표현한 형태. 함수기호를 사용하는 수준의 알고리즘은 대부분 혼합형을 포함하기 때문에 계층혼합형 이라고 정의.</p> | |

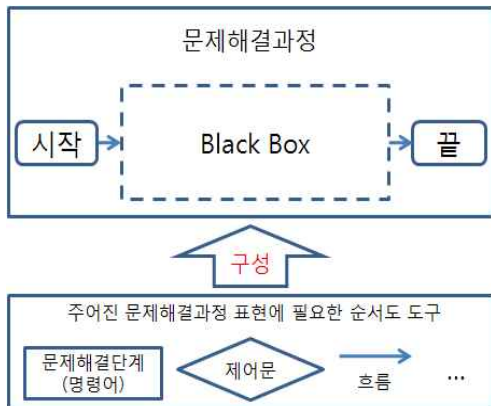


<그림 1> 알고리즘적 사고 문제 개발 절차

3.2 기초 단계의 알고리즘적 사고 문제 모델과 문제 개발 기준

알고리즘적 사고 기초 문제 모델은 주어진 명령어(순서도 기호)를 논리적으로 구성하여 Black Box를 채우는 것이다. 따라서 문제의 답안 내용은 Black Box를 구성함으로써 문제 해결과정을 만들어 내는 것이다.

즉, 고정된 문제 해결 과정을 이해하기보다 문제 해결 과정 자체를 만들어 내는데 목표를 두고자 하는 것이다. 이러한 특징을 갖는 문제 해결 알고리즘적 사고 기초 문제 모델을 기준으로 초등 수학 내용요소를 활용한 문제를 개발하는데 필요한 구체적인 기준은 다음과 같다. [1]



<그림 3> 알고리즘적 사고 기초 문제 모델

1) 문제의 답은 문제해결과정을 순서도 형태로 표현하는 것

문제의 답이 알고 있는 수학기념이나 식으로 한 번에 해결되는 것이 아니라, 문제해결과정으로 답을 작성해야만 된다. 즉, 수학 개념을 묻거나 알고 있는 공식을 이용하여 문제를 해결하는 형태의 문제가 아니라 순서도 표현을 이용하여 문제해결 알고리즘을 만들어 내는 형태의 문제가 되어야 한다.

예) 1부터 10까지의 합을 구하시오.(X)

1부터 10까지의 합을 구하는 방법을 기술하시오(O)

2) 문제의 해결 방법은 주어진 순서도 도구들만으로 구성하여 표현할 수 있어야 한다.

주어진 문제의 해결과정에 필요한 구체적인 순서도 도구들이 주어지기 때문에 주어진 도구들만으로 문제해결과정을 표현할 수 있어야 한다. 이때, 주어진 순서도 도구안의 내용은 꼭 수식으로 표현해야 하는 것은 아니고, 학년에 맞추어 적절한 수식과 글로 작성할 수 있다.

3) 문제에서 제공되는 순서도 도구는 상위 개념도구와 하위 개념도구를 동시에 제공함으로써 다양한 문제 해결 과정을 유도할 수 있으며, 함수 개념을 이용한 계층적인 문제해결과정 표현도 가능해야 한다.

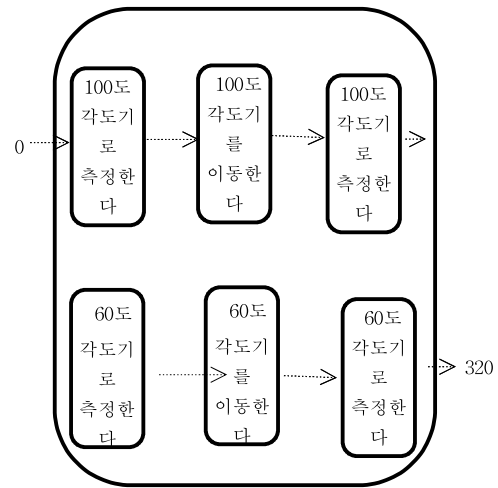
4) 개발되는 문제는 답안으로 제시한 순서도에 따라 수행하면 결과 값을 쉽게 구할 수 있는 수준의 계산량을 가져야 한다.

학생들은 답안으로 작성한 순서도가 정확한지 스스로 계산을 통해서 검증할 수 있어야 한다. 따라서 문제의 답안은 학생들 수준에서 직접 수행할 수 있는 계산량을 가져야 한다. 하지만, 꼭 한 학생이 수행할 수 있는 계산량을 의미하는 것은 아니며 문제의 내용에 따라 여러 명이 한 팀을 이루어 작동하고 계산 답안

을 해볼 수도 있다.

5) 답안으로 작성한 순서도는 동일한 알고리즘 성능 분석 방법으로 비교 분석이 가능해야 한다.

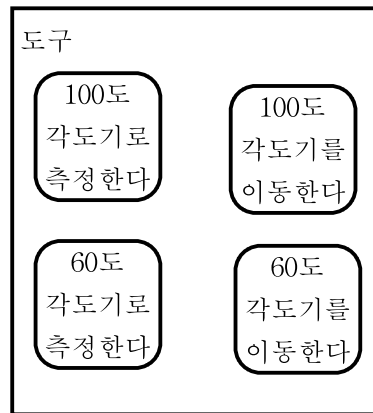
학생들이 서로 답안 알고리즘을 평가하여 그 효율성을 비교함으로써, 더욱 효율적인 문제 해결 과정을 생각해 볼 수 있어야 하며, 교사 또한 답안으로 작성된 알고리즘을 성능 분석을 통하여 평가할 수 있어야 한다. 따라서 문제의 답안으로 만들어진 순서도는 실행 회수를 세어 그 성능을 비교 분석할 수 있도록 순서도의 기호 마다 동일한 작업량을 갖도록 표현해야 한다. [2]



4. 초등수학내용 요소를 이용한 문제해결 알고리즘 문제

초등 단계에서 수학의 내용은 문제해결 알고리즘적 사고 능력을 향상시키기 위한 문제를 개발 하는데 있어서 좋은 도구이다. 그 이유는 첫 번째, 수학은 모든 학생들이 필수적으로 학습하는 과목이므로 문제 이해를 위해 추가적인 학습이 필요 없이 학생들의 부담을 줄일 수 있다. 둘째는 수학의 내용은 수를 활용하여 논리적인 계산을 수행하기 때문에 문제해결 알고리즘 형태로 표현하기 매우 적합하다.

초등 수학내용 요소를 적용한 알고리즘적 사고유형의 예를 살펴보면 다음과 같다(4학년 수학교과)

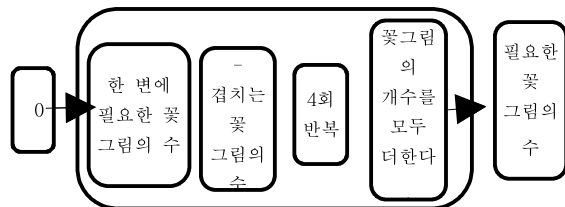


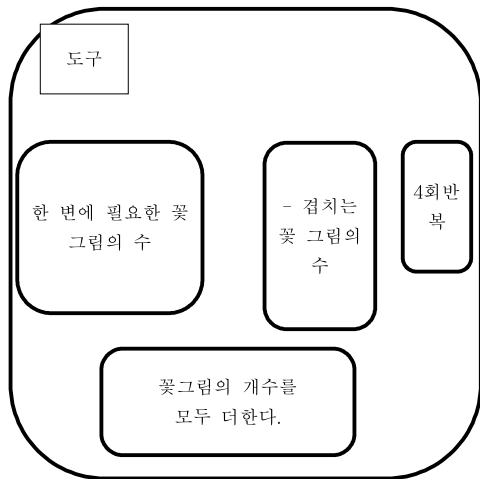
4.2 반복형 (4학년, 8.문제 푸는 방법)

4학년 1반은 정사각형 모양의 알림판 가장 자리를 꽃 그림으로 꾸미려고 한다. 겹치지 않도록 한 번에 20장씩 모두 붙인다면, 꽃 그림이 모두 몇 장이 필요한지 방법을 구성하시오.

4.1 순차형 (4학년 3. 각도)

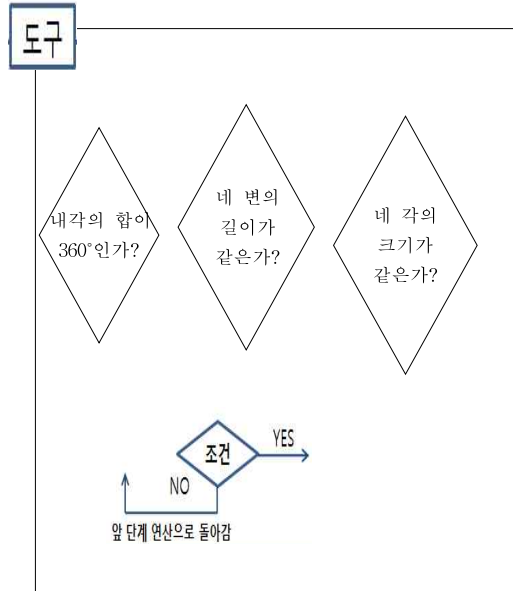
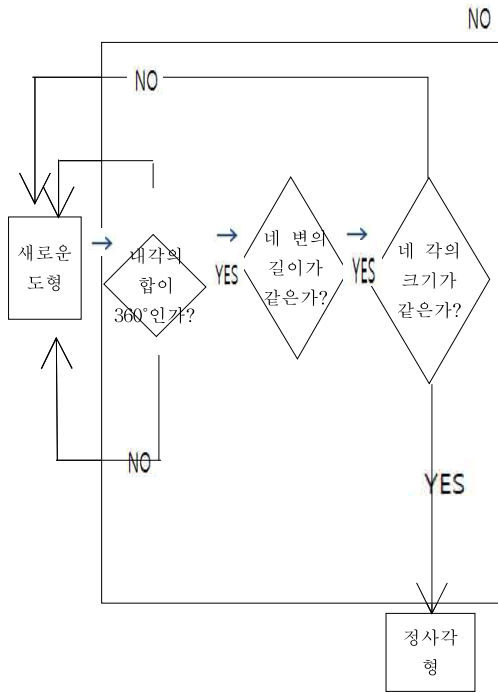
철수는 오늘 새로 나온 각도기를 두 개 구입하였다. 한 각도기는 100도 밖에 측정할 수 없고, 다른 한 각도기는 60도 밖에 측정할 수 없다. 만약 철수가 이 각도기로 320도를 측정하는 방법은?





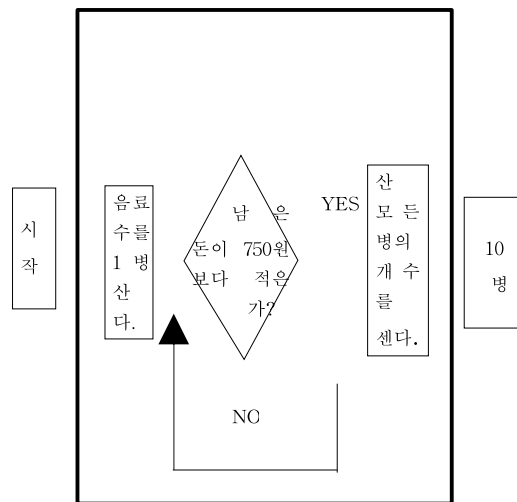
4.3 <분기형> (4학년, 5.사각형과 도형만들기)

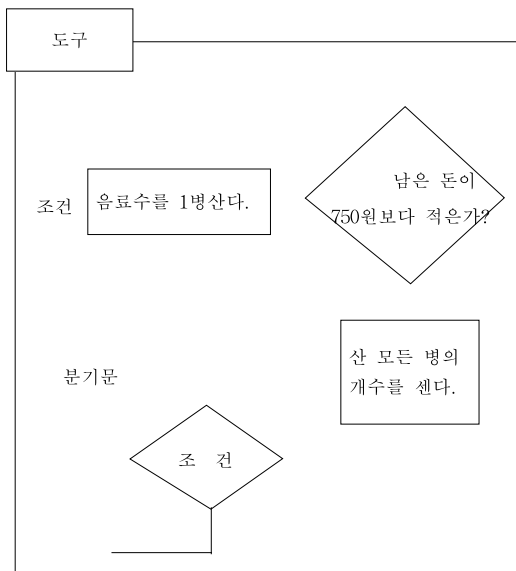
아래의 도구를 이용하여, 정사각형을 찾는 방법을 찾아보시오.



4.4 혼합형 (4학년, 8.문제 푸는 방법)

1병에 750원인 음료수가 있다. 현재 8,000원을 가지고 있는 희선은 몇병의 음료수를 살 수 있는지 보기의 도구를 이용하여 구성하시오.





5. 적용

5.1 실험설계

실험대상은 초등학교 4학년 5명, 5학년 5명, 6학년 10명 총 20명 영재 학급 아동으로 하였으며 실험 집단은 본 논문에서 제시한 알고리즘 교육프로그램을 통하여 2010년 3월부터 7월까지 수업을 실시 할 예정이며 실험 방법은 단일집단 전 후 검사를 실시할 예정이다. 이 학급에 수업 전에 사전 검사를 실시하고 교육프로그램을 적용한 후에 사후 검사를 실시하여 두 검사 결과의 차이를 살펴봄으로써 알고리즘 교육프로그램의 효과를 검토 하고자 한다.

6. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 초등 정보교육과정의 “문제 해결방법과 절차” 영역에 필요한 알고리즘적 사고 문제 모델로서 초등학교 수학내용 요소를 이용한 알고리즘적 사고 기초 문제를 제안하였다. 각 학년의 수학내용을 이용한 문제해결 알고리즘문제를 개발하고 개발된 알고리즘적 사고 문제들에 대해 실험 수업을 실시하여

알고리즘 교육프로그램의 효과를 검증하려고 한다.

검증 방법은 단계형의 단순화 정도에 따라 점수화 하고, 아동들이 문제 해결에 대한 알고리즘적 사고를 체계화한 것에 대한 사전 사후 검사를 실시 할 예정이다.

7. 참고문헌

- [1] 권대용·허경·이원규(2008) 알고리즘적 사고 문제 모델 및 평가방법의 제안과 초등수학 내용요소의 적용 및 분석
- [2] 이정훈(2009) 알고리즘적 사고모델을 이용한 초등 로봇 프로그래밍 문제 적용 및 분석
- [3] 교육인적자원부. 초중등학교 정보통신기술 교육 운영지침, 2005.
- [4] 교육인적자원부. 실과(기술·가정) 교육과정. 제 2007-79호 [별책 10], 2006.
- [5] 교육인적자원부. 중학교 재량 활동의 선택 과목 교육과정. 고시 제 2007 - 79호 [별책 16], 2006.
- [6] Tony Jenkins. "On the difficulty of Learning to Program". 3rd Annual LTSN-ICS Conference, pp.53-58. 2002.
- [7] 이원규. 초중등학교 정보통신기술교육과 컴퓨터교육과정의 통합 방안 연구. 한국교육학술정보원 연구보고서 KR 2005-29. 2005.
- [8] 김진동 초등학생을 위한 알고리즘 교육방법에 관한 연구2008