
OK Mugle!

장르부터 멜로디까지,
Content-based Music Recommendation

이광록, 이성범, 김권호, 박한나, 이승주, 이예림, 주지훈



Contents

01 Motivation

02 Process

03 Model

04 Retriever(Embedding)

05 Ranking

06 Result

07 Web

08 Improvement

Motivation

문제 정의



노래 추천 사이트는 많지만,
‘유사한 노래’란 무엇일까?

문제 정의

유사한 노래?

- ✓ 유사한 멜로디의 노래
- ✓ 비슷한 분위기의 노래
- ✓ 유사한 상황에서 듣는 노래
이별, 여행 등
- ✓ 비슷한 장르의 노래
힙합, 발라드 등

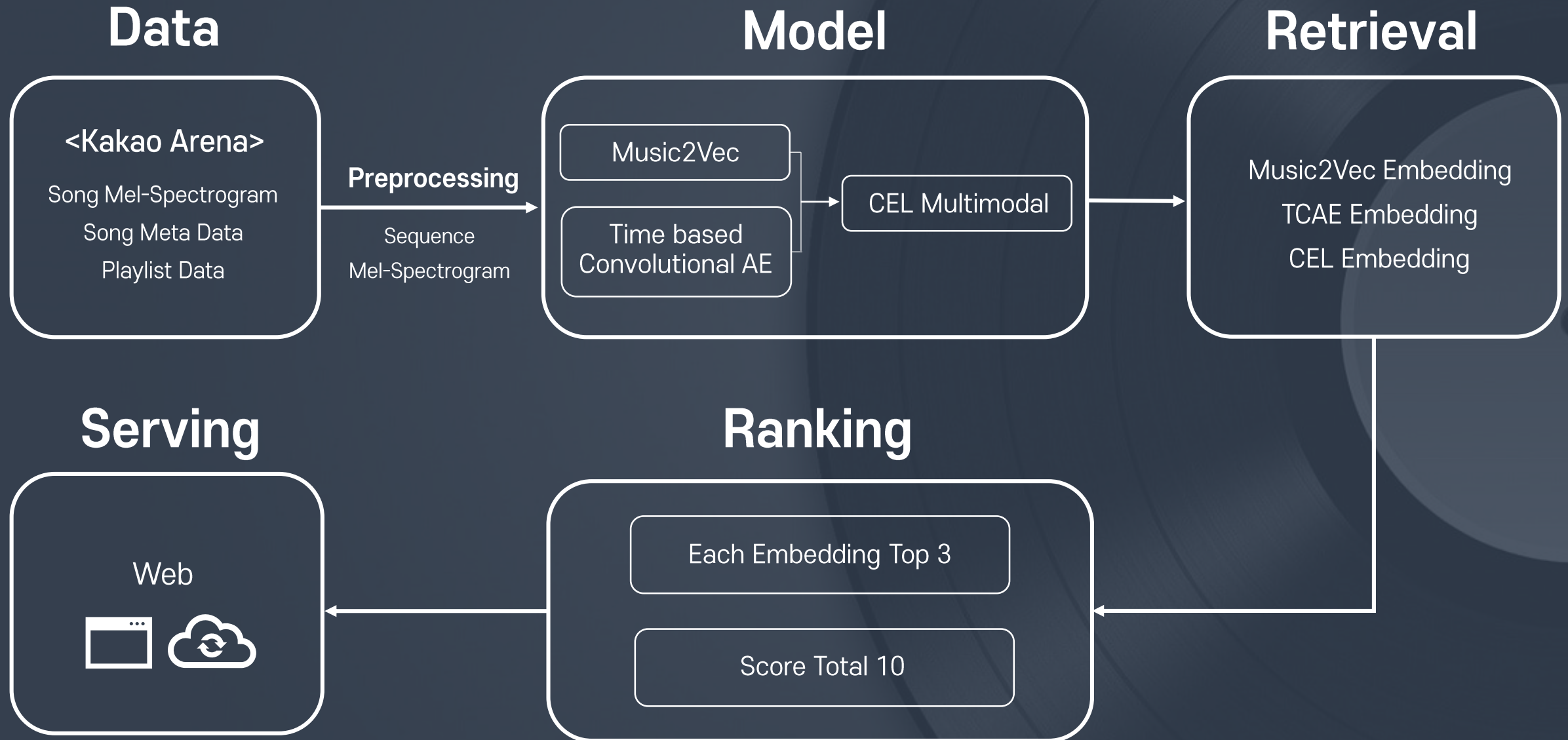


유사한 노래에 대한 정의가
다양하기 때문에 이에 맞는
다양한 Embedding을 생성해보자!

사용자가 선택한 노래와 유사한 노래 추천

유명한 노래 뿐만 아니라, 사용자가 다양한 경험을 할 수 있도록
숨은 명곡과 같이 잘 알려지지 않은 노래도 추천할 수 있도록 구현

Process



Data

전체 데이터

- Kakao Arena “Melon Playlist Continuation” 대회 데이터

Song Mel-Spectrogram

- 주파수 단위를 Mel 단위로 바꾼 Spectrogram
- 각 노래마다 약 30초 분량의 Mel-Spectrogram



Data

Song Meta Data

- 707,989개의 곡에 대한 메타데이터
- 곡 제목, 앨범 제목, 아티스트명, 장르, 발매일, 곡 ID, 아티스트 ID, 앨범 ID

상세 장르 코드	곡 발매 일자	앨범 명	앨범 아이디	아티스트 아이디	곡 명	대분류 장르코드	아티스트 명	곡 아이디
[GN1802, GN1801]	20110824	그남자 그여자	2008470	560160	그남자 그여자	[GN1800]	[Juse Law]	0
[GN0901]	19860000	True Colors	44141	[11837]	Change of Heart	[GN0900]	[Cyndi Lauper]	1
...
[GN0901]	20180518	Hit	4698747	[3361]	Solsbury Hill (Remastered 2002)	[GN0900]	[Peter Gabriel]	707987
[GN0601, GN0604]	19980000	김경호 Live	34663	[895]	Queen 명곡 멜로디	[GN0600]	[김경호]	707988

Data

Playlist Data

- 멜론 DJ가 만든 플레이리스트
- 플레이리스트 제목, 플레이리스트에 수록된 곡, 플레이리스트에 달려있는 태그 목록, 플레이리스트 좋아요 수, 플레이리스트가 최종 수정된 시각

태그	id	플레이리스트 제목	수록곡	좋아요 수	최종 수정 시각
[락]	61281	여행같은 음악	[525514, 129701, 383374, 562083, 297861, 13954...	71	2013-12-19 18:36:19.000
[추억, 회상]	10532	요즘 너 말야	[432406, 675945, 497066, 120377, 389529, 24427...	1	2014-12-02 16:19:42.000
...
[카페, 잔잔한]	76951	편하게, 잔잔하게 들을 수 있는 곡	[83116, 276692, 166267, 186301, 354465, 256598...	17	2017-08-28 07:09:34.000
[댄스]	27616	추억의 노래 ㅋ	[159327, 553610, 5130, 645103, 294435, 100657,...	9	2011-10-25 13:54:56.000

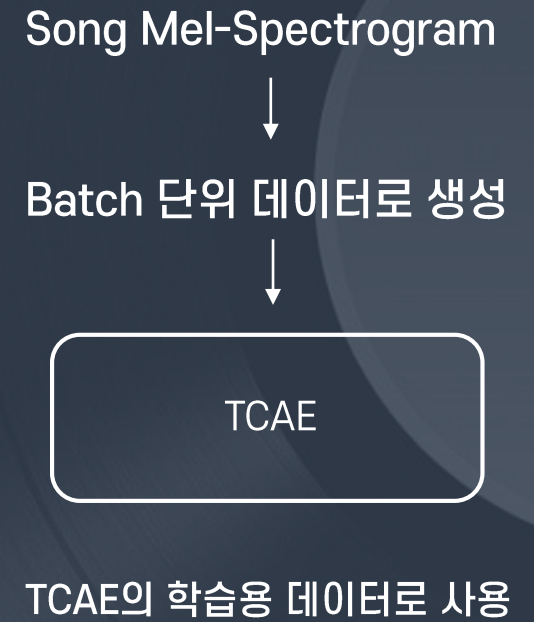
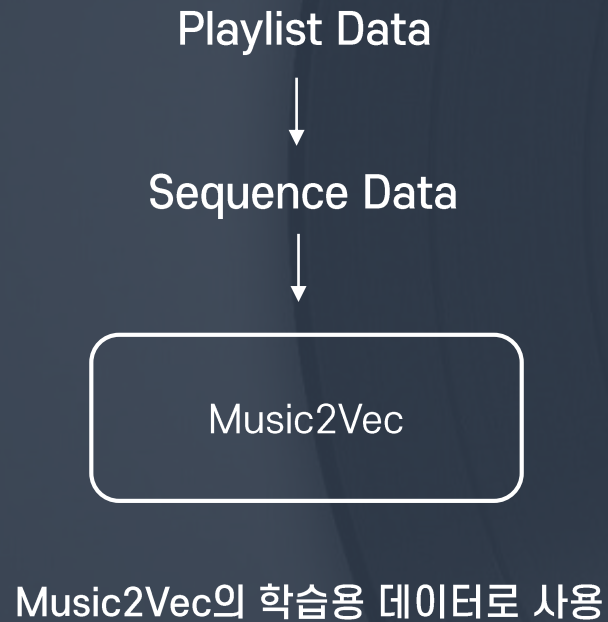
Preprocessing

앨범 명	곡 명	아티스트 명	곡 아이디
사랑의 불시착 OST Part 11	마음을 드려요	[아이유]	579511
사랑의 불시착 OST	마음을 드려요	[아이유]	614672

← 삭제

중복 노래, 불필요한 노래 제거 등
기본적인 노래 전처리 진행

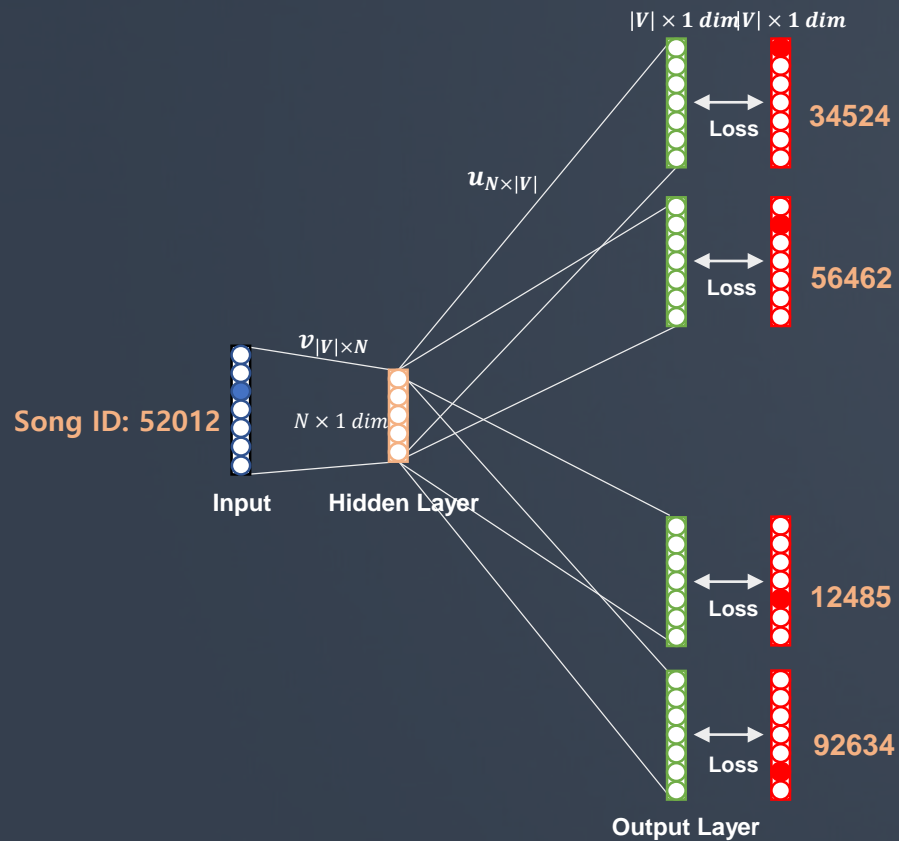
707,989개 → 169,112개



Model

Music2Vec

- Word2Vec 알고리즘을 활용한 유사 장르 노래 추출 모델



- 1 Input Data로 Playlist Data를 활용
 - 2 Word2Vec 의 Skip-Gram 알고리즘을 활용
- ➔ 장르, 분위기, 태그 등의 특성을 반영할 수 있는 임베딩 생성

Music2Vec

- 기존 Word2Vec에서 단어가 아닌 노래 Id를 넣어 SkipGram을 적용
→ 중심 노래가 주어졌을 때 주변 노래가 나타날 확률을 최대화
- 10개의 Window 단위로 플레이리스트의 노래를 학습

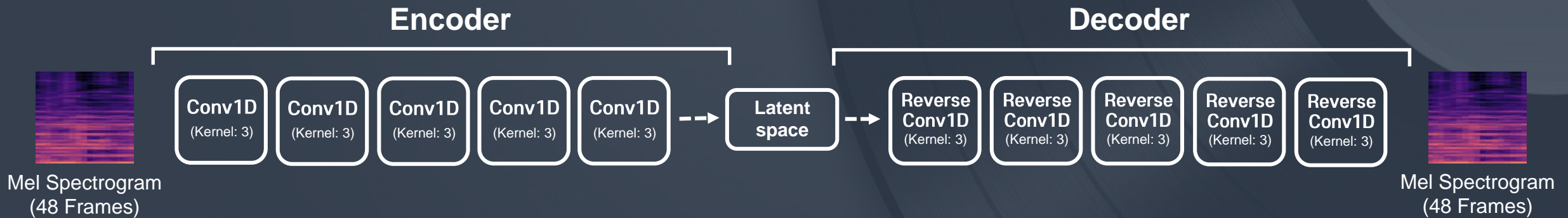
$$\mathcal{L}_{Skip-gram} = - \sum_{j=0, j \neq m}^{2m} u_{c-m+j}^T v_c + 2m \log \sum_{k=1}^{|V|} \exp(u_k^T v_c)$$

- 효율적인 학습을 위하여 Negative sampling 알고리즘 적용
→ 전체 노래의 빈도수를 기반으로 전체 노래가 아닌 일부 노래만 뽑아서 모델을 학습

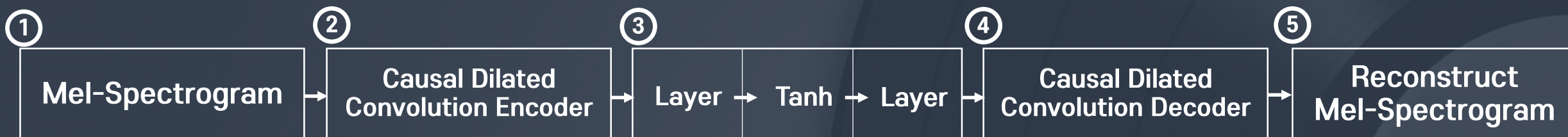
$$p(w_i) = \frac{f(w_i)^{3/4}}{\sum_{j=0}^n f(w_j)^{3/4}}$$

Time Convolutional Autoencoder (TCAE)

- Causal Dilated Convolution Autoencoder를 활용한 멜로디의 특성 추출 모델
 - 1 Input Data로 Mel Spectrogram을 활용
 - 2 Causal padding과 Dilated Convolution을 활용하여 시간의 인과성을 효과적으로 학습하도록 구성
- ➔ 멜로디의 특성을 반영할 수 있는 노래의 임베딩 생성



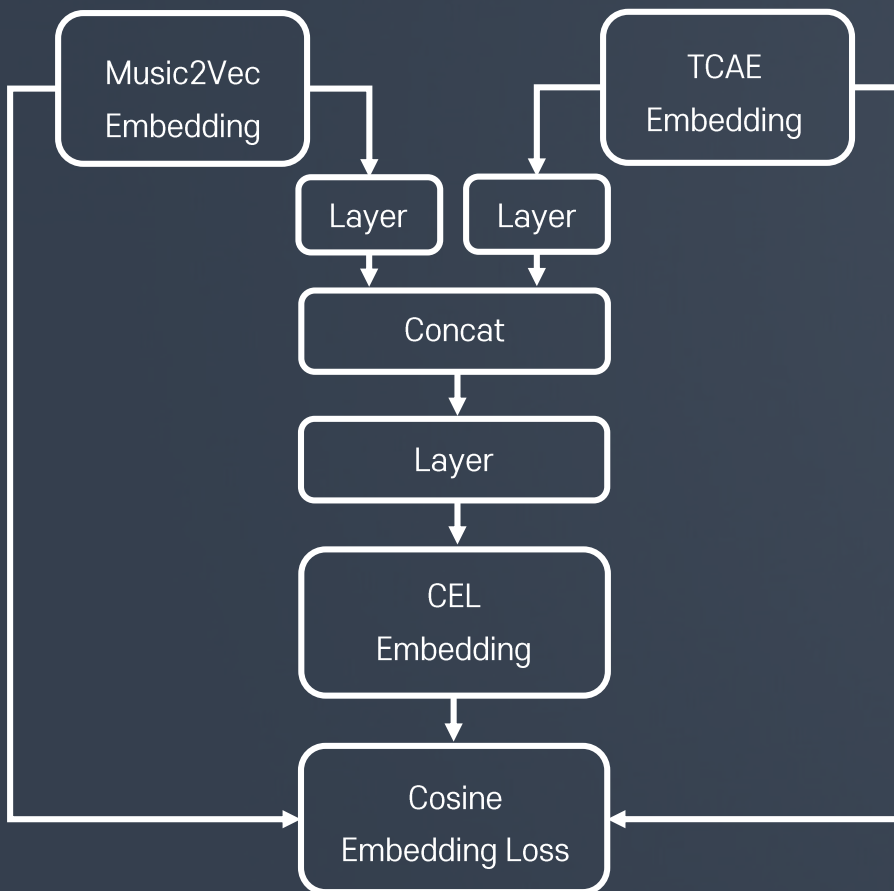
Time Convolutional Autoencoder (TCAE)



- ②은 Causal padding과 Dilated Convolution을 활용하여 적은 Layer로도 $t - 1$ 의 인과성을 효과적으로 학습하며 데이터를 압축
- ③은 Mel-Spectrogram을 -1에서 1 범위의 값을 가지는 128차원의 Mel Embedding으로 나타낼 수 있도록 구성
- ④은 Reverse 함수, Causal padding, Dilated Convolution을 활용하여 적은 Layer로도 $t + 1$ 의 인과성을 효과적으로 학습하여 데이터를 복원
- ①과 ⑤의 MSE Loss를 바탕으로 모델의 가중치 업데이트

Cosine Embedding Loss Multimodal (CEL Multimodal)

- Cosine Embedding Loss Multimodal을 활용한 두 임베딩 특성 동시 반영 모델



① Input data로 Music2Vec Embedding 과 TCAE Embedding 활용

② Cosine Embedding Loss 함수 활용

➔ 두개의 임베딩을 동시에 표현할 수 있는 노래의 Embedding 생성

Cosine Embedding Loss Multimodal (CEL Multimodal)

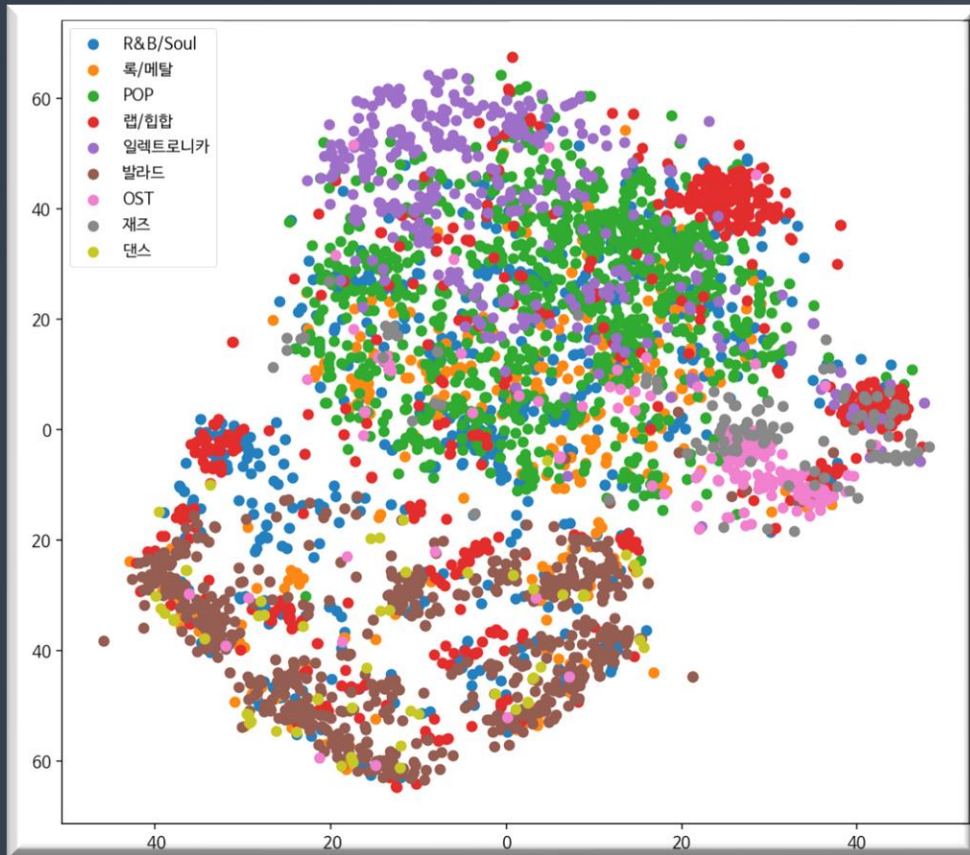
$$\text{loss}(x, y) = \begin{cases} 1 - \cos(x_1, x_2), & \text{if } y = 1 \\ \max(0, \cos(x_1, x_2) - \text{margin}), & \text{if } y = -1 \end{cases}$$

Loss = **Cosine Embedding Loss**(Music2Vec Embedding, CEL Embedding)
+ **Cosine Embedding Loss**(TCAE Embedding, CEL Embedding)

→ Cosine Embedding Loss를 이용하여 CEL Embedding이 Music2Vec Embedding과 TCAE Embedding을 동시에 표현할 수 있도록 모델을 학습함

Retriever(Embedding)

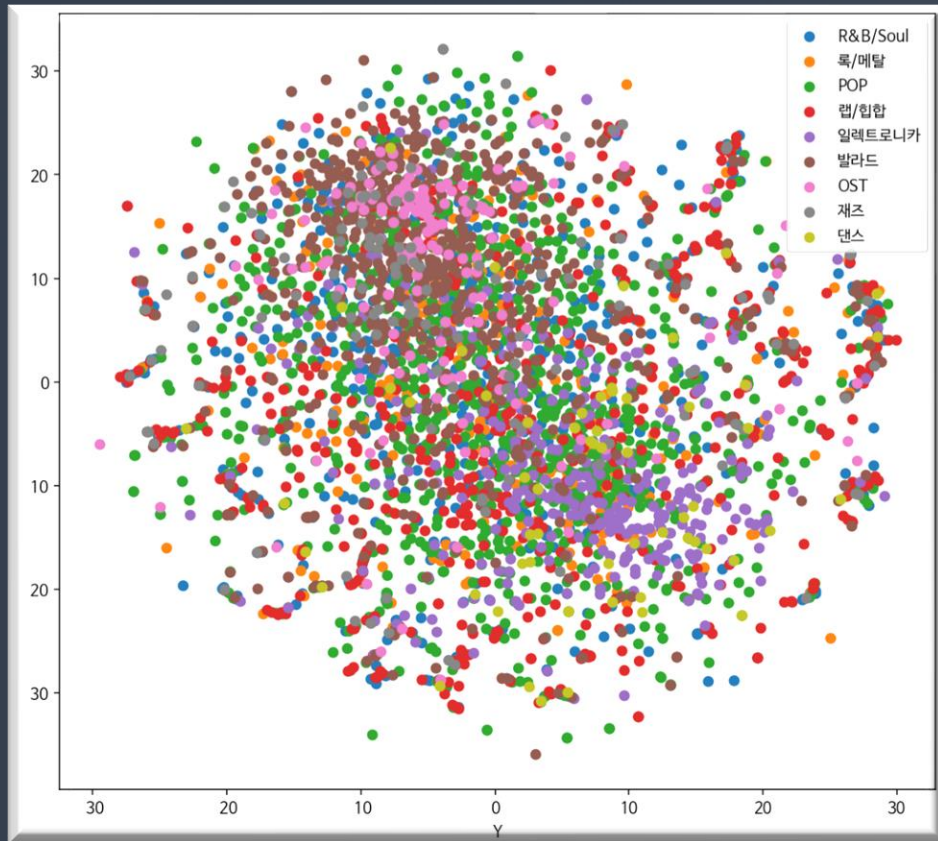
Music2Vec



- 상황, 장르 등의 정보가 반영된 Playlist 데이터로 학습
- 장르로 군집화 된 것으로 보아, **장르, 상황 등의 특징이 반영된 임베딩**

➡ 임베딩 값으로 노래 간의 Cosine Similarity를 계산하여 추천 후보로 구성

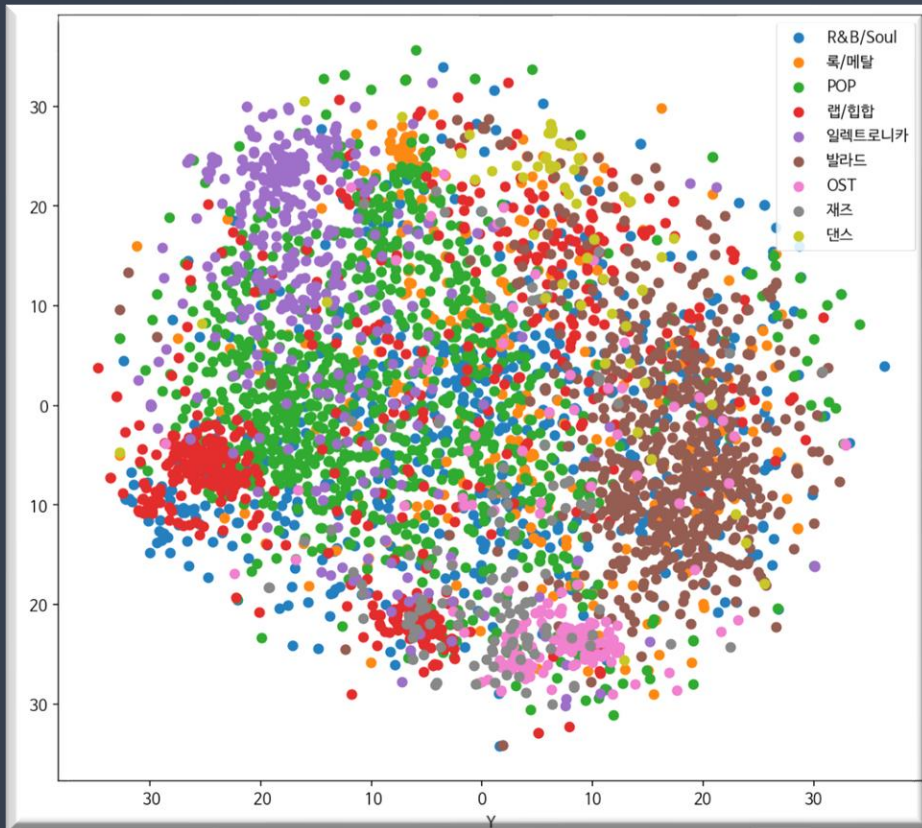
TCAE



- 멜로디, 분위기 등의 정보가 반영된 Mel-Spectrogram 데이터
- 시각화 결과, 멜로디로는 장르 특성 반영이 어려움을 확인
- Cosine Similarity를 구했을 때 동일한 노래의 다른 언어 버전이 가장 유사하게 나오는 것으로 보아, 본 임베딩에는 **멜로디의 특성이 반영됨**

➡ 임베딩 값으로 노래 간의 Cosine Similarity를 계산하여 추천 후보로 구성

CEL



- Music2Vec Embedding과 TCAE Embedding을 데이터로 학습
- 두 임베딩의 특징이 골고루 적용됨

➡ 임베딩 값으로 노래 간의 Cosine Similarity를 계산하여
추천 후보로 구성

Ranking

Each Embedding Top 3

각 임베딩 모델별 상위 Top3으로 구성

각 임베딩에 공통된 노래가 존재하지 않아도 선택될 수 있기 때문에 각 임베딩 모델의 특징을 살릴 수 있는 노래만 선별됨



밤편지(아이유)

Song name	Artist name	Genre
늦잠	제인스무드	발라드
Tiger Mountain Peasant Song	Fleet Foxes	포크/블루스/컨트리
너는 바람(Vocal 홀리)	새봄 (saevom)	인디음악, 포크/블루스
Brown Sketch	Hiroyuki Miyashita Trio	재즈
그 여름	스웨덴세탁소	인디음악, 발라드
내 편	이예준	발라드
비	폴킴	R&B/Soul
이름에게	아이유	발라드
밤편지	아이유	발라드
너였다면	정승환	OST, 발라드

Score Total Top 10

각 임베딩 모델별 순위의 역수를 score로 하여 total score를 구하고 상위 Top 10 노래를 선별

각 임베딩에 공통 되게 존재하는 노래일수록 선택될 가능성이 높아지기 때문에 **각 임베딩 모델의 특징을 골고루 살릴 수 있는 노래**가 선별됨



밤편지(아이유)

Song name	Artist name	Genre
밤편지	아이유	발라드
내 편	이예준	발라드
이름에게	아이유	발라드
Tiger Mountain Peasant Song	Fleet Foxes	포크/블루스/컨트리
늦잠	제인스무드	발라드
비	폴킴	R&B/Soul
그 여름	스웨덴세탁소	인디음악, 발라드
You're My Lady	남우현	아이돌, 발라드
너는 바람(Vocal 홀리)	새봄 (saevom)	인디음악, 포크/블루스
너였다면	정승환	OST, 발라드

Result

Recommendation Example – 밤편지(아이유)

Song name	Artist name	Genre
밤편지	아이유	발라드
이름에게	아이유	발라드
비	폴킴	발라드
너였다면	정승환	OST, 발라드
가을이 오면	레이나	발라드
UOOW (달)	재니	인디음악, R&B/Soul
그게 너인데	HOONJ	발라드
CRAZY	니은 (Nieun)	R&B/Soul
이별 후에	플로라	발라드
여름밤	홍재목	인디음악, 발라드

1) Music2Vec Embedding

Song name	Artist name	Genre
밤편지	아이유	발라드
Tiger Mountain Peasant Song	Fleet Foxes	포크/블루스/컨트리
늦잠	제인스무드	발라드
너는 바람	새봄 (saevom)	인디음악, 포크/블루스
Gloomy Sunday	이소라	발라드
사랑이야 (송창식)	이소라	발라드
Talking Insane	Theodora	R&B/Soul
사랑의 시작은 고백에서부터 2	신케이	발라드
A Love Theme	Olivia Ong	재즈
그네	서온	발라드

2) TCAE Embedding

Recommendation Example – 밤편지(아이유)

Song name	Artist name	Genre
밤편지	아이유	발라드
내 편	이예준	발라드
그 여름	스웨덴세탁소	인디음악, 발라드
Brown Sketch	Hiroyuki Miyashita Trio	재즈
You're My Lady	남우현	아이돌, 발라드
빗길로맨스	미교	OST, 발라드
늦잠	제인스무드	발라드
그네	서온	발라드
그대로 오후	타임플라워	인디음악, 록/메탈
바래다주던 길	주호	발라드

3) CEL Embedding

Song name	Artist name	Genre
늦잠	제인스무드	발라드
Tiger Mountain Peasant Song	Fleet Foxes	포크/블루스/컨트리
너는 바람	새봄 (saevom)	인디음악, 포크/블루스
Brown Sketch	Hiroyuki Miyashita Trio	재즈
그 여름	스웨덴세탁소	인디음악, 발라드
내 편	이예준	발라드
비	폴킴	R&B/Soul
이름에게	아이유	발라드
밤편지	아이유	발라드
너였다면	정승환	OST, 발라드

4) Each Embedding Top 3 Method

Recommendation Example – 밤편지(아이유)

Song name	Artist name	Genre
밤편지	아이유	발라드
내 편	이예준	발라드
이름에게	아이유	발라드
Tiger Mountain Peasant Song	Fleet Foxes	포크/블루스/컨트리
늦잠	제인스무드	발라드
비	폴킴	R&B/Soul
그 여름	스웨덴세탁소	인디음악, 발라드
You're My Lady	남우현	아이돌, 발라드
너는 바람	새봄 (saevom)	인디음악, 포크/블루스
너였다면	정승환	OST, 발라드

5) Score Total Top 10 Method

Method Comparison

Method	Score	Rank
Music2Vec Embedding	3.4	3
TCAE Embedding	2.5	5
CEL Embedding	2.8	4
Each Embedding Top 3	3.5	2
Score Total Top 10	3.6	1

Method	Score	Rank
Music2Vec Embedding	3.3	1
TCAE Embedding	2.8	3
CEL Embedding	2.8	3
Each Embedding Top 3	2.9	2
Score Total Top 10	2.8	3

Method	Score	Rank
Music2Vec Embedding	3.8	1
TCAE Embedding	2.5	5
CEL Embedding	2.6	3
Each Embedding Top 3	3.0	2
Score Total Top 10	2.6	3

1) 아이유, <밤편지> (발라드)

2) 우원재, <시차> (힙합)

3) 블랙비, <HER> (댄스)

- 장르에 따라 Method별 평가 패턴이 다름
- Music2Vec Embedding을 활용했을 때, 장르와 무관하게 사용자들의 선호도가 높음
 - ✓ 인지도 높은 노래들로 구성, 사용자의 친숙함 → 선호도 ↑

Web

13th Tobigs Conference

OK Mugle!

Enter Music Title!

Search



밤편지

Search

밤편지 - 아이유

‘밤편지’ 검색 결과

OK Muggle!

Music Recommendation

About

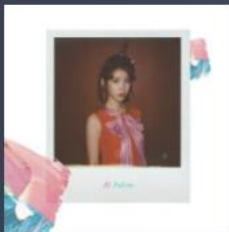
People



밤편지
아이유



내 편
이예준



이름에게
아이유



Tiger Mountain Peasant Song

Fleet Foxes



13th Tobigs Conference

OK Mugle!

Enter Music Title!

Search

빨간 맛

Search

빨간 맛 (Red Flavor) - Red Velvet (레드벨벳)

‘빨간 맛’ 검색 결과

OK Mugle!

Music Recommendation

About

People



빨간 맛 (Red Flavor)

Red Velvet (레드벨벳)



BOUNCY

로켓펀치(Rocket Punch)



뚜두뚜두 (DDU-DU DDU-DU)

BLACKPINK



Season In The Sun

정재욱



Improvement

한계점



멜 데이터 정보의 부족

30초 분량의 데이터로 많은 정보를 포함하고 있지 않음



개인화된 정보의 부족

개인의 선호에 대한 정보가 존재하지 않음



불확실한 성능 평가 지표

개인마다 선호하는 기준이 달라서 성능 평가 및 목적 함수의 모호성 존재

발전가능성



User 정보를 활용한 모델 개발의 가능성

Item 기반이 아닌 user 기반의
데이터를 활용한 모델 개발 가능



가사 데이터를 활용한 모델 성능 향상의 가능성

플레이리스트, 멜, 가사 등 3가지 데이터를
활용한 Multimodal로의 발전 가능성 존재

팀원 소개

팀원 소개



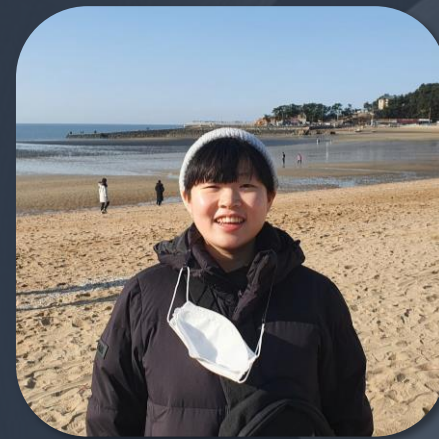
15기 이성범

Music is My Life...



16기 김권호

멜론 게섯거라



16기 박한나

우리 팀 최고~!

팀원 소개



16기 이승주

음악은 마약..



16기 이예림

명곡 알아가시길♡



16기 주지훈

누워서 추천받는
삶을 원해요



7기 이광록

References

References

Melon Playlist Dataset: a public dataset for audio-based playlist generation and music tagging

<https://arxiv.org/abs/2102.00201>

Unsupervised speech representation learning using WaveNet autoencoders

<https://arxiv.org/abs/1901.08810>

WaveNet: A Generative Model for Raw Audio

<https://arxiv.org/abs/1609.03499>

Thank You