

클라우드를 활용한 메타버스 환경에서의 공연 사용료 징수 시스템

이지은¹, 신용태²

¹승실대학교 컴퓨터학과

²승실대학교 컴퓨터학부

lhsgsse10@soonsil.ac.kr, shin@ssu.ac.kr

Performance royalties collection system in a metaverse environment utilizing the cloud

Ji-Eun Lee¹, Yong-Tae Shin²

¹Dept. of Computer, Soongsil University

²Dept. of Computer Science, Soongsil University

요 약

코로나 19(Covid-19) 이후 다가올 미래의 글로벌 신성장산업으로 주목받고 있는 메타버스의 기술이 발전함에 따라 다양한 법적 문제가 떠오르고 있다. 그 중에서도 공연 사용료 징수 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 대용량 처리와 저장, 그리고 유연한 서비스를 제공해줄 수 있는 클라우드와 XGBoost를 활용하여 메타버스 환경에서 사용자에게 공연 사용료의 투명성과 편리성을 제공하는 공연 사용료 징수 시스템을 제안한다.

1. 서론

코로나 19(Covid-19) 이후 다가올 미래의 글로벌 신성장산업으로 주목받고 있는 ‘메타버스(metaverse)’는 초월을 의미하는 ‘메타(meta)’와 세계 또는 우주를 의미하는 ‘유니버스(universe)’의 합성어로 가상과 현실이 융·복합되어 사회·경제·문화 활동과 가치 창출이 가능한 디지털 세계이다[1]. 2024년 2월 과학기술정보통신부는 디지털 분야 핵심 기술인 메타버스 산업 진흥을 위해 총 1,197.2억원을 지원한다고 발표하였다[2]. 이 외에도 2024년 1월 롯데정보통신과 자회사인 칼리버스(CALIVERSE)는 미국 라스베이거스 컨벤션 센터에서 진행된 가전·IT 전시회 CES 2024에서 초 현실주의 실감형 메타버스를 공개하였다[3]. 이는 ‘버추얼 스토어(Virtual store)’, ‘버추얼 공연(Virtual performance)’ 등을 보다 고도화 시켜 리얼리티를 극대화한 차세대 메타버스 플랫폼 ‘칼리버스’의 런칭 버전과 함께 인공지능(AI) 신기술을 공개하였다. 구체적으로 칼리버스는 PC, VR 3DTV 및 모바일 데모존을 통해 극사실적인 그래픽과 실사를 융합하여 롯데 면세점, 하이마트, 세븐일레븐 등 가상 쇼핑몰과 K-POP 공연 및 EDM 스테이지 등 엔터테인먼트 콘텐츠를 선보였고 리얼타임 렌더링 그래픽(공간)과 3D실사(인물)를 실

시간으로 합성하는 AI 활용 기술을 통해 구현하여 주목을 받았다. 이 기술을 통하면 쇼핑 호스트나 아이돌, DJ와 같은 아티스트가 카메라를 통해 자신의 모습 그대로 메타버스 공간에 실시간으로 등장하여 아바타로 참여한 다른 사용자들과 소통하면서 상품을 판매하거나 공연을 펼치는 것이 가능한 기술이다. 이렇듯, 메타버스를 활용한 기술이 꾸준히 발전하고 있으며 행사들도 많아지고 있다. 대표적으로 글로벌 걸그룹 에스파(aespa)는 글로벌 가상현실 콘서트 전문 기업인 어메이즈VR(AmazeVR)과 함께 VR 콘서트를 진행하였고, 에스파 VR 콘서트는 미국 텍사스에서 열린 글로벌 최대 규모의 음악 컨퍼런스 SXSW(South by Southwest)에 공식 초청되기도 하였다[4]. 그러나 이러한 사회변화로 메타버스 환경에서는 다음 [그림 1]과 같은 법적 문제가 떠오르고 있다.

창작물 저작권	창작물에 대한 권리 귀속 및 제3자 저작권 침해
상표권 침해	구찌, 프라다 등 각종 패션 브랜드 ‘짝퉁’ 유통 시 상표법 위반 여부
개인정보 보호	메타버스에서 수집되는 개인정보 성격 모호
국가관 관할 문제	해외 플랫폼에서 발생하는 외국인-한국인 간 분쟁
공연 사용료 징수	메타버스 공연료 관련 저작권 단체와의 징수·분배
아바타 법적 지위	아바타의 채무 불이행, 폭행, 명예훼손 등 불법행위 관련 현실 법령 적용 여부

[그림 1] 대두되는 메타버스 법적 문제

이 중에서도 공연 사용료 징수에 해당하는 음악 저작권 침해 사례로 전미음악출판협회(NMPA)가 로블록스(LOBLOX)를 상대로 2000억원 규모의 음악 저작권 침해 손해배상 소송을 제기한 바 있다. 로블록스가 메타버스 플랫폼 내에서 가상의 음악 재생장치를 통해 라이선스에 따른 대가 지불 없이 무단으로 음악저작물을 이용해왔다는 이유에서였다[5]. 이와 같은 사례는 음악 저작권 침해가 발생하고 있으며, 앞으로도 지속적인 음악 저작권 침해가 발생할 수 있음을 알 수 있다.

따라서 본 논문에서는 대용량 데이터 처리와 저장, 그리고 유연한 서비스를 제공해줄 수 있는 클라우드와 XGBoost를 활용하여 메타버스 환경에서 사용자에게 공연 사용료의 투명성과 편리성을 제공하는 공연 사용료 징수 시스템을 제안한다.

2. 관련 연구

본 장에서는 학습시킬 데이터셋이 주어졌을 때, 음악을 식별하고 장르별로 분류해줄 머신러닝 모델을 살펴본다.

2.1 XGBoost

XGBoost[6]는 eXtreme Gradient Boosting의 약자로 여러 개의 약한 결정트리를 조합해서 사용하는 앙상블(ensemble)기법 중 하나이다. Gradient Boost가 대표적이며, 이를 병렬화 및 분산화를 수행하여 기존의 트리 기반 알고리즘에 비해 학습 시간을 획기적으로 줄여 효율적인 계산이 가능하게 하였다.

n 개의 sample과 m 개의 변수(특징)를 가진 데이터셋은 다음 (식 1)과 같이 표현된다.

$$D = \{(x_i, y_i)\} \quad (|D| = n, x_i \in R^m, y_i \in R) \quad (\text{식 1})$$

이때 트리 앙상블 모델(\hat{y}_i)은 k 개의 트리를 사용하여 결과를 예측하며 (식 2)와 같이 표현된다.

$$\hat{y}_i = \phi(x_i) = \sum_{k=1}^K f_k(x_i), f_k \in F \quad (\text{식 2})$$

k = 트리의 개수
 f = 트리 (F 에 속하는 함수)

다음 (식 3) F 는 CART(classification and regression trees)라고 불리는 회귀 나무 공간을 나

타내는 식이다.

$$F = \{f(x) = w_{q(x)}\} \quad (q: R^m \rightarrow T, w \in R^T) \quad (\text{식 3})$$

위 (식 3)에서 T 는 트리 leaf의 개수이고 w 는 트리의 leaf에서의 정수 벡터, q 는 데이터 포인트에 해당하는 leaf에 할당하는 함수이다. 그리고 $f(x)$ 는 트리 구조 q 와 트리 leaf 가중치에 해당하는 w 에 대응되며 i 번째 leaf의 점수를 나타내기 위해 w_i 를 나타낸다. 모델에서 사용된 함수 집합을 학습하기 위해 다음 (식 4)와 같은 정규화된 목적함수를 최소화한다.

$$L(\phi) = \sum_i l(\hat{y}_i, y_i) + \sum_k \Omega(f_k) \quad (\text{식 4})$$

l = 예측 \hat{y}_i 와 실제 값 y_i 의 차이를 측정하는 미분 가능한 블록 손실 함수

다음 (식 5)는 모델의 복잡성(f_k 인 회귀 트리 함수)을 조절하는 정규항으로 최종 학습된 가중치를 조절하여 과적합을 방지한다.

$$\Omega(f) = \gamma T + \frac{1}{2} \lambda \|w\|^2 \quad (\text{식 5})$$

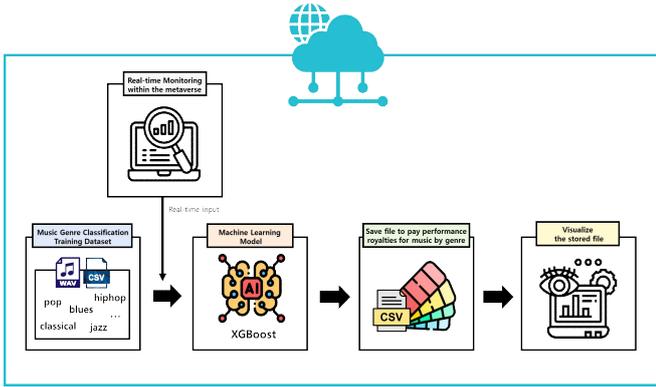
(식 4, 5)의 트리 앙상블 모델은 함수들을 파라미터로 가지며 전통적인 방법을 사용하여 최적화할 수 없기 때문에 Gradient 방법을 이용한다.

$$L^{(t)} = \sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i^{(t-1)}) + f_t(x_i) + \Omega(f_t) \quad (\text{식 6})$$

위 (식 6)을 통해 t 번째 목적함수를 최소화하기 위하여 f_t 를 추가하여 t 번째의 손실함수를 정의할 수 있다.

3. 제안

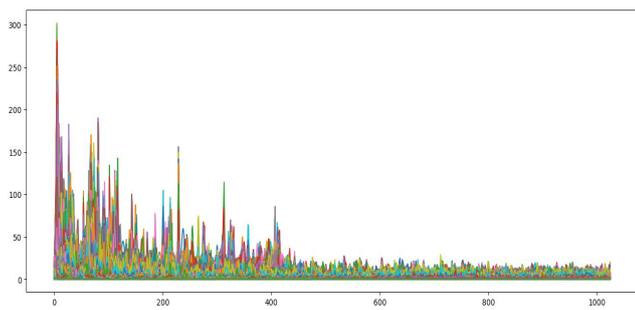
클라우드와 XGBoost를 활용하여 메타버스 환경에서 음악을 식별하고 장르별로 분류한다. 이후 장르별로 분류된 음악의 사용료를 책정하고 사용자에게 시각화하여 제공하는 시스템을 [그림 2]와 같이 제안한다.



[그림 2] 제안하는 시스템 구조

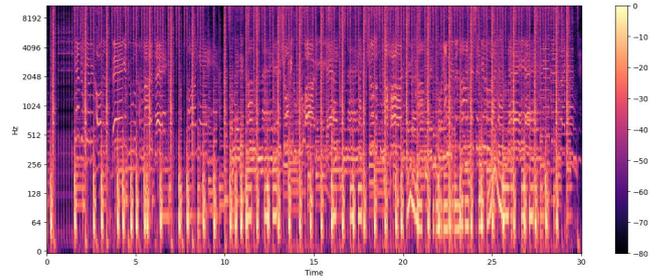
제안하는 시스템에서 구글 클라우드를 활용하여 음악을 식별하고 장르별로 분류해줄 XGBoost를 학습시키기 위한 오디오 데이터셋은 Kaggle을 이용하였다. 이 데이터셋은 jazz, classical, pop, hip-hop, rock 등 여러 가지 장르들의 음악 파일(wav)과 각 음악에 대한 Mel-Spectrogram 이미지, 3초 단위의 오디오 feature와 30초 단위의 오디오 feature를 분석한 CSV 파일을 포함하고 있다. 학습될 XGBoost는 CSV 파일로부터 음악의 특징을 추출하고, 이를 바탕으로 장르를 예측한다.

다음 [그림 3]은 장르 pop에 해당하는 음악 파일 중 하나를 가져와 시간 영역 데이터를 주파수 영역으로 변경한 그래프이다. y축은 주파수(로그 스케일), color축은 데시벨(진폭)을 나타낸다.

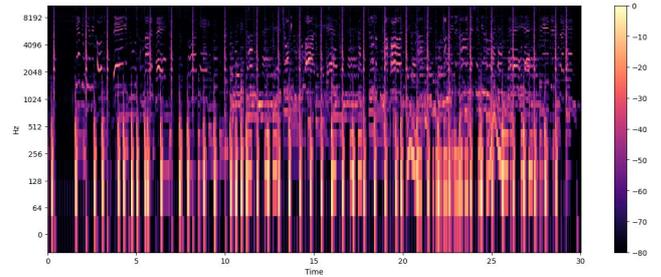


[그림 3] Fourier Transform

다음 [그림 4]는 [그림 3]에 사용된 음악 파일로 시간에 따른 주파수 성분을 그래픽으로 표현한 것이고 [그림 5]는 [그림 4]를 Mel scale로 변환하여 주파수 축을 Mel scale로 변환한 것이다. 여기서 Mel scale은 인간의 청각 특성에 기반하여 주파수를 변환한 것이다.



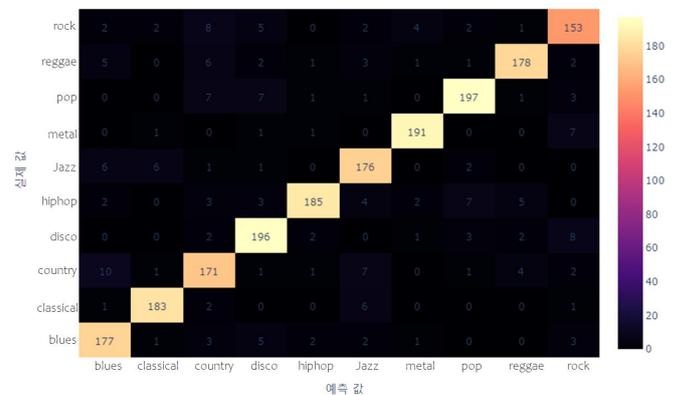
[그림 4] Spectrogram



[그림 5] Mel-Spectrogram

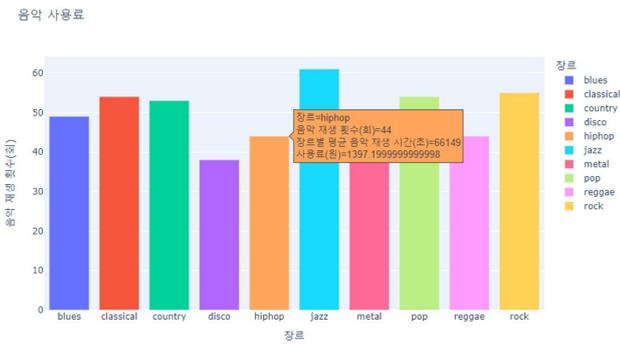
다음 [그림 6]은 XGBoost를 학습하여 음악 파일을 장르별로 분류한 결과이다. 가로축은 예측한 값, 세로축은 정답 값으로 검정색 칸에 해당하는 숫자들은 모델이 잘못 분류한 곡들의 수를 나타낸다.

음악 장르 식별 결과 (Accuracy: 0.90)



[그림 5] XGBoost 음악 장르별 분류 결과

학습된 모델의 정확도는 0.90으로 잘 분류되었음을 알 수 있다. 이렇게 학습된 모델은 이후 음악이 재생된 파일명, 재생 횟수 및 시간을 각 장르별로 카운팅하여 책정된 공연 사용료를 계산하고 이를 CSV 파일로 저장한다. 이렇게 저장된 CSV 파일은 웹 브라우저에서도 구현할 수 있는 Plotly 라이브러리를 통해 시각화하여 사용자에게 제공한다.



[그림 6] 장르별 음악 사용료

[그림 6]은 한국음악저작권협회가 메타버스 내 저작물 사용료를 부과하는 방식 중 주문형 스트리밍 서비스의 경우에 해당하는 1.4원(곡당 단가)×이용횟수×지분율[8]에서 지분율을 제외한 나머지를 적용하여 랜덤하게 수집된 500곡의 장르를 분류하고 각 장르별로 책정된 음악 재생 횟수와 총 시간(초)과 그에 따른 사용료를 계산하여 시각화한 화면이다.

음악 재생 기록

장르	노래 파일 이름	재생 시간(초)	재생 날짜
disco	disco.00080.9.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
disco	disco.00022.7.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
disco	disco.00048.8.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
disco	disco.00080.4.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
disco	disco.00039.1.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
disco	disco.00011.9.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
disco	disco.00033.2.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
hiphop	hiphop.00062.3.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
hiphop	hiphop.00063.6.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
hiphop	hiphop.00010.1.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
hiphop	hiphop.00014.1.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
hiphop	hiphop.00074.2.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
hiphop	hiphop.00010.3.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
hiphop	hiphop.00094.2.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
hiphop	hiphop.00034.6.wav	66149	2024-04-09 05:47:59
hiphop	hiphop.00017.7.wav	66149	2024-04-09 05:47:59

[그림 7] 사용된 음악 재생 기록

[그림 7]은 음악이 재생됐을 때 재생한 곡의 장르, 파일 이름, 재생된 음악의 시간(초), 재생된 날짜 및 시간을 따로 저장하여 시각화한 그림이다.

4. 결론

본 논문에서는 클라우드를 활용하여 메타버스 환경에서 음악을 식별하고 장르별로 분류한 결과를 시각화하여 사용자에게 공연 사용료의 투명성과 편리성을 제공하는 공연 사용료 징수 시스템을 제안하였다. 하지만 다양한 소리와 요소로 이루어진 음악을 정확하게 식별하고 장르별로 분류하지 못한 경우 사용된 음악을 제대로 책정하지 못하는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 실시간 분석 및 모니터링 기술을 접목하여 음악의 식별과 장르별 분류의 정확성을 높여 본 연구의 한계점을 개선할 것이다.

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2024-2020-0-01602)

참고문헌

- [1] Joon-Sung Bang “The Era of Metaverse is Coming.” National Assembly Future Institute, Future Column. October 6, 2021 <http://www.nafi.re.kr/new/contribution.do>
- [2] Kyung-Ae Kim “Ministry of Science and ICT provides a total of 119.72 billion won in support to Metaverse in 2024”. (February 28, 2024) https://m.boannews.com/html/detail.html?tab_type=1&idx=127127
- [3] Jo-Hak Dong “[CES 2024] Lotte officially announces ultra-realistic metaverse. The virtual world’s assault on reality has begun”. (January 10, 2024) <https://www.donga.com/news/It/article/all/20240110/122977204/1>
- [4] Jae-Hoon Lee “‘Metaverse Group’ Espa holds VR concert”. (September 21, 2023) https://mobile.newsis.com/view.html?ar_id=NI_SX20230921_0002460003#_PA
- [5] Soo-Hyun Kyung “Roblox music copyright infringement lawsuit filed for 200 billion won”. (June 10, 2021) <https://www.yna.co.kr/view/AKR20210610056400009>
- [6] T. and Guestrin, C., XGBoost: A scalable tree boosting system. In proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining , pp. 785-794, 2016
- [7] Jeong-Weon Park., Visualization of Literature Resources and Establishment of Service Platform. Korea Journal of Chinese Language and Literature , 92, 85-112, 2023
- [8] Jeong-in Park, Korea Copyright Commission. “Trends and Issues in Copyright Protection and Review Vol. 2”. (May 2022). PDF File.