

# 연관규칙을 이용한 상황인식 음악 추천 시스템

오재택<sup>1</sup>, 이상용<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 컴퓨터공학과 박사과정, <sup>2</sup>공주대학교 컴퓨터공학부 교수

## A Music Recommendation System based on Context-awareness using Association Rules

Jae-Taek Oh<sup>1</sup>, Sang-Yong Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Doctoral Course, Department of Computer Science & Engineering, Kongju National University

<sup>2</sup>Professor, Division of Computer Science & Engineering, Kongju National University

요 약 최근 추천 시스템은 패션, 동영상, 음악 등을 중심으로 맞춤형 추천 서비스가 제공되어 사용자들의 관심을 모으고 있다. 그러나 이러한 서비스들은 실시간으로 발생하는 상황 정보를 사용하지 않아 여러 상황에 따른 적합한 서비스를 사용자에게 제공하기가 어렵다. 또한 적용되는 상황 정보가 차원을 확장시킬 경우, 데이터 희소성(Data Sparsity)을 증가시켜 사용자들에게 적합한 음악들을 추천할 수 없는 문제가 발생한다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해소시키기 위해 연관규칙(Association Rules)을 적용하여 사용자의 현재 위치 정보와 시간 정보에 대한 관계성 및 규칙들을 이용하여 실시간 상황에서 적합한 음악을 추천하는 시스템을 제안하였다. 수집된 상황 정보를 바탕으로 5-fold Cross Validation을 진행하여 위치와 시간 정보에 따른 추천 시스템의 정확도를 측정하였다. 그 결과 상황 정보가 누적됨에 따라 추천 시스템의 정확도가 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

주제어 : 상황인식, 상황 정보, 데이터 희소성, 연관규칙, 추천 시스템

Abstract Recently, the recommendation system has attracted the attention of users as customized recommendation services have been provided focusing on fashion, video and music. But these services are difficult to provide users with proper service according to many different contexts because they do not use contextual information emerging in real time. When applied contextual information expands dimensions, it also increases data sparsity and makes it impossible to recommend proper music for users. Trying to solve these problems, our study proposed a music recommendation system to recommend proper music in real time by applying association rules and using relationships and rules about the current location and time information of users. The accuracy of the recommendation system was measured according to location and time information through 5-fold cross validation. As a result, it was found that the accuracy of the recommendation system was improved as contextual information accumulated.

Key Words : Context-awareness, Contextual Information, Data Sparsity, Association Rules, Recommendation System

\*Corresponding Author : Sang-Yong Lee(sylee@kongju.ac.kr)

Received June 11, 2019

Accepted September 20, 2019

Revised July 17, 2019

Published September 28, 2019

### 1. 서론

이동통신 기술의 발달로 인하여 모바일 장비를 통한 다양한 지능형 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 이러한 서비스를 제공하기 위해서는 다양한 종류의 센서를 통해 사용자의 상황(Context)을 정확하게 파악하고, 이에 기반을 둔 맞춤형 추천 서비스를 제공하는 기술이 매우 중요하다[1-7].

최근 패션, 동영상, 음악 등을 중심으로 맞춤형 추천 서비스가 제공되어 사용자들의 관심을 불러모으고 있다. 본 연구에서는 상황 정보에 기반을 둔 음악 추천 시스템에 대하여 연구하였다.

Table 1은 현재 서비스 중인 국내외 대표적인 스트리밍 음악 추천 서비스에 대해 비교하였다[8].

Table 1. Comparison of representative music streaming recommendation services

Recommendation System	Recommendation Service	Contextual Information Used
Spotify	Recommending music according to the emotions of users by obtaining genre emotions based on their listening history.	Emotion
TIDAL	Recommending music of similar genres based on the listening history of users.	None
Melon	Social recommendation service using hashtags.	None
Apple Music	Recommending the latest music of similar genres based on the listening history of users with Siri.	None
Proposed Recommendation System	Recommending music in real time according to the current location and time information of users based on their listening history.	Location, Time

국내외 대표적인 스트리밍 음악 추천 서비스로는 Spotify, TIDAL, Melon, Apple Music 등이 있다.

Spotify는 사용자의 청취 이력에 기반한 장르의 감정을 획득하여 사용자의 감정에 따라 음악을 추천하는 서비스를 제공하고 있다. TIDAL은 사용자의 청취 이력을 바탕으로 그와 비슷한 장르의 음악을 추천하는 서비스를 제공하고 있다. 최근 Spotify와 TIDAL은 추천 서비스에 집중하기보다는 주로 음질에 기반한 최적화된 서비스나 아티스트 채널을 개설하여 아티스트와 소통하는 방식을 추구하고 있다.

멜론은 주로 해시 태그를 이용하여 사용자에게 음악을 추천하는 서비스를 제공하고 있다. 예를 들어서 '#커피'라는 해시 태그를 이용하여 사용자에게 '카페에서 커피를 마시면서 들을 수 있는 음악'이나 '집에서 커피를 마시면서 들을 수 있는 음악' 등을 추천하는 형식이다. Apple Music은 자체 인공지능 비서인 'Siri'를 이용하여 사용자의 청취 이력을 바탕으로 그와 비슷한 장르의 최신 음악을 추천하는 서비스를 제공하고 있다.

그러나 이러한 서비스들은 실시간으로 상황 정보를 사용하지 않아 여러 상황에 따른 적합한 서비스를 사용자에게 제공하기가 어렵다. 또한 적용되는 상황 정보가 차원을 확장시킬 경우, 데이터 희소성(Data Sparsity)을 증가시켜 사용자들에게 적합한 음악들을 추천할 수 없는 문제가 발생한다[9-14]. 상황인식 추천 시스템에서의 데이터 희소성이란 추천할 음악에 사용되는 상황 정보가 부족하여 추천 시스템의 정확도가 떨어지는 현상을 말한다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해소시키기 위해 연관 규칙(Association Rules)을 적용하여 사용자의 현재 위치 정보와 시간 정보에 대한 관계성 및 규칙, 패턴들을 발견하여 사용자의 실시간 상황에 맞는 적합한 음악을 추천하는 음악 추천 시스템을 제안하고자 한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 상황인식 추천 시스템

상황(Context)이란 사용자가 시스템과 지속적으로 상호 작용함으로써 얻을 수 있는 정보의 변화를 말하며, 크게 네 가지로 나뉜다[15].

① Individual Context(사용자 정보)

사용자로부터 관측될 수 있는 정보를 말하며, 보통 날씨나 위치, 온도 등을 말한다.

② Time Context(시간 정보)

사용자가 달라져도 변하지 않는 불변의 정보를 말한다. 보통 요일이나 날짜, 시간 등을 말한다.

③ Activity Context(행동 정보)

행동 정보는 다른 상황 정보를 통해 알 수 있는 사용자의 정보를 말한다. 예를 들면, 사용자의 위치가 정해진 패턴없이 빠르게 변한다면 사용자는 현재 운전하고

있다는 것을 알 수 있으며, 사용자의 위치가 정해진 패턴 (버스 노선, 지하철 노선)에 따라 빠르게 변한다면 사용자는 현재 대중교통을 이용하고 있다는 것을 알 수 있다.

④ Relation Context (관계 정보)

사용자 간의 관계를 통해 발생하는 정보를 말하며, 친구 관계나 연인 관계, 상하 관계 등을 나타낸다.

위와 같은 상황 정보를 이용하여 사용자의 상황(환경)에 맞게 항목(Item)을 제공하는 시스템을 상황인식 추천 시스템(Context-awareness Recommendation System)이라 한다[5]. 사용자에게 항목을 추천하기 위해서는 상황 정보를 적용하여야 하며, 적용 방법에 따라 크게 세 가지로 구분할 수 있다[10, 15, 16].

① Contextual Pre-filtering

현재 상황 정보에 맞는 데이터만을 구별하여 추천 기법을 적용하는 방식을 말한다.

② Contextual Post-filtering

상황 정보를 제외한 데이터만으로 추천 기법을 적용한 후, 추천된 항목에 대해 상황 정보를 적용하는 방식을 말한다.

③ Contextual Modeling

상황 정보와 함께 추천 기법을 적용하는 방식을 말한다.

상황인식 추천 시스템은 사용자의 행동을 실시간으로 파악하여 현재 상황 정보에 맞는 항목을 제공하기 위해 여러 방식을 적용하고 있으며, 기존 추천 시스템에 비해 사용자의 최신 트렌드를 파악할 수 있어 효과적이다[17].

2.2 연관규칙 분석

연관규칙(Association Rules) 분석은 데이터(Item) 간의 상호 관련성 또는 관계를 찾아내어 사용자의 의사결정 과정에 도움이 되는 비지도 학습(Unsupervised Learning) 방법중의 하나이다[18, 19]. 자주 발생하는 관계들을 if-then 형식의 규칙으로 표현하며, 결과를 판단하기 위한 지표들을 통해서 연관규칙의 신뢰성을 파악한다. 결과를 판단하기 위한 지표들을 다음과 같다[18, 20].

① 지지도(Support)

전체 데이터 중에서 항목(Item)의 비율을 말하며, 좋은 규칙을 찾을 때의 기준으로 사용된다.

② 신뢰도(Confidence)

항목 X에 대해 항목 Y가 얼마만큼 연관이 되어있는지를 알 수 있는 지표로, 두 항목간의 조건부 확률을 통해 연관 관계를 파악한다.

③ 향상도(Lift)

찾아낸 연관규칙들이 얼마나 우수한지를 나타내는 척도로, 연관규칙들의 상관관계를 파악하여 우연적인 기회보다 얼마나 우수한지 파악한다.

④ 확신도(Conviction)

항목 X가 항목 Y없이 발생할 것으로 예상되는 기대 빈도를 말한다. 기대 빈도를 통해 연관규칙의 확신유무를 파악한다.

연관규칙 분석을 통해 마케팅 분야에서 고객들의 행동을 분석할 수 있으며, 비즈니스 인텔리전스(BI, Business Intelligence) 분야에서 의사결정 문제에 활용할 수 있다[18].

3. 시스템 설계

본 연구에서 제안하는 추천 시스템은 Fig. 1과 같이 처리 모듈과 데이터베이스로 구성된다.

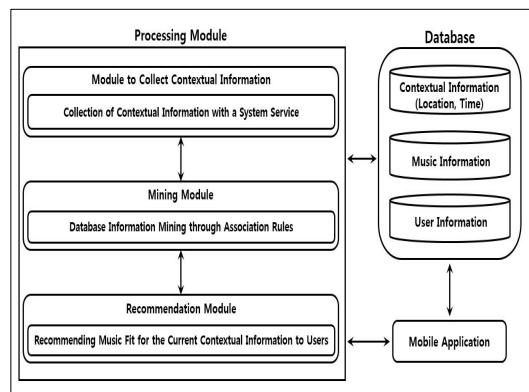


Fig. 1. System Structure

처리 모듈에는 상황 정보 수집 모듈과 마이닝 모듈, 추천 모듈로 구성된다.

상황 정보 수집 모듈은 시스템 서비스를 통해 사용자의 위치 정보와 시간 정보를 획득하여 데이터베이스에 저장한다. 시스템 서비스(System Service)는 안드로이드 시스템의 작동과 응용 프로그램의 동작에 필요한 다양한 기능을 제공하는 서비스를 말한다[21]. 위치 정보를 획득하기 위해 위치 관리자(Location Manager) 서비스를 이용하여 현재 위치에 대한 위도와 경도를 획득하며, 역 지오코딩(Reverse Geocoding) 작업을 통해서 현재 위치에 대한 장소 정보를 획득한다. 시간 정보는 자바 API(Application Programming Interface)를 이용하여 현재의 시간 정보를 날짜, 요일, 오전, 오후로 구분하여 획득한다.

마이닝 모듈은 획득한 상황 정보의 특성이나 관계 등을 분석하여 패턴을 띄는 규칙들을 찾아낸다. 찾아낸 연관규칙은 가장 우수한 규칙들로 구성되어 있으며, 이 규칙들은 추천 모듈로 제공되어 사용자에게 적합한 음악을 추천할 수 있도록 한다.

추천 모듈은 사용자에게 현재 상황 정보에 맞는 음악을 추천하기 위해 찾아낸 연관규칙들의 신뢰성을 파악하여 Notification 서비스를 통해 Mobile Application으로 추천한다. 추천된 음악을 통해 사용자는 즉시 자체 프로그래밍 된 음악 플레이어를 통해 감상할 수 있으며, 조건에 맞지 않는 상황 정보에서는 Toast 알림 서비스를 통해 사용자에게 알림이 제공된다.

데이터베이스에는 처리 모듈에서 수집된 현재 위치에 대한 상황 정보와 사용자에게 음악을 추천하기 위한 음악 정보 및 사용자 정보가 저장된다. 상황 정보는 실시간으로 역 지오코딩 작업을 통해서 얻은 장소 정보와 자바 API를 통해서 얻은 시간 정보가 저장된다. 음악 정보는 현재 사용자의 모바일 디바이스에 저장된 음악 파일을 토대로 저장되며, 데이터베이스에 저장되는 음악 정보의 구조는 Fig. 2와 같다.

보통 음악 파일에는 장르, 가수, 노래 제목으로 구성된다. 장르는 명확하게 구분하기 어렵지만, Naver의 음악 장르 백과와 국내 최대 음악 스트리밍 서비스인 멜론을 참고하여 구성하였다[22, 23].

사용자 정보는 추천 시스템의 정확도를 높이기 위해 가장 좋아하는 장르 3가지 정도를 입력받으며, 음악을 추천할 때 입력받은 장르를 참고하여 사용자에게 적합한 음악을 추천하도록 한다.

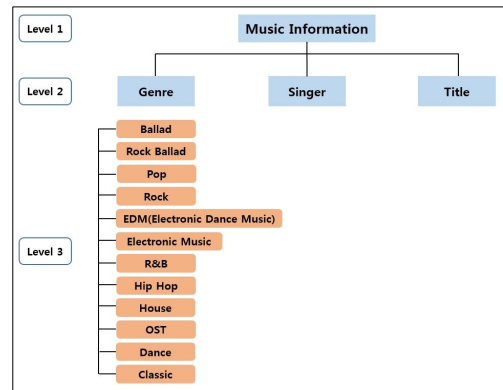


Fig. 2. Hierarchical Structure of Music Information

## 4. 시스템 구현

본 연구에서 제안하는 추천 시스템을 구현하기 위한 개발 환경은 Table 2와 같다.

Table 2. Development Environment

Mobile Device	Samsung Galaxy S8+
Operating System	Android 8.0 Pie
Language	Java for Android, XML
Database	SQLite
Tool	Android Studio

Mobile Application을 구현하기 위한 모바일 장비로 삼성전자 제품의 'Galaxy S8+'를 사용하였으며, 모바일 운영체제는 안드로이드 최신 버전인 'Pie'를 사용하였다. 프로그래밍 언어는 'Java for Android'와 'XML'을 사용하여 Mobile Application 개발 도구인 'Android Studio'를 통해 구현하였으며, 데이터베이스는 모바일 환경에 최적화된 'SQLite'를 사용하여 구축하였다.

사용자의 현재 상황 정보를 획득하기 위해 위치 관리자 서비스와 자바 API를 이용하여 현재 위치 정보와 현재 시간 정보를 획득하였다.

현재 위치 정보를 획득하기 위해서는 현재 위치에 대한 GPS(Global Positioning System) 정보를 받거나 Wifi와 같은 데이터 네트워크의 AP(Access Point)의 정보를 받아 위치 정보를 제공받을 수 있다. 안드로이드 시스템에서는 위치 제공자(Location Provider)가 내장되어 있기 때문에 위치 시스템 서비스인 위치 관리자를 통

해 위치 리스너(Location Listener)를 이용하여 현재 위치 정보를 전달받는다[24]. 전달받은 위치 정보는 단순한 위치 데이터로 사용자의 위치 데이터를 정확하게 판단하기 위해서는 지도 프로그램인 맵뷰(Map View)를 통해 확인해야 하는 번거로움이 있다. 그래서 전달받은 위치 정보를 주소나 지명으로 변환하는 역 지오코딩(Reverse Geocoding) 작업을 통해서 현재 위치 정보를 정확하게 획득한다.

현재 시간 정보를 획득하기 위해서는 자바 API인 SimpleDateFormat 클래스를 이용하여 현재 시간 정보를 획득하며, 획득한 시간 정보에 대해서 날짜, 요일, 오전, 오후로 구분하여 데이터베이스에 저장할 수 있도록 하였다.

획득한 상황 정보는 데이터베이스에 저장되는데, 저장된 상황 정보를 이용하여 사용자에게 바로 추천하는 것은 데이터 희소성을 증가하게 하여 적합한 음악을 추천할 수 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 마이닝 모델을 적용하여 현재 상황 정보에 대한 관계성 및 규칙들을 찾아내어 현재 상황 정보에 맞는 음악을 추천할 수 있도록 하였으며, 찾아낸 연관규칙의 신뢰도를 확인하여 신뢰도가 높은 규칙들을 적용할 수 있도록 하였다.

여러 연관규칙의 지표 중 신뢰도는 강한 규칙을 발견하기 위한 지표로 연관규칙의 신뢰성을 높이는 척도이다. 신뢰도는 음악 리스트 X에 대해 음악 리스트 Y가 얼마나 관련이 되어있는가를 나타낸다. 신뢰도를 나타내는 형식은 다음과 같다[18].

$$c(X \rightarrow Y) = \frac{n(X \cup Y)}{n(X)} = P(Y|X) \quad \text{식(1)}$$

저장된 상황 정보와 음악 정보를 이용하여 SQL 쿼리문을 통해 음악 리스트 X에 대한 음악 리스트 Y의 조건부 확률을 트랜잭션한다. 트랜잭션한 결과를 저장된 상황 정보와 equals 메소드를 이용하여 비교하고, 비교한 결과를 Notification 서비스를 이용하여 사용자의 현재 상황 정보에 맞는 음악을 추천하게 된다.

Fig. 3은 현재 위치 정보가 '학교'이며, 현재 시간 정보가 '금요일', '오전'일 때 추천된 음악을 나타내는 사용자 인터페이스이다. 현재 위치 정보는 실시간으로 획득하며, GPS의 수신 오차를 방지하기 위해 버튼을 클릭하면 획득한 위치 정보가 장소로 변환된다. 사용자가 자체 제작된 음악 플레이어에서 듣고 싶은 음악을 재생하게 되면 변환된 위치 정보와 시간 정보가 함께 데이터베이스에 저장된다. 사용자가 추천 시스템에서 현재 상황 정보에 대하여 추천되는 음악에 대한 정보를 알고 싶으면 추천

시스템 최적화 버튼을 통해서 현재 위치를 자동으로 추천 시스템에 등록한 다음, 추천 버튼을 통해서 Notification 서비스로 추천된 음악을 제공받게 된다.

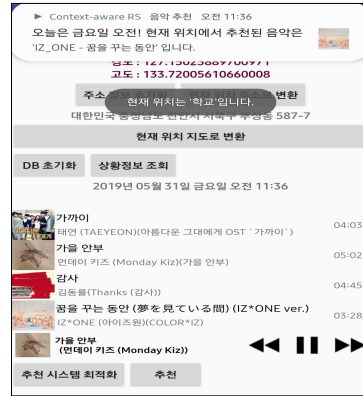


Fig. 3. [Program Capture] Recommended User Interface where Current Contextual Information is 'Friday', 'Morning', and 'School'.

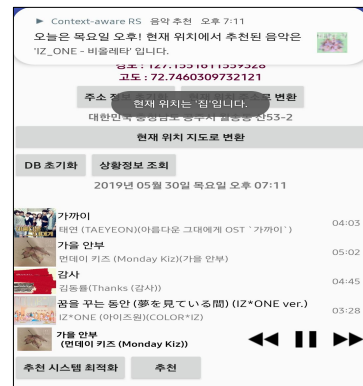


Fig. 4. [Program Capture] Recommended User Interface where Current Contextual Information is 'Thursday', 'Afternoon', and 'Home'.

Fig. 4는 현재 위치가 '집'이며, 현재 시간 정보가 '목요일', '오후'일 때 추천된 음악을 나타내는 사용자 인터페이스이다. 추천 시스템 최적화 버튼을 통해 등록된 위치 정보를 토대로 사용자에게 추천된 음악을 나타내는 것으로, 사용자는 어느 위치에서든 위치 정보 등록을 통해 추천 시스템에서 추천되는 음악을 제공받을 수 있다.

## 5. 실험 및 평가

사용자들이 일주일간 수집한 상황 정보를 바탕으로

5-fold Cross Validation을 진행하여 위치와 시간 정보에 따른 추천 시스템의 정확도를 측정하였다(Fig. 5 참고). 위치 정보는 우선 ‘학교’와 ‘집’의 정보만을 적용하였다.

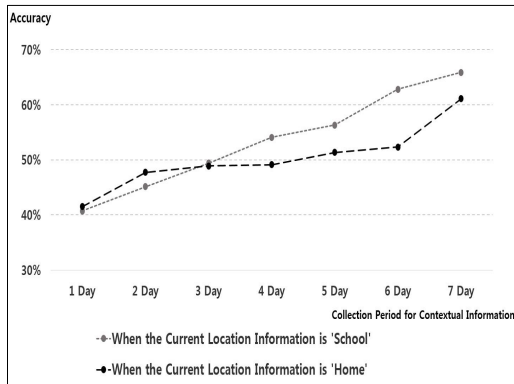


Fig. 5. Comparison of the Proposed Recommendation System in Accuracy

Fig. 5에서  $x$ 축은 상황 정보 수집 기간(1일~7일),  $y$ 축은 추천 시스템의 정확도를 나타낸다. 파란색 그래프는 현재 위치 정보가 ‘학교’ 일 때, 빨간색 그래프는 현재 위치 정보가 ‘집’ 일 때의 추천 정확도를 나타낸다.

2개의 그래프를 살펴보면, 상황 정보가 점차 누적될수록 전반적으로 제안한 추천 시스템의 정확도가 점차 높아짐을 알 수 있었다. 빨간색 그래프의 경우, 3일부터 6일까지 추천 시스템의 정확도의 변화가 별로 없는 이유는 해당 위치에서 제공된 정보(청취한 음악)의 양이 많지 않은데 기인한다.

## 6. 결론

본 연구에서는 사용자의 현재 위치 정보와 시간 정보에 대한 관계성 및 규칙들을 적용하여 실시간 상황에서 적합한 음악을 추천하는 시스템을 제안하였다.

연관규칙을 적용하여 상황에 따라 사용자에게 적합한 음악을 추천할 수 있었으며, 규칙들을 활용함으로써 추천 시스템의 정확도를 높일 수 있었다. 추후 다양한 위치 정보를 누적시킴으로써 추천 시스템의 정확도를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

## REFERENCES

- [1] R. Scoble & S. Israel. (2015). *Age of Context*. Goyang: JiAndSon.
- [2] E. N. Ko. (2015). *New an Introduction to Information and Communication*. Seoul: Hanbit Academy.
- [3] S. Masanori. (2017). *New IT Trend*. Seoul: Infopub.
- [4] H. Y. Ko & N. G. Kim. (2019). Performance Analysis of Detecting buried pipelines in GPR images using Faster R-CNN. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(5), 21–26.
- [5] I. B. Yang. (2019). A study on Driver-vehicle Interface for Cooperative Driving. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(5), 27–33.
- [6] H. S. Choi & Y. H. Cho. (2019). Analysis of Security Problems of Deep Learning Technology. *Journal of the Korea Convergence Society*, 10(5), 9–16.
- [7] D. B. Lee & J. H. Seo. (2019). Classification Performance Improvement of UNSW-NB15 Dataset Based on Feature Selection. *Journal of the Korea Convergence Society*, 10(5), 35–42.
- [8] Apple Inc. (2019). <https://www.apple.com/kr/apple-music/features>
- [9] M. Unger. (2015). Latent Context-aware Recommender Systems. *RecSys' 15 Proceeding of the 9th ACM Conference on Recommender Systems*, 383–386.
- [10] M. Unger, A. Bar, B. Shapira & L. Rokach. (2016). Toward Latent Context-aware Recommendation Systems. *Knowledge-Based Systems*, 104(2016), 165–178.
- [11] S. Rendle, Z. Gantner, C. Freudenthaler & L. Schmidt-Thieme. (2011). Fast Context-aware Recommendations with Factorization Machines. *SIGIR' 11 Proceedings of the 34th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, 635–644.
- [12] J. M. Luna, M. Pechenizkiy, M. J. D. Jesus & S. Ventura. (2018). Mining Context-aware Association Rules using Grammar-based Genetic Programming. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 48(11), 3030–3044.
- [13] M. Schedl. (2013). Ameliorating Music Recommendation: Integrating Music Content, Music Context, and User Context for Improved Music Retrieval and Recommendation. *MoMM' 13 Proceedings of International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia*, 3–10.
- [14] M. B. Magara, S. Ojo, S. Ngwira & T. Zuva. (2016). Mplst: Context-aware Music Playlist. *2016 IEEE International Conference on Emerging Technologies and Innovative Business Practices for the Transformation of Societies*, 309–316.
- [15] N. M. Villegas, C. Sanchez, J. Diaz-Cely & G. Tamura. (2017). Characterizing Context-aware Recommender Systems: A Systematic Literature Review.

- Knowledge-based Systems*, 140(15), 173-200.
- [16] N. R. Kim, H. B. Bang, B. Kim, S. H. Lee & J. H. Lee. (2016). Research Trends in Context-aware Recommender Systems. *Communications of KIISE*, 34(6), 22-29.
- [17] S. K. Gorakala. (2017). *Building Recommendation Engines*. Seoul: Acorn.
- [18] J. Han, M. Kamber & J. Pei. (2015). *Data Mining: Concepts and Techniques*. UiWang: Acorn.
- [19] M. Yao, B. Cao & J. Yin. (2011). Process Recommendation based on Association Rules and Transaction Context. *2011 International Conference on Internet Technology and Applications*, 1-5.
- [20] J. Bell. (2016). *Machine Learning*. Seoul: Gilbut.
- [21] S. W. Kim. (2017). *Step-by-step Android Programming*. Seoul: Hanbit Academy.
- [22] Naver Corp. (2019). *A Music Genre Encyclopedia*. <https://terms.naver.com/list.nhn?cid=62892&categoryId=62892&so=st1.dsc&viewType=&categoryType=>
- [23] Kakao Corp. (2019) <https://www.melon.com/>
- [24] I. K. Cheon. (2015). *Android Programming*. Paju: SaengNeung.

- 관심분야 : 인공지능, 컨텍스트 예측, 추천 시스템
- E-Mail : sylee@kongju.ac.kr



오 재 택(Jae-Taek Oh)

[정회원]

- 2015년 2월 : 대전대학교 IT경영공학과 (공학사)
- 2017년 2월 : 공주대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 컴퓨터공학과 (박사과정)
- 관심분야 : 인공지능, 추천 시스템
- E-Mail : ohjt15@kongju.ac.kr



이 상 용(Sang-Yong Lee)

[정회원]

- 1984년 2월 : 중앙대학교 전자계산학과 (공학사)
- 1988년 2월 : 일본동경공업대학대학원 종합이공학연구과 (공학석사)
- 1988년 3월 ~ 1989년 2월 : 일본 NEC 중앙연구소 연구원
- 1993년 2월 : 중앙대학교 일반대학원 전자계산학과 (공학박사)
- 1996년 9월 ~ 1997년 8월 : University of Central Florida 방문교수
- 1993년 8월 ~ 현재 : 공주대학교 컴퓨터공학부 교수