지능형 온라인 평가 시스템의 구조적 고찰

임이삭 · 조민우 · 이지수 · 장지원 · 최지영 · 정회경*

배재대학교

Structural review of the intelligent online judge system

Isaac Lim · Minwoo Cho · Jisu Lee · Jiwon Jang · Jiyoung Choi · Heokyung Jung*

Paichai University

E-mail : isaac9711@naver.com / kcjmw1208@kakao.com / egsu20@naver.com / jjwon0408we@naver.com / aurily2017@naver.com / hkjung@pcu.ac.kr

요 약

최근 전 세계적으로 인공지능과 SW는 4차산업혁명 시대의 기반 기술로서 중요한 위치를 점하고 있고, COVID-19로 인한 학습 환경의 변화로 웹브라우저 기반 프로그래밍 학습 시스템이 일반화되고 있다. 본 고에서는 이러한 트렌드에 따라 인공지능과 SW의 근간이 되는 알고리즘을 학습하기 위한 도구로서의 온라인 평가 시스템에 대해 기능별 확장 가능한 마이크로서비스 기반 시스템 구조를 제안한다. 그리고, 제안한 시스템 구조하에서 자동 평가 기능에 대해 머신러닝을 적용하기 위한 기능적 구조에 대해 또한 제안한다.

ABSTRACT

Recently, artificial intelligence and SW have occupied an important position worldwide as the foundation technology of the era of the 4th industrial revolution, and web browser-based programming learning systems are becoming common due to changes in the learning environment caused by COVID-19. In accordance with this trend, this paper proposes a functionally scalable microservice-based system structure for an online evaluation system as a tool for learning algorithms that are the basis of artificial intelligence and SW. In addition, a functional structure for applying machine learning to automatic evaluation functions under the proposed system structure is also proposed.

키워드

Online Programming, Artificial Intelligence, Judger, Machine Learning

Ⅰ. 서 론

최근 전 세계적으로 인공지능 소프트웨어(SW: SoftWare)를 적용한 제품이 개발되는 등 인공지능과 SW 기술이 두드러진 확산세를 보이고 있다. 이에 따라 인공지능 기술과 SW를 배우기 위한 관심이 고조되고 있고, 저사양의 컴퓨터를 대체하는 방안으로써 장소의 제약을 넘어선 온라인 SW 실습 환경들이 다양한 분야에서 구축되어 운영되고 있다. 특히 알고리즘 학습 분야에서 많은 활용이 되고 있는데, SW를 학습하고 학습자의 실력 향상을 할 수 있는 온라인 SW 실습환경 및 평가 시스템이 대거 운영되고 있어, 이를 학생들의 수업에 적용하여 학습 효과 향상을 도모하기 위하여 온라인 SW 실습 환경을 구축하였다[1,2]. 구축된 온라인 SW 실습 환경은 인증, 문제, 소스 코드, 회원 역할 수정등의 서비스를 제공하고 있다.

본 고에서는 기 구축한 온라인 SW 실습환경을 개선하여 알고리즘을 학습하기 위한 도구로서의 온라인 평가 시스템에 대해 마이크로서비스 기반으로 구조를 제안하고, 제안한 시스템 구조하에서 머신러닝을 적용하기 위한 자동평가 기능의 기능적 구조에 대해 또한 제안한다.

* corresponding author

II. 본 론

2.1 선행 연구

프로그래밍을 학습하는 과정은 컴퓨팅 사고력을 위한 알고리즘 및 자료구조에 대한 이론적 지식과 프로그래밍 언어를 기반으로 하는 구현 능력을 함께 필요로 하는 복합적 능력이 필요하다. 학습자에게 성취 욕구를 고취하기 위한 방안으로 빠른 피드백을 제공할 수 있도록 온라인 평가 시스템에서는 컴파일러 이론에 기반한 자동 채점 기능을 제공하기도 하고[3], 제출기한보다 빠르게 제출한 과제에 대한 가점을 부여하거나 제출기한이후 제출한 과제에 대한 벌점을 부여하기도 하는 방식으로 학생들이 스스로 학업을 완료하도록 보조하고 있다.

2.2 시스템 요구사항

온라인 SW 실습 환경은 다수의 학생들이 사용하기 때문에 학생 한명에 대한 작업으로 인한 전체 시스템의 블록킹 현상이 발생하지 않아야 한다. 자동 평가 기능은 인공지능을 적용하기 때문에 정확도와 다양한 패턴을 평가하기 위하여 기능의 추가 및 수정이 계속 이루어져야 한다. 이에 따라 더 나은 성능을 구현하기 위한 기능 블록의 교체가 지속적으로 이루어진다.

표 1. Requirements for the online evaluation system

Core concept	Content element
Privacy	Personal activity information should not be disclosed to the public.
Make the question	Questionnaire function. Specify the input and output set for verification. Additional conditions for verification.
Submit Report	Program creation and modification function. Report submission
Auto Judger	Compile Penalty points and additional points Pre-processing of result files according to verification conditions. Gives scores according to similarity analysis
Functions and Services	Prevention of blocking due to - a single resource - information exchange Add functions and services smoothly.

그리고, 다수의 학생들이 접속하여 실행되는 구조이므로 접속한 학생들 개인의 활동 내용이 공개되지 않아야 한다. 따라서 활동 내용에 대해 개인적으로 보호되는 구조를 가져야 한다. 이에 따라 본 고에서는 온라인 평가 시스템에 대해 마이크로서비스 기반의 시스템 구조를 적용한다[4].

2.3 구조 제안과 동작 방식

기능의 수행으로 인한 전체 시스템의 실행 지연을 최소화하기 위한 구조를 제안한다. 데이터베이스와 같은 단일 자원 접근으로 인한 다중 기능들의 지연을 최소화하기 위하여 정보를 분리하여 기능별 독립적인 소규모 데이터베이스로 구축한다. 그리고 하나의 데이터베이스를 공유하는 경우 메시지 큐 방식을 사용하여 데이터베이스 작업 완료를 대기하지 않도록 하였다.

개인 정보 보호와 분리를 위하여 인증 관리자를 서버의 앞단에 배치하였는데 이는 스프링 부트의 시큐리티 기능을 적용하였다.

자동 평가 기능은 과제 제출기능과 문제 출제 기능의 뒷단에 두어 문제 출제 기능의 피드백이 과제 제출기능에서 반영되어 평가되도록 작동한다.

본 고에서 제안하는 온라인 평가 시스템은 그림 1과 같은 구조를 가진다. 기술한 조건들을 만족하기 위하여 기능 별 서비스로 분리하고 정보의 종류에 따라 데이터베이스를 분리하였으며 개인정보 보호를 위하여 보안을 적용하였다. 또한 자동평가 기능을 추가하였다.

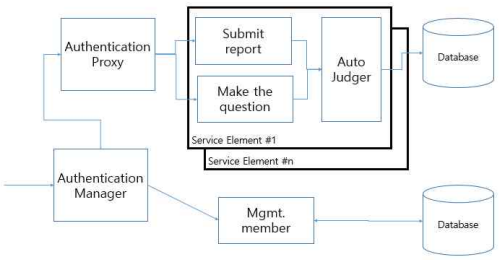

그림 1. System structure

자동 평가 기능이 적용된 제안한 구조의 시스템은 서비스들은 분리되어 구축되지만 필요한 정보들이 최소한의 지연을 허용하는 구조로 운영된다. 이를 적용한 순서도는 그림 2와 같다.

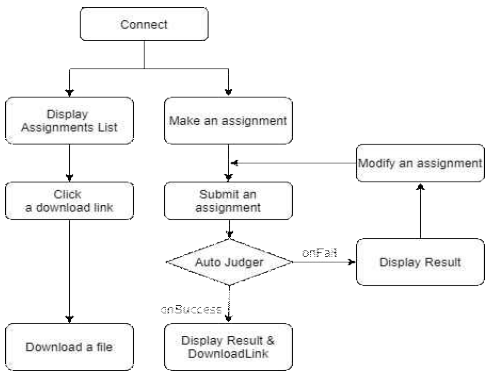

그림 2. Service Integration Flowchart

2.4 설계 및 구현

자동 평가 기능은 입력 집합과 출력 집합을 사용하여 제출된 과제의 완성 여부를 판단한다. 그러나, 일부 시스템에서는 출력 집합의 모양이 다른 경우 완성되지 않은 것으로 분류하기도 한다. 따라서, 이에 대한 전처리 과정을 진행한 후 출력 집합의 적합 여부를 판단하도록 결과 검증 과정을 수정하였다.

인공지능 기반의 자동 채점 기능인 Scoring 모듈은 쓰기 자동채점 알고리즘[5]을 적용하여 유사도 분석을 시도해보았다.

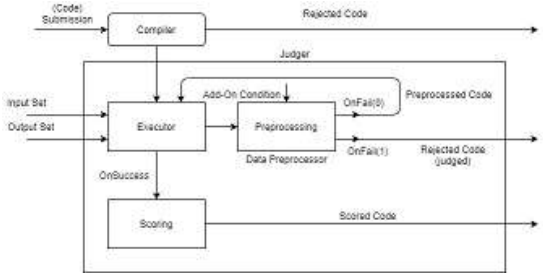

그림 3. Structure of automatic evaluation function

III. 결 론

본 논문에서는 실습실 컴퓨팅 환경에 영향을 받지 않고 학생들의 학습을 효과적으로 보조할 수 있도록 마이크로서비스 구조 기반의 온라인 평가 시스템을 제안하였다. 또한, 온라인 학습에 있어 과제 제출을 통한 학습 효과를 높이기 위해 빠른 피드백을 제공할 수 있는 인공지능을 적용한 자동 평가 기능을 제안하였다. 자동 평가 기능은 입력 집합과 출력 집합을 사용하여 적합 여부를 판단하는 경우 발생할 수 있는 오류를 제거해 보려고 하였다.

또한 인공지능 기반의 유사도 분석을 적용하여 자동 평가 기능을 구현하였다. 그러나, 프로그램의 평가에 있어 구문의 단순 유사도 분석으로는 유의미한 평가가 이루어지지 않았다. 그러나, 수집되는 정답 데이터들이 늘어남에 따라 제출된 과제에 대한 유사도 분석은 결과가 향상될 것으로 예측하고 있다.

위에서 기술한 유사도 분석 방법은 수집된 데이터들의 볼륨에 따라 결과가 달라진다. 그러나, 기능적 측면에서 제출된 과제에 대한 기능 구현 평가는 알고리즘 단계의 평가가 더 효과적일 것이기 때문에 제출된 프로그램 과제에서 알고리즘을 추출하는 방법을 연구하고 있다. 상기한 유사도 분석과 함께 더 정제된 인공지능 기반 자동 평가 기능이 개발될 것으로 기대한다.

Acknowledgments

This research was supported by the MSIP(Ministry of Science, ICT & Future Planning), Korea, under the National Program for Excellence in SW) (No. 2019-0-01838) supervised by the IITP (Institute for Information & communications Technology Planning & Evaluation).

References

[1] S. Wasik, M. Antczak, J. Badura, A. Laskowski, and T. Sternal, “A Survey on Online Judge Systems and Their Applications,” *ACM Computing Surveys*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-34, Jan. 2018.

[2] M. W. Cho, T. J. Lee, J. Y. Choi, S. O. Lee, and H. K. Jung, “Spring Boot-based Programming Education and Online Scoring System,” J*ournal of the Korea Information and Communication Society Comprehensive Conferen ce,* pp. 450-452, 2021.

[3] Xiao Zaho, Liu Xuefeng, Hou Yumo, “Research and Implementation of Automatic Scoring System about Programming”, 2012 International Conference on Computer Science and Service System, IEEE, pp. 225-227, 2012.

[4] Z. B. Yu, J. I. Han, T. P. Zhao, N. Tian and J. Y. Wang, “Research and Implementation of Online Judgment System Based on Micro Service” 2019 IEEE 10th International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS), Oct. 2019.

[5] Y. S. Lee, G. J. Si, D. Y. Park, K. A. Yoon, S. K. Goo, and H. K. Lim, “The comparison of performances of the automated scoring algorithms: the maximum entropy and support vector regression methods,” *The Journal of Curriculum and Evaluation*, Vol. 16, No. 3, pp. 147-165, 2013.