

Design and Implementation of a Personalized Recipe Recommendation System Based on Jaccard Similarity

Yeong-Woong Jo*, Han-Jun Jung*, Yong-Won Jo*, Wu-Jin Jang*, Kyeong-Sook Han**

*Undergraduate Student, Dept. of Computer Engineering, Tech University of Korea, Gyeonggi, Korea

**Professor, School of Computer Engineering, Tech University of Korea, Gyeonggi, Korea

[Abstract]

In recent years, the number of single-person households has steadily increased, and these households tend to use online shopping and convenience stores more frequently than multi-person households. Against this backdrop, this study proposes a personalized recipe recommendation system designed to save time and reduce costs for busy single-person households. The proposed system leverages Jaccard similarity on users' recipe search histories and recommends recipes tailored to each individual based on profile information—available ingredients, available cooking tools, and allergy data. Through the UI, users can choose which aspects of their profile to include in the recommendation, and they can view the similarity between up to five of their most recently searched recipes and each recommended recipe.

▶ **Key words:** Single-Person Households, Jaccard Similarity, Recipe, User Profile, Personalized Recipe Recommendation System

[요 약]

현대에는 1인 가구가 꾸준히 증가하는 추세이고, 이들은 다인 가구에 비해 인터넷 쇼핑이나 편의점을 더 자주 이용하는 경향이 있다. 이러한 배경에서 본 연구는 바쁜 1인 가구의 시간과 비용을 절감할 수 있는 개인 맞춤형 레시피 추천 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 사용자 레시피 검색 기록을 자카드 유사도를 활용하여 사용자 정보인 보유 재료, 보유 도구, 본인 알레르기 정보를 바탕으로 개인에게 적합한 레시피들을 추천한다. 사용자가 UI를 통해 어떤 사용자 프로필을 추천에 반영할 지를 선택할 수 있으며, 최근 검색한 최대 5가지의 레시피와 추천 레시피 간 유사도를 확인할 수 있다.

▶ **주제어:** 1인 가구, 자카드 유사도, 레시피, 사용자 프로필, 개인 맞춤형 레시피 추천 시스템

-
- First Author: Yeong-Woong Jo, Corresponding Author: Kyeong-Sook Han
 - *Yeong-Woong Jo (duddndnfl@naver.com), Dept. of Computer Engineering, Tech University of Korea
 - *Han-Jun Jung (kcjsend5@naver.com), Dept. of Computer Engineering, Tech University of Korea
 - *Yong-Won Jo (yongwon992@naver.com), Dept. of Computer Engineering, Tech University of Korea
 - *Wu-Jin Jang (dnwls0254@naver.com), Dept. of Computer Engineering, Tech University of Korea
 - **Kyeong-Sook Han (khan@tukorea.ac.kr), School of Computer Engineering, Tech University of Korea
 - Received: 2025. 11. 18, Revised: 2026. 01. 21, Accepted: 2026. 01. 23.

I. Introduction

1인 가구란 혼자서 독립적인 주거 공간에서 생활하는 가구를 의미한다[1]. 최근 스마트폰은 시간과 공간의 제약 없이 활용할 수 있고, 높은 휴대성과 즉각적인 정보 접근성으로 인해 애플리케이션의 사용 빈도와 사용 시간이 꾸준히 증가하고 있다[2][3]. 이러한 환경 속에서 1인 가구의 증가와 함께 식품 온라인 쇼핑 시장이 확대되고 있으며, 특히 1인 가구를 대상으로 한 맞춤형 서비스에 대한 수요가 높아지면서 관련 연구와 산업에서의 관심도 급증하고 있다[4]. 이에 본 연구에서는 1인 가구의 생활 특성을 고려한 모바일 애플리케이션을 개발하고자 한다.

Table 1. Number of Single-Person Households

Year	Single-Person Households	Share (%)
2015	5,203	27.2
2016	5,398	27.9
2017	5,619	28.6
2018	5,849	29.3
2019	6,148	30.2
2020	6,643	31.7
2021	7,166	33.4
2022	7,502	34.5
2023	7,829	35.5

Table 2. Number of Four-Person Households

Year	Four-Person Households	Share (%)
2015	4,813	25.2
2016	4,751	24.5
2017	4,616	23.5
2018	4,481	22.4
2019	4,315	21.2
2020	4,218	20.2
2021	4,036	18.8
2022	3,826	17.6
2023	3,703	16.8

Table 3. Meal Prep in Single-Person Households

Meal Preparation Methods	Share (%)
Convenience Meals	69.0
Delivery & Takeout	65.8
Self-Cooked Meals	61.0
Eating out	46.0
Meal kits	38.2
Family-Cooked Meals	34.3

Table 1, 2는 1인 가구와 4인 가구의 가구 구성 현황을 나타낸 표이다[5]. 1인 가구는 2015년 27.2%에서 2023년 34.5%로 약 7.3% 증가한 반면, 4인 가구는 25.2%에서

16.8%로 감소하는 추세를 보이고 있다. 이러한 변화는 1인 가구를 중심으로 한 생활 양식과 소비 패턴에 대한 관심이 필요함을 시사한다.

Table 3은 1인 가구의 식사 마련 방법을 나타낸 표로, 간편식(69%), 배달-테이크아웃(65.8%), 직접 조리(61.0%)가 높은 비율을 차지한다[6]. 그러나 직접 조리를 선택하는 1인 가구는 소량 구매 어려움으로 인한 재료 낭비, 보유 재료만으로 만들 수 있는 레시피 검색의 어려움, 조리 도구 부족으로 인한 레시피 활용 제한 등의 문제를 겪고 있다.

Table 4. Comparison of Existing and Proposed Recipe Recommendation Systems

	Personalized Recipes	Local Store Suggestions	Ingredient Substitution	Tool Substitution
10,000 Recipes	X	X	X	X
All Recipe	X	X	0	X
Recipe Match	0	0	0	0

Table 4는 기존 레시피 서비스의 한계를 보여준다. 만개의 레시피와 All Recipe는 사용자 보유 재료 및 도구 기반 자동 추천 기능이 없어 직접 검색해야 하며, 대체 재료·도구 제안 기능이 없어 특정 재료나 도구가 부족한 1인 가구는 레시피 활용에 어려움을 겪는다.

이를 해결하기 위해 본 논문은 자카드 유사도 기반 레시피 추천 시스템을 제안한다. 자카드 유사도는 사용자 보유 재료와 레시피 재료 간 집합 비교를 통해 유사도를 정량적으로 측정하며, 부족한 재료 및 도구를 명확히 식별할 수 있어 대체 제안이 가능하다. 또한 계산이 단순하여 모바일 환경에서 실시간 추천이 가능하다는 장점이 있다.

제안 시스템은 사용자 정보 및 검색 이력 기반 자동 추천, 부족한 재료 상품 추천, 대체 재료·도구 제안 기능을 통해 1인 가구의 식생활 문제 해결을 목표로 한다.

II. Related Applications

1. Analysis of Existing Recipe Applications

현존하는 레시피 추천 시스템 중 대표적인 사례로는 ‘만개의 레시피’와 ‘우리의 식탁’이 있다[7][8]. 이 두 애플리케이션은 사용자 기반이 매우 크고, 다양한 기능을 제공하고 있어 본 논문에서 제안하는 시스템과 비교 분석 대상으로 적합하다.

1.1 10,000 Recipes

‘만개의 레시피’는 약 20만 개 이상의 요리 레시피를 보유한 국내 대표적인 요리 애플리케이션이다. 사용자는 재료, 요리 방법, 상황 등 다양한 조건을 기반으로 레시피를 검색할 수 있으며 커뮤니티 기능을 통해 다른 사용자들과 레시피를 공유하고 후기를 작성할 수 있다. 특히 ‘냉장고 파먹기’ 기능을 통해 사용자가 보유한 재료를 입력하면 해당 재료로 만들 수 있는 레시피를 추천하여, 남은 식재료를 효율적으로 활용하는데 도움을 주는 기능이 있다. 그러나 추천 알고리즘은 주로 키워드 매칭과 단순 필터링에 기반하고 있으며, 사용자가 개인의 알레르기 정보, 도구 보유 여부, 검색 이력 등의 세부적인 정보는 반영되지 않는다[9]. 따라서 사용자의 개인 상황을 고려한 정밀한 맞춤형 추천에는 한계가 있다.

1.2 Our Table

‘우리의 식탁’은 고화질 이미지와 동영상 기반의 레시피 제공을 통해 초보자부터 숙련자까지 폭넓은 사용자가 쉽게 요리를 따라할 수 있도록 구성되어 있다. 최근에는 AI를 활용하여 사용자가 입력한 재료를 기반으로 레시피를 추천하는 기능을 도입했으며, 큐레이션 기반 콘텐츠 추천과 요리 목적별 필터링 기능도 제공한다. 그러나 이 앱 역시 사용자의 보유 도구, 알레르기 정보, 검색 이력 등을 기반으로 한 정교한 추천 기능은 미비하며 추천 조건을 사용자가 직접 세밀하게 설정할 수 있는 기능이 부족하다.

2. Implications and Differentiation of the Proposed System

기존 레시피 플랫폼인 ‘만개의 레시피’와 ‘우리의 식탁’은 방대한 레시피 데이터와 사용자 친화적인 검색 기능을 제공하지만, 사용자 알레르기 정보나 보유 도구, 검색 이력을 통합적으로 고려한 정교한 추천 기능은 제공하지 않는다[7][8]. 특히 두 서비스 모두 알레르기 관련 정보가 일부 레시피에만 단순 표시되어 있을 뿐, 추천 과정에 반영되지는 않는다는 한계가 있다.

본 연구에서는 이러한 서비스적 한계를 해결하기 위해 알레르기 정보를 주요 추천 요소로 반영하였다. 식품 알레르기는 국내 인구의 약 3.8~5.1%에서 발생하며, 식품안전나라 통계에서도 매년 관련 신고가 증가하고 있어 사용자 위험 관리 측면에서 고려가 필수적이다[9]. 기존 서비스가 이를 추천 과정에 반영하지 않는 점을 보완하여, 본 연구에서는 추천 단계에서 알레르기 유발 재료를 자동으로 필터링하도록 설계하였다. 이는 사용자가 매번 재료 성분을

직접 확인해야 하는 불편을 줄이고, 안전한 레시피 탐색이 가능하도록 한다는 점에서 실효성이 높다.

또한 레시피 데이터는 구조적으로 재료 목록이 명확히 정의되어 있으므로, 식품안전나라에서 제시하는 19종 알레르기 성분 데이터와 비교하는 방식만으로도 안정적인 필터링이 가능하다. 이러한 구조적 특성 덕분에 구현 역시 복잡하지 않으며, 데이터베이스 비교 연산만으로 충분히 실 서비스 수준의 필터링이 가능하다. 본 연구에서는 알레르기 유발 재료를 레시피 상세 화면에 시각적으로 표시하는 기능도 함께 구현하여 사용자 편의성을 강화하였다.

결과적으로, 본 연구는 기존 레시피 플랫폼이 가진 한계를 보완하고 사용자의 개인적 특성(보유 재료, 도구, 알레르기 등)을 통합적으로 고려하는 차별화된 추천 시스템 구조를 제시한다는 점에서 실무적·학술적 가치를 가진다.

III. Implementation Details and Results

1. Application Features and Rationale

애플리케이션은 5가지 주요 기능을 제공한다. 보유 재료 및 알레르기 기반 맞춤형 레시피 추천, 자카드 유사도 기반 검색기록 레시피 추천 기능, Geolocation API 기반 주변 상점 추천, 네이버 검색 API 기반 상품 추천, Google Cloud TTS/STT 기반 음성 입력 기능이다[10][11]. 식품 알레르기는 전체 인구의 약 3.8~5.1%에서 발생하며, 연간 약 20,000건 정도의 식품 알레르기 유병률을 보여주고 있다[9]. 따라서 보유 재료 및 알레르기 유발 재료는 자동 필터링하여 맞춤형 레시피를 추천받을 수 있게 설계하였다.

사용자가 앱을 처음 접속할 때 Geolocation API를 통해 사용자의 위치 정보를 받아 주변 상점의 위치 정보를 보여준다[10]. 사용자는 주변 상점 위치를 검색할 필요 없이 상시 상점 위치를 알 수 있다.

사용자가 요리할 때 필요한 재료가 없다면, 사용자의 편의성을 고려하여 레시피 상세정보 페이지에서 네이버 검색 기반 API 기반 상품 추천 기능을 통해 추천한다. 또한 홈 화면에서 상품을 입력하여 검색할 수 있도록 만들었다.

사용자가 식재료를 수십 개를 보유할 경우 수기로 하나 하나 입력하기 어렵기에 Google Cloud TTS/STT AI를 사용하여 재료를 입력하도록 만들었다. 이탈자는 Open API를 활용하여 잡았다[11][12].

2. System Architecture

2.1 Technical Implementation

본 연구에는 프론트 언어로 React Native, 백엔드 언어로 Java, Spring Boot를 사용했다.

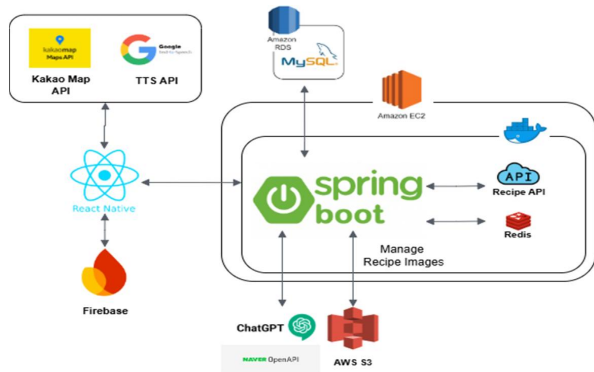


Fig. 1. System Architecture

토큰 인증 방식은 OAuth, Bearer 토큰, JWT 등으로 표준화되어 현재 대규모 웹서비스에서 널리 사용되고 있다[13]. 본 시스템은 OAuth2, JWT, Spring Security를 통해 로그인을 구현하고, Firebase로 사용자 인증을 관리한다[14]. 사용자 정보는 Google에서 가져와 관리하며, Refresh Token은 메모리 기반 Key-Value Store NoSQL 데이터베이스인 Redis에 저장한다[15].

API(Application Programming Interface)는 응용 프로그램에서 사용할 수 있도록 운영 체제나 프로그래밍 언어가 제공하는 기능을 제어하는 인터페이스를 의미한다[16]. 레시피 정보는 농림수산물교육문화정보원의 외부 API에서 가져와 MySQL 8.0 DB에 저장하고, 레시피 이미지는 AWS S3에 저장한다. 레시피 도구의 대체 정보는 Chat GPT로 생성해 레시피 정보에 반환하며, 사용자의 보유 재료와 레시피 정보를 비교해 네이버 쇼핑 API를 통해 부족한 재료 상품 5가지를 추천한다[12]. Google Cloud TTS/STT는 음성-텍스트 변환을 통해 음성 입력 및 레시피 단계 읽기 기능을 제공한다[11][17].

홈 화면에는 사용자의 위치 정보에 대해 위도/경도 좌표와 결과의 정확도를 나타내는 반경을 반환하는 Geolocation API를 통해 확인하고 Kakao Map API를 통해 주변 상점을 추천받는 기능, 사용자가 필요한 재료, 도구를 검색하여 네이버 쇼핑 API를 통해 상품 5가지를 추천받을 수 있는 기능, 사용자의 최근 레시피 검색 기록을 파악하여 자카드 유사도를 통해 사용자 맞춤형 레시피를 추천받을 수 있는 기능이 있다[10].

2.2 CI/CD Pipeline

개발자가 새로운 버전의 소프트웨어를 제공하기 위해 따라야 하는 일련의 확립된 단계인 CI/CD 파이프라인을 통해 AWS EC2 인스턴스에 배포가 완료될 때까지 지속적 통합(CI)과 지속적 배포(CD)를 통합·테스트·배포 과정을 자동화하도록 설계했다[18].

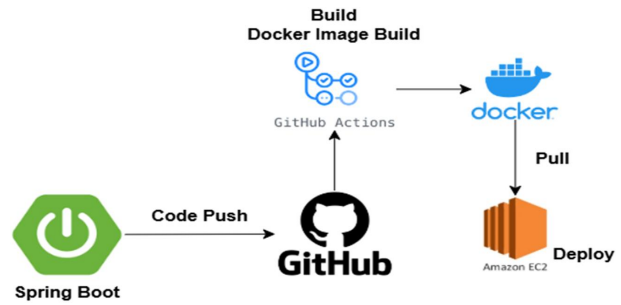


Fig. 2. CI/CD Pipeline

Fig 2는 Spring Boot 기반 백엔드 애플리케이션을 main 브랜치에 Push하거나 PR을 생성하면, Github Actions를 통해 자동으로 빌드 및 테스트하고 Docker Image를 생성한다[19]. 만든 Docker 이미지를 AWS EC2에 Pull 하여 서버 배포를 진행한다.

3. Key Features of the Application

3.1 Various Recipe Recommendation Methods

본 연구에서 사용자는 여러 방식으로 레시피를 추천받을 수 있다.



Fig. 3. Sorted Recipe Recommend Workflow

Fig 3은 사용자가 좋아요/즐겨찾기를 선택했을 때, 정렬된 레시피를 추천하는 흐름을 나타낸 것이다.

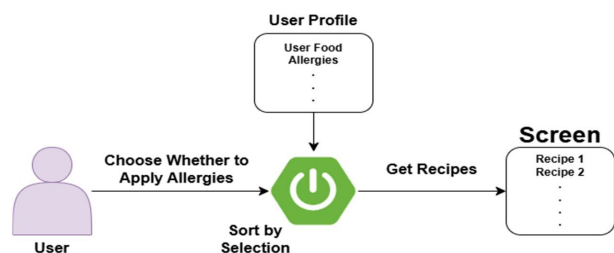


Fig. 4. Sorted Recipe Recommend Workflow using User Food Allergy Information

Fig 4는 사용자 정보에서 입력했던 사용자 알레르기 정보를 기반으로 해당 알레르기가 포함된 레시피를 필터링하여 추천해주는 프로세스를 나타낸다.

알레르기 정보는 사용자의 건강과 직결되는 중요한 요소로, 특정 재료에 대한 알레르기 반응은 가벼운 증상부터 생명을 위협하는 심각한 상황까지 다양한 건강 문제를 일으킬 수 있다. 따라서 본 시스템에서는 사용자가 미리 등록한 알레르기 유발 재료(예: 땅콩, 새우, 우유, 밀가루 등)가 포함된 레시피를 자동으로 걸러내어 추천 목록에서 제외한다. 이러한 안전장치를 통해 사용자는 알레르기 반응의 위험 없이 레시피 추천 서비스를 안전하게 이용할 수 있으며, 매번 재료 성분을 직접 확인해야 하는 번거로움을 없앨 수 있다.

또한 본 시스템은 사용자가 현재 가지고 있는 재료와 조리 도구 정보를 적극적으로 활용한다. 기존의 레시피 추천 시스템이 단순히 인기도나 선호도만을 기준으로 레시피를 제안하는 것과 달리, 본 시스템은 사용자의 실제 조리 환경을 고려한 맞춤형 추천을 제공한다. 사용자가 등록한 보유 재료 목록과 레시피에 필요한 재료를 비교하여, 추가로 사지 않아도 바로 만들 수 있는 레시피를 우선적으로 추천함으로써 시간과 비용을 절약할 수 있다. 또한 가지고 있는 조리 도구(예: 오븐, 압력솥 등) 정보를 함께 고려하여, 사용자가 실제로 만들 수 있는 현실적인 레시피만을 제안한다. 이를 통해 사용자는 재료를 추가로 구매하거나 새로운 조리 도구를 준비하지 않고도 바로 요리를 시작할 수 있으며, 이는 음식물 쓰레기를 줄이고 재료를 효율적으로 사용할 수 있다는 추가적인 장점도 가져온다.

3.2 Recipe Recommendations from Previous Search History

본 연구에서 사용자의 이전 검색 기록을 기반으로 자카드 유사도로 계산한 유사도를 정렬하여 레시피를 추천받을 수 있도록 하였다.

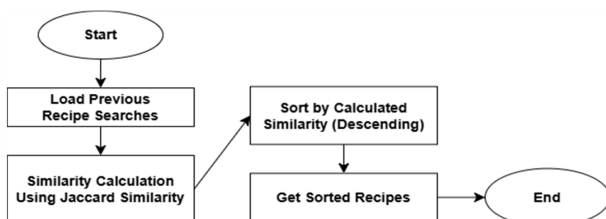


Fig. 5. Recipe Recommendation Workflow from Previous Search History

사용자가 이전에 검색했던 레시피 최대 5가지를 선정하고 해당 레시피에 자카드 유사도를 적용해서 1~5가지 레시피를 추천받는다. 해당 내용은 4장에서 자카드 유사도 개념 및 예시에 대해 자세하게 설명하도록 하겠다.

3.3 Nearby Store Recommendations Using the Geolocation API

사용자는 애플리케이션을 실행함과 동시에 본인의 위치 정보를 확인할 수 있으며, 이를 기반으로 현재 위치와 가까운 상점 정보를 확인할 수 있다.

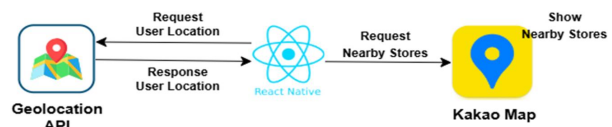


Fig. 6. Nearby Store Recommendation Workflow

Fig 6에서 사용자 위치 기반 상점 추천 기능의 구조를 나타내고 있다.

이 기능은 사용자가 애플리케이션을 실행하면, Geolocation API를 통해 GPS 기반의 현재 위치 정보(위도, 경도)가 수집되며, 수집된 좌표는 Kakao Map API로 전달되어 사용자가 위치한 반경 내의 상점 목록을 조회한다. 사용자는 지도 화면에서 식재료를 구매할 수 있는 주변 상점을 확인하고, 필요한 재료를 즉시 구입할 수 있다. 재료 구입 과정은 3.4절에서 설명하도록 하겠다.

3.4 Product Recommendations via the Naver Search API

본 연구에서는 Naver Search API를 활용해 두 가지 추천 기능을 제공한다. 첫째, 사용자가 홈 화면에서 입력한 상품을 기반으로 관련 상품을 추천하는 기능과 둘째, 사용자 정보에 등록된 보유 재료를 기준으로 레시피 재료를 필터링해 부족한 재료에 대한 상품을 추천하는 기능이다.

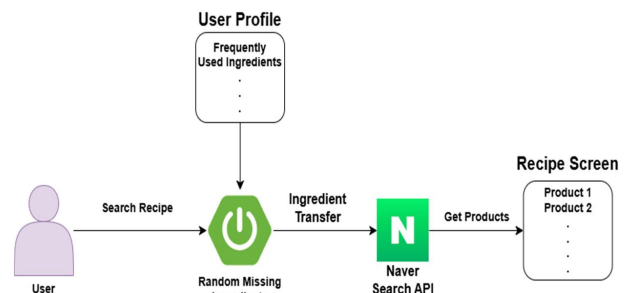


Fig. 7. Product Recommendation Workflow

Fig 7은 본 연구에서 제안하는 Naver Search API 기반 상품 추천 프로세스를 나타낸다. 본 기능은 사용자의 보유 재료 정보를 기반으로 부족한 재료를 자동 인식하여, 해당 재료에 대한 상품을 실시간으로 추천함으로써 재료 구매 과정의 편의성을 높였다.

기존 레시피 추천 시스템이 단순히 레시피만 제공하는 것과 달리, 구매 단계까지 자동화하여 요리 실행성을 높인다는 점에서 차별성을 가진다. 특히 모바일 환경에서 사용자는 별도의 검색 과정 없이 필요한 재료를 빠르게 확보할 수 있으며, 이는 본 연구의 개인화 레시피 추천 시스템이 실생활에서 활용될 수 있는 실용적인 구조임을 보여준다.

3.5 Speech-to-Text Feature Powered by the Google Speech-to-Text(STT) API

사용자는 음성을 텍스트로 변환시켜주는 도구인 Google Speech-to-Text(STT) API를 통해 사용자 정보 설정 화면에서 여러 정보 (보유 재료, 보유 도구, 사용자의 알레르기 등)들을 음성으로 등록할 수 있다.

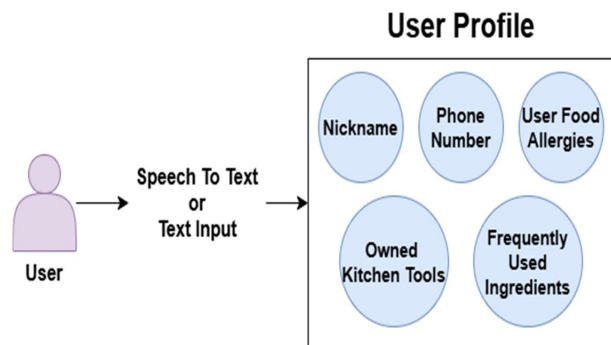


Fig. 8. User profile Input Method

Fig 8은 본 연구에서 제안하는 음성 기반 재료 입력 기능의 구성과 처리 과정을 나타낸다.

예를 들어 사용자가 사용자 정보 설정이나 재료 입력 화면에서 마이크 버튼을 누르고 재료명을 발화하면, 해당 음성 신호는 Google STT API로 전송되고, API는 이를 한국어 텍스트로 변환하여 시스템에 반환한다. 변환된 텍스트는 자동으로 보유 재료 목록에 추가되며, 사용자는 수기로 수정 및 재등록을 하면서 입력 정확도를 보완할 수 있다.

또한 빠른 대화 속도, 발음 차이, 단어 누락 등 음성 인식 과정에서 발생할 수 있는 오류를 줄이기 위해, 변환된 텍스트는 ChatGPT API 기반 보정 모델을 통과하여 문맥 기반 재검증을 수행하도록 설계하였다. 이를 통해 음성 인식의 불확실성을 최소화하며, 모바일 환경에서의 입력 편의성 및 정확성을 동시에 확보하였다.

사용자는 별도의 키보드 입력 없이도 필요한 재료를 등록할 수 있으며, 이는 3.1절에서 설명한 사용자 정보 기반 필터링 및 3.4절의 부족 재료 탐지 기능과 연동되어, 실제 조리 과정에 최적화된 추천 결과를 제공하는 데 기여한다.

IV. Jaccard Similarity

1. Definition of Jaccard Similarity

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} = \frac{|A \cap B|}{|A| + |B| - |A \cap B|}$$

Fig. 9. Jaccard Similarity Formula

Fig 9는 자카드 유사도(Jaccard Similarity) 공식이며 두 개의 집합 사이의 유사도를 측정하는 지표이다. 즉, 교집합의 크기를 합집합의 크기로 나눈 값으로 정의하며 수식으로 표현한 것이다.

자카드 유사도의 특징은 다음과 같다. 첫째, 자카드 유사도 값의 범위는 0~1이다. 0일 경우 완전히 다름을, 1일 경우 완전히 동일함을 뜻한다. 둘째, 텍스트, 이미지, 추천 시스템, 바이너리 데이터 등 다양한 분야에서 활용된다. 셋째, 중복을 고려하지 않고, 순수하게 포함 여부만 따진다는 점에서 벡터 기반 코사인 유사도와 차이가 있다[20].

자카드 유사도의 장점은 다음과 같다. 첫째, 계산 방식이 간단하고 직관적이며, 두 집합의 교집합과 합집합만으로 유사도를 도출할 수 있어 구현이 용이하다. 둘째, 이진 특성 벡터(binary feature vector)에 적합하여, 단어 존재 여부나 태그 정보와 같은 포함 여부 기반의 데이터에 효과적으로 적용된다. 셋째, 희소(sparse) 데이터 환경에서의 연산 비용이 낮고, 유사한 항목을 빠르게 필터링하는 데 유리하다. 넷째, 범주형 특성(categorical feature)을 다루는 데 적합하며, 구조화되지 않은 텍스트나 라벨 기반 비교에 자주 활용된다[20].

그러나 자카드 유사도는 한계점도 존재한다. 첫째, 각 항목의 등장 빈도나 중요도 등 가중치 정보를 반영하지 못하므로, 텍스트 마이닝이나 문서 분석 등에서 정보 손실이 발생할 수 있다. 둘째, 부분적으로 겹치는 경우에 유사도를 과소평가하는 경향이 있으며, 유사한 의미를 가지더라도 표현 방식이 다르다면 낮은 유사도로 계산된다. 셋째, 문자열 기반 비교에서는 어휘 수준의 단순 비교에 그치므로 문맥(context)이나 어휘적 유사성을 충분히 반영하지 못하는 한계가 있다[20].

결론적으로 자카드 유사도는 문맥을 고려하지 않는 단순한 단어 기반 유사도 지표로서, 정밀한 의미 분석에는 한계가 있지만, 문서 간 유사도를 빠르게 비교하거나 대규모 데이터에서 유사 항목을 필터링하는 데 유용하게 활용될 수 있다.

2. Example: Similarity Between Searched and Recommended Recipes

$$100 \cdot \sum (w_i \cdot 1[i \notin E] \cdot J(i, U))$$

Fig. 10. Weighted Jaccard Similarity Formula

본 연구에서는 사용자 검색 레시피와 추천 레시피 간의 유사도를 정량적으로 분석하기 위하여 자카드 유사도를 기반으로 한 계산 방식을 적용하였다.

Fig 10은 가중치 변형 자카드 유사도를 나타낸다. 이는 기존 자카드 유사도에서 각 집합의 원소 i 에 사전에 정해진 가중치 w 를 적용하는 방식으로, 특정 원소의 상대적 중요성을 조절할 수 있도록 설계되었다. 동시에 정확도에 부정적 영향을 미치는 조미료 등의 특정 원소를 제외함으로써 전체 추천 성능을 향상시킬 수 있었다.

본 연구의 추천 시스템은 최대 5개의 최근 검색 기록을 데이터베이스에 저장하여 추천의 기초 자료로 활용하였다. 추천 시스템은 사용자가 설정한 선호 재료, 소유 재료 및 알레르기 정보를 인식하여, 선호 재료가 포함된 레시피의 경우 우선순위를 부여하고, 알레르기 성분이 포함된 레시피는 추천 대상에서 제외하였다. 이후 각 레시피의 카테고리 및 난이도 유사도를 비교 분석하여 일치하는 경우 추가 점수를 부여하였으며, 조미료 및 부재료를 필터링한 레시피를 기반으로, 가중치 변형 자카드 유사도를 사용하여 각 레시피의 재료를 기반으로 점수를 계산하고, 이를 정렬하여 상위 5개의 레시피를 추천한다.

본 실험에서는 서로 다른 주재료를 가진 3개의 검색 레시피 집합을 사용하여 동일 조건에서 추천 레시피 생성 과정을 각 집합마다 3회 반복하여 각 레시피 집합과 유사한 추천 레시피 집합이 도출되었다. 이를 통해 검색 레시피와 추천 레시피 간의 유사성을 평가하여 결과의 일관성을 검증하였다. 검색 레시피 집합은 닭고기, 쇠고기, 돼지고기를 주재료로 하는 세 그룹으로 구성하였으며, 각 그룹의 검색 및 추천 레시피 구성은 Table 4, 5, 6에 제시하였다.

Table 5. Composition of Search and Recommended Recipe Group 1

Search Recipes	Recommended Recipes
Dakbokkeumtang	Chicken Ginseng Salad
Chicken Galbi	Chicken Karaage
Spicy Chicken Soup	Chicken Bulgogi
Chicken Parmigiana	Ginseng Chicken Soup
Chicken Teriyaki	Braised Chicken&Fish Cake

Table 6. Composition of Search and Recommended Recipe Group 2

Search Recipes	Recommended Recipes
Beef Skewers	Cabbage Soybean Stew
Beef Mushroom Stir-Fry	Beef Rib Soup
Grilled Beef Ribs	Banquet Noodle Soup
Beef Shabu-Shabu	Soy-Braised Beef
Beef Bone Soup	Noodle Hot Pot

Table 7. Composition of Search and Recommended Recipe Group 3

Search Recipes	Recommended Recipes
Pork Cutlet	Bean Sprout Rice
Pork Bossam	Glass Noodle Stir-Fry
Pork Bone Stew	Chinese Fried Rice
Sweet And Sour Pork	Chive Mushroom Stir-Fry
Pork Belly Veggie Rolls	Soy Pulp Stew

추천 알고리즘은 각 검색 레시피의 주재료를 기준으로 하여 사용 재료, 카테고리, 난이도의 유사도를 계산하고, 이를 기반으로 추천 레시피를 선정하였다.

유사도는 각 추천 레시피의 재료 목록을 검색 레시피 집합 전체의 재료 목록과 비교하여, 자카드 유사도(Jaccard Similarity)를 변형한 방식인 가중치 변형 자카드 유사도로 산출하였다. 본 연구에서는 기존 자카드 유사도 공식을 다음과 같은 방식으로 보완하였다:

주재료 중심 가중치 적용을 위해 전체 재료 중 조미료, 양념류 등 부재료를 제외하고, 실제 요리를 구성하는 주재료에 더 높은 가중치를 부여하였다. 이에 따라 단순히 재료 수의 일치뿐 아니라, 음식의 핵심 구성 요소가 유사한 경우 더 높은 유사도 점수가 반영되도록 하였다.

카테고리 및 난이도 보정을 위해 카테고리가 일치하면 분자와 분모에 +3, 난이도가 일치하면 분자와 분모에 +1, 일치하지 않을 경우, 해당 가중치는 분모에만 추가된다.

예를 들어, 'Braised Chicken & Fish Cake'의 경우 검색 레시피와의 주재료 교집합은 {닭고기} 1개이며, 합집합은 23개로 산출되었다. 여기에 카테고리 및 난이도 보정을 적용한 결과는 다음과 같다.

$$\frac{25 + 3}{54 + 3 + 1} = \frac{28}{58} \approx 48.28\%$$

Fig. 11. Example of Jaccard Similarity

Table 8. Refined Jaccard Similarity - Similarity Results for Recommended Recipes (Five Repeated Trials with Identical Outcomes)

Search Recipes	Recommended Recipes	Accuracy (%)
Dakbokkeumtang	Chicken Ginseng Salad	100
Chicken Galbi	Chicken Karaage	100
Spicy Chicken Soup	Chicken Bulgogi	100
Chicken Parmigiana	Ginseng Chicken Soup	100
Chicken Teriyaki	Braised Chicken & Fish Cake	100

Table 8은 Table 5에 제시된 입력 집합을 동일하게 5회 반복 적용하여 추천 결과 집합을 도출한 실험 결과를 나타낸다. 실험 결과, 동일한 입력 집합이 주어질 경우 모든 반복 시행에서 동일한 결과 집합이 반환됨을 확인하였다. 이는 자카드 유사도의 계산 원리에 기인한다. 자카드 유사도는 두 집합의 교집합 크기를 합집합 크기로 나눈 값으로 정의되며, 비교 대상이 되는 두 집합의 구성 요소가 동일한 경우 반복적인 비교를 수행하더라도 유사도 값은 변하지 않는다. 따라서 사용자의 입력 집합이나 저장된 레시피 집합에 변경이 발생하지 않는 한, 추천 알고리즘이 산출하는 결과 집합 역시 일관되게 유지된다.

3. Similarity Analysis Results

Table 9. Refined Jaccard Similarity - Similarity Results for Recommended Recipes

Search Recipes	Similarity (%)
Chicken Bulgogi	55.77
Chicken Karaage	54.72
Chicken Ginseng Salad	52.73
Braised Chicken & Fish Cake	48.28
Ginseng Chicken Soup	41.79

Table 10. Original Jaccard Similarity - Similarity Results for Recommended Recipes

Search Recipes	Similarity (%)
Vegetable Bibimbap	10.32
Five-Grain Rice	9.21
Japchae Rice	7.63
Bean Sprout Rice	5.33
Pumpkin Porridge	3.21

Table 9과 Table 10는 각각 보완한 자카드 유사도와 기존 자카드 유사도를 통해 나타낸 결과를 계산한 유사도이다. 각각의 Table들을 분석해 보았을 때 Table 10는 주재료와 아무런 상관이 없는 레시피가 추천되었고 이를 보완한 Table 9은 같은 주재료를 사용한 레시피가 추천되었다. Table 10의 결과는 각 레시피의 주재료와 부재료, 조미료가 동등한 위치에서 계산되어 입력 레시피와 관계없는 레시피가 추천되는 것이다. Table 9 알고리즘에서 조미료를 제외하고 주재료에 가중치를 주어 부재료와 차등을 주는 것으로 더욱 명확한 추천 시스템을 구축할 수 있다.

4. Quantitative performance Evaluation

본 연구에서 제안한 가중치 변형 자카드 유사도 알고리즘의 우수성을 입증하기 위해, 추천 시스템의 대표적인 성능 평가 지표인 정밀도(Precision), 재현율(Recall), F1-Score를 산출하여 기존의 전통적인 방식과 상세히 비교 분석하였다.

4.1 Performance Evaluation Metrics

실험의 평가는 사용자가 검색한 레시피의 주재료와 시스템이 추천한 레시피의 가중치가 높은 재료가 일치하는 경우를 '적합(Relevant)'으로 판정하였다. 각 성능 지표의 구체적인 계산 방식은 다음과 같다.

$$Precision = \frac{|Relevant \cap Recommended|}{|Recommended|}$$

Fig. 12. Precision Calculation Formula

$$Recall = \frac{|Relevant \cap Recommended|}{|Relevant|}$$

Fig. 13. Recall Calculation Formula

$$F1 - Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

Fig. 14. F1-Score Calculation Formula

정밀도는 시스템이 추천한 상위 5개의 레시피 중 가중치가 높은 재료와 일치하는 적합 레시피의 비율을 의미하며, 재현율은 전체 적합 레시피 중 시스템이 추천 목록에 포함시킨 비율을 나타낸다. F1-Score는 정밀도와 재현율의 조화 평균으로, 추천 시스템의 전체적인 성능을 균형있게 평가하는 통합 지표이다.

4.2 Quantitative Comparison Results of Recommendation Algorithms

기존의 단순 자카드 유사도 방식인 Original Jaccard Method와 본 연구에서 제안한 가중치 변형 자카드 유사도 알고리즘인 Proposed Weighted Method의 성능을 정량적으로 비교한 결과는 Table 11에 제시되어 있다.

Table 11. Performance Comparison Results by Algorithm

Metric	Original	Proposed	Improv
Precision	0.214	0.825	+285.5%
Recall	0.162	0.618	+281.5%
F1-Score	0.185	0.693	+274.6%

Table 11은 지면의 한계와 가독성을 고려하여 각 항목을 Original, Proposed, Improv로 약칭하여 기술하였으며, 이는 각각 Original Jaccard Method, Proposed Weighted Method, 그리고 기존 방식 대비 성능 향상률을 뜻하는 Improvement Rate를 의미한다. 실험 분석 결과, 정밀도(Precision), 재현율(Recall), F1-Score의 모든 지표에서 Proposed Weighted Method가 Original Jaccard Method보다 약 280% 이상 향상된 성능을 보였다.

기존의 Original Jaccard Method는 조미료나 양념류 등 부재료의 단순 중복에 의해 유사도가 과다 산출되어 주재료가 상이한 레시피가 추천되는 한계가 있었으나, 본 연구의 제안 방식은 핵심 재료에 대한 가중치 적용과 부재료 필터링을 통해 정밀도를 0.825까지 향상시켜 사용자의 검색 의도를 더 정밀하게 반영함을 확인하였다.

4.3 Performance Stability and Reproducibility Validation through Experimental Scenarios

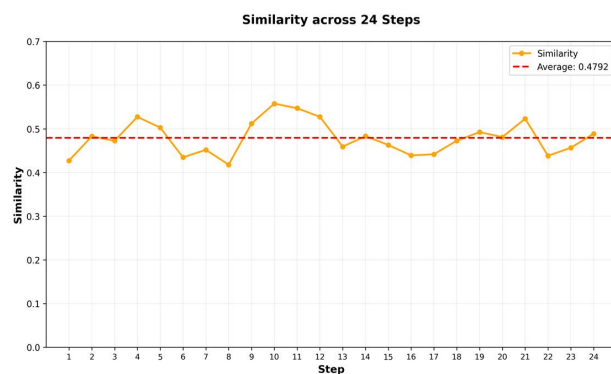


Fig. 15. Average Similarity Score Trends Across 24 Experimental Steps.

다양한 식재료 입력 환경에서의 성능 안정성을 검증하기 위해 총 24개의 실험 시나리오를 수행하였으며, 각 단계에서 도출된 평균 유사도의 추이는 Fig. 15와 같습니다. 24회 실험 전체에서 평균 유사도는 0.4792를 기록하였으며, 0.4179에서 0.5577 사이의 안정적인 분포를 유지하였습니다. 특히 주재료 일치도가 매우 높았던 Step 10에서는 0.5577의 최고 수치를 기록하며 알고리즘의 우수한 식별 능력을 정량적으로 확인하였습니다. 전체 실험 구간에서 유사도가 평균값 대비 $\pm 20\%$ 범위 내에서 일관되게 유지되었으며, 이는 본 알고리즘이 다양한 입력 조건에서도 안정적이고 예측 가능한 추천 성능을 제공한다는 것을 입증하는 명확한 근거가 됩니다.

V. Conclusions

본 연구는 1인 가구 증가와 식문화 변화에 관한 기존 통계 자료[5][6]를 기반으로, 사용자의 보유 재료, 조리 도구, 알레르기 정보, 검색 이력 등 다양한 개인 정보를 활용한 맞춤형 레시피 추천 시스템을 설계·구현하였다. 기존 대표 서비스인 '만개의 레시피'와 '우리의 식탁'이 제공하지 않는 알레르기 필터링, 보유 도구·보유 재료 기반 추천, 검색 이력 기반 유사도 추천 기능을 통합하여 보다 정밀한 개인화를 실현했다는 점에서 의의를 가진다[7][8]. 또한 본 연구는 기존 자카드 유사도의 한계를 보완하기 위해 주재료 가중치, 카테고리 및 난이도 보정 요소를 추가하여 추천 정확도를 향상시켰으며, 실제 실험에서도 관련성이 낮은 추천을 생성하는 기존 방식과 달리 주재료 중심의 유의미한 추천 결과를 도출하였다[20].

본 연구는 여러 의의에도 불구하고 몇 가지 한계점을 가진다. 우선, 추천 시스템이 사용자 입력 정보(보유 재료, 도구, 알레르기 등)에 크게 의존하고 있어 해당 정보가 부정확하거나 갱신되지 않을 경우 추천 품질이 떨어질 수 있다. 또한 자카드 유사도는 포함 여부 기반의 단순 지표이기 때문에 조리 과정, 재료의 의미적 관련성 등 문맥 기반 유사성을 충분히 반영하기 어렵다는 한계를 가진다[20]. 아울러 본 연구에서 적용한 가중치 기반 자카드 유사도는 주재료와 부재료를 구분하여 주재료에 상대적으로 높은 가중치를 부여하는 방식으로 설계되었으나, 이러한 가중치 설정은 통계적 최적화나 학습 기반 방법을 통해 도출된 것이 아니라 개발자의 도메인 지식과 구현 과정에서의 경험적 판단에 기반하여 설정되었다는 한계를 가진다. 이는 시스템 구현의 단순성과 직관성을 확보하는 데에는 유리하

지만, 모든 사용자 취향이나 레시피 유형에 대해 최적의 가중치라고 일반화하기에는 한계가 있다. 또한 Geolocation API[10], Google Speech API[11], Naver API 등 외부 서비스에 대한 의존성이 존재하여 외부 서비스 장애 시 전체 시스템 성능이 저하될 가능성이 있다. 마지막으로, 추천 알고리즘의 성능을 장기적·대규모 사용자 데이터를 통해 검증하지 못했기 때문에 실 사용자 기반의 정량적 평가가 향후 필요하다.

향후 연구에서는 추천 모델의 고도화가 필요하다. 협업 필터링 및 딥러닝 기반 임베딩 모델을 활용하여 레시피 간 의미적 유사도를 반영하고, 검색 이력뿐 아니라 스크롤, 클릭, 체류 시간 등 사용자 행동 데이터를 포함한 강화학습 기반 추천 시스템으로 확장할 수 있다. 또한 식품 알레르기 연구[9]를 참고하여 단순 제외 방식에서 나아가 민감도 수준별 필터링이나 대체 재료 자동 제안 기능을 도입함으로써 실제 조리 상황에서의 활용성을 높일 수 있을 것이다. 레시피 영상·이미지를 활용한 조리 과정 분석 및 난이도 자동 추정 기술의 적용 역시 의미 있는 확장 방향이다.

학술적 시사점 측면에서, 본 연구는 기존 레시피 추천 시스템이 다루지 못한 사용자 보유 도구·보유 재료·알레르기·검색 이력 등 다양한 개인 프로파일 요소를 통합한 추천 구조를 제시하였다. 이는 개인화 추천 시스템 연구에서 사용자 맥락(context) 반영의 필요성을 강조하는 최근 경향과 부합하며, 자카드 유사도 기반 모델에 가중치 보정 구조를 추가함으로써 기존 유사도 기반 추천 연구[20]에도 적용 가능한 방법론적 확장성을 제공한다. 아울러 식품 알레르기 데이터[9]를 추천 시스템에 통합한 접근은 푸드테크·헬스케어 융합 연구의 기반을 제공한다.

실무적 시사점으로는, Geolocation API와 Kakao Map API를 활용한 주변 상점 탐색 기능[10], 부족한 재료를 자동 탐지해 Naver 쇼핑 API를 통해 상품을 제안하는 기능, 그리고 Google STT·TTS 기능[11] 등을 통해 실제 사용자 요리 맥락에 맞춘 종합적인 조리 지원 서비스를 제공할 수 있음을 시사한다. 또한 CI/CD 기반 자동 배포 구조와 AWS 기반 서버 환경은 실제 상용 서비스 수준의 확장성과 유지보수성을 보여주며, 본 연구가 단순 설계 수준을 넘어 실서비스 구현 가능성을 갖춘 시스템임을 확인할 수 있다.

REFERENCES

- [1] Hoon-Y.oung Han, G.yun-H.o Kim, M.in-S.u Ju, D.ong-B.eom Ko, J.ung-J.oon Kim, J.eong-M.in Park, "A Study on Customized Smart Fire and Security System for One Person Household", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (JIIBC), Vol.19, No.1, pp.295-304, Feb. 2019. DOI: 10.7236/JIIBC.2019.19.1.295
- [2] J.ung-H.a Park, Y.un-B.ok Lee, Y.oun-S.ook Seo, J.ung-H.oon Choi, "Development and Effectiveness of a Smartphone Application for Clinical Practice Orientation", International Journal of Internet, Broadcasting and Communication (IJIBC) Vol.13 No.1 107-115, Feb. 2021. DOI: 10.7236/IJIBC.2021.13.1.107
- [3] Y.oon-J.ung Kim, J.ung-H.a Park, "Development and Use of the Nursing Management Application for Smartphones in Class", International Journal of Advanced Smart Convergence (IJASC) Vol.9 No.3 pp.36-41, Sep. 2020. DOI: 10.7236/IJASC.2020.9.3.36
- [4] T.ae-G.yeong Lee, S.eok-J.ae Moon, G.i-H.wan Ryu, "Recommended Chocolate Applications based on The Propensity to Consume Dining Outside Using Big Data on Social Networks", International Journal of Advanced Culture Technology (IJACT) Vol.8 No.3 324-333, Sep. 2020. DOI: 10.17703/IJACT.2020.8.3.325
- [5] S.un-O.k Park, "Population and Housing Census", https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&act=view&list_no=434103
- [6] S.oo-H.yun Park, "Single-person Household Trend Report 2023", <https://blog.opensurvey.co.kr/trendreport/soloeconomy-2023>
- [7] 10000 Recipes, "Korea's Largest Online Recipe Platform", <https://www.10000recipe.com/>
- [8] OurTable, "Personalized Recipe App with AI-Based Suggestion", <https://wtable.co.kr/>
- [9] J.i-U.k Han, Nam-Bin Kim, Ye-Won Lee, Byeong-Seung Yang, Won-Whoi Huh, "Application Design for Food Allergy Management", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC) Vol. 24, No. 2, pp.197-203, Apr. 2024. DOI: 10.7236/JIIBC.2024.24.2.197
- [10] Google, Geolocation API Developer Guide In Google Maps Platform, <https://developers.google.com/maps/documentation/geolocation/overview?hl=ko>
- [11] Google, Cloud Speech-to-Text In Google Cloud, <https://cloud.google.com/speech-to-text/docs/apis?hl=ko>
- [12] H.ua-Q.ian Xie, Seung-Keun Song, "An Exploratory Approach to Designer Models for Pattern Design Using ChatGPT", The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT) Vol. 10, No. 6, pp.799-805, Nov. 2024. DOI: 10.17703/JCCT.2024.10.6.799
- [13] B.young-C.heon Lee, "Stateless Randomized Token Authentication for Performance Improvement of OAuth 2.0 MAC Token Authentication", Journal of The Korea Institute of Information Security & Cryptology VOL.28, NO.6, Dec. 2018. DOI: 10.13089/JKIISC.2018.28.6.1343
- [14] J.ung-H.a Park, Y.un-B.ok Lee, Y.oun-S.ook Seo, Jung-Hoon

- Choi, "Development and Effectiveness of a Smartphone Application for Clinical Practice Orientation", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC) Vol. 19, No. 6, pp.133-138, Dec. 2019. DOI: 10.7236/IIBC.2021.13.1.107
- [15] J.ae-M.un Choi, J.eong-D.oo Won, Y.oon-J.ong Seong, S.ang-J.in Lee, "Digital Forensics Investigation of Redis Database", KIPS Tr. Comp. and Comm. Sys. Vol.5, No.5, pp.117-126, May. 2016. DOI: 10.3745/KTCCS.2016.5.5.117
- [16] D.ong-H.yeon Kim, Y.e-E.un Park, J.u-H.yuk Moon, Y.un-K.yung Im, D.ong-Beom Ko, J.ung-J.oon Kim, J.eong-M.in Park, "A Study on the Smart Door System For Single Households", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC) Vol. 18, No. 5, pp.267-274, Oct. 2018. DOI: 10.7236/IIBC.2018.18.5.267
- [17] J.un-S.ang Choi, S.o-J.eong Kim, S.e-B.ean Park, D.ong-U.k Lee, S.i-H.yeon Lee, "Implementation of a Senior Convenience Application Utilizing AI-Based Speech Recognition and Generation Technology," Annual Conference of KIPS (Proceedings of the Korea Information Processing Society), pp. 1080-1081, Jeonnam National University, Gwangju, Korea, Oct. 2024. DOI: 10.3745/PKIPS.y2024m10a.1080
- [18] Red hat, Definition of CI/CD Pipeline In DevOps, <https://www.redhat.com/ko/topics/devops/what-cicd-pipeline>
- [19] J. H. Bernardo, D. A. da Costa, S. Q. de Medeiros, U. Kulesza, "How do Machine Learning Projects Use Continuous Integration Practices? An Empirical Study on GitHub Actions", Proc. 21st Int. Conf. on Mining Software Repositories (MSR '24), pp. 665-676, Apr. 2024. DOI: 10.1145/3643991.3644915
- [20] S.oon-H.yuk Park, "Improved Jaccard Similarity-Based User Collaborative Filtering Recommendation System Considering Ratings," Department of Data Science, Seoul National University of Science and Technology, Master's thesis, 2023.

Authors



Yeong-Woong Jo has been pursuing a B.S. in Computer Engineering (Software major) at the Tech University of Korea (TUKOREA) since 2020. His research interests include mobile and web application development and

backend engineering.



Han-Jun Jung has been pursuing a B.S. in Computer Engineering (Software major) at the Tech University of Korea (TUKOREA) since 2020. His research interests include mobile and web application development and

backend engineering.



Yong-Won Jo has been pursuing a B.S. in Computer Engineering (Software major) at the Tech University of Korea (TUKOREA) since 2019. His research interests include mobile and web application development and

frontend engineering.



Wu-Jin Jang has been pursuing a B.S. in Computer Engineering (Software major) at the Tech University of Korea (TUKOREA) since 2020. His research interests include mobile and web application development and

frontend engineering.



Kyeong-Sook Han received the B.S. degree in Computer Engineering from Hongik University, Korea, and the M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from Hongik University, Korea.

Her professional experience includes serving as a Senior Research Engineer in the Semiconductor Business Division at Samsung Electronics and as Vice President at Chamjoen Internet Co., Ltd.; his research interests include compiler optimization and programming languages.