

교통약자를 위한 맞춤형 식당 추천시스템 구현

이진주¹, 박소연², 김서윤³, 이정은⁴, 김건욱^{5*}

¹영남대학교 경영학과 학사졸업, ²영남대학교 정보통신공학과 학부과정, ³영남대학교 통계학과 학부과정,
⁴경북대학교 통계학과 학부과정, ⁵대구디지털산업진흥원 빅데이터활용센터 센터장

Implementation of a Personalized Restaurant Recommendation System for The Mobility Handicapped

Jin-Ju Lee¹, So-Yeon Park², Seo-Yun Kim³, Jeong-Eun Lee⁴, Keun-Wook Kim^{5*}

¹Bachelor's Degree, School of Business, Yeungnam University

²Undergraduate, School of Information and Communication Engineering, Yeungnam University

³Undergraduate, School of Statistics, Yeungnam University

⁴Undergraduate, Department of Statistics, Kyungpook University

⁵Director, Big Data Center, Daegu Digital Industry Promotion Agency

요약 교통약자는 우리 사회의 높은 비율을 차지하고 있는 대표적인 사회 취약계층이다. 최근 기술의 발달로 사회 취약 계층을 위한 맞춤형 복지 기술이 연구되고 있으나, 일반인들과 비교하면 상대적으로 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 교통약자를 위한 맞춤형 식당 추천시스템을 구현하고자 한다. 이를 위해 특별교통수단 승하차 이력(7,153건), 대구 푸드 식당 상세정보(955건)의 자료를 결합하여 하이브리드 추천시스템을 구현하였다. 구현된 추천시스템의 유효성 평가를 위해 예측 오차율, 추천 커버리지로 기존 추천시스템들과 성능 비교를 수행하여 유효성을 검증하였다. 분석 결과 기존 추천시스템보다 높은 성능으로 나타났으며, 교통약자를 위한 맞춤형 식당 추천시스템의 가능성을 확인하였다. 또한 일부 교통약자 유형에서 유사한 식당이 추천되는 상관성을 확인하였다. 본 연구결과는 교통약자들의 만족도 높은 식당 이용에 기여할 것으로 판단되며, 연구의 한계점 또한 제시하였다.

주제어 : 교통약자, 특별교통수단, 식당추천, 추천시스템, 하이브리드 추천시스템

Abstract The mobility handicapped are representative socially vulnerable people who account for a high percentage of our society. Due to the recent development of technology, personalized welfare technologies for the socially vulnerable are being studied, but it is relatively insufficient compared to the general people. In this study, we intend to implement a personalized restaurant recommendation system for the mobility handicapped. To this end, a hybrid recommendation system was implemented by combining the data of special transportation boarding and alighting history (7,153 cases) and information of Daegu Food restaurants (955 cases). In order to evaluate the effectiveness of the implemented recommendation system, we conducted performance comparisons with existing recommendation systems by prediction error rate and recommendation coverage. As a result of the analysis, the performance was higher than that of the existing recommendation system, and the possibility of a personalized restaurant recommendation system for the mobility handicapped was confirmed. In addition, we also confirmed the correlation in which similar restaurants are recommended in some types of the mobility handicapped. As a result of this study, it is judged that it will contribute to the use of restaurants with high satisfaction for the mobility handicapped, and the limitations of the study are also presented.

Key Words : The mobility handicapped, STS, Restaurant recommendation, Recommendation system, Hybrid recommendation system

*Corresponding Author : Keun-Wook Kim(aut7767@dip.or.kr)

Received February 10, 2021

Accepted May 20, 2021

Revised March 8, 2021

Published May 28, 2021

1. 서론

사회적 활동에 있어 통행에 불편을 느끼는 장애인, 고령자 등을 교통약자라 하며, 정부와 지자체에서는 이들의 이동권 보장을 위해 다양한 정책적 노력을 기울이고 있다. 2019년 기준 교통약자 인구는 총 인구대비 29.4%로 높은 비율을 차지하고 있으며, 향후 고령화 및 교통약자들의 사회활동 참여 증가로 이들의 사회적 역할은 확대될 것으로 전망된다[1].

교통약자의 신체적 불편은 일상생활을 영위하는 것에 제약을 불러일으킨다. 이로 인한 사회적 배제를 방지하고자 정부와 지자체에서는 지속해서 증가하는 교통약자들을 위해 매년 특별교통수단 차량과 전동보장구 충전소 설치 확대 등 교통약자들의 이동권 개선과 사회적 활동에 적극적인 지원을 하고 있다. 그러나 공급자 중심의 특별교통수단 차량 보급 및 담당자 주관에 의한 충전소 입지 선정 등 비효율적인 복지정책이 주를 이루고 있으며, 이에 따라 실질적인 교통약자의 삶의 질을 향상시키는 방안을 논의할 필요가 있다.

최근 4차 산업혁명으로 빅데이터, 인공지능 기술은 모든 산업 분야와 일상에 영향을 주고 있으며, 특히 대다수 전문가는 최근 10여 년간 빅데이터 분야에서 가장 성공한 분야로 추천서비스를 언급하고 있다. 이는 특정 사용자를 위한 맞춤형 서비스를 제공하는 것으로 민간 분야에서 많은 혁신적 사례들이 도출되고 있으며, 교통약자의 신체적 불편을 직접적으로 보조하는 물리적 편의시설 설치의 현실적 한계를 보완하여 삶의 질 향상에 기여하는 적합한 방안이라 판단된다.

하지만 교통약자와 같은 사회 취약계층을 대상으로 빅데이터 및 인공지능 기술을 접목한 서비스는 자료수집의 어려움, 시장성 등의 문제로 활성화 단계에는 이르지 못하고 있으나, 최근 정부 주도 하의 공공데이터 개방과 사회적 약자를 위한 실증서비스 개발 지원으로 다양한 변화가 있을 것으로 기대하고 있다.

이에 본 연구에서는 대표적인 사회 취약계층인 교통약자들을 대상으로 빅데이터, 인공지능 분야에서 주목받고 있는 추천 알고리즘을 적용하여 접근하고자 하며, 맞춤형 정보를 제공하여 만족도 높은 의사결정을 지원하여 일상의 불편을 완화하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 공간적 범위를 대구시로 한정하고, 시간적 범위는 2019년 1월부터 2020년 4월까지의 특별교통수단 승하차 이력 자료(7,153건)와 대구 푸드 웹 사이트에서 제공하고 있는 식당 상세정보 자료(955건)를 결합하여 교통약자를 위한

맞춤형 식당 추천서비스를 구현하고자 한다.

교통약자와 관련한 연구들은 다양하게 수행되어왔다. 대다수 선행연구는 교통약자의 이동권 개선을 위한 연구가 주를 이루고 있으며, 이를 위해 설문조사, 인터뷰 등의 방법을 이용하여 자료를 수집하여 분석하였다. 최근에는 교통약자들의 실제 통행 이력 자료인 특별교통수단 승하차 자료를 활용하여 통행행태 분석, 요인분석, 입지분석의 연구로 한정되어 수행되어왔다.

이에 본 연구에서는 교통약자들이 주요 교통수단으로 활용하고 있는 특별교통수단 승하차 이력 자료와 식당 상세정보를 결합하여 교통약자들을 위한 고도화된 맞춤형 식당 추천시스템을 구현하고, 기존 모형들과의 성능 비교를 수행하여 유효성을 검증함으로써 교통약자를 위한 식당 추천시스템의 가능성을 살펴본 점이 선행연구와의 차별성이라 할 수 있다.

이러한 분석 결과는 일상에서 교통약자들이 식당 선택을 함에 있어 만족도 높은 식당 이용과 고도화된 사용자 경험을 얻을 것으로 기대하며, 일반인과 동등하게 4차 산업혁명의 일상화를 경험할 것으로 판단된다. 또한 교통약자들의 사회적 참여를 위해 다양한 정책을 수립하는 지자체, 연구원 등의 기초자료로 활용될 것으로 기대한다.

2. 선행연구 분석

2.1 교통약자 맞춤형 서비스 관련 선행연구

국내 교통약자를 위한 맞춤형 서비스와 관련된 연구는 보행 보조 서비스 개발 및 무장애 디자인, 통행 특성 분석을 통한 맞춤형 교통수단 연구가 중점적으로 진행되어왔다[2-6].

이를 세부적으로 살펴보면 김원호·이신혜·김시현(2008)은 교통약자를 대상으로 시행한 만족도 조사를 통하여 유형에 따른 이동행태를 분석하였으며, 이를 통해 이동 편의 시설 및 맞춤형 정보 제공을 제안하여 특별교통수단의 기초자료를 제공하였다[2].

장민기·임원태·김광수·문미경(2013)은 교통약자의 접근이 용이한 위치기반서비스가 부족하다는 실정을 제시하며, 사용자 맞춤형 길안내 시스템을 구현하였다[3].

박병민·심은주(2013)은 교통약자 유형별 무장애 생활 환경에 대한 디자인 방법들을 유형화하였으며, 군산 국제연안여객선 터미널의 시설물 현황분석으로 실질적인 디자인 적용 방법을 제시하였다[4].

정상운·노정현(2017)은 교통약자를 위한 무장애 생

활환경 현황을 검토하기 위해 대표적인 복합환승역사인 서울역의 현장답사와 이용자 만족도 조사를 수행하였고, 평가 결과와 국외사례를 바탕으로 개선점을 제시하였다[5].

허성수 · 최영근 · 박유현(2018)은 교통약자를 위해 사용되는 저상버스의 운행정보 미비에 대한 문제점을 제시하며, IoT 센서를 사용하여 저상버스 운행정보를 제공하는 탑승 예약 시스템을 설계하였다[6].

한편 교통약자의 실질적 통행을 보조하는 대표적인 맞춤형 교통수단으로 특별교통수단이 존재하며, 최근 빅데이터, 인공지능의 활성화로 교통약자들의 실제적인 특별교통수단 이용 및 통행 특성을 분석하기 위해 특별교통수단 승하차 자료를 활용한 연구들도 수행되었다[7, 8].

김건욱 · 윤대식 · 김종진(2020)은 대구시 특별교통수단 승하차 자료와 기상 자료를 결합하여 다중회귀모형으로 교통약자들의 통행과 기상 요인과의 관계를 정량적으로 분석하여, 정책적 시사점을 제안하였다[7]. 또한 김건욱·구보미·시정화·전현희(2020)은 교통약자들의 보행 이동수단인 전동보장구 충전소의 입지분석을 수행하였으며, 기존 설치지역의 배후지 특성을 딥러닝으로 학습하여

추가 설치지역을 제안하였다[8].

이상의 선행연구들은 교통약자들의 기본적 권리인 이동권을 개선하기 위해 디자인, 교통수단 등에서 정책적 시사점을 제안한 장점이 있으나, 대다수의 연구가 설문조사, 시설물 조사, 인터뷰 등을 활용한 자료수집이며, 공간적으로는 교통약자들이 주로 이용하는 소규모 단위의 근린생활 시설이 아닌 터미널, 지하철 등에 한정하여 연구가 수행되어왔다[4, 5]. 또한 교통약자를 위한 시스템 개발은 보행과 관련된 연구에 한정되어 교통약자의 삶의 질을 향상시키기 위한 다방면적 연구가 부족하다는 한계점을 지니고 있으며, 최근 특별교통수단 승하차 자료를 활용한 선행연구들에서 통행패턴 분석과 통행에 영향을 미치는 요인분석, 입지분석 등에 한정하여 연구가 수행된 한계점도 존재한다[7, 8].

따라서 본 연구에서는 교통약자들의 실제적인 통행 이력 자료인 특별교통수단 승하차 자료와 교통약자들이 주로 이용하는 소규모 단위의 근린생활 시설인 식당들의 상세정보를 결합하여 교통약자를 위한 맞춤형 식당 추천 시스템을 구현한다는 점에서 선행연구와의 차별성을 가진다.

Table 1. Personalized services of the mobility handicapped previous study

Author (Year)	Purpose of study	Material	Method of analysis
W.H.Kim (2008)	Improving the mobility handicapped's mobility	the mobility handicapped survey	Descriptive statistical analysis
M.K.Jang (2013)	Customized route guidance system	Real-time large-scale location information	Location based service
B.M.Park (2013)	A study on the design method of Barrier-free	Gunsan International and coastal passenger terminal existing conditions	Status analysis
S.W.Chung (2017)	A study of barrier free design for transportation vulnerable	Field survey and user satisfaction survey	Survey
S.S.Heo (2018)	Low-floor bus boarding reservation system	Using IoT sensor data	Information and communication technology
K.W.Kim (2020)	Travel demand analysis of special transportation system using big data	Actual travel data of special transportation system in Daegu	Multiple Regression
K.W.Kim (2020)	Location analysis of charging stations for the disabled person	Status of charging stations for disabled person and the etc	RandomForest, XGBoost, LightGBM, Deep Neural Network

2.2 식당 추천시스템 관련 선행연구

국내 식당 추천시스템과 관련된 연구들은 크게 추천시스템 필터링 기법과 사용자 관련 변수, 유사도 산출 알고리즘의 차별화를 통한 연구가 수행되어왔다[9-12].

이를 세부적으로 살펴보면, 고정민 · 남두희(2011)는 사용자 기반 협업 필터링과 아이템 기반 협업 필터링을 결합한 하이브리드 협업 필터링 추천시스템을 제안하였으며, 사용자의 상황 정보를 활용하였다. 실험을 통하여 일반적인 협업 필터링 기반 시스템보다 하이브리드 협업 필터링 기반 시스템의 만족도 및 정확도가 높음을 확인하였다[9].

김다솜(2016)은 유클리디안 거리 기법과 피어슨 상관 계수 총합의 가중치를 통해 유사도를 산출하였으며, 사용자 기반 협업 필터링 추천시스템을 구현하여 기존 추천시스템과의 정확도, 재현율 비교를 통해 유효성을 검증하였다[10].

안병익 · 정구임 · 최혜림(2017)은 사용자의 위치, 날씨 등의 데이터를 기반으로 나이브 베이즈 방정식을 이용하여 상황에 따른 행동 정보를 추론하였으며, 해당 정보를 유클리디안 알고리즘을 적용하여 추천 모델을 구현하였다[11].

최환석 · 팽전 · 이우섭(2020)은 자연어를 기반으로 하

는 식당 특징 추출, K-means 기반의 평가점수 유사 그룹 생성, 선형 회귀모형을 활용한 식당 주문량 예측 기법을 구현하였으며, 추천 목적 및 상황에 따라 서로 다른 기법을 적용하여 사용자에게 식당을 추천한다는 점에서 의의를 지니고 있다[12].

이상의 선행연구들은 추천 성능을 변화시키는 주요 요인들을 활용하여 식당 추천서비스를 구현한 장점은 있으나, 사용자의 식당 선택 기준에 있어 큰 비중을 차지할 것으로 예상되는 식당 메뉴와 같이 비정형 자료를 고려한 연구는 수행되지 않았다. 또한 해당 연구의 사용자인 교통약자들은 이동에 불편을 느끼는 수준의 다양한 신체적 한계를 지님에 따라, 일반인과 식당 선택 기준의 차이가 존재할 것이라 판단된다. 따라서 교통약자 간의 식당 방문 유사도를 기반으로 추천시스템을 구현할 경우 교통약자를 위한 양질의 추천 결과가 얻어질 것으로 기대된다.

이에 본 연구에서는 교통약자를 위한 고도화된 식당 추천시스템을 구현하기 위해 식당 메뉴, 상세정보 등을 활용한 콘텐츠 기반 추천시스템과 사용자 간의 식당 방문 이력의 유사도를 기반으로 하는 협업 필터링 추천시스템을 결합하여 하이브리드 추천시스템 알고리즘을 개발하였으며, 모형 간 성능 비교로 유효성을 검증한다는 점에서 학술적 함의가 있을 것으로 판단된다.

Table 2. Restaurant recommendation system previous study

Author (Year)	Purpose of study	Material	Method of analysis
J.M.Ko (2011)	A study on recommendation system using context information in mobile environments	Context information, Preference information	Hybrid filtering algorithm
D.S.Kim (2015)	Designing a restaurant recommendation system based on collective intelligence	Preference information	Collaborative filtering algorithm
B.I.Ahn (2017)	A study on behavior pattern inference and recommendation model based on mobile context	Restaurant visit history data	Naive Bayes, Euclidean distance
H.S.Choi (2020)	Suggestion of recommendation system algorithms using machine learning techniques	Restaurant information collected by Dianping	Word2Vec, K-means, Linear Regression

3. 추천시스템 구현

3.1 이론적 고찰

정보의 급격한 증가로 인해 사용자는 적절한 정보의

선택 문제에 직면하게 되었으며, 이를 해결하기 위해 추천시스템이 구축되어왔다[13]. 추천시스템은 크게 정보 필터링 방법에 따라 콘텐츠 기반 추천시스템, 협업 필터링 추천시스템, 하이브리드 추천시스템으로 분류되며, 세부적으로 살펴보면 다음과 같다[14].

첫째, 콘텐츠 기반 추천시스템은 아이템의 내용에 기반하여 아이템 간의 유사성 혹은 아이템과 사용자 선호 간의 유사성에 따라 아이템을 추천하는 시스템이다. 초기 사용자에게 추천할 수 있다는 장점이 있으나, 과도한 특수화가 일어날 수 있다는 단점을 지니고 있다[15].

둘째, 협업 필터링 추천시스템은 아이템 혹은 사용자 간의 유사도를 기반으로 사용자 기반 협업 필터링과 아이템 기반 협업 필터링으로 구분된다. 사용자 기반 협업 필터링은 사용자 간의 유사도를 기준으로 유사도가 가장 높은 사용자를 이웃으로 선택하여, 사용자는 구매하지 않았으나 이웃은 구매한 아이템을 최종적으로 추천하는 방식이다. 또한 아이템 기반 협업 필터링은 추천할 아이템을 기준으로 유사도가 가장 높은 아이템을 선택하여, 선택한 아이템은 구매하였으나 추천할 아이템은 구매하지 않은 사용자에게 해당 아이템을 추천하는 방식이다[16].

마지막으로 하이브리드 추천시스템이란 두 개 이상의 기존 알고리즘을 결합하여 개별 시스템의 장단점을 보완하기 위해 고안된 시스템으로, 연구마다 다양한 형태로 구현하였으며, Robin Burke(2002)는 하이브리드 구현 방법을 유형에 따라 분류하였다[17].

본 연구에서는 콘텐츠 기반 추천시스템과 아이템 기반 협업 필터링을 혼합한 하이브리드 추천시스템을 구현하였으며, 사용자 기반 협업 필터링의 경우 사전 평가 단계에서 높은 오차율이 존재하여 적용하지 않았다. 또한 모든 알고리즘이 도출한 결과를 가중치로 결합하여 추천 결과를 제안하는 Weighted 방법을 적용하였다[17].

3.2 데이터 수집 및 전처리

본 연구에서는 교통약자를 위한 맞춤형 식당 추천시스템을 구현하기 위해 대구 푸드 웹 사이트의 식당 상세정보와 특별교통수단 승차차 이력 자료를 수집하였으며, 이를 통해 콘텐츠 기반 추천시스템과 협업 필터링 추천시스템을 결합하여 하이브리드 추천시스템을 구현하고자 한다.

자료의 공간적 범위는 대구시로 한정하였으며, 대구시의 식당 정보를 포함하고 있는 대구 푸드 웹 사이트에서 HTML 태그¹⁾를 사용하여 웹 크롤링으로 자료를 수집하

1) HTML 문서를 구성하는 기본 단위

였다. 해당 자료는 Table 3과 같이 식당의 이름, 대표 메뉴, 상세소개 등을 포함하고 있으며, 식당의 대표 메뉴와 상세소개 자료를 병합하여 식당 간 유사도 계산을 위한 Text 열을 추가 생성하였다.

Table 3. Data of Daegu Food

Item	Materials
Number	955
Component	Restaurant name, Keyword, Address, Business hours, Representative menu, Detailed introduction and etc

생성된 데이터는 TF-IDF 기반의 벡터화²⁾ 진행하기 위해 파이썬 기반의 정규식을 활용하여 영어 대/소문자 통일, 특수문자 제거 등 전처리 작업을 수행하였다.

또한 교통약자들의 실제 통행이력 자료인 특별교통수단 승하차 이력 자료를 수집하여 협업 필터링 추천시스템을 구현하였으며, 특별교통수단 승하차 이력 자료의 시간적 범위는 2019년 1월부터 2020년 4월까지 16개월 간의 통행 이력 자료 1,503,679건을 수집하였다. 통행의 계절성이 반영된 1년 이상의 자료를 확보하여 분석을 수행한 점이 특정 기간에 한정하여 분석한 선행연구와 차별성을 지닌다.

수집된 특별교통수단 승하차 이력 자료 중에서 식당 방문 통행 자료를 추출하기 위해 앞서 수집된 대구 푸드 자료의 식당명을 기준으로 목적지, 호출장소와 조인하여 자료를 추출하였으며, 최종적으로 Table 4와 같이 7,153건의 식당 방문 승하차 자료를 구축하였다. 또한 추가적으로 개인별 식당 방문 이력을 매트릭스 형태로 변환하기 위해 자연어로 입력된 목적지, 호출장소 열을 정규식을 활용하여 전처리를 수행하였다.

Table 4. Data of special transportation systems

Item	Materials
Number	7,153
Period	2018.12~2020.04
User	Physical disability, Brain lesions, Renal disorder, Visual disturbance, Senior, Intellectual disability and etc
Component	User id, Date, Destination, Origin, Disability type, Latitude, Longitude and etc

2) 개별 단위 문서에서 빈도수가 높은 단어에는 가점을 주고, 여러 문서에서 빈도수가 높은 단어에는 패널티를 주는 방식으로 벡터를 구성하는 기법

3.3 하이브리드 추천시스템 구현

교통약자의 신체적 불편으로 인해 발생한 장애인 화장실 수요와 같이 일반인과 구분되는 식당 선택 기준이 본 연구의 주된 아이디어이다. 따라서, 공통적으로 통행 불편을 겪는 교통약자 간의 식당 방문 유사성을 기반으로 구현한 협업 필터링 추천시스템이 적합할 것으로 판단하였으며, 기존 식당 추천시스템의 선행연구에서 식당 메뉴 등의 비정형 자료가 고려되지 않았다는 한계점을 보완하여 추천의 질을 함양하고자 콘텐츠 기반 추천시스템과 결합하여 하이브리드 추천시스템을 최종적으로 구현하였다.

본 연구에서 구현한 하이브리드 추천시스템 구현의 프로세스는 Fig. 1과 같다. 콘텐츠 기반 추천시스템과 아이템 기반 협업 필터링 추천시스템을 결합하여 구현하였으며, 세부적인 구현 방법은 다음과 같다.

첫째, 콘텐츠 기반 추천시스템은 비정형 자료인 텍스트 기반의 자료를 분석하기 위해 텍스트 마이닝에서 주로 활용되는 TF-IDF와 N-gram³⁾으로 자료를 벡터화하였다. 그리고 문장이 지닌 의미를 포함하기 위해 N-gram의 수는 실험을 통해 3으로 설정하였으며, 구축된 데이터를 활용하여 식당 간의 코사인 유사도⁴⁾를 계산하여 사용자의 선호 식당과 유사한 식당을 추천하는 시스템을 구축하였다. 또한 각 사용자별 방문 횟수가 가장 높은 식당을 선호 식당으로 가정하여, 하이브리드 추천시스템 구현을 위한 콘텐츠 기반 추천시스템의 사용자별 선호도를 산출하였다.

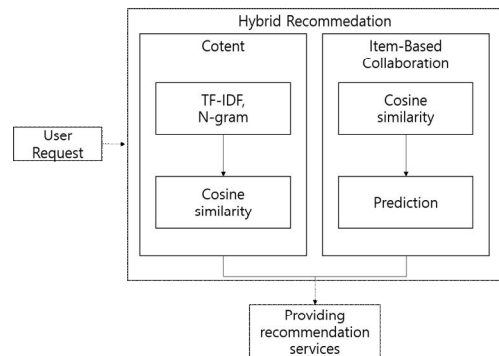


Fig. 1. Concept of the proposed scheme

- 3) 텍스트, 바이너리 등 문자열을 N값만큼 서브 스트링 (Sub-String)으로 나누는 방법
- 4) 두 문자열의 유사성에 대한 벡터 기반 측정값으로, 두 벡터 간의 각도에 해당하는 코사인값을 이용하여 문자열의 유사도를 측정하는 척도

둘째, 아이템 기반 협업 필터링 추천시스템은 앞서 전처리한 교통약자 식당 방문 자료를 활용하여 아이템 기반의 매트릭스로 변환하였으며, 이를 통해 식당 방문 횟수를 기반으로 코사인 유사도를 계산하였다. 그리고 코사인 유사도 자료와 식당 방문 내역 자료를 내적하여 모든 식당에 대한 교통약자들의 개인별 선호도 예측값을 도출하였으며, 사용자가 아직 방문하지 않은 식당 중 높은 선호도가 예상되는 식당을 추천하는 시스템을 구현하였다.

마지막으로 앞서 구현된 콘텐츠 기반 추천시스템과 아이템 기반 협업 필터링 추천시스템을 결합하여 하이브리드 추천시스템을 구현하였으며, 세부적인 수식은 다음과 같다. 해당 식은 김정훈·안병혁·정대율(2012)의 상품 추천 수식을 참고하여 도출하였으며[18], 선행연구에서 적용된 사용자 기반 협업 필터링이 아닌 아이템 기반 필터링을 적용한 점에서 선행연구와 차별성을 가진다고 할 수 있다.

$$R_j = (1 - \alpha)I_{aj} + \alpha \text{CosSim}(Q, D_j)$$

단, R_j = 최종 예측 선호도

α = 가중치(0.1)

I_{aj} = 아이템 기반 협업 필터링 예측 선호도

$\text{CosSim}(Q, D_j)$ = 식당간의 유사도

R_j 는 최종 추천 식당을 선정하기 위한 값으로 해당 수치가 높은 식당이 추천된다. I_{aj} 는 아이템 기반 협업 필터링 추천시스템으로 측정된 사용자 a의 식당 j에 대한 예측 선호도이며, $\text{CosSim}(Q, D_j)$ 는 고객의 선호 식당 Q 와 식당의 내용 D_j 와의 유사도이다. α 는 협업 필터링의 추천 아이템과 콘텐츠 추천시스템의 추천 아이템이 모두 반영되도록 하는 가중치이며, 해당 연구에서는 시행착오(trial and error)를 통하여 α 의 값을 0.1로 적용하였다[18].

따라서 최종적으로 본 연구에서 구현한 교통약자를 위한 맞춤형 식당 추천시스템은 Fig 2와 같이 나타나며, 추천된 식당과 함께 식당의 주소, 상세소개, 장애인 화장실 유무 등에 대한 정보를 제공 받을 수 있다.

4. 평가

4.1 예측 오차율 평가

본 연구에서 제안한 하이브리드 추천시스템의 유효성을 검증하고자 기존 협업 필터링 추천시스템 및 위치기



Fig. 2. Example of restaurant recommendation

반 추천시스템과 성능 비교를 수행하였으며, 성능 비교의 지표는 통상적인 회귀 예측에서 주로 활용되는 RMSE(Root Mean Square Error)를 적용하였다. RMSE는 실제값과 예측값의 오차를 의미하는 것으로 해당 값이 낮을수록 예측력이 높은 것으로 해석된다[19]. 구현한 위치기반 추천시스템은 각 사용자의 마지막 특별 교통수단 하차 데이터에 기반하여 거리 기준으로 식당을 추천하는 시스템이며, 식당 선택에 있어 거리 및 위치 요인이 주요한 영향을 미칠 것으로 판단하여 기존 협업 필터링 추천시스템과 더불어 성능 비교 모형으로 채택하였다.

추천시스템 간 성능을 비교 분석한 결과 Fig 3과 같이 나타나며, 위치기반 필터링은 11.963, 사용자 기반 협업 필터링은 10.199, 아이템 기반 협업 필터링은 3.470, 하이브리드 추천시스템은 4.009로 나타났다. 하이브리드 추천시스템이 위치기반 필터링 및 사용자 기반 협업 필터링과 비교하여 월등히 높은 성능을 보이며, 아이템 기반 협업 필터링과는 유사한 성능으로 나타났다.

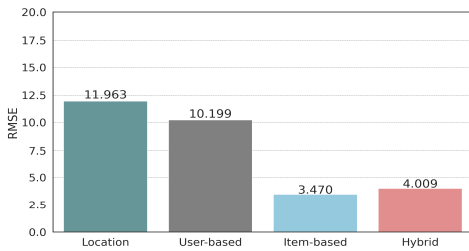


Fig. 3. Prediction error rate evaluations

4.2 추천 커버리지 평가

콘텐츠 기반 필터링의 과도한 특수성과 협업 필터링의 데이터 희소성으로 추천시스템의 실제 추천 가능 범위가 한정되는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 추천의 커버리지를 평가하는 것은 추천시스템의 주요한 평가 요인이 될 수 있다[19].

이에 따라 본 연구에서는 사용자별 추천 식당 5개를 도출하여, 이를 추천된 식당과 전체 식당 간의 비율로 추천시스템의 커버리지를 평가하였다. 모형별 추천 커버리지를 비교 분석한 결과 Fig 4와 같이 나타났으며, 위치 기반 필터링은 0.995, 사용자 기반 협업 필터링은 0.632, 아이템 기반 협업 필터링은 0.745, 하이브리드 추천시스템은 0.973으로 나타났다. 하이브리드 추천시스템의 추천 커버리지는 사용자 기반 협업 필터링 및 아이템 기반 협업 필터링과 비교해서 월등히 높은 성능을 보이며, 위치 기반 추천시스템과는 유사한 성능으로 나타났다.

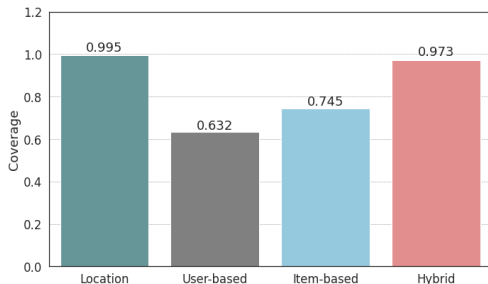


Fig. 4. Coverage evaluation

4.3 교통약자 유형별 추천 유사도 평가

교통약자는 신체적 불편에 따라 고령자, 시각 장애인, 지체 장애인 등 다양한 유형으로 구분된다. 이러한 유형별 특성은 추천시스템의 성능에도 다양한 영향을 미칠 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 교통약자 유형별 추천 결과를 비교 분석하였다.

이를 위해 교통약자 유형별 식당 추천 결과의 코사인 유사도를 계산하여 Fig 5와 같이 히트맵으로 시각화하였다. 교통약자 유형별 식당 추천의 유사도는 전반적으로 관련성이 낮은 것으로 분석되었으며, 일부 장애 유형에서만 관련성이 높은 것으로 나타났다. 세부적으로 살펴보면 심장 장애인과 언어 장애인, 호흡기 장애인과 청각 장애인의 유사도가 0.5 이상으로 유사한 식당이 추천되는 것으로 분석되었다.

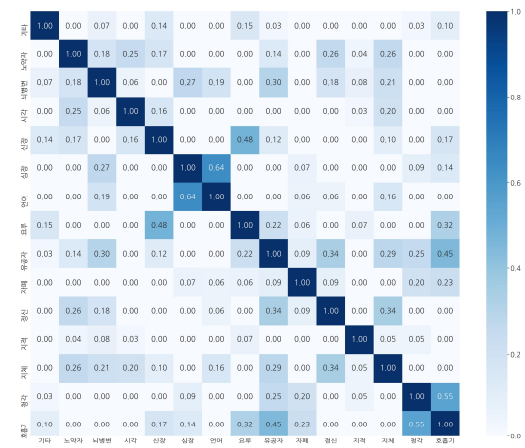


Fig. 5. Similarity evaluation of recommended list by the mobility handicapped type

5. 결론

5.1 연구결과

사람은 태어나 누구나 한번은 교통약자로 지내게 되며, 우리 모두가 잠재적 교통약자라 할 수 있다[20]. 이러한 교통약자들의 사회적 활동과 지원은 정부 주도하에 수행되고 있으나, 일반인과 비교하여 상대적으로 관련 연구는 부족한 실정이다.

대다수의 선행연구에서는 교통약자들의 이동권 개선을 위해 설문조사, 시설물 조사, 인터뷰 등으로 자료를 수집하였으며, 최근 빅데이터, 인공지능의 주목으로 특별교통수단 승하차 이력 자료를 활용한 분석이 수행되고 있으나, 교통약자들의 통행태 분석과 요인분석 등에 한정하여 수행한 한계점이 있다.

이에 본 연구에서는 빅데이터 분야에서 과거 10여 년간 가장 성공한 분야로 언급되는 추천시스템 알고리즘을 적용하여 교통약자를 대상으로 하는 맞춤형 식당 추천시

시스템의 알고리즘을 개발하여 구현하였으며, 기존 추천시스템과의 성능 비교, 추천 커버리지 평가로 유효성을 검증하고, 교통약자 유형별 식당 추천 유사도를 계산하여 정책적 시사점을 제언한 점이 선행연구와 차별성이라 할 수 있다.

본 연구의 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 추천시스템의 성능 비교를 RMSE 기준으로 분석한 결과 본 연구에서 제안한 하이브리드 추천시스템의 경우 위치 기반 필터링 및 사용자 기반 협업 필터링보다는 높은 성능을 보이며, 아이템 기반 협업 필터링과는 유사한 성능으로 나타났다.

둘째, 추천 커버리지를 평가하기 위해 사용자별 추천 식당 5개를 도출하여, 전체 식당 간의 비율로 평가한 결과 하이브리드 추천시스템이 기존 협업 필터링 추천시스템과 비교하여 월등히 높은 성능을 보이며 위치기반 필터링과는 유사한 성능을 보이는 것으로 분석되었다.

마지막으로 추천된 결과물을 기반으로 교통약자 유형별 추천 식당 간 유사도를 계산한 결과 전반적으로 유사도는 0.3 이하의 낮은 것으로 나타났으며, 일부 장애 유형인 심장 장애인과 언어 장애인, 호흡기 장애인과 청각 장애인의 식당 추천 유사도가 높게 나타났다.

이러한 분석 결과로 본 연구에서 제안한 하이브리드 식당 추천시스템의 성능이 기존 추천시스템과 비교하여 예측 오차율, 추천 커버리지 측면에서 우수한 것으로 확인되었다.

5.2 정책적 시사점 및 연구 한계

본 연구를 통해 도출된 정책적 시사점과 학술적 함의는 다음과 같다.

첫째, 교통약자를 위한 맞춤형 식당 추천시스템을 구현한 결과 예측 오차율, 추천 커버리지 평가에서 기존 추천시스템에 비해 높은 성능을 보이는 것으로 분석되었는데, 이로 인해 교통약자들의 만족도 높은 식당 이용이 가능할 것으로 판단되며, 빅데이터와 인공지능을 활용한 고도화된 사용자 경험을 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

둘째, 교통약자 유형별 추천된 식당 유사도를 계산한 결과 전반적으로 식당 방문에 있어서 유사하지 않은 것으로 분석되었으나, 심장 장애인과 언어 장애인, 호흡기 장애인과 청각 장애인들의 경우 유사한 식당이 추천된 것으로 나타났다. 이는 특정 장애 유형들이 주로 방문하는 복지관, 병원 등의 지리적 위치가 근접하여, 이로 인해 유사한 식당이 추천되는 것으로 추정된다.

마지막으로 본 연구의 학술적 함의는 다음과 같다. 교통약자들의 실제 통행 이력 자료인 특별교통수단 승하차 자료와 근린생활 시설인 식당 상세정보를 결합하여 다른 지자체에서도 일반화하여 적용할 수 있는 공공데이터만으로 교통약자를 위한 맞춤형 식당 추천시스템을 구현한 점이다. 또한 추천시스템의 성능 비교와 추천 커버리지 평가를 통해 유효성을 검증하여 교통약자를 위한 추천시스템의 가능성을 살펴본 점이 학술적 함의가 있다고 할 수 있다. 또한 교통약자 중 일부 유형에 있어 유사한 식당 추천이 발생하는 것을 확인하였다.

이러한 분석 결과는 교통약자를 위한 정책 수립과 관련 연구를 수행하는 지자체, 연구원 등의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대하며, 교통약자를 위한 다양한 서비스 개발에도 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

또한 본 연구의 한계점은 다음과 같다.

첫째, 특별교통수단을 이용하지 않은 장애 유형에 대해서는 추천시스템 성능이 다소 낮을 것으로 예상되며, 향후 다양한 자료와의 결합으로 보완이 필요할 것으로 판단된다.

둘째, 대구 푸드 사이트에서 제공하는 식당 상세정보만을 활용하여 추천시스템을 구현하여 추천의 범위가 제한적인 한계가 있다. 향후 대구시 전체 식당의 상세정보를 수집하여 추천시스템을 구현한다면 고도화된 식당 추천시스템이 구현될 것으로 판단된다.

셋째, 교통약자들이 식당 이용에 있어 불편함을 겪는 다양한 장애 요소인 경사로, 보도폭, 장애인 주차장 등의 물리적 요소는 자료의 수집 한계로 제한적으로 수집되었다.

넷째, 교통약자들이 방문한 식당의 횡수를 기반으로 유사도를 계산하여 추천시스템을 구현하였는데, 이에 대한 객관적인 논리가 다소 부족한 것으로 판단되며, 향후 교통약자들의 식당 만족도 자료가 수집되어 개선이 필요할 것으로 판단된다.

마지막으로 본 연구에서는 대구시로 공간적 범위를 한정하여 추천시스템을 구현하였으나, 식당을 이용하는 개인의 특성이 시공간적으로 변화하기 때문에 교통약자들을 위한 식당 추천시스템 관련 후속 연구들이 활발히 수행되길 기대한다.

REFERENCES

- [1] MOLIT (2019). *A Study on the Actual Condition of travel convenience for the mobility handicapped*.

Sejong.

- [2] W. H. Kim, S. H. Lee & S. H. Kim. (2008). A Study on Travel Behavior of the Mobility Handicapped and Custom-made Transit Information System. *Seoul Studies*, 9(2), 105-119.
- [3] M. K. Jang, W. T. Lim, K. S. Kim & M. K. Moon. (2013). Customized Navigation System for Walking Safety of the Transportation Vulnerable. *Journal of the Korean Institute of Next Generation Computing*, 9(5), 17-26.
- [4] B. M. Park & E. J. Shim. (2013). Barrier Free Design Methods applied in Passenger Terminals based on Characteristics of Transportation Poor & Barrier Free Elements - Focused on the Gunsan International*Coastal Passenger Boat Terminal -. *Journal of the Korean Institute of Interior Design*, 22(5), 344-356.
DOI : 10.14774/JKIID.2013.22.5.344
- [5] S. W. Chung & J. H. Rho. (2017). Case Study of Barrier Free Design for Transportation Vulnerable: Focusing on Transfer Station Complex in Seoul Station. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 18(3), 333-344
DOI : 10.5762/KAIS.2017.18.3.333
- [6] S. S. Heo, Y. K. Choi & Y. H. Park. (2018). Design and Implementation of Low-Floor Bus Reservation System for the Transportation Weak. *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, 23(6), 39-46.
DOI : 10.9723/jksis..2018.23.6.039
- [7] K. W. Kim, D. S. Yun & J. J. Kim. (2020). Travel Demand Analysis of Special Transportation Systems for the Transportation Vulnerable using Big Data: A Case Study of Daegu Metropolitan City. *Journal of Daegu Gyeongbuk Studies*. 19(2), 43-61.
- [8] K. W. Kim, B. M. Koo, J. H. Si & H. H. Jeon. (2020). Location Analysis of Charging Stations for the Disabled Person using Big Data. *Korean Society of Transportation*. 17(5), 7-16.
- [9] J. M. Ko & D. H. Nam. (2011). Development of Hybrid Filtering Recommendation System using Context-Information in Mobile Environments. *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, 10(3), 95-100.
- [10] D. S. Kim. (2016). *User-Customized restaurant recommender system based on Collective Intelligence*. Master's thesis. Kangwon National University, Gangwon.
- [11] B. I. Ahn, K. I. Jung & H. L. Choi. (2017). Mobile Context Based User Behavior Pattern Inference and Restaurant Recommendation Model. *Journal of Digital Contents Society*, 18(3), 535-542.
DOI : 10.9728/dcs.2017.18.3.535
- [12] H. S. Choi, Q. Peng & W. S. Rhee. (2020). Design and Implementation of the Machine Learning-based Restaurant Recommendation System. *Journal of Digital Contents Society*, 21(2), 259-268.
DOI : 10.9728/dcs.2020.21.2.259
- [13] G. Geetha, M. Safa, C. Fancy & D. Saranya. (2018). A hybrid approach using collaborative filtering and content based filtering for recommender system. *Journal of Physics Conference Series*, 1000(1), 012101.
DOI : 10.1088/1742-6596/1000/1/012101
- [14] E. Y. Bae & S. J. Yu. (2018). Keyword-based Recommender System Dataset Construction and Analysis. *Journal of KIIT*, 16(6), 91-99.
DOI : 0.14801/jkiit.2018.16
- [15] R. V. Meteren & M. V. Someren. (2000). Using content-based filtering for recommendation. *Proceedings of the Machine Learning in the New Information Age: MLnet/ECML2000 Workshop*, 30, 47-56.
- [16] B. Sarwar, G. Karypis, J. Konstan & J. Riedl. (2001). Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. *WWW '01: Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web*, 285-295.
DOI : 10.1145/371920.372071
- [17] R. Burke. (2002). Hybrid recommender systems : survey and experiments. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 12, 331-370.
DOI : 10.1023/A:1021240730564
- [18] J. H. Kim, B. H. Ahn & D. Y. Jeong (2012). A Recommender System using Mixed Filtering for Health Products. *The Journal of Internet Electronic Commerce Research*, 12(2), 109-124.
- [19] J. E. Son, S. B. Kim, H. J. Kim & S. Z. Cho. (2015). Review and Analysis of Recommender Systems. *Journal of the Korean*, 41(2), 185-208.
DOI : 10.7232/JKIE.2015.41.2.185
- [20] K. W. Kim, S. H. Son, M. Y. Yang & S. H. Lee. (2020). Frequency of Special Transportation Estimation Model Using Deep Learning(Nadri Call). *Korean Society of Transportation*, 17(2), 43-51.

이진주(JinJu Lee)

[정회원]



- 2020년 2월 : 영남대학교 경영학과(경영학사)
- 2020년 10월 ~ 12월 : 대구디지털산업진흥원 공공 빅데이터 인턴
- 관심분야 : 빅데이터, 인공지능, 경영학
- E-Mail : leejinju953@gmail.com

박소연(Soyeon Park)

[학부회원]



- 2017년 3월 ~ 현재 : 영남대학교 정보통신공학과
- 2020년 10월 ~ 12월 : 대구디지털산업진흥원 공공 빅데이터 인턴
- 관심분야 : 정보통신, 빅데이터
- E-Mail : soyeon_9605@yu.ac.kr

김 서 윤(Seoyun Kim)

[학생회원]



- 2020년 2월 : 한남대학교 비즈니스통계학과
- 2020년 3월 ~ 현재 : 영남대학교 통계학과
- 2020년 10월 ~ 12월 : 대구디지털산업진흥원 공공 빅데이터 인턴
- 관심분야 : 통계학, 빅데이터

· E-Mail : sparklingyouth@naver.com

이 정 은(Jeongeun Lee)

[학생회원]



- 2017년 3월 ~ 현재 : 경북대학교 통계학과
- 2020년 10월 ~ 12월 : 대구디지털산업진흥원 공공 빅데이터 인턴
- 관심분야 : 통계, 인공지능
- E-Mail : cuncum32@knu.ac.kr

김 건 욱(Keunwook Kim)

[정회원]



- 2009년 2월 : 영남대학교 도시공학(공학사)
- 2011년 8월 : 아주대학교 교통공학(공학석사-교통모델링)
- 2019년 7월 ~ 현재 : 대구디지털산업진흥원 빅데이터활용센터 센터장
- 관심분야 : 도시데이터분석, 빅데이터, 인공지능, 텍스트마이닝

· E-Mail : aut7767@dip.or.kr