

# 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황인식을 지원하는 컨텍스트 미들웨어 개발

심춘보  
순천대학교 정보통신공학부  
(cbsim@cup.ac.kr)

신용원  
부산가톨릭대학교 보건과학대학 병원경영학과  
(kevin@cup.ac.kr)

적용 서비스는 사용자들이 접근하는 상황의 끊임없는 변화를 반영하기 위하여 필요하다. 상황-인식은 사용자 상황에 기반하여 사용자와 기기간의 상호운용성을 지원함으로써 정보 획득과 수행을 증대시키는 기술이다. 본 연구는 유비쿼터스 컴퓨팅에서 상황-인식을 다루는데 필요한 미들웨어를 개발하는 것을 그 목적으로 하고 있다. 이를 수행하기 위해서 본 연구에서 개발한 미들웨어는 블루투스 무선통신기술을 사용하여 이동시의 이동노드를 인식하고, 컨텍스트 서버에서 획득한 상황에 따라서 적절한 수행모듈을 수행하는데 중요한 역할을 담당한다. 또한, 개발한 미들웨어를 사용한 상황 정보에 따라서 음악 연주 서비스를 제공하는 응용 프로그램을 개발하여 미들웨어의 유용성을 확인하였다.

논문접수일 : 2004년 8월

게재 확정일 : 2005년 4월

교신저자 : 신용원

## 1. 서론

제록스 팔로 알토(Palo Alto) 연구소의 마크 와이저(Mark Weiser)는 '사람을 포함한 현실 공간에 존재하는 모든 대상을 기능적, 공간적으로 연결해 사용자에게 필요한 정보나 서비스를 즉시에 제공할 수 있는 컴퓨팅 환경 즉, 필요한 일부 기능만을 추가하고 부가적으로 필요한 자원들을 주변 환경 내부에 내장시켜 무선 네트워킹 기술을 이용해 상호 연결이 이루어지는 컴퓨팅 환경을 유비쿼터스 컴퓨팅이라고 정의하고 있다<sup>1)2)</sup>. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 우리가 일 외의 대부분의 여가 시간을 보내는 홈 환경, 이동성, 자가 발전, 고정된 상호 작용 공간 등의 특성을 고려한 자동차에 기반을 둔 텔레매틱스, 여러 사람과 정보 공유

및 협업이 필요한 사무실 등 우리 일상생활 곳곳에서 활용될 수 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 기술<sup>3)4)5)6)</sup>은 크게 기반 기술, 하드웨어 기술, 통신 기술, 응용 개발 기술, 모바일 장치 기술 등으로 구분된다. 먼저 기반 기술은 사용자 인증 기술이나 보안 기술, 상황인식 기술 등과 같이 언제 어디서나 편리하고 안전하게 컴퓨터를 이용할 수 있는 기술들을 의미한다. 하드웨어 기술은 인간 중심의 비가시적인 입출력 장치 기술, 소형화(SoC) 기술, 저소비 전력 기술, 나노, 병렬등과 같은 고집적화 기술, 내장형 기술 등과 같이 극히 제한된 전력만으로 장시간 동작할 수 있으며 방대한 양의 데이터를 축적 및 처리하고 일상 사물과 환경 속에 내장하여 인간의 생활을 지원하고 개선해 줄 수 있는 기술들을 말한다. 통신 기술은 센서 네트워크, 근거

리 무선 통신 기술, 장치 접속 기술 등과 같이 셀 수 없이 무수히 많은 노드들을 가지고 있으며 수시로 나타나거나 축소되는 동적인 센서 네트워크를 관리할 수 있는 라우팅 기술을 의미한다. 마지막으로, 응용 개발 기술은 기반 기술, 하드웨어 기술, 통신 기술 등을 통해 학습하고, 계획하고, 판단할 수 있는 인공지능 기술과 JAVA, WAP, XML 등을 이용한 P2P 기술을 기반으로 사용자에게 다양한 응용 서비스를 제공하는 기술을 말한다.

본 연구에서는 특히 사용자가 필요로 하는 서비스를 제공하기 위해서는 일상생활 곳곳에 편재된 센서 및 컴퓨터들이 수집한 각종 환경 정보를 효과적으로 상호 공유하여 사용자 및 주변 환경의 컨텍스트(context)를 알아내는 상황인식 기술<sup>7)8)9)10)</sup>을 다루며, 이는 앞서 기술한 유비쿼터스 컴퓨팅 기술들 중에 기반 기술에 속한다. 상황인식 기술은 사용자를 중심으로 하는 주변 환경과 사용자 간 혹은 사용자와 장치간의 상호 운용성을 능동적, 자동적으로 선택하여 지원해 줌으로써 사용자로 하여금 정보 획득 및 실행을 보다 용이하도록 지원한다. 이러한 기술은 '일상 환경 속에 편재된 언제 어디서나 이용 가능한 컴퓨팅 환경'인 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 가장 중요한 핵심 기술 중에 하나이다.

본 연구에서는 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 상황인식을 지원하는 미들웨어를 설계 및 구현하였다. 이를 위해 상황인식 기반의 미들웨어는 블루투스(bluetooth) 무선 통신 기술<sup>11)12)13)</sup>을 이용하여 이동성을 지닌 이동 노드를 발견하고, 컨텍스트 서버에 등록하여 해당 컨텍스트에 적합한 실행 모듈을 서비스하는 기능을 담당한다. 또한 프로필을 지닌 이동노드가 미들웨어에 접근하면 미들웨어는 이동노드의 프로필을 이용하여 컨텍스트 서버에 접속한 후, 수행해야 할 상황 정보를 검색한다. 검색된

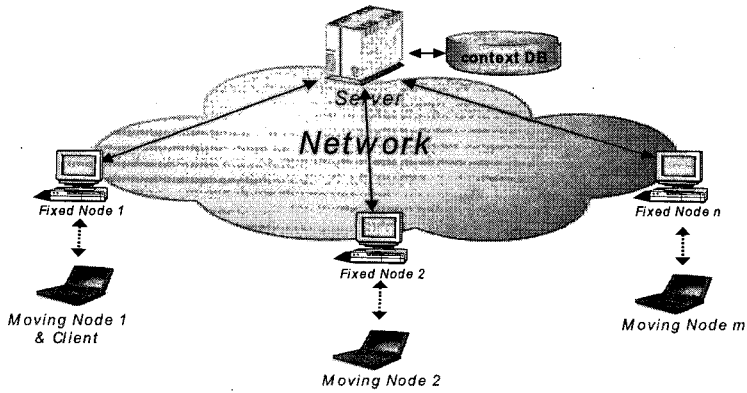
정보를 해당 미들웨어로 전달 한 후 주어진 상황에 적합한 서비스를 제공하는 응용 시스템을 통해서 제안하는 상황인식을 위한 미들웨어의 유용성을 보인다.

## 2. 방법

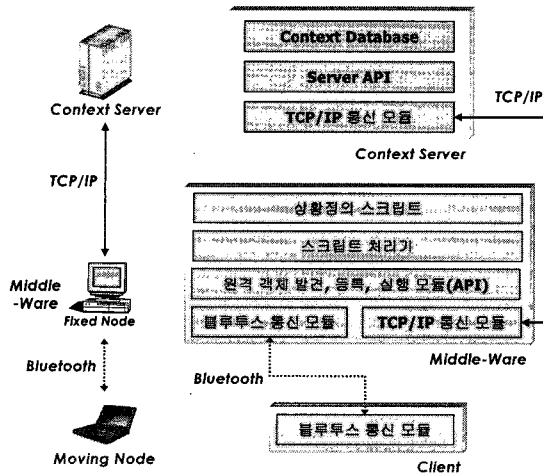
### 2.1 시스템 개요

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황인식 기술을 위한 제안하는 미들웨어에 대한 전체 시스템을 도식화하면 [그림 1]과 같다. 제안하는 시스템은 컨텍스트 데이터베이스를 관리하는 컨텍스트 서버(context server)와 일정영역의 이동노드를 담당하는 고정노드(fixed node)에 해당하는 미들웨어, 그리고 임베디드 이동 단말인 이동노드(moving node)로 구성된다. 서버와 고정노드 사이는 TCP/IP를 통한 유선 네트워크로 구성되어 있고, 고정노드와 이동노드 사이에는 무선 통신인 블루투스를 이용하여 서로의 데이터를 교환한다.

각각의 요소별 세부 컴포넌트 모듈을 살펴보면 다음과 같다. 미들웨어 역할을 담당하는 고정노드는 블루투스 장치를 사용하는 환경에서 상황인식 처리 기술을 위한 원격 객체 발견, 등록, 실행을 하는 모듈과 상황정의 스크립트 및 처리기로 구성되어 있으며, 아울러 원격 객체 정보와 컨텍스트 정보를 객체 데이터베이스와 컨텍스트 데이터베이스에 저장하고 검색할 수 있는 컨텍스트 서버로 구성된다. 이는 [그림 2]와 같다. 이동노드는 원격 객체(컨텍스트 객체)로서 고정노드와 블루투스 통신을 통하여 데이터를 교환하며, 미리 정의된 상황에 따라 미들웨어와 상호작용을 통해 내장된 프로그램이 실행되거나 지정된 처리를 수행하게 된다.



[그림 1] Overall system architecture for context-awareness



[그림 2] Software component modules

## 2.2 미들웨어의 기능

제안하는 상황인식 기술을 위한 컨텍스트 미들웨어는 전체적으로 [그림 3]과 같이 3 단계의 개념적인 계층으로 구성되며, 각각은 탐지 및 모니터링 계층, 상황인식 계층, 응용계층으로 구성된다.

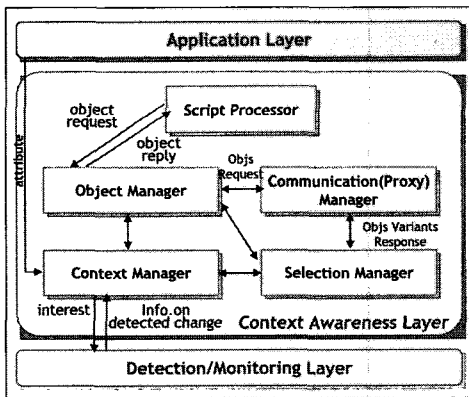
첫째, 탐지 및 모니터링 계층은 원격 객체의 위치정보나 응용 프로그램과 상호작용에 따른 이벤

트, 그리고 CPU 사용량, 메모리의 사용량, 가용한 대역폭, 블루투스 장치를 포함하여 장치에 관련된 이벤트 정보 등과 같은 컴퓨팅 자원이나 네트워크 상태를 모니터링 할 수 있는 기능을 담당하며, 이 계층에서는 응용에 따라 탐지 모듈의 유연한 형태를 가진다. 둘째, 상황인식(context awareness) 계층은 편재형 컴퓨팅을 위한 상황인식 처리 기술의 핵심 계층으로서 미들웨어 역할을 담당한다. 이 계

<표 1> Functionality of each manager in the middleware

Script Processor	응용 프로그램의 상황인식 정의 스크립트의 각 내용을 분석하여 규약에 명시된 역할을 수행하도록 한다.
Object Manager	각 응용 프로그램에서 현재 사용하고 있는 원격 객체(컨텍스트 객체)에 포함되어 있는 모든 정보를 위한 데이터 구조를 관리한다.
Context Manager	사용자의 취향, 이동 단말 기기의 성능, 현재 위치정보 등을 포함하고 있는 주어진 환경이나 상황에 대한 컨텍스트 정보를 관리한다.
Context Selection Manager	응용 프로그램을 통해 사용자에게 전송될 가장 유사한 조건에 부합되는 컨텍스트 정보를 선별한다.
Communication(Proxy) Manager	TCP/IP를 통하여 컨텍스트 서버와 통신을 담당하며, 예상하지 못한 네트워크의 장애로 인한 문제에 대비하여, 즉 재전송을 위해 일시적으로 내용을 보관하는 기능을 수행한다.

층은 크게 스크립트 처리기, 원격 객체 관리기, 컨텍스트 관리기, 컨텍스트 선택 관리기, 통신 프락시 관리기의 5 가지의 관리자로 구성된다. 각각의 역할을 간단히 기술하면 <표 1>과 같다. 마지막으로 응용 계층은 하부의 상황인식 계층인 미들웨어와 독립적으로 동작하면서 미들웨어의 응용 프로그래밍 인터페이스(API)를 통해 상황인식 처리 기술에 기반을 둔 다양한 응용 프로그램을 개발하기 위한 기능을 수행한다.



[그림 3] Three layered structure

상황인식 기술을 기반으로 제안하는 미들웨어(고정노드)와 컨텍스트 서버를 통해서 원격 객체 즉, 이동성을 지닌 이동노드를 블루투스 무선 통신을 이용하여 감지하고 감지된 이동노드에 대한 정보를 등록하며 아울러 감지된 상황 즉 컨텍스트에 적절한 서비스를 실행하는 과정은 다음 세 단계로 이루어진다. Figure 4는 원격 객체를 발견, 등록, 실행하는 과정을 도식화한 것이다.

- 단계 1 : 원격 객체의 발견  
원격 객체의 발견은 그림 9에서와 같이 이동노드는 블루투스 무선 통신을 위한 고정 노드와의 연결(connection)을 위해 접속 신호를 브로드캐스팅한다(❶). 해당 영역을 담당하고 있는 고정노드는 그 신호를 파악하고 접속을 수락(accept)한다(❷). 서로간의 접속이 맺어지면 이동노드는 고정노드에게 자신의 정보를 전달한다(❸).
- 단계 2 : 원격 객체의 등록  
원격 객체의 등록은 그림 9에서와 같이 원격 객체가 발견되어 원격 객체와 접속이 이루어지면, 원격 객체의 정보를 유선 네트워크인

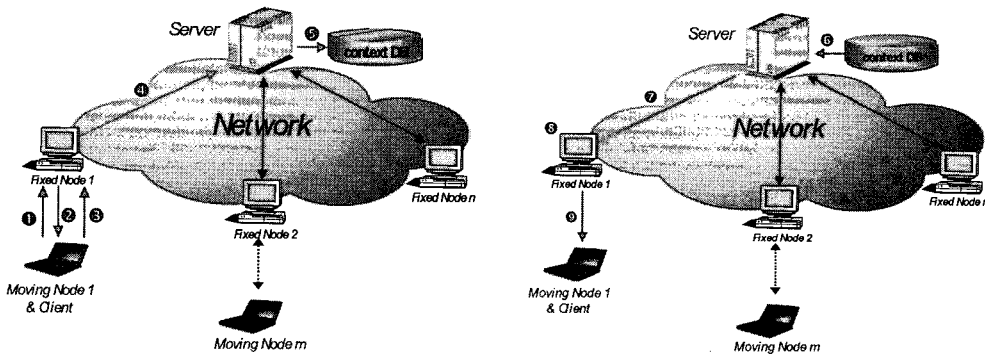
TCP/IP를 통해 서버로 전달하고(④), 전달받은 정보를 컨텍스트 데이터베이스에 저장한다(⑤).

- 단계 3 : 원격 객체의 실행(서비스)  
 원격 객체의 실행은 규격에 의해 정해진 것은 아니며, 응용에 따라서 처리과정이 달라질 수 있다. 원격 객체의 실행은 원격 객체의 발견과 등록이 완료된 상태라면 이동객체에 이동에 따른 변화되는 상황에 따라 컨텍스트 데이터베이스의 컨텍스트 정보를 서버를 통해 고정노드로 전송한다(⑥, ⑦). 고정노드는 컨텍스트 데이터를 바탕으로 상황에 알맞은 미리 정해진 처리를 실행하며(⑧), 이동노드가 실행해야 되는 것을 통지한다(⑨). 이동노드는 고정노드로부터 요청받은 처리를 실행하여 전체적인 상황인식 처리를 마무리한다.

### 2.3 이동 노드(클라이언트)의 기능

이동노드에서 수행되는 클라이언트의 구성 요소는 <표 2>와 같다. 블루투스 소켓 모듈은 미들웨어에 접속하기 위한 API와 미들웨어와 데이터를 주고받는 API로 나뉘어져 있으며, 그 중에서 미들웨어에 접속하기 위한 API는 [그림 5]와 [그림 6]과 같이 두 가지 방식으로 나뉘어져 있다.

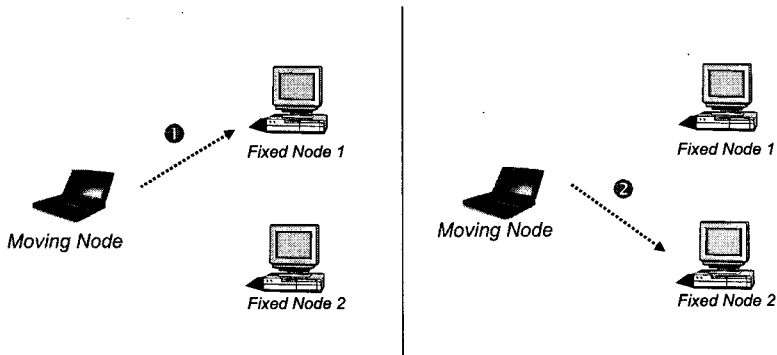
[그림 5]는 이동노드의 클라이언트가 각 고정노드에 대해서 순차적으로 접속 시도를 하는 방법이다. 이 방법은 각각의 노드에 순차적으로 접속 시도를 함으로써 이동노드의 전파가 닿는 고정노드가 있다면 그 중 하나가 이동노드의 접속 시도에 대해서 수락을 하여 양 노드간의 통신이 이루어지는 방법이다. 이 방법은 만약 전파가 닿지 않는 노드에 대해서 접속 시도를 하게 되면 커널 내부적으로 접속을 끝까지 수행하려는 시도 때문에 전파



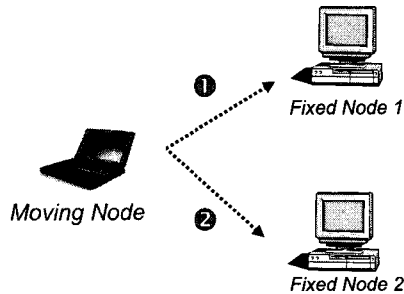
[그림 4] Detection, registration, and execution for a moving node

<표 2> Component module for moving node(client)

메인 모듈	이동노드의 클라이언트 시작 및 역할 블루투스 소켓의 준비
블루투스 소켓 모듈	미들웨어와의 블루투스 통신을 위한 소켓 라이브러리
환경 설정 모듈	설정 파일을 로딩하여 전역변수에 설정 값을 할당



[그림 5] Sequential scanning connection method



[그림 6] Concurrent connection method

가 닿지 않아 결과적으로 접속 시도 실패가 발생하려는 경우 그 다음 고정노드로 접속하기까지 시간 간격이 비교적 긴 편이다. 따라서 전파가 닿는 노드가 순차적으로 봤을 때 뒤에 위치하게 될 경우 이동노드와 고정노드 양 노드 간 접속에 있어서 시간이 많이 걸리는 단점이 있지만, 커널 내부적으로 블루투스 장치 자원 사용에 대해서 정상적으로 반환을 하기 때문에 블루투스 통신에 있어서 데이터의 전송과 수신이 안정적으로 이루어진다.

[그림 6]은 이동노드가 각 고정노드로 다중 스레드를 사용하여 동시에 접속 시도를 하는 방식으로 순차적 탐색 접속 방법에 비해서 그 접속 결과가 비교적 빨리 이루어지는 장점이 있다. 그러나 블루투스 장치 자원에 대해서 스레드가 동시에 경

쟁적으로 사용하므로 어느 한 스레드가 전파가 닿는 고정노드에 대해서 접속이 성공하였다 하더라도, 다른 스레드가 그 블루투스 장치 자원을 다른 고정노드에 대해서 여전히 접속 시도에 사용하고 있기 때문에 이미 접속된 양쪽 노드 간 통신에 대해서 불안정한 단점이 있다. 또한 그 불안정한 현상이 고정노드의 클라이언트 자체 프로세스에 영향을 미쳐서 커널 자체적으로 강제로 클라이언트 프로세스를 종료시키는 경우가 발생한다. 물론 블루투스 장치 자원에 대해서 뮤텁스(Mutex)나 세마포어(Semaphore)와 같은 동시성 제어 메커니즘을 사용할 수도 있지만, 그렇게 되면 결과적으로 동시에 쓰고 싶은 블루투스 자원에 대해서 하나의 스레드에 의해 잠금(Locking)이 되기 때문에 다른

스레드는 그 자원이 반환될 때까지 기다려야 하는 상황이 발생한다. 따라서 응용 시스템에서는 안정적인 동작을 위해 순차적 탐색 접속 방법을 사용한다.

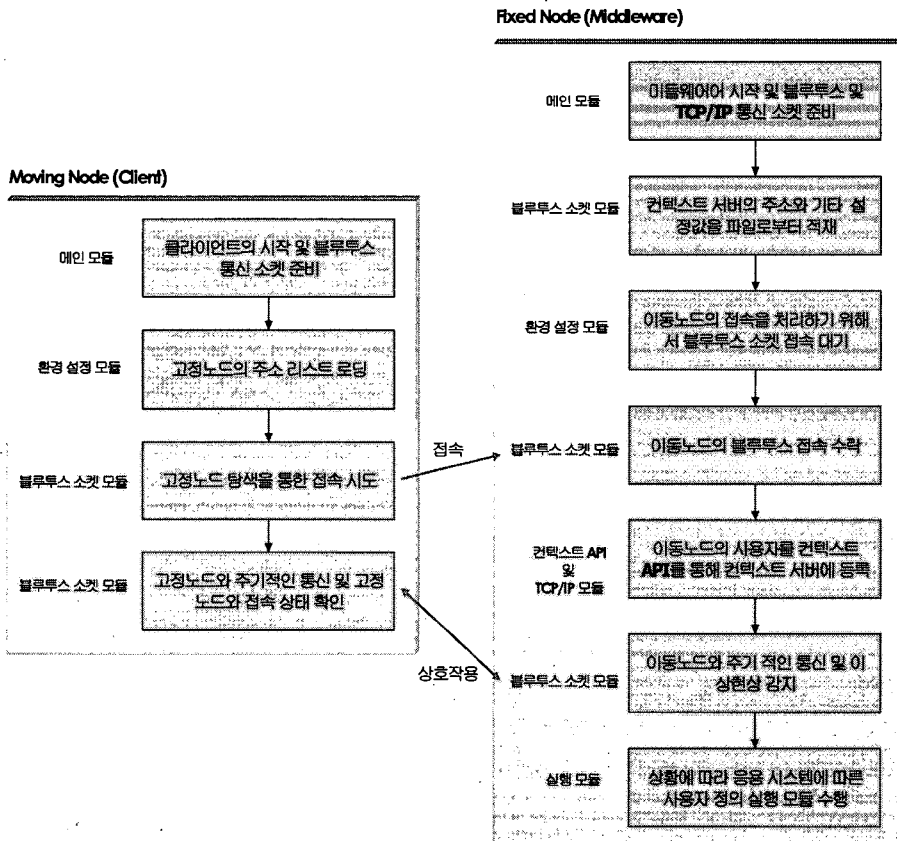
[그림 7]은 고정노드와 이동노드의 전체적인 수행 흐름을 보여준다. 고정노드의 미들웨어가 실행되어 이동노드의 블루투스 접속에 대해서 수락할 준비가 되어 있는 상태가 되면 이동노드는 각 고정노드 리스트를 가지고 각 고정노드에 대해서 접속 시도를 한다. 고정노드의 접속 신호에 대해서 전파가 닿아 그 신호를 수락할 수 있는 고정노드가 있으면, 고정노드는 접속 신호를 수락하여 양쪽

노드가 연결되고 컨텍스트 서버 측으로 이동노드를 등록한다. 이후에 양쪽 노드 간 주기적인 통신을 통하여 접속 상태에 대해서 확인을 하며 상황에 따라 적절한 조치를 취하게 된다.

### 3. 결과

#### 3.1 구현 환경

상황인식을 지원하는 제안하는 미들웨어의 구현 환경은 64MB의 메모리를 탑재한 시스템 클럭



[그림 7] Overall process between moving node and fixed node(middleware)

866Mhz 펜티엄 3 시스템, 운영체제는 Redhat Linux 7.3 (kernel verion 2.4.20)을 이용하였으며, 블루투스 통신을 위한 장치 드라이버 및 프로토콜 스택은 affix 2.0.2, 컴파일러로는 GCC 2.95.4를 사용하였다.

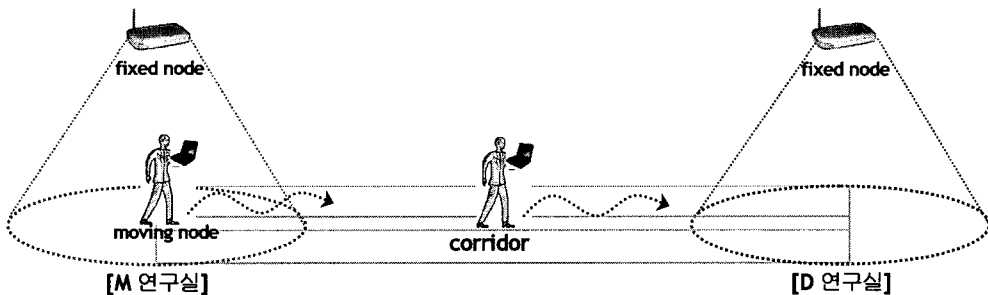
### 3.2 응용 서비스

본 연구에서는 제안하는 미들웨어의 유용성을 검증하기 위해 상황인식 기반 음악 재생 서비스를 제공하는 응용 시스템을 구축하였다. 사용자는 하나의 이동노드를 소유하고 있으며, 사용자의 위치에 따라 고정노드는 사용자의 접근을 감지해 사용자에 대해 미리 정의해둔 음악을 연주하는 역할을 수행한다. 이 때, 음악은 사용자별로 서로 다르게 정의되어 있으며 같은 사용자에 대해서도 오전, 오후, 야간과 같은 시간대에 따라 다른 곡이 정의되어 있다. 따라서 응용 시스템은 각 사용자에 따라 정의된 음악을 연주함에 있어서 사용자 1이 장소 A에서 장소 B로 이동한다고 가정할 때, 장소 A에서 사용자 1를 위한 음악이 연주되고 있다면, 사용자 1이 장소 B로 옮겨감에 따라 장소 A의 음악이 정지되고 장소 B에서 사용자 1 음악이 연주되게 된다. 한편, 고정노드는 사용자를 구분하여 사용자에 따른 미리 정의된 음악을 연주하며, 사용자가

고정노드 영역에 들어온 시각을 파악하여 시간대에 따라 정의된 음악을 연주하게 된다.

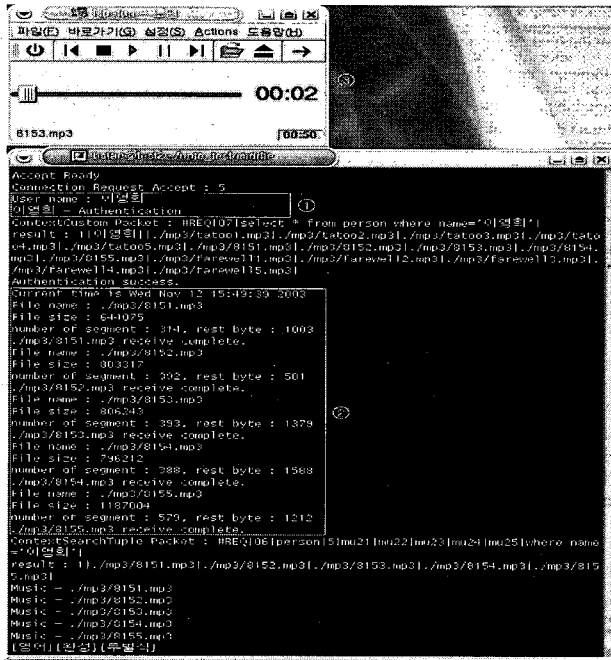
구축된 응용 시스템이 정상적으로 동작하는지 검증하였다. 검증 항목은 이동노드를 소유한 사용자가 고정노드로 접근하거나 멀어질 때, 각각 다른 사용자가 고정노드에 접근할 때 미들웨어의 동작, 사용자가 고정노드에 접근할 때 시간대별 미들웨어의 수행동작 등 다양한 항목들이 있지만, 본 연구에서는 단지 이동노드를 소유한 사용자가 고정노드로 접근할 때와 다른 고정노드로 멀어져 갈때에 대한 검증에 대해서만 언급한다. [그림 8]은 응용 시스템의 검증 환경을 보여준다. 검증을 위한 장소로는 학교 내의 'D 연구실'과 'M 연구실'을 이용했으며, 각 장소에는 블루투스 이동노드를 감지할 수 있는 고정노드가 설치되어 있다. 두 장소간 거리는 직선거리로 약 60m 가량으로서 복도로 연결되어 있다. 사용자는 이동노드를 가지고 'D 연구실'에서 'M 연구실'로 이동하거나 'M 연구실'에서 'D 연구실'로 이동하여 각각의 상황에 대해서 정상적으로 동작하는지를 검증하였다.

[그림 9]는 이동노드를 소유한 사용자가 고정노드로 접근했을 때의 동작 화면을 캡처한 것이다. [그림 9]의 ①은 사용자 접근 감지와 함께 사용자



[그림 8] Testing environment for application system





[그림 9] System execution window in case of accessing to fixed node

의 이름을 이동노드로부터 획득한 모습이고, 아울러 인증절차를 수행하는 것을 확인할 수 있다. 인증절차가 끝나게 되면 사용자에 따라 정의된 음악을 검색하고 난 후, ②의 모습과 같이 시각에 따른 음악을 서버로부터 다운로드 받는다. 다운로드가 완료되는 시점에서 ③과 같은 사운드 플레이어가 수행되어 음악이 연주되는 것을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결론

최근 하드웨어 기술 발전에 따라서 PDA나 스마트폰과 같은 휴대용 기기와 Bluetooth, IEEE 1394, IEEE 802.11b 등과 같은 통신기술이 대중화되었다. 이에 따라 사람을 포함한 현실 공간에 존재하는 모든 대상을 기능적, 공간적으로 연결해

사용자에게 필요한 정보나 서비스를 즉시에 제공할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅시대가 도래하고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅에 있어서 사용자가 필요로 하는 서비스를 제공하기 위해서는 도처에 편재된 센서 및 컴퓨터들이 수집한 각종 환경정보를 효과적으로 상호 공유하여 사용자 및 주변 환경의 컨텍스트를 알아내는 상황인식 처리 기술이 요구된다. 이러한 상황인식 처리 기술은 사용자를 중심으로 상황을 파악해 사용자에게 알맞은 서비스를 선택하여 지원해 줌으로써, 사용자로 하여금 정보를 보다 용이하도록 지원한다.

본 연구에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황인식을 효율적으로 지원해 줄 수 있는 블루투스 기반 컨텍스트 미들웨어를 개발하였다. 상황인식 기반의 미들웨어는 블루투스(Bluetooth) 무선 통신 기술을 이용하여 이동성을 지닌 이동노드를 발

견하고, 컨텍스트 서버에 등록하며 해당 컨텍스트에 적합한 실행 모듈을 서비스하도록 설계하였다. 아울러 제안하는 미들웨어를 기반으로 전체적인 시스템의 동작을 검증하기 위해 음악 재생 서비스를 제공하는 응용 시스템을 구축하였다. 응용 시스템은 사용자의 프로필을 지닌 이동노드가 고정노드에 접근하면 미들웨어는 이동노드의 프로필을 컨텍스트 서버에 전송하여서 컨텍스트를 검색하고, 해당 자료를 전송받아 해당 미들웨어에서 알맞은 모듈을 실행함으로써 상황 인식에 따른 사용자에 따른 알맞은 서비스를 수행함으로써 전체적인 시스템이 사용자 개개인에 대해서 정상적으로 상황 인식을 하며 동작함을 확인 할 수 있었다. 또한 모듈식으로 각각의 컴포넌트가 구성되어 있어서 향후 각각의 통신 모듈 및 DBMS의 모듈을 선택 및 교체함으로써 응용 시스템의 특성에 맞는 범용적인 시스템을 구축하기에 용이하게 하였다.

## 참고문헌

- [1] M. Weiser, Ubiquitous Computing, <http://www.ubiqa.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>.
- [2] M. Weiser, Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing, *Communications of the ACM* 1993; 36(7): 75-84.
- [3] 김완석 외7명, 유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 인프라 그리고 전망, 한국정보처리학회 유비쿼터스 컴퓨팅 특집 2003, 10(4).
- [4] Jini Network Technology, <http://www.sun.com/software/jini>.
- [5] 윤희용, 유비쿼터스 컴퓨팅 미들웨어 기술, *대한전자공학회지* 2003; 30(11).
- [6] G. Banavar, A. Bernstein, Issues and challenges in ubiquitous computing: Software infrastructure and design challenges for ubiquitous computing applications, *Communication of ACM* 2002.
- [7] C. D. Kidd, R. Orr, G. D. Abowd, C. G. Atkeson, I. A. Essa, B. MacIntyre, E. Mynatt, T. E. Starner and W. Newstetter, The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research, *Proc. of the 2nd Int'l. Workshop on Cooperative Buildings* 1999.
- [8] P. Couderc, A. M. Kermarrec, Improving Level of Service for Mobile Users Using Context-Awareness, *18th IEEE Symposium on Reliable Distributed Systems* 1999: 24-33.
- [9] A. Harter, A. Hopper, P. Steggle, A. Ward, P. Webster, The anatomy of a Context-aware application, *Wireless Networks* 2002: 8(2): 187-197.
- [10] K. Cheverst, N. Davies, K. Mitchell, A. Friday, Experiences of developing and deploying a context-aware tourist guide: the GUIDE project, *Proceedings of the sixth annual international conference on Mobile computing and networking* 2000: 20-31.
- [11] Bluetooth Version 1.1 Profile, <http://www.bluetooth.com>.
- [12] J. Bray, C. F. Sturman, Bluetooth : Connect Without Cables, 홍릉과학출판사 2001.
- [13] Affix : Bluetooth Protocol Stack for Linux, <http://affix.sourceforge.net>.

Abstract

## Development of a Context Middleware supporting Context-Awareness in Ubiquitous Computing Environment

Choon-Bo Shim\* · Yong-Won Shin\*\*

Adaptive services need to become as mobile as their users and be extended to take advantage of the constantly changing context in which they are accessed. Context-awareness is a technology to facilitate information acquisition and execution by supporting interoperability between users and devices based on users' context. The objective of this study is to develop a middleware for dealing with context-awareness in ubiquitous computing. To achieve it, our middleware plays an important role in recognizing a moving node with mobility by using a bluetooth wireless communication technology as well as in executing an appropriate execution module according to the context acquired from a context server. In addition, for verifying the usefulness of the proposed middleware, we develop an application system which provides a music playing service based on context information by using our context middleware.

**Key words** : Ubiquitous Computing, Context-Awareness, Context Middleware

---

\* School of Computer Information Engineering, Suncheon University

\*\* Dept. of Hospital Management, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan