

멜로디 기반의 음악추천 알고리즘 개발 연구

정재홍 (지도교수:이종욱)

성균관대학교

ferrari26@skku.edu

Music Recommendation through music fingerprint

Jung Jae Hong (Assistant prof, Lee Jong Wook)

SungkyunkwanUniversity

요 약

다양한 음원 플랫폼의 등장은 각 음원 플랫폼 특유의 음악추천시스템이 만들어지는 계기가 되었다. 하지만, 기존 음악추천시스템은 사용자가 좋아하는 가수, 장르에만 국한된 추천 시스템을 가지고 있어, 편향된 추천 또는 들어보지 못한 장르에 대한 추천은 거의 전무했다. 이를 극복하기 위하여 사용자가 좋아하는 음원의 멜로디를 분석하여 이와 유사한 음원을 추천하여 사용자의 만족도를 증가시키고 동시에 아티스트들이 어떠한 음악을 청취자들이 좋아하는 것도 가능할 것이라고 생각된다.

I. 서 론

다양한 음원 플랫폼의 등장은 다양한 음악 추천 알고리즘을 만들어내었다. 하지만, 현재 사용되는 음악 추천 알고리즘의 문제는 사용자가 좋아요를 표시한 음악과 동일한 아티스트의 음악 추천 또는 동일한 장르의 음악만 추천하는 문제가 있다. 이로 인하여 많은 사용자가 음악 추천 알고리즘에 대한 만족감이 낮은 상황이다. 논문의 저자는 이러한 상황을 극복하기 위하여 멜로디를 기반으로 하는 음악 추천 알고리즘을 고안해내었다. 이러한 아이디어는 평소 들던 노래들의 특징을 살펴보면, 비슷한 멜로디 또는 음역대의 음악들이라는 것에서 착안한 것이다. 또한, Shazam과 같은 유명한 음악 검색 프로그램에서 사용하는 Music Fingerprint 역시 이것을 가능하게 하였다. 기본적으로 Music Fingerprint를 분석하여 이를 통해 추출한 Spectrogram에서 사용자가 좋아하는 음악의 패턴을 분석하고, 사용자가 좋아하는 주파수 대를 분석하여 Database에 저장되어 있는 음악들 중 청취자가 좋아하는 음악을 찾아주는 것이 주된 아이디어이다. 기존에 좋아하던 음악과 추천해준 음악의 유사성을 파악하는 것에 중점을 두었으며, Spectrogram을 어떻게 해석할 것인지도 함께 살펴볼 것이다. 또한, 개인의 취향을 반영하는 부분인만큼 개인정보보호와도 밀접한 관계가 있으므로, 이러한 부분에서 개인정보보호를 어떻게 달성할 수 있는지도 이번 논문을 통해서 함께 확인해볼 예정이다.

II. 본론

2.1 전체적인 시스템 구성

이 추천프로그램을 구현하기 위한 전체적인 요약도는 다음과 같다.

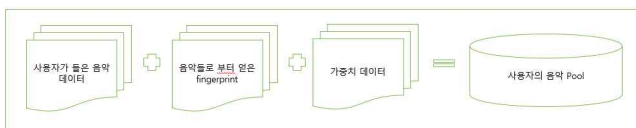


그림1 전체적인 시스템 구성도

이를 이용할 때 기본적으로 Music fingerprinting 알고리즘은 레이블이 붙어있지 않은 일정 짧은 부분의 내용을 통하여 짧은 링크를 만들어내는 역할을 해야만 한다. 다음으로 각 데이터베이스에서 노래를 찾아내기 위해서는 Fingerprint를 Hash value로 연결시킬 수 있어야 한다. 간단히 말하여 Music fingerprinting은 해당 오디오 콘텐츠의 압축된 요약으로 볼 수

있는데, 수학적으로 보았을 때, fingerprint의 기능 F 는 많은 수의 비트로 구성된 오디오 객체 X 를 제한된 비트 수의 fingerprinting에 맵핑해야 한다. 이제 이것을 맵핑하는 함수를 해쉬 함수라고 하면, 각각의 $H(X)$, $H(Y)$ 를 이용하여 두 개의 객체 X, Y 를 비교할 수 있게 된다. 이를 이용하기 위하여 우선 Music Fingerprint를 이용하여 Spectrogram을 완성시키는 것이 중요하다. 만약, 우리가 분석하려고 하는 음악이 24-bit, stereo, 128.1kHz라고 가정해보면 다음과 같은 단위 변환법을 이용해볼 수 있다.

- $24\text{-bit} = 2\text{byte per channel(left/ right)}$
 $= 6\text{bytes per sample}$
- The sample rate is 128100 samples per second
- One "sample" is $1/128100^{\text{th}}$ of a second long
 (or $1/128^{\text{th}}$ of a millisecond)
- 128100 samples represent 1 second, which is worth 216400 bytes

이를 이용하여 Spectrogram을 만들어낼 수 있다.

2.2 Spectrogram형성

음악 시그널을 PCM을 이용하여 가공한 뒤 Spectrogram으로 만들 때, 디지털 시그널 평가 과정을 거치게 되며, 이때 나오는 spectrogram은 모든 시그널들이 일정한 시간 동안 나타내는 밀도를 실제로 보여주는 것이다. 이때 여러 단계를 거치게 되는데, 가장 먼저 Input signal을 접칠 수 있는 프레임으로 쪼개는 것이다. 각각의 프레임들은 Fast Fourier Transform을 거치게 되며 이를 통해 접치는 밀도의 도메인 없이 각각의 음으로 쪼개지게 된다. 푸리에 변환을 통하여 각각의 음악 시그널들은 완벽하게 분해되어 서로 다른 두 개의 아웃풋을 나타내게 된다. 다음으로 이 Spectrogram을 통하여 나온 것을 분석해야 하는데 밴드 필터링을 거치면 된다. 만약, 한 사람이 듣는 노래에 비슷한 주파수대의 음악이 많다면 이 사람의 선호 주파수를 확인할 수 있다. 창모의 Meteor라는 음악을 분석하면 다음과 같은 Spectrogram을 얻을 수 있다.

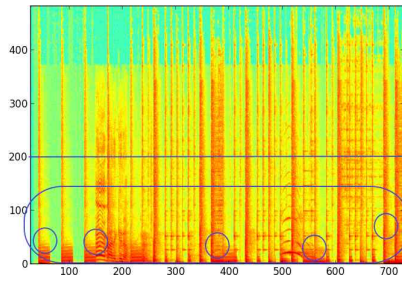


그림2 창모-Meteor의 Spectrogram에서 사용자가 부분

공간에 구현된 음악을 Spectrogram을 통하여 2-D에서 데이터 분석을 위한 세트로 만들 수 있는 것은 굉장히 중요한 사실이다. [그림2]에서 동그라미로 표시된 부분은 사용자가 듣는 음악이 저역대에 집중되어 있는 것을 알려주고 있으며, 진하게 표시된 부분에서 사용자의 특징을 명확하게 찾을 수 있다는 것이다. 다른 노래들에서 이러한 특징을 찾은 뒤 가장 유사한 음악을 추천해준다면 사용자의 만족이 증가한 것을 알 수 있다.

2.3 사용자의 만족도 평가 및 개인정보보호

기존에 사용하던 음악 프로그램 *

내 답변

기존 음악 추천 시스템의 만족도 (1점~5점)

☐ 1점
☐ 2점
☐ 3점
☐ 4점
☐ 5점
☐ 기타: _____

현재 음악 추천 시스템의 만족도 (1점~5점)

☐ 1점
☐ 2점
☐ 3점
☐ 4점
☐ 5점
☐ 기타: _____

추천된 음악 중 기존에 들어본 음악이 있는가?

☐ 아예 없다.
☐ 일부 존재한다.
☐ 완벽하게 일치한다.

[그림3] 사용자의 만족도를 평가할 수 있는 설문지

위 설문지에서 가장 중요하게 생각하는 평가 항목 중 가장 가장 마지막 항목은 추천 시스템의 주된 문제라고 생각이 되어지는 콜드 스타트가 이 시스템내에서도 일어나고 있는지를 확인하는 것이다. 다음으로 개인의 선호도를 파악하고 이를 저장 그리고 설문을 통한 개인의 성향을 분석함에 있어 수많은 개인정보를 사용한다는 것이다. 음악의 선호도를 확인하는 것 또한 개인에 대한 정보를 알 수 있기 때문에 보안에 각별히 신경을 써야 하는데 우선 각 음악이 저장되게 되는 데이터베이스의 경우, 대중적으로 공개된 음악을 분석하여 저장하는 것이기 때문에 큰 의미에서 암호화가 필요하지는 않다. 하지만, 개인이 자주 듣는 음악을 확인하는 과정에서 사전에 이러한 데이터가 데이터 분석에 사용될 수 있다는 것을 고객에게 고지해야 한다.

III. 결론

표1 사용자의 만족도를 평가할 수 있는 설문지

기존 음악 프로그램	기존 음악 추천 시스템 만족도	현재 음악 시스템 만족도	기존에 들어본 음악이 있는가?
Apple music	2	4	완벽하게 일치한다.
Spotify	4	4	일부 존재한다.
Genie	1	2	완벽하게 일치한다.
평균	2.3	3.3	

기존의 음악 추천 프로그램과 이번에 완성된 프로그램을 통해 많은 수는 아니지만, 아주 간단한 DB를 통해 음악을 추천해준 결과 기존보다는 조금 나은 정도의 추천 만족도를 얻을 수 있었다. 이를 더 보완시켜 나간다면 충분히 좋은 알고리즘을 만들 수 있을 것이라고 생각한다.

위 결과는 학부생이 만들어낼 수 있는 데이터베이스의 양이 부족함에 따라 만족할 수 있는 결과를 얻기가 어려웠다. SQL을 이용한 데이터베이스 구축에 필요한 서버를 구하는 것도 불가능하며, AWS를 통해 서버를 구축하는 것 또한 추가적인 비용이 추가되었고 현실적인 장벽을 극복하기가 어려웠다. 하지만, 시간적 물리적 문제를 해결할 경우 만족할 수 있는 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각한다. 기존의 시스템들은 편향적인 추천 즉, 콜드 스타트로 인하여 새로운 음악을 접하는 것이 어려웠다. 수많은 음악 DB를 이용하여 Music Fingerprint를 이용한 Spectrogram을 만들어내어 각 음악을 Hash 값으로 저장할 수 있다면 좋은 음악 추천 알고리즘이 될 수 있을 것이라고 생각한다. 또한 개인 사용자의 취향을 통해 수많은 아티스트가 사용자의 성향을 파악하여 대중에게 인정받을 수 있는 음악을 만드는 것 또한 가능하다고 생각한다. 최근 시작한 정보보호 분야 일로 인하여 정보보호 분야에도 관심이 높아졌고, 사용자의 데이터를 보호하는 것이 중요해지는 시기, 이러한 개인의 취향을 나타내는 데이터를 암호화하는 것 또한 추가적으로 진행해야 할 연구라고 생각된다.

4. 참고문헌

- [1] The Netflix Recommender System : Algorithms, Business Value, and Innovation (CARLOS A. GOMEZ-URIBE and NEIL HUNT, Netflix, Inc)
- [2] <https://research.atspotify.com/blog/> (Spotify R&D | Research)
- [3] 소비자 감성 분석 기반의 음악 추천 알고리즘 개발(이승준, 서봉균, 박도형 2018.12)
- [4] 유튜브 추천 알고리즘으로 인한 필터버블 현상 연구(2020, 신유진)
- [5] 음악청취 상황에 따른 감성 기반 음악 추천 모델 평가 연구 : 스포티파이 음악추천 알고리즘을 중심으로(2020, 이세환, 이주환)
- [6] Music Recommender System Based on Genre using Convolutional Recurrent Neural Networks(2019, Adiyansjah, Alexander A S Gunawan, Derwin Suhartono)
- [7] Deep Learning in Music Recommendation Systems (2019, Markus Schedl)