

## 유비쿼터스 네트워크 기반 서비스 기술

김 성 희, 김 재 호, 배 정 숙, 김 대 식

한국전자통신연구원 이동통신연구소

### I. 서 론

컴퓨터화의 새로운 패러다임으로 등장한 유비쿼터스화는 유비쿼터스 컴퓨팅과 유비쿼터스 네트워크를 기반으로 물리공간을 지능화함과 동시에 물리공간에 펼쳐진 각종 사물들을 네트워크로 연결시키려는 노력으로 정의할 수 있다.

유비쿼터스 네트워크는 초고속 인터넷을 비롯한 IP 기반 유선 네트워크, 이동통신 네트워크, 무선 근거리 네트워크 등의 기존 네트워크에 개인 사용자 환경을 중심으로 하는 무선 개인화 네트워크 및 사람과 사물, 사물과 사물간 통신을 실현할 수 있게 하는 센서 네트워크와 향후에 등장할 새로운 네트워크들이 하나로 연동되며, 생활 주변의 단말과 디바이스 및 가전기기들이 자유롭게 연결되어 활용될 수 있는 네트워크이다. 즉, 모든 물건에 컴퓨팅 기능과 통신 기능을 부가하여 사물과 사람의 위치와 공간 정보, 그리고 속성 정보를 파악하게 함으로써, 인간의 생활에 협조적인 기능을 제공하는 센서 네트워크가 모든 정보 기기와 함께 네트워크 상에 있는 서버에 항상 접속되어, 기기의 제어는 물론 원하는 서비스를 언제든지 받을 수 있는 환경을 제공한다. 또한, 대규모 협조 분산 시스템에 의해 세상의 모든 기기와 사람을 하나의 네트워크로 연결함으로써, 언제, 어디서나, 그리고 누구든, 이동 중에도 끊임없이 네트워크에 연결되어 대용량의 통신망을 사용할 수 있고, 낮은 요금으로 통신할 수 있으며, 상황 인식(context awareness) 기능을 보유하고 있어서, 긴급 상황에도 네트워크 스스로

가 자율적으로 대처하는 지능적인 서비스를 제공한다<sup>[20]</sup>.

유비쿼터스 네트워크에서의 서비스는 음성, 텍스트, 멀티미디어 서비스의 고도화에 이어 일상 곳곳에 편재된 센서 및 컴퓨터들이 수집한 각종 환경 정보를 효과적으로 상호 공유하여 사용자 및 주변 환경의 상황(context)을 알아내고 그에 맞는 다양한 정보에 근거하여 자발적으로 서비스를 제공하는 상황 인식(context-aware) 특징을 가지게 될 것이다. 이러한 상황 인식 서비스를 가능하게 위해서는 사용자 및 사물 등의 객체를 인식하고, 이들의 현 상태에 따른 상황 정보를 수집하여 서비스에 적용하는 기술 등이 필수적이다.

본 고에서는 먼저, 유비쿼터스 네트워크의 구조 및 특징을 살펴보고, 유비쿼터스 서비스의 특징과 이를 실현하기 위한 필수 기술들과 유비쿼터스 서비스의 적용 분야를 기술한다. 또한, 상황 인식 서비스 분야 중 가장 중점적으로 연구되고 있는 위치 기반 서비스를 실현하기 위한 위치 인식 기술들을 분석한다.

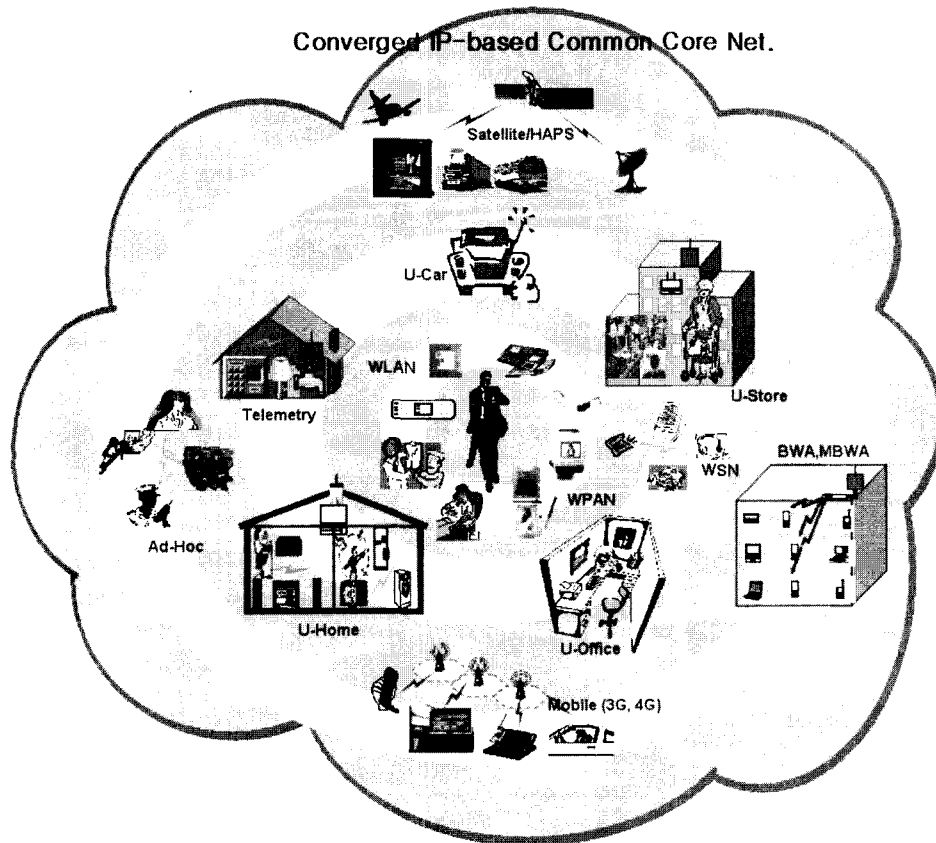
### II. 유비쿼터스 네트워크 특징

유비쿼터스 네트워크는 IP 기반 유선 네트워크, 이동통신 네트워크, 무선 근거리 네트워크, 센서 네트워크, Ad-hoc 네트워크 등과 같은 기존 네트워크와 향후에 등장할 4세대 이동통신, 유무선 통합망 등이 하나로 연결되고 연동되며,

생활 주변의 단말과 디바이스 및 가전기기들이 자유롭게 연결되어 활용될 수 있는 네트워크이다. 즉, 특정 서비스 및 접속기술을 가지는 네트워크가 아니라 향후 유비쿼터스 시대에 요구되는 개념적인 네트워크이다. <그림 1>은 유비쿼터스 네트워크 모델을 나타낸 것이다.

유비쿼터스 네트워크가 기존 네트워크와 구별되는 특징은 다음과 같다. 첫째, 유비쿼터스 네트워크에서는 PC, 노트북, 휴대폰 등 기존 통신단말뿐만 아니라, TV나 냉장고 등과 같은 가전 기기, 나아가서는 가구, 생활용품, 자동차, 로봇, 동물 등 주변의 모든 사물과 객체가 네트워크에 연결된다. 둘째, 기존의 정보통신망에서는 통신 주체가 사람인 Client-to-Server 또는 Peer-to-Peer 형태의 서비스 및 커뮤니케이션이 이루어

졌지만, 유비쿼터스 네트워크 환경에서는 통신 주체가 사람이나 사물에 부착된 기기들로 변화하여 Thing-to-Thing 형태의 커뮤니케이션이 등장한다. 셋째, 현재 인터넷의 확산과 인터넷 중심의 컨버전스로 모든 네트워크가 인터넷으로 연결되고 있지만, 이러한 연결은 이중 네트워크들 간의 물리적인 연결일 뿐 이중 네트워크를 이동하는 사용자에게 끊임없는 네트워크 접속서비스를 제공하지 못하고 있다. 유비쿼터스 네트워크에서는 다양한 네트워크를 언제, 어디에서나 접속하고, 끊임없는 서비스를 제공 받을 수 있다. 또한, 유비쿼터스 네트워크 환경에서 사용자는 스트레스를 받지 않고 가용한 사용자의 환경에 맞게 단말, 네트워크, 서비스 등을 적절하게 조합하여 사용할 수 있게 된다. 넷째, 개인이 일반적으로 이



<그림 1> 유비쿼터스 네트워크 모델

용하는 무선 서비스 및 콘텐츠가 점차 멀티미디어화, 대용량화 되고 있으며, 이러한 요구사항에 부합하기 위해 무선접속 네트워크 또한 고속화 대용량화 되고 있다. 유비쿼터스 네트워크에서는 무선접속 네트워크뿐만 아니라 백본 네트워크도 고속화 대용량화 되어 누구나가 언제나 원하는 시간에 네트워크 서비스 및 콘텐츠를 이용할 수 있는 환경을 제공한다. 마지막으로 인터넷을 중심으로 사이버 공간이 형성됨에 따라 온라인 상에서 비즈니스 및 전자 상거래, 전자 결제 등이 활발히 이루어지고 있지만, TCP/IP 기반의 인터넷은 기본적으로 보안 기능이 미흡하다. 유비쿼터스 네트워크는 네트워크의 신뢰성이 향상되고 사용자의 인증 및 데이터 보호가 강력히 이루어져 사용자가 안심하고 사용할 수 있는 네트워크를 제공한다.

### III. 유비쿼터스 서비스 기술 및 응용 분야

유비쿼터스 서비스는 유비쿼터스 상황에 따라 필요한 행위까지 사물이나 컴퓨터가 지능적으로 수행하고 사용자 욕구에 가장 근접한 신선한 정보 제공에 초점을 두는 컨시어지(concierge)형 서비스가 주류를 이루게 될 것이다<sup>[21]</sup>. 유비쿼터스 서비스는 크게 사물이나 시스템의 지능화 수준에 따라 단계별로 다음과 같이 5가지 형태로 나눌 수 있다.

- ‘u-커뮤니케이션 서비스’: 광대역망, 모바일 네트워크, 초고속무선랜, IPv6 등을 결합한 유비쿼터스 네트워크를 단순히 전송로로 활용하는 서비스
- ‘u-정보제공 서비스’: 사용자의 요구가 있을 때마다 실시간으로 원하는 정보를 검색, 추적하여 제공하는 서비스
- ‘u-상황고지 서비스’: 사용자가 지시한 내용에 따라 센서나 태그 등이 상황을 스스로 파악해 원하는 정보를 알아서 제공하는 서비스

- ‘u-행위제안 서비스’: 사용자의 요구를 추측해 필요한 행위정보나 조치를 미리 사용자에게 제안하는 서비스
- ‘u-지능형 서비스’: 완전히 자동화된 스마트한 서비스로서 문제 상황을 지능적으로 파악하고 여기에 필요한 행위를 스스로 수행하는 서비스

결국 최종 단계의 유비쿼터스 서비스는 유비쿼터스 네트워크 환경에서 일상 곳곳에 편재된 센서 및 컴퓨터들이 수집한 각종 환경 정보를 효과적으로 상호 공유하여 사용자 및 주변 환경의 상황(context)를 알아내고 그에 맞는 다양한 정보에 근거하여 자발적으로 서비스를 제공하는 상황 인식(context-aware) 서비스가 되는 것이다.

유비쿼터스 환경에서 상황(context) 정보는 서비스 제공 시점에 얻어낼 수 있는 객체 식별 정보, 객체의 위치, 이동 속도 등과 관련된 공간 정보, 시간 정보, 기온, 기압, 빛, 소음 등과 관련된 환경 정보, 가까이 있는 객체들을 알리는 사회적 위치 정보, 이용할 수 있는 장치 관련 정보, 배터리, 대역폭 등과 관련된 자원 활용도 정보, 인간 객체의 혈압, 체온, 음성 등과 관련된 생리학 정보, 인간 객체의 활동 상태 정보, 스케줄 정보 등이 될 수 있다.

유비쿼터스 네트워크 환경에서 이러한 상황 정보를 서비스에 활용하는 상황 인식 서비스를 위해서는 사람이나 사물 등의 객체에 대한 인식 기술, 인식된 객체들을 위한 현 상태에 따른 상황 정보를 수집하여 서비스에 적용하는 기술 등이 필수적이다. 현재 객체 인식을 위해서 RFID나 생체 인식을 이용한 기술들이 연구되고 있고, 상황 정보 중 위치 정보를 기반으로 하는 상황 인식 서비스에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 상태이다. 또한, 네트워크에 편재된 지능형 센서 단말들이 수집하는 다양한 상황 정보를 인식하여 서비스에 적용하기 위한 센서 네트워크 기반 서비스에 대한 연구들이 진행되고 있다.

다음 세부 절에서 이 중 객체 인식 기술과 센서 네트워크 기반 상황 인식 서비스 기술과, 유비

쿼터스 서비스의 적용 분야를 정리한다. 그리고, IV장에서 상황 인식 서비스 분야 중 가장 중점적으로 연구되고 있는 위치 기반 서비스를 실현하기 위한 위치 인식 기술들을 정리한다.

### 1. 객체 인식 서비스

상황 인식 서비스를 위한 가장 기본적인 정보는 객체의 식별로 얻어진다. RFID 기술은 저렴하고 무선으로 객체를 식별할 수 있어 유비쿼터스 네트워크의 기반 기술로 주목받고 있다. RFID 기반 서비스를 위한 일반적인 시스템 구조는 <그림 2>와 같다. RFID 태그는 사람, 동물, 차량, 상품 등에 부착되며 유일한 식별자와 소량의 데이터 정보를 저장하고 있다. RFID 리더는 안테나를 통해 RFID 태그의 정보를 읽거나 쓰는 기능을 수행한다. 데이터 처리 시스템은 RFID 리더로부터 수신한 식별자 및 데이터를 응용 서비스에 적합하게 처리 및 관리한다.

기존의 RFID 기반 서비스는 단순히 출입통제, 주차관리, 물류관리, 동물 추적 등에 활용되어 왔다. 하지만, 유비쿼터스 네트워크 환경에서는 RFID 태그도 통신단말화, 스마트화 되고, 네트워크에 연결 됨으로써 다양한 서비스가 등장하게 될 것이다. 물리공간의 모든 객체가 RFID를 가지고 네트워크로 연결되어 정보를 교환하고 집합적인 상황을 인지하여 자발적으로 서비스를 제공할 수 있게 된다. 예를 들면, 의류에 부착된 RFID 태그를 이용하여 스마트 세탁기는 의류의 소재 및 세탁방법 색깔 등을 네트워크에 접속하여 정

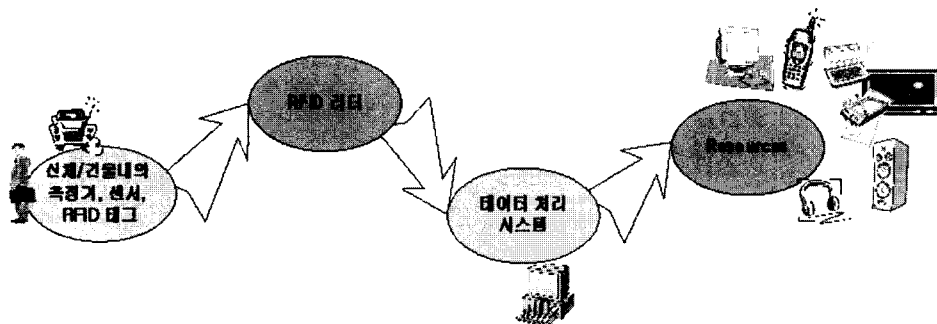
보를 얻거나 RFID 태그로부터 직접 읽어 최적의 세탁 코스를 자동으로 선택하는 u-지능형 서비스를 제공할 수 있다.

### 2. 사용자 인식 서비스

정보화와 더불어 전자상거래가 급증하면서 정확한 사용자 인식이 요구되고 있다. 일반적으로, 보안 목적으로 이용되는 사용자 인식 방법은 다음과 같은 네 가지 방법이 있다. 첫째 방법은 소유물에 의한 것으로 토큰, 카드 혹은 키에 의해 인식되는 과정이다. 두번째는 가입자의 지식에 기반한 방법으로 비밀번호 혹은 PIN 등에 의존하는 경우이다. 세번째 방법은 가입자의 생체정보를 이용한 방법이다. 그리고, 마지막 방법은 여러 방법들을 목적에 맞게 조합하는 방법이다. 향후 유비쿼터스 네트워크 환경에서는 RFID 태그 또는 스마크 카드 등에 사용자의 생체정보를 저장하여 사용자를 인식하는 생체인식 시스템이 사용될 것이다.

모든 생체 인식 시스템은 대부분 거의 비슷한 운영 절차 즉, 등록(Enrollment)과 인식(Verification)이라는 과정을 가지고 있다. 생체 인식 시스템은 추후 본인 여부를 확인하기 위해 등록 과정 동안 템플릿(Template)을 생성하고 이를 비교 과정에서 이용하게 된다.

현재 생체인식 기술 자체의 진보와 주변 기술의 발전, 인프라 구축, 편리성 등으로 인한 요구사항의 급증으로 인해 시장 규모와 응용 분야가 날로 커져가고 있다. 기존의 도어락과 같은 물리



<그림 2> RFID 기반 서비스 모델

적 접근제어 분야에서 최근에는 컴퓨터 및 통신 부분에 적용 비율이 급속하게 증가하고 있다.

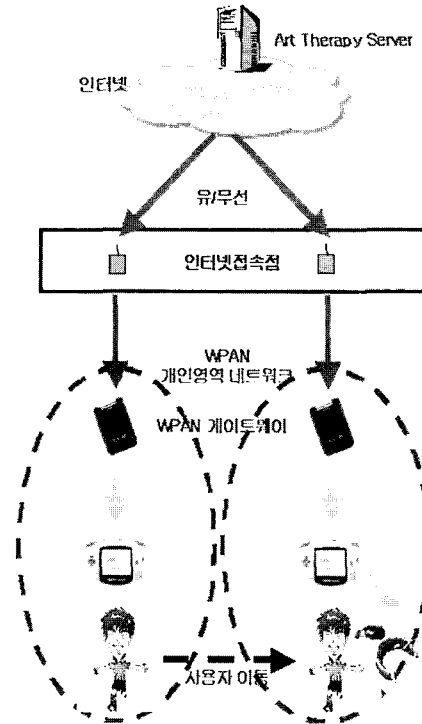
3. 센서 네트워크 기반 상황 인식 서비스 기술

상황 인식을 특징으로 하는 유비쿼터스 서비스는 사용자 또는 단말을 중심으로 서비스의 특성에 따라 실시간적으로 구축되는 센서 네트워크를 기반으로 제공될 것으로 판단된다<sup>[22]</sup>. 센서 네트워크를 이루는 각각의 센서 노드들은 컴퓨팅 능력이 부여되는 자율형 컴퓨팅 단말(CPU + 통신 기능 + 센서)로 서비스의 특성에 따른 이동 사용자나 환경에 대한 상황 탐지와 상황 적응 및 공유 기능을 가진다.

서비스별 특성에 따른 상황을 감지할 수 있는 센서 노드들 간에는 서비스 특성 및 에너지 효율성 그리고 위치를 기반으로 형성된 동적 상황 정보에 따라 경로가 설정된다. 센서가 감지한 실시간 상황 탐지 정보는 서비스 특성에 따라 사용자의 요청 또는, 센서 노드의 자발적인 판단에 의하여 근거리 무선 통신을 통하여 유통된다. 다른 센서 노드로부터 상황 정보를 수신한 임의의 센서 노드는 해당 정보에 근거하여 자신이 가지고 있는 상황 정보를 가공할 수도 있다. 특히, 가공된 상황 인식 정보는 다양한 유·무선 접속 게이트웨이를 통해 인터넷으로 유통됨으로써 서비스의 특성이나 해당 시점에 가장 최적화된 상황 인식 서비스가 가능해질 수 있다.

센서 네트워크를 기반으로 제공될 수 있는 상황 인식 서비스의 대표적 사례로 유비쿼터스 헬스케어 서비스가 있다. 유비쿼터스 헬스케어 서비스에서는 사용자가 인지하지 못하는 상태에서 생체 상태를 감지하여 계측하는 센서 기술과, 계측된 생체 상태 정보와 치료 처방 관리 데이터베이스를 활용하여 치료 처방이나 약물 투약 사항 등에 관련된 내용을 결정할 수 있는 추론 기능을 갖춘 지능형 에이전트 기술이 필요로 된다.

다음 <그림 3>은 유비쿼터스 헬스케어 서비스의 한 사례인 art therapy를 위한 서비스 모델을 보여준다. Art therapy 서비스는 사용자의 생리적 상태를 센서를 활용하여 측정하고 그 측



<그림 3> Art Therapy 서비스 모델

정된 데이터에 따라 사용자의 정신적/신체적 상태를 추정하고 그에 따라 치료용 음악과 그림을 제공함으로써 치료 효과를 주게 된다.

<그림 3>의 서비스 모델에서 art therapy 서비스는 다음과 같이 이루어진다. 사용자 ID를 가진 사용자가 치료용 장치에 접근하여 사용자를 인식함에 따라, ID를 통해 사용자를 인식하고, 센서를 이용하여 사용자의 생리적 상태정보를 수집한 후, 지능을 가진 에이전트가 정신적/신체적 상태를 추정하여, 그에 맞는 치료 음악/그림을 제공한다.

4. 유비쿼터스 서비스 활용 분야

u-커뮤니케이션, u-정보제공, u-상황고지, u-행위제안, u-지능형 서비스 등의 유비쿼터스 서비스는 각종 유비쿼터스 인프라 및 관련 기기 및 콘텐츠 개발 등과 연계되어 국가/사회/개인 생활에 전반적으로 다양한 분야에 활용될 수 있다.

- 의료 복지: 유비쿼터스 헬스 케어 서비스, 원격 의료 서비스, 장애인 보조 서비스
- 교통 이동: 유비쿼터스 ITS
- 물류 유통: 사용자 위치 기반 택배 서비스
- 인재 육성: 원격 교육 서비스
- 환경 관리: 환경 및 생태계 텔레미터링 서비스, 환경 예측 서비스, 리사이클링 관리 서비스
- 재난 관리: 대규모 환경 재해 예측 및 관리 서비스, 홈 및 오피스 관련 보안 서비스
- 국방: 생화학전 감지 서비스, 정찰 및 감시 서비스
- 생산: 공장 관리 서비스, 제품 품질 관리 서비스

#### IV. 유비쿼터스 위치기반 서비스(u-LBS) 및 기술

주로 GPS나 이동통신망을 이용한 위치기반 서비스로는 크게 공공 안전 서비스, 위치추적 서비스, 항법 서비스, 정보제공 서비스 등이 있다. 공공안전 서비스는 현재에도 유선망을 이용하여 경찰청이나 소방본부에서 발신자의 위치를 기반으로 한 신고접수 및 처리를 하고 있다. 이러한

서비스가 앞으로는 이동통신 영역으로 확대되어 긴급 구조, 재난재해 처리 등을 보다 효율적으로 실현할 것이다. 위치추적서비스는 친구찾기, 미아 방지나 노약자 보호서비스, 물류분야에서도 사용될 수 있다. 항법서비스는 기존의 고정적 차량항법시스템과는 달리 차량뿐만 아니라 개인 보행자까지 서비스 범위를 확장시킴으로써 휴대형 서비스라는 차별성을 가지고 있다. 정보제공 서비스는 사용자 위치를 기반으로 사용자 주위의 은행, 편의점, 식당 등의 전화번호나 생활에 유용한 부가적인 정보를 결합하여 제공하는 형태이다<sup>[3]</sup>.

실내나 음영지역에서도 위치인식이 가능하고 비교적 좁은 영역에서 수십 cm 이내의 정밀도를 요구하는 위치인식 서비스는 물류 자동화, 보안, 산업 자동화 및 제어를 위한 무선 센서 네트워크, 건물 자동화, 로봇 공학, 어린이 보호, 전투 중 군인의 위치인식, 진화 중에 고립되거나 실종된 소방관의 구출, 의료 분야 등 다양한 분야에서 응용이 가능하다. <표 1>은 다양한 위치인식 응용 분야와 각 응용에 대해 위치인식과 통신 기능의 필요성을 나타내고 있다<sup>[4]</sup>.

의료분야의 경우 비품 또는 의료진이나 환자의 위치를 찾고자 할 때, 환자의 현재 상태를 나타내는 전자 의료기록을 자동으로 갱신할 때, 의료 장비를 찾거나 현재 상태를 모니터링 할 때 위치인

<표 1> 위치인식 응용분야

위치인식 응용	위치 탐색	저속 통신	통신
Healthcare-inventory tracking	매우 중요	중요	Nice to have
Healthcare-people tracking	매우 중요	중요	Nice to have
Workforce-people tracking	매우 중요	중요	중요하지 않음
Warehouse management	매우 중요	Nice to have	상관없음
Supply chain management	매우 중요	Nice to have	Nice to have
Building automation	중요	매우 중요	매우 중요
Retail store customer tracking	매우 중요	중요하지 않음	중요하지 않음
Theme park tracking	매우 중요	상관없음	상관없음
Document tracking	매우 중요	상관없음	상관없음
Inventory management	매우 중요	중요하지 않음	상관없음

식과 통신 기능이 필요하다. 창고 및 재고 관리분야에서는 운송 및 배달 시각 아이টে에 부착된 라벨에 의해 자동으로 작하목록을 작성하고, 상자나 컨테이너 안의 물건을 찾을 때 위치인식이 필요하며 저속의 통신기능이 제공되면 편리하다. 물류 관리 및 서류배달 등의 개별 배송 시스템의 경우에도 위치정보를 활용하여 최적의 물류를 실현할 수 있다. 보안 분야에서는 운전자가 특정 영역 내로 들어오면 자동차 잠금을 해제하거나, 물건 판매 시 정확한 위치에 기반한 인증을 실행하거나 어린이의 안전과 미아방지 또는 원격 도난 방지를 위해 위치인식이 필요하며 이 경우 통신기능은 별로 중요하지 않다. 건물 자동화 분야에서 각종 제어 장치의 배선을 무선으로 대체하고, 사람이 방이나 사무실 내에서 이동할 때 각종 장치들을 자동으로 동작시킬 수 있도록 위치인식과 통신기능이 필요하다. 최근 IEEE 802.15.3a 표준화 단체에서는 홈씨어터나 휴대형 기기 등의 가전제품이 위치인식 요구사항을 만족하도록 규정하고 있으며, 이러한 가전제품은 위치인식을 위해 10m 범위 이내에서 약 30cm 정도의 정밀도를 제공하도록 하고 있다.

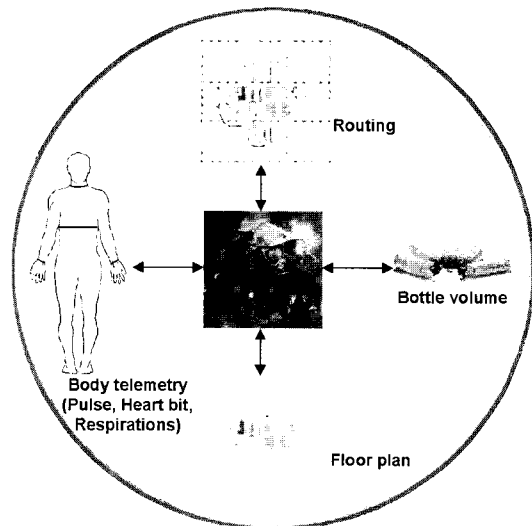
진화 중에 소방관이 고립되거나 길을 잃으면 자신의 위치를 알 수가 없다. 이 경우에 위치 탐색기를 네트워크로 구축하여 소방관의 위치를 상황실에 전송하면 고립된 소방관을 구출할 수 있다. 소방관은 위치인식 서비스뿐만 아니라 산소 레벨이나 심장박동, 맥박 등과 같은 건강상태 정보를 제공 받고 상황실에서도 이들의 상태를 계속 모니터링 함으로써 언제든지 소방관을 위험한 상황으로부터 구출할 수 있다<그림 4>.

<그림 5>는 위치인식 서비스를 이용한 홈 오토메이션 시나리오를 보여주고 있다. 사용자의 ID가 인증되면 사용자가 선호하는 장비들이 동작할 준비를 하고 사용자가 이동함에 따라 위치인식을 통해 TV, 오디오, PC, 전화기 등과 같은 사용자 주변의 기기들은 동작하기 시작한다. 주변 기기들은 사용자가 이동할 때마다 필요한 정보를 교환하거나 적절한 동작을 수행한다. 예를 들어 사용자가 거실로 들어서면 자동응답전화기는 수신

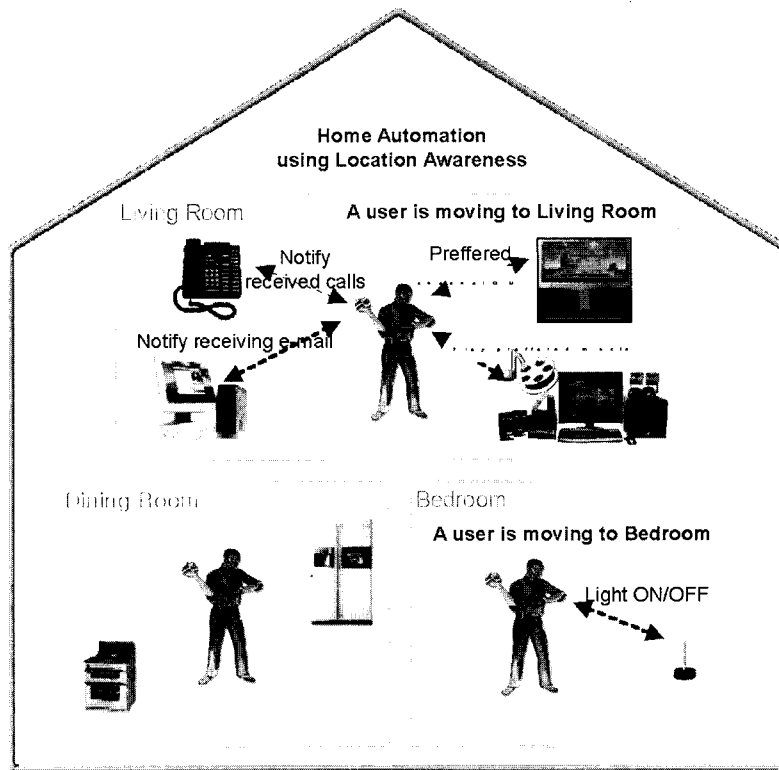
된 통화를 사용자 단말에게 알려주거나 오디오 시스템에서는 사용자가 좋아하는 음악이 자동으로 흘러 나온다. 침실로 들어가면 사용자의 위치를 인식하여 전등이 자동으로 켜진다.

임시로 형성되는 Ad-hoc 네트워크와 센서 네트워크에서 각 노드의 위치 정보는 라우팅 및 어드레싱에 활용될 수 있다. 기존 Ad-hoc 네트워크에서는 컨트롤 오버헤드가 심각한 브로드캐스팅 기반의 경로 탐색을 수행하지만, 각 노드의 위치인식이 가능하면 훨씬 효과적인 제한된 브로드캐스팅 기반의 경로 탐색을 수행할 수 있다. 또한, 센서 네트워크에서는 센서 노드의 센싱 정보와 상황 정보를 주소로 이용하는 속성기반주소(Attribute-based address)를 대부분 사용하기 때문에 근본적으로 오버헤드가 큰 브로드캐스팅 및 멀티캐스팅 형태로 라우팅이 되지만, 노드의 위치 정보를 이용하면 효율적인 위치기반 라우팅이 가능하다.

현재 연구되고 있는 위치인식 시스템을 커버 영역에 따라 분류하면 매크로 위치인식 시스템과 마이크로 위치인식 시스템, 그리고 Ad-hoc 위치인식 시스템으로 분류할 수 있다. 첫째, 매크로 위치인식 시스템은 가장 광범위한 위치인식 가능



<그림 4> 소방관 구조(Location awareness and video image transfer)



〈그림 5〉 위치인식을 이용한 홈 오토메이션

영역을 제공하며, 현재 위치기반서비스(LBS: Location Based Service)를 위해 GPS와, 이동통신망 기반 위치인식 시스템이 활용되고 있다. 둘째, 마이크로 위치인식 시스템은 무선 환경의 제한으로 매크로 위치인식 시스템이 커버하지 못하는 실내나 지하 또는 건물 밀집지역 등에서 위치인식을 제공하며, 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워킹을 위해 다양한 방향으로 연구되고 있다. 마지막으로 Ad-hoc 위치인식 시스템은 임시로 구성되는 Ad-hoc 네트워크 또는 센서 네트워크 영역에서 활용하기 위해 연구되고 있다.

### 1. 매크로 위치인식 시스템

GPS는 지구 궤도에 배치된 24개의 인공위성과 지상에서 인공위성을 통제하는 관제국 그리고, 사용자의 GPS 수신기로 구성되어 있다. 인공위성으로부터 수신기까지의 거리는 각 위성에서 발생하는 부호 신호의 발생 시점과 수신 시

점의 시간 차이를 측정하여 빛의 속도를 곱하여 계산하고, 인공위성의 위치를 기준으로 GPS 수신기의 위치를 결정하기 위해서는 인공위성으로부터 전송되는 궤도력을 사용한다.

이동통신망 기반 시스템은 기지국과 위치인식 관련 서버들 그리고 이동 단말기로 구성되어 있다. 이동통신망에서의 위치인식은 이동 단말기 신호의 세기, 신호의 도달 시간(TOA: Time of Arrival), 신호의 도달 시간차(TDOA: Time Difference of Arrival), 신호의 입사각(AOA: Angle of Arrival) 등과 같은 파라미터를 이용하여 위치를 계산한다.

하이브리드 방식의 위치인식 시스템에는 이동통신망과 GPS를 복합적으로 활용하는 A-GPS(Assistance-GPS)가 있다. A-GPS는 이동통신망을 이용하여 이동 단말에 Assistance 데이터를 전송한다. 이동 단말기는 수신한 Assistance 데이터를 이용하여 단말기가 위성의 위치



를 추적하여 동기를 이루고, 의사 거리를 측정하여, 위치인식서버에 측위 데이터를 전송함으로써 단말기의 위치를 인식하는 방법이다.

2. 마이크로 위치인식 시스템

매크로 위치인식 시스템을 사용할 수 없는 실내 또는 건물의 음영지역 등에서 사람이나 사물의 위치를 인식하기 위한 마이크로 위치인식 시스템은 적외선을 이용하는 시스템, 초음파를 이용하는 시스템, 무선 통신 신호의 신호 전달 지연 혹은 신호의 전달 크기를 측정하는 시스템, 입체 영상을 이용하는 시스템 등이 있다<sup>[6]</sup>.

1) 적외선을 이용한 위치인식 시스템<sup>[7]</sup>

적외선을 이용한 위치 인식 시스템은 사무실의 천정에 적외선 센서를 설치하고 사람들에게는 배지 형태의 적외선 발생기, 액티브 배지(Active Badge)라는 것을 부착한다. 액티브 배지는 각각 고유인식 번호를 가지고 있고, 주기적(약 1초에 한번)으로 인식번호를 적외선으로 송출한다. 그러면 천정에 있는 적외선 센서들이 적외선 신호를 감지하여 특정 사용자의 위치를 파악하게 하는 시스템이다.

2) 초음파를 이용한 위치인식 시스템

초음파는 상대적으로 느린 음파의 전송속도(약 340m/sec)로 전파되기 때문에 거리 측정 시스템에 많이 사용되는 시스템이다. 초음파를 이용한 위치 인식 시스템은 캠브리지 대학에서 개발한 Active Bat이라는 시스템<sup>[11][12]</sup>과 MIT에서 개발한 cricket 시스템이 있다<sup>[13]</sup>.

3) RF 신호를 이용한 위치 인식

RF 신호를 이용한 대표적인 방식으로는 Microsoft에서 개발한 RADAR라는 시스템이 있다<sup>[9]</sup>. RADAR는 IEEE802.11을 사용하는 무선 LAN 환경을 기반으로 하며, AP에서 무선 LAN 장치들이 전송하는 신호의 세기와 신호 대 잡음비를 측정하여 무선 LAN 장치들의 2차원적 위치를 계산한다. 또한, 몇 개의 기업에서 RF 신호의 도달시간을 측정하여 위치를 파악하는 시스템을 판매하고 있다. 그 중에서 Pinpoint사의 3D-iD 시스템은 정밀도가 1-3m 정도가 된다고 알려져 있다<sup>[14]</sup>.

4) UWB를 이용한 위치 인식

UWB는 원래 군사용 레이더에 사용되던 기술

<표 2> 실내 위치인식 시스템의 비교

방 식	정밀도	설치규모	가 격	제한사항
Active Badges	Room size	방마다 센서 1개	망 관리 비용, 센서와 배지는 저렴	햇볕, 형광등 등의 간섭
Active Bats	9cm(95%)	10m2 당 센서 1개, 초당 25번의 계산	망관리 비용, 센서와 Bat 가격은 저렴	천정에 격자형의 센서 설치
Cricket	4X4ft. regions(100%)	16 sq ft당 1개의 비콘 설치	약 \$10	중앙 연산이 없고 단말기에서 계산하여야 함.
MSR RADAR	3-3.4m(50%)	한층에 3개 이상의 base station	802.11 망 설치 무선 NIC 가격	무선 LAN NIC 이 필요함
PinPoint 3D-iD	1-3m	빌딩 내에 여러 개의 base station	망 설치 하드웨어 가격이 비쌈.	802.11 망에 간섭을 일으킬 수 있음.
Easy Living	가변	방에 3개의 카메라 필요	처리능력이 좋은 컴퓨터와 카메라	카메라

로 임펄스 통신이라고도 한다. UWB는 임펄스를 사용하기 때문에 투과성이 좋아서 건물내의 벽이나, 비금속 칸막이 등을 통과할 수 있다. 이를 이용하면 건물 벽면에 가려져 있는 경우에도 임펄스 신호의 전파 지연을 측정하여 사람이나 사물의 위치를 파악할 수 있게 되며 고속의 데이터 통신도 함께 진행할 수 있기 때문에 실내 위치 인식에 많이 사용될 것으로 기대되고 있다.

#### 5) 영상 인식을 이용한 위치 인식

Microsoft에서 Easy Living이라는 이름으로 수행하고 있는 프로젝트에서는 Digiclop이라고 하는 3차원 카메라를 이용하여 가정과 사무실 내에서 위치인식 서비스를 구현하였다<sup>[10]</sup>. 지금까지 살펴본 실내 위치인식시스템의 특성을 <표 2>에 정리하였다.

### 3. Ad-hoc 위치인식 시스템

기존 매크로 및 마이크로 위치인식 시스템을 MANET 및 WSN에 활용하기에는 많은 문제점들이 있다. 먼저, MANET과 WSN에는 인공 위성이나 이동통신망과 같은 위치인식을 위한 인프라가 없다. 그리고, 이동 노드는 비용 및 자원의 제약으로 GPS 수신기 또는 위치인식을 위한 하드웨어를 추가하기 어렵다. 따라서, MANET과 WSN의 위치인식 시스템은 통신을 위해 사용하는 RF를 기반으로 동작하여야 하며, 위치계산이 각각의 노드에서 분산되어 수행되어야 하고, 최소한의 자원을 소모하여야 한다는 요구조건들을 만족시켜야 한다. 본 고에서는 이러한 요구사항을 만족하는 위치인식 시스템을 Ad-hoc 위치인식 시스템으로 명명한다. 현재 Ad-hoc 위치인식 시스템에 대한 연구는 여러 대학 연구진들에 의해 진행되고 있으며, 대표적인 Ad-hoc 위치인식 시스템들에는 Centroids<sup>[16]</sup>, APIT (Approximation Point-In-Triangulation Test)<sup>[15]</sup>, DV-Hop, DV-distance<sup>[18][19]</sup> 등이 있다.

각 시스템들은 공통적으로 레퍼런스 노드와 일반 이동 노드로 구성되어 있다. 레퍼런스 노드들

은 자신의 위치를 알고 있으며, 네트워크에 분산 배치되어 있다. Centroids에서는 이동 노드가 수집한 비컨 신호로 주변 레퍼런스 노드들의 위치 정보를 알 수 있으며, 연결된 모든 레퍼런스 노드들이 커버하는 중첩 영역을 자신의 위치로 인식한다. APIT는 이동 노드에서 무선으로 연결 가능한 레퍼런스 노드들로 삼각형을 형성하고, 이동 노드가 그 삼각형의 내부에 있는지 여부를 계산한 후, 이동 노드가 내부에 있는 삼각형들이 겹치는 영역의 중심점을 이동 노드의 위치로 인식한다. DV-Hop 위치인식 알고리즘은 DV (Distance Vector) 라우팅 알고리즘의 hop-by-hop 라우팅 정보 전송 방법과 GPS의 삼각측량 원리를 이용한 위치계산 방법을 조합하여 사용하고 있다. 레퍼런스 노드의 비컨 신호를 수신한 일반 노드는 홉 수를 하나 증가시켜 인접 이웃 노드에게 전달한다. 네트워크에 있는 모든 일반 노드는 이러한 과정을 반복적으로 수행하여 자신과 레퍼런스 노드와의 홉 수 정보를 얻을 수 있다. 레퍼런스 노드 각각은 서로간의 거리를 계산할 수 있고, 서로간의 홉 수 정보를 얻을 수 있다. 이러한 정보를 이용하여 레퍼런스 노드들은 홉 간의 평균 거리는 계산하여 주변 노드로 전파한다. 일반 노드는 레퍼런스 노드와의 홉 수와 홉 간 평균 거리를 이용하여 자신의 위치를 인식할 수 있다. DV-distance 알고리즘은 레퍼런스 노드와의 홉 수를 전파하는 대신에 hop-by-hop으로 신호의 세기를 기반으로 거리를 측정하여 전파하는 방식을 제외하고는 DV-Hop 방식과 동일하다. 이와 같이 DV-Hop과 유사한 알고리즘에는 Amorphous, Hop-TERRAIN 등이 있다. Amorphous에서는 홉간의 평균 거리를 오프라인에서 계산하여 전달해주는 방식에 차이점이 있으며, Hop-TERRAIN은 DV-Hop 알고리즘 수행 후에 이웃노드와 위치정보를 교환하여 한번 더 정밀도를 높이는 'Refinement' 과정을 추가적으로 수행한다는 차이점이 있다.

<표 3>은 지금까지 살펴본 Ad-hoc 위치인식 시스템들을 비교한 표이다.

〈표 3〉 Ad-hoc 위치인식 시스템 비교

	Centroid	APIT	DV-Hop	DV-Distance
레퍼런스 노드 요구사항	위치인식, 비컨 방송, 동일한 전송범위	위치인식, 비컨 방송, 넓은 전송범위	위치인식, 비컨 방송	위치인식, 비컨 방송
일반 노드 요구사항	없음	신호세기 측정	비컨 정보 릴레이	신호세기 기반 거리 측정
응답 시간	짧음	짧음	Hop-by-hop 처리 지연	Hop-by-hop 처리 지연
에러 요인	노이즈, 방해물	APIT 테스트 어려, 신호세기 측정 어려	평균 홉 간 거리와의 편차,	신호세기 기반 거리 측정 어려
통신 오버헤드	비컨 신호	비컨 신호	비컨 신호, 비컨정보 릴레이	비컨 신호, 비컨정보 릴레이

## V. 결 론

본 논문에서는 유비쿼터스 네트워크의 특징과, 이를 기반으로 제공되는 상황 인식 특성을 가지는 유비쿼터스 서비스의 개념을 기술하였다. 그리고, 이를 실현하기 위한 필수 기술들로 사람이 나 사물들의 객체 인식을 위한 기술, 센서 네트워크를 기반으로 현 상태에 따른 상황 정보를 수집하여 서비스에 적용하는 기술들을 살펴보고, 상황 인식 서비스 분야 중 가장 중점적으로 연구되고 있는 위치 기반 서비스를 실현하기 위한 위치 인식 기술들을 고찰하였다.

현재 ETRI에서는 유비쿼터스 서비스를 제공하기 위한 기술로써 위치 인식 기술과 자율 분산 센서 네트워크 기술, 그리고, 유비쿼터스 헬스 케어 서비스의 한 사례로 art therapy 서비스를 제공하기 위한 테스트베드를 구축하고 있다. 위치 인식 기술 부분에서는 UWB 기술을 위치 인식에 활용하기 위한 방안과 초음파와 RF를 이용한 네트워크 기반의 위치인식 시스템 그리고, RFID를 이용한 개체 식별 및 물리 공간 식별 방안과 이를 활용한 응용 서비스 시스템을 연구하고 있다. 자율형 분산 센서 네트워크 기술 부분에서는 WPAN 자율형 망구성 기술, 위치 기반 라우팅 기술 그리고 센서 네트워크와 타망과의 연

동 기술등에 대한 연구를 진행하고 있다. Art therapy 서비스 부분에서는 센서를 통한 상황 인식 서비스 기술과 지능형 에이전트 기술을 통하여 유비쿼터스 헬스 케어 서비스를 제공할 수 있는 기반 시스템에 대한 연구와 서비스 테스트 베드를 구축하고 있다. 이러한 서비스 및 기술 연구는 이동통신서비스 및 무선인터넷서비스와 연동할 수 있는 방향으로 진행되고 있다.

미국, 유럽, 일본 등의 IT 선진국에서 유비쿼터스 서비스의 실현을 위한 다양한 기술들에 대한 연구와 상용화 등의 진행되고 있는 만큼, 우리나라에서도 도래하는 유비쿼터스 시대에 고부가가치형 유비쿼터스 서비스를 제공할 수 있는 다양한 기술들과 테스트베드에 대한 연구와 투자가 조속히 진행되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 박옥선, 정광렬, 김성희, "유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 위치인식 기술 및 시스템," ETRI 주간기술동향 1098호, 2003년 6월
- [2] Domenico Porcino, Walter Hirt, "Ultra-Wideband Radio Technology: Potential and challenges ahead," IEEE Communications magazine, July 2003.

- [3] 박중현, 김문구, 백중현, “위치기반서비스 (LBS)의 산업구조 분석 및 시장개발전략 방향,” 한국통신학회지 vol.20 no.4, 2003년 4월.
- [4] IEEE 802.15.4a, “Informal Call for applications response,” July, 2003.
- [5] Jeffrey Hightower and Gaetano Borriello, “A Survey and Taxonomy of Location Systems for Ubiquitous Computing,” Technical Report UW-CSE 01-08-03, University of Washington, Aug., 2001.
- [6] Jeffrey Hightower and Gaetano Borriello, “Location Sensing Techniques,” Technical Report UW-CSE-01-07-01, University of Washington, July, 2001.
- [7] Roy Want, Andy Hopper, Veronica Falcao and Jonathan Gibbons, “The Active Badge Location System,” ACM Transactions on Information Systems, Vol. 10, No.1, pp.91-102, Jan., 1992.
- [8] John Krumm, Lyndsay Willicams, Greg Smith, “SmartMoveX on a Graph-An Inexpensive Active Badge Tracker,” Technical Report MSR-TR-2002-70, Microsoft Research, Jun., 2002.
- [9] Paramvir Bahl and Venkta N. Padmanabhan, “RADAR : An In-Building RF-based User Location and Tracking System,” IEEE INFOCOM 2000,
- [10] John Krumm, Steve Harris, Brian Meyers, Barry Brumitt, Michel Hale, Steve Shafer, “Multi-Camera Multi-Person Tracking for EasyLiving,” Third IEEE International Workshop on Visual Surveillance, July 1, 2000.
- [11] Andy Ward, Alan Jones, Andy Hopper, “A New Location Technique for the Active Office,” IEEE Personal Communications, Oct., 1997.
- [12] Andy Harter, Andy Hopper, Pete Steggles, Andy Ward, Paul Webster, “The Anatomy of a Context-Aware Application,” Proceedings of the Fifth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, MOBICOM'99, Seattle, pp.59-68, Washington, USA, August 1999.
- [13] NB Priyantha, A Chakraborty and H Balakrishnan, “The Cricket Location-support system” Proc. of the Sixth Annual ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM), August 2000.
- [14] PinPoint Corporation, Website, 2001. <http://www.pinpointco.com>
- [15] Tian He, Chengdu Huang, B. M. Blum, John A. Stankovic, and Tarek F. Abdelzaher, “Range-Free Localization Schemes in Large Scale Sensor Networks”, CS-TR-2003-06. Submit to MobiCom 2003.
- [16] N. Bulusu, J. Heidemann and D. Estrin, “GPS-less Low Cost Outdoor Localization for Very Small Devices”, IEEE Personal Communications Magazine, 7(5) : 28-34, October 2000.
- [17] J. Hightower and G. Borriello, “Location systems for ubiquitous computing”, Computer, 34(8), 2001. IEEE Computer Society Press.
- [18] D. Niculescu and B. Nath, “DV Based Positioning in Ad hoc Networks”, In Journal of Telecommunication Systems, 2003.
- [19] D. Nicolescu and B. Nath, “Ad-Hoc Positioning Systems (APS)”, In

Proceedings of IEEE GLOBECOM '01,  
November 2001.

- [20] 전호인, “디지털 홈 기술 및 표준화 동향,”  
TTA 저널, 제88호
- [21] 하원규 외 2인, “제3공간의 경제,” 전자신  
문 2002년 7월 18일
- [22] 김완석 외 7인, “유비쿼터스 컴퓨팅 기술과  
인프라 그리고 전망,” 한국정보처리학회 유  
비쿼터스 특집, 제10권 제4호, 2003년 7월

## 저자 소개



**김 성 희**

1980년 2월 홍익대학교 전산학과  
학사, 1982년 2월 서울대학교 계  
산통계학과 석사, 1982년~1991  
년 : 한국전자통신연구원 네트워  
크 연구소, 1992년~2001년 : 한  
국전자통신연구원 무선방송 연구  
소, 2002년~현재 : 한국전자통신연구원 이동통신 연  
구소, <주관심 분야 : 4세대 이동통신, 이동통신 서비  
스 및 네트워크, 유무선 통합>



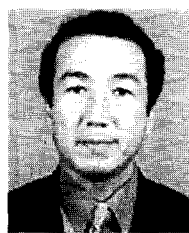
**김 재 호**

1999년 2월 충남대학교 컴퓨터과  
학과 학사, 2001년 2월 충남대학  
교 컴퓨터과학과 석사, 2000년  
11월~현재 : 한국전자통신연구  
원, <주관심 분야 : WLAN,  
WPAN, Wireless Sensor  
Network, Ad-hoc Network, IP Mobility>



**배 정 속**

1994년 2월 충남대학교 전산학과  
학사, 1996년 2월 충남대학교 전  
산학과 석사, 2000년 2월 충남대  
학교 컴퓨터공학과 박사 수료,  
1996년 1월~1996년 7월 : LG  
전자 컴퓨터 시스템 연구소 연구  
원, 1999년 7월~현재 : 한국전자통신연구원 이동통  
신연구소 연구원, <주관심 분야 : 이동 통신, ubi-  
quitous computing>



**김 대 식**

1980년 2월 경북대학교 전자공학  
과 학사, 1989년 2월 청주대학교  
전자공학과 석사, 2000년 2월 충  
북대학교 전자계산학과 박사,  
1979년~1980년 : (주) OPC,  
1992년~1993년 : 일본 NTT  
통신망종합연구소 객원연구원, 1980년~현재 : 한국  
전자통신연구원 이동통신 연구소, 2002년~현재 : 한  
국전자통신연구원 이동통신 연구소, <주관심 분야 : 4  
세대 이동통신, 이동통신 서비스>