

협업 능력 기반 학습자 모델 및 피드백 기준 개발 연구

안진현*, 선동언*, 김현철*

*고려대학교 컴퓨터학과

e-mail : jinhyeon@korea.ac.kr, sunde41@korea.ac.kr, harrykim@korea.ac.kr

Implement of student model and feedback principle based on cooperation ability

Jin-Hyeon An*, Dong-Eun Seon*, Hyeon-Cheol Kim*

*Dept. of Computer Science, Korea University

요 약

지능형 튜터링 시스템(Intelligent Tutoring System, ITS)은 학습자에게 자동으로 학습 코스를 제공하는 시스템으로, 현재 비전공자 대상 코딩 교육용 ITS 수요가 증가하고 있음에 따라 본 연구팀도 비전공자 대상 코딩 교육용 ITS “Everycoding”을 개발하였다. 더 나아가 학습자 별 맞춤형 코딩 교육 튜터링 시스템 개발 요구가 늘어나고 있다. 이에, 본 연구에서는 기계학습 기법을 적용하여 개발한 협업 능력 기반의 학습자 모델을 군집 분석하고, 그에 따른 학습자 별 맞춤 피드백을 제공하는 기준을 제안한다.

1. 서론

인공지능의 발전과 코딩 교육의 대중화로 코딩 교육을 위한 다양한 시스템이 출현하고 그에 따라 지능형 튜터링 시스템(Intelligent Tutoring System, ITS)의 요구도 증가하고 있다. 지능형 튜터링 시스템은 인공지능을 이용하여 학습자에게 맞춤형 교육을 제공하는 시스템으로 과거부터 인공지능과 교육을 접목시키기 위하여 진행되고있는 많은 연구 중 한 분야이다[1].

지능형 튜터링 시스템은 학습자를 적절히 평가하고 그에 따른 맞춤형 교육을 제공하는 것이 골자라, 시스템에서 학습자 별 적절한 학습자 모델을 기준으로 [2], [3] 그에 따른 효과적인 학습자 별 피드백을 제공 [4], [5]해야한다. 그러나 다양한 유형의 학습자에게 맞춤형 코딩 교육을 제공하는 것은 많은 어려움이 존재하여 다양한 유형의 학습자에게 적절한 맞춤형 코딩 교육을 제공하는 지능형 튜터링 시스템을 찾아보기 어렵다.

본 연구팀은 다양한 유형의 학습자에게 맞춤형 코딩 교육을 제공하기 위한 “Everycoding”을 개발하였다. “Everycoding”은 기존의 ITS 시스템을 한단계 더 발전시킨 학습자 별 맞춤형 코딩 교육을 제공하기 위한 지능형 튜터링 시스템으로, 학습자가 타인의 코드를 수정하고 확장하도록 유도하여 21 세기의 중요한 능력 중 하나인 협업 능력[6]을 기를 수 있도록 개발되어 있다. 따라서 본 연구에서는 학습자가 “Everycoding”의 개발 의도에 적합한 방식인 협업 능력을 기반으로 코딩을 학습하고 코딩 능력을 발전시킬 수 있도록 적절한 학습자 모델을 개발하고 학습자 별 맞춤형 피드백을 제공하는 기준에 관하여 제안한다.

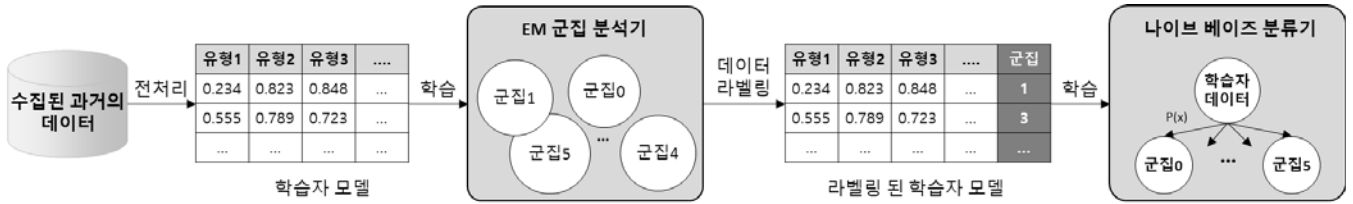
본 논문은 제 2 장에서 학습자 모델 구축을 위한 데이터 수집 및 전처리와 EM 군집 분석 알고리즘을 이용한 데이터 라벨링 후 데이터를 나이브 베이즈 분류기를 이용하여 분류하는 방법에 대하여 설명하고 3 장에서는 학습된 분류기를 이용하여 학습자를 분류하고 학습자에게 그에 맞는 피드백을 주는 기준에 관하여 설명한다. 막으로 4 장에서는 본 연구의 결과와 향후 해결해야할 과제를 제시한다.

2. 학습자 모델 구축

학습자 모델은 학습자의 학습 능력 및 정도를 확인하여 적절한 방향으로 학습자에게 교육을 제공하는 기준으로 사용되고, 학습자에게는 자신의 능력을 확인하고 동기부여하는 기준이 되는 등 지능형 튜터링 시스템에서 중요한 역할을 한다. 본 장에서 우리는 수집된 데이터를 분석하여 학습자 모델을 만들고 그것을 군집 분석하여 나이브 베이즈 분류기에 적용하였다.

2.1 수집된 데이터 분석

본 연구에서는 학습자 모델을 구축하기 위하여 고려대학교의 데이터로표현하는 세상 수업에서 “Everycoding” 시스템으로 실습한 학습자의 코딩 학습 결과 데이터를 수집하여 분석 하였다. 수집된 데이터는 프로그래밍 언어 중 파이썬을 기준으로 하여 입출력, 변수, 자료구조(리스트, 딕셔너리), 제어(조건, 반복), 함수로 구분한 총 5 개 코딩 개념 유형의 20 개 문항을 풀이한 학습자의 코드 답안으로 이루어져 있다. 이 데이터는 학습자의 문제 유형별 정답률과 협업 능력을 측정하는 용도로 사용되었다. 본 연구에서 칭하는 정답률은 한 문항의 정답을 제출하기까지의



<그림 1> 학습자 모델 구축 프로세스

오답 횟수(정답을 맞출 확률)를 의미하며, 협업 능력은 제공된 코드를 학습자의 방식으로 해석하고 수정, 확장하는 것을 의미한다. 학습자의 정답률과 협업 능력은 서로 영향을 미치며 코딩 실력으로 치환할 수 있다. 수집된 데이터의 정답률과 협업 능력 분석으로 학습자 모델을 도출하였다.

2.2 학습자 모델의 군집분석 및 라벨링

분석된 학습자 데이터는 확률 기반의 군집 분석 기법인 EM 군집화 알고리즘으로 군집 분석을 진행하였다. 군집 분석 결과 6 개의 학습자 모델 군집이 도출되었다. 각 군집은 문제 분류 별로 <표 1>과 같은 유형별 특징을 가진다.

	특징
Cluster0	모든 분류의 코딩 개념에 어려움을 느끼는 학습자 군집
Cluster1	기본적인 코딩 개념(입출력, 변수, 자료 구조)에 어려움을 느끼는 학습자 군집
Cluster2	Cluster1 과 비슷하나, 초반의 코딩 학습(입출력, 변수)에만 어려움을 느끼는 학습자 군집
Cluster3	기본적인 코딩 개념 문제 풀이는 수월하나, 절차적인 개념(제어, 함수)에 어려움을 느끼는 학습자 군집
Cluster4	Cluster3 과 비슷하나, 함수 개념에 어려움을 느끼는 학습자 군집
Cluster5	모든 기본 개념을 수월하게 느끼는 학습자 군집

<표 1> 학습자 모델 군집 : 가장 저조한 정답률을 나타내는 군집은 Cluster0 이며, Cluster5 의 군집은 6 개의 군집 중 가장 뛰어난 정답률을 보이는 군집이다.

군집 분석이 끝난 학습자 모델은 학습자 모델이 속한 각 군집으로 라벨링 하여 각 학습자 별 군집을 지정한다.

2.3 나이브 베이지 분류기

나이브 베이지 분류기는 데이터를 구성하는 각각의 요소들이 등장할 확률에 대한 독립성을 가정하여 입력값을 분류하는 확률적 분류기이다. 본 연구에서는 데이터를 학습자가 정답을 제출할 확률을 기준으로 분석하였으므로, 나이브 베이지 분류기를 이용해 학습자 데이터를 분류하였다. <그림 1>은 분석하고 라벨

링한 학습자 데이터를 나이브 베이지 분류기로 분류하여 학습자 모델을 구축하는 프로세스를 도식화 한 것이다.

3. 학습자 맞춤형 피드백

본 연구팀이 개발한 “Everycoding”은 코딩 튜터와 코딩 도전을 통하여 학습자가 코딩을 학습할 수 있도록 도와주는 형태의 시스템이다. “Everycoding”의 코딩 튜터는 학습자에게 코딩 개념을 다양한 콘텐츠로 학습할 수 있도록 튜터를 제공하는 기능으로 코딩 수업을 의미하며, 코딩 도전은 코딩 튜터에서 학습한 콘텐츠 재 학습을 위한 콘텐츠를 포함한 다양한 콘텐츠를 협업 능력 기반으로 학습할 수 있도록 제공하는 기능으로 연습문제를 의미한다. 본 장에서는 코딩 튜터와 코딩 도전에서 학습자의 학습 결과에 따라 학습자의 학습자 모델을 생성, 업데이트하는 방식과 학습자 모델이 속한 군집을 기준으로 학습자에게 적절한 피드백을 제공하는 방법에 관해 연구한다.

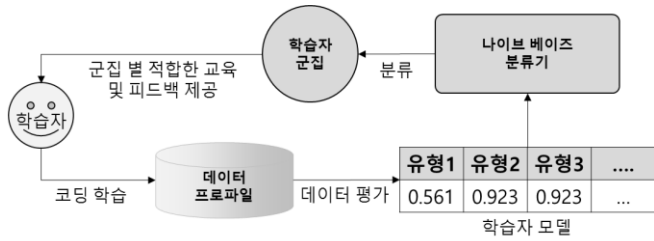
3.1 학습자 모델 생성

새로운 학습자가 코딩 학습을 시작하면 학습자별 데이터 프로파일이 수집되고, 5 개의 코딩 개념 유형의 문항 풀이가 끝나면 학습자가 풀이한 각 문제의 유형별로 학습자의 유형별 정답률과 협업 능력을 평가한다. 평가된 결과는 학습자 프로토타입 모델을 생성한다. 학습자가 코딩 학습을 진행하면 데이터가 계속적으로 학습자 프로파일에 수집되며 모든 유형의 문항 풀이가 끝날 때마다 학습자의 학습자 모델이 업데이트 된다. 이 학습자 모델은 생성되거나 업데이트 될 때마다 2.3 장에서 설명한 학습된 나이브 베이지 분류기를 통하여 6 개의 군집 중 하나로 분류, 재 분류된다.

3.2 학습자 별 피드백

학습자의 5 개 코딩 개념 유형 문항 풀이가 끝나면 학습자 모델이 업데이트되고 군집에 재 배정된 학습자에게 업데이트 된 군집의 특성을 기준으로 “Everycoding”의 코딩 튜터와 코딩 도전에서 적합한 피드백과 교육 콘텐츠를 제공한다.

각 군집은 본 논문의 2.2 장에서 소개한 개념 유형별 특성을 가지므로, 각 군집에 배정된 학습자에 따라서 어려움을 느끼는 유형의 개념에서는 현재 단계의 수준보다 낮은 난이도의 코딩 튜터· 코딩 도전 콘텐츠를 제공하고 그렇지 않은 경우 학습자가 속한 단계의 난이도의 코딩 튜터· 코딩 도전 콘텐츠를 제공하게 된다.



<그림 2> 학습자 모델 업데이트 및 피드백 기준

4. 결론 및 시사점

본 연구에서는 고려대학교의 교양 수업인 데이터로 표현하는 세상에서 “Everycoding”을 통하여 수집된 데이터를 기반으로 협업 능력 기반 학습자 평가 모델을 개발하여 군집 분석하고 피드백 하는 기준으로 군집의 특성 제안하였다. 먼저, 고려대학교의 “데이터로 표현하는 세상” 수업에서 수집된 학생들의 학습자 모델을 군집 분석 하여 6 개의 학습자 모델 군집을 도출하였고 이 데이터를 나이브 베이즈 분류기를 사용하여 분류하였다. 도출된 군집은 특성을 분석하여 각 군집별 학습자에게 적합한 피드백을 제시하는 기준으로 삼았다.

본 연구는 협업 능력을 기반으로 프로그래밍 실력을 향상시킬 수 있는 학습자 맞춤형 코딩 교육 시스템 “Everycoding”에서 사용할 수 있는 학습자 평가 및 피드백의 기준을 제시함으로써 “Everycoding” 시스템을 사용하는 학습자에게 적절한 협업 기반 학습자 맞춤형 코딩 교육을 제공하는 방향의 발전을 기대할 수 있다. 또한, 협업 능력과 코딩 실력 기반의 학습자 모델을 학습자에게 평가 기준으로 제시하고, 그에 따른 적절한 피드백을 제공함으로써 21 세기의 중요한 능력 중 하나인 협업 능력과 함께 프로그래밍 능력을 향상시키는 것을 가능하게 할 수 있다. 본 연구를 바탕으로 학습자 모델에 따라 학습자에게 제시되는 구체적인 콘텐츠 제시와 피드백 방법을 연구할 수 있을 것이다.

감사의 말

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 SW 중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음 (2015-0-00936)

참고문헌

- [1] H. S. Nwana, “Intelligent tutoring systems: an overview,” *Artif. Intell. Rev.*, vol. 4, no. 4, pp. 251–277, 1990.
- [2] N. Li, W. Cohen, K. Koedinger, N. Matsuda, and C. Mellon, “A Machine Learning Approach for Automatic Student Model Discovery,” *Educ. Data Min.*, pp. 31–40, 2011.
- [3] K. Koedinger, E. McLaughlin, and J. Stamper, “Automated Student Model Improvement,” *Educ. Data Min. Proc. 5th Int. Conf. On*, pp. 17–24, 2012.
- [4] D. Hounsell, V. McCune, J. Hounsell, and J. Litjens, “The quality of guidance and feedback to students,” *High. Educ. Res. Dev.*, vol. 27, no. 1, pp. 55–67, Mar. 2008.
- [5] A. Poulos and M. J. Mahony, “Effectiveness of feedback: the students’ perspective,” *Assess. Eval. High. Educ.*, vol. 33, no. 2, pp. 143–154, Apr. 2008.
- [6] A. Churches, “Bloom’s digital taxonomy,” *Educ. Origami*, vol. 4, 2009.