

# 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위한 이동 객체 관리 아키텍처

A Moving Object Management Architecture for LBS in the Ubiquitous Computing Environment

김동오\*, 홍동숙, 박치민, 한기준  
 건국대학교 컴퓨터·정보통신공학과  
 {dokim, dshong, cmpark, kjhan}@db.konkuk.ac.kr

Dong-Oh Kim\*, Dong-Suk Hong, Chi-Min Park, Ki-Joon Han

Dept. of Computer Information & Communication Engineering, Konkuk University

## 요 약

최근 이동 객체의 위치 데이터를 활용한 위치 찾기 서비스, 교통 정보 서비스, 모바일 광고 서비스와 같은 LBS가 활성화되고 있다. 그러나, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 발전함에 따라 위치를 비롯한 다양한 데이터를 획득하기 위한 센서의 종류가 다양해지고, 획득하는 데이터가 많아졌다. 이로 인해 기존에 제시된 특정 위치 인식 시스템만을 고려한 이동 객체 관리 시스템을 활용할 경우 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 효율적으로 LBS를 지원하기가 쉽지 않다.

따라서, 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 이동 객체의 특성을 살펴보고, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 데이터 관리 기법을 연구하였다. 그리고, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위해 대용량으로 발생하는 이동 객체의 위치 데이터는 물론 다양한 센서의 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 이동 객체 관리 아키텍처를 제시하였다. 마지막으로, 본 논문에서 제시한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위한 이동 객체 관리 아키텍처의 활용에 대해 살펴본다.

## 1. 서 론

최근 이동 객체(moving object)의 위치 데이터를 활용한 위치 찾기 서비스, 교통 정보 서비스, 모바일 광고 서비스와 같은 LBS(Location Based Service)가 활성화되고 있다[4,12]. 또한, 유비쿼터스(Ubiquitous) 컴퓨팅 환경이 차세대 컴퓨팅 환경을 주도할 분야로 부각됨에 따라 미국을 비롯한 여러 국가들은 언제 어디서나 사람 또는 사물과 같은 객체의 위치를 인식하고, 이를 기반으로 다양한 서비스를 제공할 수 있는 기반 기술에 대한 연구를 활발하게 진행하고 있다.

특히, 위치 데이터는 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 중요한 데이터라고 할 수 있으며, 이를 관리하기 위한 새로운 이동 객체 관리 시스템이 요구되고 있다. 그러나, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 발전함에 따라 위치 데이터를 비롯한 다양한 데이터를 획득하기 위한 센서의 종류가 다양해지고, 획득하는 데이터가 많아졌다. 이로 인해 기존에 제시된 특정 위치 인식 시스템만을 고려한 이동 객체 관리 시스템을 활용할 경우 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 효율적으로 LBS를 지원하기가 쉽지 않다.

따라서, 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 이동 객체의 특성을 살펴보고, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 데이터관리 기

법을 연구하였다. 그리고, 유비쿼터스 컴퓨팅환경에서 LBS를 위해 대용량으로 발생하는 이동 객체의 위치 데이터는 물론 다양한 센서의 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 이동 객체 관리 아키텍처를 제시하였다.

본 논문에서 제시한 이동 객체 관리 아키텍처는 유비쿼터스컴퓨팅 환경에서 발생하는 위치 데이터를 비롯한 다양한 대용량 데이터를 효율적으로 저장 및 전송하기 위한 필터링 기법, 다양한 서버 및 센서에서 발생하는 질의를 효율적으로 처리하기 위한 분산 처리 기법 등을 적용하였다. 마지막으로, 본 논문에서 제시한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위한 이동 객체 관리 아키텍처의 활용에 대해 살펴본다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 관련 연구로 유비쿼터스 컴퓨팅, LBS, 위치 인식 시스템에 대해 살펴본다. 제 3장과 제 4장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 이동 객체 특성과 데이터 관리에 대해 설명한다. 제 5장과 제 6장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅환경에서 LBS를 위한 이동 객체 관리 아키텍처를 제시하고 그 활용에 대해서 언급한다. 마지막으로, 제 7장에서는 결론을 언급한다.

## 2. 관련 연구

본 장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅과 LBS에 대해 기술하고, 다양한 위치 인식 시스템에 대해서 살펴본다.

### 2.1 유비쿼터스 컴퓨팅

컴퓨터 기술의 새로운 패러다임으로 등장한 유비쿼터스컴퓨팅은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 기반으로 물리공간을 지능화함과 동시에 물리공간에 펼쳐진 각종 사물들을 네트워크로 연결시킴으로써, 언제, 어디서, 어떤 기기를 통해서도 컴퓨팅 할 수 있는 것으로 정의할 수 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅이라는 단어는 1988년 제록스사에 근무하던

마크와이저가 대부분의 일상용품에 컴퓨터 장치가 들어가게 된다는 "유비쿼터스 컴퓨팅"이라는 개념으로 처음 제시되었다.

최근, 유비쿼터스 컴퓨팅이란 도로, 다리, 터널, 빌딩, 건물벽 등의 모든 물리공간과 객체에컴퓨팅 기능을 추가하여 모든 사물과 대상이 지능화되고 연결되어 서로 정보를 주고 받는 공간을 만드는 개념으로서, 기존에 제시된 홈네트워크나 모바일 컴퓨팅보다 좀더 발전된 컴퓨팅 환경을 말한다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 모든 컴퓨터가 서로 연결되고, 사용자의 눈에 보이지 않으며, 언제 어디서나 사용 가능하고, 현실세계의 사물과 환경 속으로 스며들어 일상생활에 통합되는 것을 기본 전제로 한다.

### 2.2 LBS

LBS는 휴대폰, PDA 등과 같은 휴대용 단말의 위치를 추적하여 위치와 관련된 정보를 제공하는 유/무선 단말의 진보된 서비스를 말한다. LBS를 위한 기반 기술을 4가지 범주로 분류해 보면, 무선 측위 기술, LBS 플랫폼의 위치 게이트웨이 기술, 다양한 콘텐츠 서비스를 위한 데이터베이스 기술, 그리고 다양한 응용 서비스를 위한 응용 서비스 기술로 구분된다.

즉, LBS는 이동통신망이나 위성신호 등을 이용하여 모바일 단말의 위치를 측정하고, 측정된 위치와 관련한 다양한 정보 서비스를 제공하기 위한 기술이고, 이동통신망 기술, 위치 추적 기술, 단말기 기술과 정보 기술이 통합된 기술로서 이들이 유기적으로 결합할 수 있는 시스템 구성이 필요하다.

### 2.3 위치 인식 시스템

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 이동 객체의 위치를 인식하기 위해 적외선, 초음파, RFID, UWB, 신호 세기 등을 이용한 다양한 위치 인식 시스템이 활용 가능하다. 각 위치 인식 시스템의 특성은 표 1과 같다.

표 1. 위치 인식 시스템의 특성

위치인식시스템	위치인식기술	정확도	스케일	한계점
GPS	무선 이동통신을 이용한 거리측정	10m 이내	전세계 24개 위성	실외
Active Badge	적외선 발광의 근접 방식	방 크기 정도	1개 기지국/방 1개 매지 기지국/10sec	적외선의 햇빛 간섭
Active Bat	초음파 이동통신을 이용한 거리측정	9cm	1개 기지국/10m <sup>2</sup>	전장 센서 그리드 필요
RFID	근접 방식	1m	각위역별 센서 1개	센서의 위치를 알아야 함
RADAR	802.11RF 장편 분석 및 삼각측량	3-4.3m	각종별 기지국 3개	무선NIC 필요
Escalating	비전 및 삼각측량	Variable	소규모 방별 카메라 3개	유비쿼터스 중중 카메라

표 1에서 보듯이, 각 시스템마다 조금씩 다른 환경에서 동작하며 서로 다른 한계점을 내포하고 있다. 예를 들어, GPS 시스템이 가지고 있는 한계점은 실내에서 위성 신호를 검출할 수 없다는 것이다. 이를 해결하기 위한 한 가지 방법은 건물 옥상에 GPS 리피터를 설치하여 지상에서 위성 신호를 다시 방송해 주는 것이다. 한편, RFID 인식 시스템은 여러 개의 RFID 태그가 존재할 때 RFID 리더가 태그를 제대로 식별할 수 없으므로 충돌을 방지하기 위한 효율적인 anti-collision 알고리즘을 필요로 한다.

### 3. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 이동 객체

본 장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 이동 객체의 특성과 LBS를 위한 이동 객체 관리시의 고려 사항에 대해 기술한다.

#### 3.1 이동 객체의 특성

이동 객체란 시간의 흐름에 따라 연속적으로 위치와 모양이 변하는 시공간 객체를 말하며, 크게 이동 점(moving point)과 이동 영역(moving region)으로 나뉜다[2]. 이동 점은 시간에 따라 위치가 변하는 객체로서 그 예로는 사람, 동물, 자동차, 선박, 비행기 등이 있다. 이동 영역은 시간에 따라 위치와 모양이 변하는 객체로서 그 예로는 태풍, 기온 변화, 암세포 등이 있다.

이동 객체의 위치 데이터는 대용량이다.

특히, 이동 객체의 위치 데이터를 획득하는 센서의 수가 많고 획득 횟수가 늘어남에 따라 위치 데이터의 양이 급격히 커진다. 또한, 데이터를 획득하는 센서의 종류가 다양하고 획득되는 데이터의 종류가 다양하므로 이러한 이동 객체의 특성에 맞는 데이터 처리가 필요하다. 또한, 이동 객체의 정보를 획득하는 다양한 센서에서 들어오는 데이터 중 센싱이 잘못되었거나 저장할 필요가 없는 데이터가 존재할 수 있으므로, 이러한 데이터를 효율적으로 선별할 수 있는 필터링 방법이 필요하다.

특히, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 위치 인식 방법이 다양하고 데이터 획득 주체가 다양하므로 위치 데이터 획득 방법의 차별화가 필요하다. 또한, 한 객체의 위치가 동시에 여러 장치에서 보고 될 수 있으므로, 이를 고려한 이동 객체 데이터 처리가 필요하다. 그리고, 위치 인식 시스템 별로 정밀도가 다르므로 위치 데이터 처리 시 인식 시스템의 정밀도에 대한 고려가 필요하고, 획득 공간 및 획득 장치나 이동 객체의 종류에 따라서 위치 데이터의 정밀도가 달라짐으로 정밀도를 고려한 위치 데이터 처리가 필요하다. 그리고, 질의 시 사용자의 요구 및 권한에 따라 반환될 결과의 정밀도가 다르므로, 필요한 정밀도에 따른 질의 처리가 필요하다.

#### 3.2 LBS를 위한 이동 객체 관리

본 절에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위한 이동 객체 관리 시의 고려 사항을 살펴본다. 기존의 LBS에서는 한 종류의 위치 인식 시스템에서 보고된 위치 데이터를 이용하여 다양한 LBS 응용 서비스를 제공한다. 그러나, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 위치 인식 시스템의 종류가 다양하다. 특히, 위치 인식 시스템과 LBS 응용 서비스를 제공하는 시스템이 밀접하게 연관되어 있다. 즉, 특정 지역의 LBS 응용 서비스는 특정 지역의 위치 인식 시스템에서 획득

된 위치 데이터만을 필요로 한다. 예를 들면, 홈네트워크와 같은 경우 집안에서의 사용자의 위치 데이터만을 필요로 한다.

마지막으로, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 사용자의 위치나 사용자의 요구 정도에 따라서 제공되는 서비스의 정밀도가 달라지게 된다. 예를 들면, 특정 상점에 방문하고자 하는 경우, 사용자가 도로에서 주행 중에는 도로에서의 경로가 필요하지만, 건물 내부에 들어간 경우 복도를 기반으로 제시되는 경로 안내 서비스가 필요하게 된다.

#### 4. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 데이터 관리

본 장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 대용량의 데이터 관리를 위하여 요구되는 기술적 요구사항에 대해 기술하고, 특히 데이터 필터링, Context 관리에 대해서 분석한다.

##### 4.1 요구 사항

앞서 언급한 것과 같이 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 많은 제약 사항들을 갖기 때문에 위치 데이터를 비롯한 이동 객체의 다양한 데이터 관리 시 그에 따른 여러 가지 요구사항을 갖는다. 일반적으로 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 다양한 장치로부터 다양한 데이터가 획득된다. 따라서, 이러한 데이터 이질성에 대한 적합한 처리가 필요하며, 주기적이면서 계속적으로 발생하는 데이터에 대하여 효율적으로 처리하기 위한 데이터 필터링이 필요하다.

또한, 사용자의 정보에 기반한 지능적 Context-aware 서비스를 가능하게 하기 위하여 다양한 Context의 효율적인 관리가 필요하다. 그리고, 이동 객체에서 발생하는 데이터이므로 이동성 및 분산 환경에 효율적인 데이터 전송 및 처리를 위한 데이터 관리가 필요하다.

##### 4.2 데이터 필터링

데이터 필터링이란 다양한 획득 장치, 즉 센서로부터 수집된 원시 데이터를 분석하여 특정 조건에 해당하는 데이터만을 추출하는 과정을 말한다. 이러한 데이터 필터링은 정확성(accuracy) 혹은 불확실성(uncertainty)을 기반으로 QoD(Quality of Data)를 지원하기 위하여 수행하거나, 다양한 데이터 획득 주기에 따라 수집되는 데이터의 양이 매우 대용량일 때 시스템의 데이터 갱신 비용을 줄이기 위하여 수행된다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 매우 다양한 불확실성을 내포하는 다양한 센서로부터 데이터가 수집되기 때문에 데이터 필터링 과정이 필수적으로 요구된다. 이러한 데이터 필터링 방법은 센서 및 데이터의 종류에 따라 달라질 수 있으며, 따라서 각각의 경우에 따라 차별화된 필터링 전략에 따라 데이터를 필터링해야 한다.

##### 4.3 Context 관리

Context란 실세계에 존재하는 실체의 상태를 특징화하는데 사용될 수 있는 모든 정보를 의미하며, 지능적 Context-aware 서비스를 추구하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 이러한 Context에 대한 데이터 관리가 필수적으로 요구된다[1].

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 Context는 매우 다양한 실체(혹은 객체)의 다양한 상태에 대한 다양한 값을 갖는다. 일반적으로 Context는 Id, 혈압, 체온 등의 사용자에게 관한 Context, 위치, 방향, 온도 등의 물리적 환경에 관한 Context, 배터리, 자원 등의 컴퓨팅 시스템에 관한 Context, 서비스 사용 시간, 장애 상황 시간 등의 사용자와 컴퓨팅 시스템간 상호작용에 관한 Context로 분류할 수 있다. 또한, Context는 데이터 갱신 주기의 특성에 따라 정적 Context와 동적 Context로 분류할 수 있다.

이러한 Context를 효율적으로 관리하기 위해서는 Context의 특성과 다수 Context

간 상관 관계에 대한 분석이 필요하고, 서버 관리, 서비스 관리, 데이터 관리 등에서 Context 적용 전략을 효율적으로 수립해 주어야 한다.

### 5. 이동 객체 관리 아키텍처

본 장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위한 이동 객체 관리 아키텍처에 대해서 상세하게 설명한다. 본 논문에서 제시한 아키텍처는 그림 1과 같다.

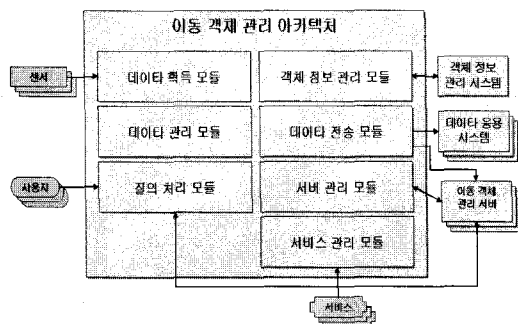


그림 1. 전체 시스템 구조

#### 5.1 데이터 획득 모듈

데이터 획득 모듈은 다양한 센서의 데이터를 획득하여 처리하기 위한 모듈이다. 데이터 획득 모듈은 내용량으로 보고되는 데이터 스트림을 처리하는 기능, 데이터를 분석하는 기능, 분석된 데이터를 정해진 패턴에 따라 필터링 하는 기능을 가진다.

#### 5.2 데이터 관리 모듈

데이터 관리 모듈은 데이터를 빠르게 저장하고 검색하기 위한 모듈이다. 데이터 관리 모듈은 내용량으로 발생하는 이동 객체의 데이터를 효율적으로 관리하기 위한 저장소 관리 기능, 검색 속도를 향상시키기 위한 버퍼 관리 기능 및 인덱스 관리 기능, 데이터의 백업 및 복구 기능을 가진다.

#### 5.3 질의 처리 모듈

질의 처리 모듈은 사용자의 질의를 분석

하여 처리하기 위한 모듈이다. 질의 처리 모듈은 사용자의 질의를 분석하는 기능, 질의를 처리하는 기능, 다른 시스템에 질의를 요청하는 기능을 가진다. 질의 처리 모듈에서 처리하는 질의 중 현재 질의는 센서에 직접 질의하거나 현재 데이터를 저장하고 있는 버퍼에 질의하여 처리한다.

#### 5.4 데이터 전송 모듈

데이터 전송 모듈은 데이터를 사용자 및 다른 시스템에 전송하기 위한 모듈이다. 데이터 전송 모듈은 효율적인 상호운용성을 위한 데이터의 변환 기능, 빠른 전송을 위한 압축 기능, 데이터의 보안을 담당하기 위한 보안 기능을 가진다.

#### 5.5 객체 정보 관리 모듈

객체 정보 관리 모듈은 서버에 등록된 객체 정보를 관리하기 위한 모듈이다. 객체 정보 관리 모듈은 시스템에 객체를 등록하는 기능, 등록된 객체를 검색하는 기능, 객체를 효율적으로 관리하기 위한 객체 관리 전략을 수립하는 기능을 가진다. 특히, 객체 정보 관리 모듈은 이동 객체의 Context를 관리하며, 이를 통하여 데이터의 활용성을 증진시킨다.

#### 5.6 서버 관리 모듈

서버 관리 모듈은 서버에 등록된 다른 서버를 관리하기 위한 모듈이다. 서버 관리 모듈은 신규 서버를 등록하는 기능, 등록된 서버를 검색하는 기능, 서버를 효율적으로 관리하기 위한 서버 관리 전략을 수립하는 기능을 가진다.

#### 5.7 서비스 관리 모듈

서비스 관리 모듈은 서버에 등록된 다양한 서비스를 관리하기 위한 모듈이다. 서비스 관리 모듈은 신규 서비스를 등록하는 기능, 시스템에 등록된 서비스를 검색하는 기능, 등록된 서비스를 이동 객체의 위치 및

상태에 따라 처리하는 기능을 제공한다.

## 6. 이동 객체 관리 아키텍처의 활용

본 장에서는 본 논문에서 제시한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위한 이동 객체 관리 아키텍처를 활용하여 시스템을 구성한 모습을 보여준다.

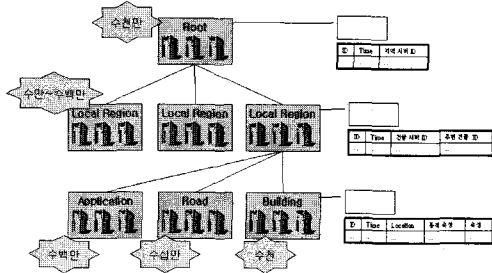


그림 2. 아키텍처 활용의 예

그림 2는 지역에 따라 서버를 할당하여 관리하는 것으로서, Root 시스템이 여러 지역 시스템을 관리하고 있으며, 각 지역 시스템은 더 작은 지역, 즉 도로나 건물과 같은 지역을 관리하는 시스템이다. 각 시스템은 관리하는 지역에 따라 관리할 이동 객체의 획득 방법이 다르므로, 위치 데이터의 정밀도 처리 방법과 필터링 방법이 달라진다. 또한, 하부 시스템으로 갈수록 좀더 적은 수의 이동 객체에 대해 좀더 상세한 정보를 다루므로, 개괄적인 정보는 상부 시스템에서 처리하고 좀더 상세한 정보는 하부 시스템에서 처리하는 분산 처리 방법을 사용한다.

특히, LBS는 이동 객체의 위치와 관련된 정보를 제공하는 서비스로서, 이동 객체에 제공될 다양한 서비스가 현재 포함되어 있는 지역과 밀접한 관련이 있다. 본 논문에서 제시한 아키텍처는 이동 객체가 포함된 지역 시스템에서 이동 객체의 위치를 포함한 다양한 Context의 획득 및 관리와 함께 이동 객체가 해당 지역에서 제공받을 수 있는 서비스를 관리 및 제공함으로써, 다양한 LBS 제공이 편리해진다.

그리고, 대용량 이동 객체의 Context 관

리 및 서비스 요청을 처리해야 하는 Root 시스템의 경우, 그림 2에서 보듯이 해당 이동 객체에 대한 하위 지역 시스템 정보만을 관리함으로써 대규모의 Context 보고로 인한 네트워크 부하나 과도한 서비스 요청으로 인한 처리 시스템의 부하가 분산되게 된다.

마지막으로, 각 지역 시스템은 해당 시스템이 속한 소규모의 건물 및 조직에 할당됨으로써, 각 건물 및 조직에서 필요한 이동 객체 관리 전략 및 서비스 전략에 맞는 독자적인 시스템 구축이 가능하다. 이로 인해 다양한 제한 및 한계를 가지는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 각 건물 및 조직의 Context나 서비스에 특화된 시스템 설정이 가능하게 된다.

## 7. 결 론

정보통신 기술의 발전과 광대역 네트워크의 보급으로 언제 어디서나 정보기기를 통해 네트워크에 접속하여 실생활을 편리하게 할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 조만간 이뤄질 것이다. 위치 데이터는 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 구축과 관련 서비스 개발에 있어서 중요한 자원이 되며, 또한 LBS가 중요한 비중을 차지할 것이다.

따라서, 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 이동 객체의 특성을 살펴보고, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 데이터 관리 기법을 연구하였다. 그리고, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위해 대용량으로 발생하는 이동 객체의 위치 데이터는 물론 다양한 센서의 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 이동 객체 관리 아키텍처를 제시하였다.

마지막으로, 본 논문에서 제시한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위한 이동 객체 관리 아키텍처의 활용한 예를 보여주었다. 본 논문의 연구 내용은 향후 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 LBS를 포함한 다양

한 서비스를 위한 기반 아키텍처가 될 수 있을 것이다.

### 참고 문헌

1. A.K. Dey, "Understanding and Using Context," *Personal and Ubiquitous Computing Journal*, Vol.5, No.1 2001, pp.4-7.
2. M. Erwig, R.H. Güting, M. Schneider, and M. Vazirgiannis, "Spatio-Temporal Data Types: An Approach to Modeling and Querying Moving Objects in Databases," *GeoInformatica*, Vol.3, No.3, 1999, pp.269-296.
3. M. Franklin, "Challenges in Ubiquitous Data Management," *Lecture Notes in Computer Science*, Vol.2000, 2001, pp.24-33.
4. J. Hightower, G. Borriello, A Survey and Taxonomy of Location Systems for Ubiquitous Computing, *Computer Science and Engineering Technical Report*, 2001.
5. E. Kaasinen, "User Needs for Location-aware Mobile Services," *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.7, 2003, pp.70-79.
6. F. Kraus, *RFID Handbook*, John Wiley & Sons, Ltd, 2003.
7. Y. Theodoridis, "Ten Benchmark Database Queries for Location-based Services," *The Computer Journal*, Vol.46, No.6, 2003, pp.713-725.
8. M. Weiser, "The Computer for the Twenty-First Century," *Scientific American*, 1991, pp.94-10.
9. M. Weiser, "Ubiquitous Computing," *ACM Conference on Computer Science*, 1994, pp.418-438.
10. 강혜영, 황소영, 한득춘, 이기준, "유비쿼터스 GIS를 위한 기반기술 개발," *한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집*, 11권 1호, 2004, pp.1-4.
11. 박옥선, 정광렬, 김성희, "유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 위치인식 기술 및 시스템," *주간기술동향* 1098호, 2003, pp.11-21.
12. 양영규, "위치 기반 서비스(LBS: Location Based Service)기술 현황 및 전망," *정보처리학회지*, 8권 6호, 2001, pp.4-5.
13. 이은경, 하원규, "유비쿼터스 컴퓨팅 비전과 주요국의 연구 동향," *전자통신 동향분석*, 17권 6호, 2002, pp.1-10.