

## 소프트웨어 교육을 위한 웹 페이지 기반의 프로그래밍 교육 및 채점 시스템

조민우<sup>1</sup> · 최지영<sup>1</sup> · 정회경<sup>2\*</sup>

### Web page-based programming education and scoring system for software education

Minwoo Cho<sup>1</sup> · Jiyoung Choi<sup>1</sup> · Hoekyung Jung<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate Student, Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon, 35345 Korea

<sup>2\*</sup>Professor, Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon, 35345 Korea

#### 요 약

최근 프로그래밍과 인공지능에 대한 관심이 지속적으로 높아지고 있으며 초등학교부터 필수 교육으로 소프트웨어 교육을 실시하고 있다. 효율적인 프로그래밍 교육을 위해서 기본적으로 학생과 교사에게 적합한 실습실 환경을 구축해야 하지만 노후 컴퓨터와 네트워크 장비 구축 미비 등으로 인한 성능 문제가 있으며 이러한 컴퓨터들의 교체를 통해 성능을 높이는 일은 단기간에 현실적으로 불가능하다. 따라서 본 논문에서는 프로그래밍 실습 환경에 대한 문제 해결을 위해 React와 Spring boot를 사용하여 웹 페이지 기반의 온라인 실습환경 및 알고리즘 경진대회 채점 시스템을 제안한다. 이를 통해 사양이 낮은 컴퓨터에서도 웹 브라우저만을 사용하여 프로그래밍 학습을 진행할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 학습하고자 하는 언어와 관계없이 여러 가지 프로그래밍 언어를 학습할 수 있으므로 실습 환경 구축을 위해 시간적 비용을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

#### ABSTRACT

Recently, interest in programming and artificial intelligence is continuously increasing, and software education is being implemented as a mandatory education from elementary school. For efficient programming education, it is basically necessary to build a lab environment suitable for students and teachers, but there are performance problems due to the inadequacy of old computers and network equipment. Therefore, in this paper, we propose a web page-based online practice environment and algorithm competition scoring system using React and Spring boot to solve the problem of the programming practice environment. Through this, it is thought that programming learning can be carried out using only a web browser even on low-spec computers. In addition, since various programming languages can be learned irrespective of the language to be learned, it is considered that the time cost for establishing a practice environment can be reduced.

**키워드** : React, Spring boot, 소프트웨어 교육, 온라인 프로그래밍

**Keywords** : React, Spring boot, Software education, Online programming

Received 18 June 2021, Revised 11 November 2021, Accepted 20 December 2021

\* Corresponding Author Hoekyung Jung(E-mail:hkjung@pcu.ac.kr, Tel:+82-42-520-5640)

Professor, Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon, 35345 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2022.26.1.134>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서론

최근 인공지능 분야 및 소프트웨어에 대한 관심이 높아지면서 초등학교부터 프로그래밍을 포함한 소프트웨어 교육을 필수 교과목으로 지정하며 교육을 실시하고 있다.

과거에 국내 소프트웨어 교육은 한글, Microsoft Office 등의 프로그램을 활용하는 데 중점을 두고 있었지만, 현재는 대부분의 세계 주요국들이 프로그래밍 능력에 초점을 두고 있고, 우리나라의 교육도 ICT(Information and Communications Technology) 위주의 교육에서 프로그래밍 교육으로 전환하고 있다.

교육부는 효과적인 프로그래밍 교육을 위해 정보 과목을 필수 과목으로 지정하였고, 선도학교를 운영하였다. 또한 지역의 대학교와 초·중등학교 간 협력을 통해 소프트웨어 교육을 위해 노력하고 있다[1]. 원활한 프로그래밍 교육의 목표를 달성하기 위해 프로그래밍 언어에 맞는 실습환경을 구축해야 한다. 하지만 학교의 컴퓨터 실습실은 노후 컴퓨터로 인한 성능 저하, 네트워크 장비 구축 미비 등으로 교육을 위한 최적의 실습환경을 구축하는데 어려움을 겪는다. 또한, 학생들의 프로그래밍 능력 평가를 위해 알고리즘 경진대회와 같은 교내 프로그램을 진행하기 위해 시중에 서비스되고 있는 플랫폼을 구매하여 사용해야 하는 문제가 존재한다.

따라서 본 논문에서는 실습 환경 구축에 관한 문제를 해결하기 위해 웹 페이지 기반의 프로그래밍 교육 및 채점 시스템을 제안한다.

## II. 국내외 소프트웨어 교육 현황

본 장에서는 대한민국과 세계 주요국의 소프트웨어 교육 현황에 관해 확인하고, 국내 중·고등학교의 프로그래밍 교육을 위한 컴퓨터실 현황에 대해 기술한다.

### 2.1. 한국 소프트웨어 교육 현황

한국은 소프트웨어 교육의 비중을 높이도록 교육 과정을 개편하였다. 또한 학교 뿐 아닌, 지역 아동센터 학생을 대상으로 한 소프트웨어 교육도 활발히 진행되고 있다[2]. 교육부에서 2019년 발표한 내용에 따르면, 컴퓨팅 사고력이란 개념을 과학적 사고력 영역에 새롭게

포함해 6단계로 구분하였다. 각 단계를 통해 직면한 문제에 대해 컴퓨터를 활용하여 해결할 수 있는 수행 기대를 제시한다. 많은 연구자들에 의해 현재도 소프트웨어 교육의 질을 높이기 위해 많은 연구가 진행되고 있다[3]. 정보 과목의 ‘문제 해결과 프로그래밍’ 영역은 표 1과 같다.

Table. 1 Problem solving and programming area

| Core concept | Content element  |
|--------------|--|
| Abstract     | Understanding the problem<br>Core element extraction                                       |
| Algorithm    | Understanding the algorithm<br>Algorithm representation                                    |
| Programming  | Input and output<br>Variables and operations<br>Control structure<br>Programming operation |

### 2.2. 해외 소프트웨어 교육 현황

세계 주요국들은 다가올 4차 산업 혁명에서 앞서나가기 위해 SW 교육을 정규 교과목에 포함시키며 SW 교육에 많은 투자를 진행하고 있다[4]. 표 2는 세계 주요국의 SW 역량 교육 사례를 나타낸다. 표 2에서 소개한 국가들 외에도 일본, 인도, 덴마크 등 세계 여러 나라에서 SW 교육에 많은 시간을 투자하고 있다.

Table. 2 The example of SW competency training in major countries around the worlds

| Country | Content   |
|---------|---|
| America | Promotion of ‘Computer Science for All’ for computer science education from January 2016                              |
| England | SW mandatory education was included in the regular curriculum of elementary and secondary schools from September 2014 |
| France  | SW became a regular subject in middle school from September 2016  |
| Israel  | Since 1994, SW subjects have been included in regular subjects.   |

### 2.3. 국내 학교 실습환경

소프트웨어 교육을 위해 프로그래밍을 진행하기 위해선 프로그래밍을 위한 컴퓨터 및 네트워크 환경을 구축해야 한다.

2018년 기준 전국 초·중·고등학교의 99% 이상이 컴퓨터 실습실을 보유하고 있다. 하지만, 저 사양 컴퓨터

및 네트워크 망 구축 미비 등으로 인해 소프트웨어 교육에 어려움을 겪고 있다. 2019년 조사한 자료에 따르면 전체 학교의 28.5% 이상은 실습실을 구축한 지 5년이 넘은 PC를 사용하고 있는 것을 확인할 수 있다[5].

위와 같은 문제점은 소프트웨어 교육이 제대로 이루어지지 않는 문제점 중 하나이다. 또한 언어마다 실습 환경 구축을 진행해야 하는 불편함이 존재하며, 초등학교의 경우 프로그램 설치 등이 미숙하게 진행될 수 있다.

### III. 시스템 설계

본 장에서는 실제 사용자들의 기능별 요구사항을 분석하고, React 프레임워크와 Spring boot 프레임워크를 활용하여 실습환경을 웹 환경으로 구성하여 설계하고 내용을 기술한다.

#### 3.1. 요구사항 분석

본 논문에서 제안하는 시스템의 주요 사용자는 강사와 학생이 주로 이용하는 시스템이다. 따라서 강사와 학생의 관점에서 요구사항 분석을 진행하였고, 추가로 웹 페이지 관리자의 요구사항을 추가로 분석하였다.

학생이 필요한 주요 기능으로는 코드 작성을 포함한 편집 기능이 있으며, 강사가 필요로 하는 기능은 학생이 작성한 소스코드 확인 기능 및 채점 기능과 학생에게 문제를 출제하고 저장할 수 있는 문제 편집 기능이다. 또한 시스템 관리를 위해 관리자에게는 사용자의 권한 조정을 포함한 회원 정보 관리 기능이 필요하다. 표 3은 권한 별 사용자들의 필요 기능을 나타낸다.

Table. 3 Function by role

| Role     | Function  |
|----------|---|
| Student  | Solve problem(save, load)<br>Check the problem history  |
| Lecturer | Problem management(create, update, delete)<br>Scoring   |
| Admin    | Modify password<br>Member registration & delete<br>Announcement registration<br>Role management |
| All      | Login<br>Personal & total score check   |

#### 3.2. 시스템 구조

전체 시스템은 회원, 프로그래밍 문제, 작성한 소스코드 등의 정보를 저장하고 사용자의 요청을 처리하는 웹 서버와 작성된 소스코드의 결과를 확인하기 위한 채점 서버가 필요하다. 그림 1은 전체적인 시스템 구성도이고, 그림 2는 시스템 모듈 구성도이다.

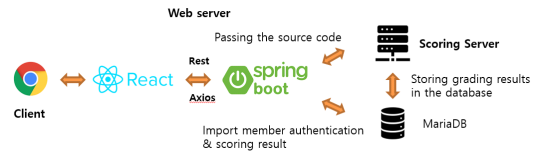


Fig. 1 System architecture

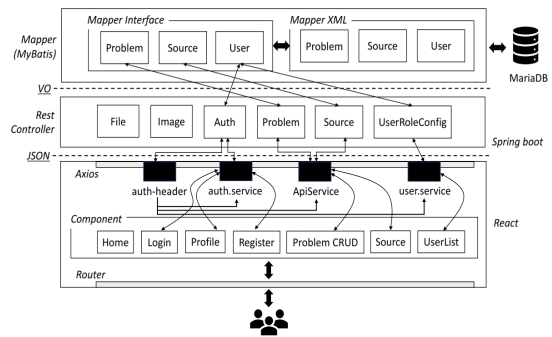


Fig. 2 System module configuration diagram

그림 2를 보면 React의 Router 모듈에서 사용자의 요청을 가장 먼저 처리한다. Router 모듈에 의해 사용자는 요청한 페이지에 해당하는 UI 컴포넌트에 연결되어 화면이 전환하게 된다. 각 컴포넌트 내에서 입력한 데이터 및 서버를 통해 받은 데이터는 React의 Axios 모듈과 JSON 데이터를 통해 Spring boot 서버와 통신하게 된다. Spring boot는 RESTful API를 활용하여 통신하도록 구성하였다. 인증(Auth), 문제(Problem), 소스 코드(Source), 회원 역할 수정(UserRoleConfig)과 같은 Spring boot 내에 있는 서비스들은 데이터베이스에서 CRUD(Create, Read, Update, Delete)를 수행하기 위해 MyBatis Mapper로 MariaDB와 연결한다.

#### 3.3. 데이터베이스 설계

경진대회 등을 위해 작성한 문제가 저장되는 PROBLEMS 테이블의 스키마(schema)와 각 문제에 대해 작성된 소스 코드가 저장되는 SOURCE 테이블의 스

키마는 그림 3, 4와 같다. PROBLEMS 테이블의 경우 문제 id, 출제자 id, 문제에 관련된 정보 등으로 구성된다. SOURCE 테이블의 경우에는 소스 코드를 작성한 사용자의 id, 이름, 문제 내용과 소스 코드가 저장된 파일 등으로 구성된다.

| Field           | Type          | Null | Key | Default | Extra          |
|-----------------|---------------|------|-----|---------|----------------|
| id              | int(11)       | NO   | PRI | NULL    | auto_increment |
| userid          | varchar(10)   | YES  |     | NULL    |                |
| problemName     | varchar(30)   | YES  |     | NULL    |                |
| problemContents | varchar(3000) | YES  |     | NULL    |                |
| inputData       | varchar(300)  | YES  |     | NULL    |                |
| outputData      | varchar(300)  | YES  |     | NULL    |                |
| limitedTime     | varchar(50)   | YES  |     | NULL    |                |
| level           | varchar(20)   | YES  |     | NULL    |                |

Fig. 3 Table schema for saving problems

| Field     | Type        | Null | Key | Default | Extra          |
|-----------|-------------|------|-----|---------|----------------|
| id        | int(11)     | NO   | PRI | NULL    | auto_increment |
| userid    | varchar(10) | YES  |     | NULL    |                |
| problemId | int(11)     | YES  |     | NULL    |                |
| fileName  | varchar(50) | YES  |     | NULL    |                |
| date      | varchar(50) | YES  |     | NULL    |                |

Fig. 4 Table schema for saving source code

그림 5, 6은 권한 정보 및 회원 정보를 저장하기 위한 테이블의 스키마로 서로 외래키로 연결되어 있다. USERS 테이블을 활용하여 회원 정보를 관리하고, 추가 권한을 설정의 편의성을 고려하여 USER\_ROLES 테이블을 활용하여 회원의 권한을 따로 저장한다.

| Field   | Type        | Null | Key | Default | Extra |
|---------|-------------|------|-----|---------|-------|
| userid  | varchar(25) | NO   | PRI | NULL    |       |
| role_id | int(10)     | NO   | PRI | NULL    |       |

Fig. 5 Table schema for saving authentication

| Field    | Type         | Null | Key | Default | Extra |
|----------|--------------|------|-----|---------|-------|
| userid   | varchar(25)  | NO   | PRI | NULL    |       |
| email    | varchar(65)  | NO   |     | NULL    |       |
| password | varchar(100) | NO   |     | NULL    |       |

Fig. 6 Table schema for saving membership

#### IV. 시스템 구현

본 시스템의 개발 환경은 아래의 표 4와 같다.

표 4에서 WAS(Web Application Server)는 Spring boot를 사용하였으며 기존 스프링 프레임워크(Spring framework)를 모듈 기반으로 만든 프레임워크이다. 따

Table. 4 Development environment

| WAS                  | Spring boot 2.3.2 (JDK 11) |
|----------------------|----------------------------|
| Server build tool    | Gradle                     |
| Front-end UI         | React 17                   |
| Front-end build tool | NPM 12.6.0, Yarn           |
| Deployment server OS | Ubuntu 20.04.1             |

라서, 단독 실행이 가능한 장점을 가지고 있으며, 최소한의 모듈 설정을 통해 경량화된 서버 구축이 가능하다.

Front-end는 컴포넌트 기반으로 관리되며 사용자 인터페이스를 구축할 수 있는 React를 사용하였다. 사용자 실행 환경은 크롬 브라우저 내에서 최적화되어 서비스 될 수 있도록 하여 구현하였다.

#### 4.1. 회원 인증 모듈

로그인, 회원가입 부분에 해당하는 회원 인증 모듈은 Spring boot의 Security module을 통해 구현하였으며 JWT(JSON Web Token) 인증 방식을 사용했다. JWT는 토큰을 기반으로 하는 인증 시스템의 구현체로 웹 표준 문서 RFC 7519에 정의되어 있다[6]. 이는 두 개체에서 JSON 데이터를 안전하게 전달하기 위한 인증 방식으로서 회원 인증을 위해 많이 사용된다. JWT 토큰은 Security 모듈이 자동으로 인코딩과 해싱 작업을 한다. header와 payload, signature로 구성되며 주로 사용되는 해싱 알고리즘은 SHA256, SHA512 등이 있다.

#### 4.2. UI Component

그림 7은 React 기반의 컴포넌트 구성 및 처리 순서를 나타낸 것이다. 각 컴포넌트에 역할별로 다르게 접근할

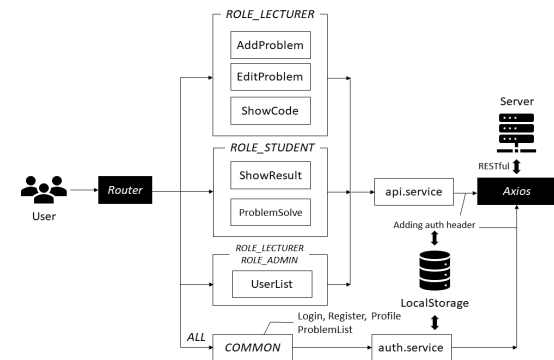


Fig. 7 React-based UI components and communication module configuration diagram

수 있도록 구현하였으며, 사용자가 원하는 화면을 컴포넌트와 연결하는 역할을 React의 Router 컴포넌트가 수행한다. 모든 권한의 사용자가 사용하는 로그인, 회원가입 등의 공통 모듈은 auth, service 모듈을 거치도록 구현하였고, 권한에 따른 모듈은 api.service 모듈을 거치도록 구현되었다.

### 4.3. 기능 모듈 구현

본 논문에서 제안하는 시스템의 주요 기능은 강사의 역할을 가진 사용자에게 문제를 추가하거나 수정하는 기능이며, 학생의 역할을 가진 사용자에게 문제에 접근하고 작성한 소스 코드를 저장하는 기능이다.

강사가 문제를 등록하거나 수정하기 위해 사용되는 위지윅 편집기는 Draft.js 및 React-draft-wysiwyg를 기반으로 구현하였다[7]. 이미지 업로드를 위해서는 서버 내에 이미지를 저장해야 하므로 Axios를 거친다. 그림 8은 WYSIWIG 편집기를 반영하여 문제를 생성하는 페이지이다.

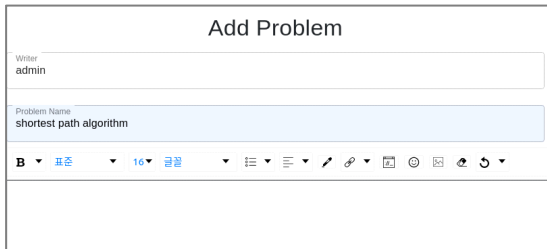


Fig. 8 Problem creating page

학생들이 소스 코드를 작성하고 수정하기 위해선 코드 에디터가 필요한데, 이를 위해 Microsoft의 Visual Studio Code의 에디터를 웹 기반의 오픈소스로 제공하고 있는 Monaco 에디터를 활용하여 구현하였다. Monaco

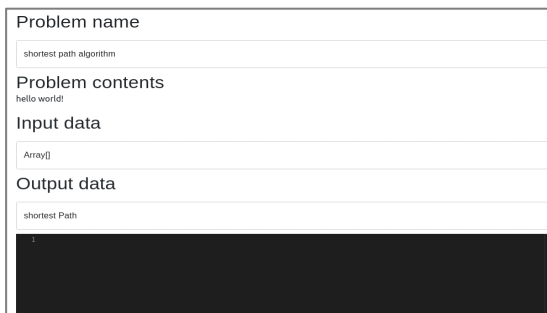


Fig. 9 Source code editing page

에디터를 React 위에 구현하기 위해선 노트 패키지 관리자인 NPM을 통한 React 기반 Monaco 에디터 설치가 필요하다. 그림 9는 소스 코드 편집 페이지이며 작성된 소스코드는 서버에 파일 형태로 저장된다.

### 4.4. 구현 결과

그림 10은 문제 리스트를 보여주는 화면이다.

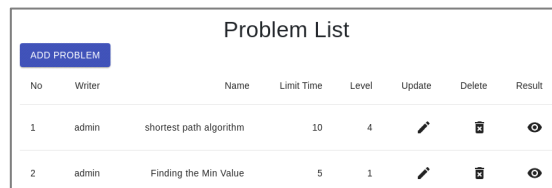


Fig. 10 Problem list page

권한에 관계 없이 UI는 동일하게 구성하였지만, 권한에 따라 수행할 수 있는 기능을 다르게 구현하였다. 강사의 권한으로 해당 페이지를 접속하면 문제 편집 및 삭제가 가능하며, 학생의 권한으로는 문제 확인만 가능하다.

강사와 관리자 관점에서 학생이 작성한 소스 코드를 확인할 수 있도록 그림 11과 같이 UI를 구성하였다. 각각의 문제마다 해당 문제를 작성한 학생들의 기록을 왼쪽에 출력하게 되고, 응시한 학생을 누르게 되면 각각의 학생이 작성한 소스코드를 확인할 수 있다.

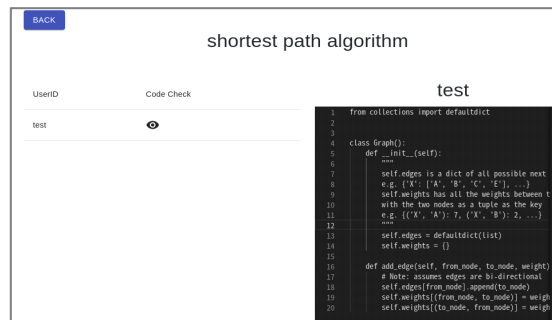


Fig. 11 Source code output page for each student

## V. 결론

본 논문을 통해 교육부에서 추진하고 있는 교육 과정

을 포함한 소프트웨어 교육 현황을 확인하였고, 학교 실습실 노후화 등의 문제점을 확인하였다. 위와 같은 문제점을 해결하기 위해 실습실 컴퓨팅 환경에 제한받지 않고 웹 브라우저만을 활용하여 장소에 구애받지 않고 쉽게 프로그래밍을 진행하며 교육을 받을 수 있는 시스템을 구현하였다.

추후 연구로는 동시성 테스트 및 부하 테스트를 수행하고, 컴파일 기능을 서버에 부담을 주지 않도록 성능을 개선하기 위한 연구가 필요할 것으로 보인다.

본 논문에서 제안한 시스템을 통해 기존 소프트웨어 교육의 문제점 중 하나인 실습 환경의 컴퓨터 사양 문제를 해결하고 실습 환경 구축에 드는 비용을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- [ 1 ] J. H. Park, "An Analysis on the Current Status and Effectiveness of Software Education Leading School," *Journal of Digital Contents Society*, vol. 21, no. 10, pp. 1845-1854, Oct. 2020.
- [ 2 ] J. H. Han, "Case Study of Software Education for Students of Child Welfare Center," *Journal of the Korea institute of Information and Communication Engineering*, vol. 23, no. 12, pp. 1578-1587, Dec. 2019.
- [ 3 ] S. B. Shin and G. J. Han, "Core Curriculum Contents of Software Education for Preliminary Teacher based on Pedagogical Contents Knowledge," *Journal of the Korea institute of Information and Communication Engineering*, vol. 23, no. 2, pp. 229-235, Feb. 2019.
- [ 4 ] H. Y. Gil, "Case Study on Global Software Education in Schools," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, vol. 24, no. 9, pp. 151-160, Sep. 2019.
- [ 5 ] Y. H. Kim, J. Y. Yu, and N. J. Kim. (2019, December). Elementary and secondary software education operation status and improvement tasks. *National Assembly Research Service (Korea) Legislative Policy Report* [Online]. No. 34. Available: [https://www.assembly.go.kr/common/download.do?fid=bodo1&a.bbs\\_num=47966&file\\_num=43684&fpath=Bodo](https://www.assembly.go.kr/common/download.do?fid=bodo1&a.bbs_num=47966&file_num=43684&fpath=Bodo).
- [ 6 ] RFC 7519, *JSON Web Token (JWT)*, Internet Engineering Task Force (IETF), 2015.
- [ 7 ] Jpuri. *React-draft-wysiwyg* (Github, MIT License) [Internet], Available: <https://github.com/jpuri/react-draft-wysiwyg>.



**조민우(Minwoo Cho)**

2021년 배재대학교 컴퓨터공학(공학사)  
2021년~현재 배재대학교 컴퓨터공학 석사과정  
※ 관심분야 : Deep Learning, Machine Learning, Big data



**최지영(Jiyoung Choi)**

2020년 ~ 현재 배재대학교 재직  
1989년 숙명여자대학교 전자계산학(이학사)  
1991년~1999년 한국전자통신연구원  
2000년 KAIST 통신공학(공학석사)  
2021년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학박사 과정)  
※ 관심분야 : 소프트웨어 시 튜터링, 자율주행, 인공지능 회피경로 탐색



**정회경(Hoekyung Jung)**

1985년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)  
1987년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학석사)  
1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)  
1994년~현재 배재대학교 컴퓨터공학과 교수  
※ 관심분야 : Machine learning, Big data, Embedded system, U-Healthcare, IoT