

## 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 위치 데이터 관리 시스템의 설계

이기영\*, 김동오\*\*

### Design of a Location Management System in the Ubiquitous Computing Environments

Ki-Young Lee \*, Dong-Oh Kim \*\*

#### 요약

최근 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 위치 추적 및 길찾기 서비스와 같은 위치 기반 서비스가 빠르게 발전하고 있다. 또한, 사용자 또는 사물의 위치가 다양한 장치 및 방법으로 획득되고 있다. 그러나, 기존의 위치 데이터 관리 시스템은 단일 위치 획득 시스템만을 기반으로 하여 설계되어 있어서 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에는 많은 문제를 가지게 된다. 따라서, 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 다양한 센서로부터 획득되는 대용량의 위치 데이터를 효율적으로 저장하고 관리할 수 있는 위치 데이터 관리 시스템과 효율적인 위치 데이터 갱신을 위한 갱신 전략을 제시하였다. 특히, 본 논문에서 제시한 위치 데이터 관리 시스템은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 위치 기반의 효율적인 context-aware 서비스나, 자동화 서비스에 중요한 컴포넌트로 제공될 수 있다.

#### Abstract

Recently, Location Based Service including tracking and way-finding services has been activated rapidly in the ubiquitous computing environment. According as the ubiquitous computing environment is developed, various types of sensor to acquire various data including location of the moving object are used widely, and acquired sensor data becomes abundant. However, the existing location management system based on a single location sensor is difficult to support LBS efficiently in the ubiquitous computing environment. In this paper, therefore, we propose the location management system in the ubiquitous computing environment that can manage the location data and the various sensor data efficiently. In addition, the location management system adopts the core technology for efficiently storing and transferring a large-volume of various data such as location data and for efficiently processing the various requests from a variety of servers and sensors. Especially, our architecture that is presented in this paper can support context-aware services and autonomous services efficiently in the ubiquitous computing environment.

▶ Keyword : location management system, LBS, ubiquitous computing

• 제1저자 : 이기영

• 접수일 : 2007.10.31, 심사일 : 2007.11.12, 심사완료일 : 2007.12.2.

\* 을지대학교 의료산업학부 교수 \*\* 건국대학교 컴퓨터공학과 강의교수

## 1. 서론

최근 이동 객체의 위치 데이터를 활용한 통합 여행자 서비스, 교통 정보 서비스, 모바일 광고 서비스와 같은 위치 기반 서비스(LBS)가 광범위하게 사용되고 있다(1,2). 또한, 언제 어디서나 사람 또는 사물과 같은 객체의 정보를 기반으로 다양한 서비스를 제공하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 기술이 차세대 컴퓨팅 환경 기술로서 활발하게 연구되고 있다(3,4,5).

유비쿼터스 서비스에서 사용자의 위치 데이터는 중요한 역할을 한다. 특히, 사용자의 위치를 기반으로 유용한 서비스를 제공하는 LBS 경우에 위치 데이터의 관리의 중요성은 더욱 커진다. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 원활히 제공하기 위해서 위치 데이터를 효율적으로 관리하기 위한 위치 데이터 관리 시스템이 필요하게 되었다(6).

그러나, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 다양한 위치 획득 시스템이 개발되고, 이와 비례하여 위치 데이터의 양이 기하급수적으로 증가 하게 되었다. 이로 인해 기존에 제시된 특정 위치 인식 시스템만을 고려한 위치 데이터 관리 시스템을 활용할 경우 효율적인 유비쿼터스 LBS를 지원하기가 어렵다(7,8,9).

따라서, 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위한 위치 데이터 관리에 대해 분석한다. 그리고, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 대용량으로 발생하는 이동 객체의 위치 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 위치 데이터 관리 시스템을 제시한다. 그리고, 본 아키텍처에서 활용하는 위치 데이터 갱신 전략에 대해서 구체적으로 살펴본다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 관련 연구로 유비쿼터스 컴퓨팅과 GALIS에 대해 살펴본다. 그리고, 제 3장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 위치 데이터 관리 시스템을 설명하고, 제 4장에서는 본 아키텍처에서 활용된 이동 객체 갱신 전략을 살펴본다. 마지막으로, 제 5장에서는 결론을 언급한다.

## II. 관련연구

본 장에서는 본 연구에서 기반 환경으로 활용되는 유비쿼터스 컴퓨팅과 LBS에서 이동 객체 데이터 저장을 위한 분산 컴퓨팅 아키텍처인 GALIS(Gracefully Aging Location Information System)에 대해 살펴본다.

### 2.1 유비쿼터스 컴퓨팅

모바일 컴퓨팅 환경이 발달하고, 컴퓨팅 장치가 다양한 분야에서 널리 활용됨에 따라, 유비쿼터스 컴퓨팅이라는 새로운 기술의 페러다임이 등장하였다. 유비쿼터스 컴퓨팅이라는 개념은 1988년 제록스사에 근무하던 마크와이저에 의해 처음으로 제시되었다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅은 물리 공간에 펼쳐진 다수의 컴퓨팅 장치를 네트워크로 연결시킴으로써 언제, 어디서, 어떤 기기를 통해서도 컴퓨팅 할 수 있는 것으로 정의할 수 있다(10,11).

최근, 유비쿼터스 컴퓨팅이란 터널, 빌딩, 도로, 다리 등의 모든 물리 공간과 객체에 컴퓨팅 기능을 추가하여 모든 사물과 대상이 지능화되고 연결되어 서로 정보를 주고받는 공간을 만드는 개념으로서, 기존에 제시된 홈네트워크나 모바일 컴퓨팅보다 좀 더 발전된 컴퓨팅 환경을 말한다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자나 객체의 위치를 기반으로 하는 LBS가 중요한 역할을 담당하고 있다. LBS는 휴대폰, PDA 등과 같은 휴대용 단말의 위치를 추적하여 해당 위치와 관련된 정보를 제공하는 유/무선 단말의 진보된 서비스를 말한다.

이러한 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 기술로서, 이동통신망 기술, 위치 추적 기술, 단말기 기술, 정보 기술을 유기적으로 결합할 수 있는 시스템 구성이 필요하다. 그림 1은 LBS를 위해 OGC에서 제시한 GeoMobility 서버의 구조이다.

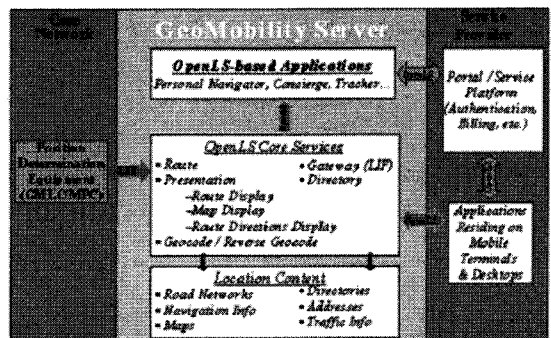


그림 1. GeoMobility 서버 구조  
Fig 1. GeoMobility Server Structure

GeoMobility 서버는 OGC의 OpenLS 핵심 서비스를 담당하며, OpenLS의 ADT를 포함한 정보 모델을 제공한다. 또한, OpenLS 인터페이스를 지원하고 이를 통해 추가 응용 프로그램을 설치할 수 있는 확장이 가능하며, 지도데이터, 교차점, 도로 등과 같은 기반 데이터를 포함한다.

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. 일반적으로 LBS에서는 지금까지 GPS와 같은 특정 위치 인식 기술을 사용하고 있었으나, 최근 RFID가 이를 대체할 수 있는 기술로 크게 각광받고 있다.

표 1. 위치 인식 시스템 특징  
Table 1. Location Recognition System Characteristic

| 위치 인식 시스템    | Location Sensing tech.  | 정확도       | Scale                         | Limits           |
|--------------|-------------------------|-----------|-------------------------------|------------------|
| GPS          | 무선 이동 시간을 이용한 거리 측정     | 10m 이내    | 24 위성/earth                   | for Outdoor      |
| Active Badge | 적외선 셀룰러 근접 방식           | room size | 1baseStation/room             | 적외선의 햇빛 간섭       |
| Active Bat   | 초음파 이동 시간을 이용한 거리 측정    | 9cm       | 1baseStation/10m <sup>2</sup> | 전장 센서 그리드 필요     |
| RFID         | 근접 방식                   | 1m        | RFID Reader/Position          | 센서의 위치를 알아야함     |
| RADAR        | 802.11 RF 장변 분석 및 삼각 측량 | 3~4m      | 3baseStation/floor            | wireless NIC가 필요 |
| Essay Living | 비전 및 삼각 측량              | Variable  | 3camera/mini-room             | 유비쿼터스 응용 카메라가 필요 |

## 2.2 GALIS

GALIS는 LBS를 위한 클러스터 기반 분산 컴퓨팅 아키텍처이고 GALIS에서는 각 영역별로 특정 프로세스가 이동 객체의 이동을 관리한다. 그림 2는 GALIS 아키텍처를 보여준다.

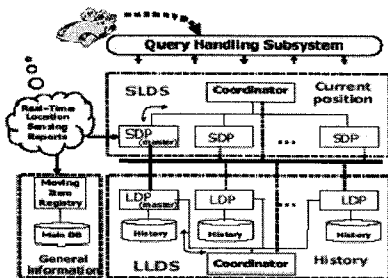


그림 2. GALIS 아키텍처  
Fig 2. GALIS Architecture

그림 2에서 보듯이 GALIS는 전체 영역을 2 차원으로 관리한다. 그리고 각 차원은 n개의 영역으로 나누어 관리하는데 각각의 분할된 공간을 Macro-cell이라고 한다. 각각의 Macro-cell에 속하는 이동 객체의 위치 데이터는 하나의 데이터 프로세서가 관리한다. 각 Macro-cell은 100m×100m의 고정된 범위를 가지는 Micro-cell로 분할된다.

GALIS는 현재 위치 데이터를 저장하기 위한 SLDS (Short-term Location Data Subsystem)와 과거 위치 데이터를 저장하기 위한 LLDS(Long-term Location Data Subsystem)로 구성된다. 현재 위치 데이터의 주기적인 위치 갱신을 효율적으로 처리하기 위해 SLDS는 main memory-based DBMS(MMDBMS)를 사용하며, LLDS는 disk-based DBMS를 사용한다.

SLDS에서 각 Macro-cell에 속하는 이동 객체의 위치 데이터를 관리하는 노드를 SDP(Short-term Data Processor)라고 한다. SLDS는 하나의 SDP Master와 여러개의 SDP Worker로 구성된다. LLDS도 SLDS와 유사하게 LDP(Long-term Data Processor) Master와 LDP Worker로 구성된다. SLDS와 LLDS는 SDP와 LDP의 로드 분산을 위해 조정기를 이용한다. 조정기는 정해는 분산/병합 규칙에 따라서 SDP 또는 LDP 들을 분산 및 병합함으로써 로드를 분산시킨다.

GALIS는 분산 컴퓨팅 구조를 기반으로 하고 있으나, 모든 위치 데이터 갱신이 SDP Master를 거치기 때문에 유비쿼터스 환경에서 발생하는 대용량 위치 데이터 갱신에 적합하지 않다.

## III. 위치 데이터 관리 시스템

본 장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위한 위치 데이터 관리 시스템에 대해서 상세하게 설명한다. 본 논문에서 제시한 위치 데이터 관리 시스템은 그림 3과 같다.

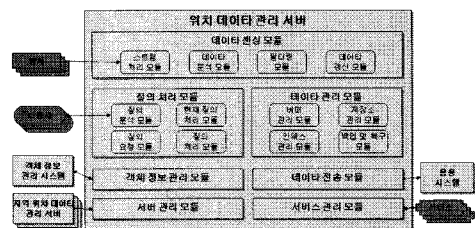


그림 3. 위치 데이터 관리 시스템  
Fig 3. Location Management System

### 3.1 데이터 센싱 모듈

데이터 센싱 모듈은 다양한 센서의 데이터를 획득하여 처리하기 위한 모듈이다. 일반적으로 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 그림 4와 같이 다양한 위치 획득 시스템을 활용할 뿐만 아니라 동일한 객체에 대해서 다양한 위치 데이터가 획득 될 수 있다. 데이터 센싱 모듈은 대용량으로 보고되는 데이터 스트림을 처리하는 기능, 데이터를 분석하는 기능, 분석된 데이터를 정해진 패턴에 따라 필터링 하는 기능을 가진다.

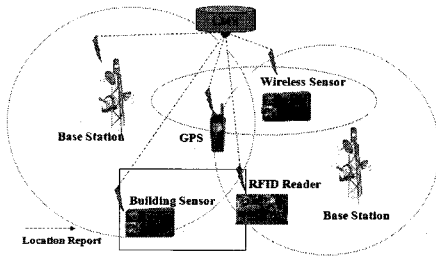


그림 4. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 위치 획득 예  
Fig 4. Example of Location Acquisition in the Ubiquitous Computing Enviroments

### 3.2 데이터 관리 모듈

데이터 관리 모듈은 위치 데이터를 포함한 이동 객체와 관련된 다양한 데이터를 빠르게 저장하고 검색하기 위한 모듈이다. 데이터 관리 모듈은 대용량으로 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.

### 3.3 질의 처리 모듈

질의 처리 모듈은 사용자의 질의를 분석하여 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 질의하여 처리한다.

### 3.4 데이터 전송 모듈

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

### 3.5 Context 관리 모듈(CMS)

Context 관리 모듈은 서버에 등록된 객체 정보를 관리하기 위한 모듈이다. Context란 실세계에 존재하는 실체의 상태를 특징화하는데 사용될 수 있는 모든 정보를 의미하며, 지능적 Context-aware 서비스를 추구하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 이러한 Context 관리가 필수적으로 요구된다.

이러한 Context를 효율적으로 관리하기 위해서는 Context의 특성과 다수 Context 간 상관 관계에 대한 분석이 필요하고, 서버 관리, 서비스 관리, 데이터 관리 등에서의 Context 적용 전략을 효율적으로 수립해 주어야 한다. Context 관리 모듈은 시스템에 객체를 등록하는 기능, 등록된 객체를 검색하는 기능, 객체를 효율적으로 관리하기 위한 객체 관리 전략을 수립하는 기능을 가진다. 특히, Context 관리 모듈은 이동 객체의 Context를 관리하며, 이를 통하여 데이터의 활용성을 증진시킨다.

### 3.6 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.

본 논문에서 제시한 아키텍처에서는 각 지역 별로 서버를 할당하고, 할당된 서버는 해당 지역에서 이동하는 이동 객체를 관리하고 해당 객체에 LBS를 제공하는 기능을 담당한다. 이때 서버를 할당하고 관리하는 절차는 그림 5와 같다.

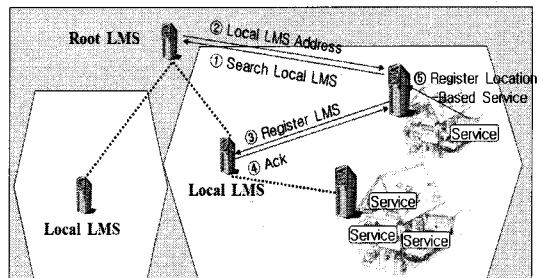


그림 5. 서버 관리 절차  
Fig 5. Server Registration Procedure

그림 5에서 Root LMS는 전 지역의 이동 객체를 총괄하며, 질의 및 갱신의 시발점 역할을 하는 서버이다. 신규 서버를 등록하기 위해서는 먼저, Root 서버에 서버를 등록할 상위 서버를 검색하고, 검색된 해당 서버에 등록 신청을 한다.

### 3.7 서비스 관리 모듈

서비스 관리 모듈은 서버에 등록된 다양한 서비스를 관리하기 위한 모듈이다. 본 논문에서 언급하는 서비스는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사람 또는 컴퓨터가 이용 가능한 모든 서비스로서, 일반적인 서비스 보다는 위치 데이터에 따라 자동적으로 즉각적인 서비스가 필요한 트리거 관련 서비스, 응급 서비스 등을 말한다. 서비스 관리 모듈은 신규 서비스를 등록하는 기능, 시스템에 등록된 서비스를 검색하는 기능, 등록된 서비스를 이동 객체의 위치 및 상태에 따라 처리하는 기능을 제공한다.

## IV. Layered-update 전략

Layered-update 전략의 주요 목적은 대용량으로 발생하는 위치 데이터 갱신의 수를 줄이기 위한 것이다. layered-update 전략은 위치 데이터를 관리하는 위치 데이터 관리 시스템을 여러 개의 계층으로 구조화하고, 위치 데이터 갱신 시 하위 계층은 독자적인 전략에 따라 수시로 위치 데이터를 갱신하고, 상위 계층은 하위 계층 간의 이동 데이터 위치 데이터 변동 시에만 위치 데이터의 요약 정보를 갱신하는 전략이다. 그림 6은 layered-update 전략을 이용해 구성한 시스템의 예를 보여준다.

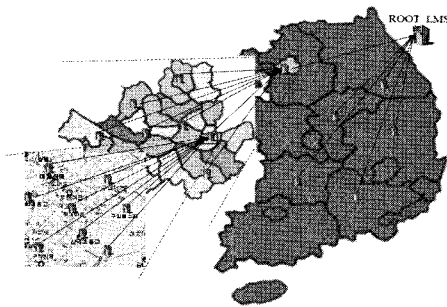


그림 6. Layer-update 시스템 구성의 예  
Fig 6. Example of Layer-update System Configuration

그림 6에서 보듯이 위치 데이터 관리 시스템이 여러 개의 계층으로 구성하며, 하부 계층은 빌딩의 센서 네트워크, 특정 지역의 핸드폰 기지국 등과 같이 특정 위치 인식 시스템 및 지역에 할당된다. 먼저, 센서 네트워크, RFID 시스템 등과 같은 다양한 위치 인식 시스템은 각 이동 객체나 관리하는 지역의 특성에 따라 적합한 다양한 위치 갱신 전략을 이용해 위치를 보고 받는다. 제일 처음 위치 데이터를

관리하는 시스템은 layered-update 전략 시스템에서 제일 하위 계층의 역할을 담당한다. 해당 계층은 필요에 따라 적합한 필터링 처리를 담당하게 되는데, 이때 필터링은 동일 객체에 대해 다양한 위치 인식 시스템에서 동시에 발생하는 위치 보고에 대한 필터링과 위치의 부정확으로 인한 필터링 등이 사용된다.

하위 계층의 위치 보고 시스템은 새로운 객체가 해당 시스템에 보고 되었을 경우 상위 계층의 시스템에 해당 객체의 위치를 보고하며, 하위 계층 내부에서 움직이는 경우에는 상위 계층의 시스템에 보고하지 않는다. 그리고, 이동 객체가 하위 계층을 벗어난 경우 상위 계층의 시스템에 보고한다. 상위 계층은 데이터를 받아 필터링을 거친 후, 자신의 상위 계층이 있을 경우 앞과 동일한 위치 보고 처리를 수행한다. 마지막으로, 상위 계층은 특정 하위 계층의 위치 보고가 필요 없거나 의미가 없는 경우 획득 주기를 지연 시키거나 중단 시키는 역할을 담당한다.

하위 계층은 좁은 영역의 소수의 객체에 대해 발생하는 위치 갱신 질의를 처리한다. 이때, 하위 계층은 좁은 영역의 소수의 객체 만을 처리하므로 위치 보고의 간격을 줄이는 경우 좀더 상세한 위치 데이터의 갱신 처리가 가능하다.

상위 계층은 넓은 영역의 다수의 객체에 대해서 하위 계층의 변동 시에 위치 갱신 질의를 처리한다. 실제로 상위 계층은 넓은 영역의 다수의 객체에 대해 처리하지만, 위치 보고는 하위 계층을 벗어난 경우만을 처리하므로, 실제 위치 갱신 질의의 양은 작다. 또한, 영역이 넓음으로 인해 위치 데이터에 대한 불확실성이 상대적으로 감소한다.

그림 7은 노드가 4개일 때 GALIS와 본 논문에서 제시한 LMS에 대해 이동 객체의 수에 따른 위치 데이터 갱신의 횟수를 시뮬레이션 한 결과를 보여준다. 시뮬레이션에 사용한 데이터는 GSTD를 통해서 생성하였다.

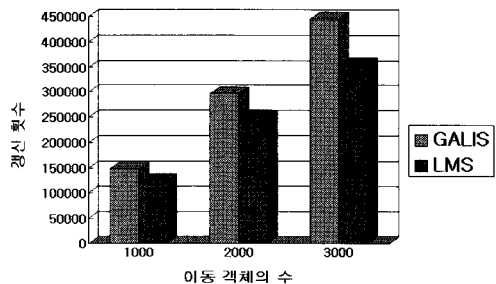


그림 7. 이동 객체의 수에 따른 갱신 수의 비교 1  
Fig 7. Comparison on the Number of Update Requests Depending on the Number of Moving Objects 1

그림 7에서 보듯이 LMS가 GALIS 보다 약 15% 정도 갱신 요청 횟수가 감소됨을 알 수 있다.

그림 8은 노드가 16개일 때 GALIS와 본 논문에서 제시한 LMS에 대해 이동 객체의 수에 따른 위치 데이터 갱신의 횟수를 시뮬레이션 한 결과를 보여준다.

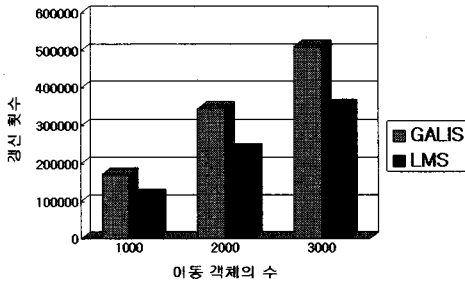


그림 8. 이동 객체의 수에 따른 갱신 수의 비교 2  
Fig 8. Comparison on the Number of Update Requests Depending on the Number of Moving Objects 2

그림 8에서 보듯이 LMS가 GALIS 보다 약 20% 정도 갱신 요청 횟수가 감소됨을 알 수 있다. 또한, 그림 7과 비교하여 노드의 개수가 늘어날 수록 감소 효과가 커짐을 알 수 있다.

#### IV. 결론

정보통신 기술의 발전과 광대역 네트워크의 보급으로 언제 어디서나 정보기기를 통해 네트워크에 접속하여 실생활을 편리하게 할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 조만간 이루어질 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 LBS를 위한 위치 데이터 관리에 대해 살펴본다. 그리고, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위해 대용량으로 발생하는 이동 객체의 위치 데이터는 물론 다양한 센서의 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 위치 데이터 관리 시스템을 제시하였다. 마지막으로, 본 논문에서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위한 이동 객체 관리에 사용한 layered-update 전략에 대해서 상세히 제시하였다.

향후 연구로는 본 논문에서 제시한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 LBS를 위한 위치 데이터 관리 시스템을 활용해 실제 환경에서 시스템을 구성하고, 본 환경에 적합한 이동 객체 인덱스를 개발하는 것이다.

#### 참고문헌

- [1] Bar-Noy, A., Kessler, I., "Tracking Mobile Users in Wireless Communications Networks", IEEE Transactions on Information Theory, Vol.39, 1993, pp. 1877-1886.
- [2] Bar-Noy, A., Kessler, I., Sidi, M., "Mobile Users: To Update or not to Update?", ACM/Baltzer Wireless Networks Journal, 1(2), 1995, pp. 175-185.
- [3] Dey, A.K., "Understanding and Using Context", Personal and Ubiquitous Computing Journal, 5(1), 2001, pp. 4-7.
- [4] Franklin, M., "Challenges in Ubiquitous Data Management", Lecture Notes in Computer Science, Vol.2000, 2001, pp. 24-33.
- [5] Hightower, J., Borriello, G., "A Survey and Taxonomy of Location Systems for Ubiquitous Computing", Computer Science and Engineering Technical Report, 2001.
- [6] Lee, D.L., Zhu, M., H. Hu, "When Location-Based Services Meet Database", Mobile Information System, 1(2), 2003, pp. 1-21.
- [7] Erwig, M., Güting, R.H., Schneider, M., and Vazirgiannis, M., "Spatio-Temporal Data Types: An Approach to Modeling and Querying Moving Objects in Databases", GeoInformatica, 3(3), 1999, pp. 269-296.
- [8] Kaasinen, E., "User Needs for Location-aware Mobile Services", Personal and Ubiquitous Computing, Vol.7, 2003, pp. 70-79.
- [9] Kang, H.Y., Hwang, S.Y., Han, D.C., Li, K.J., "Framework Design for Ubiquitous GIS", Proceedings of Korea Information Processing Society Conference, 11(1), 2004, pp. 1-4.
- [10] Park, O.S., Jung, K.R., Kim, S.H., "Location Sensing Tech. and System for Ubiquitous Computing", Weekly Technical Trend, Vol.1098, 2003, pp. 11-21.

- [11] Weiser, M., "Ubiquitous Computing", ACM Conference on Computer Science, 26(10), 1993, pp. 418-438.

저자 소개



이 기 영

- 1984년 숭실대학교 전자계산학과 (공학사)
- 1988년 건국대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2005년 건국대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 1984년 ~ 1991년 한국해양연구원 연구원
- 1991년 ~ 현재 을지대학교 의료산업학부 교수



김 동 오

- 2000년 건국대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2002년 건국대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2006년 건국대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2007년 ~ 현재 건국대학교 컴퓨터공학과 강의교수