

스도쿠 퍼즐을 활용한 인공지능 프로그래밍 교육에서 알고리즘 설계 학습을 위한 활동지 개발 및 적용

김용천*, 권대용**, 이원규**

*고려대학교 컴퓨터교육학과

**고려대학교 컴퓨터교육과

e-mail:yongcheon.kim@inc.korea.ac.kr

Development and Application of the Worksheets for Learning Algorithm Design in Artificial Intelligence Programming using Sudoku Puzzle

YongCheon Kim*, DaiYoung Kwon**, WonGyu Lee**

*Dept. of Computer Science Education, Graduate School, Korea University

**Dept. of Computer Science Education, College of Education, Korea University

요 약

프로그래밍 능력은 21세기 정보화 사회를 살아가는데 있어 인간이 컴퓨터를 활용하여 다양한 문제를 해결할 수 있도록 도움을 준다. 효과적인 프로그래밍 교육이 이루어지기 위해서는 학습자들에게 순차적 수행, 조건적 수행, 반복적 수행과 같은 기본적인 프로그래밍 개념을 습득하도록 할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 �도쿠 인공지능 프로그래밍 교육에서 프로그래밍의 기본 개념을 바탕으로 알고리즘을 설계하는 방법을 학습시키는 방안을 모색하기 위한 목적이 있다. 연구의 목적을 달성하기 위해 중학생 10명을 대상으로 실험 연구를 진행하였다. 연구 결과, 학습자는 연구자가 제안한 활동지가 알고리즘 설계 학습에 도움이 된 것으로 인식한 것을 확인할 수 있었다. 본 연구는 프로그래밍 교육에서 초보 학습자가 이해하기 어려워하는 프로그래밍 개념을 학습하는데 도움이 되는 학습 방법을 제시하였다는데 의의가 있다.

1. 서론

최근 다양한 교육용 프로그래밍 언어와 교수학습방법이 개발됨에 따라 교육현장에서 초, 중등학생을 대상으로 한 프로그래밍 교육이 활발하게 이루어지고 있다[1]. 프로그래밍 교육은 문제 분석 능력, 논리적 사고력, 절차적 문제해결력을 향상시켜 줄 뿐만 아니라 컴퓨터를 활용한 다양한 교과에서도 학습자의 자신감 향상 등 긍정적인 효과를 준 것으로 나타났다[2][3].

프로그래밍은 문제해결절차를 설계하는 과정과 프로그래밍 언어로 알고리즘을 구현하는 과정이 동시에 이루어지기 때문에 초보 학습자에게 많은 부담이 된다[4]. 프로그래밍 언어를 다루는 것도 어렵지만 초보 학습자는 프로그래밍 개념에 대한 완벽한 이해 없이 문제 풀이를 시도하는 경우가 많다. 초보 학습자들이 성공적으로 프로그래밍을 수행하기 위해서는 순차적 수행, 조건적 수행, 반복적 수행과 같은 기본적인 프로그래밍 개념을 습득할 필요가 있다[5]. 따라서 초보 학습자가 프로그래밍 개념을 친숙한 형태로 학습할 수 있는 방안이 마련될 필요가 있다.

이에 본 논문에서는 초보 학습자를 대상으로 알고리즘 설계 학습을 위한 활동지를 제안한다. 제안하는 활동지는 초보 학습자가 알고리즘을 설계할 수 있도록 단계를 제공

하고 있으며, 학습자가 흥미를 가지고 문제를 해결할 수 있도록 �도쿠 퍼즐을 소재로 하였다.

스도쿠는 일본에서 개발된 퍼즐게임으로, 창의력과 통찰력, 문제해결능력 개발에 많은 도움을 주고 있어 전세계적으로도 많은 관심을 받고 있는 게임이다[6]. 특히, �도쿠는 수리력이나 지식, 언어 능력과 상관없이 중학교 학생들도 이해할 수 있는 단순한 규칙과 흥미요소를 지니고 있어서 본 연구에서 활용하였다.

이상의 연구 진행을 통해 본 연구는 제안하는 활동지가 초보 학습자를 대상으로 하는 프로그래밍 교육에서 알고리즘을 설계하는데 도움을 주었는지를 확인하고자 한다. 분석을 통해 본 연구는 어떤 형태로 초보 학습자에게 알고리즘 설계를 학습 시켜야 하는지에 대해 제안하기 위한 목적이 있다.

2. 관련연구

2.1 �도쿠 퍼즐

스도쿠는 18세기 스위스 수학자 레온하르트 오일러(Leonhart Euler)가 고안한 ‘마술 사각형’ 게임에서 유래되었고 이후 1970년대 미국에서 ‘넘버 플레이스(Number Place)’라는 이름으로 알려지기 시작하였다. 이후 1984년에

일본의 출판사인 '니코리(Nikoli)rk 출판한 잡지에 '스도쿠'라는 이름을 붙여 수록하면서 대중에게 보급되기 시작하여 2005년 무렵에 이르러 온 세계로 퍼져 나갔다.

스도쿠는 한자 수독(數獨)의 일본식 발음이다. 첫 번째 글자인 '수(數)'는 숫자 또는 셈을 의미하고, 두 번째 글자인 '독(獨)'은 혼자 또는 독립을 의미한다. 즉, '하나 밖에 없는 유일한 숫자'라는 뜻으로 독립적인 숫자들을 알아내야 한다는 의미이다.

2.2 프로그래밍 개념 학습을 위한 활동지

컴퓨터로 문제를 해결하기 위해서는 알고리즘적 사고 능력이 필요하다[7]. 알고리즘적 사고 능력은 문제를 해결하기 위한 문제해결 절차를 만들어내는 능력이다. 하지만 초보 학습자는 순차적 수행, 조건적 수행, 반복적 수행과 같은 기본적인 프로그래밍 개념을 정확하게 이해하고 있지 못하기 때문에 알고리즘을 어떻게 작성해야 할지 모르는 경우가 많다[8].

프로그래밍 개념인 입출력의 원리에 대한 개념을 학습할 수 있도록 한 연구도 있다[4]. 특히, 초보 학습자의 경우 프로그래밍 과정에서 변수에 대한 개념을 가장 어려워하기 때문에 변수의 개념을 초보 학습자 수준에 맞게 추상화하고, 이를 활용하여 알고리즘을 작성할 수 있도록 구성하였다.



(그림 1) 알고리즘 설계 활동지

<표 1> 문제해결 절차 학습을 위한 활동지

단계	활동내용	활동예시
분석	출발과 도착위치 확인	
설계	활동지를 사용한 성찰 활동에서 사용되는 명령어	()까지 가기 (오른쪽)으로 90° 돌기 (왼쪽)으로 90° 돌기 ()회 반복 ()달으면
구현	교사에게 정답확인 및 교사의 정답, 오답 반응	2번째 명령어에서 오른쪽이 아닌 아래 라고 반복기 때문에 (시점이달려서)
수정	알고리즘 수정	명령어 적어보기(1차) 명령어 적어보기(2차) 2바퀴까지 전진 1바퀴까지 전진 오른쪽 90도 회전 오른쪽 90도 회전 왼쪽 90도 회전 선택까지 전진

이에 <표 1>과 같이 프로그래밍 교육에서 초보 학습자가 프로그래밍 개념을 학습할 수 있도록 활동지를 개발하고 문제해결에 도움이 되었는지를 확인한 연구가 진행되기도 하였다[9]. 문제를 해결하기 위해 분석, 설계, 구현, 설계 단계로 구분한 활동지를 활용하여 학습자가 컴퓨터로 문제를 해결하는 단계를 자연스럽게 익힐 수 있도록 하였다.

또한 (그림1)과 같은 알고리즘 설계 활동지를 활용하여

3. 알고리즘을 설계 학습을 위한 활동지

3.1 연구 설계

본 연구는 알고리즘을 설계하고 구현하는 과정에서 학습자에게 적합한 프로그래밍 학습 방법을 제안하고자 하였다. 연구 목적 달성을 위해서 중학교 1-2학년 학습자 10명을 대상으로 수업을 진행하였다. 수업을 시작하기에 앞서 본 연구의 대상을 프로그래밍 경험이 전혀 없는 학생으로 한정하였다.

초보 학습자를 위한 알고리즘 설계 학습은 (그림 2)와 같은 순서로 진행이 되었다. 첫째, 반복(Iteration) 개념의 이해는 학습자가 검색을 통해 반복에 대해 정의를 하고, 주변에서 찾아볼 수 있는 반복의 기능을 작성해봄으로써 반복 개념을 스스로 학습하는 단계이다.

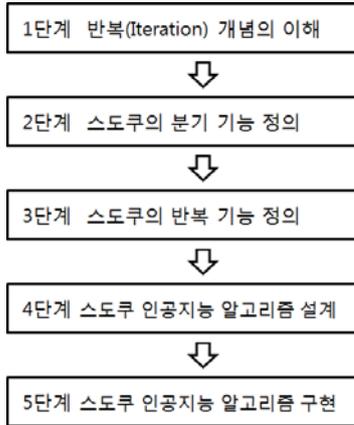
둘째, �도쿠의 분기 기능 정의 단계는 �도쿠 풀이를 할 때 분기가 되는 경우를 작성하는 단계로, �도쿠 인공지능 프로그램을 만들 때 사용되는 분기 기능을 정의하는 단계이다.

셋째, �도쿠의 반복 기능 정의 단계는 �도쿠 풀이를 할 때 반복이 되는 경우를 작성하는 단계로, �도쿠 인공지능 프로그램을 만들 때 사용되는 반복 기능을 정의하는 단계이다.

넷째, �도쿠 인공지능 알고리즘 설계 단계는 3단계와 4단계에서 정의한 분기 기능과 반복 기능을 활용하여 자동으로 �도쿠 퍼즐의 정답을 찾아주는 인공지능 프로그램 알고리즘을 설계하는 단계이다. 초보 학습자의 경우 프로그래밍 과정에서 알고리즘을 한 번에 쉽게 만들어 낼 수 없기 때문에 분기와 반복 기능을 우선적으로 정의하고 난 후에 전체적인 알고리즘을 작성하도록 할 필요가 있다.

다섯째, �도쿠 인공지능 알고리즘 구현 단계에서는 4 단계에서 작성한 알고리즘을 프로그래밍 언어로 구현하는

단계이다. 학습자는 자신이 작성한 알고리즘을 바탕으로 컴퓨터를 이용하여 구현하게 된다.



(그림 2) 연구 설계

3.2 활동 내용

다음은 초보 학습자의 알고리즘 설계를 위한 활동지를 사용하여 각 단계별로 진행된 수업 내용에 관한 설명이다.

3.2.1 1단계 - 반복(Iteration) 개념의 이해

1단계 반복 개념의 이해 활동은 (그림 3)과 같이 반복 개념을 학습하는 활동이다. 학습자는 반복 개념을 인터넷을 이용하여 검색하여 활동지에 작성하고 중요하다고 생각하는 단어에 밑줄을 긋는 활동을 하게 된다. 그리고 검색한 내용을 바탕으로 자신만의 반복에 대한 정의를 하게 된다.

반복(Iteration) 개념 이해하기

What is Iteration? 검색을 하고, 중요한 단어에 밑줄을 그어보자.

내가 생각하는 반복(Iteration)의 정의

우리 주변에서 볼 수 있는 Iteration의 예

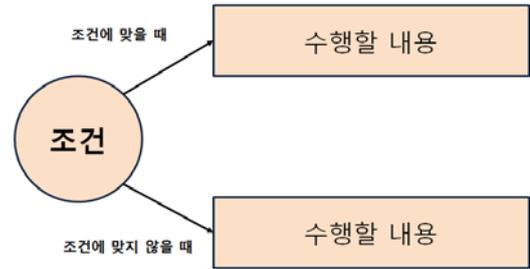
분야	Iteration의 예	그렇게 생각한 이유

(그림 3) 반복(Iteration) 개념 이해를 위한 활동지

3.2.2 2단계 - 스도쿠 분기 기능 정의

2단계 스도쿠 분기 기능 정의 단계는 (그림 4)와 같이 스도쿠 문제를 해결할 때 조건에 의해 분기되는 과정을 정의하는 단계이다. 이 단계를 통해서 학습자는 스도쿠 인공지능 프로그램을 만들 때 필요한 분기 기능을 정의할 수 있다.

스도쿠 풀이를 할 때 분기가 되는 경우를 적어보자.



(그림 4) 스도쿠 분기 기능 정의 활동지

3.2.3 3단계 - 스도쿠 반복 기능 정의

3단계 스도쿠 반복 기능 정의 단계에서는 (그림 5)와 같이 스도쿠 문제를 해결할 때 반복적으로 수행하는 과정을 정의하는 단계이다. 이 단계에서 학습자는 반복적으로 수행되는 과정을 간단하게 정의할 수 있게 된다.

스도쿠 풀이를 할 때 반복 기능의 필요한 경우를 적어보자.

시작조건	종료조건	반복하는 내용

(그림 5) 스도쿠 반복 기능 정의 활동지

3.2.4 4단계 - 스도쿠 인공지능 알고리즘 설계

4단계 스도쿠 인공지능 알고리즘 설계 단계에서는 2단계와 3단계에서 정의한 분기와 반복 기능을 기반으로 스도쿠 인공지능 알고리즘을 설계하게 된다.

앞에서 적은 분기와 반복을 이용하여 스도쿠 문제를 자동으로 풀어주는 알고리즘을 작성해보자.

(그림 6) 스도쿠 인공지능 알고리즘 설계 활동지

3.2.5 5단계 - 스도쿠 인공지능 알고리즘 구현

5단계 스도쿠 인공지능 알고리즘 구현 단계에서는 4단계에서 작성한 알고리즘을 프로그래밍 언어를 이용하여 컴퓨터로 구현하는 단계이다.

4. 연구 결과

수업 후 스도쿠 인공지능 프로그래밍을 만들기 위한 수업에 대한 만족도 설문을 수행한 결과 학습자는 다음 <표 2>와 같이 응답하였다. 학습자는 스도쿠 인공지능 프로그래밍을 만들기 전에 분기와 반복에 대해 정의하고 알

고리즘을 만드는 활동이 중요하다고 응답하였으며, 활동지를 사용한 것에 대체적으로 만족한 것으로 응답하였다.

<표 2> 설문 결과

설문 문항	N	M
스도쿠 인공지능을 만들 때 가장 중요한 것은 컴퓨터가 수행해야 할 순서(절차)를 만들어 내는 것이다.	10	4.70
알고리즘을 만들기 위해서 분기(조건)에 대해 생각하는 것은 중요한 과정이라고 생각한다.	10	4.60
알고리즘을 만들기 위해서 반복되는 부분 에 대해 생각하는 것은 중요한 과정이라고 생각한다.	10	4.50
분기의 조건과 반복되는 부분 을 먼저 정의하고 난 후 �도쿠 인공지능 알고리즘을 만들어보니 좀 더 쉽게 만들 수 있었다고 생각한다.	10	4.40
알고리즘을 작성하기 위한 활동지는 분기되는 부분을 이해하는데 도움을 주었다.	10	4.50
알고리즘을 작성하기 위한 활동지는 반복되는 부분을 이해하는데 도움을 주었다.	10	4.50
나는 �도쿠 수업에서 알고리즘을 만들기 위해 활동지를 작성해본 것이 만족스럽다.	10	4.50
나는 �도쿠 수업을 들은 것이 만족스럽다.	10	4.80

5. 결론 및 논의

본 연구는 초보 학습자가 프로그래밍 과정에서 알고리즘을 설계하는데 효과적인 방법을 제안하기 위한 목적으로 진행되었다. 연구의 목적을 달성하기 위해 �도쿠 퍼즐을 요소로 한 인공지능 프로그래밍 수업을 진행하였으며, 이 과정에서 연구자가 개발한 활동지를 적용하였다. 수업은 학습자에게 �도쿠 인공지능 프로그래밍을 성공적으로는 활동지가 학습자의 알고리즘 작성에 도움이 되었는지를 확인하기 위해 중학교 1-2학년 학습자 10명을 대상으로 수업을 3차시에 걸쳐 진행하였다.

연구 결과, 학습자는 �도쿠 인공지능 프로그래밍을 하기에 앞서 분기와 반복의 개념에 대해 올바르게 이해한 것에 대체적으로 만족하고 있었으며, 활동지를 사용하여 알고리즘을 작성하는 것이 프로그래밍을 하는데 있어 중요하다고 응답하였다.

연구 결과를 토대로 할 때, 초보 학습자가 인공지능 프로그래밍을 효과적으로 수행하기 위해서는 수준에 따라 단계를 나누어 프로그래밍 개념을 학습하고 알고리즘을 작성하도록 도움을 줄 필요가 있다는 것을 확인할 수 있었다.

참고문헌

[1] 권대용, "텐지블 프로그래밍 도구를 활용한 논리적 사고력기반의 초등 로봇 과제 개발 및 적용," *컴퓨터교육학회논문지*, vol. 16, no. 4, pp. 13-21, 2013.
 [2] 이승헌 & 김갑수, "초등학생을 위한 프로젝트기반 프로그래밍 수업모형 개발 및 적용," *컴퓨터교육학회논문지*, vol. 11, no. 2, pp. 23-33, 2008.

[3] 정의석 & 나승일, "통합적 STEM 교육이 일반고등학교 학생의 과학 및 기술교과 자기효능감과 공학 태도에 미치는 효과," *컴퓨터기술교육학회논문지*, vol. 12, no. 1, pp. 255-274, 2012.
 [4] 김용천, 최지영, 권대용 & 이원규, "초등학생의 프로그래밍 학습을 위한 알고리즘적 사고 문제 모델 기반의 활동지 개발 및 적용," *정보교육학회논문지*, vol. 17, no. 3, pp. 233-242, 2013.
 [5] I. Rogozhkina and A. Kushnirenko, "PiktoMir: teaching programming concepts to preschoolers with a new tutorial environment," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 28, pp. 601-605, 2011.
 [6] 한유리, "정보영재 판별도구로서의 퍼즐 활용 제안," 석사학위논문, *고려대학교*, 2008.
 [7] G. Futschek, "Algorithmic thinking: the key for understanding computer science," *Informatics Education - The Bridge between Using and Understanding Computers*, pp. 159-168, 2006.
 [8] A. Gomes, & A. J. Mendes, "Learning to program-difficulties and solutions," *International Conference on Engineering Education - ICEE*, 2007.
 [9] 김용천, 김자미, & 이원규, "초등학생의 프로그래밍 학습에서 활동지를 사용한 성찰에 대한 사례 연구," *정보교육학회논문지*, vol. 16, no. 1, pp. 21-31, 2012.