主題

모바일멀티미디어연구센터 : Ad Hoc 및 Sensor Network 기술 연구

한국정보통신대학교 공학부 교수 마중수

차 례

Ⅰ. MMRC(Mobile Multimedia Research Center)의 개요
Ⅱ. MMRC의 연구목표
Ⅲ. 추진체계 및 전략
Ⅳ. 진행중인 연구과제 소개
Ⅴ. 결 론

요약문

모바일멀티미디어연구센터는 이동적응망의 기반기술 및 응용시스템 개발을 통한 산업화 기여와 무선통신, 네트워크 프로토콜, 응용 소프트웨어 기술들을 통합적으로 습득한 고급 인력 양성을 목적으로 2001년 11월에 정보통신부의 ITRC로 선정되었다. 본 센터에서는 별도의 인프라 기반 망의 지원 없이, 사용자 각자가 보유한 정보통신기기들이 서로 협조하여 필요한 망을 즉석에서 형성하는 이동적응망(Ad Hoc Network) 관련 기술들을 연구개발 하고 있다. 총괄과제 책임자인 마중수교수를 중심으로 4개 대학(ICU, KAIST, 아주대, 연세대) 8명의 교수와 70여명의 석/박사과정 학생들과 참여 연구기관들이 협력하여 유기적이면서 통합적인 방식으로 연구를 진행하고 있다. 본 고에서는 연구센터의 개요, 연구목표, 추진체계 및 전략, 그리고 진행중인 연구과제에 대한 내용을 소개한다.

Ⅰ. MMRC(Mobile Multimedia Research Center)의 개요

본 연구센터는 2001년 5월 한국정보통신대학교(ICU)의 근거리 무선통신 연구실, 무선자원 최적화 연구실과 한국과학기술원(KAIST)의 컴퓨터구조 연구실의 이동적응망 연구를 위한 학교간 무선통신 통합연구그룹으로부터 출발하였다. ICU와 KAIST는 1999년부터 블루투스 공동연구팀을 형성하여, SK텔레콤과 삼성전자가 후원하는 블루투스 성능분석 및 응용연구에 관한 산학

공동과제를 추진하였다. 우리는 이 과정에서 ISM (Industrial, Scientific and Medical) 대역 주파수 자원의 다양한 응용가능성을 인식하고 앞으로 일반에게 중요한 통신 패러다임으로 등장할 것이라는 데 확신을 갖게 되었을 뿐만 아니라, 산업화 및 인력양성에 기여할 수 있기 위해서는 비교적 장기 연구가 필요함을 인식하게 되었다.

따라서 정보통신부에서 주관하는 대학 IT 연구센터 육성지원사업에 이동적응망을 위한 기반 및 응용기술 개발과 이를 적용한 응용시스템 개발, 그리고 이 분야에 필요한 고급인력 양성을 목표로 하는 '미래 개인 이동적응망 연구'라는 제목의 제안서를 제출하였다. 그 후 이 제안은 2001년 11월 정보통신부의 ITRC 과제로 선정되어서 현재의 모바일멀티미디어연구센터(Mobile Multimedia Research Center)가 설립되게 되었으며, 지금은 4차년도 과제를 수행하고 있는 중이다.

이동적응망의 기반기술, 응용기술 개발, 응용시스템 개발, 그리고 고급인력 양성이라는 주어진 목표 달성을 위해서, MMRC에는 미국 IBM Watson 연구소와 SK Telecom사의 연구소장 등을 역임한 마중수교수를(총괄과제 책임자) 중심으로 ICU 4명(박현철, 김대영, 강준혁, 이상국), KAIST 2명(이황수, 윤현수), 아주대 1명(고영배), 연세대 1명(차호정)의 교수들이 참여하고 있으며, 매년 70여명의 우수한 석/박사과정 학생들이 연구원으로 참여하고 있다. 그리고 개발된 기술의 조기 산업화를 위해서 전자통신연구원(ETRI), 삼성종합기술원, 한국정보통신대학교내 디지털미디어연구소, 연세의료공학사업단과 긴밀한 연구협력 관계를 유지하고 있다.

지난 3년 동안 MMRC에서는 다음과 같은 우수한 연구성과를 이룩했다. 30편의 SCI급 논문 발표, 40편의 국제논문 발표, 62편의 국내 논문 발표, 22건의 국내외 특허 출원, 6건의 시제품 제작, 2건의 소프트웨어 개발, 20건의 프로젝트 수주, 48여명의 석/박사 인력을 배출하였다. 그리고 2차년도에 실시된 중간평가에서는 우수연구센터로 선정되었다.

본 고는 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 본 연구센터의 최종 연구 목표에 대해서 자세히 설명한다. 3장에서는 최종연구 목표 달성을 위해 필요한 추진 체계 및 전략에 대해서 설명하고, 4장에서는 각 세부과제별로 4차년도에 수행중인 과제 중 몇 가지 연구 과제들을 소개한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

II. MMRC의 연구목표

이동통신에 관련된 지금까지의 연구는 주로 셀룰러(cellular) 개념을 주축으로 하는 기간망 기반 네트워크 연구에 집중되어 왔다. 그러나, 차세대 이동통신은 셀룰러 망, 무선 LAN (Local Area Networks), 이동적응망등 다양한 네트워크가 혼재하는 형태를 띄게 될 것이다. 또한 사용자는 네트워크나 컴퓨터를 의식하지 않고 언제 어디서나 장소에 상관없이 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 환경을 요구할 것이다. 이러한 환경을 실현하기 위해서는 자동차, 냉장고, TV 등의 가전/생활 기기에까지 다양한 네트워킹 기기들을 연결하는 통신망을 구축하는 것이 필수적이다. 하지만 이렇게 수많은 기기들을 연결하기 위해 기간망(Infrastructure)을 구축하는 것은 천문학적인 비용이 소요될 것이다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 것이 이동적응망 기술이다. 그리고 센서 네트워크는 이동적응망의 한 응용분야로써, 특정 지역에 다수의 센서를 뿌려 정보를 얻어내는 네트워크를 말한다. 이러한 센서 네트워크는 기존 네트워크와 근본적인 차별성을 가지고 있다. 기존 네트워크에서는 한 지점에서 다른 지

점까지 정보를 훼손 없이 전달하는 것이 주된 목적이었다면, 센서 네트워크에서는 수천 수만개의 센서에서 얻은 정보를 그대로 전달하는 것이 아니라, 의미 있는 정보로 종합, 가공하여 최종적인 목적지에 전달된다는 것이 다르다. 이러한 센서 네트워크는, 물류, 유통, 제조, 홈네트워크, 헬스케어, 텔레메틱스 등 다양한 분야에서 활용될 수 있으며, 특히 전장, 재난지역이나 야생동물 보호지역 등과 같이 사람이 접근하기 어렵고 꾸준한 관찰이 필요한 영역에서 아주 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 이러한 분야는 차세대 IT 기술의 핵심인 유비쿼터스 컴퓨팅, 네트워킹 환경과도 밀접한 연관 관계를 갖는다.

본 연구센터에서는 이러한 기술적 변화와 향후에 대두될 이동적응망 분야의 기술적, 산업적인 중요성을 조기에 인식하고, 기반 기술을 중심으로 한 상향식(bottom-up)접근 방식을 취하는 종래의 공동연구 형태에서 벗어나, 최종적인 응용목표를 먼저 정의하고, 그 요구조건을 만족시키기 위한 기반기술들을 도출하여 연구를 진행하는 하향식(top-down) 접근방식을 지향하고자 한다. 본 연구센터에서 설정한 최종목표는 이동적응망의 기반기술 및 응용기술을 개발하고 이를 적용한 프로토타입 응용시스템을 실현함으로써 산업화에 기여하는 것이다. 또한 이러한 노력을 통하여 이동적응망분야에서 이론과 실기를 겸비한 능숙한 고급인력을 양성하여 배출하는 것이다.

우리는 공동의 목표로 Mobile Marketplace라는 비젼을 정립하고, Mobile Marketplace와 Sensor System 시제품의 단계적 구현을 계획하고 있다. Mobile Marketplace는 MMRC에 소속된 각 연구원에게 연구 동기를 부여하고, 자신의 연구 방향을 명확하고 확고히 설정할 수 있도록 도와 주며, 또한 각각의 연구결과가 체계적으로 통합되어 그 가치 창조를 극대화하기 위한 본 연구센터의 비젼이다. 센서 네트워크는 비교적 가까운 미래에 산업화하여 가시적인 연구 성과를 달성할 수 있는 분야이다. 또한 Mobile Marketplace와 Sensor System을 접목한 Context-aware한 환경을 제공함으로써, 스마트 홈, 스마트 오피스를 가능케 하고, 군사용으로도 널리 활용하고자 한다. 또한 정부의 신성장동력 사업 IT8-3-9사업의 3대 인프라 중에서 유비쿼터스 센서 네트워크에도 기여하기 위함이다.

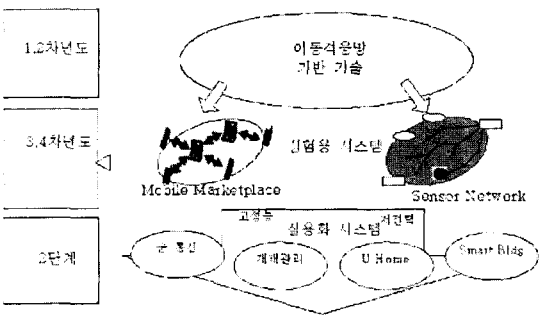
Mobile Marketplace의 정의:

- Mobile Marketplace는 실내 혹은 실외 어디에서나 자료, 의견 및 개인이 창작한 응용프로그램을 공유하기 위한 자유로운 모임이다.
- 각자 이동전화기에서부터 노트북 컴퓨터까지 다양한 휴대용 개인정보단말기 들을 가지고 이동적응망을 형성한다.
- 주로 ISM 대역을 사용하여 통신을 한다. 그러나 공중 유무선 통신서비스를 사용하여 Mobile Marketplace를 지역적 그리고 기능적으로 확장할 수 있다.
- Mobile Marketplace에서는 흔히 video와 voice를 포함하는 multi-media 통신이 이루어질 것으로 예상되므로 QoS를 제공하는 것이 중요하다. 또한 multicast 통신도 효율적으로 이루어져야 한다.
- Mobile Marketplace는 민간통신 외에도 군사용 또는 정부의 공용통신수단으로 쓰일 수 있다.

Sensor Network의 정의:

- O 이동적응망 기술을 이용하여 다수의 센서들과 Gateway간에 통신을 제공한다.
- O 통신 프로토콜은 센서의 전력에너지 소모를 최소화하도록 이루어져야 한다.
- O 다양한 응용분야에 적용하기 위해서는 센서들의 위치를 알아야 하고, 전력을 효과적으로 사용하며 High-level의 API를 제공하는 software 및 hardware platform이 제공되어야 한다.
- O Sensor Network은 Gateway를 통해 쉽게 조정과 관리가 가능해야 한다.

우리는 이동적응망 응용시스템을 크게 (1) 임의의 노드와 노드 사이에서 통신이 이루어지는 Mobile Marketplace와 (2) 다수의 노드들과 특정 Gateway 사이에 통신이 이루어지는 센서 네트워크로 구분한다. Mobile Marketplace 에서는 주로 고도의 통신성능과 다양한 통신기능을 제공하고, 센서 네트워크에서는 주로 저전력 소모를 달성하는 것이 연구의 핵심목표이다.



〔그림 1〕 연차별 연구 목표

본 연구센터의 1단계(~2005.8) 최종목표는 이동적응망의 기반기술을 확보하여, Mobile Marketplace와 센서 네트워크의 실험용 시스템을 구축하는 것이다. 2단계에서는 이 Mobile Marketplace와 센서 네트워크를 접목하여 군통신, 재해관리, Ubiquitous Home, Smart Building Maintenance System 등 산업적 소요가 많이 예상되는 분야에 실용화하도록 기술을 고도화하고, 실제 시스템을 구축하여 그 실용성을 검증하고자 한다.

III. 추진체계 및 전략

1. 추진체계

최종목표를 효과적으로 달성하기 위해서 그림 2처럼 본 연구센터는 (1) 이동적응망 기반기술 연구, (2) 응용기술 연구, (3) 응용 프로토타입 시스템 구현, 이상 3개 세부과제로 나누어 연구를 진행한다. 각 세부과제별 목표는 다음과 같다.

가. 제1세부과제: 이동적응망 기반기술 연구

본 세부과제에서는 ISM 대역에서 노드간 통신을 지원하는데 필요한 기반기술들에 대한 연구를 진행한다. 즉, 노드간의 망구성 방안, 사용자의 이동성을 고려해야 하며, 전력과 주변 상황에 따라 각자의 역할을 조절할 수 있는 방안 등 여러 가지 기술적 연구를 수행한다. 제1세부과제의 구체적 연구목표는 다음과 같다.

- 고속 데이터 전송 및 간섭 제어 기법 개발
- 다중접속방식 기술 개발
- 경로선택 기술 개발
- 전송률 제어 기법 개발
- 노드 이동성의 대응 기법 개발
- Radar Sensor Transceiver 기술

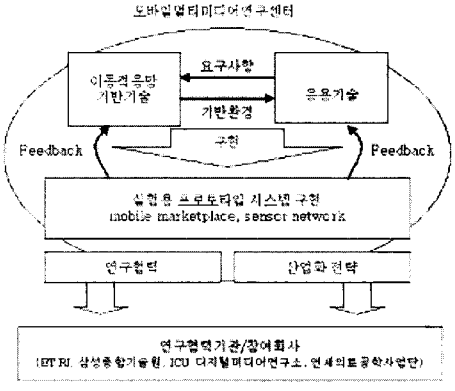
나. 제2세부과제: 응용기술 연구

이동적응망에서 서비스들은 분산된 형태로 제공되고 관리되어야 한다. 예를들면, 임의로 참여한 이동적응망에서 현재 참여 노드들에 대한 정보를 입수해야 하고, 어떤 서비스가 제공되고 있는 지를 파악해야 하며, 동적으로 서비스 제공자 또는 수혜자의 역할을 수행해야 한다. 이러한 특성들을 고려하여 제2세부과제에서는 다음과 같은 연구목표를 달성하고자 한다.

- 참조(naming & addressing) 및 서비스 검색(service discovery) 기법 개발
- 동적 자원 할당(dynamic resource allocation) 기법 개발
- 안전한 이동적응망을 위한 보안 기술 연구
- 근거리 위치 추적 기술 개발

다. 제3세부과제: 응용 프로토타입 시스템 구현

타 세부과제에서 연구된 결과를 유기적으로 연계하고, 결과의 실용성을 검증하기 위하여 응용시스템으로 Mobile Marketplace와 Sensor System을 구축한다. 제3세부과제에서 달성하고자 하는 목표는 다음과 같다.



[그림 2] 연구 추진체계 및 전략

- 시뮬레이터 개발
- Mobile Marketplace 플랫폼 개발 및 응용프로그램 개발
- Sensor Network 플랫폼 개발

2. 추진전략

최종 목표 달성을 위한 본 연구센터의 기본적인 추진전략은 다음과 같다.

가. 이동적응망 응용분야로 고성능 멀티미디어 통신을 위한 Mobile Marketplace와 다수의 sensor와 gateway 간 저전력소모 통신을 위한 Sensor Network으로 책정하여 집중 기술 개발

나. Mobile Marketplace와 Sensor Network을 접목하여 Ubiquitous Environment 제공

다. 단계별 실험용 프로토타입 구현 및 산학공동연구를 통해 산업체에 기술 이전

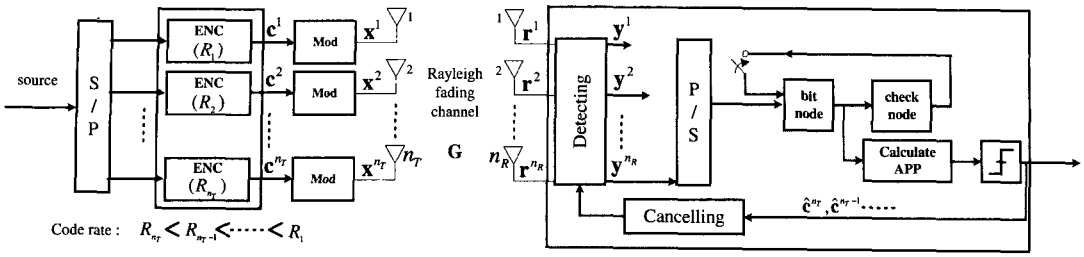
라. IT협동연구센터와 공조로 군통신시스템으로의 기술 이전

마. 대덕밸리내 기술협력, 지역 산업화에도 기여

IV. 진행중인 연구과제 소개

1. 고속 데이터 전송 기술 개발

최근에 가장 주목 받는 오류정정부호는 LDPC(Low Density Parity Check) 부호이다. LDPC 부호는 1960년대 초 Gallager에 의해 제안된 부호로, parity check matrix에 0이 아닌 원소의 수가 부호의 길이에 비해 현저히 적게 존재하는 부호로 정의된다. LDPC 부호는 그 당시에는 큰 주목을 끌지 못하다가 근래에 그 우수성이 재발견 되어 활발히 연구가 진행되고 있다. LDPC와 관련해서 현재 진행하고 있는 연구는 성능의



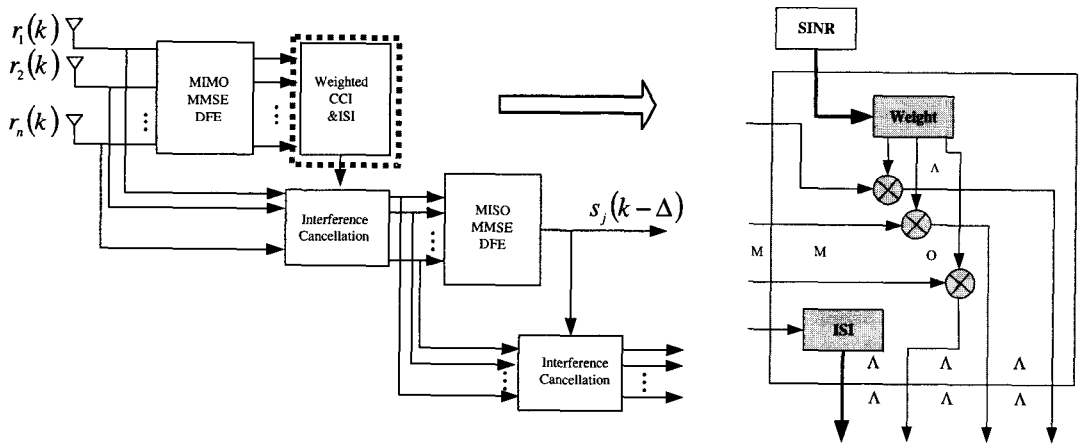
〔그림 3〕 가변 부호화율을 가지는 LDPC 부호와 결합된 V-BLAST 구조

열화가 적고, Shift Register를 이용할 수 있는 LDPC 부호화기 설계와 LDPC 부호의 복호시 복잡도가 높아 하드웨어 구현에 제약이 따르는 BP 알고리즘 대신 근사화된 LLR값을 이용해서 성능의 열화를 최소화 하고 복잡도를 줄이는 sub-optimal LDPC 복호 알고리즘의 연구를 진행하고 있다. 또한 LDPC 부호와 결합된 MIMO system (BLAST)의 성능 향상에 관한 연구도 수행하고 있다.

주파수 선택적 채널에서 동작하는 MIMO 시스템의 경우 기존 검출 순서에 따라 간섭을 제거할 경우 다수의 역행렬 연산에 의한 복잡도가 매우 높아 실제 시스템에 적용에는 한계가 있다. 따라서 단순화된 검출순서 결정방식을 사용하여 복잡도를 상당히 줄이고, 간섭제거 시 각 신호에 대한 신뢰성을 고려하여 성능을 개선시키는 연구를 수행하고 있다.

BLAST와 STBC를 결합한 DSTTD 방식은 신호의 검출시 채널의 영향을 제거하기 위하여 역행렬 연산을 수행하므로 수신기의 복잡도가 증가한다. 이에 DSTTD의 채널이 Quasi-orthogonal한 특성을 이용하여 낮은 복잡도를 가지는 DF(Decision Feedbck) 방식의 신호 검출 방법에 관한 연구를 진행하고 있다.

IEEE 802.11a WLAN 모뎀 물리계층의 하드웨어 구현 시 Processing latency time을 줄이기 위한 효과적인 시스템 모델에 관한 연구도 함께 진행하고 있으며, 특히 multi-path 환경에서 견



〔그림 4〕 신뢰성 정규화를 사용한 MIMO 채널 동기화 구조

고한 성능을 발휘할 수 있는 Signal detection, Timing synchronization 및 channel estimation 방법에 관한 연구를 수행하고 있다. 이러한 연구는 802.11a모뎀의 상용화를 앞당기는데 도움이 될 것이며 나아가 IEEE802.11a, 802.11n과 같은 Burst 방식의 모뎀 연구에서 기초기술로 활용될 것이다.

2. 경로선택 기술 개발

이동적응망은 망 자체의 특성으로 인하여 재난상황에서의 구조 현장, 전쟁터나 군사적인 목적의 훈련상황, 센서 네트워크등과 같이 예상치 못하는 일들이 자주 발생할 수 있는 곳에 적합하다. 이러한 환경에서는 지속적인 망의 연결보다는 일시적인 필요에 의한 망의 연결이 필요하며, 한 사용자에게 정보를 전달해야 하는 경우보다 여러 명의 사용자들에게 정보를 동시에 전달해야 하는 경우가 더 자주 발생할 것으로 예상된다. 따라서 이동적응망에서의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜의 연구는 무엇보다 중요한 분야이다.

현재 IETF에서는 MAGMA (Multicast & Anycast Group Membership), IDMR (Inter-Domain Multicast Routing), SSM (Source-Specific Multicast) 등과 같은 다양한 Working Group에서 멀티캐스트에 관한 연구가 진행되고 있고, University of Maryland에서는 AODV-UU를 기반으로 하여 MAODV (Multicast extensions of Ad hoc On-demand Distance Vector Routing Protocol)를 실제로 구현하였으며, University of California에서도 ODMRP (On-Demand Multicast Routing Protocol)를 리눅스 기반의 이동적응망 테스트베드에 실제로 구현하였다.

현재 이동적응망에서 많이 쓰이고 있는 다양한 멀티캐스트 라우팅 프로토콜들에 대한 비교 조사를 수행하고 모든 상황에 효율적인 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 설계하기 보다는 특정한 목표 시스템에 가장 효과적인 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 제안하고 개발하는 연구를 진행하고 있다.

3. 참조 및 서비스 검색기법 개발

이 분야에서 진행중인 연구 주제는 이기종 네트워크(Heterogeneity) 문제와 서비스 탐색(Service Discovery), 방향성 안테나(Directional Antenna)가 있다.

이동적응망 환경에서는 다양한 종류의 네트워킹 장비가 혼재하기 때문에, 이들 간에 프로세싱 능력이나 네트워킹 능력에 차이가 발생하게 된다. 그러나 기존의 무선 네트워크 기술은 모든 기기의 네트워킹 능력이 모두 동일하다는 가정하에 만들어졌기 때문에, 이와 같은 이기종 네트워크가 혼재된 환경에서는 데이터 전송 효율이 급격하게 감소하게 되며, 심지어는 통신을 할 수 없는 상황이 발생하기도 한다. 따라서 이기종 네트워크 문제를 해결하는 것은 매우 중요하다. 세부적으로 MAC 계층과 라우팅(Routing) 계층으로 나누어 발생하는 문제에 대해 탐구하고 해결책을 고안하였으며, 최근에는 이를 하나로 합쳐 통합된 해결책을 제시하는 방안에 대해 연구하고 있다.

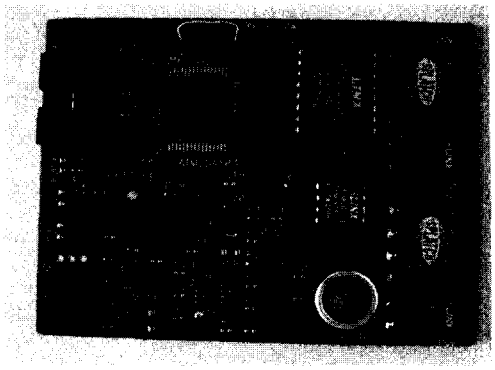
프린터나 웹 서버, DNS 등과 같은 네트워크 서비스를 이용하기 위해서는 일반적으로 해당 기기에 직접 연결하거나 주소를 직접 입력하여 접속하게 된다. 그러나 최근 이동 호스트가 스스로 네트워크에서 이용 가능한 서비스를 찾을 수 있는 기술이 연구되고 있다. 서비스 탐색 기법이 그것이며, 이동적응망에서 이러한 서비스 탐색을 효율적으로 수행하는 기법에 대해서 연구하고 있다. 또한 애드혹 네트워크와 기간망이 통합된 환경에서 서로 이질적인 서비스 탐색 방식을 연동하는 기법에 대하여 연구하고 있다.

방향성 안테나란 일반적으로 전방향으로 동일한 세기의 전파를 발산하는 안테나와는 달리, 특정 방향으로 전파를 증폭하여 데이터를 전송하는 기법이다. 이러한 기법을 이용하여, 에너지 소모를 줄이고 효율적인 데이터 전송을 할 수 있는 기법에 대해서도 연구하고 있다.

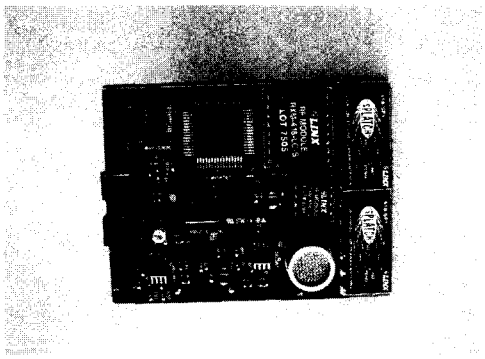
4. 근거리 위치 추적 기술

GPS 위성을 이용할 수 없는 실내에서의 위치 측정 기술은 적외선 셀을 이용하여 Olivetti Research Laboratory(現 AT&T Cambridge)에서 개발한 Active Badge 이후 계속적인 연구가 진행되고 있다. 적외선을 사용하는 방법은 태양광이나 실내에서 사용하는 전구 등에 의한 간섭이 심하고, 별도의 시스템 설치비용이 드는 단점이 있다. 따라서 Microsoft Research에서는 802.11 무선랜 환경에서 신호의 세기를 측정하여 데이터베이스에 저장된 패턴과 비교함으로써 사용자의 위치를 추적하는 RADAR 시스템을 개발하였다. 실내에서의 위치 측정에 전파와 초음파를 함께 사용하는 시스템은, AT&T의 BAT 시스템과 MIT의 Cricket 시스템이다. BAT 시스템은 초음파와 전파를 발생시키는 작은 크기의 송신기를 부착하거나 지니고 다니고, 이 신호를 받는 수신기가 천장에 격자 형태로 설치되어 사용되는 것으로, 전파와 초음파의 전송 속도의 차에 따라 거리가 계산되고, 각각의 수신기에서 계산된 거리 값을 가지고 사용자의 위치를 파악한다. 이 시스템은 정확도가 높은 반면, 기존의 천장에 설치하기가 어렵고 사용자의 프라이버시를 제공하지 않는 단점이 있다.

MIT의 Location Support System인 Cricket 시스템을 기반으로 ICU 실내 위치 측정 시스템을 구현하여 성능을 평가하였다. 하드웨어는 Beacon(그림 5)과 Listener(그림 6)로 구성된다.



〔그림 5〕 Beacon



〔그림 6〕 Listener

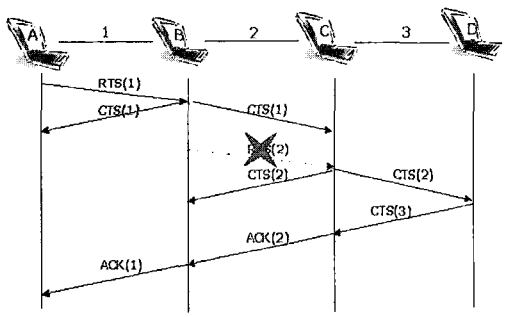
현재는 정확도를 향상시키기 위한 다양한 방법들에 대한 연구를 진행하고 있다. 이러한 기술들은 위성신호의 사각지대인 옥내에서 위치 측정, 이동적응망을 이용한 location-aware service, 또는 지능형 로봇을 이용한 홈 오토메이션과 같은 다양한 응용에 활용 될 수 있다.

5. 동적 자원할당기법

전송 지연시간을 단축하면서 동시에 전력 소비를 줄이는 MAC 프로토콜에 대한 연구는 제한적인 전력으로 동작하는 센서 네트워크에 매우 중요한 연구 분야이다. schedule based MAC 프로토콜을 실현하기 위하여 많은 연구들이 진행되었다. 상식적인 수준에서 통신 시간을 할당하는

방법에서부터 네트워크의 트래픽 혹은 위치 정보를 이용한 MAC 프로토콜까지 매우 다양한 방법들이 시도되었다. SMACS은 통신에 참여하는 두 노드가 서로 상대편의 통신 스케쥴을 비교하여 통신 가능한 시간대와 주파수를 설정하게 함으로 schedule based MAC 프로토콜을 개발하였다. 또한 NAMA나 TRAMA같이 발생되는 트래픽에 맞추어 통신 시간을 정하는 프로토콜도 개발되었다. 라우팅 정보를 이용하여 통신 시간을 할당하는 프로토콜에는 DMAC과 Cross-Layer scheduling이 있다. DMAC의 경우 소스 노드에서부터 싱크 노드까지 MAC이 순차적으로 통신을 수행하게 하므로 패킷 지연을 줄인 기법이다. Cross-layer scheduling은 현재까지 라우팅 정보를 이용한 MAC 프로토콜 중에 가장 발전된 형태라고 볼 수 있다. 기존의 scheduling based MAC 프로토콜이 통신에 참여하는 노드를 중심으로 2홉 안에 있는 모든 노드들의 정보를 수집해야 하는 단점을 가지고 있었던 것에 반하여, 이 기법은 일반적인 RTS-CTS-ACK의 통신 메커니즘을 이용함으로 이와 같은 문제를 해결하였다. 즉 통신 시간을 할당하기 위하여 임의의 두 노드가 RTS와 CTS를 성공적으로 교환한 시간은 그 다음 프레임에서 동일한 시간에 두 노드가 통신을 수행할 때 통신이 방해 받지 않고 통신을 수행할 수 있다는 생각이다. 물론 통신이 성공적으로 수행되기 위해서는 다른 모든 노드들도 RTS-CTS를 교환하였을 때의 시간에 맞춰서 통신을 시도해야 한다. 이 방법은 라우팅 정보를 고려함으로 패킷 지연과 제어 패킷 오버헤드를 감소시켰으나 RTS나 CTS 패킷의 충돌시 해당 시간을 사용할 수 없다는 단점이 있으며, 여전히 제어 패킷에 대한 오버헤드가 작지만 계속 남아 있다는 점이 문제점으로 지적 된다.

따라서 본 연구에서는 cross-layer scheduling 기법을 개선하여 제어 패킷 오버헤드를 감소시키고, RTS 충돌시 사용할 수 없는 통신 시간을 사용할 수 있도록 개선한 MAC 프로토콜을 제안하려고 한다. 먼저 제어 패킷의 오버헤드를 감소시키기 위하여 그림 7과 같은 메커니즘을 고려하고자 한다.



〔그림 7〕 노드간 통신 예

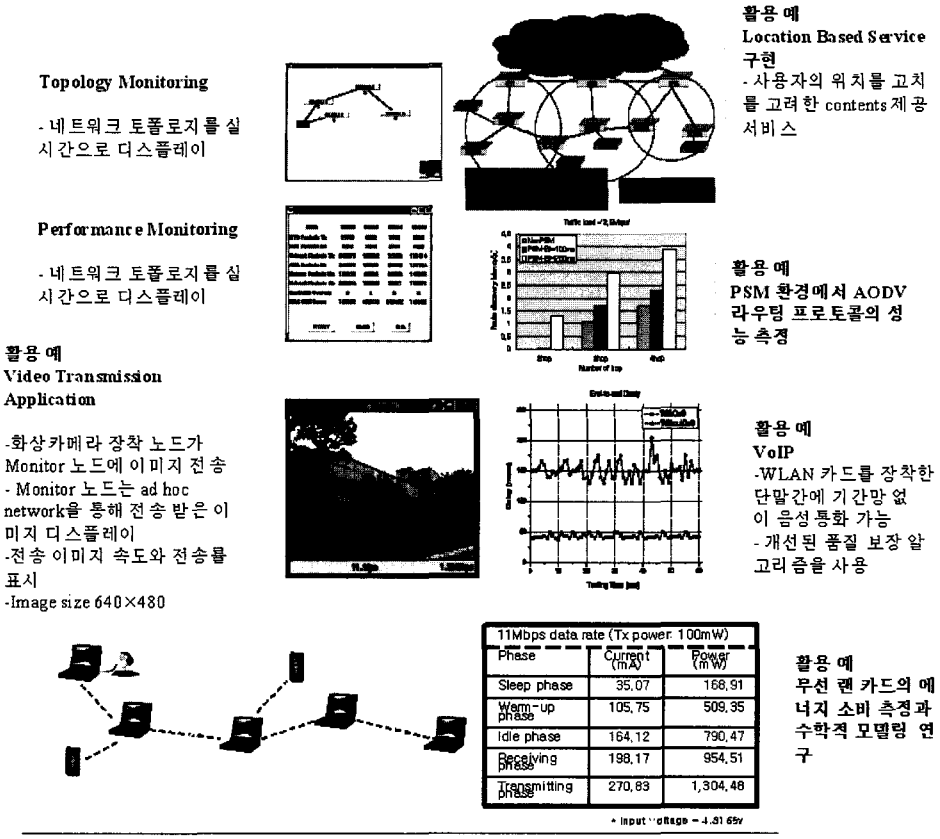
6. Mobile Marketplace 플랫폼 개발

현재까지의 이동적응망 테스트베드는 운영체제로 리눅스를 사용하고, 무선 인터페이스로 IEEE 802.11b를 사용하면서 기본적인 동작을 테스트하는 것에 초점이 맞추어져 왔다. 그러나 본 연구에서는 그것에 만족하지 않고, 이동적응망 테스트베드에 흐름제어 및 QoS 알고리즘을 적용시켜 VoIP와 같은 실시간 응용프로그램의 사용을 가능하도록 하였다.

보다 안정적인 QoS를 제공하기 위한 알고리즘을 위해 IEEE 802.11 MAC, 스케줄링 기법, 라우팅 프로토콜 등에 대해 연구하고 있으며, 보다 정확한 성능 측정을 위한 기법을 개발하고 있다. 그리고 이동적응망에 적합한 다양한 응용프로그램들도 함께 개발하고 있다.

7. 센서 네트워크 플랫폼 개발

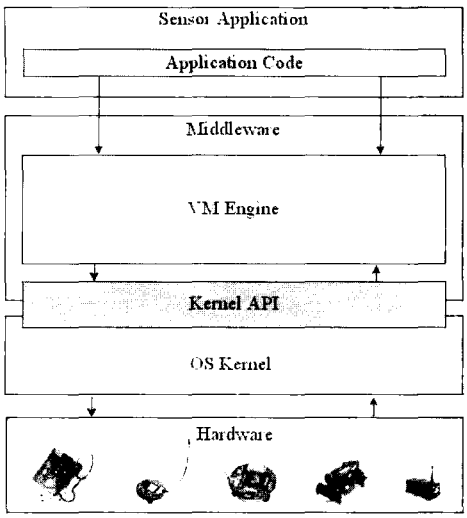
인간과 컴퓨터와 사물이 유기적으로 연계되어 언제 어디서나 다양하고 편리한 새로운 서비스를 제공해주는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서, 외부



〔그림 8〕 Mobile Marketplace 플랫폼

환경의 감지와 제어 기능을 수행하는 센서 네트워크 기술이 최근 활발히 연구 되고 있다. 특히 RFID와 센서 네트워크와의 만남은 유비쿼터스 센서 네트워크라는 새로운 연구분야를 만들어 내었다. 이러한 유비쿼터스 센서 네트워크 기술은 저전력 저가격의 무선 통신 기술, 초소형 마이크로 프로세서 기술, 자동 구성이 가능한 ad-hoc 네트워크 기술, MEMS기술, 다양한 종류의 센서들과 이들의 표준화 노력, 그리고 임베디드 시스템 기술등의 발전으로 실현이 가능한 기술로써 평가되고 있다.

현재 센서 네트워크와 관련하여 가장 활발히 연구하고 있는 국가는 미국이다. 미 국방성의 지원 하에 버클리, UCLA를 비롯한 많은 대학, 연구기관들이 폭 넓은 연구를 진행하고 있다. 그 중 버클리는 Mote라는 센서 노드 시리즈와 TinyOS를 설계하여 외부에 공개하였으며, 현재까지 구현된 센서 네트워크 플랫폼 중에 가장 많이 활용되고 있다. 그 외에 일본에서는 켄 사카무라 교수에 의해서 유비쿼터스 표준 플랫폼 개발의 일환으로 T-Engine 프로젝트가 활발히 진행되고 있다. T-Engine은 유비쿼터스 서비스를 위한 하드웨어와 운영체제, 개발 툴 등을 갖춘 표준 플랫폼으로 일본 내에서는 TRON 프로젝트가 그랬듯이 앞으로 많이 이용될 것으로 예상된다. 국내에서는 IT8-3-9 프로젝트에서 RFID 기반의 USN (Ubiquitous Sensor Network) 인프라스트럭쳐 구축을 위해 2004년부터 집중적인 연구



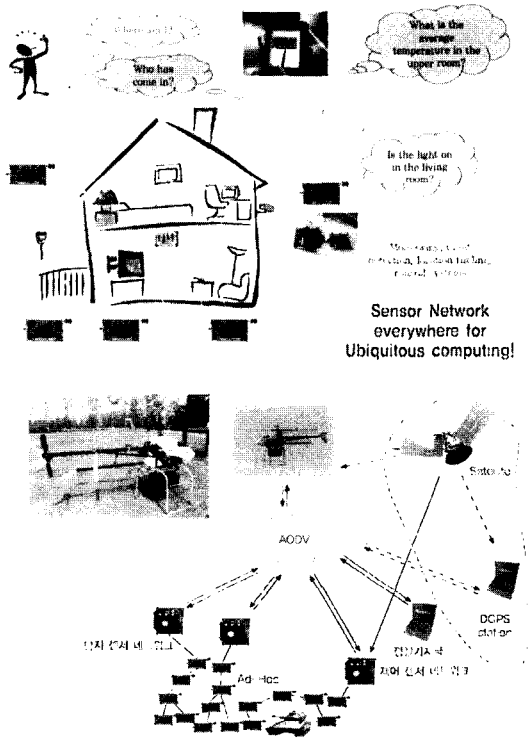
〔그림 9〕 재 프로그래밍을 위한 미들웨어 구조

개발 투자가 이루어지고 있다.

다양한 응용을 지원하기 위해서 성능과 기능 측면에서 네 가지로 분류된 센서 노드 하드웨어를 설계하고 있으며, 진화성과 센서 노드의 협력 기능에 중점을 둔 저전력 초소형 센서 운영체제, ZigBee MAC을 위한 QoS 스케줄링, 다양한 센서 네트워크 메시징 모델에 기반한 이중계층 이중 도메인 기반의 센서 네트워크 구조 및 라우팅 프로토콜, 그리고 학습 기반의 위치 추정 알고리즘과 애드혹 클럭 동기화 기술, 배포된 센서 장치들을 효율적으로 재 프로그래밍 하기 위한 미들웨어 기술등을 연구하고 있다. 그 외에도 신뢰성 평가에 기반한 센서 네트워크 시큐리티 프레임웍, UPnP 기반의 센서 네트워크 제어및 관리 미들웨어, 센서 네트워크 컨텍스트 처리 구조등을 연구하고 있다.

그림 9는 재 프로그램을 효율적으로 수행하기 위한 센서 미들웨어의 구조를 보여준다. 미들웨어에서 수행 될 수 있는 언어로 프로그램을 개발하고, 센서장치에 네트워크를 통해 설치 후 미들웨어를 통해 프로그램을 수행한다. 센서 미들웨어는 운영체제와 함께 미리 설치되어 있고, 커널 API를 통해 어플리케이션을 수행 시킨다. 이러한 미들웨어 구조를 사용하면 어플리케이션 코드를 간소화 시키는 방법으로 재 프로그래밍으로 인한 오버헤드를 줄일 수 있다. 하지만 어플리케이션 코드가 간소화되면 프로그래밍 범위가 줄어들기 때문에 어플리케이션의 운영 범위가 제한된다.

현재 개발된 기술들은 그림 10과 같은 센서 네트워크 플랫폼에 직접 구현하여 기능과 성능을 검증할 수 있는 스마트 홈 플랫폼과 무인 정찰기를 이용한 무인 정찰 센서 네트워크 플랫폼을 구축하여 활용하고 있다.



〔그림 10〕 센서 네트워크 플랫폼

V. 결 론

모바일멀티미디어연구센터는 이동적응망의 기반기술 및 응용시스템 개발을 통한 산업화 기여

와 무선통신, 네트워크 프로토콜, 응용 소프트웨어 기술들을 통합적으로 습득한 고급 인력 양성을 목적으로 2001년 11월에 정보통신부의 ITRC로 선정되었다.

현재 MMRC에서는 별도의 인프라 기반 망의 지원 없이, 사용자 각자가 보유한 정보통신기기들이 서로 협조하여 필요한 망을 즉석에서 형성하는 이동적응망 관련기술들을 4개 대학(ICU, KAIST, 아주대, 연세대) 9명의 교수와 70여명의 석/박사과정 학생들과 참여 연구기관들이 협력하여 유기적이면서 통합적인 방식으로 연구를 진행하고 있다.

이러한 연구결과들은 캠퍼스 시스템과 같이 민간통신용 외에도 군통신, 긴급재해복구 등 공용통신망에서도 활용이 가능하다. 특히 센서 네트워크 관련 기술들은 독립적으로 비교적 가까운 미래에 산업화 기여가 가능한 분야이다. 또한 Mobile Marketplace와 Sensor System을 접목한 Context-aware한 환경을 제공함으로써, 스마트 홈, 스마트 오피스의 실현을 가능하게 하고, 군사용으로도 널리 활용이 가능하다. 정부의 신성장 동력사업인 IT8-3-9사업의 3대 인프라중 유비쿼터스 센서 네트워크 발전에도 크게 기여할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 한국정보통신대학교 모바일멀티미디어연구센터, "미래 개인 이동적응망 연구: 대학 IT 연구센터 육성·지원사업 2003년도 연차실적 보고서", 2004년 6월

[2] 한국정보통신대학교 모바일멀티미디어연구센터, "미래 개인 이동적응망 연구: 대학 IT 연구센터 육성·지원사업 2004년도 수행 계획서", 2004년 6월

[3] Wonjeong Jeong, Hyuncheol Park, "Performance Improvement Techniques for CCK-OFDM WLAN Modem", IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol. 3, No. 49, pp. 602-605, Aug. 2003

[4] Y. Doh, D. Kim, Y. Lee, C.M. Krishna, "Constrained Energy Allocation for Mixed Hard and Soft Real-Time Tasks", LNCS 2968 (pp. 371-388), Feb. 2004

[5] F. Berggren , Seong-Lyun Kim, "Energy-Efficient Control of Rate and Power in DS-CDMA Systems", IEEE Transactions on Wireless Communications, May 2004

[6] Myung-Hwan Seo, Jyeon-Ju Yoon, Joong-Soo Ma, "Fast Flooding in Power Save Mode of IEEE 802.11 DCF based Mobile Ad hoc Networks", Networking 2004, LNCS 3042, pp. 1464-1469, May, 2004

[7] Joonhyuk Kang, Niko Vloeberghs, "Reduced-Complexity Vector Channel Estimation for Systems with Receive Diversity", IEICE Trans. on Communications, Vol.E87-B, No.6, June, 2004

[8] Nayoung Kim, YongGil Jeong, Joongsoo Ma, Joonhyuk Kang, "Enhanced Indoor Location Finding System", Proc. of ITC-CSCC 2004.

마 중 수

1968년 3월 ~ 1973년 2월 : 연세대학교 전기공학과(학사)

1975년 9월 ~ 1977년 6월 : Univ. of Massachusetts, Amherst 전자공학(석사)

1977년 6월 ~ 1978년 9월 : Univ. of Massachusetts, Amherst 전자공학(박사)

1978년 ~ 1991년 : IBM Watson Research Center Research Staff Member

1991년 ~ 1999년 : SK텔레콤 기술개발실장

1997년 ~ 1998년 : 정보통신연구진흥원 무선통신전문위원

1999년 ~ 현재 : 한국정보통신대학교 공학부 부교수

<관심분야> Communications Network Architecture, Protocols, and Performance Evaluation, Mobile Communications Network Design, Management and Optimization, Wireless Local Area Networks, Bluetooth