

## Design of a Personalized Food Recommender Using GPS, TF-IDF, and Reinforcement Learning

Sang Kyoung Shin\*, Min Soo Sun\*, Min Young Kim\*, Ho-Young Kwak\*\*, Soo Kyun Kim\*\*

\*Student, Dept. of Computer Engineering, Jeju National University, Jeju, Korea

\*\*Professor, Dept. of Computer Engineering, Jeju National University, Jeju, Korea

### [Abstract]

In modern society's busy daily life and information overload, many people struggle with excessive time and energy consumption even when choosing lunch menus due to numerous options, ultimately leading to decision fatigue and decreased satisfaction. Particularly, office workers and students need quick decisions during limited lunch breaks, yet effective decision-making tools are lacking. To address this issue, we design "WhatToEat?", a personalized menu recommendation service utilizing GPS and user preferences. We implement a mobile application based on React Native and Django frameworks. By optimizing the food menu recommendation system using TF-IDF algorithms and enhancing nutritional information features for allergies and dietary adjustments through reinforcement learning, we improved user satisfaction by up to 60%.

▶ **Key words:** Menu recommendation, personalization, location-based, nutrition, mobile

### [요 약]

현대 사회의 바쁜 일상과 넘쳐나는 정보 속에서 많은 사람들은 수많은 선택지로 인해 점심 메뉴를 고르는 데에도 과도한 시간과 에너지를 소비하며 어려움을 겪는다. 이는 결국 결정 피로 (decision fatigue)와 만족도 저하로 이어진다. 특히 직장인과 학생들은 한정된 점심시간에 빠른 결정이 필요하나, 효과적인 의사결정 도구가 부족한 실정이다. 이를 해결하기 위해 GPS와 사용자 선호도를 활용한 맞춤형 메뉴 추천 서비스 '뭐먹젠?'을 설계한다. React Native와 Django 프레임워크 기반의 모바일 애플리케이션을 구현한다. TF-IDF 알고리즘을 이용한 음식 메뉴 추천 시스템과 알레르기 및 식단 조절을 위한 영양 정보 제공 기능을 강화학습으로 최적화하여 사용자 만족도를 60%까지 향상시켰다.

▶ **주제어:** 메뉴 추천 서비스, 개인화, 위치 기반, 영양 정보, 모바일 앱

- 
- First Author: Sang Kyoung Shin, Corresponding Author: Soo Kyun Kim
  - \*Sang Kyoung Shin (shin8877@stu.jejunu.ac.kr), Dept. of Computer Engineering, Jeju National University
  - \*Min Soo Sun (tjsalstn33@stu.jejunu.ac.kr), Dept. of Computer Engineering, Jeju National University
  - \*Min Young Kim (skld5508@stu.jejunu.ac.kr), Dept. of Computer Engineering, Jeju National University
  - \*\*Ho-Young Kwak (kwak@jejunu.ac.kr), Dept. of Computer Engineering, Jeju National University
  - \*\*Soo Kyun Kim (kimsk@jejunu.ac.kr), Dept. of Computer Engineering, Jeju National University
  - Received: 2025. 05. 07, Revised: 2025. 05. 30, Accepted: 2025. 06. 12.

## I. Introduction

현대 사회에서 직장인들은 하루 한 끼 이상을 외부에서 식사하며 제한된 점심시간 내에 가격, 맛, 영양 등 다양한 요소를 고려해야 하는 메뉴 선택의 문제에 직면하고 있다. 특히 식당과 메뉴의 다양성이 증가함에 따라 선택지가 늘어났으며, 이로 인해 "오늘 뭐 먹지?"라는 일상적 질문은 많은 현대인에게 실질적인 고민거리로 작용하고 있다[1]. 이러한 선택의 어려움은 단순한 고민을 넘어 결정 피로를 유발하고, 시간 낭비로 이어질 수 있다. 실제로 현대인들의 메뉴 선택은 과거보다 훨씬 복잡해지고 있다. 개인의 건강 상태, 알레르기, 다이어트 목표 등 다양한 개인화 요구사항이 식단 선택에 중요한 요소로 작용하고 있기 때문이다. 예를 들어, 당뇨나 고혈압 같은 만성질환을 가진 사람들은 특정 영양소를 제한해야 하고, 체중 관리를 위해서는 저탄수화물이나 고단백 식단을 고려해야 한다. 이러한 맞춤형 식단 선택은 건강 관리와 삶의 질 향상에 핵심적인 역할을 하고 있다. 이러한 배경에서 평점과 인기를 기반으로 하는 음식 추천 서비스들이 등장하게 되었다. 기존 음식 추천 연구들을 살펴보면, 개인의 영양에만 집중하여 실제 접근성이 떨어지는 문제가 [2]와 같이 있고, 위치를 고려하더라도 사용자 선호도 학습 기능이 [4]와 같이 제한적이며, 강화학습을 적용하더라도 음식 도메인 고유의 특성을 충분히 반영하지 못하는 한계를 [7]에서 확인할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 한계점들을 극복하기 위해 위치 기반 접근성, 개인화된 선호도 학습, 음식 도메인 특화를 통합한 하이브리드 추천 시스템 "뉘먹젠?"을 설계하고자 한다. 본 연구의 목적은 현대인의 메뉴 선택 효율성을 높이고 개인 맞춤형 영양 관리를 지원하는 서비스를 구현하는 것이다. 구체적으로, 사용자의 선호도, 알레르기 정보, 식단 제한 등을 종합적으로 고려하여 TF-IDF 알고리즘 기반의 메뉴 유사도 계산과 위치 기반 접근성을 결합한 맞춤형 추천 시스템을 구현한다. 또한 각 메뉴의 상세 영양 정보를 제공하여 사용자가 만족도 높은 식단 선택 및 관리를 할 수 있도록 한다.

## II. Preliminaries

본 연구를 수행하기 위해 관련 연구를 통해 기존 음식 추천 서비스들의 한계점을 분석한다. 먼저 개인화 영양 기반 추천, 위치 기반 추천, 지식 그래프 기반 추천 등 다양한 접근법의 장단점을 조사한다. 그리고 제안하는 알고리

즘을 위해 TF-IDF 기반 텍스트 분석 기법과 강화학습을 활용한 추천 시스템 연구를 검토하여, 본 연구의 하이브리드 접근법의 이론적 토대를 마련한다.

### 1. Analysis of Existing Food Recommendation Services

Yang 등[2]은 'Yum-me'라는 개인화된 영양 기반 식사 추천 시스템을 제안했다. 이 시스템은 사용자의 식이 제한과 영양 목표를 고려하면서도 시각적 인터페이스를 통해 세부적인 음식 선호도를 학습한다. 특히 'FoodDist' 모델을 통해 식품 이미지 유사성을 효과적으로 분석하여 기존 방식보다 42.63% 높은 추천 수용률을 달성했다. Hwang 등[3]은 음식-재료-영양소 관계를 표현하는 지식 그래프 (FIN KG)를 구축하고, 이를 활용한 추천 알고리즘을 개발했다. 이 접근법은 음식과 재료, 영양소 간의 복잡한 관계를 직관적으로 시각화하고 효율적인 검색 및 추천이 가능하다는 장점을 보여주었다. Go 등[4]의 음식 추천 서비스는 위치 기반으로 주변 음식점을 추천하고 음식 카테고리별 필터링 기능을 제공하는 사용자 친화적인 인터페이스가 강점이지만, 사용자의 과거 선택이나 선호도를 학습하는 기능은 부족했다. 유사하게, Chemlal과 Zedadra의 연구[5]에서도 협업적 필터링과 기계학습 알고리즘을 활용한 레스토랑 추천 시스템을 제안했으나, 다중 기준 의사결정 방법과 사용자 위치 정보를 활용한 점이 차별점으로 보인다. 최근 연구들에서는 더욱 정교한 기술적 접근법들이 제안되고 있다. Choi 등[6]은 자연어 처리와 K-means 클러스터링을 결합한 하이브리드 접근법을 통해 중국어 리뷰 데이터에서 동적 특징 추출을 구현했으나, 실시간 위치정보 반영과 사용자 피드백 학습 기능이 부족하다는 한계가 있다. Ju 등[7]은 Transformer 기반 MenuAI 시스템에서 OCR과 self-attention을 결합하여 메뉴 이미지만으로 영양소별 음식 랭킹을 구현하고 미지 음식에 대해서도 77.2-99.5%의 정확도를 달성했으나, 정적 랭킹 모델로 사용자 피드백을 통한 동적 학습이 부족하고 위치 정보를 고려하지 않아 실제 접근 가능성 측면에서 한계를 보인다.

### 2. TF-IDF Based Recommendation System

Kim과 Lee[8]의 연구에서는 텍스트 전처리와 TF-IDF를 결합하여 문서 분류의 정확도를 높이는 연구를 수행하여 전처리와 임베딩의 최적 조합 발견 및 최고 성능 달성을 수행했다. 본 연구에서는 이러한 TF-IDF 기법을 음식 메뉴 설명과 사용자 선호도 데이터에 적용하여, 텍스트 기반의 효과적인 음식 메뉴 추천 알고리즘을 구현한다.

### 3. Reinforcement Learning-based Recommendation System

Li[9]는 강화학습을 활용한 추천 시스템이 사용자의 장기적인 만족도를 높일 수 있음을 입증했다. 본 연구에서는 사용자의 피드백을 실시간으로 반영하여 추천 정확도를 지속적으로 개선하는 강화학습 알고리즘을 도입하였다.

본 연구에서는 위치 정보와 개인 선호도, 알레르기 정보를 통합적으로 고려하는 새로운 음식 추천 서비스를 제안한다. 특히, TF-IDF 알고리즘과 강화학습을 결합하여 사용자의 선호도를 효과적으로 학습하고, 이를 기반으로 개인화된 음식 메뉴 추천을 제공하는 시스템을 구현한다.

## III. The Proposed Scheme

### 1. System Architecture

본 시스템은 사용자 중심의 음식 추천 서비스를 제공하기 위해 클라이언트-서버 아키텍처를 기반으로 설계되었다. 전체 시스템은 프렌트엔드 계층(React Native), 비즈니스 로직 계층(Django REST Framework), 데이터 접근 계층으로 구성되어 있다. 시스템의 전체 아키텍처는 Fig 1과 같다.

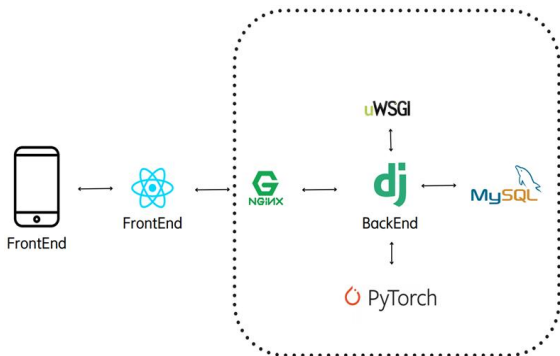


Fig. 1. framework architecture

크로스 플랫폼 프레임워크를 지원하는 React Native를 선택하여, 하나의 소스 코드로 iOS와 Android에서 모두 서비스할 수 있도록 설계하였으며, React Native의 컴포넌트 기반 구조를 통하여 코드의 재사용성과 유지보수성을 높일 수 있다[10]. Python 기반의 웹 프레임워크인 Django를 사용하면 개발 생산성을 향상시킬 수 있으며 [11] 안정적으로 데이터를 관리하기 위해 관계형 데이터베이스인 My-SQL을 사용한다[12]. 또한 AWS EC2를 활용하여 컴퓨터 자원을 절약하고[13], 보안 환경을 구성하여 서버의 확장성과 안정성을 높였다.

## 2. Recommendation Algorithm

### 2.1 TF-IDF

문서에 있는 단어 간의 중요도를 계산하기 위해 TF-IDF 방식을 사용한다. 이 방식은 수식 (1)과 같이 특정 단어( $t$ )가 문서( $d$ ) 내에서 얼마나 자주 등장하는지 측정하는 단어 빈도(TF)와 수식 (2)에서 나타난 것처럼 해당 단어가 전체 문서 집합에서 얼마나 희귀한지 측정하는 역문서 빈도(IDF)를 결합하며  $D$ 는 전체 문서 수를 의미한다. 본 연구에서는 각 음식 메뉴를 하나의 문서(Document)로 정의하고, '주요재료'와 '특징' 필드의 텍스트 데이터를 형태소 분석기(Okt)를 통해 토큰화하여 용어(Term)로 사용한다. 예를 들어, '흑돼지구이' 메뉴는 주요재료 "흑돼지, 마늘, 된장"과 특징 "제주 전통 향토음식"을 결합하여 "흑돼지 마늘 된장 제주 전통 향토음식 구이"라는 하나의 문서로 구성된다. 이러한 접근 방식의 핵심은 재료의 희귀성과 특징의 독특함을 수치화하는 것이다. 일반적인 재료인 '소금'이나 '물'은 대부분의 음식에 포함되어 낮은 IDF 값을 가지는 반면, '흑돼지'나 '제주'와 같은 특별한 용어는 소수의 음식에만 등장하여 높은 IDF 값을 갖는다. 전체 1,000개 메뉴 중 '흑돼지'가 5개 메뉴에만 등장한다면  $IDF(\text{흑돼지}) = \log(1000/5) = 2.3$ 의 높은 가중치를 받아, 해당 음식의 독특한 특성을 강조하게 된다. 사용자 선호도는 좋아하는 음식들의 TF-IDF 벡터를 평균하여 사용자 프로필 벡터로 생성하며, 이를 통해 텍스트 기반의 의미적 유사도 계산이 가능하다. 이는 단순한 카테고리 분류('한식', '중식')보다 음식의 세밀한 특성을 반영한 개인화 추천을 가능하게 한다.

$$TF(t, d) = \frac{f(t, d)}{\sum_{t' \in d} f(t', d)} \quad (1)$$

$$IDF(t, D) = \log\left(\frac{D}{|d \in D: t \in d|}\right) \quad (2)$$

$$TF-IDF(t, d, D) = TF(t, d) \times IDF(t, D) \quad (3)$$

TF 계산 시  $t$ 는 문서  $d$ 에 포함된 모든 단어를 의미하며, 해당 문서의 전체 단어 수를 계산하기 위한 변수이다. 수식 (3)과 같이 TF-IDF 값을 산출하는데, 이는 해당 단어가 문서 내에서 자주 등장하면서도 전체 문서 집합에서는 드물게 나타날 때 높은 값을 가지게 된다. 본 시스템은 GPS 기술을 활용하여 사용자의 실시간 위치 정보를 구하고, 사용자의 정보를 기반으로 취향에 맞는 주변 식당 정보를 제공하여 사용자에게 맞춤형 서비스를 제공한다.

Table 1. Recommendation system algorithm

Algorithm 1 Data Preparation and User-Item Matrix Construction
1: Load item data from food_list.csv
2: Preprocess main_ingredients and features
3: Tokenize: item, type, method those fields per item
4: Apply Truncated SVD (DiSVD) to TF-IDF matrix
5: Apply Truncated SVD (DiSVD) to TF-IDF matrix
6: food_to_idx mapping created
7: function CreateUserProfile(likes/dislikes)
8:     if likes not empty then
9:         for food in likes do
10:             profile[food_to_idx[food]] = 1
11:             return user profile vector
12:     else
13:         return zero-vector
14:     end if
15: end function
16: Load user data from user_list.csv, parse likes and dislikes
17: interactions = zero matrix
18: for each user do
19:     profile = CreateUserProfile(likes)
20:     for food in likes do
21:         interactions[user, food_to_idx[food]] = 1
22:     end for
23:     for food in dislikes do
24:         interactions[user, food_to_idx[food]] = -1
25:     end for
26: end for
27: user item matrix = DataFusion(interactions)

이때 사용자의 선호도 분석에는 Salton과 Buckley가 제안한 가중치 부여 방법을[12] 응용하여, 사용자의 식당 리뷰와 선호 메뉴 키워드에 TF-IDF 기법을 적용함으로써 개인화된 추천을 강화한다.

### 3. Data Configuration

본 연구에서는 강화학습 에이전트의 성능 평가를 위해 사용자 데이터를 임의로 생성하였다. 데이터는 300명의 사용자를 대상으로 구성되었으며, 각 사용자는 특정 음식 유형에 대한 선호도를 기반으로 그룹화되었다. Table 2와 같이 사용자 데이터를 설계하였다.

Table 2. User data

0 - 99 User	Group preferring Korean traditional snacks (Bunsik)
100 - 199 User	Group preferring meat dishes
200 - 299 User	Group preferring seafood dishes

이러한 그룹 구분은 특정 음식 카테고리 간의 특징을 에이전트가 학습하고, 다양한 사용자 집단의 선호도를 파악할 수 있도록 설계되었다. 이를 통해 에이전트는 각 사용

자 그룹에 대해 최적화된 추천 정책을 학습할 수 있다. 또한 데이터베이스는 Table 3과 같은 속성들로 구성되었다. 각 사용자는 고유 식별자(user\_id)와 선호 음식 목록(likes food), 비선호 음식 목록(dislikes food)을 포함하며, 이는 강화학습 에이전트의 상태 구성과 보상 계산에 활용된다.

Table 3. Organize data

user_id	User ID - a unique identifier for each user
likes food	List of foods preferred by the user
dislikes food	List of foods disliked by the user

## 4. Recommendation System Algorithm

### 4.1 System Overview

본 시스템의 추천 시스템은 Fig 2와 같은 단계로 구성된다. 우선, 수만 건의 음식 데이터 중에서 무작위로 수천 개의 음식 후보군을 생성하고, 음식 이름, 주요 재료, 특징 등의 텍스트 데이터를 형태소 분석기(Okta)를 사용하여 Fig 2와 같이 토큰화한 후, Salton과 Buckley[14]가 제안한 TF-IDF 기법을 적용하여 벡터화를 수행하였다. 이렇게 생성된 고차원 텍스트 벡터는 Truncated SVD를 통해 차원 축소를 진행함으로써 계산 효율성을 높이고 주요 특성을 보존하였다. 후보군으로부터 사용자의 음식 취향, 위치 기반 정보, 실시간 날씨 데이터를 반영하여 음식들의 순위를 재정렬하며, 이 과정에서 각 음식의 텍스트 특성 및 메타 정보가 함께 고려된다. 또한 유사한 특성을 가진 사용자들이 자주 선호하는 음식 정보를 바탕으로 협업 필터링 기반의 후보군이 추가되어, 개인화된 추천의 정밀도를 높인다. 최종적으로 이 모든 정보를 종합하여 상위 n개의 음식 추천 결과가 사용자에게 제공된다.

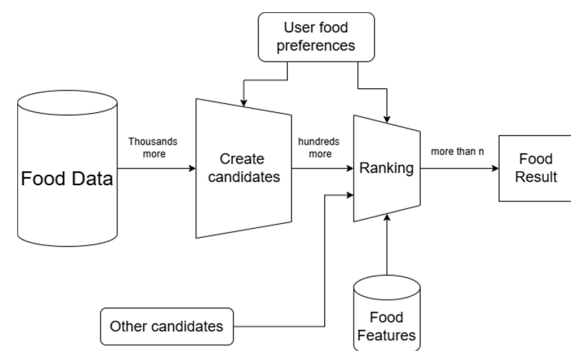


Fig. 2. Recommendation system flow

### 4.2 Operation Process

추천 시스템의 구체적인 작동 과정은 다음 4단계로 구성된다. 첫 번째 단계에서는 사용자의 알레르기 정보, 채식 여부, 현재 위치 등의 제약 조건을 바탕으로 전체 음식 데이터베이스에서 부적합한 음식을 제외한 후보군을 생성한다. 두 번째 단계에서는 각 음식의 주요 재료와 특징을 TF-IDF로 벡터화하고, 사용자가 선호하는 음식들의 벡터 평균으로 생성된 사용자 프로필과의 코사인 유사도를 계산하여 콘텐츠 기반 점수를 산출한다. 세 번째 단계에서는 현재 사용자와 유사한 취향을 가진 다른 사용자들의 선택 패턴을 분석하여 협업 필터링 점수를 계산한다. 마지막 단계에서는 앞서 계산된 콘텐츠 기반 점수, 협업 필터링 점수, 위치 정보, 날씨 데이터를 종합한 상태 벡터를 강화학습 에이전트에 입력하여, 사용자의 체류시간을 최대화하는 최적의 추천 순서를 결정한다.

### 4.3 Integrated Architecture

해당 추천 시스템 알고리즘의 차별점은 콘텐츠 기반 필터링, 협업 필터링, 강화학습을 단계적으로 통합한 하이브리드 접근법에 있다. 기존 연구들이 단일 기법에 의존하는 것과 달리, 본 시스템은 TF-IDF와 협업 필터링을 통한 정적 점수 계산과 강화학습을 통한 동적 순서 최적화를 결합하여 개인화된 추천과 최적 제공 순서를 동시에 달성한다. 이러한 통합 아키텍처는 사용자의 다양한 제약 조건과 선호도를 종합적으로 반영하면서도 실시간 상황 정보를 고려한 적응적 추천을 가능하게 한다.

## 5. User Scenarios

사용자 시나리오는 Fig 3과 같으며, 사용자는 로그인에서 시작하여 서비스의 화면에 따라 진행한다. 사용자가 서비스에 로그인하면 사용자 정보를 확인하고, 음식을 추천하는 화면으로 이동한다. 음식 추천 화면에서는 사용자가 제공한 정보에 맞는 음식을 추천하며, 사용자는 추천된 음식에 대한 만족도를 선택한다. 사용자의 만족도가 낮은 경우에는 음식을 다시 추천하고, 만족도가 높은 경우에는 음식을 선택하여 상세 정보 화면으로 이동하게 한다. 음식 상세 정보 화면에서 해당 음식점의 정보와 함께 베스트 3 위권의 추천 식당도 확인할 수 있다. 사용자는 음식 상세 정보와 위치 정보를 확인한 후, 다른 추천 음식 정보를 조회하거나 서비스를 종료할 수 있다.

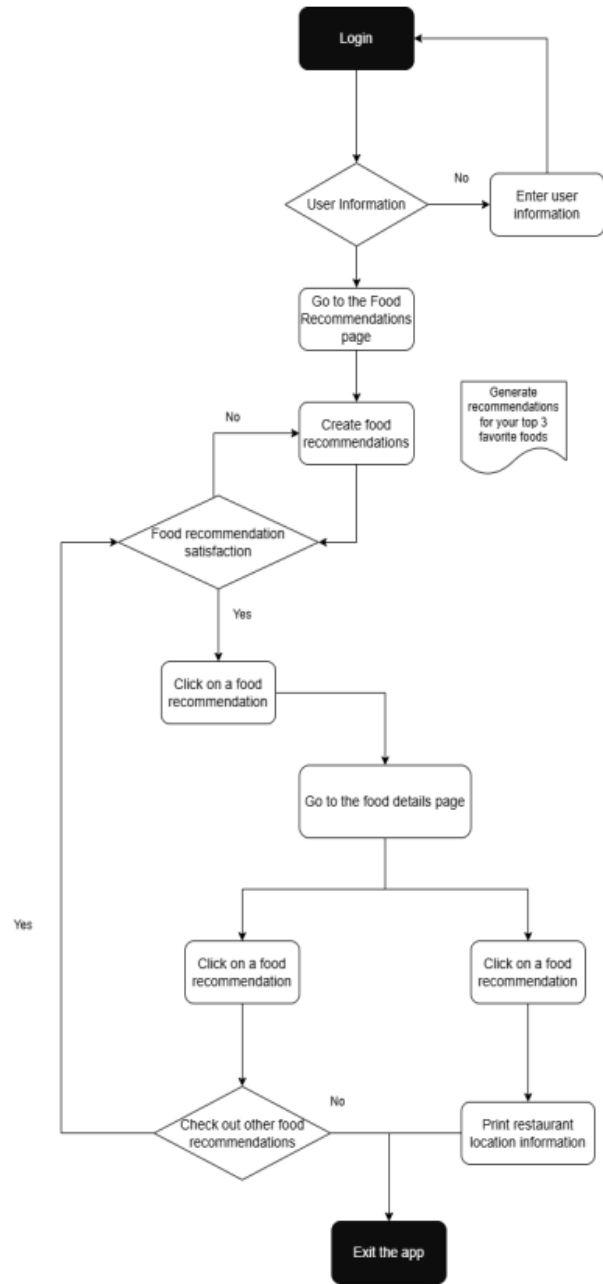


Fig. 3. User Scenario

## IV. Implementation

### 1. Environment

본 프로젝트의 하드웨어 및 소프트웨어 환경은 Table 4와 같은 환경에서 구현하였으며, Table 5와 같은 프레임워크를 사용하였다.

Table 4. Hardware Environment

Item	Value
CPU	Intel i7 -11700
RAM	64GB
GPU	RTX 3060 Ti
OS	Windows 11

Table 5. Software Environment

Item	Value	Version
FrontEnd	React Native	15.0v
BackEnd	Django	4.2v
Database	MySQL	8.0v
IDE	VS Code	2.0.0v
Deep Learning	PyTouch	2.0.0v

## 2. User Interface Design

### 2.1 Login and Sign-up

사용자는 Fig 4와 같은 화면에서, 이메일과 비밀번호를 입력하여 기존 계정으로 로그인하거나, 새로운 계정을 만들기 위해 필요한 정보(이메일, 비밀번호 등)를 입력할 수 있다. 입력된 데이터는 Django 백엔드로 전송되어 데이터 베이스에 저장된다. 로그인 시에는 데이터베이스에서 사용자 정보를 확인하고, 회원가입 시에는 새로운 사용자 정보를 저장한다.

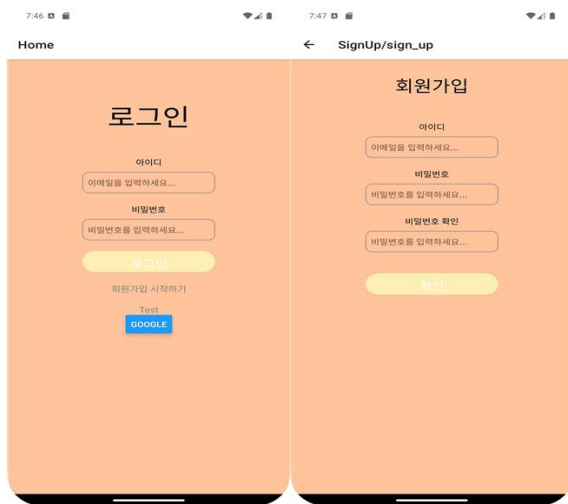


Fig. 4. Login and signup screen

### 2.2 User Profile Setup Screen

Fig 5는 사용자의 알레르기 정보, 비건 여부, 성별 등 개인정보를 입력받고 Fig 6은 선호/비선호 음식 데이터를 입력받아 개인화된 음식 추천 시스템을 구현한다.

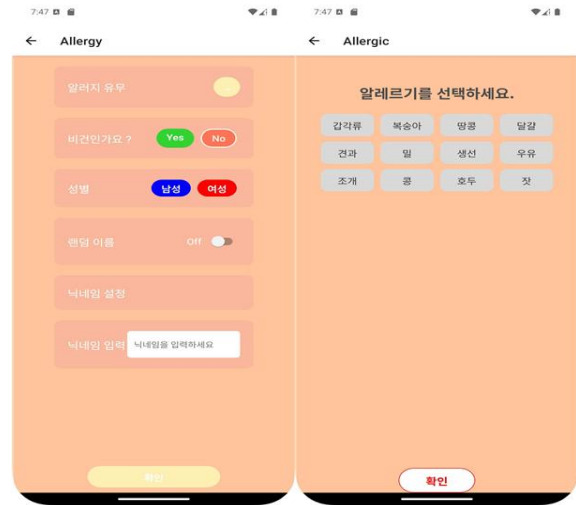


Fig. 5. User settings and allergy settings screen

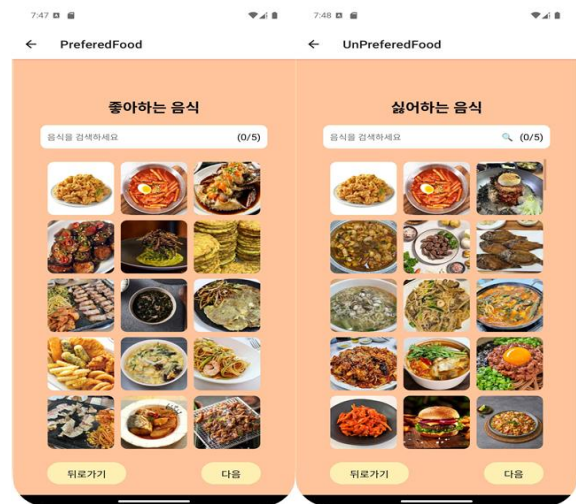


Fig. 6. Food Preferences Selection Screen

### 2.3 Recommendation Result Screen

Fig 7은 구현된 음식 추천 결과 화면을 보여준다. 화면은 3개 영역으로 구성되어 있으며, 상단에는 AI가 선별한 추천 음식의 이미지와 메뉴명이 표시된다. 중간 부분에는 사용자의 현재 위치를 기반으로 해당 메뉴를 제공하는 주변 음식점 목록과 거리 정보가 제공된다. 하단에는 전체 사용자들의 조회수를 기반으로 한 인기 음식 순위가 표시되어, 개인 맞춤 추천과 대중적 선호도를 모두 참고할 수 있도록 구성하였다. 이를 통해 사용자는 개인 선호도, 위치적 편의성, 사회적 트렌드를 종합적으로 고려하여 효율적인 음식 선택을 할 수 있다.



Fig. 7. Food Recommendation Screen

## V. Result

### 1. Reinforcement Learning Results

#### 1.1 Total Reward

Total Reward는 에이전트가 하나의 에피소드에서 추천한 음식 5개에 대해, 각각의 음식에 대해 사용자가 실제로 체류한 시간을 모두 합산한 값이다. 각 보상은 실측된 체류 시간(초 단위)이며, 음식별로 0초 이상 10초 이하로 정규화되어 있다. 총 추천은 5회이므로, 이는 수식 (4)와 같이 계산된다.

$$Success\ Rate = \frac{Success\ Episodes}{Total\ Episodes} \times 100\% \quad (4)$$

학습 초기에는 무작위 추천으로 인해 총 보상이 낮게 나타났으나, 에이전트가 학습하면서 총 보상이 점진적으로 증가하는 것을 Fig 8에서 확인할 수 있다. 이는 에이전트가 사용자 만족도를 최대화하는 방향으로 효과적인 학습을 할 수 있는 것으로 확인된다.

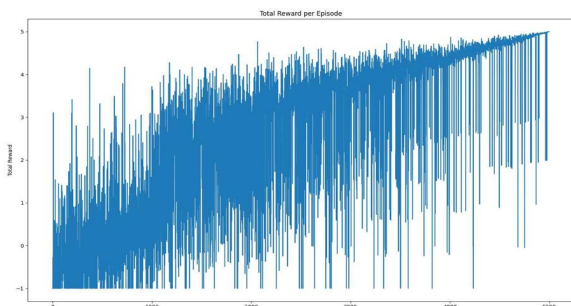


Fig. 8. Total Reward Result

#### 1.2 Success Rate

Success Rate는 Total Reward가 사전에 정의된 기준값 이상일 때, 해당 추천 에피소드를 '성공'으로 간주하며, 전체 에피소드 중 성공한 비율을 측정한다. 이는 수식 (5)와 같이 계산된다.

$$Total\ Reward = \sum_{i=1}^5 DwellTime(a_i) \quad (5)$$

본 연구에서는 25점 이상(즉, 평균 체류시간 5.0초 이상)을 기준으로 성공으로 정의하였다. 이는 음식당 최대 체류시간이 10초이며, 절반인 5초는 사용자가 해당 음식을 흥미롭게 경험한 것으로 간주할 수 있는 합리적 임계값이기 때문이다. 강화학습 기반 추천 시스템의 성공률 변화를 Fig 9와 같이 학습 초기에는 성공률이 거의 0%에 가까웠으나, 약 200 에피소드부터 상승세를 보이기 시작하여 최종적으로 약 60%의 성공률을 달성했다. 이는 10명 중 6명의 사용자가 AI 추천 결과에 만족한다는 의미로, 에이전트가 사용자 선호도를 효과적으로 학습했음을 보여준다.

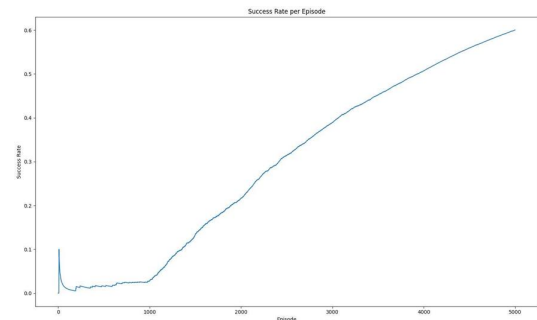


Fig. 9. Success Rate Results

## VI. Conclusions

본 서비스는 현대인의 식사 고민을 해결하기 위해, 사용자 맞춤형 추천을 통한 음식 추천 서비스를 구현하였다. 사용자의 결정과 정보를 기반으로 음식을 추천하여, 음식 선호도를 실시간으로 갱신한다. 이를 통해 음식 메뉴를 선택하는 시간을 단축하고, 영양 정보를 통하여 알레르기 및 식단에 대응하여, 사용자가 건강한 식습관이 형성되도록 도움을 줄 것으로 기대된다.

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가진다. 학술적 관점에서는 제한된 데이터셋 규모로 인한 일반화 성능의 한계와 TF-IDF 기법의 의미론적 분석 부족으로 인한 텍스트 이해도 제약이 존재한다. 또한 강화학습 모델의 Cold-start

문제와 사용자 행동 패턴의 장기적 변화 추적 연구가 부족하다. 실무적 관점에서는 개인정보보호법 준수를 위한 데이터 보안 체계 미비와 대규모 실시간 서비스 환경에서의 시스템 확장성 검증 부족, 다양한 사용자군에 대한 검증 부족 등의 문제가 있다.

향후 연구에서는 학술적 관점에서 BERT 기반 의미론적 텍스트 분석 도입으로 사용자 리뷰의 감정 및 맥락 이해도를 향상시키고, Neural CF[15]와 강화학습의 하이브리드 모델을 개발하여 추천 정확도를 개선할 예정이다. 이는 Zhao 등이 제안한 접근법[16]처럼 사용자와 추천 시스템 간의 순차적 상호작용을 마르코프 결정 과정(MDP)으로 모델링하고, 사용자 피드백에 기반한 보상을 통해 최적의 추천 전략을 학습하는 방식이다. 실무적 관점에서는 연합학습(Federated Learning) 도입을 통한 사용자 프라이버시 보호와 모델 성능 향상을 양립시키고, 마이크로서비스 아키텍처 기반 확장 가능한 클라우드 서비스를 구축할 계획이다. 또한 텍스트 마이닝을 기반으로 사용자 리뷰 시스템을 추가하여 피드백 분석과 신경망 모델을 업데이트함으로써, 추천의 정확성을 높이고 장기적인 사용자 만족도를 최적화하는 것을 목표로한다.

## ACKNOWLEDGEMENT

Following are results of a study on the "Convergence and Open Sharing System" Project, supported by the Ministry of Education and National Research Foundation of Korea.

## REFERENCES

- [1] J. A. Park, "Biggest concern in office life: 'What to eat for lunch today?'," *Newsday*, <https://www.newsday.co.kr/news/view?ud=2019111308195810833>
- [2] L. Yang, C.-K. Hsieh, H. Yang, J. P. Pollak, N. Dell, S. Belongie, C. Cole, and D. Estrin, "Yum-Me: A Personalized Nutrient-Based Meal Recommender System," *ACM Transactions on Information Systems*, vol. 36, no. 1, pp. 1-31, Jul. 2017. DOI: 10.1145/3072614
- [3] J. Hwang, C. Lee, and D. Park, "Food Recommendation System Using Food, Ingredient, and Nutrient-Based Knowledge Graph," *Proceedings of HCIK 2023*, pp. 1026-1029, Korea, Jan. 2023.
- [4] B. K. Go, J. W. Yoon, J. M. Jeon, C. E. Lee, and J. H. Ahn, "Development of User Customized Food Recommendation Service Platform," *Proceedings of the Korea Information Technology Society Summer Conference*, pp. 661-663, Korea, Jun. 2023.
- [5] M. Chemlal, A. Zedadra, M. N. Kouahla, and O. Zedadra, "A Restaurant Recommendation System based on Collaborative Filtering using Machine Learning Algorithms and the Multi-Criteria Method," *Proceedings of the 13th Conference on Research in Computing at Feminine*, pp. 1-9, Constantine, Algeria, May 2024.
- [6] H. S. Choi, Q. Peng, and W. S. Rhee, "Design and Implementation of the Machine Learning-based Restaurant Recommendation System," *Journal of Digital Contents Society*, vol. 21, no. 2, pp. 259-268, Feb. 2020. DOI: 10.9728/dcs.2020.21.2.259
- [7] X. Ju, F. P. W. Lo, J. Qiu, P. Shi, J. Peng, and B. Lo, "MenuAI: Restaurant Food Recommendation System via a Transformer-based Deep Learning Model," *arXiv preprint arXiv:2210.08266*, Oct. 2022.
- [8] Y. S. Kim and S. W. Lee, "Combination of Text Preprocessing and Word Embedding Suitable for Neural Network Models for Document Classification," *Journal of KIISE*, vol. 45, no. 8, pp. 789-797, Aug. 2018.
- [9] J. Li, P. Ren, Z. Chen, Z. Ren, T. Lian, and J. Ma, "Neural Attentive Session-based Recommendation," *Proceedings of the 2017 ACM on Conference on Information and Knowledge Management*, pp. 1419-1428, Singapore, Singapore, Nov. 2017. DOI: 10.1145/3132847.3132926
- [10] React Native, "Introduction to React Native Components," *React Native Docs*, <https://reactnative.dev/docs/intro-react-native-components>
- [11] A. Holovaty and J. Kaplan-Moss, "The Definitive Guide to Django: Web Development Done Right," *Apress*, 2009.
- [12] Oracle Corporation, "MySQL Technical Documentation," *MySQL*, <https://dev.mysql.com/doc/>
- [13] X. Tang, "Reliability-Aware Cost-Efficient Scientific Workflows Scheduling Strategy on Multi-Cloud Systems," *IEEE Transactions on Cloud Computing*, vol. 7, no. 1, pp. 264-277, Jan. 2019. DOI: 10.1109/TCC.2017.2694858
- [14] G. Salton and C. Buckley, "Term-Weighting Approaches in Automatic Text Retrieval," *Information Processing & Management*, vol. 24, no. 5, pp. 513-523, 1988.
- [15] X. He, L. Liao, H. Zhang, L. Nie, X. Hu, and T.-S. Chua, "Neural Collaborative Filtering," *Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web*, pp. 173-182, Perth, Australia, Apr. 2017. DOI: 10.1145/3038912.3052569
- [16] X. Zhao, L. Zhang, L. Xia, Z. Ding, D. Yin, and J. Tang, "Deep Reinforcement Learning for List-wise Recommendations," *Proceedings of the 1st Workshop on Deep Reinforcement Learning for Knowledge Discovery*, pp. 1-9, Anchorage, USA, Aug. 2019. DOI: 10.1145/3307339.3342754

## Authors



Sang Kyoung Shin is attending in Computer Engineering in Jeju National University, Korea.



Min Soo Sun will receive the B.S. degree in Computer Engineering from Jeju National University in 2026. His research interests include multimodal representation learning, Vision Transformers (ViT), and natural

language processing.



Min Young Kim is attending in Computer Engineering in Jeju National University, Korea.



Ho-Young Kwak received the B.S., M.S., and Ph.D. degrees in Computer Science from Hong-Ik University, Korea, in 1983, 1985, and 1990, respectively. Dr. Kwak joined the Department of Computer Engineering at Jeju

National University, Jeju, Korea, in 1990. He is currently a Professor in the Department of Computer Engineering, Jeju National University. He is interested in IT-Medical convergence, Companion Animal Healthcare systems, and Software systems.



Soo Kyun Kim received Ph.D. in Computer Science & Engineering Department of Korea University, Seoul, Korea. He is now a professor at the Department of Computer Engineering at Jeju National University,

Korea. Dr. Kim has published many research papers in international journals and conferences. His research interests include multimedia, pattern recognition, image processing, mobile graphics, geometric modeling, and interactive computer graphics. He is a member of ACM, IEEE, IEEE CS, KACE, KMMS, KKITS, and KIIT.