

모바일 소셜 네트워크 기반 사용자 선호도 추천 시스템

류윤지, 김상욱
경북대학교 전자전기컴퓨터학부
e-mail:yjryu@media.knu.ac.kr

User Preference Recommendation System based on Mobile Social Network

Yunji Ryu, Sangwook Kim
School of Electrical Engineering and Computer Science,
Kyungpook National University

요 약

모바일 환경에서의 상황인지는 사용자 현재의 상황, 의도 등을 고려하여 사용자 중심의 적합한 정보를 추천하는 것이다. 이러한 정보는 불확실성을 내포하기 때문에 단순한 규칙기반 모델로는 정확한 추론이 어렵다. 본 논문에서는 사용자의 상황에 따른 선호도를 추론하고 사용자에게 적합한 정보를 제공해 줄 수 있는 모바일 소셜 네트워크 기반의 선호도 추천 시스템을 제안한다. 이 때 사용자의 선호정보를 추론하기 위해 기존의 나이브 베이지안에서 개선된 가중치가 부여된 나이브 베이지안을 새롭게 제안한다.

1. 서론

최근 큰 관심을 받고 있는 모바일 소셜 네트워크 서비스는 바쁜 현대사회에서 타인과의 상호작용을 더욱 긴밀하게 하는 커뮤니케이션의 수단으로 이용되고 있다. 한 예로 페이스북, 트위터, 카카오톡 등은 사용자간의 사회적 상호작용을 위한 통로로써 크게 대중화되고 있으며 사진, 동영상 등 많은 양의 정보를 서로 공유하고 있다. 하지만 현재의 서비스는 사용자의 직접적인 입력에 근거하여 작동하고 있으며 실시간 변화하는 사용자의 의도를 반영하지는 못한다.

사람들은 항상 자신의 상황에 따라 의사를 결정하며 동일한 사람일지라도 현재의 시간, 위치, 개인의 선호도와 같은 상황에 따라 다양한 선택과 판단을 내릴 수 있다. 사용자가 항상 휴대하고 다니는 모바일 기기로부터 사용자 상황에 따른 의도를 추론할 수 있다면 모바일은 단순한 기기가 아니라 사용자의 여섯 번째 감각의 도구가 되어 사용자와의 긴밀한 상호작용이 가능하게 될 것이다.

모바일 환경에서의 상황인지는 사용자 현재의 상황, 의도 등을 고려하여 사용자 중심의 적합한 정보를 추천하는 것이다. 하지만 이러한 상황정보는 불확실성을 내포하기 때문에 단순한 규칙기반 모델로는 정확한 추론이 어렵다. 사용자의 상황정보로부터 의미 있는 정보를 추출하기 위해서는 저수준의 정보를 전처리하고 추론하는 기술이 필요하다.

본 논문에서는 모바일 환경에서 사용자의 상황에 따른 선호도를 추론하는 방법과 사용자간의 정보를 서로 공유

하여 적절한 정보를 제공해 줄 수 있는 인간관계 추천 시스템을 제안한다. 여기서 선호정보를 추론하기 위해 나이브 베이지안 분류기에서 개선된 가중치 기반의 나이브 베이지안을 제안한다. 기존의 나이브 베이지안 분류기는 각각 속성 값에 대해 동등한 가중치를 적용하고 있다. 그러나 각각의 속성 값들에 대해 사용빈도를 바탕으로 가중치를 부여할 경우 기존의 나이브 베이지안에 의한 값보다 향상된 결과를 얻을 수 있다.

2. 관련연구

A. Gasimov 등은 사용자의 상황에 따라 모바일 웹 브라우저를 자동으로 변환하여 보여주는 CAMB[1] 시스템을 개발하였고 M. Reanto 등은 사용자의 상황정보를 수집하여 다양한 서비스를 제공하는 ContextPhone Platform[2]을 개발하였다. 위와 같은 연구는 사용자의 상황정보를 이용하여 서비스하였으며 개개인의 요구사항을 반영하지 못했다. 따라서 최근에는 사용자의 상황정보와 선호정보까지 고려한 연구가 활발히 진행 중이다 [3][4][5][6]. 모바일 관광 어플리케이션인 COMPASS와 CRUMPET은 사용자의 선호도와 위치정보를 고려하여 사용자 상황에 맞는 서비스를 제공하였다[7][8]. 또한 COUMS은 사용자의 상황을 온톨로지로 모델링하고 규칙을 정의하여 추론된 결과를 사용자에게 추천하였다[9]. CAESAR은 사용자의 위치정보와 시간정보를 고려하여 식당을 추천할 때 소셜 네트워크 서비스를 이용하였다 [10]. 이것은 소셜 네트워크 사용자의 의견만 반영되었을

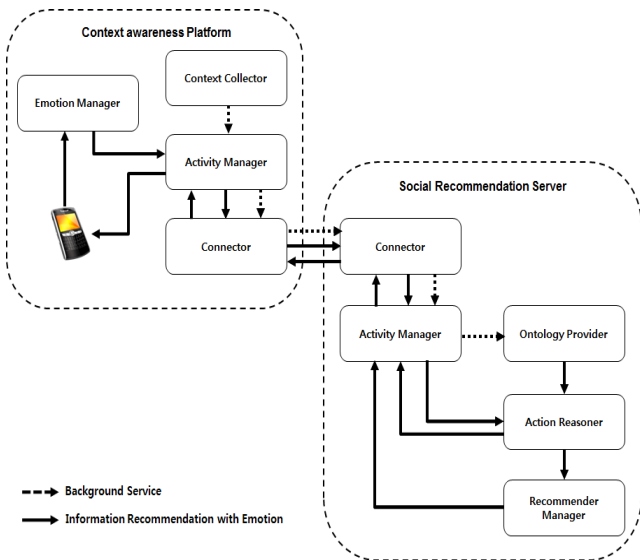
뿐 사용자 개인의 선호정보는 반영되지 못했다. 따라서 상황에 따라 적합한 정보를 제공해 줄 수 있는 소셜 네트워크 기반의 선호도 추천 시스템이 필요하다.

3. 선호도 추천 시스템

선호도 추천 시스템은 사용자의 상황 및 의도를 인지하고 모바일 기기를 소유한 사용자간을 이어주는 미들웨어이다. 이렇게 연결된 네트워크는 모바일 소셜 네트워크가 되며 다양한 소셜 인터랙션을 제공해 줄 수 있다. 본 장에서는 본 논문에서 제안하는 시스템의 전체 구조와 선호도 추론방법에 대해 각각 설명한다.

3.1 시스템 구조

제안하는 시스템은 크게 안드로이드 기반의 상황인지 플랫폼과 소셜추천 서버로 구성되어 있으며 전체 구조는 그림 1과 같다.



(그림 1) 시스템 구조

상황인지 플랫폼은 사용자의 모바일 기기에서 발생되는 다양한 상황정보를 인지하기 위해 백그라운드 서비스로 실시간 수집하고 관리하며 감정매니저, 액티비티 매니저, 컨텍스트 콜렉터, 커넥터 총 4가지의 모듈로 구성되어 있다. 먼저 감정매니저는 사용자의 감정을 인지하는 모듈로 기쁨, 슬픔, 화남, 평온으로 분류되며 카메라로부터 입력된 사용자의 얼굴 이미지를 이용한다. 컨텍스트 콜렉터는 다양한 센서정보를 이용하여 사용자의 상황정보를 실시간 수집하고 액티비티 매니저는 수집한 상황정보들을 항상 최신의 정보로 업데이트하고 다른 모듈과 동기화 작업한다. 커넥터는 소셜추천 서버와 TCP/IP 통신으로 연결되며 XML 데이터를 이용하여 상호간의 상황정보를 주고 받는다.

소셜추천 서버는 컨텍스트 인터프리터, 액티비티 매니저, 커넥터 총 3가지의 모듈로 구성되어 있으며 사용자의

현재 상황에 맞는 선호정보를 추론하고 사용자의 요구에 맞는 적절한 친구를 매칭하여 상황인지 플랫폼으로 전달한다. 먼저 컨텍스트 인터프리터는 상황인지 플랫폼으로부터 전송된 데이터를 온톨로지 구조로 관리하며 사용자의 요구사항 입력 시 현재 상황정보를 바탕으로 선호도와 친구매칭 정보를 추론한다. 액티비티 매니저는 효율적인 다중작업 처리를 위해 액션 태스크와 액션 스레드들을 이용하여 이벤트를 처리한다. 커넥터는 센터와 리시버로 구성되어 있으며 상황인지 플랫폼과 XML 형태의 데이터를 송수신한다. 표 1은 상황인지 플랫폼에서 소셜 추천 서버로 데이터를 전송하는 상황정보 XML 구조이다.

<표 1> 상황정보 XML 구조

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<context>
<notification>
<user port="4445" phonenumber="01074562656"
ip="155.230.118.38" presence="active">
<ringermode>normal</ringermode>
<emotionstate>happy</emotionkstate>
<location>
<latitude>35.8900449</latitude>
<longitude>128.6113321</longitude>
</location>
<weather>sunny</weather>
</user>
</notification>
</context>
```

3.2 선호도 추천 모델

본 장에서는 소셜추천 서버에서의 추론방법에 대해 자세히 기술한다. 추천방법은 크게 2가지로 사용자 선호도추론과 추론된 선호정보에 따른 친구추천이다. 사용자의 선호정보를 추론하기 위해 본 논문에서는 가중치 기반의 나이브 베이지안을 제안한다.

3.2.1 사용자 선호도 추론

나이브 베이지안은 n개의 속성을 가진 데이터가 주어졌을 때 m개의 클래스 중 어떤 클래스에 속하는지 예측하는 방법으로 주어진 데이터가 각 클래스에 속할 확률은 베이지안 정리에 의해 식(1)과 같다[11].

$$P(Y|X) = P(Y) \prod_{i=1}^d P(X_i|Y) \quad (1)$$

나이브 베이지안 분류기는 각각의 속성 값에 대해 동등한 가중치를 적용하고 있다. 그러나 각각의 속성 값들에 대해 사용 빈도를 바탕으로 가중치를 부여할 경우 기존의 나이브 베이지안에 의한 값보다 향상된 결과 값을 얻을 수 있다. 사용자 현재의 상황정보는 날씨, 위치, 시간 등 다양하

다. 따라서 사용자 각 상황에 따른 행동 확률 값을 계산해야 한다. 여기서 가중치는 각 상황 중에서 사용자가 얼마만큼의 비중을 두고 있는지를 측정한다. 이것은 사용자의 상황 중에서 각 요인들의 미치는 영향이 서로 다르기 때문이다. 예를 들어 날씨가 흐리고 비가 오면 사용자 감정에 강한 영향을 끼치게 되며 날씨와 감정 등의 상황정보에 따라 사용자가 취할 행동이 다를 수 있다.

$$P(Y|X) = P(Y) \prod_{i=1}^d (P(X_i|Y))^{W_i} \quad (2)$$

$$W_i = 1 - \frac{f_j}{\sum_{j=1}^n f_j}$$

식(2)는 식(1)의 나이브 베이저안 분류기에서 가중치가 부여된 확장 형태이다. W 는 전체 사용자 상황정보의 빈도수에서 각 상황정보 빈도수의 비율로 계산된다.

$$classify(X_1, \dots, X_d) = \operatorname{argmax} P(Y) \prod_{i=1}^d (P(X_i|Y))^{W_i} \quad (3)$$

최종적으로 사용자가 행할 가장 높은 선호정보는 식(3)과 같이 결정된다.

3.2.2 사용자 선호정보에 따른 친구추천

추론된 사용자의 선호정보에 따라 사용자에게 적절한 정보를 매칭 하여 추천해 줄 수 있다. 예를 들어 특정 사용자가 주말 저녁 도서관에서 공부를 하고 있는데 기분이 좋지 않아 가볍게 맥주를 마시고 싶다면 맥주를 같이 마시줄 수 있는 친구를 추천해 주어야 한다. 하지만 현재까지는 사용자가 직접 친구를 찾기 위해 주소록에 등록된 친구에게 연락해서 현재의 위치, 일정, 행동가능 여부를 매번 물어봐야 하는 불편함이 있다. 기존의 이러한 어려움을 극복하기 위해 사용자 선호 행동에 따라 적절한 친구를 추천해주는 추천 방법을 제시한다. 추천 방법은 2가지이며 첫 번째 방법은 사용자와 선호정보와 유사한 친구들을 우선순위로 추천하는 방법이다. 현재 상황 C_u 에 대한 선호행동 A 를 함께 할 수 있는 친구들의 가능점수를 구하는 방법은 식 (4)와 같다.

$$F_iPS(C_u, A) = F_{distance} \times F_{busy} \times F_{action} \quad (4)$$

$F_{distance}$ 는 사용자와 친구 사이의 거리이며 F_{busy} 는 친구의 현재 일정의 중요도이며 사용자 입력에 따라 0.1 ~ 0.9의 값을 가진다. F_{action} 은 A행동에 대한 친구의 선호점수이며 구하는 식은 식(2)와 동일하다.

두 번째 방법은 사용자의 친구들이 모여서 특정 행동을

하고 있음을 사용자에게 추천하는 방법이다. 현재 상황 C_u 에 대해 사용자 친구들의 그룹을 추천하는 방법은 식 (5)와 같다.

$$G_iPS(C_u) = G_{know} \times G_{action} \times G_{distance} \quad (5)$$

$G_iPS(C_u)$ 는 현재 상황에서 사용자가 만날 수 있는 그룹 G_i 의 선호점수이고 G_{know} 는 그룹의 사용자들 중에서 사용자의 친구가 포함된 점수이다. G_{action} 은 그룹행동에 따른 사용자의 선호점수이고 $G_{distance}$ 은 사용자와 그룹 사이의 거리이다.

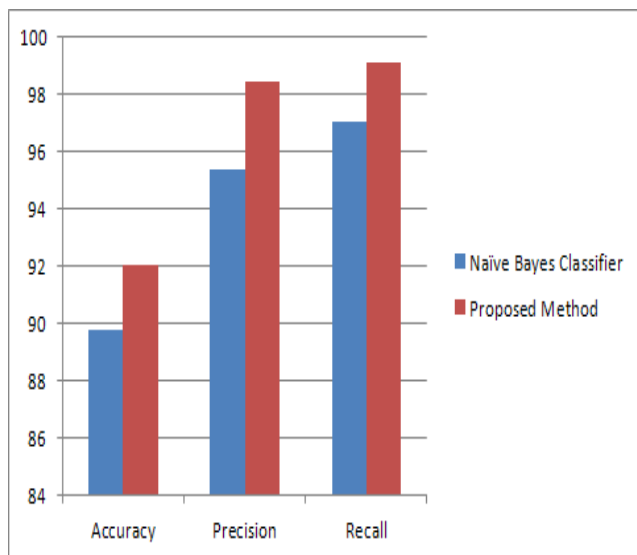
4. 시뮬레이션 및 성능평가

본 장에서는 시뮬레이션을 통해 제안하는 모델링의 성능 및 신뢰성을 평가한다. 제안하는 시스템의 결과는 어플리케이션으로써 안드로이드OS를 기반으로 개발되었으며 다양한 센서데이터를 통해 감정, 날씨, 계절, 시간, 요일, 위치, 스케줄 등의 사용자 상황을 인지하고 사용자에게 적절한 정보를 추천해 준다. 예를 들어 특정 사용자가 '주말 저녁 도서관에서 공부를 하고 있는데 기분이 좋지 않다'고 가정한다면 추천 시스템은 사용자의 상황정보를 바탕으로 사용자가 주로 행하는 행동 선호도에 따른 사회적 관계를 맺고 있는 친구들의 정보를 제공해준다. 그림 2는 제안하는 서비스의 결과 화면이다.



(그림 2) 인간관계 추천 시스템의 결과 화면

또한 본 논문에서 추천한 정보가 사용자에게 얼마나 적합한지를 평가하기 위해 기존의 나이브 베이지안을 이용한 경우와 새롭게 제안한 가중치 기반의 나이브 베이지안을 이용한 경우를 각각 실험해 보았다. 본 실험에 사용된 데이터는 사용자 25명에 대해 상황에 따른 행동 히스토리 정보를 각각 1,000개씩 총 25,000개의 데이터를 랜덤하게 생성하여 사용하였다. 또한 사용자의 상황정보로 선별된 7가지는 감정(기쁨, 슬픔, 화남, 기분), 날씨(맑음, 비, 흐림, 눈), 계절(봄, 여름, 가을, 겨울), 시간(아침, 점심, 저녁, 밤/새벽), 요일(주중, 주말), 위치(직장, 집, 시내, 야외), 현재 스케줄(업무, 스터디, 집안일, 자유)이며 각 데이터를 균등하게 랜덤 생성하였다. 또한 사용자의 행동정보로는 호프, 영화, 드라이브, 식사, 쇼핑, 운동 6가지 행동으로 분류하였다. 각각의 사용자마다 상황정보에 따른 빈도수를 다르게 분포하여 실험하였으며 실험을 평가하는 방법으로는 추천 시스템을 평가하는 척도로 많이 사용되고 있는 Accuracy, Precision, Recall을 이용하였다. 25명에 대한 각각의 사용자 데이터 1,000개에서 800개는 학습데이터, 200개는 테스트 데이터로 실험을 진행하였다. 실험결과 기존 나이브 베이지안을 사용한 경우 Accuracy, Precision, Recall이 각각 89%, 95%, 97%로 나타났고, 이와 비교하여 제안한 가중치 기반의 나이브 베이지안은 각각 92% 98%, 99%로 나타나 제안한 선호도 추천방법이 기존방법보다 향상됨을 알 수 있었다.



(그림 3) 평가 결과

5. 결론

사용자의 선호정보를 파악하고 개별 요구사항에 맞추어진 콘텐츠 추천이 점점 더 중요해지고 있다. 또한 모바일 기기들은 고정된 장소가 아니라 사용자에게 따라 다른 장소와 시간에서 자신의 요구사항에 따라 콘텐츠를 다르게 사용할 수 있다. 따라서 사용자의 현재 상황정보와 선

호도를 동시에 고려하여 요구를 만족할 수 있는 추천 시스템의 필요성이 더욱 부각되고 있다. 본 논문에서는 사용자가 항상 휴대하고 다니는 모바일 기기로부터 상황에 따른 선호도를 추론하고 사용자에게 적합한 정보를 제공할 수 있는 모바일 소셜 네트워크 기반의 선호도 추천 시스템을 제안하였다. 이것은 유기적인 네트워크 형성이 가능하며 점차 다가오는 지능형 소셜 네트워크 서비스에 이용 가능하다.

참고문헌

- [1] A. Gasimov, F. Magana et al., "CAMB : Context-Aware Mobile Browser," Proceeding of the 9th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, 2010.
- [2] M. Reanto et al., "ContextPhone : A prototyping platform for context-aware mobile application," IEEE Pervasive Computing, Vol.4, No.2, pp.51-59, 2005.
- [3] A. Ankolekar et al., "Friendlee : A Mobile Application for Your Social Life," Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile device and Service, 2009.
- [4] N. Banerjee, S. Agarwal et al., "Virtual Compass: Relative Positioning To sense Mobile Social Interactions," Lecture Notes in Computer Science, 2010.
- [5] G. Adomavicius, A. Tuzhilin, "Context-aware recommender system," Proceedings of ACM conference on Recommender system, pp.335, 2008.
- [6] S. S. Anand and B. Mobasher, "Contextual recommendation," In Lecture Notes In Artificial Intelligence, Vol.4737, pp.142-160, 2007.
- [7] M. V. Setten and S. Porkraev, "Context-aware recommendations in the mobile tourist application COMPASS," LECTURE Notes in Computer Science, vol.3137, pp.235-244, 2004.
- [8] S. Poslad, H. Laamanen, R. Malaka, A. Nick et al., "CRUMPET: Creation of user-friendly mobile services personalized for tourism," proc. Int. Conf. 3G Mobile Communication Technologies, pp.28-32, 2001.
- [9] S. Song, et al., "Music Ontology for Mood and Situation Reasoning to Support Music Retrieval and Recommendation," Third International Conference on Digital Society, pp.304-309, 2009.
- [10] L. Ramaswamy et al., "CAESAR: a context-aware, social recommender system for low-end mobile devices," Proc. Mobile Data Management, pp.338-347, 2009.
- [11] H. Jiawei, K. Micheline, "Bayesian Classification," Data Mining Concepts and Techniques 2nd Edition, pp.310-318, 2006.