

유비쿼터스 네트워킹 기술

다산네트웍스 강남희·김영한

1. 서 론

차세대 네트워크는 종래의 관리자 중심의 고정 관리 방식에 의존했던 네트워크 패러다임에서 고성능 칩이 내장된 지능화된(intelligent) 사물들이 주변의 상황을 스스로 인식하고(situation awareness) 사용자의 요구를 스스로 계산하여(autonomic computing) 통신을 돕는 자가 성장(self-growing), 자가 치유(self-healing) 네트워킹 패러다임으로 진화할 것이다. 이러한 네트워킹 요구사항을 만족할 수 있도록 해주는 것을 **유비쿼터스 네트워킹 기술**이라 하고, 더욱 많은 사물들이 통신 기능을 갖고 보다 효율적으로 상호 정보를 교환할 수 있도록 통신 서비스를 제공해주는 것을 주 목적으로 하고 있다. 이를 통해 사용자는 주변의 컴퓨팅 기술이 가능한 장치를 인식하거나 복잡한 조작을 할 필요 없이 의료, 경제, 교육 등의 광범위한 서비스를 공급받을 수 있게 된다.

유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 네트워킹 인프라 구축은 유무선 네트워킹 인프라가 종합화된 형태로 이루어 질 것이다. 본고에서는 이중 core 네트워크가 될 광대역통합망(BcN: Broadband Convergence Network) 이외에 유비쿼터스 컴퓨팅 노드들의 액세스 망의 역할을 하게 될 **무선 ad hoc 기반망과 mesh 네트워크** 등에서의 최근의 동향과 **community computing**을 돕게 될 **zone 기반의 네트워킹 구조**를 살펴보고 새로이 제안하고 있는 zone master를 사용하는 유비쿼터스 무선 네트워킹 인프라 망 구조 등을 살펴본다[1]. 서론에 이어 2장에서는 유비쿼터스 네트워크 접속기술로 각광받고 있는 MANET을 기술한다. 3장에서는 MANET 노드들에게 인터넷 접속을 제공할 수 있는 mesh 네트워크 기술을 설명하고 이를 적용한 응용들과 구현 방안을 살펴본다. 이어서 4장

에서는 유무선 통합을 위한 MANET과 mesh 네트워크 기술의 표준화 동향을 기술한다. 마지막으로 5장에서 유비쿼터스 환경에서 community computing을 수행할 수 있는 zone 기반의 네트워킹 기술을 소개한 후 6장에서 결론을 맺는다.

2. 무선 Ad-hoc 네트워크

무선 네트워크는 기존에 단말이 유선 연결을 위해 고정된 채 접속되어야 하는 제한을 제거하고 언제 어디서나 네트워크에 접속 할 수 있는 유비쿼터스 접속 방안을 제공해 준다. 특히 무선랜(WLAN)의 Wi-Fi는 기존 셀룰라 네트워크보다 고속으로 데이터를 전송할 수 있고(IEEE 802.11b: 11Mbps, CDMA2000: 300~400Kbps) 통신 비용이 저렴하다는 장점으로 인하여 이미 가정, 학교, 회사 등에 널리 사용되고 있다. 최근 WLAN 기반의 인터넷 접속 방안인 핫스팟(hot spots) 사용의 증가 추세는 데이터 통신의 큰 흐름으로 자리잡고 있다. 또한 향후 수년 내에 모든 네트워크와 단말들은 All IP로 전환될 것으로 예상되고 있고, 그 결과 다양하고 많은 양의 트래픽이 발생할 것이다. 증가하는 이용률과 데이터 양을 기존의 액세스 포인트(AP: Access Point)나 기지국(BS: Base Station)과 같은 통신 인프라만을 이용해 처리할 수는 없다. 따라서 이를 수용할 수 있는 네트워킹 접속 기술은 우선적으로 고려되어야 할 사항이다. 이를 해결하는 비용 효율적인 방안이 기존 통신 인프라와 MANET의 결합을 통한 접속 방안이다. 본 장에서는 MANET의 기본 개념과 유비쿼터스 네트워킹에 적용할 경우의 고려사항 및 난제 기술을 설명한다.

2.1 MANET

무선 ad-hoc 네트워크인 MANET은 통신 인프라의 설치가 어려운 지역이나 문화재와 같이 통신 선로의 설치가 어려운 건물, 그리고 단기간의 전시회나 판매를 위

† 본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스컴퓨팅 및 네트워크원천기술개발사업의 지원에 의한 것임.

한 임시적인 장소에서 효율적으로 네트워크를 구축할 수 있도록 해준다. 즉, MANET은 기존의 인프라 기반 네트워크 보다 네트워크 구성 시 장소와 시간의 제약이 적다는 장점으로 인해 유비쿼터스 환경에 적합한 접속 기술로 인식되고 있다.

MANET은 무선 링크들에 의해 연결된 노드들이 자가 구성한 (self-configured) 네트워크이다[2]. 따라서 모든 MANET 노드들은 데이터의 송,수신을 담당하는 호스트로서 동작하면서, 동시에 다른 노드들의 패킷을 전달해 주는 라우터로서의 기능을 수행해야 한다.

1970년대 초반 등장한 MANET 기술은 주로 JTRS 나 NTDR 시스템처럼 군대의 전술적 사용이나 재난이나 응급 상황에 대처하기 위한 네트워크로 인식되어 연구되어왔다. 그러나 1990년대 중반부터 널리 사용되기 시작한 IEEE 802.11 WLAN 카드의 보급으로 인해 보다 일반적인 목적을 갖는 응용으로 확산되고 있다[3]. 특히 많은 비용이 요구되는 통신 인프라의 설치 없이 빠른 시간 안에 자가 구성된다는 MANET의 특성은 유비쿼터스 컴퓨팅 관점에서 매력적이다. 또한 MANET의 다중 홉 기반 통신 방식은 기존 WLAN 환경의 통신 영역을 확장 시킬 수 있다는 장점을 갖게 되므로 기존 유선망을 대체해서 사용된다기 보다는 유,무선 연동을 통한 통합 형태로 발전해 나갈 것이다.

그러나 여전히 해결해야 할 난제 기술은 많다. 특히 노드들의 이동성으로 인한 빈번한 네트워크 토폴로지 변화와 이를 사전에 예상할 수 없다는 점은 프로토콜 디자인 관점에서 어려운 점이다.

2.2 고려 사항 및 난제 기술

그림 1은 미래의 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워킹을 위해 MANET을 적용할 경우 고려되어야 할 계층별 고려사항 (앞면) 및 난제 기술들을 (측면) 나타낸다.

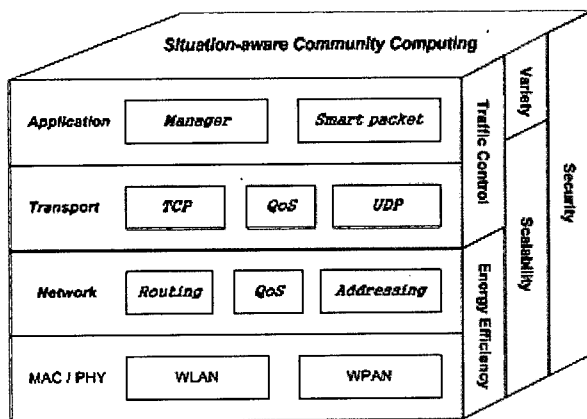


그림 1 계층별 요구사항

특히 기존 네트워크 보다 MANET에서의 라우팅 적

용 방안은 매우 어렵다[1]. 이는 노드들의 이동성으로 인한 네트워크 토폴로지의 빈번한 변화, 노드들의 제한된 자원 (에너지 및 컴퓨팅 자원), 무선 링크 채널의 특성 (채널 간섭, 충돌 등) 및 경로 제어를 담당할 수 있는 장비의 부재가 주 원인이 된다. 단말의 위치와 토폴로지가 고정되어 있는 유선 네트워크 (static network)의 경우 주어진 라우팅 메트릭을 통해 설정되는 최단 경로는 최적의 경로가 될 수 있다. 그러나 이러한 기존의 라우팅 방법을 직접 MANET에 적용할 경우, 앞에 설명한 다양한 무선 통신의 난제 요소들로 인해 경로 설정이 어렵게 된다. 따라서 이러한 요소들로 인해 발생하는 영향을 반영할 수 있는 상황 적응적 라우팅 프로토콜이 요구된다. 특히 군사용이나 재난 등의 특수한 목적에 사용될 경우 보안 (security), 지연 (latency), 전달의 신뢰성 (reliability), 고의적 jamming 그리고 오류 복구는 중요한 사항이다.

이 이외에도 각 계층별 QoS 요구사항을 충족할 수 있는 방안과 차세대 유비쿼터스 네트워킹 및 community 컴퓨팅을 위한 응용(예, smart packet[4]) 등이 고려되어야 한다. 또한 MAC 및 네트워크 계층에서 상호 연동되는 에너지 처리 방안, 인터넷 접속을 고려할 경우 필수적인 주소 자동 설정 방안, QoS 특성과 연관된 전달계층의 트래픽 처리 방안 등이 해결되어야 할 과제들이다.

3. Mesh 네트워킹 기술

3.1 네트워킹 구조

그림 2는 mesh 네트워크 (c)와 널리 사용되고 있는 기존의 WLAN (a)과 WPAN (b)의 네트워크 구조를 나타낸다.

3.1.1 무선 LAN(WLAN)

WLAN은 기존에 존재하는 유선망(wired network)과 무선 단말들 사이의 연결을 제공한다. 다양한 전달 속도와 기능적 제어 방안들이 표준화되고 있다[11]. 대표적인 표준화 방안은 IEEE 802.11[5] 계열과 유럽의 HYPERLAN[6] 계열이다. IEEE 802.11은 모든 IEEE 802 계열의 표준들처럼 ISO 7 계층의 하위 두 계층 (MAC, PHY)에 대한 통신 규약을 정의하고 있다. 따라서 기존의 유선 LAN 환경에서 사용되던 응용과 프로토콜들은 큰 변경 없이 WLAN 상에서도 동작하게 된다[3].

WLAN에서는, 그림 2에서 나타낸 것처럼, 두 개나 그 이상의 노드들이 BSS (Basic Service Set)을 형성하게 되는데, BSS는 802.11 LAN의 표준 building

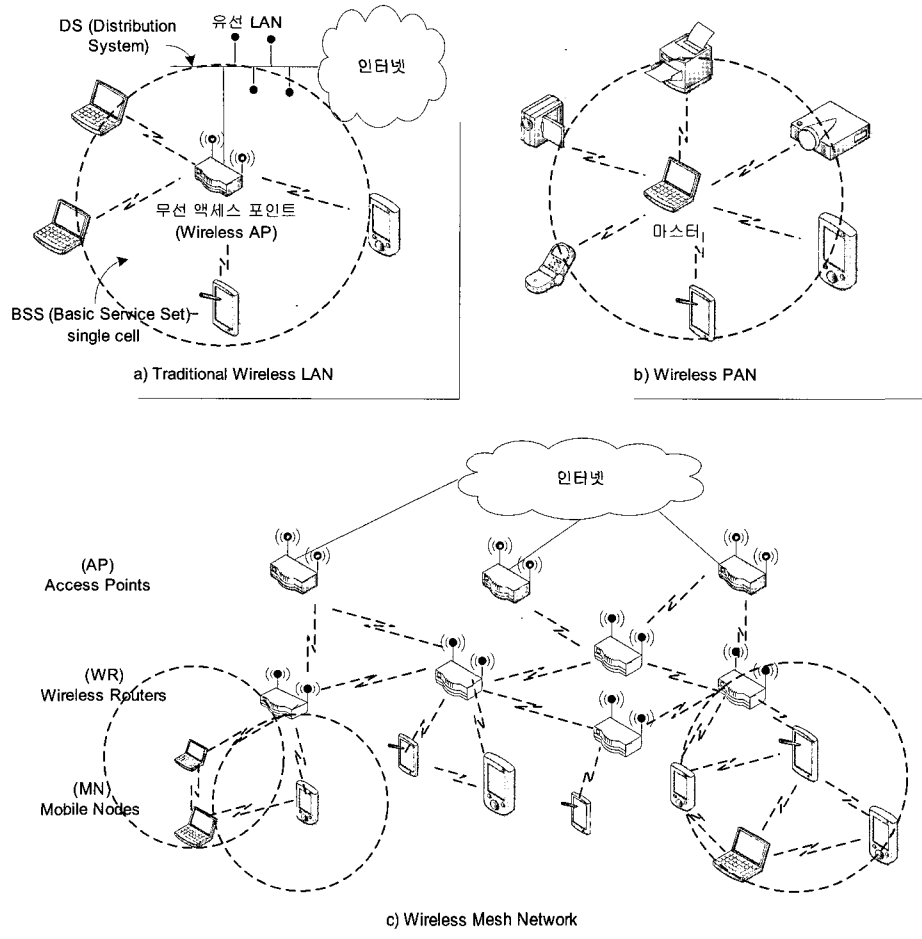


그림 2 무선 네트워크 구조

block으로 사용된다[5]. 이중 base와 연결되어 있지 않은 독립적인 BSS를 ad-hoc 네트워크라고 정의한다. DS(Distribution System)은 다수의 BSS들을 연결하여 네트워크의 영역을 넓히는 역할을 한다. DS는 802.11의 표준화 대상은 아니고, 기존에 있는 기술이 사용되거나 새로운 기술이 개발 적용될 수 있다.

3.1.2 무선 PAN (WPAN)

WPAN(Wireless Personal Area Network)은 이동 디바이스들이 좁은 범위 내에서 작은 전력을 사용하여 통신할 수 있도록 해주는 개인 영역 무선 통신 시스템이다. IEEE 802.15.3 WiMedia 또는 IEEE 802.15.4 ZigBee가 관련 표준이 된다. 독립적인 네트워크 구성이 아닌 경우 WLAN과 연동되어서 사용될 수 있는데, 이 경우 WPAN의 일부 장비는 WLAN과 통신할 수 있는 인터페이스를 갖추고 이러한 인터페이스가 없는 WPAN 장비를 위한 게이트웨이 역할을 수행해 주어야 한다. 향후 유비쿼터스 네트워킹에서는 이동전화 단말이나 PDA가 이러한 역할을 하게 될 것이다.

3.1.3 무선 mesh 네트워크

기존의 WLAN에서는 모든 노드들이 AP의 무선 데이

터 전송 범위 안에 위치해야 하고 AP와 1 hop의 무선 연결이 되어야 통신이 가능하다. 따라서 공간의 효율적 재사용이 어렵고, 각 무선 영역을 담당하는 AP에 모든 데이터가 전송되므로 중앙 집중적인 혼잡이 발생하고, 또한 AP의 데이터 처리 부하는 영역내의 노드들의 수에 비례하여 증가하게 된다. Ad hoc 네트워크와 WLAN을 연동하면 이를 해결하면서 효율적으로 인터넷을 접속할 수 있는 방안이 되는데 이를 mesh 네트워크라 한다[7].

지금까지 ad hoc 네트워크에 많은 연구가 되어왔지만, 주로 군사적 목적이나 재난 등의 특별한 환경에 치중된 연구가 대부분이었고 실질적인 응용이나 상업적인 이용은 적었다. 인터넷 사용자들은 일반적인 목적을 가지는 응용을 통해 보다 빠르고 언제 어디서나 인터넷에 접속할 수 있는 방안을 요구하고 있고, 이의 해결책으로 등장한 것이 무선 mesh 네트워킹 기술이다. Mesh 네트워크는 자체 구성된 ad hoc 네트워크에 유연(flexible)하고 비용 효율적인 방법으로 유선 인프라를 확장할 수 있는 방안을 제공해 준다.

Mesh 네트워크는 고정된 장비와 이동 노드들이 혼합된 형태로 구성되는 다중 홉 기반의 무선 ad hoc 네트

워크이다. 최근 IEEE에서 mesh 네트워크를 위한 MAC과 PHY 계층에 관한 표준화를 위해 802.11s Task Group을 생성하면서 그 관심이 고조되고 있다. 다른 802 계열의 WG와 IETF MANET WG에서도 mesh 네트워크의 적용을 위한 표준의 확장을 고려하고 있다.

그림 2의 (c)에 나타낸 것처럼, 무선 mesh 네트워크는 기존의 ad hoc 네트워크와 달리 계층적인 네트워크 구조를 갖는다. 즉, 이동 노드들과 무선 라우터(WR: Wireless Router) 그리고 유선 인터넷과 연결되는 AP들로 구성된다. WR들은 무선 백본을 형성하고 일반 노드들과 유선 게이트웨이 사이를 다중 홉으로 연결해 준다. WR과 AP의 mesh 구조는 무선 backhaul 통신 시스템을 형성한다. Backhaul은 외부 네트워크인 인터넷으로 데이터를 분배시키는 데이터의 전달 통로이다.

기존의 WLAN을 이용해 인터넷에 접속하는 핫스팟의 가장 큰 문제는 네트워크의 규모가 커질수록 설치 비용이 증가한다는 것이었다. IEEE의 802 계열에서 데이터의 전송 속도를 향상시키기 위해서 효율적인 변조 방식을 적용하고 있다. 이러한 변조 방식의 사용을 위해서는 데이터 전송 거리를 감소해야 한다. 즉, 큰 규모의 네트워크에서 초고속 전송을 제공하기 위해서는 많은 AP들과 이들을 인터넷에 연결시키는 유선 선로의 구축이 필요하고, 결국 비용이 증가한다. 이에 반하는 Mesh 네트워크의 장점은 크게 다음과 같다.

- Large scale deployment
- 신뢰성(Reliability)
- 자가 관리(Self management)

앞서 설명한 것처럼 기존의 WLAN 방식보다 mesh 네트워크는 규모의 문제를 감소시킬 수 있고, mesh 네트워크의 WR들의 연결인 무선 백본은 데이터 전달의 신뢰성을 향상시킨다. 또한 중앙에 집중화되던 잠재적 병목 현상을 줄일 수 있다. 마지막으로 mesh 네트워크는 ad hoc을 기반으로 하고 있으므로 자가 치유, 자가 구성, 자가 관리 등의 특성을 그대로 유지할 수 있다.

3.2 적용 사례

3.2.1 지능형 교통 시스템(ITS: Intelligent Transportation Systems)

무선 mesh 네트워크는 ITS 구현에 비용 효율적인 방안을 제공한다. 그림 3에 나타낸 것처럼 가로등이나 건물에 세워진 송,수신 장비를 통해 도시 교통 정보와 제어 정보가 실시간으로 전달 된다. 대표적인 적용 사례는 영국의 도시 규모의 교통 정보 전송 시스템인 PORTAL (Portsmouth Real-Time Travel Information Sys-

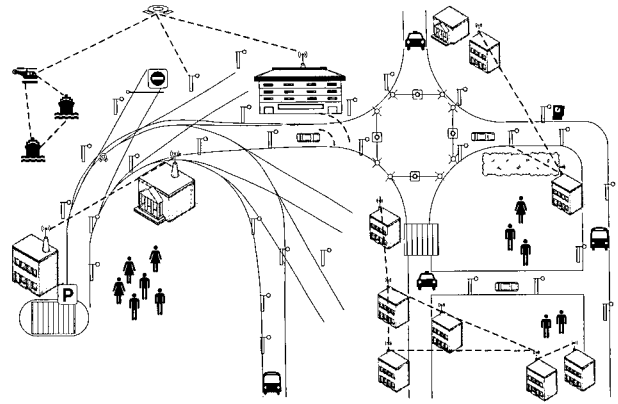


그림 3 ITS 구현 예

tem)을 들 수 있다. 이 시스템은 MeshNetworks사의 mesh 네트워킹 기술을 300대 이상의 버스에 구현하여 실시간 위치, 도착정보 등이 전달되도록 구현됐다[3].

3.2.2 Public safety

미국의 911 테러 사건 이후 급격히 관심이 고조된 소방, 경찰 및 응급 서비스에 관한 응용이다. 특히 ad hoc의 시간 및 비용 효율적인 자가 구성 네트워킹 특성은 긴급한 상황에 적합하게 작용되고, 인터넷 접속이 가능한 mesh 네트워킹이 가능할 경우 그 효과는 더욱 커진다. 미국 샌프란시스코의 San Matteo 경찰 당국은 모든 경찰차에 랩탑을, 자전거나 오토바이에는 PDA를 장착하여 IEEE 802.11b/g 기반 구조 상에 Tropos Networks사의 mesh 네트워킹 기술을 적용하였다. 현재 30대 이상의 Tropos Wi-Fi AP가 시내에 설치되어 있다. AP에 설치된 소프트웨어는 자가 발전 및 자가 구성이 가능하고, 중앙 집중적인 네트워크 관리 및 제어가 가능하도록 구현되어 있다[3].

3.2.3 Public Internet Access

Wi-Fi를 기반으로 무선 인터넷 서비스를 제공하는 ISP의 수가 계속 증가하고 있다. 이 경우 mesh 네트워킹은 맥내는 물론 맥외 적용 시 비용 효율적인 접속 방안을 제공해 준다. 미국 캘리포니아의 Cerritos시는 2004년 메트로 규모의 광대역 도시 네트워크를 구현하였다. Tropos Networks사의 mesh 네트워킹 기술을 이용하여 WISP(Wireless ISP)인 Aiimesh Communication사가 서비스를 담당하고 있다. 현재 130 AP중 20%정도만 유선 네트워크에 연결되어 backhaul로 동작하고 있다. 이를 통해 통신 설비의 설치 비용이 크게 감소하였고 빠른 네트워크 구축이 가능했다. 특히 그림 4처럼 제한된 인구수로 인해 유선 설비를 설치할 수 없었던 도시 외곽까지 낮은 비용으로 통신 영역을 확대할 수 있다[3].

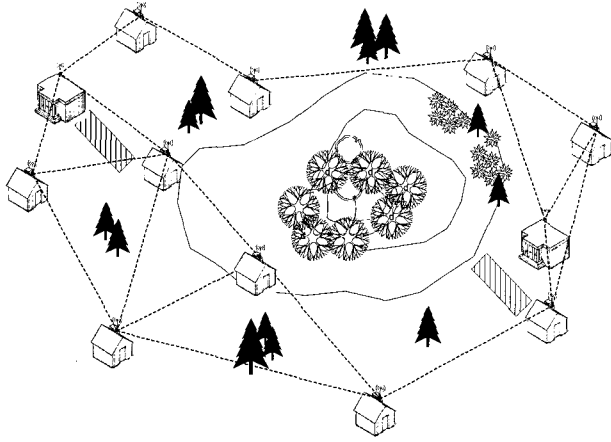


그림 4 도시 외곽을 포함한 mesh 구조

3.3 구현 방안

Mesh 네트워크는 크게 두 가지 방안을 이용해서 구현할 수 있다. MIT의 Roofnet과 같이 공개된 기술을 이용하거나, 앞에서 설명한 적용 사례와 같이 상업 기술을 적용할 수 있다.

3.3.1 공개 기술(off-the-shelf solution)

Roofnet이외에 Illinois주의 Champaign-Urbana Community Wireless Network (CuWiN)와 샌프란시스코의 BAWU이 공개된 기술을 적용한 예에 해당한다.

Roofnet은 MIT의 CSAI Lab.을 주도로 설치 및 관리되고 있는 실험적이고 독립적인 802.11 b/g 기반의 다중 홉 mesh 네트워크이다. 네트워크에는 40 여 개의 활성 노드들이 구성되어 그림 5와 같은 통신 링크를 형성한다. 그림 5의 지도는 매 5분 단위로 갱신된다. 지도 위에 표시된 선은 전송되는 데이터가 있는 모든 링크를 나타내고 있다. Roofnet에선 라우팅 설정 시 손실률이 적은 경로가 우선 설정된다[8].

Roofnet은 모두 공개 소프트웨어만을 사용하였고, 많은 상업 mesh 네트워크가 방향성 안테나에 의존하여 통신 영역 넓히고 있는 반면 부지향성(omnidirectional) 안테나를 사용하여 노드 당 설치 비용을 줄였다. Mesh 네트워크와 인터넷의 연결점인 게이트웨이에만 방향성 안테나를 사용하고 있다.

무선 라우터로 사용되는 컴퓨터에는 Web 서버, NAT (Network Address translator) 및 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)이 설치되어 홉 네트워크의 라우터로 동작하게 된다.

CuWiN은 프로그램 개발자, 무선 통신 기술자, 대학 연구가 등으로 구성된 미국 Illinois주의 지역공동체 소속 지원자들이 개발한 비상업용 공개 소프트웨어로서, 유비쿼터스, 초고속 전송률 및 저비용 무선 통신 기술을 목적으로 개발된 무선 mesh 네트워킹 시스템이다[9].

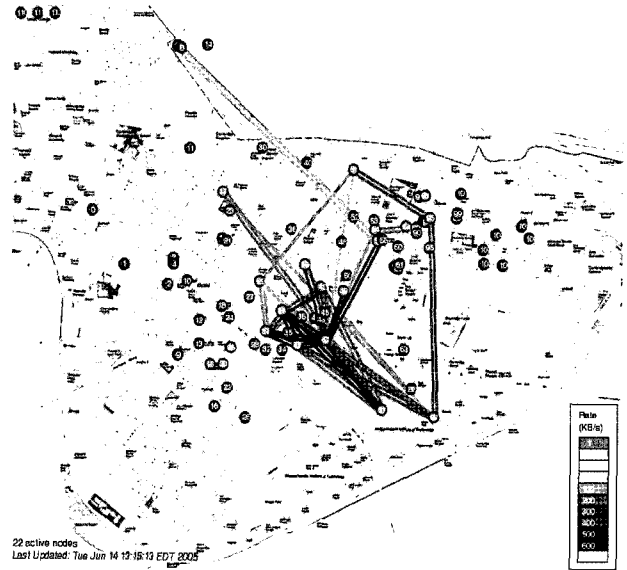


그림 5 MIT Roofnet 지도

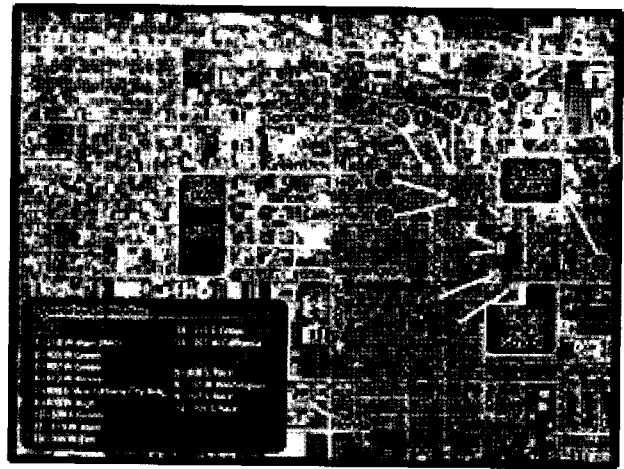


그림 6 CUWIN 지도

CuWiN은 BBN Technologies에서 개발된 HSLSR (Hazy Sighted Link State Routing) 프로토콜 이용한 ad hoc 네트워크를 기반으로 하고 있다. 따라서 자가 구성 및 자가 치유의 특성을 가지고 있어 새로운 노드가 네트워킹에 참여하거나 경로상의 노드가 사라질 경우에도 자동으로 상황에 적응된다. 현재 Urbana 시 전체 규모의 통신 영역으로 확장 설치되고 있다.

3.3.2 상업용 기술(Proprietary solution)

Mesh 네트워크 구현의 다른 방법은 독점 기술을 가지고 있는 mesh 네트워크 회사의 방안을 적용하는 것이다.

MeshNetworks, Tropos Networks, Radiant Networks, Firetide, BelAir Networks, Strix System 등이 mesh 네트워킹 기술을 갖고 있는 회사이다. Mesh 네트워킹 기술의 초기 도입단계에는 802.11 표준을 기반으로 개발되었는데, 점차 자체 기술을 개발하

여 적용하고 있다. Tropos사의 경우 태의 시스템은 셀룰라 기반의 Wi-Fi 네트워크를 사용하는데, 각 Wi-Fi 셀은 무선 LAN처럼 동작한다. 또한 이 회사는 고유의 무선 라우팅 프로토콜인 PWRP (Predictive Wireless Routing Protocol)을 개발하여 적용하고 있다. PWRP는 목적지까지의 hop 수를 기준으로 경로를 설정하지 않고, 경로 설정 시 링크의 패킷 오류율을 비교하여 최적의 경로를 찾는다. 반면 LocustWorld사와 같이 공개 소프트웨어를 기반으로 mesh network를 구현하는 회사도 있다. 이 회사의 mesh 라우터인 Mesh-boxes는 공개된 리눅스 기반의 AODV를 기반으로 개발되었다.

4. 관련 표준화 동향

4.1 IETF MANET WG

MANET WG의 목적은 노드들의 이동성으로 인해 유동적으로 변하는 토폴로지에서 적절하게 IP 라우팅 기능이 동작하는 프로토콜을 표준화하는데 있다. 특히 이동 노드들의 제한된 자원을 고려하여 라우팅 데몬은 간소화하고 (lightweight) 다양한 장비와 무선 환경에 적용될 수 있는 방안을 고려한다. 또한 고정된 장비와 이동 노드들로 구성될 수 있는 hybrid mesh 네트워킹 방안에 적합한 규격과 관리 특성도 고려하고 있다.

MANET WG은 기존에 연구 발표되고, 실험 되고 있는 많은 라우팅 프로토콜을 기준으로 RMRP(Reactive MANET Routing Protocol), PMRP(Proactive MANET Routing Protocol)을 표준화 할 예정이다. 라우팅의 표준화 시 라우팅 보안과 IPv4와 IPv6 지원 방안도 고려한다. 부가적으로 제한된 영역 내에만 데이터가 전달될 수 있는 방안도 개발하고 있다. 이것은 데이터를 효율적으로 flooding 하는 MANET에서의 멀티캐스팅 개발에 필수적 요구 사항이 된다.

4.2 IEEE 802.15.5

IEEE 802.15는 PDA, 셀룰라 폰 및 PC 주변 장치들의 근거리 무선 연결을 위한 PHY와 MAC에 관한 WPAN 표준을 담당한다. 2003년 11월 mesh 네트워킹을 위한 Task Group인 802.15.5가 형성되어 WPAN에서 mesh 네트워킹을 위해 요구되는 기능을 논의하고 있다. 특히 이동 노드의 제한된 에너지로 인한 문제점과 다중 홉을 통한 통신 영역 확대를 고려하고 있다. UWB (Ultra WideBand)을 적용할 경우 고속 전송 속도를 얻기 위해서는 데이터 전달 거리가 감소되므로 통신 반경이 제한된다. 이러한 제한된 자원을 기반으로 동작해야 하므로 경량화된 mesh 네트워킹 방안이 주로 논의되고 있다.

4.3 IEEE 802.11s

IEEE 802.11은 다양한 표준화 위원회를 통해 WLAN 관련 기술을 표준화 하고 있다[11]. 최근에는 다중 안테나 기술과 다중 밴드를 고려한 100 Mbps 급의 초고속 데이터 전송을 위한 방안, QoS 제공을 위한 MAC 표준화 방안, 빠른 handoff 방안 등등이 주요 이슈가 되어 논의되고 있다. Mesh 네트워킹 기술은 802.11s ESS(Extended Service Set) Mesh Networking Task Group에서 다뤄지고 있는데, 기존의 802.11의 기본 구조와 프로토콜을 기반으로 AP들 간의 자동 토폴로지 인식과 동적인 경로 재구성 등을 통한 ESS mesh 기능을 확장하는 방안을 고려하고 있다. 기본적인 개념은 자가 구성이 가능한 다중 홉 토폴로지 상에 radio-aware 메트릭을 이용하여 MAC 계층에서 broadcasting/multicasting을 지원할 수 있도록 802.11 MAC을 확장하여 802.11 기반의 무선 분배 시스템을 만드는 것이다. 2005년에 표준 규격의 작업이 본격화 될 것으로 예상되고 있다.

4.4 WiMAX

인터넷을 통한 멀티미디어 데이터 전송 요구 증가는 광대역 무선 접속(BWA: Broadband Wireless Access) 수요를 증가시키고 있다. IEEE에서 이러한 광대역 무선 접속을 고려하는 WG이 802.16 WG(고정 액세스)과 802.20 WG(이동 액세스)이다.

IEEE 802.16 WG은 PMP(point-to-multipoint) 무선 접속 방법을 기반으로 BWA를 위한 WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)의 표준을 정의하고 있다. 이 후 Wi-Fi와 같은 상업적인 이유로 WiMAX (휴대인터넷 사용 표준) 포럼이 개설되었다 [11].

반면, 이동성이 고려된 MBMA(Mobile Broadband Wireless Access)를 논의하는 802.20 WG은 2002년 12월에 개설되었다. 이 WG은 IP 중심의 데이터 서비스를 위한 고속 이동성 및 로밍 기능을 제공하는 방안에 대한 표준화를 수행하고 있다. 802.16 WG도 자신의 표준에 이동성을 확장한 802.16e Task Group을 개설했는데 두 WG의 차이는 다음 표와 같다.

표 1 WiMAX 관련 IEEE WG 비교[3]

항 목	802.16e	802.20
사용 주파 대역	2-6GHz	3.5GHz 이하
이동 속도	도보수준	250 km/h 까지
기준 표준	802.16a	없음

그림 7은 WiMAX와 Wi-Fi의 연동을 통해 mesh 네트워크를 구성하는 방안을 나타낸다 [3]. IEEE 802.16a의 MAC과 PHY의 규격은 원거리 통신에 최적화 되어있고 Wi-Fi 규격을 준수하는 장비들로 구성된 네트워크에 WiMAX 기술은 자연스럽게 연동될 수 있다. 그림에 나타낸 것처럼 mesh 형태로 연결된 무선 라우터들과 인터넷 백본 사이를 PMP 형태로 연결하는 것으로 무선 mesh 네트워크를 구현할 수 있다.

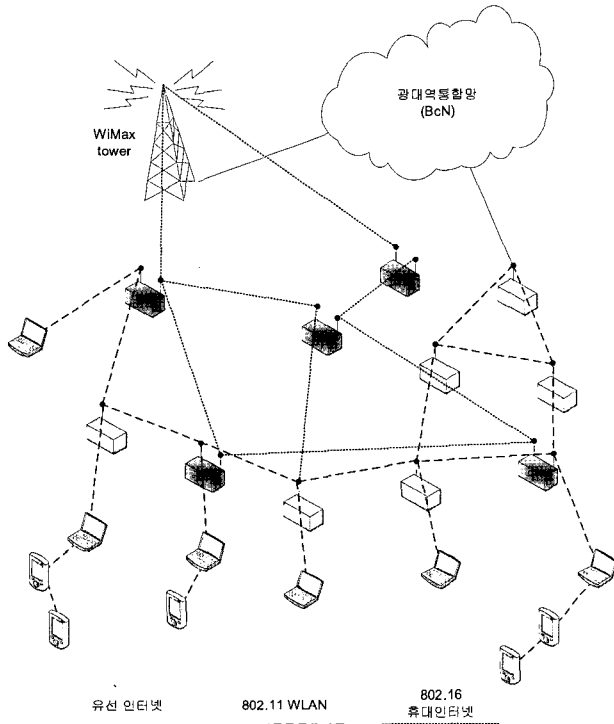


그림 7 WIMAX와 Wi-Fi를 통한 mesh 네트워크 구조

5. Zone 기반 네트워크 구조

유비쿼터스 zone(u-Zone)은 사용자를 위한 유비쿼터스 서비스 네트워크를 작은 영역으로 분할한 단위이다 [1]. u-Zone은 기본적으로 802.11 규격 호환의 무선 LAN 네트워크로서, 무선 다중 홉 전송모드를 사용한다. 여기에 다중 무선 접속 규격 기능을 사용하여, 향후 신규 무선 통신 기술의 포괄적인 추가가 가능하다. 커뮤니티 네트워크는 하나 또는 여러 개의 u-Zone들의 묶음으로 구성된다. 각 u-Zone 네트워크는 지리적인 위치의 차이, 제공하는 서비스 및 목적, 또는 그 외 여러 가지 필요에 따른 커뮤니티 통신(community communication) 환경을 의미한다. u-Zone 네트워크는 uT-Gateway 장비를 통해 인터넷에 접속한다.

그림 8은 u-Zone 네트워크 모델을 그린 것으로, 센서 네트워크(sensor network)는 상황(situation) 정보를 취득하기 위한 네트워크이며 u-Zone 네트워크와

는 센서 서버(sensor server)를 통해 접속한다. u-Zone은 u-Zone master라는 장비에 의해 상호 연결되거나 uT-Gateway를 거쳐 외부 네트워크와 연결된다.

u-Zone master는 하나의 u-Zone 안에서 사용자들 사이의 통신을 지원하며, 통신을 위한 부하를 경감시키기 위한 장비이다. u-Zone master를 사용하지 않고 u-Zone 네트워크를 하나의 단일 네트워크로 구성할 경우 네트워크 통신에 필요한 부하 및 전달 지연이 네트워크의 규모에 비례하여 기하급수적으로 증가한다. 각 사용자 단말의 경우 유선 및 access point 통신 모드 네트워크에서보다 비교적 더 많은 전력 자원 및 연산 용량을 요구한다. u-Zone master를 이용하여 전체 네트워크를 분할할 경우 위와 같은 문제들을 해소할 수 있어 전체 서비스 영역을 확대할 수 있으며, 서버(server) 기반 서비스들의 활용에 유리해진다.

uT-Gateway는 기존 유선 네트워크와 유비쿼터스 서비스 네트워크의 연결을 담당하며, 하나 또는 그 이상의 커뮤니티 통신 서비스를 나타낸다. 원격에 있는 유비쿼터스 서비스의 연결은 uT-Gateway 간의 연결에 의해 이루어진다.

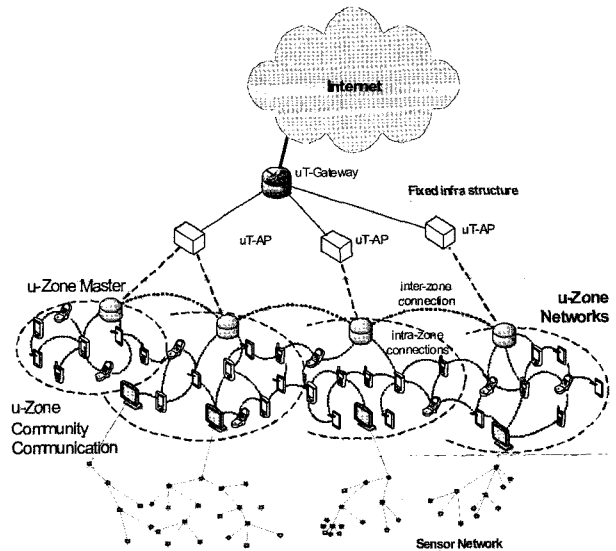


그림 8 Zone 기반 네트워크 구조

6. 결 론

유비쿼터스 컴퓨팅을 가능하게 하는 무선 네트워크 기술은 인프라 기반 네트워크 기술과 ad hoc 네트워크 기술로 나눌 수 있다. 인프라 기반 네트워크의 단점은 인프라 구성 비용 이외에도 통신 인프라인 액세스 포인트의 통신 서비스를 이용할 수 없는 음영 지역이 발생할 수 있고 액세스 포인트와 이동 단말의 통신 전력 차이에 의한 통신 구역의 제한이 있다. 또한 많은 양의 데이터

를 액세스 포인트(access point)나 기지국과 같은 통신 인프라만을 이용해 전달하고자 한다면 이것은 통신인프라에 큰 부하를 주게 되고 필연적으로 통신 인프라 확충을 유발하게 된다. 이에 반해 MANET은 통신 인프라에 의존하지 않고 서로 간의 통신이 가능한 ad-hoc 네트워크 기술이다. 최근 MANET은 유비쿼터스 네트워크를 구성할 수 있는 기술로 인식되어 세계 각국에서 활발한 연구가 진행되고 있다.

Ad-Hoc 네트워크는 액세스포인트와 같은 통신 인프라 없이도 자체적인 네트워크 구성이 가능하지만 인터넷과 연동된 서비스를 이용할 수 없는 것이 단점이다. MANET 기술과 인프라 통신 기술을 접목하면 매우 효율적인 유비쿼터스 네트워크 구축이 가능하다. 즉, 유선 통신망과 무선통신망을 연결할 수 있는 mesh 네트워크 기술의 적용은 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워킹에 효율적인 기술이다. 유비쿼터스 개체들 간의 통신에는 MANET 기술을 적용하여 인프라 없이 정보 교환이 가능하게 하고 다른 지역의 서버와 통신이 필요한 경우에만 통신 인프라를 사용할 수 있다. 그러나 유비쿼터스 컴퓨팅을 위해서는 여전히 해결되어야 할 난제 기술들이 남아있다. 이를 보완하여 더욱 효율적인 네트워크 기술을 디자인하는 것이 향후 연구되어야 할 사항이다.

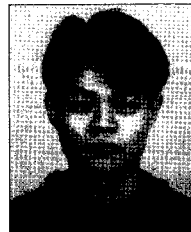
참고문헌

- [1] N. Kang, I. Park and Y. Kim, "A Zone Networking Architecture based on Zone Masters for Mobile Ad-Hoc Wireless Networks," The first Korea/Japan Joint Workshop on Ubiquitous Computing & Networking Systems 2005, Jun. 9-10, 2005.
- [2] IETF Mobile Ad-hoc Networks (MANET) working group (WG) home page, <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>.
- [3] R. Bruno, M. Conti, and E. Gregori, "Mesh Networks: Commodity Multihop Ad Hoc Networks," IEEE Com. Mag., pp.123-131, Mar. 2005.
- [4] J. Choi, H. Roh, S. Jung, and Y. Kim, "Support of Context-awareness in Ubiquitous Networks using Smart Packet," The first Korea/Japan Joint Workshop on Ubiquitous Computing & Networking Systems 2005, Jun. 9-10, 2005.
- [5] B. P. crow, I. Widjaja, L. G. Kim, and P.T.

Sakai, "IEEE 802.11 Wireless Local Area Networks," IEEE Communication Magazine, vol. 35, no. 9, pp. 116-126, Sep. 1997.

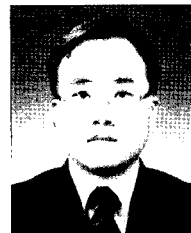
- [6] Radio Equipment and Systems(RES); High Performance Radio Local Area Networks (HIPERLAN) Type 1, Requirements and Architecture for Wireless ATM Access and Interconnection, 1998 <http://www.etsi.org>.
- [7] R. Karrer, A. Sabharwal, and E. Knightly, "Enabling Large-Scale Wireless Broadband: The Case for TAPs," ACM SIGCOMM Comp. Commun. Rev., vol 34, no. 1, Jan. 2004, pp. 27-34.
- [8] MIT Roofnet, CSAI Laboratory, <http://pdos.csail.mit.edu/roofnet/doku.php>.
- [9] Champaign-Urbana Community Wireless Network (CUCWiN), home page, <http://www.cuwireless.net>.
- [10] WiMAX Forum, home page, <http://www.wimaxforum.org/home>.
- [11] IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee, home page, <http://www.ieee802.org>.

강 남 희



1999. 2 숭실대학교 정보통신공학과(학사)
 2001. 2 숭실대학교 정보통신공학과(석사)
 2004. 12 독일 Siegen 대학 정보통신 시스템(박사)
 2005. 1~현재 (주)다산네트웍스 부설 유비쿼터스 네트워크 연구소 선임연구원
 관심분야: 멀티미디어 멀티캐스트 보안, 자바 보안, Crypto-HW 보안 (PKCS#11), 인터넷 QoS, 무선 ad-hoc 네트워크
 E-mail : nalnal@dcn.ssu.ac.kr

김 영 한



1984. 2 서울대학교 전자공학(학사)
 1986. 2 한국과학기술원 전기전자공학(석사)
 1990. 8 한국과학기술원 전기전자공학(박사)
 1984. 3~1984. 2 (주)디지털정보통신 연구소 연구부장
 1994. 9~현재 숭실대정보통신공학과 부교수
 2000. 1~현재 통신학회 인터넷연구회 위원장
 2000. 1~현재 VoIP포럼 차세대분과 위원장
 관심분야: 인터넷 네트워킹(QoS, VoIP, IPv6, 멀티캐스트 등), 이동 데이터 통신망(MANET, 셀룰라 망 등)
 E-mail : yhkim@dcn.ssu.ac.kr