

상황인지 컴퓨팅환경에서 사용자 선호도를 고려한 시스템 개발

김준영* · 홍종의** · 서의호*

System Development Considering User Preferences on Context-Aware Computing Environment

Junyoung Kim* · Jongyi Hong* · Euiho Suh*

■ Abstract ■

Predicting the preferences of users and providing the personalized services/products based on users' preferences is one of the important issues. However, the research considering users' preferences on context-aware computing is a relatively insufficient research field. Hence, this paper aims to propose a framework for providing the personalized services based on context history in context-aware computing. Based on this framework, we have implemented a prototype system to show the feasibility of the framework. Previous researches have reasoned the preferences of the user considering only the user's input, but this research provides the personalized services using the relationship between users' profile and services.

Keyword : Context-aware Computing, User Preference, Personalized Service

1. 서 론

사용자는 자신이 위치한 상황 및 특성(예를 들어,

성별, 나이, 지역 등)에 따라서 선호도가 다양하게 변화한다. 사용자 선호도를 예측하고, 이를 반영한 서비스를 제공하고자 하는 노력은 다양한 분야에서

논문접수일 : 2008년 05월 06일 논문게재확정일 : 2008년 10월 22일

논문수정일(1차 : 2008년 09월 01일)

* POSTECH, 산업경영공학과

† 교신저자

이루어지고 있다. 특히 전자상거래 사용자들은 자신들만의 특화된 서비스를 원하고 있으며, 이를 제공하기 위해 사용자의 선호도를 예측하고 사용자 선호도에 맞는 상품 및 서비스를 제공하는 것은 웹 사업자들의 성공의 필수요소이자 이윤의 핵심으로 자리 잡혀 있다. 웹 상에서 사용자의 제품 구입과 사이트 로그 기록 및 사용자의 특성을 기반으로 개인화된 서비스를 제공하기 위한 추천시스템은 이미 다양하게 연구되어 왔다. 그러나, 상황인지 컴퓨팅 환경 하에서 사용자의 컨텍스트 히스토리를 토대로, 개인화된 추천시스템의 개발에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다(Byun and Cheverst, 2004; Chen and Kotz, 2000; Chalmers, 2004; Dey and Abowd, 1999; Kaenampornpan and O'Neill, 2004; Schmidt et al., 1999).

상황인지 컴퓨팅은 현재 많은 사람들의 관심을 받고 있으며, 유비쿼터스 컴퓨팅의 사전단계로서, 관심이 증대되고 있다. 컨텍스트란 개체의 상황을 규정짓기 위해 사용되는 정보를 말한다. 여기서, 개체란 사람, 장소, 사용자와 상호작용이 가능한 오브젝트와 시간 등을 말한다(Yau and Karim, 2004). 상황인지 컴퓨팅은 사용자의 컨텍스트 정보를 획득하고 처리 가능한 환경을 말한다. 웹 환경하에서 사용자에게 개인화된 서비스를 제공하기 위해서는 특정 사이트에 접속한 후, 그 사용자의 로그 데이터와, 제품 구입 기록, 회원가입 시에 작성한 인구통계학적 데이터만을 가지고 사용자 선호도를 추출하기 때문에 추출된 사용자의 선호도를 웹이 아닌 일상생활에 적용할 수 없다. 상황인지 컴퓨팅환경은 웹 환경과는 달리, 사용자 컨텍스트에 대한 위치, 시간, 사용자의 스케줄 등과 같은 다양한 데이터를 고려할 수 있다. 따라서 더욱 정확한 사용자 선호도를 추출할 수 있으며, 이는 사용자의 만족감 및 편의성을 더욱 증대시킬 수 있다.

그러나, 상황인지 컴퓨팅환경 하에서, 컨텍스트 데이터를 이용하는 대부분의 연구는 단순 센서 데이터인 Low-level 컨텍스트 데이터에서 의미 있는 High-level 컨텍스트 정보를 추출하고자 하는 연구

가 다수를 이루고 있다(Krause et al., 2006; Brunato and Battiti, 2005; Ladd et al., 2005; Niemegeers et al., 2005; Ranganathan et al., 2004; Samaan and Karmouch, 2005; Satoh, 2003). Low-level 컨텍스트인 센서 데이터를 GPS, 모바일 기기와 센서를 통해 획득하고, 이를 처리하는 공정 및 알고리즘에 대한 연구가 다수를 차지하고 있다. 그러나, 센서 데이터만을 기반으로 추출된 사용자의 행위 예측은 예측의 범위가 매우 제한적이며, 사용자의 선호도를 자동적으로 추출하는 것이 불가능하다. 그러나, 다른 사용자의 컨텍스트 데이터를 축적하여, 컨텍스트 히스토리를 구성하고, 컨텍스트 히스토리를 기반으로 개별 사용자의 행위 또는 선호도를 추론하는 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 컨텍스트 히스토리란 컨텍스트 데이터를 축적시켜 놓은 데이터베이스를 말한다.

상황인지 컴퓨팅환경하에서 사용자에게 개인화된 서비스를 제공하기 위한 연구 또한 미흡한 수준에 머무르고 있다. 상황인지 컴퓨팅환경에서, 사용자에게 개인화된 서비스를 제공하고자 한 기존 연구에서는 사용자가 자신의 선호도를 직접 입력하거나, 사용자 컨텍스트를 제한하는 특수한 상황에서 사용자 선호도를 추출하고자 했다. 그러나, 이는 지능 환경의 개발로 다양한 컨텍스트 데이터의 획득이 가능한 현재 상황에 적합하지 않으며, 새로운 사용자에 대해서는 개인화된 서비스를 제공할 수 없다는 단점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 서비스에 대한 사용자의 선호도를 자동적으로 추출하고, 이를 토대로 개인화된 서비스를 제공하는 시스템 프레임워크를 제시하고자 한다. 또한 사용자에게 개인화된 서비스 제공이 가능한 시스템을 개발함으로써, 프레임워크를 구현 가능성을 검증하고자 한다. 본 연구의 기여는 다음과 같다.

- 사용자의 컨텍스트와 선호도에 따른 개인화된 서비스 제공을 위한 프레임워크 제시와 구현
- 새로운 사용자에 대해서도 개인화된 서비스 추천이 가능한 시스템 구현

- 컨텍스트 히스토리의 이용 및 활용을 위한 방안 제시

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 제 2장에서는 본 연구와 관련된 참고 문헌을 살펴본다. 제 3장에서는 개인화된 서비스를 제공하기 위한 프레임워크를 제시하고, 제 4장에서는 프로토타입을 개발함으로써, 프레임워크를 실제로 구현해보고자 한다. 제 5장에서는 본 연구에서 개발한 프로토타입을 타 연구의 시스템 또는 프로토타입과 비교함으로써, 본 연구의 차별성을 검증하고자 한다. 마지막으로 제 6장에서는 본 연구의 의의와 한계점에 대해서 논의한다.

2. 관련 문헌 연구

2.1 개인화된 서비스 제공을 위한 연구

상황인지 컴퓨팅 환경에서의 시스템과 달리 기존의 추천 시스템에서는 사용자 선호도를 기반으로 개인화된 서비스 제공하고자 하는 연구가 활발히 진행되어 왔다. 자동화된 추천 시스템이 다양한 분야에서 개발되어 왔다(Zhang and Jiao, 2007). 기존의 개인화된 추천 시스템은 크게 전자상거래 분야, 정보 검색 및 분류 연구 분야와 멀티미디어 분야로 구분해 볼 수 있다.

- 전자상거래 분야에서는 Sarwar et al.(2000)이 웹에서 사용자가 구입하기 원하는 제품을 추천하기 위해, 제품 카탈로그에 대한 사용자의 피드백을 기반으로 전자상거래 어플리케이션을 제안하였으며, Cao and Li(2007)는 시스템과 사용자간의 상호작용으로 획득된 현재 고객의 요구를 이용해 최적의 제품을 추천하는 퍼지기반의 시스템을 제안하였다. 또한, Kim et al.(2004)은 “VISCORS”라는 모바일 웹 상에서의 추천 시스템을 개발하였다.
- 정보 검색 및 문서 분류 연구에서는 Middleton

et al.(2004)이 현재 흥미 있는 주제 중 유사한 사용자들에 의해 보여진 연구 문서를 추천해주는 k-NN 기반의 추천 시스템을 개발하였다. Tapestry(Goldberg et al., 1992)는 초기 추천 시스템 중의 하나로서 메일 필터링 시스템을 개발하였다. Singh and Dey(2005)는 “sieve”라고 불리는 필터링 에이전트가 사용자의 문서에 대한 평가를 학습하도록 하여 문서를 추천하는 시스템을 개발하였다. Keyhanipour et al.(2007)은 사용자의 URL 클릭에 대한 데이터를 기반으로 웹퓨전 이라는 메타 검색엔진을 소개하였다.

- 멀티미디어 추천 분야에서는 Hill et al.(1995)은 영화를 추천해 주기 위한 비디오 추천 시스템을 제안하였으며, Konstan et al.(1997)는 뉴스 추천 시스템을 개발하였고, Shardanand and Maes(1995)는 음악을 추천해 주기 위한 “Ringo”를 제안하였다. Ves et al.(2006)은 베이지안 프레임워크를 이용하여 사용자가 원하는 이미지를 검색하는 콘텐츠 추천 시스템을 제안하였다.

2.2 상황인지 컴퓨팅 환경에서 개인화된 서비스 제공을 위한 연구

현재 상황인지 컴퓨팅과 관련하여 많은 연구가 진행되고 있다. 상황인지 컴퓨팅 관련 서비스는 프레임워크나 컨텍스트 관리 방법, 또는 프라이버시와 관련된 개념연구, 그리고 원활하고 지속적인 서비스 제공을 위한 네트워크 연구, 사용자의 컨텍스트에 따라 적합한 서비스를 추출하고, 이를 제공하기 위한 미들웨어 연구, 모바일 디바이스를 사용함으로써 발생하는 인터페이스 문제를 해결하기 위한 인터페이스 연구, 그리고 실제 구현을 기반으로 한 어플리케이션 연구로 나누어 볼 수 있다. 각 분야별 관련 연구는 다음과 같다.

- 컨텍스트 데이터 관리 및 개념 관련 연구(Brown,

- and Randel, 2004; Chalmers, 2004; Dey, 2001; Lieberman, and Selker, 2000; Liechti, 2000; Loke, 2006; Sinderen et al., 2006)
- 상황인지 서비스를 원활히 제공하기 위한 네트워크 관련연구(Benedetto and Nardis, 2006; Chen and Mohapatra, 2005; Dixit, 2002; Friday et al., 2003; Kellerer et al., 2004; Lin et al., 2005; Mcnair and Zhu, 2004; Singh and Acharya, 2005)
 - 컨텍스트에 맞는 서비스를 추출하기 위한 미들웨어 관련 연구(Bellavista et al., 2006; Bellavista et al., 2002; Chen et al., 2004; Julien and Roman, 2006; Khedr and Karmouch, 2005; Khedr and Karmouch, 2004; Kumar et al., 2003)
 - 사용자에게 적합한 인터페이스를 제공하고, 모바일 디바이스 화면의 한계를 개선하기 위한 인터페이스 관련연구(Bell et al., 2002; Calvary et al., 2003; Hatala and Wakkary, 2005; Lum and Lau, 2002; Mäntyjärvi and Seppänen, 2003; Selker, 2004; Smailagic and Siewiorek, 2002)
 - 센서 감지가 가능한 특정 장소에서 어플리케이션을 실제 구현한 연구(Alexander and Matthias, 2006; Baek et al., 2005; Bellotti et al., 2005; Bouvin et al., 2003; Cheverst et al., 2000; Cheverst et al., 2001; Muñoz et al., 2003; Rodríguez et al., 2004; Syukur and Loke, 2006)

상황인지환경에서 사용자의 선호도를 고려한 연구는 부족한 실정이다. 그러나, 최근 들어, 사용자의 선호도를 추출하고 추론과 관련한 연구의 필요성이 증대되고 있다(Lee, 2007; Doukeridis et al., 2006; Kwon et al., 2005; Byun and Cheverst, 2004; Jameson, 2001). 상황인지 기반에서 사용자 선호도를 기반으로 개인화된 서비스 제공을 위한 연구는 다음과 같다.

Kwon et al.(2005)이 제시한 NAMA는 상황인지

컴퓨팅 환경하에 사용자가 사전에 자신의 일정을 등록한 구매 희망 리스트를 기반으로, 구매 희망 리스트에 등록된 제품이 사용자 주위에 존재할 경우 서비스를 제공하는 시스템이다. Doukeridis et al. (2006)은 사용자의 현재 컨텍스트와 사용자가 입력한 현재 선호도를 동시에 만족시키는 서비스를 제공하기 위해, PDA와 같은 단말기에 사용자 자신이 원하는 정보에 대한 키워드 직접 입력을 요구한다. 즉, 사용자가 직접 현재 보고 싶은 콘텐츠에 대한 서비스를 요청하면, 현재 디바이스의 상태, 시간 등의 컨텍스트에 부합된 서비스를 제공한다. GUIDE에서는 사용자 프로파일이나 사용자 선호도(ex. 지역의 역사, 건축 등에 대한 관심도 또는 선호하는 언어)를 인터페이스를 통해 직접 입력 받아 특정 장소를 방문한 사용자에게 개인화된 정보를 제공해 준다(Cheverst et al., 2000).

이처럼 상황인지 컴퓨팅 환경하에서 사용자 선호도를 고려하여 개인화된 서비스 제공 관련 연구가 진행되고 있지만, 대부분의 연구에서 사용자는 자신의 선호도를 직접 입력해야 한다. 따라서, 사용자는 상황 별로 선호도를 시스템에 직접 입력해야 하는 번거로움이 발생하고, 상황에 따른 모든 사용자의 선호도를 시스템에 저장해야 되는 한계가 존재한다.

2.3 상황인지 환경에서 컨텍스트 히스토리를 이용한 연구

기존의 상황인지 기반 어플리케이션들은 현재 사용자의 컨텍스트만을 고려한다는 한계점이 있다(Salber and Abowd, 1998). 컨텍스트 히스토리는 과거 사용자의 컨텍스트와 행위를 저장한 것으로서, 상황인지 컴퓨팅 어플리케이션에 적용될 경우 서비스 개선이 가능하다(Mayrhofer, 2005). 컨텍스트 히스토리에 저장된 과거 컨텍스트와 사용자의 서비스 선택에 대한 정보가 있다면 상황인지 환경에서 사용자에게 개인화된 지능적인 서비스를 제공해 줄 수 있다(Mayrhofer, 2005; Si et al., 2005; Byun and

Chevest, 2004). 컨텍스트 히스토리의 장점에도 불구하고, 컨텍스트 히스토리의 활용에 대한 연구는 미흡한 실정이다(Byun and Cheverst, 2004). 컨텍스트 히스토리에 관련된 대부분의 기존 연구(Chalmers, 2004; Chen and Kotz, 2000; Dey and Abowd, 1999; Kaenampornpan and O'Neill, 2004; Schmidt et al., 1999)의 경우 대부분 컨텍스트 히스토리의 구축방법 및 컨텍스트의 기록 방법에 초점을 두고 있다.

컨텍스트 히스토리를 기반으로 사용자에게 개인화된 서비스를 제공하고자 하는 연구로는 Byun and Cheverst(2004)와 Lee(2007)의 연구가 있다. Byun and Cheverst(2004)는 사용자의 선호도를 추론하기 위해 과거의 컨텍스트 히스토리를 바탕으로 의사결정나무를 사용하였다. 즉, 사용자의 현재 5가지의 컨텍스트(온도, 소음, 습도, 명도, 키보드 사용 여부)에 대한 사용자의 3가지 행동(창문 열고 닫음, 팬을 켜고 끄, 블라인드를 열고 닫음)을 학습하여, 구체적인 장소에 대한 사용자의 선호도를 추출하고, 이를 기반으로 서비스를 제공한다. 하지만, Byun and Cheverst(2004)의 연구에서는 사용자 별 선호도를 추출하고 저장하기 때문에, 새로운 사용자의 선호도를 예측할 수 없다. 또한 선호도를 추출하기 위한 구체적인 방법론이 부족하다.

Lee(2007)는 개인화된 모바일 서비스 제공을 위한 에이전트 기반의 프레임 워크를 제시하였다. 이 연구에서는 사용자가 원하는 프로그램을 예측하고 추천하는 시스템을 구축하였다. 사용자와 유사한 다른 사람의 선호도를 의사결정나무를 이용해 예측하고, 이를 기반으로 차별화된 프로그램을 사용자에게 제공한 것이다. 그러나, 사용자가 일부 프로그램에 대해서는 선호 여부를 직접 평가해야 하며, 사용자 간의 유사성 또한 단순히 프로그램의 선호 여부를 토대로 결정되고 있다. 따라서, 직접입력된 사용자의 선호도를 기반으로 개인화된 서비스가 제공되고 있으며, 새로운 사용자에 대한 서비스 제공이 어렵다는 한계를 지닌다.

Setten et al.(2004)는 사용자의 상황과 사용자의

선호도를 고려한 상황인지 추천 시스템을 개발하였다. 또한, 상황인지 시스템과 추천 시스템을 통합하여 사용자에게 적합한 서비스를 제공할 수 있는 여행 어플리케이션을 개발하였다. 따라서, 직접 입력된 사용자의 선호도를 기반으로 개인화된 서비스가 제공되고 있으며, 마지막 방문지를 토대로 사후 서비스를 제시하고 있어, 새로운 사용자에 대한 서비스 제공이 어렵다는 한계를 지닌다.

Oku et al.(2006)는 사용자의 선호도를 추출하기 위해 C-SVM-CF(Context-aware Support Vector Machine-Collaborative Filtering)을 제시하고, 선호도 추측의 정확성을 SVM과 비교를 통해 검증하였다. C-SVM-CF는 컨텍스트 정보를 이용하여 사용자 간 유사성을 도출하고, 이를 토대로 관련된 서비스를 제공하는 알고리즘이다.

기존의 추천 시스템은 사용자와 아이템만을 토대로 사용자의 선호도를 도출하였기 때문에, 사용자의 상황을 고려하지 못한 한계가 있었다. 이를 극복하고자, Adomavicius et al.(2005)는 상황인지 정보를 추가적으로 사용하여, 사용자 선호도를 도출하고자 하는 알고리즘을 개발하였다. Oku et al.(2006)과 Adomavicius et al.(2005)의 연구는 실제 시스템의 구축보다는 알고리즘 측면에 중점을 두고 있다. 그리고 사용자 프로파일 정보(성별, 연령, 직업, 취미 등)을 토대로 사용자 선호도를 도출하기 보다는 사용자의 컨텍스트 정보에 기초하여 선호도를 도출하고 있다. 즉 사용자의 컨텍스트를 토대로 서비스를 추천하기 때문에, 컨텍스트 정보만 동일할 경우 동일한 서비스를 추천하게 된다.

따라서 본 연구에서는 컨텍스트 히스토리를 이용하여 개인화된 서비스를 상황인지 컴퓨팅 환경하에서 제공받을 수 있는 시스템의 프레임워크를 제시하고, 이를 프로토타입으로 구현함으로써 프레임워크를 검증하고자 한다. 본 연구에서 제시된 프레임워크는 기존의 연구와는 달리 새로운 사용자 또한 개인화된 서비스를 제공받을 수 있으며, 사용자 입력의 제한 없이, 사용자에게 개인화된 서비스를 제공할 수 있다.

3. 방법론

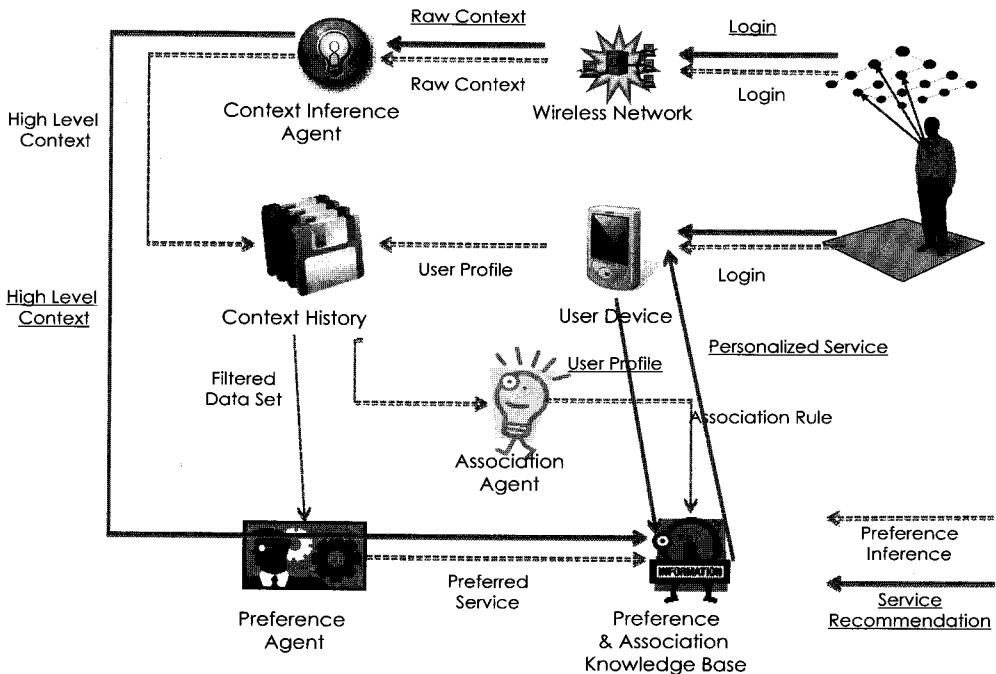
사용자의 컨텍스트를 파악하고 사용자 프로파일 정보(성별, 연령, 직업, 취미 등)를 이용하여 선호도에 따른 개인화된 서비스를 제공하기 위한 방법론은 [그림 1]과 같다. 점선으로 나타낸 화살표는 개인화된 서비스를 제공하기 위해 데이터를 수집 분석하고 이를 저장하는 과정이며, 실선으로 나타난 화살표는 사용자가 로그인하였을 때 사용자에게 서비스를 제공하기 위한 과정이다. 사용자가 시스템에 로그인할 경우, 사용자의 컨텍스트 데이터가 무선 네트워크를 통해 획득되고, 획득된 컨텍스트 데이터는 컨텍스트 추론 에이전트에 의해 High-level 컨텍스트로 변형된다. 동시에 사용자가 로그인할 때 사용자의 디바이스를 통해 사용자가 회원가입 때 입력하였던 사용자 프로파일 정보가 전달된다. 프로파일 정보와 High-level 컨텍스트가 컨텍스트 히스토리에 저장되고, 컨텍스트 히스토리의 데이터

셋을 기반으로 선호도 에이전트가 사용자의 선호도를 도출해, 선호도 물과 연관성 물을 지식베이스에 저장하게 된다.

사용자의 개인화된 서비스 추천은 사용자의 High-level 컨텍스트와 사용자의 프로파일 정보를 기반으로 물 베이스 추론을 통해 이루어진다. 이 때, 사용자가 예전에 동일한 컨텍스트 상황에서 방문한 경험이 있거나, 자신의 선호도를 직접 입력하였을 경우, 이를 기반으로 물 베이스 추론을 하여 개인화된 서비스를 추천한다.

4. 시스템 프레임워크

사용자의 컨텍스트를 파악하고 선호도에 따른 차별화된 서비스를 제공하기 위한 본 연구의 시스템 프레임워크는 다음의 [그림 1]과 같다. 프레임워크는 크게 4가지 레이어로 구성되어 있다. 센서 데이터와 사용자 데이터를 수집하기 위한 데이터수집



[그림 1] 시스템 구축 방법론

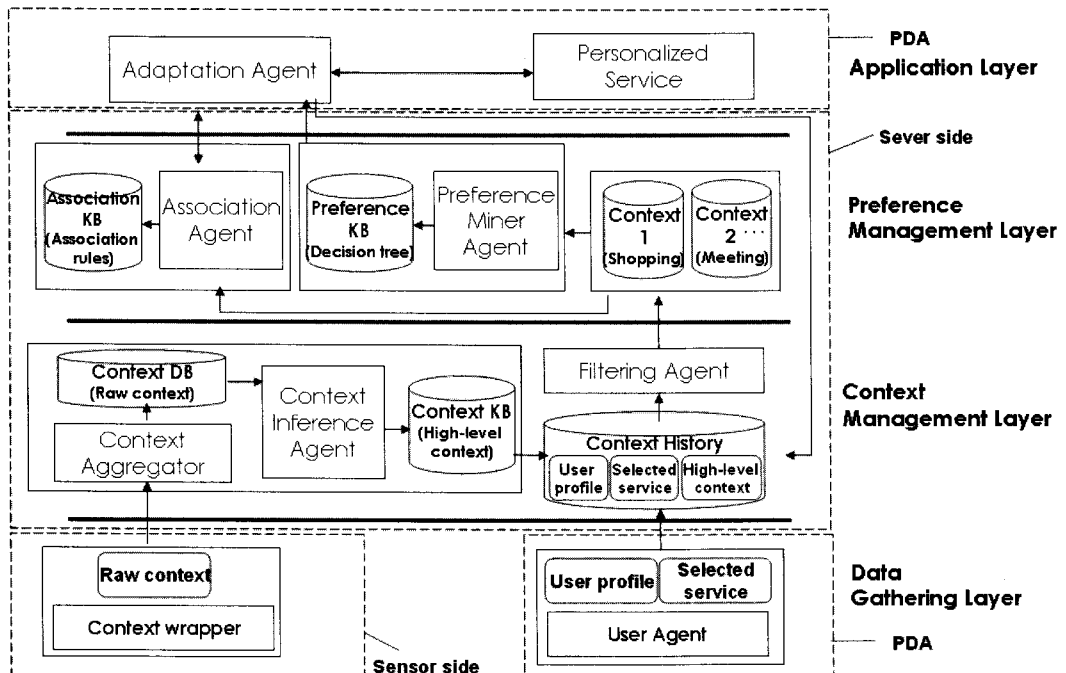
레이어와 low-level 컨텍스트로부터 high-level 컨텍스트를 추출하고 수집된 데이터를 컨텍스트 히스토리에 저장하기 위한 컨텍스트관리 레이어가 있다. 또한 컨텍스트 히스토리로부터 사용자 별 선호도를 추출하고 이를 관리하는 선호도관리 레이어와 사용자가 소유한 PDA나 핸드폰으로 추출된 서비스를 제공하기 위한 어플리케이션 레이어가 있다.

본 연구에서 제시한 프레임워크는 사용자로부터 사용자 프로파일을 추출하고, 서비스를 제공하기 위한 PDA 측면과 개인화된 서비스를 추출, 제공하기 위한 서버 측면으로 나누어져 있다. 사용자가 PDA와 같은 모바일 디바이스를 기반으로 서비스를 선택하고 제공 받으며, 사용자를 둘러싼 다양한 센서로부터 컨텍스트 데이터를 수집한다. 무선 네트워크를 통하여 감지된 데이터와 사용자가 선택한 서비스에 대한 정보가 서버에 전달된다. 서버에서는 사용자의 현재 상황 추론 및 선호도 예측을 한다. 서버는 사용자 선호도 룰을 저장하여, 이를 기반으로 사용자에게 개인화된 서비스를 제공한다.

4.1 데이터수집 레이어

데이터수집 레이어는 사용자의 프로파일(성별, 연령, 직업, 취미 등), 사용자가 선택한 서비스에 대한 정보(방문한 장소 등), 컨텍스트 데이터의 수집 및 처리를 담당한다. Universal Plug and Play(www.upnp.org) 서비스를 통해 구현되어 질 수 있는 컨텍스트 수집기 [위치 컨텍스트 수집기, 환경 컨텍스트 수집기(온도, 소음, 조명 등의 정보를 수집), 장치 컨텍스트 수집기(연결된 장치들의 상태를 관리), 기상 컨텍스트 수집기(주기적으로 기상 웹 서비스(www.xmethods.com)에 질의를 통해 날씨 정보 수집)]는 하드웨어 센서와 소프트웨어 프로그램과 같은 다양한 소스로부터 컨텍스트 정보를 수집하여 컨텍스트 마크업으로 전환한다(Wang et al., 2004). 변환된 컨텍스트 마크업의 예제는 다음의 [그림 3]와 같다.

한편, 사용자의 모바일 단말기에 사용자 에이전트가 상주하고 있어 사용자의 프로파일 및 사용자



[그림 2] 시스템 프레임워크

가 선정된 서비스가 컨텍스트관리 레이어 내의 컨텍스트 히스토리에 전달하고 저장된다. 저장된 사용자 프로파일의 예제는 다음의 [그림 4]과 같다.

```
<User rdf:about = "#Kim">
<locatedIn rdf:about = "#downtown"/>
</User>
```

[그림 3] 컨텍스트 마크업

```
<User rdf:about = "#Kim">
<name>jykim</name>
<mailaddress>posmisjy@postech.ac.kr
</mail address>
<sex>male</sex>
<age>25</age>
<job>student</job>
<hobby>sports</hobby>
.....
</User>
```

[그림 4] 사용자 프로파일 마크업

4.2 컨텍스트관리 레이어

컨텍스트 관리 레이어는 컨텍스트 데이터를 이용하여 현재 사용자의 전체적인 상황을 추론하며, 추론된 상황에 따라 사용자 프로파일 및 서비스를 분류하는 역할을 담당한다. UPnP control point로 구현될 수 있는 컨텍스트 aggregator는 컨텍스트 수집기를 발견하고 발견된 컨텍스트 수집기로부터 컨텍스트 마크업을 수집하는 역할을 담당한다(Wang et al., 2004).

컨텍스트 데이터베이스는 사용자나 컨텍스트 수집기로부터 획득된 컨텍스트 마크업을 온톨로지를 기반으로 저장한다. 컨텍스트 추론 에이전트는 감지된 컨텍스트로부터 high level의 컨텍스트를 추론하는 역할을 담당하며, 전망추론을 하는 Jena 2 generic 룰 engine(Carroll et al., 2003)을 통해 구현되어 질 수 있다. 상황인지 환경을 기반으로 한 기존 연구에서는 수집된 컨텍스트 데이터를 기반으로 SVM(Support Vector Machine) 알고리즘이나 데이

터 마이닝 툴을 이용하여, high level 컨텍스트를 추출하는 데 초점을 두고 있다.

Raw 컨텍스트로부터 high level 컨텍스트를, 상황에 따라 사용자가 직접 룰로 정의 할 수 있다. 본 연구에서는 사용자 또는 관리자가 직접 룰을 입력해, 이 룰을 기반으로 high level 컨텍스트를 추론한다. Raw level 컨텍스트로부터 High level 컨텍스트를 추출하기 위해 사용자 또는 관리자가 직접 입력한 룰의 예제는 다음 [그림 5]와 같다. [그림 5]의 룰은 RDF를 이용하여 표현하였으며, 지정된 룰을 통해 High level 컨텍스트를 추론하는 과정이다.

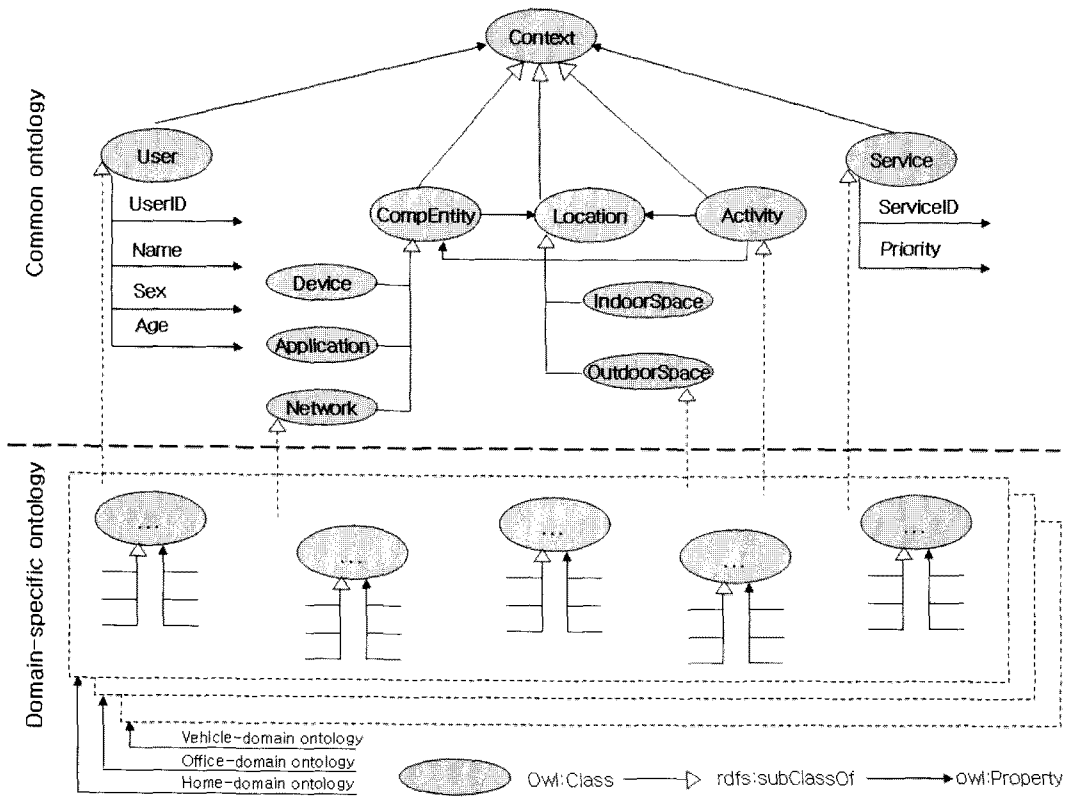
```
(?user rdf:type Person)^(?user locatedIn
?livingroom)^(TV status On)→
(?user status WatchingTV)
(?user rdf:type Person)^(?user locatedIn ?Bed)^
(light status Off)→
(?user status Sleeping)
```

[그림 5] 사용자 지정 룰 베이스 추론

한편, 상황인지 컴퓨팅 환경에서 컨텍스트 표현 방법은 중요하게 고려할 요소 중 하나이다(Wang et al., 2004). 실생활에 대한 사용자 인식을 상황인지 어플리케이션이 공유하여 변화하는 환경에 적합한 서비스를 제공하기 위해서는 사용자의 행동이나 주위환경에 대한 자세한 모델이 필요하기 때문이다(Henricksen et al., 2002).

따라서, 본 연구에서는 온톨로지를 사용하여 컨텍스트 히스토리에 저장된 컨텍스트, 사용자 프로파일과 선택된 서비스를 표현하고자 한다[그림 6]. 본 연구에서 온톨로지를 컨텍스트 히스토리를 표현하기 위해 사용한 근거는 다음과 같다.

- 온톨로지를 기반으로 추상적인 개념들의 정형화가 가능(Gruber, 1993).
- 온톨로지는 특정 아이템에 대한 실제 의미를 이해할 수 있게 해주며, 상속성이나 속성 자료를 통해 그 아이템에 대해 이해를 도와줌



[그림 6] 온톨로지 베이스드 컨텍스트 히스토리

(권오병 외, 2004).

- 온톨로지로 표현된 컨텍스트는 정형화된 시멘틱 표현이기 때문에 시멘틱 웹 도구를 통한 컨텍스트 관리 및 추론이 가능(Wang et al., 2004).
- 온톨로지의 계층적 구조를 통해 도메인 온톨로지를 재사용 가능(Wang et al., 2004).

컨텍스트 히스토리에는 사용자 프로파일, 사용자 현재 상황, 서비스 이렇게 총 3가지 형식으로 구성이 된다(<표 1> 참조).

한편, 컨텍스트 쿼리언어인 RDF 데이터 쿼리 언어(Miller et al., 2002)를 통해 컨텍스트 별로 분류된 사용자 프로파일 및 서비스 데이터 Set을 선호도 miner내의 임시 저장소에 저장할 수 있다(<표

2>와 <표 3> 참조). <표 2>와 <표 3>은 컨텍스트 히스토리로부터 컨텍스트 별로 분류된 사용자 프로파일 및 서비스 데이터 Set이다. 이를 추출하기 위한 RDF 데이터 쿼리 언어는 다음의 [그림 7]와 같다.

<표 2>는 high level 컨텍스트가 저녁식사로 일치하는 데이터 셋의 사용자 프로파일과 이 때, 선택된 서비스를 추출한 것이다. <표 3>은 high level 컨텍스트가 쇼핑으로 일치하는 데이터 셋들의 사용자 프로파일과 이 때 선택된 서비스를 추출한 것이다. 선택된 서비스는 시간 순서대로 저장한다.

4.3 선호도관리 레이어

선호도관리 레이어는 임시로 저장된 컨텍스트 별 사용자 프로파일 및 서비스를 이용하여, 각 서비스

〈표 1〉 컨텍스트 히스토리

User ID	Sex	Age	•••	High-level 컨텍스트	Selected 서비스(Destination)	•••
Kim jy	M	25	•••	Dinner	Family restaurant	•••
Kangym	F	20	•••	Shopping	Department store	•••
•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••

〈표 2〉 추출된 데이터 set(컨텍스트 1 : 저녁식사)

User ID	Sex	Age	•••	High-level 컨텍스트	선택된 서비스	•••
jkim	M	25	•••	Dinner	Family restaurant	•••
ymkang	F	20	•••	Dinner	Chinese restaurant	•••
•••	•••	•••	•••	Dinner	•••	•••

〈표 3〉 추출된 데이터 set(컨텍스트 2 : 쇼핑)

User ID	Sex	Age	•••	High-level 컨텍스트	선택된 서비스	•••
Kimjy	M	25	•••	Shopping	Out let	•••
Kangym	F	20	•••	Shopping	Department store	•••
•••	•••	•••	•••	Shopping	•••	•••

에 대한 사용자 선호도를 추론하여 저장하는 역할을 담당한다. 동일한 컨텍스트 하에 개인화된 서비스를 제공하기 위해, 사용자의 프로파일과 서비스 데이터를 기반으로 의사결정나무 알고리즘을 이용하여, 사용자의 선호도를 추론한다. 즉, 컨텍스트 히스토리에 저장되어 있는 데이터를 의사결정나무 알고리즘을 이용하여 같은 컨텍스트 상황에서 사용자 그룹 간 차별화된 서비스를 추출해낸다. 추출된 사용자 그룹 간 서비스를 사용자에게 PDA를 통해 전달함으로써, 사용자에게 따라 차별화된 서비스를 제공하게 되는 것이다.

분류기법은 사용자들의 프로파일 및 속성 등을

```
SELECT ?sex, ?age, ?service
WHERE(?highlevel컨텍스트 <eq> <dinner>)
```

[그림 7] Query for filtering

기반으로 사용자들을 세분화하는 방법으로, 의사결정나무(CART, CHAID, C 5.0), 인공 지능망, 회귀 분석, SVM 등이 있다. 본 연구에서는 다음과 같은 이유로 의사결정나무 알고리즘을 이용해 사용자 선호도를 추출하였다.

- 데이터를 트레이닝하고 모델링 하는 시간이 상대적으로 짧음(Zhao and Zhang, 2007).
- 분류의 근거를 알 수 있으며, 해석이 용이(Li et al., 2001; Anand et al., 2006; Zhao and Zhang, 2007).
- 두 개 이상의 변수가 결합하여 종속변수 값을 설명하는 교호효과의 해석이 가능(Dzeroski, 2001).
- Outlier에 민감하지 않음
- 의사결정나무 구축 시 영향도가 낮은 속성들

<표 4> 선호도 모델(컨텍스트 1 : 저녁식사)

선호도	Sex	Age	•••	선택된 서비스
P1	M	20~25	•••	Family restaurant
P2	F	25~30	•••	Chinese restaurant
P3	F	30~37	•••	Food court
P4	F	40~50	•••	Korean food restaurant
•••	•••	•••	•••	•••

을 자동으로 제외(Anand et al., 2006)

- 연속형이나 명목형 데이터 값들을 사전처리없이 처리 가능(Zhao and Zhang, 2007).

추론된 선호도를 기반으로 사용자 선호도 룰이 형성된다[그림 8]. 사용자 선호도 룰은 RDF로 표현되었다. 사용자 선호도는 선호도 KB에 저장되어, 사용자에게 개인화된 서비스를 제공할 수 있도록 Adaptation agent에 전달된다. 추출된 선호도는 <표 4>와 같이, 사용자의 프로파일에 따라 저장됨으로써, 새로운 사용자의 프로파일과 컨텍스트가 입력되었을 경우, 개인화된 서비스 제공이 가능케 한다. <표 4>는 <표 2>의 데이터를 의사결정나무 알고리즘을 이용하여, 추출한 사용자 선호도 룰의 예제이다.

```

type(?user, User), age(?user, ?x), greaterThan(?x, 20), lessThan(?x, 25),
sex(?user, male)→preference(?user, familyRestarunat)
type(?user, User2), age(?user2, ?x), greaterThan(?x, 18), lessThan(?x, 20),
sex(?user2, female)→preference(?user2, chineseRestaurant)
type(?user, User3), age(?user3, ?x), lessThan(?x, 17), sex(?user3, male)
→preference(?user3, snackBar)
type(?user, User4), age(?user4, ?x), greaterThan(?x, 40), lessThan(?x, 60),
sex(?user4, female)→preference(?user4, foodCourt)
type(?user, User5), age(?user5, ?x), greaterThan(?x, 35), lessThan(?x, 40),
sex(?user4, female)→preference(?user4, koreanFood)
    
```

[그림 8] 사용자 선호도 룰

사용자에게 특정 서비스를 제공하고 일정시간이 지난 후에 연관된 새로운 서비스를 제공하기 위해 연관성 분석을 이용한다. 연관성 분석은 사용자들 행동의 일정한 규칙성 또는 패턴을 분석하는 기법으로, 온라인 또는 오프라인에서 판매되는 제품과 판매 간의 관계 및 소비자의 구입행태를 분석하기 위해 사용 가능한 기법이다(Lee et al., 2002; Cho et al., 2002). 본 연구에서는 가장 많이 이용되는 Apriori algorithm을 이용하였다(Agrawal and Srikant, 1994).

한편, Association agent에서는 사용자가 선택한 서비스와 관련된 연관 규칙을 추론하여 추론된 룰 [그림 9]를 Association KB에 저장한다. 저장된 룰은 다음의 <표 5>과 같이 선택된 서비스들의 시간 순서에 따라 저장된다. Association agent는 컨텍스트관리 레이어의 데이터 Set에서 선택된 서비스들의 순서를 이용하여, 연관규칙을 추론한다. 추론된 연관규칙은 어플리케이션 레이어에 있는 Adaptation agent가 사용자가 선택한 서비스에 따라서 이후 서비스를 추천하는 기본 룰 역할을 한다. [그림 9]과 같이 사용자가 앞서 추천된 서비스인 중식당을 방문하였다면, 그 이후에 사용자가 방문할 장소로 후식을 먹을 수 있는 상점인 음료수 상점을 추천해주는 것이다.

```

type(?user, User2), locatedIn(?user2, ? chineseRestaurant)→
association(?user2, beverageStore)
type(?user, User3), locatedIn(?user3, ? snackBar)→
association(?user3, iceCreamStore)
    
```

[그림 9] 연관성 룰

〈표 5〉 연관성 룰(컨텍스트 1 : 저녁식사)

룰 ID	룰	Confidence
R1	Chinese restaurant → Beverage store	0.75
R2	Snack bar → Ice-cream store	1
...

4.4 어플리케이션 레이어

어플리케이션 레이어는 추론된 그룹 사용자 별 선호도를 바탕으로 개인화된 서비스를 제공해주고, 제공된 서비스에 대한 사용자의 피드백을 관리하는 역할을 담당한다. 즉, 사용자가 User agent를 통해 서비스를 요청하면, Adaptation agent가 사용자 선호도를 참조하여 개인화된 서비스를 제공하게 된다. 예를 들면, 저녁 시간에 27살이고 여성인 사용자가 접속을 하면 위의 선호도 model을 참조하여 중식당을 추천하게 된다<표 5>. 만약, 제공된 서비스가 사용자의 요구를 충족시키지 못 할 경우, 사용자가 새롭게 선택한 서비스를 다시 컨텍스트 히스토리에 전달하는 피드백과정이 수행되어, 그룹 사용자 별 선호도가 업데이트된다. PDA화면 상에는 현재 추천하고자 하는 서비스가 리스트가 되고, 사용자 선택에 따라 다음 서비스도 추천해 준다.

5. 프로토타입 구현

5.1 데이터수집 레이어

모든 환경에 센서를 부착하고 사용자의 컨텍스트를 파악하는 것은 장비 및 시간의 제약으로 불가능하다. 또한 low-level 컨텍스트로부터 high-level 컨텍스트를 추출하기 위한 연구는 이미 많은 연구에서 실행되어 왔다. 따라서 본 연구에서는 high-level 컨텍스트는 이미 추출되어 있다고 가정하고, 사용자에게 설문조사를 하여 선택된 서비스를 통해, 사용자 별 선호도를 추출하고자 한다. 설문조사 내의 가상 시나리오는 크게 두 가지로 구성되었다. 대

구지역의 중심가인 동성로에 사용자가 있다고 가정한다. 첫 번째 시나리오는 오후 3시에 쇼핑을 하기 위해 도착했으며, 두 번째 시나리오는 오후 6시에 저녁식사를 위해 동성로에 도착했다고 가정한다. 사용자 별 프로파일은 유행 민감도, 나이, 년 소득, 평균 전화요금 등을 조사하였다. 설문조사를 통해 140개의 데이터 Set을 획득했으며, 불성실한 응답을 한 21개 데이터를 제외하고 119개의 데이터를 사용하였다. 사용자의 프로파일 및 사용자가 선택한 서비스는 온톨로지로 구축된 컨텍스트 히스토리에 저장된다[그림 2].

5.2 컨텍스트관리 레이어

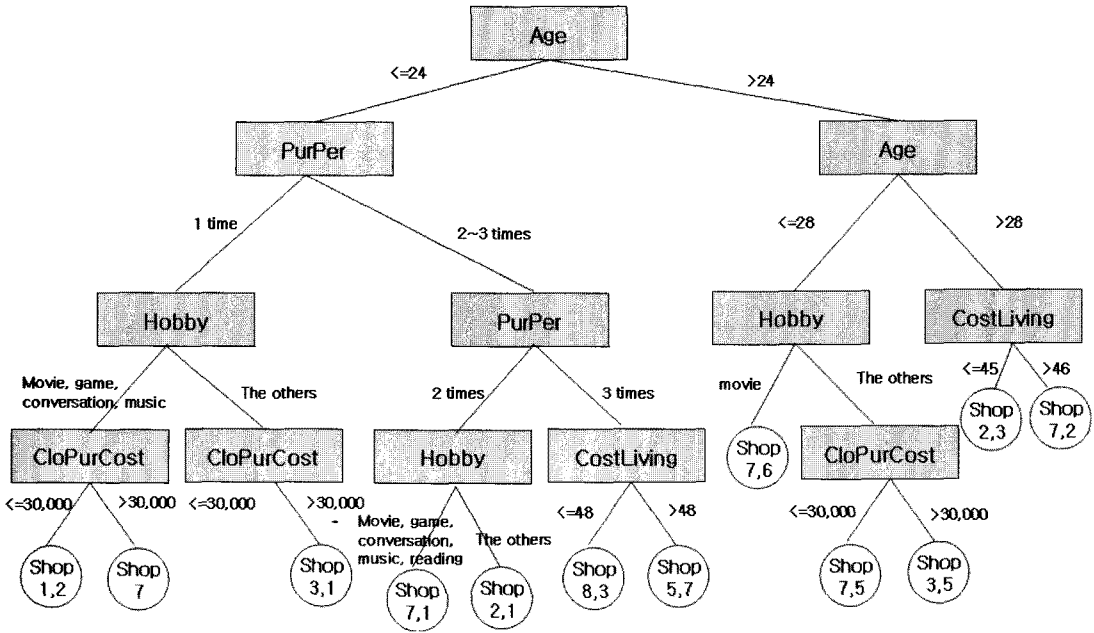
설문조사를 통해 획득된 데이터는 컨텍스트 히스토리에 저장된다. 필터링의 기준이 되는 high-level 컨텍스트를 추출하기 위해, 사례 기반 추론, 또는 룰 기반 추론 등의 다양한 알고리즘이 사용된다. 본 연구에서는 low-level 컨텍스트로부터 high-level 컨텍스트를 추출하기 위해 룰 기반 추론을 사용하였다. 룰은 설문조사에서 사용된 두 가지 시나리오로 가정한다. high-level 컨텍스트는 low-level 컨텍스트로 저장된 온톨로지에서 RDF 룰을 통해 추출된다. 다음은 high-level 컨텍스트를 추출하기 위해 사용된 룰 중 하나이다.

```
(?user rdf:type person)
(?user location in ?(140, 100)~(150, 130)
(?Time ?(18:00)~(18:30)
→
(? arriving at downtown to find a dining place)
```

[그림 10] 룰 기반 추론 예시

5.3 선호도관리 레이어

컨텍스트 히스토리를 high-level 컨텍스트 별로 저장한 임시 컨텍스트 데이터를 SAS Enterprise miner를 이용하여, 사용자 프로파일에 따른 선호도와 사용자 프로파일 별 선택된 서비스를 분석하였



[그림 11] 의사결정 나무

다. 의사결정나무 생성 시, 사용자의 방문 확률이 가장 높은 두 곳만을 추출하여, 저장하였다. 사용자 프로파일에 따른 선택된 서비스는 다음의 [그림 11] 과 같다. [그림 12]의 물은 생성된 물 중 하나를 RDF로 표현한 것이다. [그림 12]에 표현된 선호도 물을 이용해 사용자의 나이가 28세 이상이고, 생활비가 4500만원 이하는 첫 번째로는 shop2가 추천되고, 두 번째로는 shop 3이 추천된다.

선택된 서비스 간의 시간에 따른 상관관계를 연관성 물을 기반으로 예상한다. 각각 선택된 서비스에 따라서, 추출된 연관성 물 중, 지지도와 신뢰도가 제일 높은 2개만을 선택해, 저장하였다. 다음 [그림 13]는 첫 번째 서비스를 선택하였을 경우, 다음

```

type(?user, User1), age(?user, ?x),
costOfLiving(?user, ?y), greaterThan(?x, 28),
lessThan(?y, 45)→preference (?user, shopNo7)
type(?user, User2), age(?user, ?x),
costOfLiving(?user, ?y), greaterThan(?x, 28),
greaterThan(?y, 46)→preference(?user, shopNo2)
    
```

[그림 12] 선호도 물s(Shopping)

서비스를 추천하기 위해 생성된 물을 RDF로 표현한 것이다. 물에 따라서, 1번 목적지가 선택되었을 경우, 6번, 5번을 다음 목적지로 추천한다. 연관성 물은 association KB에 저장된다.

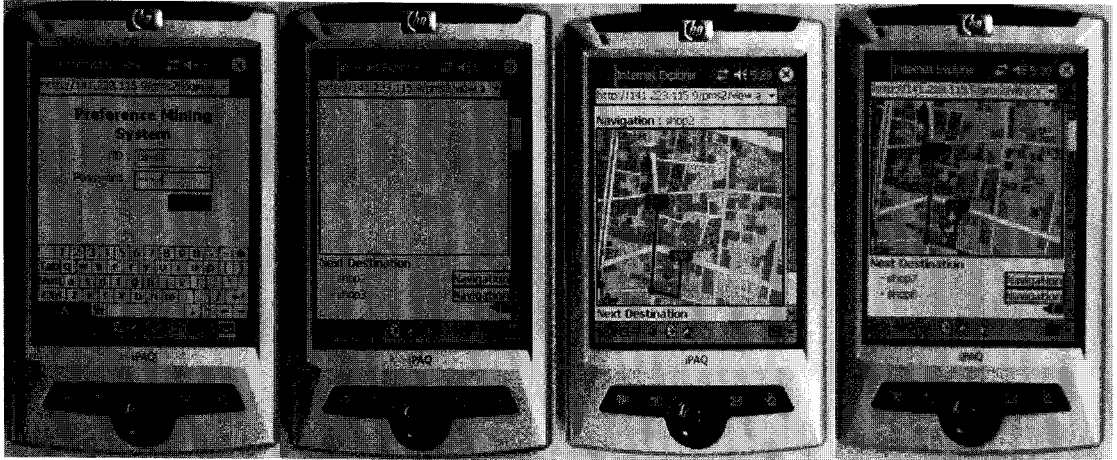
```

type(?user, User1), locatedIn(?user1, ? shop1)→
association(?user1, shop6)
type(?user, User2), locatedIn(?user2, ? shop2)→
association(?user2, shop7)
    
```

[그림 13] 연관성 물(컨텍스트 2 : 쇼핑)

5.4 어플리케이션 레이어

다음 [그림 14]은 본 연구에서 구축한 프로토타입의 인터페이스이다. 사용자의 선호도를 고려해 개인화된 서비스를 추천하는 시스템을 PDA를 통해 접근했을 때, 보이는 인터페이스이다. 본 연구에서 구현된 시스템은 사용자에게 따라 개인화된 서비스를 추천하고, 추천된 서비스를 찾아가기 위한 경로를 알려준다. 사용자가 로그인 할 경우, Adaptation



[그림 14] 프로토타입 인터페이스

agent는 사용자 프로파일을 토대로 선호도 룰을 적용, 첫 번째 서비스를 추천한다. 사용자가 서비스를 선택할 경우, 연관성 룰을 기반으로, 다음 서비스를 계속적으로 추천해주는 역할을 Adaptation agent가 수행한다.

[그림 14]의 첫 번째 화면은 본 연구에서 구축한 프로토타입의 초기 화면이다. 사용자가 로그인할 경우, 사용자의 프로파일을 가져오게 된다. 로그인과 동시에 사용자 컨텍스트는 GPS와 센서 데이터를 통해 가져오게 된다. 본 연구에서는 센서 데이터를 수집할 수 없는 한계로 인해, 센서 컨텍스트 데이터는 이미 수집되어 있다고 가정하였다. 또한 high level 컨텍스트 또한 시나리오에 따라 추출되었다고 가정한다. 두 번째 화면은 사용자의 프로파일과 high level 컨텍스트, 그리고 사용자 선호도 룰을 기반으로 사용자에게 서비스를 추천하는 화면이다. 화면 하단에 사용자 프로파일과 high level 컨텍스트에 따라 선택할 확률이 가장 높은 서비스 두 가지를 제시하게 된다. 세 번째 화면과 네 번째 화면은 사용자가 세 번째 화면에서 제시된 서비스를 사용자가 선택하였을 경우, 서비스를 제공받을 수 있는 경로를 안내하는 인터페이스이다. 인터페이스 하단에 연관성 룰을 기반으로 추출된 다음 서비스 장소가 제시되어 있다.

6. 프레임워크 검증

모바일 어플리케이션을 제공할 때, 사용의 용이성과 유익성을 토대로 고객의 만족도를 향상시키는 것을 검증하는 것은 중요하다(Lee, 2007). 그러나, 모바일 어플리케이션에서 개인화된 서비스 제공이 고객의 만족도를 향상시킨다는 것은 이미 알려져 있다(Ozen et al., 2004; Panatidou and Samaras, 2004; Pashtan et al., 2004). 개인화는 고객의 만족도 향상에 중요한 역할을 하며, 고객별로 차별화된 서비스 제공을 통해, 고객의 만족을 이끌어 낼 수 있다(Goren-Bar, 2004). 따라서, 상황인지 환경에서 기존의 어플리케이션들이 사용자의 차별 없이 같은 상황에서 동일한 서비스를 제공한 것에 반해, 본 연구에서는 제시한 프레임워크는 고객별로 차별화된 서비스를 제공함으로써, 고객의 만족을 이끌어 낼 수 있다. 또한 프로토타입을 통해 본 연구에서 제시한 프레임워크의 구현 가능성을 보여주었다.

따라서, 본 장에서는 기존 연구와의 차이점을 분석하고, 본 연구의 의의를 살펴보고자 한다. 상황인지 환경에서 개인화된 서비스를 제공하는 것으로 분류된 연구의 프로토타입들과 본 연구에서 제시된 프로토타입을 비교해보고자 한다. 프로토타입에서 사용하는 인풋 데이터를 컨텍스트 히스토리, 사용

<표 6> 기존 연구의 프로토타입과 본 연구에서 제시한 프로토타입의 비교

Research	인 풋			아웃풋	
	컨텍스트 히스토리	사용자 프로파일	사용자 선호도	개인화된 서비스	새로운 사용자에게 서비스 제공 가능
Kwon et al., 2005	X	O	O	O	X
Doulkeridis et al., 2006	X	X	O	O	X
Cheverst et al., 2000	X	X	O	O	X
Byun and Cheverst, 2004	O	X	X	O	X
Si et al., 2005	O	X	X	O	X
Lee, 2007	X	X	O	O	X
본 연구의 프로토타입	O	O	X	O	O

자 프로파일, 사용자 선호도로 두고 비교하였다. 그리고 아웃풋 데이터로는 개인화된 서비스의 제공 가능성과 새로운 사용자에게 차별화된 서비스가 가능한지 여부를 선정하였다. 이는 개인별로 차별화된 서비스를 제공하기 위한 데이터를 사용하고 있으며, 또한 개인화된 서비스를 제공하는 지, 그리고 새로운 사용자가 들어오더라도 차별화된 서비스가 제공가능한지를 알아보기 위한 것이다. 결과는 다음의 <표 6>과 같다.

<표 6>에서 보이듯이, 비교 대상이 되는 연구들은 모두 개인화된 서비스가 제공이 가능한 것이다. 그러나 Kwon et al.(2005), Doulkeridis et al.(2006), Si et al.(2005)과 Cheverst et al.(2000)은 사용자로부터 직접 입력 받은 선호도에 따라서 사용자들에게 서비스를 제공하였다. 즉, 사용자가 모든 컨텍스트에 따라서 선호도를 입력해야 되는 한계와 사용자가 입력하지 않은 컨텍스트에서는 개인화된 서비스를 제공 받을 수 없다는 한계가 있다. 그리고, Byun and Cheverst(2004)와 Si et al.(2005)은 컨텍스트 히스토리를 이용하여 사용자 별로 원하는 서비스를 추출하였다. 그러나, 모든 사용자 별로 데이터를 따로 저장해야 되는 한계와 사용자 프로파일을 인풋 데이터로 사용하지 않아, 새로운 사용자에게 개인화된 서비스를 제공할 수 없다는 한계가 있다.

그러나 본 연구에서 제시된 프로토타입은 고객의 프로파일과 컨텍스트 히스토리를 인풋 데이터로 이용해, 개인화된 서비스 제공이 가능하며, 나아가 새로운 사용자에게도 차별화된 서비스 제공이 가능하다는 장점이 있다.

6. 결 론

사용자의 선호도를 예측하고 사용자 선호도에 맞는 서비스를 제공하는 것은 여러 분야에서 매우 중요한 요소로 간주되고 있다. 그러나, 상황인지 컴퓨팅 환경 하에서 개인화된 추천시스템의 개발에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 상황인지 컴퓨팅 환경 하에서 수행된 연구들은 거의 모든 연구가 컨텍스트 데이터로부터 사용자의 상황을 추측하는 알고리즘 또는 이를 기반으로 하는 서비스 제공에 초점을 두고 있다. 따라서 본 연구에서는 사용자의 프로파일과 컨텍스트 데이터를 저장한 컨텍스트 히스토리를 기반으로 사용자 선호도를 추출하고 이를 토대로 서비스를 제공하는 주요 기능에 대한 프로토타입을 설계 및 구현하였다.

본 연구는 상황인지 컴퓨팅 환경에서 컨텍스트 히스토리를 기반으로 개별의 사용자에게 적합한 서비스를 제공하기 위한 프레임워크를 제시하고, 이

를 실제로 구현해보았다. 사용자가 직접 선호도를 입력하거나, 한 사용자의 데이터를 가지고 가공하여 선호도를 추출했던 기존 연구와는 다르게 사용자의 프로필 정보와 서비스 간의 상관관계 및 서비스간의 상관관계를 이용하여, 개인화된 서비스를 제시하였다. 사용자의 프로필과 컨텍스트 데이터를 바탕으로 개인화된 서비스를 제공하기 위해 데이터수집 레이어, 컨텍스트관리 레이어, 선호도관리 레이어와 어플리케이션 레이어로 구성된 프레임워크를 제시하였다. 또한 각 레이어 별로 프로토타입을 구현하였다. 실제 PDA를 통해 사용자 별로 같은 컨텍스트 상황에서도 사용자 프로필에 따라서 개인화된 서비스를 제공할 수 있는 시스템을 개발하였다.

본 연구는 상황인지 컴퓨팅 환경에서 개인화된 서비스를 제공하기 위한 기본 방향을 제시하였고, 컨텍스트 히스토리의 이용 및 활용방안을 제시하였다. 기존 연구에서 중요시 고려되지 않았던 컨텍스트 히스토리의 필요성 및 이용 가능성을 제시한 것이다. 그리고 상황인지 컴퓨팅 시스템 설계의 기본 방향을 제공하고, 이를 구현하기 위한 단계별 방안을 제시함으로써, 향후 상황인지 컴퓨팅 시스템 개발 시에 가이드라인을 제공하였다.

그러나, 실제 센서 데이터가 아닌 설문조사를 통한 컨텍스트 데이터를 수집하는 한계가 있다. 실제 사용자에게 검증을 통해 기존의 상황인지 컴퓨팅 서비스와의 차별성을 검증하지 못한 한계와, 컨텍스트 히스토리에 저장된 데이터가 개인 프라이버시를 침해할 수 있는 한계가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 권오병, 김민용, 최성철, 박규로, "NAMA : 개인화된 상기 시스템 구축에서의 선응적인 욕구 파악을 위한 상황인지가 가능한 다중 에이전트 Web 서비스 접근법", 경영정보학연구, 제14권, 제3호(2004), pp.121-144.
- [2] Adomavicius, G., R. Sankaranarayanan, S. Sen, and A. Tuzhilin, "Incorporating Contextual Information in Recommender Systems Using a Multidimensional Approach," *ACM Transactions on Information Systems*, Vol.23, No.1 (2005), pp.103-145.
- [3] Alexander, Z. and J. Matthias, "Implementing adaptive mobile GI services based on ontologies : Examples from pedestrian navigation support," *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol.30, No.6(2006), pp.784-798.
- [4] Baek, S.H., H.J. Lee, S.Y. Lim, and J.D. Huh, "Managing Mechanism for Service Compatibility and Interaction Issues in Context-Aware Ubiquitous Home," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol.51, No.2(2005), pp. 524-528.
- [5] Bell, B., S. Feiner, and T. Höllerer, "Visualization Viewpoints," *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol.23, No.2(2002), pp.6-9.
- [6] Bellavista, P., A. Corradi, R. Montanari, and C.Stefanelli, "A mobile computing middleware for location-and context-aware internet data services," *ACM Transactions on Internet Technology*, Vol.6, No.4(2006).
- [7] Bellavista, P., A. Corradi, and C. Stefanelli, "The Ubiquitous Provisioning of Internet Services to Portable Devices," *IEEE Pervasive Computing*, Vol.1, No.3(2002), pp.81-87.
- [8] Bellotti, F., R. Berta, A. De Gloria, and M. Margarone, "Implementing Tour Guides for Travelers," *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Vol.15, No.4(2005), pp.461-476.
- [9] Benedetto, M.D. and L.D. Nardis, "Tuning UWB signals by pulse shaping : Towards context-aware wireless networks," *Signal Processing*, Vol.86, No.9(2006), pp.2172-2184.
- [10] Bouvin, N.O., B. Christensen, K.G. Frank, and

- A. Hansen, "HyCon : a Framework for Context-aware Mobile Hypermedia," *New Review of Hypermedia and Multimedia*, Vol.9(2003), pp.59-88.
- [11] Brown, B. and R. Randel, "Building a Context Sensitive Telephone : Some Hopes and Pitfalls for Context Sensitive Computing," *Computer Supported Cooperative Work*, Vol.13, No.3-4 (2004), pp.329-345.
- [12] Brown, P.J., J.D. Bovey, and X. Chen, "Context-Aware Applications : From the Laboratory to the Marketplace," *IEEE Personal Communications*, Vol.4, No.5(1997), pp.58-64.
- [13] Brunato, M. and R. Battiti, "Statistical Learning Theory for Location Fingerprinting in Wireless LANs," *Computer Networks*, Vol.47, No.6(2005), pp.825-845.
- [14] Byun, H.E. and K. Cheverst, "Exploiting user models and Context-awareness to support personal daily activities," In *UM2001 Workshop on User Modeling for Context-Aware Applications*, 2001.
- [15] Byun, H.E. and K. Cheverst, "Utilizing Context History to Provide Dynamic Adaptations," *Applied Artificial Intelligence*, Vol.18(2004), pp.533-548.
- [16] Calvary, G., J. Coutaz, D. Thevenin, Q. Limbourg, L. Bouillon, and J. Vanderdonckt, "A Unifying Reference Framework for Multi-target User Interfaces," *Interacting with Computers*, Vol.15, No.3(2003), pp.289-308.
- [17] Cao, Y. and Y. Li, "An intelligent fuzzy-based recommendation systems for consumer electronic products," *Expert Systems with Applications*, Vol.33, No.1(2007), pp.230-240.
- [18] Carroll, J.J. et al., "Jena : Implementing the Semantic Web Recommendations," tech.report HPL-2003-146, Hewlett Packard Laboratories Bristol, 2003.
- [19] Chalmers, M. "A Historical View of Context, A Historical View of Context," *Computer Supported Cooperative Work(CSCW)*, Vol.13, No.3(2004), pp.223-247.
- [20] Chen, G. and D. Kotz, "A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research," Dartmouth Computer Science Technical Report TR2000-381, 2000.
- [21] Chen, H. and P. Mohapatra, "A Context-Aware HTML/XML Document Transmission Process for Mobile Wireless Clients," *World Wide Web*, Vol.8, No.4(2005), pp.439-461.
- [22] Chen, H., T. Finin, A. Joshi, L. Kagal, F. Perich, and D. Chakraborty, "Intelligent Agents Meet the Semantic Web in Smart Spaces," *IEEE Internet Computing*, Vol.8, No.6(2004), pp.69-79.
- [23] Cheverst, K., N. Davies, K. Mitchell, and P. Smith, "Providing Tailored(Context-Aware) Information to City Visitors," *Lecture Notes In Computer Science; Proceedings of the International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, Vol.1892(2000), pp.73-85.
- [24] Cheverst, K., K. Mitchell, N. Davies, and G. Smith, "Exploiting Context to Support Social Awareness and Social Navigation," *ACM SIG-GROUP Bulletin*, Vol.21, No.3(2000), pp.43-48.
- [25] Cheverst, K., G. Smith, K. Mitchell, A. Friday, and N. Davies, "The Role of Shared Context in Supporting Cooperation between City Visitors," *Computers and Graphics*, Vol.25, No. 4(2001), pp.555-562.
- [26] Chin, k.k., "Support Vector Machines applied to speech pattern classification," Ph.D.diss., Darwin College, 1998.
- [27] Dey, A.K., "Understanding and Using Context,"

- Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.5, No.1(2001), pp.4-7.
- [28] Lieberman, H. and T. Selker, "Out of Context : Computer Systems that Adapt to and Learn from, Context," *IBM Systems Journal*, Vol.39, No.3-4(2000), pp.617-632.
- [29] Dixit, S. "Wireless IP and Its Challenges for the Heterogeneous Environment," *Wireless Personal Communications*, Vol.22, No.2(2002), pp.261-273.
- [30] Doukeridis, C., N. Loutas, and M. Vazirgiannis, "A System Architecture for Context-Aware Service Discovery," *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, Vol.146, No.1-24 (2006), pp.101-116.
- [31] Dumais, S., J. Platt, D. Heckman, and M. Sahami, "Inductive learning algorithms and representations for text categorization," Proceedings of ACM-CIKM 98(1998), pp.148-155.
- [32] Edelstein, H.A., "Introduction to Data Mining and Knowledge Discovery," Third Edition, Two Crows Corporation, ISBN : 1-892095-02-5, 1999.
- [33] Friday, A., M. Wu, J. Finney, S. Schmid, and K. Cheverst, and N. Davies, "Network Layer Access Control for Context-Aware IPv6 Applications," *Wireless Networks*, Vol.9, No.4 (2003), pp.299-309.
- [34] Goldberg, D., D. Nichols, B.M. Oki, and D. Terry, "Using Collaborative filtering to weave an information tapestry," *Communication of the ACM*, Vol.35, No.12(1992), pp.61-70.
- [35] Gruber, T.(1993), "A Translation Approach to Portable Ontology Specifications," *Knowledge Acquisition*, Vol.5, No.2, pp.199-220.
- [36] Hastie, T. and R. Tibshirani, "Classification by pairwise coupling," Stanford University and university of Toronto, 1996.
- [37] Hatala, M. and R. Wakkary, "Ontology-Based User Modeling in an Augmented Audio Reality System for Museums," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Vol.15, No.3-4(2005), pp.339-380.
- [38] Henriksen, K., J. Indulska, and A. Rakotonirainy, "Modeling Context Information in Pervasive Computing Systems," Proc. 1st Int'l Conf. Pervasive Computing(Pervasive 2002), LNCS 2414, Springer-Verlag, (2002), pp.167-180.
- [39] Henriksen, K. and J. Indulska, "A software engineering framework for Context-aware pervasive Computing," Pervasive Computing and Communications, PerCom 2004, Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on 2004, pp.77-86.
- [40] Henriksen, K. and J. Indulska, "Personalising ContextAware Applications," *Lecture Notes in Computer Science : Springer-Verlag*, Vol.3762 (2005), pp.122-131.
- [41] Hill, W., L. Stead, M. Rosenstein, and G. Furnas, "Recommending and evaluating choices in a virtual community of use," In Proceedings of the 1995 ACM conference on factors in Computing systems, New York, USA, (1995), pp.194-201.
- [42] Jameson, A., "Modeling both the Context and the user," *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.5, No.1(2001), pp.29-33.
- [43] Joachims, T., "Text categorization with support vector machines : Learning with many relevant features," Proceedings of the European Conference on Machine Learning, 1998.
- [44] Julien, C. and G.C. Roman, "EgoSpaces : facilitating rapid development of context-aware mobile applications," *Software Engineering, IEEE Transactions on*, Vol.32, No.5(2006), pp. 281-298.

- [45] Kaenampornpan, M., and O'Neill, E., Modelling context : an activity theory approach. in Ambient Intelligence : Second European Symposium, EUSAI 2004, (Eindhoven, The Netherlands, 2004), Springer, pp.367-374.
- [46] Kellerer, W., M. Wagner, W.T. Balke, and H. Schulzrinne, "Preference-based Session Management for IP-based Mobile Multimedia Signaling," *European Transactions on Telecommunications*, Vol.15, No.4(2004), pp.415-427.
- [47] Keyhanipour, A.H., B. Moshiri, M. Kazemian, M. Piroozmand, and C. Lucas, "Aggregation of web search engines based on users' Preferences in WebFusion," *Knowledge-Based Systems*, Vol.20, No.4(2007), pp.321-328.
- [48] Khedr, M. and A. Karmouch, "ACAI : Agent-based Context-Aware Infrastructure for Spontaneous Applications," *Journal of Network and Computer Applications*, Vol.28, No.1(2005), pp.19-44.
- [49] Khedr, M. and A. Karmouch, "Negotiating Context Information in Context-Aware Systems," *IEEE Intelligent Systems*, Vol.19, No. 6(2004), pp.21-29.
- [50] Kim, C.Y., J.K. Lee, Y.H. Cho, and D.H. Kim, "Viscors : a visual content recommender for the mobile web," *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 19, No.6(2004), pp.32-39.
- [51] Konstan, J., B. Miller, D. Maltz, J. Herlocker, L. Gordon, and J.Riedl, "GroupLens : Applying collaborative filtering to usenet news," *Communications of the ACM*, Vol.40, No.3(1997), pp.77-87.
- [52] Krause, A., A. Smailagic, and D.P. Siewiorek, "Context-aware mobile computing : learning context-dependent personal preferences from a wearable sensor array," *Mobile Computing, IEEE Transactions on*, Vol.5, No.2(2006), pp. 113-127.
- [53] Kressel, U.H.G., "Pairwise classification and Support Vector Machines," In *Advanced in kernel methods : Support Vector Machines*, Cambridge : MIT Press, 1999.
- [54] Kumar, M., B.A. Shirazi, S.K. Das, B.Y. Sung, D. Levine, and M. Singhal, "PICO : A Middleware Framework for Pervasive Computing," *IEEE Pervasive Computing*, Vol.2, No.3(2003), pp.72-79.
- [55] Kwon, O.B., S.C. Choi, and G.R.Park, "NAMA : a Context-aware multi-agent based web service approach to proactive need identification for personalized reminder systems," *Expert Systems with Applications*, Vol.29, No. 1(2005), pp.17-32.
- [56] Ladd, A.M., K.E. Bekris, A. Rudys, L.E. Kavradi, and D.S. Wallach, "Robotics-Based Location Sensing Using Wireless Ethernet," *Wireless Networks*, Vol.11, No.1-2(2005), pp. 189-204.
- [57] Lee, W.P., Deploying personalized mobile services in an agent-based environment, *Expert Systems with Applications*, Vol.32, No.4(2007), pp.1194-1207.
- [58] Lee, Y.M., J.Y. Hong, W.I. Oh, H. Kang, and E.H. Suh, "A Review of context-aware computing," Proceedings of The 11th Annual Conference of Asia Pacific Decision Sciences Institute, 2006.
- [59] Liechti, O. "Awareness and the WWW : an Overview," *ACM SIGGROUP Bulletin*, Vol. 21, No.3(2000), pp.3-12.
- [60] Loke, S.W. "Context-aware artifacts : two development approaches," *IEEE Pervasive Computing*, Vol.5, No.2(2006), pp.48-53.
- [61] Lin, P., C.Y. Tsai, and Y.C., Lai, "A SIP-based Mobility management platform for WLAN

- Location-aware Broadcasting and Multicasting Application,” *Wireless Communications and Mobile Computing*, Vol.5(2005), pp.647-663.
- [62] Lum, W.Y. and F.C.M. Lau, “A Context-Aware Decision Engine for Content Adaptation,” *IEEE Pervasive Computing*, Vol.1, No.3(2002), pp. 41-49.
- [63] Mäntyjärvi, J. and T. Seppänen, “Adapting Applications in Handheld Devices Using Fuzzy Context Information,” *Interacting with Computers*, Vol.15, No.4(2003), pp.521-538.
- [64] Mcnair, J. and F. Zhu, “Vertical Handoffs in Fourth-Generation Multinetwork Environments,” *IEEE Wireless Communications*, Vol.11, No.3 (2004), pp.8-15.
- [65] Meyer, D., F. Leisch, and K. Hornik, “The support vector machine under test,” *Neuro-Computing*, Vol.55(2003), pp.169-186.
- [66] Mayrhofer, R., Context prediction based on context histories : Expected benefits, issues and current state-of-the-art. Proceedings of Exploiting Context Histories In Smart Environments(ECHISE)2005.
- [67] Middleton, S.E., N.R. Shadbolt, D.C. De Roure, “Ontological user profiling in recommender systems,” *ACM Trans. Inform. Syst.(TOIS)*, Vol.22, No.1(2004), pp.54-88.
- [68] Miller, L., A. Seaborne, and A. Reggiori, “Three Implementations of SquishQL, a Simple RDF Query Language,” Proc. 1st Int’l Semantic Web Conf.(ISWC 2002), LNCS 2342, Springer-Verlag, 2002, pp.423-435.
- [69] Muñoz, M.A., M. Rodriguez, J. Favela, A.I. Martinez-Garcia, and V.M. González, “Context-Aware Mobile Communication in Hospitals,” *IEEE Computer Society*, Vol.36, No.9 (2003), pp.38-46.
- [70] Niemegeers, I.G. and S.M. Heemstra De Groot, “FEDNETS : Context-Aware Ad-Hoc Network Federations,” *Wireless Personal Communications*, Vol.33, No.3-4(2005), pp.305-318.
- [71] Oku, K., S. Nakajima, J. Miyazaki, and S. Uemura, “Context-Aware SVM for Context-Dependent Information Recommendation,” Proceedings of the 7th International Conference on Mobile Data Management, (2006), pp.109-109
- [72] Ranganathan, A., J. Al-Muhtadi, and R.H. Campbell, “Reasoning about Uncertain Contexts in Pervasive Computing Environments,” *IEEE Pervasive Computing*, Vol.3, No.2(2004), pp.62-70.
- [73] Rennie, J.D.M. and R. Rifkin, “Improving multi-class text classification with the support vector machine,” CBCL Paper #210/AI Memo 32001-026, Massachusetts Institute of Technology, 2001.
- [74] Rodríguez, M.D., J. Favela, E.A. Martínez, and M.A. Muñoz, “Location-Aware Access to Hospital Information and Services,” *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, Vol.8, No.4(2004), pp.448-455.
- [75] Salber, D. and G.D. Abowd, “The Design and Use of a Generic Context Server,” *Perceptual User Interfaces Workshop(PUI’98)*, San Francisco, CA, (1998), pp.63-66.
- [76] Samaan, N. and A. Karmouch, “A Mobility Prediction Architecture Based on Contextual Knowledge and Spatial Conceptual Maps,” *IEEE Transactions on Mobile Computing*, Vol.4, No.6(2005), pp.537-551.
- [77] Sarwar, B., G. Karypis, J. Konstan, J. Riedl, “Analysis of recommendation algorithms for e-commerce,” Proceedings of the 2nd ACM Conference on Electronic Commerce, 2000.
- [78] Satoh, I. “SpatialAgents : Integrating User

- Mobility and Program Mobility in Ubiquitous Computing Environments,” *Wireless Communications and Mobile Computing*, Vol.3, No. 4(2003), pp.411-423.
- [79] Selker, T. “Visual Attentive Interfaces,” *BT Technology Journal*, Vol.22, No.4(2004), pp.146-150.
- [80] Setten, S.P., K. Johan, W. In Nejd, and P. De Bra, “Context-Aware Recommendations in the Mobile Tourist Application COMPASS,” Eindhoven, The Netherlands, LNCS 3137, Springer-Verlag, (2004), pp.235-244.
- [81] Shardanand, U., and P. Maes, “Social information filtering : Algorithms for automating word of mouth,” Proceedings of the 1995 conference on human factors in Computing systems, Denver, Colorado, USA, (1995), pp.210-217.
- [82] Si, H., Y. Kawahara, H. Morikawa, and T. Aoyama, (Stochastic approach for creating context-aware services based on context histories in smart home, Proceedings of Exploiting Context Histories In Smart Environments (ECHISE) 2005.
- [83] Singh, A. and A. Acharya, “Multiplayer Networked Gaming with the Session Initiation Protocol,” *Computer Networks*, Vol.49, No.1 (2005), pp.38-51.
- [84] Singh, S. and L. Dey, “A new customized document categorization scheme using rough membership,” *Applied Soft Computing*, Vol.5, No. 4(2005), pp.373-390.
- [85] Smailagic, A. and D. Siewiorek, “Application Design : Wearable and Context-Aware Computers,” *IEEE Pervasive Computing*, Vol.1, No.4(2002), pp.20-29.
- [86] Syukur, E. and S.W. Loke, “Implementing context-aware regulation of context-aware mobile services in pervasive computing environments,” *International Journal of Web and Grid Services*, Vol.2, No.3(2006), pp.260-305.
- [87] van Sinderen, M.J., A.T. van Halteren, M. Wegdam, H.B. Meeuwissen, and E.H. Eertink, “Supporting context-aware mobile applications : an infrastructure approach,” *Communications Magazine, IEEE*, Vol.44, No.9(2006), pp.96-104.
- [88] Ves, E., J. Domingo, G. Ayala, and P. Zuccarello, “A novel Bayesian framework for relevance feedback in image content-based retrieval systems,” *Pattern Recognition*, Vol.39, No.9(2006), pp.1622-1632.
- [89] Wang, X., J.S. Dong, C.Y. Chin, S.R. Hettiarachchi, and D. Zhang, “Semantic Space : an infrastructure for smart spaces,” *Pervasive Computing, IEEE*, Vol.3, No.3(2004), pp.32-39.
- [90] Weston, C. and C. Watkins, “Multiclass Support Vector Machines,” Royal Holloway University of London, 1998.
- [91] Yau, S.S. and F. Karim, “An Adaptive Middleware for Context-Sensitive Communications for Real-Time Applications in Ubiquitous Computing Environments,” *Real-Time Systems*, Vol.26, No.1(2004), pp.29-61.
- [92] Zhang, Y. and J. Jiao(Roger), “An associative classification-based recommendation systems for personalization in B2C e-commerce applications,” *Expert Systems with Applications*, Vol.33, No.2(2007), pp.357-367.