

개념 계층 모델을 이용한 온톨로지 기반 상황 인식 추천 시스템

Ontology based Context-Aware Recommendation System using Concept Hierarchy

안 명 환* 권 준 회**
Myoung-hwan Ahn Joon-hee Kwon

요 약

유비쿼터스 기술의 성장으로 사용자의 상황을 자동으로 인지하여 유용한 서비스를 제공해주는 상황 인식 추천 서비스가 요구되기 시작하였다. 그러나 기존의 상황 인식 추천 서비스는 상황에 따른 추천 정보를 개념 수준의 변화 없이 일관된 개념 수준의 정보만을 제공하였다. 그러므로 추천된 정보가 사용자의 현재 상황에서 처리하기 어려운 수준의 정보로 제공되어 사용자가 원하는 정보를 찾고 목적을 달성하기 위해서는 상당한 노력과 시간을 소요하게 되었다. 본 논문에서는 온톨로지의 개념 계층 모델을 이용하여 사용자의 상황에 맞는 정보의 수준을 결정하고 정보를 추천하는 상황 인식 추천 시스템(OCARCH)을 제안한다. 그리고 기존의 상황 인식 추천 서비스와의 비교 실험을 통해 본 논문에서 제시한 개념 계층 모델을 이용한 상황 인식 추천 시스템이 더 뛰어난 성능을 보임을 증명한다.

Abstract

In this thesis, we propose ontology based context-aware recommendation system using concept hierarchy(OCARCH). Context-aware recommendation services are useful to provide an user with relevant information and/or services based on his current context. However several approaches to context-aware recommendation system have been already proposed, each of them provide information without considering level of information concept based on his current context. For this reason, we propose OCARCH as system capable of helping people to find their way quickly and easily through large amounts of information by determining level of information concept based on his current context. We are also using prefetching algorithm to store recommendation information that the user is likely to need in the near future based on current predictions. Therefore the OCARCH enables users to obtain relevant information efficiently. Several experiments are performed and the experimental results show that the proposed system provides more effective than conventional context-aware recommendation system.

☞ keywords: 상황인식(context-aware), 추천(recommendation), 온톨로지(ontology), 개념(concept)

1. 서 론

유비쿼터스 기술의 발전으로 사용자에게 유용한 서비스를 제공해주는 상황 인식 기술에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그 중에서도 사용자의 상황을 인지하여 유용한 정보를 추천해주는

는 상황 인식 추천 서비스는 매우 유용한 서비스라고 할 수 있다. 그러나 기존의 상황 인식 추천 서비스는 상황에 기반을 둔 추천 정보를 개념 수준의 변화 없이 일관된 개념 수준의 정보만으로 추천하였다. 그러므로 추천된 정보가 사용자의 현재 상황에 맞지 않는 개념 수준의 정보를 제공해주는 경우 사용자가 추천된 정보에서 원하는 정보를 찾고 목적을 달성하기 위해서 상당한 노력과 시간을 소요하게 되었다. 이러한 문제점을 극복하고자 본 논문에서는 온톨로지의 개념 계층

* 준 회 원 : 경기대학교 전자계산학과 학생
eritaka@gmail.com

** 정 회 원 : 경기대학교 전자계산학과 교수
kwonjh@kyonggi.ac.kr(교신저자)

[2007/02/24 투고 - 2007/03/22 심사 - 2007/07/13 심사완료]

모델을 이용하여 사용자의 상황에 맞는 정보의 수준을 결정하여 정보를 추천하는 상황 인식 추천 시스템 OCARCH(Ontology based Context-Aware Recommendation system using Concept Hierarchy)을 제안한다.

OCARCH는 온톨로지를 기반으로 상황을 모델링하여 상황에 대한 공통적 이해를 통해 어디서나 정보를 추천할 수 있다. 만약 추천할 정보가 적다면 구체적인 개념 수준의 정보를 제공하며 추천할 정보가 너무 많아 장치의 가용성을 넘어서는 경우 온톨로지의 개념 계층 모델을 기반으로 좀 더 일반적인 개념 수준의 정보를 제공하여 사용자의 선택을 돕게 된다. 또한 OCARCH는 사용자의 상황에 따라 관심이 적을 경우 추천을 하지 않으며 불필요한 정보를 제공하지 않는다. 본 논문에서는 온톨로지의 개념 계층 모델을 이용한 상황 인식 추천 시스템을 제안하고 구현하였으며 기존 상황 인식 추천 서비스와의 비교 실험을 통해 OCARCH 시스템이 더 뛰어난 성능을 보임을 증명한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 상황 인식 추천과 관련된 연구들에 대해 살펴보고 3장에서 본 논문에서 제안하는 시스템을 설명한다. 4장에서는 본 연구를 실제 구현하고 5장에서 기존 연구와의 실험 및 검증을 통해 성능을 실험해본다. 마지막으로 6장에서 본 논문의 결론을 기술한다.

2. 관련 연구

모바일 환경이 발전함에 따라 상거래 활동을 하는 사용자에게 유용한 서비스를 제공해줄 수 있는 환경이 실현되고 있다. 특히 끊임없이 변화하는 사용자의 상황과 환경을 고려하는 상황 인식 추천 서비스가 대두되고 있다. 상황 인식 추천 서비스의 유용성을 보이기 위해 많은 연구들이 진행되어 왔으나 지금까지의 상황 인식 추천 서비스는 대부분 사용자의 위치와 관련된 상황 인

식 추천 시스템이 연구되어 왔다[1,2]. 위치를 기반으로 한 상황 인식 추천 연구들은 사용자가 해당 지역에 대한 정보가 없이도 원활한 관광을 할 수 있도록 도움을 주는 추천 서비스로 위치를 기반으로 단순한 정보를 제공하였다. 그러나 기존의 연구들은 사용자의 모바일 장치의 제한성과 관심 정도를 고려하지 않고 가장 구체적인 정보들을 제공하여 사용자가 원하는 정보를 찾는 데 어려움을 느끼게 만든다.

모바일 환경에서 사용자가 현재 위치한 곳의 정보를 알려주는 Cyberguide[3] 프로젝트는 위치에 대한 단순한 정보만을 제공하며 정보의 양과 개념 수준을 고려하지 않았다. 또한, 모바일 관광 상황 인식 추천 어플리케이션인 COMPASS[4]는 사용자의 관심도와 현재 위치에 기반을 두어 사용자의 욕구에 맞는 서비스를 권유하는 상황 인식 추천 서비스이다. COMPASS의 추천 서비스는 기존에 많이 연구되어온 추천 기법들을 상황 인식 분야에 그대로 적용하였지만 사용자의 상황에 맞는 개념 수준의 정보를 추천하지 못하는 단점을 가지고 있다. 온톨로지와 추론을 사용하여 사용자 친화적이고 개인화가 적용된 관광 추천 서비스를 목적으로 한 CRUMPET 시스템[5]은 사용자에게 의미적으로 가장 가까운 정보를 추천할 수 있다. 그러나 사용자의 입력을 요구하며 항상 정보 개념의 변화 없이 같은 개념 수준의 추천 정보만을 제공하는 단점 역시 존재한다. 시맨틱 웹 기술을 사용한 카네기 멜론 대학의 Context-Aware Mobile Campus Services[6]와 Cool Agent Recommendation Service[7] 역시 사용자의 상황을 온톨로지 모델링하고 규칙을 정의하여 추론된 결과를 권유하는 추천 시스템이다. 그러나 온톨로지를 이용하여 시스템 혹은 에이전트간의 정보를 공유하고 정의된 규칙에 의한 추론이 가능하지만 사용자의 상황에 맞는 개념 수준의 정보는 마찬가지로 고려되지 않았다.

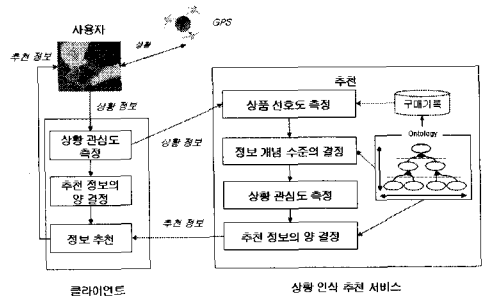
3. 개념 계층 기반의 상황 인식 추천

3.1 OCARCH 시스템 개요

상황 인식 추천 서비스는 사용자가 방문한 지역에 따라 특별한 입력 없이도 상황에 맞는 정보를 얻을 수 있는 서비스이다. 그러나 기존의 연구들은 추천 정보를 단순하게 다루어 다음과 같은 문제점을 가지고 있다. 첫째, 사용자가 자주 구매했던 상품 정보라도 현재 사용자가 관심이 적은 경우 정보가 배제되어야 한다. 추천된 정보의 과부하로 인해 사용자가 원하는 정보를 찾는데 많은 노력과 시간을 대가로 치러야하는 불편함을 감수하지 않도록 그 정보의 양을 현재 상황에 맞게 제한할 필요가 있다. 특히 모바일 기기의 경우 특성상 보여줄 수 있는 정보의 양이 상대적으로 제한된 경우가 많으므로 장치의 제약 사항에 맞도록 추천할 정보의 양을 사용자의 관심도에 비례하여 줄이거나 늘여야 하는 특성이 존재한다. 둘째, 추천 정보는 현재 사용자의 관심과 과거의 관심 정도에 따라 구체적인 상품 수준의 정보를 추천하거나 좀 더 일반적 개념의 상품 수준의 정보를 추천해야만 한다. 상황 인식 추천 서비스는 사용자의 상황에 맞는 정보를 언제, 어떠한 정보를, 얼마나 추천해야 하는지를 결정할 필요가 있다. 이러한 문제점을 극복하고자 본 논문에서는 개념 계층 모델을 이용한 온톨로지 기반 상황 인식 추천 시스템인 OCARCH를 제안한다.

OCARCH는 상황에 맞는 개념 수준에 따른 정보를 추천한다는 특징을 가진다. 먼저 사용자가 가지고 있는 장치의 해상도에 기반을 두어 추천할 정보의 개념적 수준을 결정한다. 그 후 사용자의 현재 관심 정도와 같은 상황을 고려하여 추천할 정보의 양을 결정하여 사용자에게 정보를 추천하게 된다. 그림 1은 지금까지 설명한 상황 인식 추천 서비스의 구조를 나타내고 있다. 그림 1의 컴포넌트들의 과정은 다음과 같은 과정으로 설명할 수 있다. 먼저 사용자의 장치에서 상황 정보를 수신하여 서버에 해당 정보를 송신하면 서버는 사용자가 위치한 장소에 대해 추천할 정보

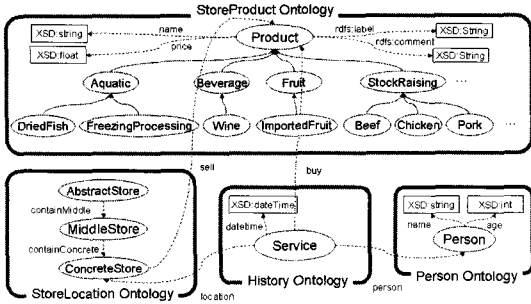
의 수준을 결정하기 위해 사용자의 과거 구매 기록을 기반으로 상품 선호도를 측정하고 온톨로지의 개념 계층을 이용하여 정보의 수준을 결정한다. 해당 위치에 대한 정보의 개념 수준이 결정되면 사용자의 상황 관심도에 따라 추천해줄 정보의 양을 결정되고 사용자의 장치로 추천 정보를 송신한다. 만약 사용자의 상황 관심도에 대해 추천할 정보를 미리 수신한 경우에는 클라이언트는 서버에 대한 질의없이 바로 정보를 추천한다.



(그림 1) 온톨로지의 개념 계층 모델을 이용한 상황 인식 추천 아키텍처

3.2 상황 인식 추천 모델

상황 인식 추천 서비스를 위해서는 가장 먼저 상황에 대한 모델링이 필수적이다[8]. 본 논문에서는 상황을 공통의 어플리케이션이 사용할 수 있도록 해주며 의미적인 개념을 표현하고 추론할 수 있도록 그림 2와 같이 온톨로지를 기반으로 상거래 환경을 모델링하였다. 시스템에 사용된 온톨로지는 4가지 도메인 타입으로 사용자를 나타내는 Person, 상품 정보를 나타내는 StoreProduct, 매장 위치와 관련한 StoreLocation, 구매기록 정보를 담고 있는 History 온톨로지로 이루어져 있으며 'subclass' 관계는 실선으로 'property' 관계는 점선으로 표시하였다. 온톨로지는 실제 하나로 마트의 상품 정보와 위치 정보를 기반으로 설계되었다. 따라서 StoreLocation 온톨로지서 AbstractStore는 대매장, MiddleStore는 중매장, ConcreteStore는 소매장을 나타낸다.



(그림 2) 사용된 온톨로지

상품 정보는 온톨로지 계층도의 상위 수준으로 올라갈수록 정보의 양은 줄고 일반적인 개념 수준의 정보를 띄게 되며 하위 수준으로 내려갈수록 구체적 개념 수준의 정보가 되며 그 정보의 양이 증가한다. OCARCH는 온톨로지 기반의 개념 계층 모델을 이용하여 상황에 따른 추천 정보의 개념 수준과 양을 결정하여 사용자에게 정확하고 빠른 추천 정보를 줄 수 있도록 한다. 사용자는 제한된 장치와 상황에 맞는 추천 정보를 받아야하며 상황에 맞지 않는 구체적인 정보만을 제공할 경우 사용자가 이용하기 어려운 추천 정보를 제공하게 된다.

3.3 상황 인식 추천 알고리즘

본 논문의 추천 알고리즘의 특징은 온톨로지에 기반을 두어 기존 알고리즘에서 고려하지 않았던 추천 정보의 개념 수준과 양을 결정하는데 있다. 상황 인식 추천 서비스에서 추천 정보를 선별하는 알고리즘은 크게 두 부분으로 나눌 수 있다. 가장 먼저 사용자의 상황 정보를 수신하여 상황별 관심도를 측정한다. 측정된 관심도에 따라 구매 정보가 기록된 온톨로지로부터 과거의 정보를 추출하여 사용자가 선호했던 상품 선호도를 측정할 수 있다. 두 번째로 측정된 상품 선호도를 사용해 추천할 정보의 개념 수준을 결정하고 측정된 상황 관심도에 따라 추천할 정보의 양을 결정할 수 있다.

(표 1) 추천 알고리즘

```

BEGIN
for (StoreProduct 온톨로지의 인스턴스 i 혹은 클래스 i)
    상품번호i =  $\frac{\text{상품구매횟수}}{\text{모든 상품구매횟수}} \times \frac{H_i}{|H|}$ ;
    추천정보 = 상품번호가 a이상인 상품;
for (StoreLocation 온톨로지의 인스턴스 i)
    위치번호i =  $\frac{i\text{위치의총구매횟수}}{\text{모든 위치의총구매횟수}}$ ;
    while(추천정보 양 > 최대 추천정보 양)
        개념 레벨 수준 1단계 상승;
    while (위치 상황 변화)

    관심번호i =  $(1 - \beta) \times \text{위치번호}_i + \beta \times \text{상황관심도}_i$ ;
        ( $0 \leq \beta \leq 1$ )
    추천정보의 양 = 장치가용성 × 관심번호i;
    추천정보 중 추천정보의 양만큼 추천;
END
    
```

OCARCH에서 사용자에게 추천할 정보를 결정하는 알고리즘은 표 1과 같다. 추천 알고리즘에서 상품 온톨로지 계층도의 클래스와 인스턴스는 i , 계층도의 최대 높이는 H , 인스턴스 i 의 높이는 H_i 로 나타낸다. 또한, a 는 상품 선호도의 최솟값이며 β 는 위치번호와 상황관심도의 비율을 나타낸다. a 와 β 는 실험을 통해 적절한 값이 결정되어야 한다. 추천 서비스는 사용자에게 어떠한 수준의 정보를 제공하고 그 양은 얼마나 제공할 것인지 결정하기 위해 크게 2가지로 나누어 추천할 정보를 추출하게 된다. 먼저, 첫 번째로는 매장 위치를 나타내는 위치 온톨로지의 인스턴스에서 사용자에게 추천할 정보의 개념 수준을 결정하고 두 번째로는 현재 관심 정도에 따른 사용자에게 보여줄 정보의 양을 결정한다. 정보의 개념 수준은 온톨로지의 상품 선호도를 기반으로 사용자가 가지고 있는 장치의 화면 해상도에 따라 결정된다. 즉, 현재 보여줄 수 있는 정보의 수가 사용자가 가지고 있는 장치에서 보여줄 수 있는 정보의 양을 넘어선다면 사용자에게 보여줄 정보의 양을 줄이기 위하여 상위 개념의 정보를 제공하게 된다. 온톨로지의 상품 선호도는 사용자의 구매 기록을 기반으로 선호했던 상품의 구매 빈도로 각 상품 도메인의 온톨로지 계층에 적용한다.

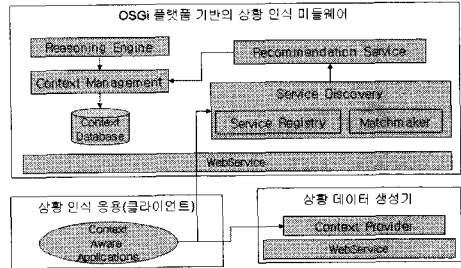
정보의 개념 수준은 상품 선호도를 가진 정보의 양에 따라 결정되는데 장치의 가용성을 초과하는 경우 온톨로지의 상위 계층으로 개념 레벨의 수준을 한 단계 상승시켜 정보의 양을 줄이게 된다. 따라서 위치 온톨로지의 모든 인스턴스는 해당 위치에서 추천할 정보 개념의 수준을 결정해야 한다.

사용자의 현재 위치 상황에서 추천할 상품 정보의 개념 수준을 결정하면 두 번째로 사용자의 현재 위치에 대한 관심도를 통해 추천할 정보의 양을 결정해야 한다. 추천할 정보의 양은 과거 위치 선호도와 현재 위치 관심도를 통해 결정하며 현재 위치에 얼마나 관심이 있는지에 대해 측정 한 상황 값과 과거에 해당 위치에 구매한 빈도수를 합하여 정보의 양을 결정한다. 과거 위치 선호도는 사용자가 해당 위치에 얼마나 관심이 있는지를 판단하는 기준이다. 현재 관심 선호도 값을 구하면 장치에서 보여줄 수 있는 정보의 최대 양에 비례하여 현재 상황에 맞는 정보의 양을 추천할 수 있다. 따라서 기존 알고리즘에서는 '초코파이', '빅파이', '사이다', '콜라'와 같은 구체적 정보만을 추천하는데 반해 OCARCH의 경우 사용자의 단말기가 모든 정보를 보여주지 어려운 경우엔 '과자', '음료'와 같이 상위 개념 수준의 정보를 추천하며 사용자의 관심 정도에 따라 추천 정보의 양을 제한하여 보여줄 수 있다.

4. 시스템 구현

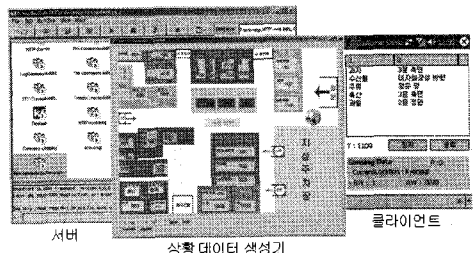
본 논문에서 제안한 시스템은 상황 인식 인프라로 적합한 OSGi 플랫폼[9]에 기반을 두어 구현한 상황 인식 추천 서버와 실제의 센서가 없어도 원하는 상황을 전송할 수 있는 상황 데이터 생성기 그리고 사용자의 장치에 탑재되는 상황 인식 어플리케이션으로 구성된다. 상황 데이터 생성기는 실험에서 가정한 설정에 따라 상황을 전송해주는 역할을 수행한다. 시스템 구현을 위해서 사용한 라이브러리는 온톨로지 모델을 OWL[10]로 표현하는데 사용된 Protege 3.2, OSGi 플랫폼인

Knopflerfish 2.0, 시맨틱 웹 라이브러리로 Jena 2.4[11]를 사용하였으며 온톨로지 쿼리 언어로 SPARQL[12]을 사용하였다. 본 시스템을 구현한 아키텍처는 그림 3과 같이 나타낼 수 있다.



(그림 4) OCARCH 시스템 구현 아키텍처

OCARCH는 상황 응용 서비스를 쉽게 구현할 수 있도록 도와주는 OSGi 기반의 미들웨어로 구성되어 있다. 서비스는 웹서비스를 통해 제공되며 서비스 등록기를 통해 상황 인식 응용 서비스를 등록하고 검색 가능하다. 상황 인식 추천 서비스는 상황 관리기를 통해 상황을 관리할 수 있다. 상황 데이터 생성기는 웹 서비스를 통해 클라이언트에게 가정한 설정에 따라 상황을 제공해주는 역할을 수행한다. 그림 4는 본 논문의 시스템이 구현된 모습을 보여준다. 실제 사용자가 장비를 들고 다니지 않더라도 가상의 지도에 기반을 두어 상황을 전송할 수 있는 상황 데이터 생성기에서 클라이언트에게 상황 정보를 송신하면 사용자가 PDA와 같은 장비를 사용하여 서버에 추천 정보를 요청할 수 있으며 서버에서 수신된 정보를 사용자에게 추천하게 된다.



(그림 5) OCARCH 시스템 구현

5. 실험 및 비교

본 논문에서 제안된 시스템의 성능을 평가하기 위해서 크게 정확도와 재현율로 대변되는 효과성 (effectiveness)을 측정하였다[13]. 정확도(Precision)는 검색된 모든 데이터 중에서 연관된 데이터의 비율을 계산한 것으로 오직 연관된 데이터만을 가져왔을 경우 높은 수치를 보인다. 여기서는 실제 구매한 상품과 추천한 상품의 교집합을 추천한 상품으로 나누어 나타낸다. 또한, 재현율 (Recall)은 검색된 데이터에 대해 관련된 모든 데이터의 수로 나눈 수치로 모든 연관된 데이터를 검색하는 경우 높은 수치를 보인다. 여기서는 구매한 상품과 추천한 상품의 교집합을 구매한 상품으로 나누어 나타낸다.

$$\text{정확도} = \frac{|\text{구매 데이터} \cap \text{추천 데이터}|}{|\text{추천 데이터}|}$$

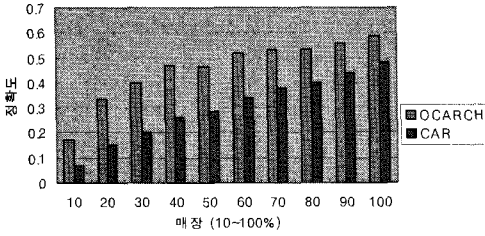
$$\text{재현율} = \frac{|\text{구매 데이터} \cap \text{추천 데이터}|}{|\text{구매 데이터}|}$$

실험에 사용된 시스템은 본 논문의 OCARCH와 현재 매장에서 판매하고 있는 상품들 중에 사용자가 가장 선호했던 상품을 추천하는 기존의 상황 인식 추천 서비스(CAR)로 구분된다. CAR은 온톨로지의 개념 계층에서 개념 수준의 변화 없이 가장 하위 계층의 구체적인 정보만을 추천하는 서비스이다. 이러한 서비스들로는 관련 연구에 소개되었던 COMPASS, CRUMPET, Context-Aware Mobile Campus Services와 Cool Agent Recommendation Service가 있다. 이러한 각 연구들의 정보 추천 알고리즘들은 모두 개념 수준의 정보를 추천하지 않고 가장 하위 계층의 상품을 그대로 추천하는 공통적인 알고리즘을 가지고 있으므로 이러한 핵심 부분만을 대상으로 하여 본 연구 결과와 비교 실험하였다.

실험에서 사용자가 가지고 있는 장치에서 보여 줄 수 있는 정보의 최대 개수는 5라고 한다. 사용

된 온톨로지는 그림 2와 같으며 온톨로지를 공유하는 여러 매장을 나타내기 위해 420개의 상품을 10%~100%에 걸쳐 무작위로 보유하는 10개의 매장을 구성하였다. 또한 사용자는 100명을 대상으로 각 사용자의 상품 선호도는 매장에서 판매하는 상품에 대해 20%, 30%, 40% 50%의 확률인 4 종류의 상품 선호도 비율을 가지도록 구성하였으나 실험 결과는 4 종류의 평균값으로 나타내었다. 사용자의 구매 비율은 현재 매장에서 판매하는 제품 중 사용자가 선호하는 상품의 20%에 해당하는 개수를 비선호 상품으로 구매하며 나머지 80%를 선호 상품으로 구매한다고 가정한다. 또한 선호 상품은 상품 선호도 상위 20%에서 80%를 구매하며 하위 80%에서 나머지를 무작위로 구매한다. 사용자가 상품을 구매하는 경우는 관심 선호도가 높고 구매하지 않는 경우는 관심 선호도가 낮다고 가정한다. 마지막으로 사용자는 같은 상품을 2번 구매하는 일은 없으며 모든 소매장을 한 번씩 방문한다고 가정하였다. 표 1의 a 는 상품 선호도의 최솟값이며 β 는 위치선호도와 상황 관심도의 비율을 나타낸다. 따라서 a 는 사용자의 과거에 구매했던 상품 선호도를 반영하는 값이며 β 는 사용자의 현재 관심도를 나타내는 값이라고 할 수 있다. 사람이 실제 상품을 구매하는데 있어 과거에 주로 선호했던 상품과 현재의 주어진 상황에 따라 나타나는 관심 중에 실제 구매로 이루어지는 평균적인 구매 패턴의 비율은 수많은 사례를 통해 적절한 값으로 도출되어야 한다. 본 실험에서는 a 값을, 값이 고르게 분포되었다고 할 때의 일반적인 평균값인 0.5로 설정하였다. 그리고 β 는 현재 상황에 대한 사용자의 현재 관심도에 의해 관심 선호도가 결정되는 정도와 그동안의 상황 선호도에 따라 결정되는 정도가 각각 절반씩의 비율로 가정하여 0.5로 설정하였다.

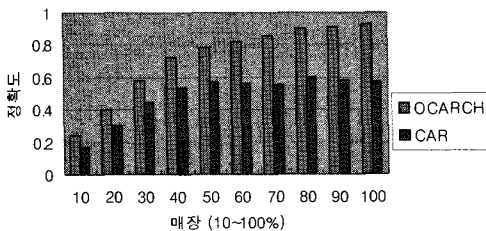
정확도의 실험 결과는 소매장에서 추천 받는 경우와 중, 대매장에서 추천 받는 경우로 구분할 수 있다. 그림 5는 소매장에서 추천 받은 결과이다.



(그림 6) 정확도 실험 결과 (소매장)

소매장에서 추천 받는 경우 OCARCH가 모든 경우에 있어 CAR보다 뛰어난 정확도를 보여주는 것을 알 수 있다. OCARCH와 CAR은 모두 매장의 상품 보유수가 증가할수록 정확도가 증가한다. 그러나 대체로 0.6을 기점으로 증가가 둔화되고 더 이상 높아지지 않으며 성능차이도 둔화된다. 이런 현상은 사용자의 구매 패턴이 선호 상품의 상위 20%에서 총 구매의 60%를 구매하도록 되어 있는 것에 기인한다. OCARCH가 CAR보다 성능이 높은 것은 사용자의 관심 선호도를 추천에 반영하여 관심이 높을 경우 추천을 많이 하며 관심이 없는 경우 추천을 적게 혹은 하지 않기 때문에 일정 성능이 보장되기 때문이다.

그림 6는 중매장에서의 정확도 실험 결과를 보여주고 있다. 역시 OCARCH가 높은 정확도를 가져오는 것을 알 수 있다. 특히 중매장의 경우에는 성능차이가 두드러지게 나타난다. 이것은 CAR의 경우 개념 변화의 변화 없이 추천하므로 소매장과 같은 형태의 정확도를 보여주게 된다.

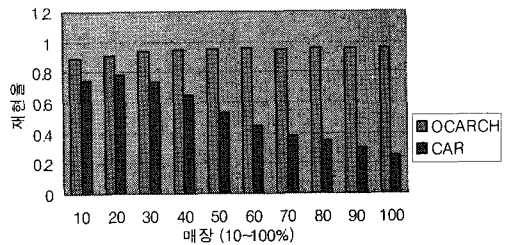


(그림 7) 정확도 실험 결과 (중.대매장)

OCARCH는 사용자에게 추천할 정보가 장치의

수준을 넘어서는 경우 개념 정보의 수준을 조절하여 상황에 맞도록 추천하므로 구매 빈도가 높아질수록 추천 정보의 정확도가 매우 높아지는 것을 알 수 있다.

재현율을 나타내는 실험 결과는 그림 7과 같으며 전체적으로 OCARCH가 뛰어난 성능을 보여주고 있다. 상품 보유수와 선호 상품 비율이 낮을 경우에는 성능 차이가 적게 난다. CAR의 경우 상품 선호도와 제품 보유수가 높아질수록 수치가 떨어지나 OCARCH는 대부분 1에 근접한 수치를 보인다. 이것은 중, 대매장의 경우 소매장과 달리 추천할 정보가 많아지는 경우 개념 수준의 정보를 추천하여 의미적이고 일반적 개념 수준의 정보를 추천하는 OCARCH의 특징이 잘 나타난 것이다. CAR은 사용자의 상품 구매횟수가 증가할수록 추천할 수 있는 정보가 제한되므로 격차는 더욱 벌어지게 된다. 따라서 CAR은 상품 보유수에 따라 성능이 크게 다르나 OCARCH는 항상 좋은 성능을 보여준다. 단, 사용자가 소매장을 방문하는 경우의 재현율은 비교하지 않았다. 이는 사용자가 소매장에서 아무것도 구매하지 않는 경우에는 재현율을 구하기 어렵기 때문이다.



(그림 8) 재현율 실험 결과 (중,대매장)

6. 결 론

유비쿼터스 환경이 대두되면서 사용자의 상황에 기반을 두어 유용한 정보를 제공할 수 있는 상황 인식 추천 서비스에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 기존에 연구되던 상황 인

식 추천 서비스는 상황에 대한 추천 정보를 개념 수준의 변화 없이 일관된 개념 수준의 정보만이 제공되는 형태였다. 하지만 추천 정보는 사용자의 현재 관심과 과거의 관심 정도에 따라 추천하는 정보의 개념 수준이 결정되어야 한다. 따라서 추천된 정보의 과부하로 인해 사용자가 정보의 결정에 어려움을 겪어서는 안 되며 모바일 기기의 특성인 장치의 가용성에 근거하여 정보를 제공해야 한다. 따라서 본 논문에서는 기존의 문제점을 해결하고자 개념 계층 모델을 이용한 온톨로지 기반 상황 인식 추천 시스템을 제안하였다.

본 논문의 시스템은 온톨로지를 기반으로 상황을 모델링하여 상황에 대한 공통의 이해를 가능하게 하여 한 번도 방문하지 않은 장소에서도 정보를 추천할 수 있다. 또한 사용자의 상황에 따라 정보를 제공하므로 불필요한 정보를 제공하지 않는다. OCARCH는 기존의 상황 인식 추천 서비스와 비교 실험을 통하여 본 논문의 시스템의 유용성을 증명하였다. 향후 연구 과제로는 첫째, 성능평가 시 신뢰구간의 표현인 오차의 범위를 고려하지 못한 문제점을 보완하여 실험 결과의 객관성을 보다 높이는 것이 필요하다. 둘째, 다양한 다른 모델과의 비교를 추가하고, 다양하고 구체적으로 시뮬레이션하는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Matthias Baldauf, Schahram Dustdar 'A Survey on Context-Aware Systems', International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing, forthcoming, 2004
- [2] G. Chen and D. Kotz, 'A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research', tech. report TR2000-381, Dept. Computer Science, Dartmouth College, 2000.
- [3] Gregory D. Abowd, et al. 'Cyberguide: a mobile context-aware tour guide' Wireless Networks Volume 3, Issue 5 (October 1997) pp. 421 - 433, 1997
- [4] M. Setten, S. Pokraev, 'Context-Aware Recommendations in the Mobile Tourist Application COMPASS', LNCS 3137, Springer-Verlag, pp. 235-244, 2004
- [5] S. Poslad, H. Laamanen, R. Malaka, A. Nick, P. Buckle, and A. Zipf. 'CRUMPET: Creation of User-friendly Mobile Services Personalised for Tourism'. In Proceedings of 3G 2001 - Second International Conference on 3G Mobile Communication Technologies, March 2001.
- [6] Norman Sadeh. 'A Semantic Web Environment for Context-Aware Mobile Services'. In The Proceedings of Wireless World Research Forum Conference, September 2001
- [7] Harry Chen, Sovrin Tolia, Craig Sayers, Tim Finin, and Anupam Joshi. 'Creating Context-Aware Software Agents'. In The Proceedings of the First GSFC/JPL Workshop on Radical Agent Concepts, 2001.
- [8] T. Strang, Claudia Linnhoff-Popien 'A Context Modeling Survey' Ubicomp, 2004
- [9] T. Gu, H. Pung, D. Zhang, 'Toward an OSGi-Based Infrastructure for Context-Aware Applications', IEEE Pervasive Computing, vol. 03, pp. 66-74, 2004.
- [10] F. van Harmelen, et al. 'Owl Web Ontology Language Reference', <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>, 2002.
- [11] Jena2 Semantic Web Toolkit: <http://www.hpl.hp.com/semweb/jena2.htm>.
- [12] Eric Prud'hommeaux, et al. 'SPARQL Query Language for RDF', <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>, 2006
- [13] Latifur Khan, Dennis McLeod, Eduard H. Hovy 'Retrieval effectiveness of an ontology-based model for information selection', VLDB J. 13(1): 71-85, 2004.

◎ 저 자 소개 ◎



안 명 환(Myoung-hwan Ahn)

2005년 경기대학교 전자계산학과(이학사)
2007년 경기대학교 대학원 전자계산학과(이학석사)
2007년~현재 비트 기술 연구소 전문 연구 요원
관심분야 : Architecture & Design, Ubiquitous
E-mail : eritaka@gmail.com



권 준 희(Joon-hee Kwon)

1992년 숙명여자대학교 전산학과(이학사)
1994년 숙명여자대학교 대학원 전산학과(이학석사)
1994년~2003년 쌍용정보통신 과장
2002년 숙명여자대학교 대학원 컴퓨터학과(이학박사)
2003년~현재 경기대학교 정보과학부 컴퓨터학과 교수
관심분야 : Ubiquitous Computing & Mobile Computing, Context-aware Retrieval
E-mail : kwonjh@kyonggi.ac.kr