

# 모바일 P2P 환경에서 사용자 상황 인식을 위한 컨텍스트 인식 및 통합 모델

## A Model of Context Awareness and Integration for Users Situation Awareness in Mobile P2P Environment

윤효근\* · 이상용\*\*

Hyo-Gun Yoon, Sang-Yong Lee

\* 공주대학교 컴퓨터공학과

\*\* 공주대학교 컴퓨터공학부 (교신 저자)

### 요 약

유비쿼터스 컴퓨팅에서는 각종 센서로부터 사용자의 상황을 파악할 수 있는 정보를 수집하고 사용자의 현재 상황에 맞는 적절한 서비스를 제공하는 것이 중요하다. 특히 모바일 환경에서는 지역마다 다른 컨텍스트 인식 구조로 인하여 타 지역의 정보를 공유할 수 없기 때문에 사용자의 상황을 인식하기 위한 컨텍스트 자원이 부족하게 된다. 또한 모바일 장치의 처리 능력이 제한적이기 때문에 사용자의 상황을 실시간으로 분석하는데 어려움이 있다.

본 논문에서는 모바일 장치로 사용자의 상황을 능동적으로 분석하고 적응적인 서비스를 제공하기 위한 컨텍스트 인식 및 통합 모델을 제안한다. 제안한 모델은 사용자의 상황을 분석하기 위한 컨텍스트 구조를 동적, 정적으로 구분하고, 지역 내 사용자들의 컨텍스트 정보를 공유시켜 컨텍스트 자원을 확보하였다.

키워드 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 컨텍스트 인식, 컨텍스트 통합, hybrid P2P, 모바일 환경

### Abstract

What is important in ubiquitous computing is collecting users' context information from various sensors and providing services suitable for users' current situation. Particularly in mobile environment, each area has different context awareness structure and this makes it difficult to share information with other areas. As a result, context resources for recognizing users' context are insufficient. Moreover, because mobile devices have a limited processing capacity, there are difficulties in the real time analysis of users' context.

This paper proposed a context awareness and integration model for analyzing users' context actively and providing adaptive services using mobile devices. The proposed model distinguishes users' context between dynamic and static structure to analyze the context, and obtains context resources by sharing context information of users within an area.

Key Words : ubiquitous computing, context awareness, context integration, hybrid P2P, mobile environment

### 1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅은 사용자가 컴퓨터나 네트워크를 의식하지 않는 상태에서 장소나 시간 등에 구애받지 않고 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 컴퓨팅 구조를 의미한다[1, 2]. 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술은 사용자들에게 지능적인 서비스를 제공하기 위해 『물리적 공간(Physical Space)에 있는 사용자의 위치와 심리적 상태, 행동 패턴 등을 얼마나 정확하게 인식할 수 있는가』 하는 컨텍스트 인식(Context-Awareness) 기술[1-10]과 『인식된 사용자의 컨텍스트 정보(Context Information)를 토대로 전자적 공간(Electronic Space)내에서 사용자에게 필요한 서비스 정보를 얼마나 신속하고 정확하게 찾아서 제공할 수 있는가』 하는

지능적인 서비스 처리 기술[5-9]로 구분할 수 있다. 이 중에서 컨텍스트 인식 기술은 사용자 주변에 있는 센서를 통해 사용자의 상황과 요구사항을 분석하기 위한 자원(Resource) 획득과 컨텍스트 통합 과정으로 구분된다. 자원 획득은 유·무선 네트워크 기술로 연결된 센서를 통해 사용자의 위치, 시간, 제약조건, 선호도 및 주변 환경 정보 등을 수집한다. 컨텍스트 통합 과정은 수집된 컨텍스트 자원을 사용자의 상황에 맞게 통합하고 이를 저장, 관리한다. 그리고 온톨로지와 분류 및 분석 알고리즘을 이용하여 사용자의 상황을 판단하는 작업을 수행한다[2-6].

최근에는 사용자의 이동성을 고려한 모바일 환경에서 사용자의 상황을 위해 실시간으로 컨텍스트 자원을 수집하고 사용자의 상황을 분석하는 연구가 진행되고 있다[4,10,11,15, 16]. 하지만 이들 시스템은 지역간의 이질적인 컨텍스트 구조로 인해 사용자의 상황을 인식할 수 있는 컨텍스트 자원이 부족한 문제점을 가지고 있다. 그리고 이동성을 갖춘 모바일

접수일자 : 2007년 1월 16일

완료일자 : 2007년 5월 15일

장치의 처리 능력이 제한적이기 때문에 많은 양의 컨텍스트 자원이 있어도 처리하기 곤란하다. 이러한 문제로 인해 사용자의 상황이 충분히 반영되지 못한 가운데 서비스 자원을 제공받고 있다.

따라서 본 논문은 기존의 컨텍스트 인식 시스템들이 가지고 있는 문제점들을 해결하기 위하여, 휴대용 모바일 장치를 이용한 사용자 컨텍스트 인식 및 통합 모델을 제안한다. 제안한 모델은 Hybrid P2P를 이용하여 부족한 컨텍스트 자원을 수집하며, 모바일 장치 간의 협력적 작업 수행으로 부족한 처리능력을 향상시킬 수 있다. 그리고 지역 간의 이질적인 컨텍스트 구조를 동적, 정적 컨텍스트 구조에 맞게 정형화시키고 컨텍스트 자원을 통합하여 분석하였다. 또한 제안한 모델은 자체적으로 설정된 가상의 장소에서 주어진 이질적인 컨텍스트를 수집 및 평가하고 서비스를 제공하는데 소요된 평균시간을 측정하였다. 그럼으로써 사용자에게 실시간으로 서비스를 제공할 수 있는 가능성을 확인하고자 하였다.

## 2. 컨텍스트 인식 및 처리

컨텍스트 인식은 유비쿼터스 환경에서 사용자가 존재하는 장소, 시간, 사용자 상태 및 주변 상황 등을 인식하고, 사용자의 상황에 맞는 서비스를 지능적으로 제공하기 위한 처리 과정을 말한다. 이러한 컨텍스트 인식의 개념 정의는 Schilit[12], Dey[3,6,13], Crowley[17], Pascoe[14] 등이 정의하고 있다. 이들의 정의에서 공통점은 사용자의 상태나 주변 정보 등을 구체화시키고, 이를 지속적으로 관찰하여 변경되는 사용자 정보를 실시간으로 관리하는 것이다. 그리고 사용자의 요구(Needs)를 포함하고 있는 컨텍스트를 정확하게 인식하기 위한 컨텍스트 인식 모델의 설계이다. 이들이 정의한 컨텍스트를 분류하면 아래와 같이 할 수 있다[5, 15].

표 1. 컨텍스트의 일반적인 분류  
Table 1 Context's general classification

구 분	내 용
사용자 상황	사용자 프로필 정보, 위치 정보, 사용자 신체 정보, 주변의 사람 정보, 현재 사회적 상태 정보 등
물리적 환경상황	조도 정보, 소음 정도, 교통 상태, 온도 정보, 날씨 정보 등
컴퓨팅 시스템 상황	네트워크 연결 상태 정보, 통신 비용, 통신 대역폭, 주변 장치 정보, 공유 자원 정보 등
컴퓨터-사용자 상호 작용 이력	서비스 제공 정보, 서비스 사용 내역 정보, 서비스 추천 정보, 서비스 장애 정보 등
가용 자원 상황	멀티미디어 자원 정보, 휴대 장치 자원 정보, 전원 장치 정보 등
기타 미분류 상황	시간 정보, 날짜 정보, 교통 수단 정보 등

이렇게 분류된 컨텍스트는 그림 1과 같이 사용자의 컨텍스트 인식 및 처리 시스템의 입력 정보로 사용된다. 컨텍스트 인식 및 처리 시스템의 필수 요소는 상황 탐지(Context detection) 기능, 서버에 저장하기 위한 컨텍스트 표현 및 테

이터 베이스 기술, 관련성 있는 컨텍스트를 선택하고 검색하는 기술, 컨텍스트에 기반하여 서비스를 자동으로 실행하는 기술 등이 필요하다. 그리고 사용자의 이동성을 고려하여 모바일 장치에서도 사용자의 컨텍스트 인식 및 처리를 할 수 있어야 한다[14].

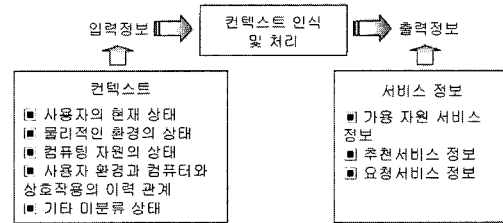


그림 1. 컨텍스트 인식 및 처리의 개념도  
Fig. 1. Diagram of context-aware and processing

기존의 컨텍스트 인식 및 처리 시스템은 컨텍스트 인식을 지원하기 위한 컨텍스트 타입(Context Type)과 컨텍스트 인식을 분류하여 평가할 수 있다[17,18]. 컨텍스트 타입은 사용자가 어떠한 상황(Situation)인지를 고려할 수 있는 요소로, 활동(Activity), 식별자(Identity), 위치(Location), 시간(Time)으로 구성된다. 그리고 다른 자원을 움직일 수 있는 컨텍스트 정보로도 이용할 수 있다. 컨텍스트 인식은 기존의 컨텍스트 인식 및 처리 시스템의 특징을 P, E, T의 세 가지 범주로 구분한다. P는 정보나 서비스들을 사용자에게 제공하는 Presentation의 약자이고, E는 서비스의 자동적인 수행이 가능함을 나타내는 Automatic Execution 이다. 그리고 T는 사용자 주변의 컨텍스트를 검색하기 위해 물리적 공간과 물건에 컨텍스트 태그를 부여하는 Tagging을 말한다.

이렇듯 컨텍스트 인식 및 처리 시스템에서 정의되고 있는 컨텍스트와 컨텍스트 인식의 구조는 지역적 환경과 사용 목적에 따라 서로 다르게 정의되고 있다. 그리고 수집된 컨텍스트 자원의 부족과 중복된 인식으로 인해 실시간으로 사용자의 상황을 처리하기 어렵다. 따라서 이러한 문제들을 해결하기 위한 컨텍스트 정형화 과정과 개인의 컨텍스트 자원 공유가 필요하다.

## 3. 컨텍스트 인식 및 통합 모델

먼저 제안한 모델의 특징을 설명하고 모델의 중요한 구성 요소들을 차례대로 설명한다. 그리고 모델에서 핵심적인 기능을 수행하는 사용자의 컨텍스트 인식 및 정형화와 선호도 평가를 자세하게 기술한다.

### 3.1 컨텍스트 인식 및 통합 모델의 개념 및 특징

#### 3.1.1 컨텍스트 인식 및 통합 모델의 특징

본 논문에서 제안한 컨텍스트 인식 및 통합 모델은 모바일 장치를 이용하여 사용자의 상황을 인식하고 처리하는 모델이다. 제안한 모델은 모바일 무선 환경에서 Hybrid P2P를 이용하여 사용자 간의 컨텍스트 정보를 공유함으로써 지역 내의 컨텍스트 자원을 수집하며, 수집된 컨텍스트 자원의 정형화 과정을 통하여 지역 간의 이질적인 컨텍스트 구조를 정규화한다. 그리고 나서 정규화된 컨텍스트 자원을 통합하고 선호도를 분석함으로써 사용자의 상황을 정확하게 파악할 수 있고, 이를 바탕으로 이동 중에도 사용자의 상황에 적합한

서비스를 실시간으로 제공할 수 있다.

그림 2는 본 논문에서 제안한 컨텍스트 인식 및 통합 모델을 구조적으로 표현한 것이다.

컨텍스트 인식 및 통합 모델의 구성은 컨텍스트 인식 및 정형화(Context-Awareness & Standardization), 컨텍스트 조정(Context Mediation) 컨텍스트 데이터베이스(Context DataBase), 컨텍스트 공유(Context Sharing)로 구성된다.

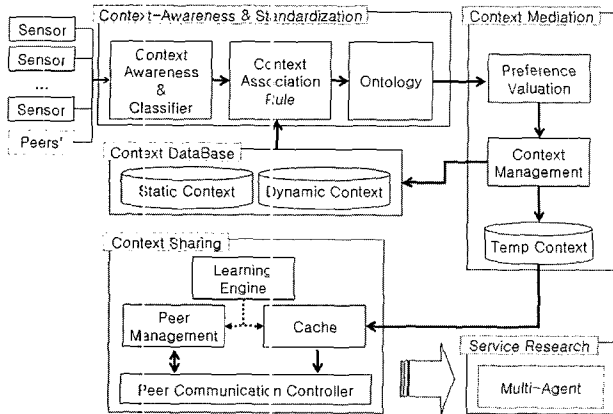


그림 2. 컨텍스트 인식 및 통합 모델

Fig. 2. Model of context-awareness and integration

### 3.1.2 컨텍스트 인식 및 정형화

컨텍스트 인식 및 정형화에서는 사용자 주변의 센서와 공유된 다른 사용자의 컨텍스트 정보를 인식하고, 사용자의 컨텍스트 구조에 맞게 분류하고 정형화시키며, 컨텍스트 인식 및 분류자(Context-Awareness & Classifier) 연관성 규칙(Association Rule), 온톨로지(Ontology)로 구성된다.

컨텍스트 인식 및 정형화에서 사용자 인식을 위한 센서는 지역에 설치되어 있는 모나일 안테나와 무선 인터넷을 위한 AP(Access Point)를 이용할 수 있다. 그리고 지역 내에 있는 사용자들의 공유된 컨텍스트 정보를 자원으로 인식한다. 또한 지역 내에서 사용자가 사용할 수 있는 가용 자원은 지역서버에서 관리하며 필요시 사용자에게 제공할 수 있다. 이렇게 입력된 컨텍스트는 사용자의 컨텍스트 구조에 맞게 분류하는 과정을 통해 사용자 컨텍스트 구조에 맞게 분류한다. 특히 지역 내에서 공유된 컨텍스트 자원은 각 사용자마다 사용된 컨텍스트 정보가 이질적이기 때문에 사용자에게 맞게 분류되어야 한다. 분류된 컨텍스트 자원은 연관 규칙을 이용하여 사용자가 가지고 있는 컨텍스트 데이터베이스의 동적, 정적 컨텍스트와의 연관성을 정의한다.

각각의 컨텍스트 연관성은 사용자가 위치한 공간에서 사용자가 원하는 정보를 추출할 수 있는 기초 자료가 될 수 있으며, 사용자의 행동 패턴을 파악할 수 있다. 연관성이 맺어진 컨텍스트 정보는 온톨로지를 이용하여 사용자의 상황을 좀더 상세하게 분석하고 각각의 컨텍스트 자원을 통합한다. 그리고 지역내에 있는 사용자의 행위와 목적을 추론한다.

### 3.1.3 컨텍스트 조정

컨텍스트 조정에서는 정형화된 컨텍스트 자원에서 현재 상황에 따라 우선권을 부여하여 상황을 판단하고 컨텍스트 정보를 저장, 관리한다. 이는 컨텍스트 인식 및 정형화 과정을 거친 컨텍스트가 사용자의 행위와 목적을 추론할 수 있지만 현재 상황에 적합한 서비스를 판단하기 위한 선호도는 부

족하기 때문이다. 그래서 컨텍스트 조정에서는 사용자 선호하는 서비스 자원을 빠르게 찾을 수 있도록 선호도 평가(Preference Valuation)과 컨텍스트 관리(Context Management), 임시 컨텍스트(Temp Context)로 구성하였다.

선호도 평가는 추론된 사용자의 현재 목적을 기준으로 지역내에 사용자와 관계성이 높은 사용자나 유사한 사용자들의 컨텍스트 정보와 계산된다. 이는 사용자가 원하는 서비스에서 세부적인 항목이 다른 사용자들로부터 영향력을 받을 수 있기 때문이다. 이렇게 평가된 선호도와 컨텍스트 정보는 컨텍스트 관리 과정을 거쳐 동적, 정적 컨텍스트 구분되어 저장, 관리된다. 그리고 임시 컨텍스트는 평가된 사용자의 컨텍스트 정보를 저장, 관리하며, 지역내 사용자들에게 공유된다.

### 3.1.4 컨텍스트 데이터베이스

컨텍스트 데이터베이스는 그림 3과 같이 사용자의 컨텍스트 자원이 갖는 변화량에 따라 동적(Dynamic Context), 정적 컨텍스트(Static Context)로 구분하여 저장된다.

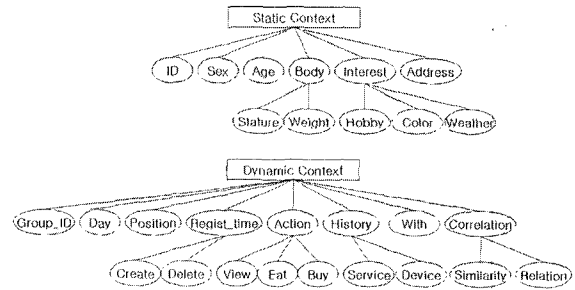


그림 3. 컨텍스트 데이터베이스의 구성

Fig. 3. Structure of context database

동적 컨텍스트는 사용자의 이동에 따른 변화 상태와 서비스 사용에 관련된 컨텍스트 정보이다. 동적 컨텍스트 DB의 구성은 지역내 피어 그룹 ID(Group\_ID)와 날짜/시간(Day), 위치 정보(Position), 지역에 등록된 시간(Regist\_time), 행위(Action), 서비스 이력(History), 동행자(With), 상관 관계(Correlation)로 구성되며, 지속적인 모니터링을 통해 비주기적인 업데이트를 수행한다. 또한 동적 컨텍스트는 사용자들간의 컨텍스트 정보를 공유함으로써, 지역내 사용자에 대한 서비스를 민감하게 적용시킬 수 있다. 정적 컨텍스트는 인식된 컨텍스트 정보 중 사용자의 신상에 관련된 정보이다. 정적 컨텍스트는 사용자 ID인 전화번호를 중심으로 사용자의 성별(Sex), 나이(Age), 신체 정보(Stature, Weight), 흥미 정보(Hobby, Color, Weather), 주소(Address)로 구성된다. 이러한 정보는 사용자의 컨텍스트 정보의 변화가 극히 적은 값들이다.

### 3.1.5 컨텍스트 공유

컨텍스트 공유에서는 통합된 컨텍스트 정보를 다른 사용자들에게 공유시키고 사용자에게 적합한 서비스를 검색할 다중 에이전트(Multi-Agent)의 동작을 관리한다. 컨텍스트 공유는 기존의 P2P 방식에서 사용되던 파일 공유가 아닌 사용자들의 컨텍스트 정보 공유를 원칙으로 한다. 그리고 지역을 벗어난 사용자의 컨텍스트 정보는 지역서버가 관리하도록 하여 지역내에서 공유된 정보가 부족할 때 사용하도록 할 수 있다. 구성은 피어 통신 제어기(Peer Communication

Controller), 피어 관리(Peer Management), 캐시(Cache), 학습 엔진(Learning Engine)으로 구성된다.

피어 통신 제어기는 슈퍼피어(SuperPeer) 기능을 수행하는 지역서버와 지역내 피어들과의 통신을 수행하고 관리한다. 그리고 피어 통신 제어기의 신호를 이용하여 서비스 검색(Service Search)의 다중 에이전트(Multi-Agent)를 동작시켜 사용자에게 맞는 서비스를 제공한다. 피어 관리는 사용자가 공유시킬 컨텍스트 정보를 관리하며, 피어 통신 제어기의 통신 상태를 관리하고 유지시킨다. 캐시는 임시 컨텍스트에 저장된 사용자 컨텍스트 정보를 전송상태와 속도를 관리한다. 학습 엔진은 피어 관리와 캐시에 제공되는 컨텍스트 정보를 이용하여 사용자 주변 상황에 따른 사용자 행위를 학습할 수 있다. 그러므로 사용자에게 제공되는 서비스의 질적 향상을 가져올 수 있다.

### 3.2 컨텍스트 인식 및 정규화

컨텍스트 인식 및 정규화는 앞에서 설명된 컨텍스트 인식 및 정형화와 관련되며, 지역과 각 객체가 가지고 있는 컨텍스트의 이질적인 구조를 정형화함으로써 사용자의 상황을 보다 정확하게 이해할 수 있도록 한다.

객체의 컨텍스트는 사용자와 사용자 주변의 객체를 표현할 수 있는 중요한 데이터이다. 그리고 각 객체는 상호간에 유기적인 관계를 가지고 있으며, 구성은 엔티티(Entity)와 속성(Property), 연관성(Relation)으로 나뉜다. 엔티티는 사용자, 주변 장치, 컴퓨팅 장치, 환경 정보와 같은 실체를 말하며, 구성은 이름(Name), 연관성 집합(C(Association)), 행동 집합(C(Action))으로 구성된다. 속성은 엔티티가 가지고 있는 성격이나 특징을 말하며 단독으로 사용되지 못한다. 연관성은 사용자와 다른 사용자, 주변 장치, 컴퓨팅 장치간의 관계를 정의한다. 그림 4는 객체간의 연관성을 표현한 예이다.

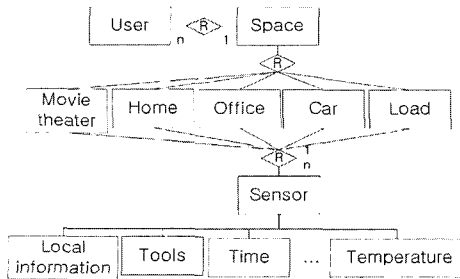


그림 4. 객체간의 연관성 표현의 예

Fig. 4. Example of Relation expression between object

그림은 사용자인 User 객체와 사용자가 위치한 공간인 Space 객체와의 연관성을 표현한 것으로, 사람은 하나의 공간에서만 머무를 수 있으며, 공간 안에는 n명 이상의 사람이 존재한다고 할 때 1:n의 관계가 성립된다. 그리고 공간 객체는 센서(Sensor) 객체와 1:n으로 연관성을 갖고 있으며, 센서 객체는 공간 객체의 속성으로 종속적인 연관성에 포함되기도 한다.

이렇게 표현된 객체는 연관성 규칙에 의해 객체간의 연관성 정도를 설정한다. 연관성 규칙의 분류는 특성적 연관과 구조적 연관으로 분류할 수 있다. 특성적 연관은 각 객체들이 가지고 있는 특징이나 성격에 따라 종속적인 관계를 표현한다. 구조적 연관은 특성으로 연관된 객체들이 가지고 있는 속성값이 대응되거나 상응되는 연관성을 표현한다. 또한 입력된 컨텍스트는 객체로써 상호 독립적인 구조를 갖기도 하

지만 하나의 연관성이 성립된다. 그래서 각 객체간의 종속적인 연관성을 표현하기 위해 AND, OR, XOR 연관 종속성으로 구분하여 표현하였다. AND 연관 종속성은 두 개 이상의 서로 다른 연관성이 동시에 모두 종속될 때 성립된다. OR 연관 종속성은 한 연관성이 두개 이상의 다른 연관성에 종속될 때 즉, 참조하는 연관성 중에서 하나 이상의 연관성이 성립할 때를 말한다. XOR 연관 종속성은 한 연관성이 두 개 이상의 서로 다른 연관성에 종속될 때 오직 한 개의 연관성이 성립할 때만 종속 연관성이 성립된다. 참조하는 컨텍스트의 연관성이  $C_i (i = 1, 2, \dots, t)$ 일 경우에 각각의 연관 종속성은 그림 5, 그림 6, 그림 7과 같은 검사 규칙으로 처리할 수 있다.

```
Checked_ANDAssoc_depend() {
- Input Context Set C = {1, ..., t}
- Reference Context Set S = {1, ..., t}
while i = 1 to t
while j=1 to t
if(Checked_Assoc_depend_AND(C(i),S(j)) == FALSE)
Result := FALSE;
Result := TRUE;
return(Result);
```

그림 5. AND 연관 종속성 규칙

Fig. 5. AND association dependency rule

```
Checked_ORAssoc_depend() {
- Input Context Set C = {1, ..., t}
- Reference Context Set S = {1, ..., t}
while i = 1 to t
while j=1 to t
if(Checked_Assoc_depend_OR(C(i),S(j)) == TRUE)
Result := TRUE;
Result := FALSE;
return(Result);
```

그림 6. OR 연관 종속성 규칙

Fig. 6. OR association dependency rule

```
Checked_XORAssoc_depend() {
- Input Context Set C = {1, ..., t}
- Reference Context Set S = {1, ..., t}
while i = 1 to t
while j=1 to t
if(Checked_Assoc_depend_XOR(C(i),S(j)) == True)
count++;
if(count ==1)
return True;
else
return False;
count = 0;
}
```

그림 7. XOR 연관 종속성 규칙

Fig. 7. XOR association dependency rule

이렇게 표현된 컨텍스트는 정형화된 구조를 갖추었기 때문에 온톨로지를 이용하여 사용자의 행위와 목적을 파악할 수 있다.

### 3.3 선호도 평가

선호도 평가는 제안한 모델의 컨텍스트 조정 부분과 관련되며, 사용자의 행위와 목적을 판단하는 기능을 수행한다.

사용자의 선호도 평가는 공분산(Covariance)과 상관계수(Correlation coefficient)를 이용하여 측정한다. 공분산은 (식 1)을 이용하여 지역 내의 동행자 정보와 서비스 이력으로 평가한다.

$$Cov(CX, CY) = E[(CX - \mu_{CX})(CY - \mu_{CY})] \dots (식1)$$

$$= E(CXCY) - \mu_{CX}\mu_{CY}$$

(식1)의 CX는 동적 컨텍스트의 동행자 정보이고, CY는 서비스 이력의 집합이다. 예를 들면, 표 2는 011-123-1234인 사용자의 서비스를 받은 지역과 제공된 서비스의 횟수이다.

표 2. 서비스 이력의 예  
Table 2. Example of service history

지역 정보	동행자	서비스 평가 점수
극장1	대인	5
극장2	대인	4
극장3	직장동료	2

현재 사용자가 극장에 있다면, 표 2에서 사용자에게 대한 주변 확률 밀도 함수(Marginal probability density function)를 이용하여 계산한 공분산은 아래와 같다.

$$f(x, y) = \frac{1}{5}, (w, y) = (2, 5), (2, 4), (3, 2)$$

$$Cov(CX, CY) = |E(CXCY) - \mu_{CX} \times \mu_{CY}| \dots (식2)$$

$$E(CXCY) = 2.8, \mu_{CX} = E(CX) = 3.7, \mu_{CY} = E(CY) = 2.2$$

$$\therefore Cov(CX, CY) = |2.8 - 3.7 \times 2.2| = 5.34$$

공분산에서 얻은 값을 이용한 상관계수는 (식3)으로 계산할 수 있다.

$$Corr(CX, CY) = \frac{Cov(CX, CY)}{\delta_{CX}\delta_{CY}} \dots (식3)$$

$$\delta_{CX} = Var(CX) = \sqrt{|-4.62|} = 2.15$$

$$\delta_{CY} = Var(CY) = \sqrt{4.16} = 2.03$$

$$Corr(CX, CY) = 1.22$$

(식3)에서  $\delta_{CX} = 2.15, \delta_{CY} = 2.04$  이므로, 상관계수의 값은 1.22이다. 따라서 동행인은 사용자의 선호도와 아주 강한 상관관계를 가지고 있다. 또한 공분산은 사용자의 성향 변화에 민감하게 대응시킬 수 있다.

#### 4. 구현 및 실험

JXTA로 Hybrid P2P 환경을 설정하였으며 WIPI로 컨텍스트 인식 및 통합 모델의 각 모듈을 구현하였다.

Hybrid P2P 환경을 구현하기 위해서는 아래의 JXTA Library들을 이용하였다.

- JXTA Library : jxta.jar, jxtasecurity.jar, log4j.jar, beepcore.jar, minimalBC.jar, cryptix-asn1.jar, cryptix32.jar, jxme.jar

WIPI에서 JXTA의 환경을 구현하기 위해서는 net.jxta.\* 클래스 패키지와 net.jxta.mpl.\* 클래스 패키지를 사용하였다. 그리고 구현된 모델의 성능 평가를 위해 사용된 실험 장비 사양과 환경은 표 3과 같다.

표 3. 실험 환경  
Table 3. Experiment environment

구분	P2P 공유 서버 사양	사용자 PC 사양
CPU	PIV 2.80 GHz	PIV Mobile 2.40 GHz
RAM	512 MByte	512 MByte
OS	Winodw XP	Window XP
Tool	JXTA	WIPI

또한 사용자의 위치 파악은 가상의 멀티플렉스 영화관을 설정하고, 54Mbps의 무선 랜과 13개의 채널수를 갖는 AP(Access Point)를 사용하였다. 그리고 각각의 장소에 설치된 AP의 채널 수에 맞게 다른 성향을 갖는 사용자의 컨텍스트를 인식하고 서비스를 제공한 시간을 평가하였다. 각 장소는 입구(P1), 스낵바(P2), 대기실(P3), 티켓구매(P4)로, 사용자가 연속적으로 이동할 수 있는 공간이다. 그리고 각 사용자들은 동일 시간 또는 각기 다른 시간에 장소에 입장하도록 하였다. 또한 공간 P1에서 P4까지의 이동을 10회 반복하여 시행한 평균시간을 계산하도록 하였다. 그림 8은 주어진 각 공간을 방문했을 때, 서비스가 이루어진 평균시간을 횟수별로 측정된 것이다.

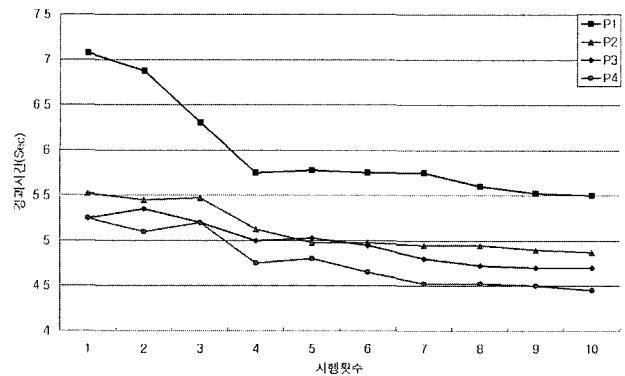


그림 8. 서비스 처리 시간

Fig. 8. Service processing times

시행횟수가 1일 때, 공간 P1에서는 사용자들의 위치를 처음으로 인식하고 공유된 정보를 가지고 서비스를 추천한 시간이다. 그리고 공간 P2, P3, P4에서는 사용자의 위치 인식과 서비스 제공까지의 평균 처리시간이 공간 P1보다 약 1/2 정도 단축되었다. 이는 공간 P1에서 공유된 사용자들의 컨텍스트 정보로 학습한 후, 공간 P2, P3, P4에서 상황에 맞게 적용하고 있음을 의미한다. 즉, 공간 P2, P3, P4가 연속된 공간이므로 P1에서 학습한 내용을 바탕으로 새로운 환경과 사용자의 상황을 빠르게 판단하고 필요한 서비스를 제공할 수 있다는 것이다. 또한 시행횟수가 증가하면서 서비스를 처리의 소요시간은 점차 감소된다. 이는 사용자의 성향을 실시간으로 학습하고 다음 상황을 미리 예측할 수 있었다.

따라서 제안한 모델은 초기 학습 자료가 부족한 상황에서 공유된 다른 사용자들의 컨텍스트 정보를 이용하여 사용자의 성향을 학습할 수 있었다. 그리고 서비스의 처리가 계속되면서 실시간으로 사용자의 컨텍스트를 인식하고 사용자의 상황에 맞는 서비스 제공이 가능함을 확인하였다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 사용자의 이동성과 서비스의 실시간성을 고려하여 모바일 환경에서 사용자의 상황을 인식하고 통합하는 모델을 제안하였다. 그리고 제안한 모델의 성능 평가를 위해 4개의 가상 환경을 설정하고, 그 환경에서 수집된 컨텍스트 자원으로 사용자에게 맞는 서비스를 처리한 시간을 측정하였다. 그 결과, 기존의 방법보다 제안한 모델이 사용자의 요구를 만족하며 약 2배정도 빠른 처리 시간을 보였다.

이는 제안한 모델이 모바일 환경에서 Hybrid P2P로 사용자간의 컨텍스트 자원을 공유함으로써 컨텍스트 자원 부족 문제를 충분히 해결할 수 있으며, 협력적 작업 수행으로 모바일 장치의 부족한 처리능력을 향상시킬 수 있었다. 또한 정확화 과정으로 이질적인 컨텍스트 구조를 통일함으로써 사용자의 상황을 보다 정확하게 분석할 수 있었다.

## 참 고 문 헌

[1] M.Weiser, "Some Computer Science Problems in Ubiquitous Computing", Communications of the ACM, pp.75-84, July. 1993.

[2] A.K.Dey and G.D.Abowd, "Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness", GVU Technical Report GIT-GVU -99-22. Submitted to the 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC '99), 1999

[3] A.K.Dey, G.D.Abowd, "Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness", Proceedings of the CHI 2000 Workshop on The What, Who, Where, When and How of Context-Awareness, 2000, 4

[4] 윤훈주, "유비쿼터스 연구 및 동향", 유비유넷 Report, 제1호, 2006.1

[5] T.P.Moran and P.Dourish, "Introduction to This Special Issue on Context-Aware Computing", Human-Computer Interaction(HCI), Vol.16, 2001

[6] D.Salber, A.K.Dey and G.D.Abowd, "The Context Toolkit:Aiding the Development of Context-Aware Applications", In the Workshop on Software Engineering for Wearable and Pervasive Computing (Limerick Ireland), Jun 2000.

[7] P.Couder, A.M.kermarrec, "Improving Level of Service of Mobile User Using Context-Awareness", 18th IEEE Symposium on Reliable Distributed System, pp.24-33, 1999

[8] S.Jang, W.Woo, "ubi-UCAM:A Unified Context-Aware Application Model.", LNAI(Contex03), pp.178-189, 2003

[9] T.P.Moran, P.Dourish, "Introduction to This Special Issue on Context-Aware Computing", HCI, vol.16, pp.87-96, 2001.

[10] A.Wennlund, "Context-aware Wearable Device for Reconfigurable Application Networks", Department of Microelectronics and Information Technology(IMIT) 2003, April 2003.

[11] J.E.Bardram, "Applications of context-aware com-

puting in hospital work: examples and design principles", Proceedings of the 2004 ACM symposium on Applied computing,

[12] B.N.Schilit, N.I.Adams, R.Want, "Context-Aware Computing Applications", IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp.85-90, 1994

[13] A.K.Dey," Understanding and Using Context", Personal and Ubiquitous Computing Journal, Vol.5, No.1, pp.4-7, 2001

[14] J.Pascoe, "Adding generic contextual capabilities to wearable computers", in Proceedings of 2nd International Symposium on Wearable Computers, pp. 92-99, 1998

[15] 김창수, 김진미, 배승조, 이상민, 김학영, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 인프라 구축 관리 기술", 정보통신동향분석, Vol.19, No.5, pp.9-20, 2004

[16] 임춘성, "유비쿼터스 : 기술인가 서비스인가?", 전자상거래 표준화 통합 포럼(ECIF 05')

[17] J.L.Crowley, J.Coutaz, G.Rey, and P.Reignier, "Perceptual Components for Context Aware Computing", Proceedings of the 4th international conference on Ubiquitous Computing , Vol.2498, pp.117-134, 2002

[18] A.K.Dey, "Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications", Ph.D. Thesis, Department of Computer Science, Georgia Institute of Technology, Atlanta, 2000

## 저 자 소 개



### 윤효근(Hyo-Gun Yun)

1999년 : 한밭대학교(구 대전산업대학교) 전산과(학사)  
 2002년 : 공주대학교 대학원 전자계산학과(이학석사)  
 2006년 : 공주대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)  
 현재 : 전북대학교 BK21 Post-Doc

관심분야 : 유비쿼터스, 인공생명, 에이전트, 개인화서비스 등  
 e-mail : kosher@kongju.ac.kr



### 이상용(Sang-Yong Lee)

1984년 : 중앙대학교 전자계산학과(공학사)  
 1988년 : 일본동경대학대학원 융합이공학 연구과(공학석사)  
 1988년~1989년 : 일본 NEC 중앙연구소 연구원  
 1993년 : 중앙대학교 일반대학원 전자계산학과(공학박사)

1996년~1997년 : University of Central Florida 방문교수  
 1993년~현재 : 공주대학교 컴퓨터공학부 교수  
 관심분야 : 인공 지능, 유비쿼터스 컴퓨팅, RFID 시스템