

모바일 환경에서 상황정보를 이용한 하이브리드 필터링 추천시스템 설계

Development of Hybrid Filtering Recommendation System using Context-Information in Mobile Environments

고 정 민*
(Jung-Min Ko)

남 두 희**
(Doohee Nam)

요 약

정보통신 기술의 급속한 성장 및 발전에 따라 유비쿼터스 네트워크 컴퓨팅 및 이용자 맞춤 서비스에 대한 관심이 증폭되고 있다. 또한 최근 스마트폰(Smartphone)을 매개체로 모바일 관련 기술들이 급속도로 발전하며 큰 각광을 받고 있다. 이러한 환경 및 인프라의 발전에 따라 최근 모바일에서 각 종 정보 및 서비스를 제공하는 다양한 응용소프트웨어들이 출시되고 있는 추세이나 그 대부분이 공급자 위주의 정보시스템으로 단순히 다량의 정보들을 불특정 다수의 이용자들에게 제공하는데 목적을 두고 있으며 이용자 개개인에 대한 맞춤화 혹은 개인화된 정보 및 서비스의 제공은 거의 이루어지지 않고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 모바일환경에서 개인화 및 맞춤화를 위한 추천시스템을 설계 및 구현한다. 각 종 정보필터링 기법의 장점을 결합한 하이브리드 필터링(Hybrid Filtering)을 이용하여 추천 시스템을 구성하며 추천의 질을 향상시키기 위해 정보 필터링 단계에 앞서 사용자의 목적행위, 위치의 상황정보(Context-information)를 이용하여 추천대상 아이템의 범위를 결정함으로써 이용자 상황에 따른 효과적인 정보의 추천을 가능하도록 한다.

Abstract

Due to rapid growth and development of telecommunication information technology, interest has been amplified regarding ubiquitous network computing and user-oriented service. Also, the rapid development of related technologies has been a big spotlight. Smart phone, with features such as a PC with advanced features is a mobile phone. According to environment and infrastructure development, a variety of mobile-based application software to provide various kinds of information and services has been released. However, most of them are provider-driven information systems and aim to provide large amounts of information simply to an unspecified number of users. Therefore, customized or personalized provision of information and service explained earlier for individual users has been hardly come true. According to background and need, this study wants to design and implement recommendations system for personalization and customization in mobile environments. To acquire more accurate recommendation results, recommendation system shall be composed using the Hybrid Filtering. Effective information recommendation according to user's situation by using user's context-information of purpose and location that are available in mobile devices before running the filtering of the information to improve the quality of recommendations.

Key words : Mobile, context, hybrid filtering, recommendation system, smartphone

† 한성대학교 교내연구비 지원과제임.

* 주저자 : 한성대학교 정보시스템공학과 석사과정

** 공저자 및 교신저자 : 한성대학교 정보시스템공학과 교수

† 논문접수일 : 2011년 3월 24일

† 논문심사일 : 2011년 5월 16일

† 게재확정일 : 2011년 5월 17일

I. 서론

스마트폰은 표준화된 인터페이스와 플랫폼 환경에서 각종 정보 및 서비스를 제공하는 다양한 모바일 기반 응용소프트웨어들이 출시되고 있다. 그러나 대부분이 공급자 위주의 정보시스템으로 단순히 다량의 정보들을 불특정 다수의 이용자들에게 제공하는데 목적을 두고 있어 이용자 개개인에 대해 맞춤화 혹은 개인화된 정보 및 서비스의 제공은 거의 이루어지지 않고 있다.

본 연구에서는 모바일환경에서 개인화 및 맞춤화를 위한 추천시스템을 설계 및 구현하고자 한다. 정확한 추천결과를 얻기 위해 하이브리드 필터링(Hybrid Filtering)을 이용하여 추천 시스템을 구성한다. 또한 추천의 질을 향상시키기 위해 정보의 필터링이 실행되기 전 모바일 디바이스에서 활용 가능한 사용자의 목적행위, 위치 등의 상황정보(Context)를 이용하여 이용자 상황에 따른 효과적인 정보의 추천을 가능하도록 한다.

II. 이론적 배경

1. 상황정보(Context)

상황인식(Context awareness)이란 일반적으로 실세계에 존재하는 개체의 상태를 특징화하여 정의한 정보, 즉 상황정보(Context)를 활용하여 사용자가 처한 상황을 인지하고 사용자가 원하는 정보를 원하는 형태로 처해진 상황에 맞게 획득하고 이용할 수 있는 상태를 의미한다[1].

상황인식에 관한 연구 초기에 현실 세계의 개체들의 특징을 구분하기 위한 가장 일반적이고 명확한 기준을 Location, Identity, Activity, Time 4가지로 보았다[2]. 상황은 유비쿼터스 컴퓨팅과 관련하여 사용자와 다른 사용자, 시스템, 혹은 디바이스의 애플리케이션 간 상호 작용에 영향을 미치는 사람, 장소, 사물, 개체, 시간 등 상황(situation)의 특징을 규정하는 정보. 좀 더 구체적으로는 네트워크 연결 상태, 통신 대역폭, 그리고 프린터·디스플레이·위크스

테이션과 같은 컴퓨팅 상황(Computing context), 사용자의 프로파일·위치·주변의 사람들을 비롯한 사용자 상황(User context), 조명·소음 레벨·교통 상태·온도 등 물리적 상황(Physical context), 시간·주·달·계절 등 시간적 상황(Time context)등으로 그 개념이 확대되었다.

2. 정보 필터링(Information filtering)

불필요한 정보를 삭제하거나 추가적인 내용을 덧붙이거나하는 작업을 정보 필터링이라고 한다[3].

정보필터링에는 협업, 내용기반, 인구통계학적, 유용성기반, 지식기반으로 총 5가지 유형의 기법이 있다.

1) 협업 필터링(Collaborative filtering)

협업 필터링은 아이템에 대한 평가를 종합하고, 이 평가 점수를 토대로 고객 간의 유사성을 인지하여 새로운 아이টে를 추천하는 기법이다[4].

협업 필터링은 이웃 집단 형성, 선호도 예측의 단계로 구성된다. 이 때 이웃 집단 형성을 위해 사용자의 평점, 즉 고객의 과거 구매 기록이나 아이টে에 대한 선호도를 토대로 고객 간의 상관관계를 파악하여 유사 집단을 구성한다. 고객 별 유사도를 측정하기 위해 피어슨 상관관계수(Pearson Correlation Coefficient)를 사용하였다[5]. 피어슨 상관관계수에 대한 정의는 다음과 같다.

$$r_{ij} = \frac{\sum_k (S_{ik} - \bar{S}_i) \times (S_{jk} - \bar{S}_j)}{\sqrt{\sum_k (S_{ik} - \bar{S}_i)^2 \times \sum_k (S_{jk} - \bar{S}_j)^2}}, -1 \leq r_{ij} \leq 1 \quad (1)$$

r_{ij} : 사용자 i , 이웃 사용자 j 간의 유사도

S_{ik} : 고객 i 가 아이টে k 에 대해 평가한 선호도

\bar{S}_i : 고객 i 의 선호도 평균

S_{jk} : 고객 j 가 아이টে k 에 대해 평가한 선호도

\bar{S}_j : 고객 j 의 선호도 평균

피어슨 상관관계수는 1에 가까울수록 두 사용자간의 유사도가 높은 것이고 -1에 가까울수록 상반된 선호도를 가지고 있음을 나타낸다. 선호도 예측의 단계에서는 이웃 사용자와의 유사도를 가중치로 하여 추

천대상 사용자의 아이템에 대한 평점의 평균을 내는 Weighted Average 방법을 사용한다[6].

$$P_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n r_{ij} \times S_{jk}}{\sum_{j=1}^n r_{ij}} \quad (2)$$

- i : 사용자, j : 이웃 사용자, n : 이웃 사용자의 수
- P_{ik} : 아이템 k 에 대한 사용자 i 의 예상 평점
- r_{ij} : 사용자 i 와 사용자 j 의 유사도
- S_{jk} : 아이템 k 에 대한 사용자 j 의 평점

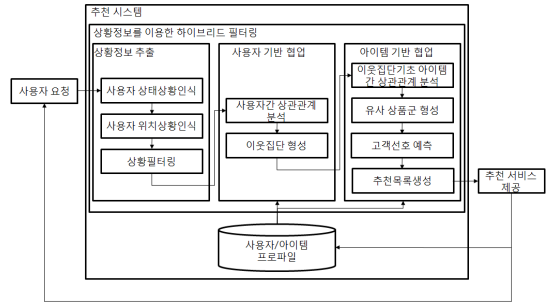
2) 하이브리드 필터링

하이브리드 필터링은 둘 또는 그 이상의 필터링 기법을 결합하여 좀 더 정확한 예측을 하고자 하는 기법이다. 사용자 기반 협업필터링(User-Based Collaborative filtering)과 아이템 기반 협업 필터링(Item-Based Collaborative filtering)으로 구분할 수 있다. 사용자 기반 협업필터링은 유사한 선호도를 가지는 이웃집단군의 아이템 평가를 바탕으로 해당 고객이 선호할만한 아이템을 예측하여 추천을 하는 기법이다. 아이템 기반 협업필터링은 고객이 기존에 평가한 각각의 아이템들과 특정 고객의 선호도를 예측하고자 하는 아이템이 얼마나 비슷한가를 계산하여 K개의 가장 비슷한 아이템을 선택하는 것으로 아이템간의 유사도를 측정하여 아이템을 추천하는 것이다[7].

Ⅲ. 상황정보 기반 하이브리드필터링

1. 시스템 구성

상황정보를 이용한 하이브리드 필터링 알고리즘의 논리적 개념도는 다음과 같다. 논리적 설계의 과정으로 요구사항 분석을 통해 시스템이 보유해야할 기능적/비기능적 요소들을 정의하고 제공 서비스를 도출한다. 또한 유스케이스 명세화 및 다이어그램을 통해 내부적으로 시스템이 어떠한 흐름으로 작동되는지 설명한다.



〈그림 1〉 제안기법의 개념도

〈Fig. 1〉 Concept of the proposed scheme

〈표 1〉 요구사항명세 테이블

〈Table 1〉 Requirements specification

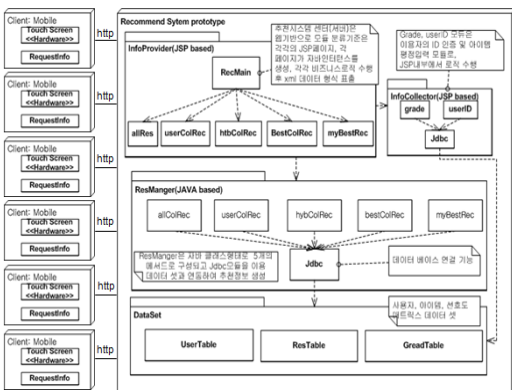
순번	요구사항	구분
R01	사용자에게 선호될 것이라 예측되는 POI정보를 추천 및 설명	기능
R02	선호 아이템, 혹은 목적지에 대한 교통수단, 이동경로 등을 안내	기능
R03	제공되는 서비스는 기본적으로 지도화면을 바탕으로 구성.	기능
R04	시스템은 서버-클라이언트 모델로 구성	기능
R05	사용자 별 아이템에 대한 프로파일 구성되며 이는 서버에 저장	기능
R06	사용자의 목적행위를 인식(예: 식당, 병원, 영화, 쇼핑 등)	기능
R07	사용자의 목적지 혹은 현 위치 인식	기능
R08	사용자는 POI정보를 경험 후 평점 정보를 입력	기능
R09	상황 기반, 사용자 기반 협업 필터링, 아이템 기반 협업 필터링을 통해 정보 필터링	기능
R10	필터링 된 정보에 대한 선호도를 예측 및 추천	기능
R11	사용자 친화적 디자인 필요	디자인
R12	메뉴의 깊이는 3이하여야 함, 최대 3번의 클릭이면 원하는 정보를 얻을 수 있어야 함	메뉴
R13	모바일 환경에서 동작하며 네트워크 연결망으로 3G/Wifi 망 사용	환경
R14	사용자 정보요청에 적정시간에 정보를 제공	성능

요구사항 및 본 연구에서 평가하고자 하는 기본적인 시스템의 기능요소 분석에 따라 다음과 같은 서비스가 도출하였다.

〈표 2〉 추천시스템 제공 서비스
 〈Table 2〉 Service of Recommendation System

순번	서비스명
S01	협업 필터링 아이템추천
S02	하이브리드 필터링 아이템추천
S03	베스트 선호 아이템 추천
S04	내 과거 베스트 아이템 추천
S05	선호도 측정
S06	전체 아이템 보기
S07	목적행위 입력
S08	목적지(현위치)입력

모듈부 구조는 구현과 관련된 모듈을 아키텍처 요소로 정의한다. <그림 2>는 상황정보를 이용한 하이브리드 추천시스템의 정보센터(서버)의 모듈부를 나타낸다.



〈그림 2〉 추천시스템 모듈부 아키텍처
 〈Fig. 2〉 Architecture of module iew

2. 추천시스템 구현

추천시스템의 서버는 JSP/JAVA, 클라이언트는 iPhone SDK, 데이터베이스는 오라클 10G를 이용하여 개발되었다. 본 연구에서 구현한 추천시스템은 하이브리드 필터링 추천 외에 단순 협업 필터링 추천, 임의아이템 추천, 베스트 아이템 추천, 내 과거 베스트 아이템 추천 등의 서비스를 제공한다. 상황 추출 단계 후 6개의 버튼 입력을 통해 원하는 추천 결과를 얻을 수 있으며 최종적으로 아이템 선정 및 선호(평점)정보를 입력할 수 있다.



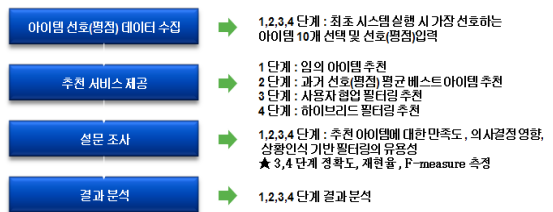
추천서비스 실행
 (전체, 임의, 베스트, 협업, 하이브리드, 내 베스트) 선택 및 선호(평점)입력

〈그림 3〉 추천시스템 구동 화면
 〈Fig. 3〉 Recommendation system

IV. 추천시스템 평가

1. 실험 절차

평가를 위한 실험은 총 60명을 대상으로 이루어 졌다. 추천 대상 아이템은 강남역 인근에서 현재 운영 중인 100개의 음식점으로 구성하였다. 본 실험에서는 사용자의 목적행위 정보를 “음식점 정보요청”으로 가정하였으며 목적지(현위치) 정보를 강남역 인근으로 가정하였다. 실험은 총 4단계로 이루어지며 각 단계마다 15명의 실험대상에게 대해 상이한 방식의 아이템 추천을 실행한다. 각 방식의 추천절차가 이루어지면 아이템 추천의 결과가 만족스러운지, 그리고 사용자의 의사결정에 도움이 되었는지 여부에 대한 설문을 실행한다. 또한 사용자 협업 필터링 및 하이브리드 필터링 전에 수행되는 상황정보의 활용이 정보의 필터링이 정보추천의 질에 미치는 영향에 대한 설문을 실행한다.



〈그림 4〉 실험절차
 〈Fig. 4〉 Experimental procedure

2. 실험 결과

1, 2, 3, 4단계 실험 모두 동일하게 기초데이터 생성을 위해 추천대상자에게 1차 추천시스템 애플리케이션 실행 시 모든 아이템 보기 서비스를 통해 가장 선호하는 10개의 아이템을 선정하고 선호(평점) 정보를 입력하도록 한 후 각 단계의 추천서비스를 제공하였다. 실험결과, 1, 2, 3, 4 단계 실험에서 중에서 하이브리드 필터링을 이용하여 제공한 추천리스트에 대한 피실험자의 반응이 가장 좋았다. 이는 사용자간 상관관계 분석 및 아이템 간 상관관계 분석을 결합한 하이브리드 필터링을 이용하여 구성된 추천리스트를 제공하였기 때문이라고 판단된다. 또한 상황정보의 활용이 정보의 필터링이 정보추천의 질에 미치는 영향에 대해 대부분의 피실험자가 유용하다고 평가하였다.

〈표 3〉 실험 결과
〈Table 3〉 Result

단계	분류	매우 만족 (%)	만족 (%)	보통 (%)	불만족 (%)	매우불만족 (%)
1단계	추천 아이템 리스트 만족도	0	27	27	33	13
	사용자 의사 결정 영향	0	20	40	27	13
2단계	추천 아이템 리스트 만족도	6	27	40	27	0
	사용자 의사 결정 영향	14	20	33	20	13
3단계	추천 아이템 리스트 만족도	27	33	27	13	0
	사용자 의사 결정 영향	20	47	20	13	0
4단계	추천 아이템 리스트 만족도	20	47	27	6	0
	사용자 의사 결정 영향	20	53	20	7	0
상황정보 이용 유용성		22	51	25	2	0

3. 하이브리드 협업 필터링 검증

정확도(Precision)와 재현율(Recall)은 일반적으로 검색엔진의 질을 판단하는 척도로서 활용되어 지는데 이를 개발된 추천시스템을 평가하는 도구로 사용하였다.

〈표 4〉 추천 시스템에서 정확도와 재현율의 정의
〈Table 4〉 Definition of precision and recall

분류	정의
정확도	추천리스트 중 몇 개의 항목을 사용자가 실제로 만족하였는지 나타내는 평가 방법
재현율	고객이 좋아하는 항목 중에서 얼마나 많은 항목이 추천이 되었는지 나타내는 평가 방법

또한 정확도와 재현율에 조화평균으로써 추천시스템의 종합적인 평가방법으로 사용되는 F-measure는 다음과 같다.

$$F = \frac{2 \times \text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (3)$$

추천 시스템의 성능을 평가하기 위해 본 연구에서 개발된 추천시스템에서 제공하는 사용자 협업 필터링 추천 및 하이브리드 필터링 추천 서비스를 통해 사용자에게 제공되는 추천 리스트의 정확도와 재현율 그리고 F-measure에 대한 분석을 수행하였다.

〈표 5〉 추천 시스템의 정확도 및 재현율
〈Table 5〉 precision and recall

기법	정확도	재현율	F-measure
사용자 협업 필터링	53.8	42.2	47.2
하이브리드 필터링	63.3	49	55.2

정확도, 재현율, F-measure에 대한 분석 결과에 따르면 본 연구에서 개발된 상황정보를 이용한 하이브리드 필터링 추천시스템에서 제공되는 서비스 중 사용자 협업 필터링으로 제공되는 추천 목록보다 하이브리드 필터링을 이용하여 제공되는 추천 목록에 대한 사용자의 만족도가 높은 것으로 평가 되었다.

V. 결 론

본 연구에서는 대표적인 추천기법인 협업필터링의 두 방식, 사용자 기반 협업필터링과 아이템 기반 협업필터링을 결합한 하이브리드 필터링을 이용하여 모바일 환경에서 추천시스템을 설계하고 구현했다. 사용자의 목적행위 및 위치가 결정된 상황을 가

정하여 실험한 결과 일반적인 협업필터링 기반 서비스의 추천결과보다 하이브리드 필터링 기반 서비스의 추천결과가 더 높은 만족도 및 정확도를 보이는 것으로 나타났다.

본 연구과정에서 발생한 몇 가지 한계점으로 먼저 다양한 상황정보의 활용이 미비하다는 점을 들 수 있다. 상황인식은 현재 상황의 상태를 실체화, 특성화 하여 이용하는 것을 의미하며 세부적으로 네트워크 연결 상태, 통신 대역폭, 그리고 컴퓨팅 상황, 사용자의 프로파일·위치·주변의 사람들을 비롯한 사용자 상황, 조명·소음 레벨·교통 상태·온도 등 물리적 상황 시간·주·달·계절 등 시간적 상황 등이 있다. 본 연구에서는 현재 위치, 목적, 아이템에 대한 사용자의 선호 정보만이 사용되었다.

본 연구에서 설계 및 구현된 추천시스템은 모바일에서 활용 가능한 목적, 위치, 선호의 상황정보 세가지를 이용하나 좀 더 다양한 상황 정보를 활용하지 못한다는 것이 한계라 할 수 있다. 또한 시스템이 사용자에게 대한 상황을 동적으로 인식하는 것이 아닌 사용자의 입력을 토대로 상황정보가 추출된다는 것 역시 한계점 중 하나이다. 향후 모바일의 특성을 활용하여 다각적인 상황정보를 활용한다면 양질의 추천 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 이도경, “상황인식,” 제너시스시스템즈, 2009.
- [2] Anind K. Dey, “Understanding and using context,” *Personal Ubiquitous Computing* 5, pp.4-7, May 2001.
- [3] 송미랑, 김교정, “사용자 그룹을 이용한 효과적인 정보 여과 및 학습방법에 관한 연구,” *한국정보과학회, 가을 학술발표논문집*, vol. 26, no. 2, pp.63-65, 1999. 10.
- [4] B. Sarwar, G. Karypis, J. Konstan and J. Riedl, “Analysis of recommendation algorithms for E-commerce,” *Proceedings of the 2nd ACM conference on Electronic commerce*, pp.158-167, Jun. 2000.
- [5] 박지선, 김택현, 류영석, 양성봉, “추천시스템을 위한 2-way 협동적 필터링 방법을 이용한 예측 알고리즘,” *정보과학회지 논문지*, 제29권, 9, 10 호, pp.669-675, 2002. 10.
- [6] 안신현, “콘텐츠 추천 시스템에 관한 이슈,” KAIST 문화기술대학원, 2007.
- [7] 손창환, “web 상에서 개인화된 상품추천을 위한 Hybrid 추천시스템에 관한 연구,” 영남대 대학원 2006.

저자소개



고 정 민 (Ko, Jung-Min)

2002년 ~ 2009년 : 한성대학교 정보시스템공학과 졸업
 2009년 ~ 현 재 : 한성대학교 정보시스템공학과 석사 과정
 2009년 ~ 현 재 : GIS·ITS 연구소 연구원



남 두 희 (Nam, Doohee)

1997년 : Univ. of Washington 교통공학 박사
 1997년 ~ 2000년 : Univ. of Washington 선임연구원
 1998년 ~ 2000년 : 미국 워싱턴주 교통계획 감독관
 2001년 ~ 2006년 : 한국교통연구원 ITS연구센터 / 도로교통연구실 책임연구원
 2006년 ~ 현 재 : 한성대학교 정보시스템공학과 교수