

# 유비쿼터스 상거래 환경의 컨텍스트 기반 점진적 선호 분석 기법

구 미 숙\* · 황 정 희\* · 최 남 규\* · 정 두 영\*\* · 류 근 호\*\*\*

## 요 약

유비쿼터스 상거래의 도래에 따라 개인화된 서비스에 대한 관심이 높아지고 있고, 고객이 관심을 갖는 상품에 대한 정보를 제공하기 위해 추천 기법의 중요성은 지금까지의 많은 연구들을 통해 제시되고 있다. 그러나 기존 연구에서는 대부분 특정 기법에 의존적이고 전자 상거래에 만 국한되어 적용될 수 있었다. 이러한 추천 기법을 유비쿼터스 상거래에 적용하기 위해서는 고객의 상황 또는 환경에 대한 정보 즉, 컨텍스트에 대한 확장된 도메인의 모델링과 각 추천 기법들의 상거래 활성화 단계별 장단점을 보완하기 위한 유기적 연계가 필요하다. 따라서 이 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 유비쿼터스 상거래에서 개인의 상거래 활동에 관련된 컨텍스트 정보를 모델링하고, 상거래 활성화 단계에 따라 상이한 특성을 갖는 각 추천 기법을 선호도 트리를 매개로 하여 연계하는 점진적 선호 분석 방법을 제시한다. 그리고 이러한 분석 과정을 통해 생성된 선호도 트리에서 정보를 효율적으로 처리하기 위해 XML 인덱스 기법을 적용한다.

## Context-based Incremental Preference Analysis Method in Ubiquitous Commerce

Mi Sug Ku<sup>\*</sup> · Jeong Hee Hwang<sup>\*</sup> · Nam Kyu Choi<sup>\*</sup>  
Doo Young Jung<sup>\*\*</sup> · Keun Ho Ryu<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

As Ubiquitous commerce is coming, personalization service is getting interested. And also the recommendation method which offers useful information to customer becomes more important. However, most of them depend on specific method and are restricted to the E-commerce. For applying these recommendation methods into U-commerce, first it is necessary that the extended context modeling and systematic connection of the methods to complement strength and weakness of recommendation methods in each commercial transaction. Therefore, we propose a modeling technique of context information related to personal activation in commercial transaction and show incremental preference analysis method, using preference tree which is closely connected to recommendation method in each step. And also, we use an XML indexing technique to efficiently extract the recommendation information from a preference tree.

키워드 : 추천시스템(Recommendation System), 유비쿼터스(Ubiquitous), 컨텍스트(Context), XML 인덱스(XML Index)

## 1. 서 론

모바일 환경의 발전에 따라 전자 상거래에서 모바일 상거래와 지능화된 환경에서의 상거래인 조용한 상거래(Silent Commerce)를 통해 개인의 상황과 환경 정보 즉 컨텍스트 정보를 인식하여 개인의 상황에 적합한 서비스를 제공하는 연구[1]가 활발히 진행되고 있다. 그리고 최근에는 기존의 전자 상거래와의 연계를 포함하는 보다 진보된 개념인 유비쿼터스 상거래에서의 전자 공간과 물리 공간의

연계[2]를 바탕으로 유비쿼터스 공간에서의 고객 행위와 요구에 적합한 개인화 서비스에 대한 관심이 더욱 높아지고 있다. 그러나 개인의 선호 분석 메커니즘의 적용은 고려하지 않는다는 문제점을 갖는다.

이러한 상거래 환경에서 개인의 선호 분석은 현재 추천 기법 또는 추천 시스템에서 개인이 선호하는 아이템을 추천하기 위해 중요한 분야[3,4]로 연구되고 있으며, 전자 상거래 중심으로 적용되고 있고, 점차 개인의 상거래 활동의 추적이 가능해진 지능화된 상거래인, 조용한 상거래(Silent Commerce)에 대한 적용[5,6]이 가능해 지고 있다. 예를 들면, 개인 선호 분석을 기반으로 하는 추천 기법은 Amazon이나 CDnow 등의 대형 쇼핑몰에 적용되는 등의 개인화 서비스 제공을 위한 핵심적인 기술로서 부각되고 있다.

\* 이 논문은 2003년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2003-002-D00280).

<sup>\*</sup> 교 회 원 : 충북대학교 대학원 전자계산학과

<sup>\*\*</sup> 정 회 원 : 충북대학교 정보통신공학과 교수

<sup>\*\*\*</sup> 총신회원 : 충북대학교 전기전자 컴퓨터공학부 교수

논문접수 : 2003년 11월 17일, 심사완료 : 2004년 9월 30일

현재 연구되고 있는 추천 기법은 크게 인구 통계학적, 내용기반, 협동적 필터링, 이력 기반 추천 기법 등으로 구분할 수 있는데, 각 기법은 다른 적용 대상의 범위와 활성화 단계별로 매우 상이한 추천 효율과 정확도를 갖는다[3]. 그러므로 특정 추천 기법에 종속된 메커니즘보다는 각 추천 기법의 특성을 병합하거나 연계를 통해 각 기법이 갖는 장점을 부각시키고, 문제점을 해결 또는 보완할 수 있는 정책이 필요하다.

유비쿼터스 상거래 환경에서 개인화 된 서비스를 제공하기 위해서는 개인의 프로파일 또는 개인의 상거래 활동의 이력 분석 등을 통한 선호 분석을 통해 고객의 선호 아이템을 시스템이 인지하고 있어야 하고, 이러한 전제를 기반으로 고객이 상거래 활동을 하는 경우에 상황에 따라 고객이 선호할 것으로 예상되는 아이템을 추천함으로써 고객의 상거래 활동을 용이하게 한다. 하지만 현재 개인의 선호 분석을 기반으로 연구되고 있는 추천 기법은 전자 상거래에 국한되어 적용 되고 있으며, 상거래 활동을 하는 고객의 상황에 대한 정보인 컨텍스트에 대한 모델링[7-10]은 물리적 환경에 초점을 맞추어져 있기 때문에, 유비쿼터스 공간에서의 물리 공간과 전자 공간의 연계 개념을 지원하지 못하고 있다.

따라서 이 논문에서는 상거래 활동을 하는 고객 즉, 컨텍스트 개체에 대한 정의 및 컨텍스트 개체를 중심으로 유비쿼터스 상거래 상의 컨텍스트 정보의 모델링 방법을 제시한다. 그리고 이를 바탕으로 이질적인 개인 선호 분석 기법을 선호도 트리로 표현하는 선호 분석 메커니즘을 제시한다. 선호도 트리를 이용한 추천 정보의 처리는 XML 인덱스 기법을 적용한다. 아울러 제안 기법의 효용성을 보이기 위해 컨텍스트 모델링을 기반으로 제안된 추천 기법의 적용 예를 설명하고, 선호도 트리에 대한 정보 추출을 위해 XML 인덱스의 이용 효과를 실험을 통해 입증한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 유비쿼터스 상거래와 추천 기법에 대한 관련 연구를 설명하고, 3장에서는 고객의 상거래 활동에 관련된 컨텍스트 정보의 모델링 방법을 제시한다, 그리고 4장에서는 선호도 트리를 이용하는 점진적 선호 분석 기법을 제시하고, 5장에서는 컨텍스트 모델링 기반의 추천 서비스의 적용 예를 보인다. 마지막으로 6장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

이 장에서는 제안하는 추천기법의 적용 환경인 유비쿼터스의 상거래 개념과 기존 추천 기법의 연구 동향을 알아보고 기존 연구의 문제점 및 해결방안을 제시한다.

### 2.1 유비쿼터스 상거래

현재 상거래는 Bricks & Mortar(전통적 상거래)에서 전자 상거래(eCommerce)와 모바일 상거래(commerce)를 거쳐

조용한 상거래(silent commerce)와 유비쿼터스 상거래(Ubiquitous commerce)로 변화되고 있다[1]. 전자상거래에 이동성을 추가한 모바일 상거래는 무선 전화 뿐만 아니라 인터넷을 통한 비즈니스 트랜잭션 환경을 제공하지만, 사용자의 인터페이스적인 측면에서의 많은 제약 때문에 유/무선 인프라스트럭처 기반의 지능적 물리 공간 개념을 수용하는 조용한 상거래(silent commerce)가 등장하였다. 이러한 변화는 고객의 상황에 맞는 서비스 제공뿐만 아니라 고객의 쇼핑 또는 구매 활동 정보까지 센싱 또는 추적 등을 통해 획득 할 수 있는 환경을 제공하기 때문이다. 최근에는 한층 진보한 가상공간을 포함한 전자공간과 물리공간의 연계 환경을 수용할 수 있는 유비쿼터스 상거래에 대한 연구[2, 11]가 진행되고 있으며, 이러한 물리공간과 전자 공간을 모두 수용하는 유비쿼터스 상거래에서의 아이템 검색 또는 추천은 전자 공간과 물리 공간의 연계를 통해서 카테고리 차원에서 유사하고, 지리적으로 가장 근접한 아이템에 대한 서비스를 가능하게 한다.

유비쿼터스 상거래에 대한 기존의 연구는 여러 국가와 연구 기관에서 어플리케이션 형태의 프로젝트로 수행하고 있다. 그리고 이 연구들은 컨텍스트 정보에 기반을 둔 개인화 서비스에 대해 연구의 중점을 두고 있지만, 개인의 선호도에 기반한 개인 선호 분석은 고려하지 않는 한계를 갖는다[12, 13].

### 2.2 컨텍스트 정의

Merriam-Webster's Collegiate Dictionary는 컨텍스트에 대해 존재하거나 발생할 수 있는 개체에 관련된 상황이라 정의한다. 이러한 일반적 정의는 컴퓨팅 환경에 적용하기에는 불명확하고 모호한 개념이기 때문에 많은 연구에서 컨텍스트에 대한 정의를 하고 있다.

컨텍스트 정의에 관한 대표적인 정의는 [14, 15]에 의해 "컨텍스트는 개체의 상황을 특성화 하는데 사용할 수 있는 어떤 정보이고, 여기서 개체는 사람, 장소, 물리적 또는 컴퓨팅 객체이다"라고 정의한다.

최근 모바일 환경의 발전으로 지능화된 환경과 개인이 모바일 기기를 이용한 상호 통신이 가능해 지면서 컨텍스트에 대한 연구가 부각되기 시작했으며, 현재 위치 기반, 컨텍스트 모델링, 컨텍스트 응용을 중심으로 연구되고 있다. 컨텍스트 연구 중 가장 활발히 진행되는 연구는 위치 인식에 대한 연구인데, 현재 GPS, RFID, RADAR, 이지리빙(EasyLiving) 프로젝트를 중심으로 연구되고 있으며, 이러한 시스템을 통한 위치 추적은 수 m에서 수십 m의 오차가 발생하고, 보다 정확한 위치 추적을 위해서는 더 많은 하드웨어 기기와 비용이 요구된다[12, 13]. 또한 최근 DSTC 연구실의 m3 프로젝트를 모바일 환경 중심의 컨텍스트 모델링에 대한 연구[7-10]가 존재한다.

### 2.3 추천 기법

Bricks & Mortar(전통적 상거래)에서는 개인의 관심 또는 요구를 파악하는 것은 거의 불가능 했지만, 전자상거래와 조용한 상거래(S.commerce)에서는 클릭 스트림 분석, 추적, 센싱 데이터 분석을 통해 이러한 분석이 가능하게 되었다[4-6, 16, 17]. 그렇지만 현재 대부분 추천 기법에 대한 연구는 대부분 전자 상거래에 중점을 두고 있으며, 각각의 추천 기법은 적용 상황에 따라 다른 성능을 가짐에도 획일적인 메커니즘을 적용하기 때문에 상거래의 시점 또는 데이터 량에 따라 추천 효율 저하, 부정확한 선호 예측 등의 문제를 유발한다. 따라서 이 장에서는 기존의 주요 추천 기법에 대한 특성과 문제점을 기술한다.

#### 2.3.1 인구 통계학적(Demographic) 필터링 추천 기법

인구 통계학적 추천 방식은 사용자의 성별, 나이, 직업 등과 같은 인구 통계학적 요소에 의해 사용자 유형별 특징을 분석하여 상품을 추천하는 방식이며, 타겟 마케팅이나, 선호 정보가 부족한 시스템 초기 구축 단계, 또는 처음 방문한 사용자에 대한 적용에 유용하다[18, 19].

#### 2.3.2 내용 기반 필터링 추천 기법

내용 기반 추천 기법[5, 18]은 개인으로부터 입력된 모든 정보와 상품에 포함된 텍스트 정보를 이용하여 필터링 하는 방식으로 분석과정이 복잡하지 않고, 추천 결과를 쉽게 반영할 수 있다는 장점이 있지만, 인구 통계학적 필터링 기법과 마찬가지로 동적인 사용자의 변화를 동적으로 수용하기 어렵다는 단점을 갖는다.

#### 2.3.3 협동적 필터링 기반 추천 기법

사용자가 상품에 대한 평가와 유사한 선호도를 가진 다른 사용자의 평가에 근거하여 사용자가 좋아할 만한 상품을 추천하는 기법이다. 이 기법은 숨어있는 선호 패턴을 발견 할 경우 추천의 정확도가 높다는 특징이 있지만, 초기평가 문제, 희소성 문제, 특이한 개인에 대한 적용 문제를 갖는다[3, 5].

#### 2.3.4 이력 기반(또는 사례 기반) 추천 기법

객체를 선택하거나 실행하는 활동을 추적함으로써 사용자의 행위 패턴 또는 습성을 분석하여 사용자의 선호도 예측 및 추천을 하는 기법으로, 이 기법은 추가적인 사용자의 입력 없이도 자동적으로 사용자의 선호도를 분석할 수 있는 장점을 가지고 있지만, 처음 방문하거나 상거래 활동이 없는 경우 선호 분석이 어려운 문제를 가지고 있다[3, 4].

### 2.4 기존 연구의 문제점 및 해결방안

모바일 환경의 발전에 따라 실제 매장에서 상거래 활동을 하는 개인을 위한 일대일 서비스를 위한 인프라스트럭처가 구축되면서, 고객의 상황과 환경, 즉 컨텍스트 기반 서비스의 중요성이 부각되고 있다. 그리고 최근에는 기존의 전자 상거래 개념을 포함하는 보다 진보된 유비쿼터스 상거래에서의 개인화 서비스에 대한 관심이 더욱 높아지고 있지만, 개인의 선호 분석 기반의 추천 기법 메커니즘을 고려하지 않기 때문에 일대일 서비스 제공뿐만 아니라 효율적인 정보 제공이 어렵다. 또한 각 추천 기법들은 상거래시기에 따라 부분적으로 적용될 수 있다는 효율성의 제약이 있음에도 불구하고 기존의 추천 시스템에서는 특정 기법에 종속적이다.

이러한 기존 연구의 문제점을 해결하기 위한 유비쿼터스 상거래에서의 컨텍스트 기반의 개인화 추천 기법은 다음과 같은 연구가 필요하며, 이 논문에서는 이러한 연구에 기반을 두어 기존의 문제점을 해결한다.

- 상거래 환경의 진보에 따른 확장된 컨텍스트 모델링
- 확장된 컨텍스트상의 유동적 선호 분석 메커니즘
- 동적 컨텍스트 변화와 개인 선호 정보에 기반한 추천 서비스

## 3. 유비쿼터스 상거래에서의 컨텍스트 모델링

수많은 연구에서 컨텍스트에 대한 비슷한 정의를 하고 있기 때문에 이 논문에서는 Merriam-Webster's Collegiate Dictionary에서 기술한 일반적 컨텍스트 의미, 즉 “존재하거나 발생할 수 있는 개체에 관련된 상황 및 환경”를 따르고, 이때의 컨텍스트 개체는 상거래 활동의 주체인 고객이며, 컨텍스트 개체의 활동에 따라 발생하는 정보를 상황 컨텍스트, 컨텍스트 개체의 상황 정보를 추출하기 위한 상거래 또는 쇼핑물 정보를 환경 컨텍스트로 정의한다.

### 3.1 U-컨텍스트 개체

컨텍스트 변화는 시간의 변화에 따라 위치뿐만 아니라 개인의 행위가 변하는 컨텍스트 개체로 표현 할 수 있으며 이러한 컨텍스트 개체 CE는 시간 속성, 행동 속성, 대상 속성, 공간 속성으로 구성 되고 이것은  $CE = \langle TA, AA, OA, GA \rangle$ 으로 표현한다. CE의 시간 속성은  $TA = \langle cts, cte \rangle$ 로 구성되며, cts는 시작 시간, cte는 종료시간을 나타낸다. 행동 속성은 “선택”, “방문” 값을 갖으며, 유비쿼터스 환경에서는 모든 사물과 개체는 사물의 최소 단위 개체로 분할될 수 있고, 이러한 사물 개체들은 CE의 OA가 된다. GA는 유비쿼터스 상거래에서 물리공간과 전자공간의 구분을 나타낸다.

### 3.2 컨텍스트 일반화

컨텍스트 정보 자체는 가공이 되지 않은 정보이기 때문에 이러한 정보를 이용하여 고객에게 서비스를 제공하기 위해서는 서비스의 목적에 따라 컨텍스트 객체에 대해 일반화를 하여야 한다[20]. 예를 들어 물리 공간에 위치한 고객의 x, y 좌표와 전자 공간의 디렉토리 정보 자체는 서비스를 제공하는데 의미가 없기 때문에 일반화된 공간 개념 형태로 변환하여야 한다. <표 1>은 개인의 이동 내역을 일반화 하지 않은 개인의 위치 컨텍스트 정보이고, <표 2>는 <표 1>의 공간정보에 대해 전자 쇼핑물과 물리 쇼핑물에서의 공간 위치를 일반화하여 표시한 개인 위치 컨텍스트 정보의 예이다.

<표 1> 일반화 되지 않은 개인 위치 컨텍스트

CE ID	Action	Object	note
356583455	방문	abc	디렉토리
356583455	방문	x35221 Y25235	좌표

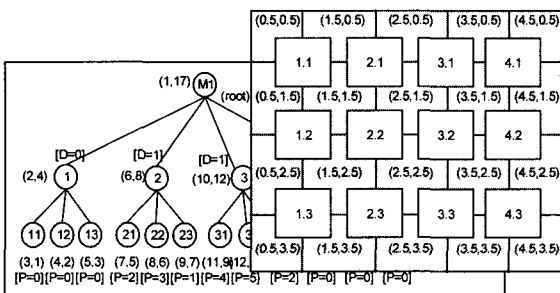
<표 2> 일반화된 개인 위치 컨텍스트

CE ID	Action	Object	note
356583455	방문	Store 2030	전자 쇼핑물
356583455	방문	Aisle 2535	물리 쇼핑물

### 3.3 U-환경 컨텍스트 모델링

유비쿼터스 상거래에서 컨텍스트 기반 서비스는 각 개인이 방문한 위치와 선택한 상품에 기반을 두어 서비스를 제공해야 하므로, 웹상의 가상 매장 또는 가상 섹션을 방문하면 의미적으로 하부 개념을 갖는 아이템의 계층 관계를 통해 공간 개념을 표현하고[2, 11, 21], 실제 공간에서는 이동하는 컨텍스트 개체의 특정 지점을 경계로 최근접하는 개체가 변경되도록 특정 영역 경계 안에서 같은 근접 매장을 갖도록 그룹화 한다[22].

환경 컨텍스트 모델링은 (그림 1)과 같이 개념 계층 기반 카테고리적 모델링과 최근접 기반 영역 그룹핑 모델링의 형태를 갖는다.



(그림 1) 환경 컨텍스트 모델링

환경 컨텍스트 즉, 쇼핑물의 구조는 전자 공간상의 개념 계층 기반 모델링 구조 쇼핑물, 섹션, 매장, 상품 순의 의미적 유사성 기반 구조를 갖으며, 물리 공간상의 최근접 기반 모델링 구조 쇼핑물, 통로, 매장, 상품 순의 물리적 거리 기반 구조를 갖는다. 그러므로 이를 통해 유비쿼터스 상거래에서 물리공간과 전자 공간의 연계를 통해 물리공간 상의 정보와 전자공간 상의 정보를 제공 받을 수 있게 된다.

### 3.4 데이터베이스 구조

컨텍스트 정보를 개인화 서비스에 이용하기 위해서 컨텍스트 개체 일반 속성, 현재의 상황 컨텍스트, 상황 컨텍스트 이력, 환경 컨텍스트 데이터베이스가 구축되어야 한다.

먼저 컨텍스트 개체의 일반 속성 정보 데이터베이스는 고객의 프로파일에 대한 정보로 구성되며, <표 3>은 컨텍스트 개체의 일반 속성의 예이다.

<표 3> 컨텍스트 개체의 일반 속성

CE ID	Name	Gender	...
356583455	홍길동	M	...
252231232	이순신	F	...

현재의 상황 컨텍스트는 컨텍스트 개체 즉, 고객의 현재 활동에 대한 정보이며, 상황 인식 서비스에 활용된다. <표 4>는 현재의 상황 컨텍스트 정보의 예이다.

<표 4> 현재의 상황 컨텍스트 정보

CE ID	Time	Action	Object	note
356583455	2003-02-27-23-52	방문	Store 2030	전자공간
252231232	2003-02-27-23-52	선택	Aisle 2535	물리공간

컨텍스트 개체의 이력 정보는 고객의 선호 분석을 통한 상품 추천에 활용되며, <표 5>는 컨텍스트 개체 이력 정보의 예이다.

<표 5> 컨텍스트 개체 이력 정보

CE ID	Start Time	End-Time	Visit duration	Action	Object	note
356583455	2003-02-27-23-52	2003-02-28-00-02	10(min)	방문	Store 2030	전자공간
252231232	2003-02-29-03-22	2003-02-29-03-23	1(min)	방문	Aisle 2535	물리공간

유비쿼터스 상거래상의 환경 컨텍스트 정보는 컨텍스트 개체 즉 고객의 위치 또는 선택한 상품에 대한 정보를 얻기 위해 쇼핑물 호스트로부터 필요한 정보를 제공 받으며, <표 6>은 환경 컨텍스트 정보의 예이다.

〈표 6〉 환경 컨텍스트 정보

E_ID	Section No.	Store No.	name	Physical Location Info	Electronic Location Info	비고
ST 583455	2	3	Store 2030	Polygon( 75 75, 125 75, ...)	210.115.167.23	상점
AI 583454	2.5	3.5	Aisle 2535	Polygon( 50 50, 100 0, ...)		통로

4. 점진적 선호 분석과 선호도 트리의 정보 추출

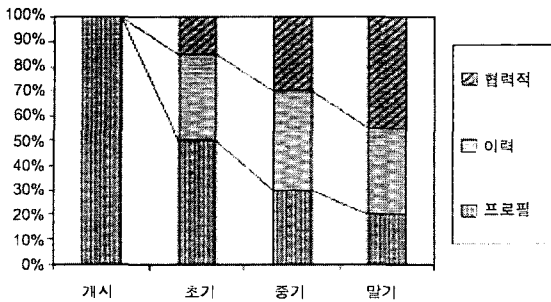
지금까지 연구되고 있는 거의 모든 추천 기법들은 상거래 활성화 단계에 따라 좋은 효율을 나타내기도 하지만, 상거래의 시기에 따라 부분적으로 적용될 수 있다는 효율성의 제약이 있다. 따라서 모든 상거래 활성화 단계에 적용할 수 있도록 하기 위해 유기적인 추천 기법을 이용하는 선호도 트리 기반의 점진적 선호 분석 메커니즘을 제안하고, 선호도 트리에 대한 정보 추출은 XML 인덱스 기법을 이용한다.

4.1 점진적 선호 분석

4.1.1 상거래 활성화 시기별 각 추천 기법 특성

추천 기법은 상거래 시점별로 적합한 추천 기법이 다르지만, 기존의 연구에서는 이러한 고려 없이 특정 기법만을 확립적으로 사용하였다. 따라서 추천 기법 적용은 각각의 상거래 시점에 맞는 메커니즘을 적용해야 하는데, 이 연구에서는 기존의 연구를 기반으로 상거래 활성화 시점에 따른 각 추천 기법의 기여 비율을 (그림 2)과 같이 표현하였다.

상거래가 개시 직후 협력적 필터링과 이력 기반 추천 기법은 선호 평가를 할 수 없기 때문에, 프로필 기반 추천만을 적용할 수 있고, 초기 단계까지 프로필 기반 추천 기법에 강세를 보이며, 중반으로 가면서 협력적 필터링 기법과 이력 기반 추천 기법의 중요성이 증가하고, 상거래 후기로 갈수록 방문하지 않은 상품에 대한 선호 분석의 중요성의 증가를 통해 협력적 필터링의 중요성이 높아진다.

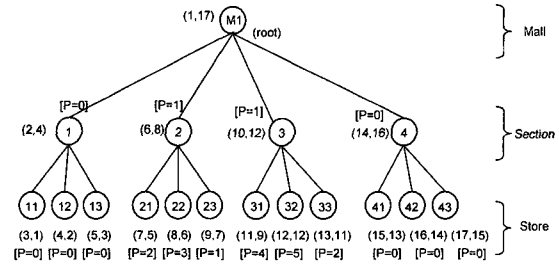


(그림 2) 상거래 활성화 단계에 따른 각 추천 기법의 적합성

4.1.2 선호도 트리 및 초기화

점진적 선호 분석을 위한 매개로서 이 연구에서는 환경

컨텍스트인 개념 계층 기반 모델링 u-쇼핑물 트리를 기반으로 하여 선호도 트리를 구축한다. 트리의 각 노드 즉 아이템의 속성 값으로 선호도 p를 부여하여 쇼핑물의 인덱스 구조와 선호도 정보를 함께 유지한다. (그림 3)은 선호도 트리 구조를 나타내고 있으며, 중 괄호안의 숫자는 인덱스 번호이고, 대괄호 안의 표현은 선호도 p의 초기값을 의미한다. 각 노드마다 초기화된 선호도 p를 갖는다.



(그림 3) 선호도 트리

상거래 개시 단계 또는 처음 방문한 고객은 선호도 분석을 하기 위한 정보가 거의 없기 때문에 초기 평가 문제를 갖는 협동적 필터링 추천 기법이나 개인 이력 기반 추천 기법을 활용한 선호 분석의 적용은 불가능하다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 개인 프로파일과 상품 프로파일의 매핑을 통해 일치되는 내용에 선호도를 부여한다. 예를 들어 〈표 7〉의 32세의 남성인 Ken은 〈표 8〉의 18세 이상의 남성을 대상으로 하는 매장 그룹 “Section 2”에 매칭 되므로 〈표 9〉의 개인의 선호도 점수와 같이 Ken의 Section 2에 대한 선호도는 1로 설정되고, 매칭 되지 않는 매장 그룹 “Section 1”에는 선호도 0으로 설정함을 볼 수 있다.

〈표 7〉 개인 프로파일

	Gender	Age
Ken	M	32
Lee	W	45
Meg	W	14

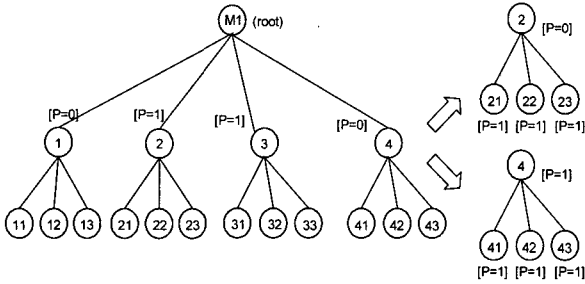
〈표 8〉 상품 프로파일

	Gender	Min_Age	Max_Age
Section1	W	18	
Section2	M	18	
Section3	U	0	17
Section4	U	0	

〈표 9〉 선호도 테이블

	Ken	Lee	Meg
Section1	0	0	0
Section2	1	1	0
Section3	0	0	1
Section4	1	1	1

이러한 선호도 테이블을 이용하여 개인 선호도 트리를 초기화 하고, 하부의 아이터들에게 선호도 p를 상속한다. (그림 4)는 <표 9>의 선호도 테이블을 이용하여 초기화 한 예이고, 오른쪽의 트리는 선호도 평가 값을 하부 아이터에 상속함을 나타낸다.



(그림 4) 개인 선호도 트리 초기화 및 선호도 상속

4.1.3 유동적 선호도 분석 메커니즘

프로필 매칭을 통해 선호도 트리를 초기화 한 후 사용자의 상거래 활동이 발생할 때마다 또는 주기적으로, 다음에 소개되는 분석기법들을 이용하여 개인 이력 및 다른 사용자의 정보를 기반으로 하는 협력적 선호도 분석을 통해 해당 매장에 대한 선호도 값을 점진적으로 누적시킨다. 그리고 이를 이용하여 적절한 추천 정보를 사용자에게 제공한다.

• 개인 이력 기반 분석

기존의 전자 상거래에서의 개인 이력 정보는 클릭 스트림이나 로그 파일을 통해 수집되었다. 그리고 지능화된 조용한 상거래에서 개인의 실제 매장 상의 활동은 추적 및 센싱을 통하여 정보를 얻을 수 있다. 이러한 기존의 상거래를 포함하는 유비쿼터스 상거래에서는 물리공간과 전자공간 상의 컨텍스트 개체의 활동을 분석함으로써 서로 다른 접근 공간상의 활동을 연계하여 분석하는 것을 가능하게 한다.

컨텍스트의 개체 행위 속성은 “선택”과 “방문”으로 구분하며, 일반화 된 컨텍스트 정보 즉 어떤 매장에 방문한 시간 길이 또는 어떤 상품을 선택한 시간 길이 등의 정보 분석을 통하여 선호 계수를 산출한다. 그리고 이러한 선호 계수를 기반으로 방문(또는 선택) 횟수에 따라 선호 평가 값을 누적 적용한다. 이에 대한 식은 다음과 같이 정의한다.

$$P_A = \sum_{i=1}^n f_i \cdot prr$$

P : 선호 평가 f : 매장 방문 횟수(상품 선택 횟수), prr : 선호 계수

일반적으로 매장의 체재시간과 상품의 선호 계수는 포함 관계 또는 계층 구조에 따라 다르게 지정되며, 이러한 선호

계수의 산정은 실제적 실험 또는 검증을 통해 결정될 수 있다. <표 10>은 개인이 매장에 머문 시간과 상품 선택 시간에 대한 선호 계수를 산정한 예이다.

<표 10> 머문 시간과 선택시간에 대한 선호 계수 비율

방문시간길이(min)	선호 계수(pr)	상품선택시간길이(sec)
0~5	0.1	0~2
6~20	0.2	3~6
20~40	0.4	7~9
40~60	0.6	10~13
60~80	0.8	13~16

• 사용자 기반 협력적 선호도 분석

이러기 기반 분석은 한번도 방문하지 않았던 매장 내의 상품에 대해서는 상품에 대한 개인의 선호도를 파악할 수 없기 때문에 사용자의 선호를 예측하기 위해서는 다른 사람과의 상관 계수(correlation coefficients)를 식 (1)을 이용하여 구하고, 식 (2)에 다른 사람들과의 상관 계수와 해당 사용자의 선호도 평균을 대입하여 선호도 예측 값을 구한다. 이때 상관 계수의 값은 -1과 1사이의 값을 가지며, 1이면 perfect positive relationship, -1이면 perfect negative relationship, 0이면 상관관계가 존재 하지 않는다는 것을 의미한다[4-6].

<표 11>에 대한 데이터에서 K의 6번째 아이터에 대한 선호도 예측 값을 구하려면 먼저 Ken과 다른 사람 즉 Lee, Mag, Nan과의 상관 계수를 식 (1)을 이용하고, 결과 값은 -0.8, 1, 0이다. 이때 Nan과의 상관 계수는 0이기 때문에 제외하여, Ken의 선호도 예측 값을 구하면 4.56임을 알 수 있다[23].

$$corr_{AB} = \frac{Cov(A, B)}{\delta_A \delta_B} = \frac{\sum_i (A_i - \bar{A})(B_i - \bar{B})}{\sqrt{\sum_i (A_i - \bar{A})^2 \sum_i (B_i - \bar{B})^2}} \quad (1)$$

$$P_{a,i} = \bar{r}_a + \frac{\sum_{u=1}^n (r_{u,i} - \bar{r}_u) \cdot s_{a,u}}{\sum_{u=1}^n s_{a,u}} \quad (2)$$

<표 11> 아이터에 대한 각 사용자의 선호도

	Ken	Lee	Meg
1	1	4	2
2	5	2	4
3			3
4	2	5	
5	4	1	
6	?	2	5

•아이템 기반 협력적 선호 분석

사용자 기반 협력적 선호 분석은 상품에 대한 다른 사람의 선호도 정보를 이용하여 알려지지 않은 특정 상품에 대한 개인의 선호도를 예측하지만, 아이템 기반 협력적 선호 분석은 아이템에 대한 유사도를 통해 분석한다. 특정 상품에 대한 다른 사용자의 선호도 값을 대입하여 식 (1)에 의해 아이템간의 유사도를 계산하고, <표 12>와 같은 상품간의 유사도 테이블을 만든다[24].

<표 12> 상품간의 상관관계

	상품 A	상품 B	상품 C	상품 D
상품 A	1	0.54	-0.53	0.31
상품 B	0.54	1	-0.32	0.54
상품 C	-0.53	-0.32	1	-0.53
상품 D	0.31	0.540	-0.53	1

이러한 유사도 테이블을 이용하여 각 상품에 대해 유사도 트리를 구성할 수 있는데, 선호도 트리는 사용자에 대한 아이템의 선호도 표현이며, 유사도 트리는 어떤 선택된 상품에 대해 다른 상품의 유사도를 표현하는 것이다.

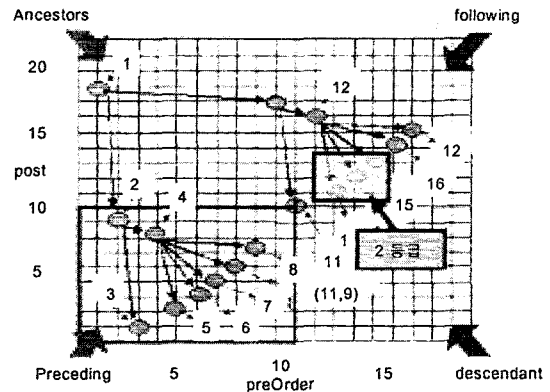
4.2 선호도 트리에 대한 정보 추출

컨텍스트 개체의 상황에 따라 “방문”이면 선호도 기반 상품을 추천하고, “선택”이면 유사도 기반 상품을 추천한다. 추천 상황에 따라 효율적인 추천을 하기 위해서는 선호도 트리 및 유사도 트리에서 특정 등급이상의 선호 상품 및 유사 상품에 대한 정보를 빠르게 추출하는 방법이 요구된다. 그러므로 이 논문에서는 트리 구조에 빠르게 접근하기 위한 방법으로 XML 인덱스 기법을 이용한다.

XML 인덱스는 탐색 시간의 축소뿐만 아니라 최소의 데이터를 이용하여 XML의 계층적 구조를 유지하는 것을 목적으로 한다. 그러므로 XML 인덱스의 원리에 의해 [25]에서 제안한 XML 인덱스 트리를 이용하여 각 노드에 preorder와 postorder를 부여하고, 간단한 인덱스 번호의 비교 연산을 통해 영역을 분할하여 탐색 영역을 축소하는 RDBMS 기반의 XML 데이터베이스 애플리케이션을 구축한다.

선호도 기반 추천을 위해 먼저 컨텍스트 모델링에서 설계한 u-쇼핑몰 구조를 XML 인덱스를 이용하여 구축하고, 각 아이템 즉, 노드에 인덱스 값과 선호도를 부여함으로써 문서를 분할하고 선호도를 기반으로 정보를 추출한다. 이것은 인덱스 트리를 기반으로 선호도 맵을 확장 적용한 것이다.

(그림 5)는 현재 노드 (preorder=11, postOrder=9)를 기준으로 선호도가 “2”이고, following 영역을 질의하는 인덱스 기반의 선호도 맵의 예이다.



(그림 5) 인덱스 기반의 선호도 맵

유사도 정보도 (그림 5)의 XML 인덱스 기반 선호도 맵과 유사한 방법으로 인덱스 테이블의 속성으로 추가하여 인덱스 기반 유사도 맵을 구성하여 정보를 추출하고 이를 기반으로 유사도 기반 추천에 적용한다. <표 13>은 인덱스 기반의 선호도 맵 테이블 구조이고 <표 14>는 인덱스 기반 유사도 맵 테이블 구조이다.

<표 13> 인덱스 기반의 선호도 맵 정보

필드 레코드	Pre Order	Post Order	parent	EID	Preference
18	18	16	2	P1020-005	7
19	19	17	2	P1020-006	6

<표 14> 인덱스 기반의 유사도 맵 정보

필드 레코드	Pre Order	Post Order	parent	EID	Correlation
46	46	55	1	P2020	-
47	47	45	2	P1020-001	0.14

5. 구현 및 실험

컨텍스트 모델링에 기반한 추천 방법에 대한 효용성을 증명하기 위하여 이 장에서는 임의로 생성한 실험 데이터를 대상으로 추천 서비스의 일부 수행 예를 보이고, 선호도 트리에 대해 XML 인덱스 기법을 이용하여 빠르게 정보를 추출할 수 있음을 실험을 통해 증명한다.

5.1 구현 환경 및 구성

개인화된 추천 서비스의 적용 예를 설명하기 위하여 이 구현에서는 유비쿼터스 환경에서의 선호도와 각 상품간 유사도 정보를 가진 고객이 등록되었다고 가정하고 부여되는 컨텍스트에 따라 상품 정보를 XML문서로 생성하도록 하였다.

구현 환경의 OS는 Windows 2000 server, 개발 언어로 Visual C# .Net, RDBMS는 Ms-SQL 8.0을 사용하였으며,

구현에 이용한 실험 데이터는 아이템에 대한 개인의 선호도 데이터 셀과 특정 상품의 유사도 데이터 셀을 이용하였다.

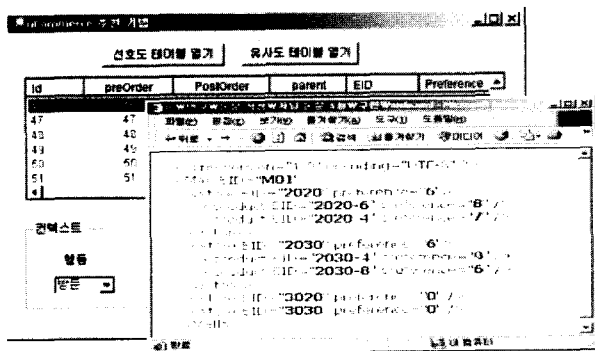
이 추천 어플리케이션에서는 컨텍스트 개체의 특성에 따라 선호도 및 유사도 정보에 기반 하여 필요한 정보만을 추출하도록 구현하였으며, 기능적 관점에서 컨텍스트 분석, 선호도 및 유사도 정보 처리, XML 문서 처리 및 생성 기능을 포함한다. 세부적인 클래스 구성은 사용자 인터페이스 제공 및 전체 프로시저 처리를 위한 main 클래스와 물리 공간 또는 전자 공간에서의 최근접 매장 검색을 위한 near\_store, similar\_store 클래스, XML 계층 구조 및 인덱스 및 질의 처리 등을 위한 xml\_query\_process 클래스와 stack\_tag, stack\_index 클래스로 구분된다.

5.2 추천 서비스 적용 예

이 절에서는 3.1절에서 컨텍스트 개체 즉 고객에 대한 행동 속성, 대상 속성 등의 컨텍스트 정보를 파라미터로 입력하고, 부여된 상황에 따라 개인화된 추천 정보를 XML 문서 형태로 제공되는 추천 서비스의 예를 보인다.

물리공간과 전자 공간은 각각 방문 환경과 서비스에 차이를 두는데, 방문 환경 측면에서 볼 때 통로를 따라 이동하는 물리공간에서는 “방문”의 대상이 통로, 매장 개체이지만, 카테고리 즉, 섹션을 따라 이동하는 전자 공간에서는 “방문”의 대상이 섹션과 매장 개체가 된다. “방문” 속성을 갖는 고객에게는 선호도 기반의 상품 추천 서비스를 제공하고, “선택” 속성을 갖는 고객에게는 유사도 기반의 상품을 추천 하는데, 물리공간에서는 거리에 우선하며, 전자 공간에서는 카테고리에 우선하는 서비스를 제공한다.

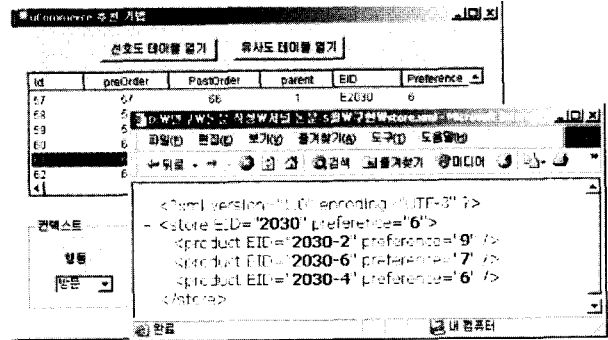
물리적 공간에서 통로를 따라 이동하는 서비스 시스템은 컨텍스트 개체인 고객에게 근접한 매장과 상품을 추천하는데 이때 고객의 선호도에 따라 상품들의 정보가 추출된다. (그림 6)는 질의 Q1 “통로 EID = “2525”에 위치한 고객에게 선호도 “6”이상의 매장과 매장 내의 상품 추천하라”에 대한 수행 결과를 나타낸다.



(그림 6) 통로 방문에 따른 추천

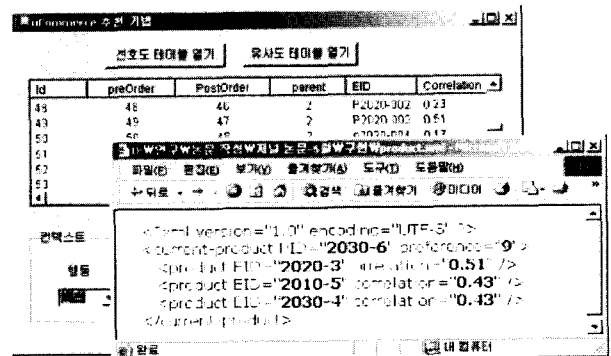
고객이 매장을 방문하면 매장 내에서 선호하는 상품을 추천하는데, 물리공간과 전자 공간에서 동일하게 선호도에

따라 상품을 추천하고, 예측된 선호도에 따라 상품을 정렬 및 추출한다. (그림 7)은 질의 Q2 “매장(EID = “2030”) 방문에 따른 선호도 “6”이상의 상품을 추천하라”에 대한 수행 결과를 나타낸다.



(그림 7) 매장 방문에 따른 추천

고객이 상품을 선택하는 상황에서 상품의 거리와 선호도에 따라 예측된 유사 상품을 추천할 수 있는데, 이때 물리 공간에서는 거리에 따라 이동해야 하는 블록의 수에 의해 상품을 정렬하고, 전자 공간에서는 높은 유사도 별로 상품 정렬 및 섹션별로 그룹화 한다. (그림 8)은 질의 Q3 “전자 공간에서 상품 “2030-6” 선택할 때 유사도 “0.43” 이상 갖는 상품을 추천하라”에 대한 수행 결과를 나타낸다.



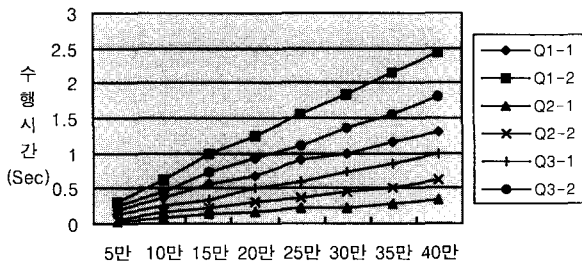
(그림 8) 상품 선택에 따른 유사 상품 추천

5.3 실험 및 성능 평가

효율적인 추천을 위해 컨텍스트 및 유사도 정보 모델링의 구현에 적용된 XML 인덱스 기법의 성능을 평가하기 위해 인덱스를 기반으로 하는 추천 질의와 인덱스를 사용하지 않는 추천 질의에 대한 성능을 비교 및 평가하였다.

실험에 사용된 질의는 5.2절의 (그림 6)~(그림 8)에서 사용된 질의를 Q1, Q2, Q3라 하고, XML 인덱스를 이용한 추천 질의를 Q1-1, Q2-1, Q3-1로, XML 문서를 이용한 추천 질의를 Q1-2, Q2-2, Q3-2로 하여, 상품의 수를 5만에서 40만까지 증가시키면서 일반적인 상품 질의에 대한 수행 시간을 측정하였다. 이에 대한 결과는 (그림 9)에 나타나며, 질의 수행 시간은 Q1-2 > Q1-1 > Q2-2 > Q2-1 > Q3-2 > Q3-1 순이다.





아이템 수(개)

(그림 9) 아이템 증가에 따른 각 추천 질의 수행 시간

각 상황에 대한 질의 Q1, Q2, Q3는 XML 인덱스의 적용에 의해 해당 트리 영역의 데이터를 추출하여 질의 처리하는 경우(Q1-1, Q2-1, Q3-1)가 XML 문서 전체를 대상으로 질의 처리하였을 경우(Q1-2, Q2-2, Q3-2)보다 상품 수의 증가에 따라 수행 속도에서 많은 차이를 나타내므로 적용된 XML 인덱스 기법의 유용성을 확인할 수 있다.

또한 실험에 사용된 질의 중 가장 긴 수행 시간을 요구한 질의는 Q1이었는데, 이는 질의 Q1이 근접 상점 탐색 및 각 상점별 선호 상품 추출 등의 다른 질의에 비해 비교적 복잡한 연산 과정을 거치기 때문으로 판단된다. 상대적으로 질의 Q3는 상점을 방문했을 때 한 차례의 탐색만을 수행하는 단순한 연산을 요구하기 때문에 가장 짧은 수행 시간이 소요되었다.

6. 결 론

유비쿼터스 상거래의 도래에 따라 컨텍스트 기반의 개인화 된 정보 제공의 중요성이 높아지고 있으나, 개인화 서비스의 핵심 기술인 추천 기법은 아직까지 전자 상거래 및 일부 조용한 상거래(Silent Commerce)에 한정되어 적용되고 있으며, 상거래 활성화 단계에 따른 융통성 있는 선호 분석보다는 특정 기법에 종속적이다. 그리고 전자 상거래에 따른 개인의 상거래 활동 분석을 수행하는 추천 기법은 직접 유비쿼터스의 상거래에 적용할 수 없는 문제점도 갖는다.

따라서 이 논문에서는 이러한 기존 연구의 문제점을 해결하기 위하여 유비쿼터스 상거래 환경에서의 컨텍스트 개체 즉, 개인의 활동에 대한 상황 및 환경 정보인 컨텍스트 정보를 모델링하고, 선호도 트리와 각 기법들의 유기적 연계를 통해 점진적으로 선호도를 분석하는 방법을 제시하였다. 또한 선호 분석을 통해 구축된 선호도 트리에 대해 효율적으로 정보를 추출하기 위한 방법으로 XML 인덱스 기법을 이용하였다.

아울러, 컨텍스트 기반의 모델링 및 제안 기법의 효용성을 보이기 위해 질의를 통한 추천 서비스의 적용 예를 구현을 통해 증명하였고, XML 인덱스 기법의 적용에 대한 효과성을 실험을 통해 입증하였다.

현재 제안 기법을 적용한 추천 시스템 구축에 대한 연구가 진행 중이며, 이를 실현하기 위해 상세한 시스템 설계 및 선호도 트리의 변화와 데이터의 효율적인 처리를 위한 알고리즘에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Denny J. Park, "Co-evolution in uCommerce: Emerging Business Strategies and Technologies," Telecommunications Review, 제13권 제1호, pp.48-56, 2003.
- [2] 최남희, "유비쿼터스 정보 기술을 활용한 물리공간과 전자공간 간의 연계 구도와 어플리케이션 체계에 대한 연구," Telecommunications Review, 제13권 제1호, pp.27-38, 2003.
- [3] 김영지, 문현정, 옥수호, 우용태 "사례기반추론 기법을 이용한 개인화된 추천시스템 설계 및 구현", 정보처리학회논문지D, 제9-D권 제6호, pp.1009-1016, 2002.
- [4] 정 준, 김용환, 이필규, "사용자의 목리적인 정보를 이용한 추천 시스템", 정보과학회 2000년 춘계학술대회, Vol.27, No.01, pp.289-291, 2000.
- [5] 이송희, 이근호, 김정범, 김태윤, "컨텍스트 인식기반 개인화 시스템 분석," 정보처리학회 춘계학술 발표논문집, 제9권 제1호, pp.1451-1454, 2002.
- [6] 천인국, "컨텍스트 인식 기반의 모바일 상품 추천 시스템 설계," 정보처리학회 2002년 춘계학술대회, Vol.09, No.01, pp. 1535-1538, 2002.
- [7] Henricksen K., Indulska J., Rakotonirainy A., "Generating Context Management Infrastructure from High-Level Context Models," to appear in 4th International Conference on Mobile Data Management - Industry Track, pp.21-24 January, 2003.
- [8] Rakotonirainy, A., "Context-Oriented Programming for Pervasive Environments," University of Queensland Technical Report (submitted), September, 2003.
- [9] Henricksen K, Indulska J, Rakotonirainy A., "Modeling context information in Pervasive Computing Systems," In Proceedings Pervasive 2002 - Zurich August, 2002 Springer Verlag, LNCS.
- [10] R. Robinson. "Context Management in Mobile Environments," PhD. Honours Thesis. In School of Information Technology and Electrical Engineering, The University of Queensland, 2000.
- [11] 김동환, "유비쿼터스 공간의 경제와 경영전략", Telecommunications Review, 제13권 제1호, pp.39-47, 2003.
- [12] CHEN, G. and KOTZ, D., "A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research," Dartmouth Computer Science Technical Report TR2000-381. Department of Computer Science - Dartmouth College.
- [13] 이성국, "미국·일본·유럽의 유비쿼터스 컴퓨팅 전략의 비교론적 고찰", Telecommunications Review, 제13권 제1호,

pp.16-26, 2003.

- [14] Anind K. Dey and Gregory D. Abowd, "Towards a Better understanding of context and context-awareness," Technical Report GIT-GVU-99-22, Georgia Institute of Technology, College of computing, 1999.
- [15] Andry Rakotonirainy, Seng Wai Loke, Geraldine Fitzpatrick, "Context-Awareness for the Mobile Environment," dstc.edu.au, 2000.
- [16] 강미정, 정옥란, 조동섭, "클릭스트림 분석을 위한 웹 서버 시스템의 설계 및 구현", 정보처리학회논문지D, 제9-D권 제5호, pp.945-954, 2002.
- [17] 강동원, 이경미, "웹 상에서 지능형 에이전트 기반 사용자 행위 모니터링 기법", 컴퓨터산업교육기술학회논문지, Vol.2, No.8, pp.1109-1116, 2001.
- [18] M. J. Pazzani, "A Framework for Collaborative, Content-Based and Demographic Filtering," Artificial Intelligent Review, pp.394-408, 1999.
- [19] B. Krulwich, "LIFESTYLE FINDER : Intelligent User Profiling Using Large-Scale Demographic Data," Artificial Intelligence Magazine, Vol.18, No.2, pp.37-45, 1997.
- [20] 이준욱, 백옥현, 류근호, "위치 기반 서비스를 위한 이동 객체의 시간 패턴 탐사 기법", 한국정보과학회논문지D, 제29권 제5호, pp.335-346, 2002.
- [21] 정현섭, 양재영, 최중민, "개인화 된 웹 네비게이션을 위한 온톨로지 기반 추천 에이전트," 정보과학회 2001년 추계학술대회, Vol.28, No.02, pp.58-60, 2001.
- [22] Tao Y., Papadias D., "Time-Parameterized Queries in Spatio-Temporal Databases," Proceedings of the ACM Conference on the Management of Data (SIGMOD), pp.334-345, Madison WI, June 3-6, 2002.
- [23] 황병연, "개선된 추천을 위해 클러스터링을 이용한 협동적 필터링 에이전트 시스템의 성능", 정보처리학회논문지A, 제7권 제5호, pp.1599-1608, 2000.
- [24] 김완섭, 윤찬식, 이수원, "구매 데이터에 적합한 아이템 기반의 협력적 추천 기법", 정보과학회 2002년 춘계학술대회, 제29권 제1호, pp.319-321, 2002.
- [25] Torsten Grust, "Accelerating Xpath Location Steps," In SIGMOD Conference, 2002.



**구 미 숙**

e-mail : gumisug@dblab.chungbuk.ac.kr  
 1986년 충남대학교 영어영문학과(문학사)  
 2003년~현재 충북대학교 대학원 전자계산학과 석사과정  
 관심분야 : XML, 시공간 데이터베이스, 유비쿼터스 컴퓨팅



**황 정 희**

e-mail : jhhwang@dblab.chungbuk.ac.kr  
 1991년 충북대학교 전산통계학과 이학사  
 2001년 충북대학교 대학원 전자계산학과 이학석사  
 2001년~현재 충북대학교 대학원 전자계산학과 박사과정

관심분야 : XML, 데이터 마이닝, 능동 데이터베이스, 유비쿼터스 컴퓨팅, 시공간 데이터베이스



**최 남 규**

e-mail : cnam9@dblab.chungbuk.ac.kr  
 2002년 충북대학교 공과대학 정보통신전공 공학사  
 2004년 충북대학교 대학원 전자계산학과 이학석사

관심분야 : XML, 유비쿼터스 컴퓨팅, 시공간 데이터베이스



**정 두 영**

e-mail : fiorgeo@chungbuk.ac.kr  
 1973년 서강대학교 전자공학과 학사  
 1979년 프랑스 Grenoble ENSERG 석사  
 2001년 서강대학교 공과대학 컴퓨터공학과 공학박사  
 1987년~현재 충북대학교 정보통신공학과 교수

관심분야 : 데이터 통신, 데이터베이스, 데이터 망, 이동 통신망



**류 근 호**

e-mail : khryu@dblab.chungbuk.ac.kr  
 1976년 숭실대학교 전산학과(이학사)  
 1980년 연세대학교 공업대학원 전산전공(공학석사)  
 1988년 연세대학교 대학원 전산전공(공학박사)

1976년~1986년 육군군수 지원사 전산실(ROTC 장교), 한국전자통신연구원(연구원), 한국방송통신대 전산학과(조교수) 근무

1989년~1991년 Univ. of Arizona Research Staff, TempIS 연구원, Temporal DB

1986년~현재 충북대학교 전기전자 컴퓨터공학부 교수

관심분야 : 시간 데이터베이스, 시공간 데이터베이스, Temporal GIS 및 지식기반 정보검색 시스템, 데이터 마이닝 및 데이터베이스 보안, 바이오 인포메틱스