

감성 및 상황 정보 융합 기반의 확장된 협업 필터링 기법을 이용한 음악추천시스템

최현석, 배효철, 서정진, 윤경로
건국대학교 컴퓨터공학부

bliss009@konkuk.ac.kr, th1g@nate.com, name@konkuk.ac.kr, yoong@konkuk.ac.kr

Music Recommendation System Using Extended Collaborative Filtering Based On Emotion & Context Information Fusion

Hyunsuk Choi, Hyochul Bae, Jungjin Seo, Kyoungro Yoon
School of Computer Science and Engineering, Konkuk University

요 약

본 논문에서는 사용자의 개인적 취향에 맞는 음악을 추천할 수 있는 사용자 감성/상황 정보 융합 기반의 협업 필터링의 확장을 이용한 음악추천시스템을 소개한다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 확장된 협업 필터링 방식을 사용하여 추천을 해준다. 이를 위해 본 논문에서는 추천의 근거가 되는 감성과 무드를 Thayer 음악 무드 모델을 이용하여 총 12 가지의 감성 정보, 8 cluster 의 무드 정보로 분류했다. 또한 사용자의 상황 정보, 활동 & 날씨 & 시간에 대해서도 분류하였다. 분류된 정보는 음악 감상 UI 를 이용하여 사용자 별 감성, 상황 그리고 음원의 무드 정보로 수집이 되었고, 수집된 정보를 기반으로 사용자 감성과 청취 곡 횟수를 편진하여 평가치 매트릭스를 만들었으며, 이를 바탕으로 단계적 협업 필터링에 의해 사용자 취향에 맞는 음악을 추천해 주는 방법이다.

1. 서론

최근 인터넷의 사용이 보편화되면서 서비스 제공자들이 고객 정보를 실시간으로 모니터링하는 것이 가능하게 되었고, 그로인해 다양한 개인화 추천 서비스가 제공되고 있다. 개인화 추천 서비스란 사용자가 관심을 가지는 서비스 및 상품에 관한 정보, 과거 구매 행동 분석을 토대로 사용자의 요구에 맞는 서비스 및 상품을 추천해주는 시스템이자, 사용자들이 선호하는 서비스 및 상품을 쉽게 찾을 수 있도록 도와주는 정보 필터링 기술이기도하다. 현재 일반적으로 잘 알려진 개인화 추천 서비스의 정보 필터링 기술에 대한 이슈는 다음과 같다. 첫 번째는 콜드 스타트 문제(Cold-Start Problem)이고 두 번째는 희소성 문제(Sparsity Problem), 세 번째는 확장성 문제(Scalability Problem)이다. 콜드 스타트 문제는 지금까지 한번도 평가를 하지 않은 사용자들이 있을 경우에 발생한다. 이런 경우에는 시스템은 사용자의 어느 정보도 없기 때문에 사용자의 선호도 예측과 추천을 할 수가 없다. 희소성 문제는 대부분의 사용자들이 모든 항목에 평가를 하지 않기 때문에 행렬 값은 드문드문한 분포성을 가지게 되어 사용자들 사이에 유사도가 부정확할 뿐만 아니라 많은 수의 행과 열로 인하여 메모리 낭비가 발생하게 된다. 마지막으로 확장성 문제는 사용자와 데이터가 늘어남에 따라 목표사용자의 최근접이웃을 찾기 위한 연산이 기하급수적으로 늘어난다. 따라서 추천목록을 생성하기까지 오랜 시간이 걸려 시스템의 효율성이 떨어지게 된다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 사용자의 감성/상황 정보융합 기반 확장된 협업 필터링을 이용한

음악추천시스템을 구현하였다.

2. 사용자 감성과 상황 정보 융합 기반 확장된 협업 필터링을 이용한 음악 추천 시스템

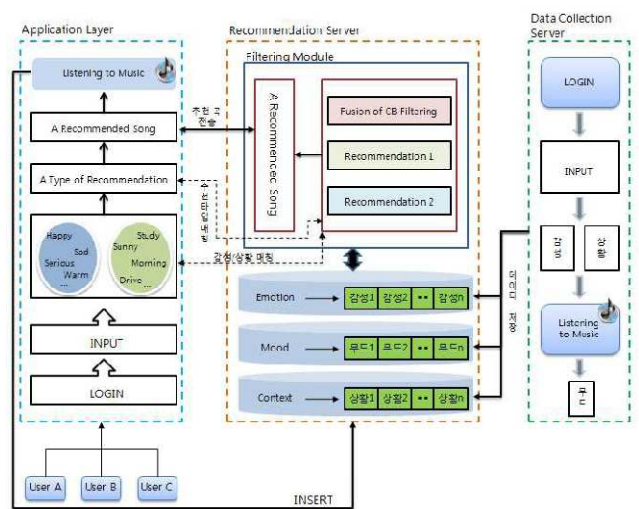


그림 1. 확장된 CF 를 이용한 음악추천시스템의 전체 구조도

그림 1은 본 논문에서 제안하는 음악 추천 시스템의 전체적인 구조를 보여주고 있다. 음악 추천 시스템은 데이터 수집 서버, 추천 서버, 어플리케이션, 세 개의 독립적인 시스템으로 구성되어 있다. 먼저 데이터 수집 서버는 추천 서버에서 데이터를 기반으로 사용자 들간의 유사 취향을 검색해 주기 위한 감성/상황에 관한 사용자 히스토리 데이터를 수집해 주는 서버이다. 추천 서버는 데이터 수집 서버에서 받은 사용자의 복잡한 감성 상태와 복잡한 상황정보 및 음악정보를 융합한 데이터를 기반으로 확장된 협업 필터링에 의해 사용자가 원하는 유사 음악을 추천해 주는 모듈이고, 이를 Library 형태로 제공하여 사용자에게 보여주기 위한 것이 어플리케이션이다.

2.1 확장된 협업 필터링을 이용한 추천 모듈

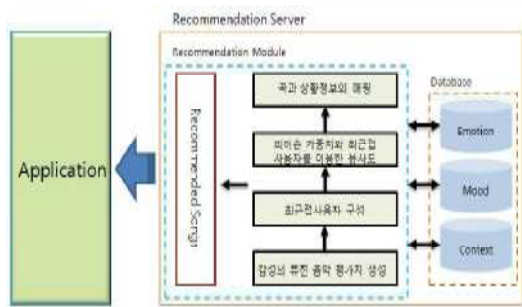


그림 2. 확장된 CF의 처리과정

그림 2는 융합 협업 필터링을 이용한 추천 모듈의 구조도를 보여 준다. 우선 현재 상태의 사용자 감성과 상황정보를 감성정보 데이터베이스로부터 가져온다. 사용자의 프로파일 정보를 바탕으로 사용자의 감성/상황 정보와 음악의 무드정보(메타데이터)를 기반으로 감성상태와 청취횟수를 퓨전한 방식의 음악 평가치를 식(1)과 같이 구하게 된다.

$$R_{A,i} = \frac{\sum_{e=1}^{12} uEmotion_e * hEmotion_{i,e}}{\sqrt{\sum_{e=1}^{12} uEmotion_e^2} \sqrt{\sum_{e=1}^{12} hEmotion_{i,e}^2}} * playcount(\frac{A}{i})$$

식- (1)

사용자 감성의 퓨전 평가치가 정의되면 아래의 식(2)에서 보이는 바와 같이 피어슨 상관계수를 계산하는 식에 의해 각 사용자의 감성 퓨전 평가치를 기준으로 목표사용자와 다른 사용자간의 유사도를 측정하여 최근접사용자를 구성하게 된다.

$$w(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^n (R_{A,i} - \overline{R_A})(R_{B,i} - \overline{R_B})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (R_{A,i} - \overline{R_A})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (R_{B,i} - \overline{R_B})^2}}$$

식- (2)

다음단계는 피어슨 상관계수 가중치 값과 최근접사용자의 수를 이용하여 목표 사용자 A와 A의 최근접사용자들간의 위의 식(3)을 사용하여 사용자 A가 곡 i에 대해 얼마만큼의 선호도를 갖는지를 예측하게 된다.

$$R_{A,i} = \overline{R_A} + \frac{\sum_{j=1}^k w(A, j)(R_{j,i} - \overline{R_j})}{\sum_{j=1}^k w(A, j)}$$

식- (3)

마지막으로 위 유사도에 의해 구해진 추천 음원 리스트에서 상황 히스토리 정보로부터 곡과 상황정보를 매핑하여 최종적으로 사용자 감성과 상황에 맞는 음원 리스트를 생성하게 된다. 이렇게 목표 사용자와 최근접 사용자간의 구해진 유사도는 긍정적/부정적 유사도를 모두 표현하고 있으므로 취향이 다른 사용자의 경우도 전체적인 추천 메카니즘에 공헌을 하게 되는 장점이 있다.

3. 실험

3.1 실험 내용

본 논문의 실험은 제안한 확장된 협업필터링의 정확성 평가를 위해 각각 다른 알고리즘에 의한 3 가지 추천 모듈을 만들어 다음과 같은 실험을 수행하였다.

- 첫 번째, 추천 모듈들의 정확성 평가
- 두 번째, 확장된 협업 필터링의 테스트
- 세 번째, 평균절대예러 평가
- 네 번째, 추천 모듈들의 사용자 만족도 조사

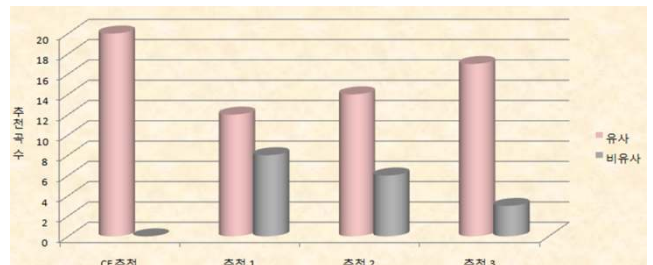


그림 3. 확장된 CF 추천과 기존 추천의 음악 추천 성능

첫 번째 실험결과는 동일한 조건을 주고 모듈 별로 검색한 결과, 제안하는 확장된 CF 추천은 모두 유사곡으로 나온 반면에 나머지 추천 모듈들은 비유사곡들도 같이 검색되어 나오는 결과가 나왔다.

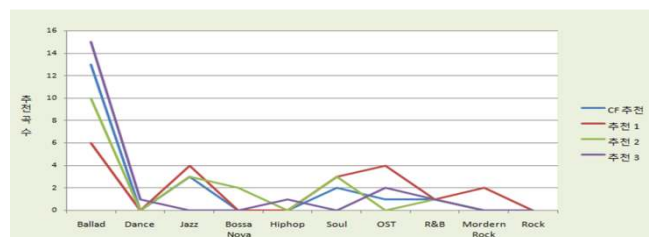


그림 4. 확장된 CF 추천과 기존 추천의 장르를 고려한 추천 성능

두 번째 실험결과는 특정 검색조건을 주고 모듈 별로 검색한 결과, 각 모듈이 주로 발라드, 재즈, ost 위주의 장르들로 검색되어 나오는 결과가 나왔다.

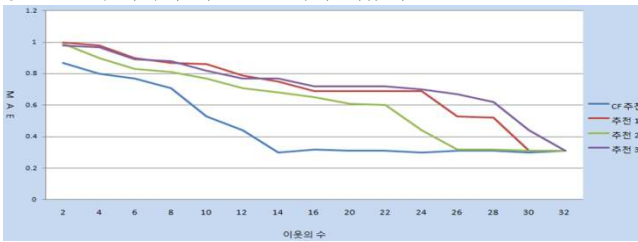


그림 5. 평균절대에러(Mean Absolute Error) 평가

세 번째 실험결과는 각 모듈의 평균절대에러값을 구한 결과, 다른 추천 모듈에 비해 확장된 CF 모듈이 이웃의 수가 13 명일 때부터 에러 값이 가장 낮게 나오면서 안정된 값으로 유지되는 것을 확인할 수 있었다.

마지막으로 추천 모듈 별로 자신의 결과 값에 대한 사용자 만족도 조사를 수행한 결과 전반적으로 높은 만족도를 보였지만, 그 중에서도 제안한 확장된 협업 필터링 추천이 가장 높은 만족도를 나타낸 것을 확인할 수 있었다.

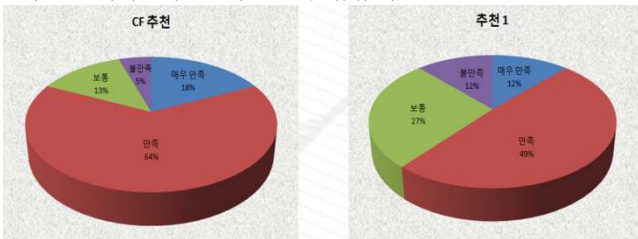


그림 6. 확장된 CF 의 만족도 그림 7. 추천 1 의 만족도

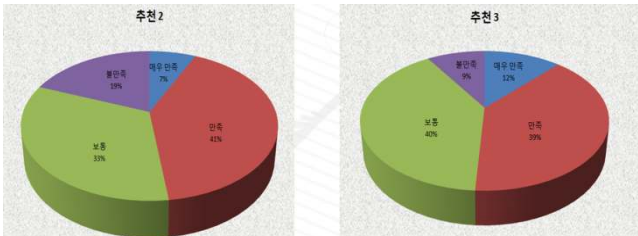


그림 8. 추천 2 의 만족도 그림 9. 추천 3 의 만족도

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 사용자의 개인적 취향에 맞는 음악을 추천할 수 있는 사용자 감성/상황 정보 융합 기반의 확장된 협업 필터링을 이용한 음악 추천 시스템을 소개하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 확장된 협업 필터링을 사용하여 추천을 해준다. 이를 위해 본 논문에서는 추천의 근거가 되는 감성과 무드를 Thayer 음악 무드 모델을 이용하여 총 12 가지의 감성 정보, 8 cluster 의 무드 정보로 분류했다. 또한 사용자의 상황 정보, 활동 & 날씨 & 시간에 대해서도 분류하였다. 분류된 정보는 음악 감상 UI 를 이용하여 사용자 별 감성, 상황 그리고 음원의 무드 정보로 수집이 되었고, 수집된 정보를 기반으로 사용자 감성과 취향 곡 히트수를 퓨전하여 평가치 매트릭스를 만들었으며, 이를 바탕으로 단계적 협업 필터링에 의해 사용자 취향에 맞는 음악을 추천해 주는 방법이다.

추천 시스템은 자바로 개발되었으며 독립된 서버로 구성되어 클라이언트와 정해진 프로토콜에 따라 통신하도록 구현되었다. 이 추천 서버를 이용하여 사용자들이 청취한 음악 데이터를 기반으로 웹과 안드로이드 어플리케이션에서 추천을 수행하도록 구축이 되었으며 이를 바탕으로 실험을 수행하였다. 실험 결과 융합 협업 필터링의 확장을 이용한 추천 방법이 본 논문에서 제안한 실험 비교 추천 1, 2, 3 방법보다 높은 추천 정확도를 보였으며, 확장된 협업 필터링 추천의 MAE 값 또한 이웃의 수가 13 명에서부터 0.32 로 안정이 된 결과를 나타냈다.

현재 추천 시스템의 정확도를 높이기 위해 음악에 대한 다양한 콘텐츠를 부여하여 음악과 콘텐츠간의 관계 분석을 조합하는 방법을 연구하면 보다 좋은 추천 결과를 얻을 수 있을 것이다. 또한 본 추천 시스템을 상용화하여, 추천 결과에 대해 더 많은 사용자들의 주관적인 평가를 다양한 측면에서 분석해 본다면, 향후 더욱 정확한 사용자 취향에 맞는 추천이 될 수 있을 것이라 예상된다.

참고 문헌

[1] 방성우, 김택역, 정혜옥, 사용자의 취향을 고려한 음악 재생 목록 생성 시스템, 성균관대학교, 한국지능시스템학회, 2010.

[2] 김재경, 이희애, 안도현, 조윤호, 설명기능을 추가한 협업 필터링 기반 개인별 상품추천시스템:WebCF-Exp, 경희대학교, 경영학연구, 2006.

[3] K. Kim, D. Lee, T. Yoon and J. Lee, "A Music Recommendation System based on Preference Analysis," In Proc. ICADIWT, pp. 102-106, 2008.

[4] B. Han, S. Rho, S. Jun and E. Hwang, "Music Emotion Classification and Context-based Music Recommendation," submitted at Multimedia Tools and Applications, Springer 2009.

[5] J. J. Aucouturier and Francois Pachet, "Music Similarity Measures: What's the Use?," International Symposium on Music Information Retrieval, pp. 157-163, 2002.

[6] Kuo, Y. F. and L. S. Chen, "Personalization Technology Application to Internet Content Provider," Expert Systems with Applications, Vol. 21, No. 4, 2001, pp. 203-215.

[7] Lekakos, G. and G. M. Giaglis. "Improving the Prediction Accuracy of Recommendation Algorithms: Approaches Anchored on Human Factors," Interacting with Computers, Vol. 18, 2006. [9] Russell, J. A. 1980. A circumplex model of affect. Journal of Personality and Social Psychology, 39: 1161-1178.

[8] Taebok Yoon, Seunghoon Lee, Kwang ho Yoon, Dongmook Kim, "A Personalized Music Recommendation System with a Time-weighted Clustering," International IEEE Conference "Intelligent System, 2008 4th.

*본 연구는 서울시 산학연 협력사업(SS100006)에 의해 수행되었음.