

음악 추천 시스템에서 대표 선율을 이용한

내용 기반 필터링 기법

원재용^o 구경이 김유성

인하대학교 정보통신대학원

{sunggul97^o, mabtoyle}@hotmail.com, yskim@inha.ac.kr

Content-Based Filtering Using Representative Melody

in Music Recommendation System

Jae-Yong Won^o Kyong-I Ku Yoo-Sung Kim

Graduate School of Information Technology and Telecommunication, Inha University

요 약

내용 기반 음악 검색 시스템은 사용자가 원하는 음악에 대해 사전 정보를 모르더라도 곡의 일부로 질의를 함으로써 원하는 결과를 얻을 수 있게 한다. 그러나 내용 기반 음악 검색 시스템은 사용자의 질의에 대해 결과에 대한 순위만을 제공할 뿐 사용자의 취향이나 선호도와 같은 개인 정보를 고려하지 않기 때문에 사용자가 충분히 만족할만한 정보를 제공받지 못해 사용자의 만족도가 떨어진다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 대표 선율을 이용하여 유사한 곡들로 클러스터링을 수행하고 내용 기반 검색 시 질의가 속하는 클러스터를 찾고 해당 클러스터 안에서 거리합수를 통해 질의와 유사한 곡들을 선별한다. 선별된 곡들과 사용자의 프로파일을 통해 음악 취향을 고려할 수 있는 내용 기반 음악 필터링 기법을 적용하여 사용자의 만족을 증가시키는 결과를 제공한다.

1. 서 론

웹의 급속한 발전과 하드웨어의 발달로 인해 멀티미디어 데이터에 대한 중요성이 증대되고 있다. 이러한 시대적인 요구에 따라 멀티미디어 데이터의 양은 기하급수적으로 늘어나고 있으며 정보의 홍수 속에서 개인이 원하는 정보를 빠른 시간 내에 검색해내는 일은 더욱 어려워지고 있다.

최근에는 정보 과잉 문제를 해결하기 위하여 사용자가 원하는 정보만을 미리 예측하고 추천해주는 추천 시스템이 활발히 연구되고 있으며 이러한 추천 시스템에서 사용자가 원하는 정보를 추천하는 기법이 필터링 기법이다. 이미 Amazon 같은 온라인 서점이나 CDNow와 같은 인터넷 쇼핑몰에서는 이와 같은 필터링 기법들을 활용한 추천 시스템을 통하여 고객에 대한 맞춤 서비스를 제공함으로써 큰 수익을 얻어 내고 있다.

이러한 추천 시스템에 사용되는 필터링 기법 중에 정보 검색과 정보 필터링으로부터 자연스럽게 발전된 형태인 내용 기반 필터링 기법은 일반적으로 사용자가 원하는 정보를 추천하기 위하여 아이템의 내용과 사용자 정보 간의 유사도를 측정하고 결과를 순위화 하여 제공하는 기법이다.

본 논문에서는 [1]에서 제안된 대표 선율을 각 음악의 대표 객체로 사용하여 사용자 프로파일과의 유사도를 측정하고 클러스터링 기법을 통해 그룹별로 나누어 높은 순위의 아이템을 추천하는 내용 기반 음악 필터링 기법을 제안한다. 이러한 내용 기반 필터링 기법을 사용함으

로써 기존의 내용 기반 검색 시스템에서 사용자의 질의에 대한 결과의 랭킹 부여 외에 사용자 각각의 개인화된 정보를 고려하여 취향과 선호도를 예측하고 사용자에게 더 유용한 정보를 제공한다. 따라서 내용 기반 음악 검색에서 사용자의 만족도를 증진시킬 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구를 통해 대표 선율을 이용한 내용 기반 검색 시스템에 대하여 소개한다. 3장에서는 본 논문에서 제안된 대표 선율을 이용한 내용 기반 음악 필터링 기법에 대해 설명한다. 4장에서는 내용 기반 음악 필터링 기법을 이용하여 내용 기반 음악 추천 시스템을 설계하고, 5장에서 결론 및 향후 연구 방향을 기술한다.

2. 관련 연구

기존의 음악 정보 검색 시스템이나 음악 스트리밍 사이트에서 제공하는 서비스는 음악 데이터가 가지는 제목이나 가수, 작곡가와 같은 메타데이터를 이용하여 검색해야 했다[2]. 그러나 이와 달리 실제적으로 사용자는 자신이 찾고자 하는 곡에 대하여 메타데이터보다는 첫 동기 선율, 절정 선율 또는 반복되는 선율등과 같은 대표 선율로써 해당 음악을 기억하고 있다[3]. 따라서, 이에 대한 연구로서 [1]에서 제안된 내용 기반 음악 검색 시스템은 음악의 구성 형식을 고려하여 첫 동기 선율, 절정 선율, 반복 선율 등을 대표 선율로 추출하여 이를 색인으로 구성함으로써 전체 곡을 색인하는 것보다 색인 비용을 줄일 수 있다. 또한 검색 시 일반적으로 사용자가 질의할 가능성이 높은 대표 선율로 색인되어 있기 때문에 검색의 정확성뿐만 아니라 사용자에

게 더 빠른 응답을 제공할 수 있다. 하지만 [1]과 같은 기존의 검색 시스템은 추천 시스템과는 달리 단지 사용자 질의에 대해 결과가 얼마나 근접한지에 대한 순위만을 제공한다[4]. [1]에서 결과에 대한 순위 외에도 관련성 피드백을 제공하기도 하지만, 각 사용자들의 취향 즉, 선호하는 장르나 곡의 느낌 등을 고려한 개인화된 정보를 결과에 반영할 수 없으며 사용자에게 새로운 흥미를 유발시키거나 유용한 결과를 보여주기엔 한계가 있다. 따라서 내용 기반 음악 검색을 제공하고 사용자의 요구 사항을 같이 고려하여 사용자에게 유용한 결과를 제시할 수 있는 내용 기반 필터링 기법이 필요하다.

3. 대표 선율을 이용한 내용 기반 음악 필터링 기법

3.1 내용 기반 음악 필터링의 3단계

제안하는 내용 기반 음악 필터링 기법은 그림 1과 같이 크게 세 단계로 나눌 수 있다. 첫 번째 단계는 음악 데이터로부터 대표 선율을 추출하고 대표 선율 중에 한 음악을 대표할 수 있는 대표 객체를 찾는 과정이다. 두 번째는 클러스터링 기법을 이용하여 추출된 대표 객체들 간의 유사도에 따라 유사한 곡끼리 이웃 집단을 형성하는 단계이다. 마지막으로 이용자의 입력에 의한 프로파일과 선호도를 통하여 높은 점수를 얻은 상위 N개의 추천 아이টে를 제공하는 단계로 구성된다.

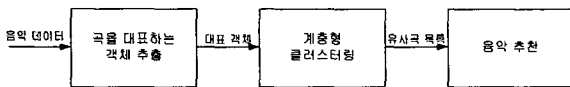


그림 1. 내용 기반 음악 필터링의 3단계

3.2 대표 객체 추출

본 논문에서 음악 데이터는 국제적 표준인 MIDI 파일을 사용한다. MIDI 파일이 갖는 정보에서 박자, 음높이, 음길이 등의 특징 요소들을 추출하여 음악을 동기별로 분할하고 자주 반복되는 동기와 첫 번째 동기, 그리고 가장 절정을 이루는 동기를 추출하여 각 곡의 대표 선율로 선택한다. 그리고 추출된 대표 선율 안에 포함되어 있는 음표의 상대적인 음 길이, 음 높이에 대한 정보를 함축하는 8개의 시계열 데이터로 변환한다[1]. 시계열 데이터로 변환된 패턴들 중에 각 곡에서 가장 자주 반복되는 패턴을 대표 객체로 추출하되 반복된 패턴들 중에서 사람이 음악을 들었을 때 기억하기 쉬운 첫 동기와 절정 선율이 포함되는 경우 가중치를 부여하여 대표 객체로 추출한다.

3.3 계층형 클러스터링

내용 기반 필터링을 하기 위해서는 음악의 내용에 따라 곡을 분류해야 하는 과정이 필요하다. 데이터 마이닝 기법 중에 하나인 클러스터링은 주어진 데이터 집합

에서 서로 높은 유사성을 가지는 k개 혹은 임의의 개수를 갖는 클러스터로 분할, 병합하는 방법이다.

클러스터링 기법 중 계층형 방법이 있는데 이 방법은 각 객체 간의 거리 행렬을 미리 계산하여 가장 거리가 가까운 객체를 병합하는 방법(single linkage)과 가장 거리가 먼 비유사한 객체들을 선택하여 나누어 나가는 방법(composite linkage) 등이 있다. 계층형 방법은 초기에 구축하는 거리 행렬에 대한 계산 비용의 부담이 있지만 질이 높은 클러스터링 결과를 보여주며 분할 방법과는 달리 k개의 객체를 선택하는 과정이 필요 없다는 특징이 있다[5].

```

계층형 클러스터링 알고리즘 :
입력 :
    {r1, r2, ..., rn} : 대표 객체 집합
출력 :
    C : 클러스터
for j = 1 to n
    cj = {rj}
end for
C = {c1, c2, ..., cn}
while C size > 1 do
    (ci, cj) = min U(ci, cj) for all i, j
    // U(x, v) : x와 v가 유클리디안 거리
    Remove ci and cj from C
    Add (ci, cj) to C
    if CCC(i) >= 3 //cubic clustering criterion
        exit loop
    end if
end for
    
```

그림 3. 계층형 클러스터링 알고리즘

본 논문에서는 클러스터링 기법 중 계층형 방법을 이용하여 그림 3은 대표 객체를 이용한 계층형 알고리즘을 기술하고 있다. 제안하는 클러스터링 알고리즘에서는 유클리디안 거리를 사용하여 각 곡의 대표 선율 간에 유사도 매트릭스를 구한다. 클러스터링 과정은 먼저 모든 대표 객체들이 각각 하나의 클러스터를 이루고 구축된 유사도 매트릭스에서 거리가 가까운 클러스터들을 우선적으로 병합해 나간다. 이들은 T² 검정법과 Cubic Clustering Criterion 값을 이용하여 임의의 개수의 클러스터들을 생성한다. 또한 클러스터에 포함되는 객체의 최소수가 3 이하인 경우에는 하나의 클러스터를 이루지 못하게 하여 클러스터의 밀도를 높이고 클러스터에 포함되지 못하는 객체들은 노이즈로 처리한다. 이렇게 생성된 클러스터들이 곧 유사한 곡들의 집합이며 새로운 곡이 들어올 경우 클러스터들의 병합이나 분할이 발생하게 된다.

3.4 음악 추천

마지막으로 음악 추천 단계는 사용자가 원하는 곡을 순위별로 제공해주는 단계이다. 로그인 등을 통한 회원 임이 인증된 사용자는 내용 기반 및 메타데이터 질의를 할 수 있으며 이와 함께 자신이 좋아하는 음악의 취향이나 선호하는 곡에 대한 정보를 입력한다. 입력된 내용 기반 질의는 대표 객체를 선택하는 과정을 통해 질

의 객체로 변경되고 클러스터링 과정에 의해 생성된 클러스터들과 비교하여 질의 객체가 속하는 클러스터를 찾는다. 해당 클러스터에 속한 곡들 중 유사한 순위대로 추천 리스트에 추가한다. 개인의 취향 및 선호곡을 측정하는 요인으로는 음악의 장르, 곡의 느낌, 사용자가 검색한 곡의 키워드 등이 있다. 이 중 곡의 느낌은 사용자가 직접 입력하는 것이 아니라 사용자가 선호하는 곡들의 key, tempo, 음색 등을 고려하여 결정하게 된다. 사용자가 입력한 음악 취향 정보와 메타데이터 질의를 통한 검색 키워드는 사용자 데이터베이스에 저장되고 다음에 동일한 사용자가 검색할 때 사용자의 이력과 취향 정보를 수치화하여 추천 리스트에 포함된 곡에 대한 가중치로 적용된다. 마지막으로 추천 리스트에서 높은 점수를 얻은 상위 N개의 추천 아이템을 사용자에게 제공하게 된다.

4. 내용 기반 음악 추천 시스템

본 논문에서 제안한 내용 기반 필터링 기법을 적용하여 설계한 내용 기반 추천 시스템은 그림 4와 같다.

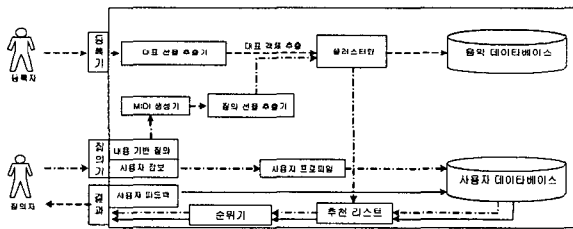


그림 4. 내용 기반 음악 추천 시스템

먼저 내용 기반으로 음악을 추천하기 위해서는 음악 데이터를 등록하는 과정이 필요하다. 대표 선율 추출기는 MIDI 파일이 갖는 음악의 특징 요소들을 추출하여 대표 선율을 선택하고 이 중의 대표 객체를 선정하기 위한 모듈이다. 선정된 대표 객체들은 서로간의 유사도 거리를 사용하여 가장 가까운 객체들을 병합하여 클러스터를 형성한다. 그 밖의 음악의 특징 요소들은 음악 데이터베이스에 저장되며 사용자에게 결과를 보여줄 때 선택된 음악의 정보를 제공한다.

회원으로 등록된 사용자는 메타데이터 및 내용 기반 질의를 통해 검색을 할 수 있으며 검색 시 사용자의 음악 취향 등을 같이 입력한다. 사용자가 내용 기반 질의를 할 경우 질의는 MIDI 파일 형식으로 변환되어 대표 객체를 선택하는 과정과 동일한 방법으로 질의 객체로 변경된다. 질의 객체는 클러스터링으로 분류된 클러스터 집합 중 가장 유사한 클러스터를 찾아 그 안에서 유사한 곡들을 우선 순위로 추천 리스트에 추가한다. 그리고 사용자의 음악 취향 정보와 검색 정보는 각 사용자의 이력으로서 사용자 데이터베이스에서 관리되며 사용자가 곡을 검색할 때 현재 추천 리스트에 포함된 곡에 대한 가중치로 작용된다.

추천 결과에 대해서 사용자는 피드백을 통해 평가를 할

수 있으며 이에 대한 정보 또한 사용자 데이터베이스에 저장되고 이는 다음에 사용자의 검색 결과에 중요한 영향을 끼친다.

5. 결론 및 향후 연구

기존의 내용 기반 음악 검색 시스템에서는 사용자가 원하는 곡에 대한 사전 지식이 없더라도 사용자의 내용 기반 질의를 통해 유사한 곡을 검색해주었다. 하지만 검색된 결과에 대해 사용자의 개인적인 음악 취향이나 관심 분야에 대해 고려하지 않기 때문에 적절한 결과를 보여주지 못한다는 한계가 있다. 이에 대해 본 논문에서 제안하는 내용 기반 음악 필터링 기법은 사용자의 내용 기반 검색 질의뿐만 아니라 사용자의 취향을 고려하기 때문에 사용자에게 보다 유용한 결과를 제공함으로써 사용자의 만족도를 증가시킨다.

향후 연구로 내용 기반 음악 필터링에서는 개인의 프로파일에만 의지하기 때문에 자기 취향에 갇힐 우려가 있다. 따라서 타인의 평가 정보도 함께 고려할 수 있는 협업 필터링을 함께 사용하여 이를 보완할 계획이다.

6. 참고 문헌

- [1] K. Ku, Y. Kim, "Extraction of representative melodies considering musical composition forms for content-based music retrievals," Proceedings of the IASTED International Conference DATABASE AND APPLICATIONS, 238-243, 2004.
- [2] L. A. Smith, R. J. McNab and I. H. Witten, "Music Information Retrieval Using Audio Input," Proc AAAI Spring Symposium on Intelligent Integration and Use of Text, Image, Video, and Audio Corpora, Stanford, CA. 1997.
- [3] E. Selfridge-Field, "What Motivates a Musical Query?," Proc ISMIR 2000 1st Annual International Symposium on Music Information Retrieval, 2000.
- [4] Burke, Robin. 2001. "Hybrid Recommender System: Survey and Experiments". User Modeling and User-Adapted Interaction.
- [5] S. Krishnamachari, M. Abdel-Mottaleb., "Hierarchical clustering algorithm for fast image retrieval", Proceedings of the IS&T/SPIE Conference on Storage and Retrieval for Image and Video Database VII, San Jose, California, January 1999. pp427-435