

Ad-Hoc 네트워크를 적용해 WLAN 서비스 환경을 보완하기 위한 모드 변환 기술 연구

A Study on Switch Mechanism to Support WLAN Service Environment
Merging Ad-Hoc Network

신택수

(광운대 전자통신학과, 석사과정) (광운대 전자통신학과, 석사과정)

김정희

민상원

(광운대 전자통신학과, 교수)

최광순

(전자부품연구원)

정광모

(전자부품연구원)

Key Words : WLAN, Ad-Hoc

목 차

1. I. 서론
2. II. WLAN 동작 모드
 3. 1. BSS (Infrastructure) 모드
 4. 2. IBSS (Ad-Hoc) 모드
5. III. BSS-IBSS 모드 변환 기능
 6. 1. Switch 메커니즘 필요성과 활용 분야
 7. 2. 기존 메커니즘
 8. 3. BSS-IBSS 모드 변환 기능 설계
9. IV. 결론

I. 서론

최근 몇 년 사이 WLAN (Wireless Local Area Network) 이 급성장하면서 ISM (Industrial-Scientific-Medical) 주파수 대역에서 셀룰라 기간망과의 통합이 연구되고 있다. WLAN 서비스 영역 밖의 사각지대를 인터넷 연결이 지원되는 MANET (Mobile Ad-Hoc Network)으로 해결하려는 시도가 이루어지고 있다. 가까운 미래에 무선 노드들이 WLAN에서 MANET으로 이동하면서 세션 연결을 유지하는 로밍 지원이 가능해질 것으로 예상된다. 이러한 기술은 무선 노드가 WLAN 영역에서 접속한 후 인터넷 서비스를 받다가 WLAN 영역 밖으로 이동하게 됐을 때 사용된다. 무선 단말 스스로 Ad-Hoc 모드로 재설정하고 MANET에 접속하게 된다. 따라서 끊기지 않는 이동성을 제공하기 위해 필수적인 요소인 효율적인 이동성 관리방법과 핸드오프가 지원돼야 한다[1].

MIP (Mobile IP)는 인터넷에서 이동성을 지원하기 위한 프로토콜로 알려져 있다. 그러나 MIP에서 지원하는 이동성은

단지 라우터로부터 한 홉 떨어진 무선 노드에 대해서만 지원하고 있다. 그러므로 현재 주요 이슈는 MANET을 적용시켜 라우터로부터 여러 홉 떨어져 있는 무선 노드라도 MANET을 통해 인터넷 연결을 지원하고 또한 MANET으로의 입·출입 시에도 연결이 지속돼야 한다는 점이다. 앞서 언급한 네트워크들을 연동하는 데 있어서 중요한 요구사항은 핸드오프 레이턴시 값과 패킷 손실률이다. 두 값이 높아질수록 TCP 기반의 신뢰성이 요구되는 세션이나 실시간 멀티미디어 서비스에 불리한 영향을 끼치게 된다[2][3].

현재 MANET을 인터넷과 연동시키려는 연구는 다양하게 진행되고 있다. 특히 AODV (Ad-Hoc On-Demand Distance Vector) 프로토콜이나 DSR (Dynamic Source Routing) 프로토콜 등의 On-Demand 라우팅 프로토콜이 제안되었다. On-Demand 라우팅 프로토콜에서는 이동 노드의 움직임을 감지하기 위한 RA (Route Advertisement) 메시지를 제공하지 않는다. 따라서 On-Demand 라우팅 프로토콜은 MANET과 인터넷 간의 끊김 없는 연결을 지원하지 못한다. 반면에 OLSR (Optimized Link State Routing) 프로토콜 같은

proactive 라우팅 프로토콜은 이동 노드의 움직임을 감지하기 위해, 컨트롤 메시지를 통해 최적화된 RA (Route Advertisement) 기능을 제공할 수 있다. 라우팅 프로토콜 연구와 더불어 MANET과 인터넷 간 이동성 지원도 필요하다.

본 논문에서는 WLAN에서 MANET과 인터넷 간의 이동성을 제공하기 위해서 기반 기술로 필요한 자동 BSS-IBSS 모드 변환 기능 정의 및 설계를 다루고 있다. 본 장에 이어 II장에서는 WLAN의 BSS 모드와 IBSS 모드를 소개한다. III장에서는 변환 기능의 필요성과 활용분야를 살펴본다. 그리고 자동 변환 기능 연구 사례를 소개하고 제안된 메커니즘의 설계 결과를 제시한다. 마지막으로 IV장에서 결론을 맺는다.

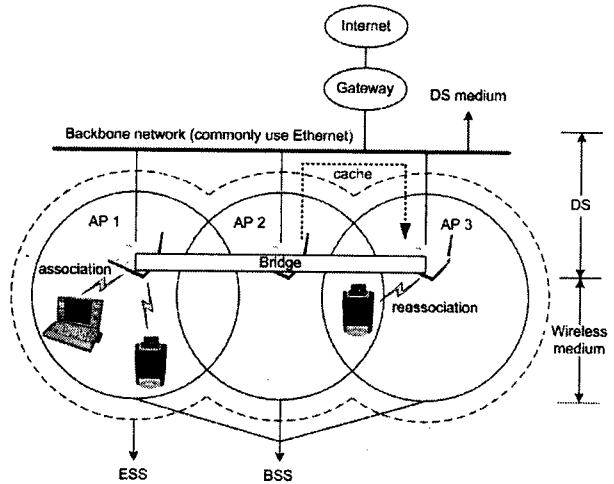
II. WLAN 동작 모드

1. BSS (Infrastructure) 모드

BSS (Basic Service Set) 모드는 Infrastructure 모드로 알려져 있다. BSS 작동 모드에서는 AP (Access Point)라고 불리는 하드웨어 장비가 무선-인터넷 간 브릿지 역할을 제공하게 된다. 무선 클라이언트는 유선 네트워크에 접속을 얻기 전에 셀 영역 내의 AP와 통신을 설정해야 한다. 일단 AP가 무선 클라이언트를 인증한 후에 <그림 1>과 같이 2계층 브릿지로 작동하면서 클라이언트와 유선 네트워크 간의 패킷 전송을 제공하게 된다. 이 모드에서 사용되는 ESS (Extended Service Set)라는 용어는 한 AP 이상을 포함하는 물리적 서브넷을 나타낸다. 같은 ESS 하에서 AP들은 인증된 클라이언트들이 그들 사이를 로밍하는 것을 허용해서 클라이언트들이 이동한 AP로 IP 정보를 전달한다. 그러나 일반적으로 하나의 라우터로 구분돼 있는 네트워크 사이의 로밍을 지원하는 AP는 없다[4].

BSS 사이의 연결과 유선 LAN의 연결을 지원하는 DS (Distribution System)는 IEEE 802.11 표준에서 구성 방안을 정의하고 있지 않기 때문에 개발업체들마다 구현 방법이 달라서 로밍을 지원하기 위해서는 같은 회사 제품으로 구성해야 하는 제약이 있었다. 그래서 업체 간의 AP 호환을 위해 2003년 7월에 표준 작업이 완료되었다. 로밍 시 AP 내부에서는 IEEE 802.11f 표준에서 정의된 IAPP (Inter Access Point Protocol)를 사용하게 된다. IAPP는 AP 간의 통신을 지원하기 위하여 UDP/IP에서 작동하면서 모든 AP 들이 같이 연결되기 위해 IP 멀티캐스트 기능을 사용하게 된다. 따라서 라우팅 정보를 담고 있는 메시지들이 주기적으로 멀티캐스트 전송된다. IAPP는 세 가지 상황을 지원한다. 첫 번째는 AP 내부의 APME (Access Point Management Entity)가 MLME-ASSOCIATE.indication (MAC Layer Management Entity) 메시지를 받고 새로운 무선 노드가 들어왔음을 알리기 위해 IAPP-ADD.request를 호출해서 초기화하는 것이고,

두 번째는 MLME-REASSOCIATE.indication 메시지를 받아서 무선 노드가 다른 AP로 이동했음을 알리는 IAPP-MOVE.request를 호출해서 초기하는 것이다. 마지막으로 세 번째는 빠른 로밍을 수행하기 위해 주변 AP들에게 무선 노드의 콘텍스트 정보를 캐시하기 위해 IAPP-CACHE.request를 호출해서 초기화하는 것이다[5].



<그림 1> WLAN의 BSS (Infrastructure) 모드

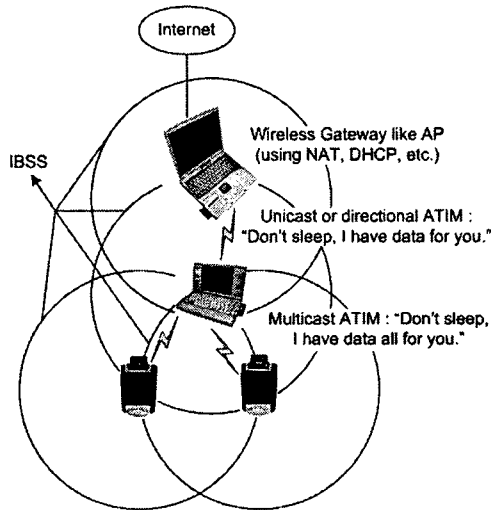
2. IBSS (Ad-Hoc) 모드

IBSS (Independent Basic Service Set) 모드는 Ad-Hoc 혹은 peer-to-peer모드로 알려져 있다. 이 모드에서는 AP가 사용되지 않는다. <그림 2>에 나타난 것처럼 어떤 무선 노드라도 서로 간의 셀 범위 내에 있고 기본적인 몇 가지 파라미터 값 설정이 이루어지면 무선 노드들끼리 통신할 수 있게 된다. 만약 IBSS 모드로 작동 중인 노드들 중 하나가 다른 유선 네트워크와 연결돼 있다면 해당 노드가 게이트웨이 서비스를 제공할 수 있게 된다. IEEE 802.11 표준에서는 무선 노드들은 두 가지 모드 중 하나로 반드시 설정돼야 하고 두 모드가 동시에 작동할 수 없도록 하고 있다[6].

AP가 사용되지 않기 때문에 IBSS 모드에서는 DS가 존재하지 않는다. 송신 노드가 발신지가 되고, 수신 노드가 목적지가 된다. WLAN에서 모든 프레임들은 무선 노드들이 BSSID (Basic Service Set ID)를 체크할 수 있게 브로드캐스트나 멀티캐스트로 전송된다. 같은 BSS에 속해있는 무선 노드들만이 브로드캐스트나 멀티캐스트로 전송된 패킷을 처리하게 된다. 그래서 고정된 BSS 구분이 없는 IBSS 모드에서는 BSSID를 랜덤 생성기로 만들게 된다[7].

IBSS 모드의 전원 관리는 BSS 모드의 전원 관리처럼 효율적이지 못하다. 전송할 데이터가 많은 송신 노드가 수신 노드가 작동 중임을 알고 있고, 수신 노드 역시 송신 노드의 작동을 확인하고 있다면 수신 노드는 BSS 모드 때의 대기모드 시간만큼 잠들 수 없다. BSS 모드의 네트워크 구성처럼

IBSS 모드 네트워크에서 전원 관리는 TIM (Traffic Indication Messges)에 기반을 두고 있다. IBSSS 모드의 네트워크는 BSS처럼 LCC (Logical Central Coordinator)가 없기 때문에 DS를 사용해야만 한다. 이 네트워크를 구성하는 노드들은 수면 상태로 다른 노드들이 빠지는 걸 예방하기 위해 Ad-Hoc TIM이라고도 불리는 ATIMs (Announcement Traffic Indication Messages)를 사용한다. 네트워크 내부의 모든 노드들은 비콘 프레임이 전송된 후 특정 주기 동안 ATIM 프레임을 기다리게 된다. ATIM 윈도우라 불리는 타임 윈도우가 그것인데 비콘 프레임 전송 직후부터 시작된다. ATIM 윈도우 동안에는 어떤 노드도 전원 절약 모드로 들어갈 수 없다. 만일 트래픽양이 많아서 비콘 프레임 전송이 늦어지면 ATIM 윈도우 시간은 늦춰진 시간만큼 줄어들게 된다[8][9].



<그림 2> WLAN의 IBSS (Ad-Hoc) 모드

III. BSS-IBSS 모드 변환 기능

1. Switch 메커니즘 필요성과 활용분야

현재 WLAN에서는 사용자가 수동으로 BSS, IBSS 모드를 설정해서 사용해야 한다. 그러나 WLAN의 사각지대로 이동하더라도 무선 노드 사용자에게 끊임 없는 서비스를 제공하려면 무선 노드 내부에서 자동 모드 변환 기능이 필요하다. 상위 계층의 서비스도 이 기능이 뒷받침이 된 상태에서 개발이 이루어질 수 있다.

WLAN의 모드 변환 기능 연구는 향후 All IP 통합망에서 추구하는 이동통신망간의 연동에 있어서 참고가 될 수 있다. 그 일례로 3GPP에서는 이동전화망과 WLAN 망을 연동하는 방안을 UMTS 릴리즈 5에서 제시하고 있다.

BSS-IBSS 모드 변환 기능을 탑재하게 된 무선 노드는

좀 더 다양한 서비스 제공이 가능해진다. 예를 들어 사내에서 직원들이 자유롭게 WLAN을 사용하다가 보안이 요구되는 중요회의를 위해 전파가 차폐되는 회의실로 들어간다. 회의실 내부의 모든 무선 노드들은 곧 IBSS 모드로 자동 전환하면서 노드들끼리 Ad-Hoc 네트워크를 형성하게 된다. 회의를 마치고 회의실을 나오면 그들의 무선 노드는 다시 BSS 모드로 돌아와서 사내 인트라넷을 사용하게 된다.

2. 기존 메커니즘

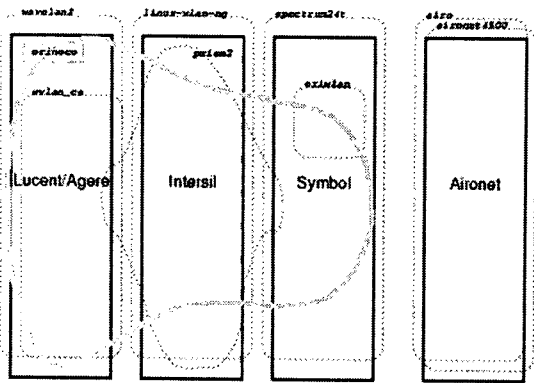
MANET과 인터넷을 연동시키기 위해 발표된 논문들은 MIP-DSR 연동, MIPMANET, IPv6 MANET을 이용한 글로벌 연결, MIP-RIP 연동, MEWLANA-TD, MIPv6-CRC OLSR 연동 등이 있다. 특히 MIPv6-CRC OLSR은 발표된 논문 중에서는 최초로 BSS-IBSS 모드 변환 기능을 설계 및 구현하였다.

MIPv6-CRC OLSR 논문에서 소개하는 BSS-IBSS 모드 변환 메커니즘은 기본적으로 비콘 프레임의 필드값과 채널 품질 상태를 분석해서 해당 모드로 변환시키고 있다. 논문에서는 기본적인 플로우차트와 실험 결과값만을 소개하고 있기 때문에 추후 확장된 MANET-인터넷 연동 연구를 위해서 BSS-IBSS 모드 변환 기능 구현은 필수적인 요소이다.

3. BSS-IBSS 모드 변환 기능 설계

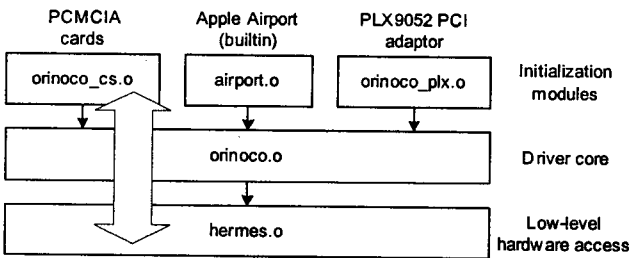
BSS-IBSS 모드 변환 기능 설계는 IEEE 802.11b 환경에서 수행되었다. 사용된 장비는 Debian GNU/Linux Sarge가 설치된 도시바 리브레또30 노트북과 Lucent에서 분사한 Agere사의 Hermes I 칩을 사용한 일본 Melco사의 BUFFALO WLI-PCM-L11GP PCMCIA 카드 조합과 Familiar Linux 0.7.2가 설치된 HP iPAQ 3870에 Intersil사의 Prism I 칩을 사용한 일본 Melco사의 WLI-CF-S11G CF 카드 조합을 사용하였다[10].

리눅스에서 WLAN 장비들을 지원하기 위한 노력은 IEEE 802.11 발표 초기부터 이루어져왔다. 다양한 오픈 소스 프로젝트를 통해 개발되던 WLAN 리눅스 드라이버들은 HP 연구원인 Jean Tourrilhes의 통합 작업으로 인해 Wireless Extensions이라 불리는 API를 통해 장비들을 관리할 수 있게 되었다. 설계에 사용된 두 칩은 제조사는 다르지만 모두 광범위하게 사용되고 있고 특히 <그림 3>에서 알 수 있듯이 orinoco 디바이스 드라이버 상에서 통합적으로 관리되고 있어서 설계 상에 공통부분이 많다[11].



<그림 3> 리눅스 WLAN 드라이버 영역

리눅스 wireless extensions API에서 사용되는 WLAN 디바이스 드라이버 중 설계 환경에 사용된 orinoco 디바이스 드라이버가 여러 제조사의 제품을 지원 가능한 이유는 같은 MAC 컨트롤러를 사용하고 있기 때문이다. 그러나 제조사마다 다양한 펌웨어를 사용하고 있기 때문에 <그림 4>처럼 상위 모듈은 제조사별 펌웨어에 맞춰진 드라이버를 사용하게 된다[12].



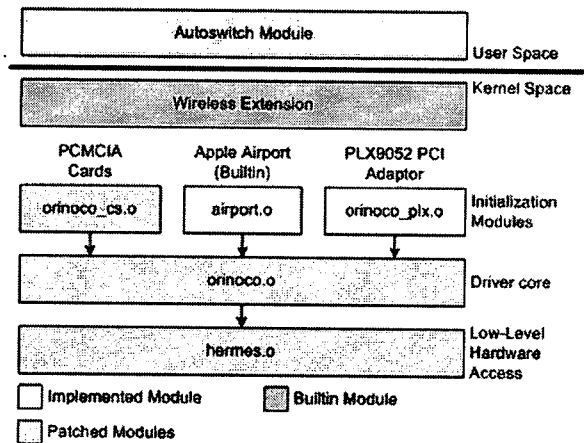
<그림 4> Orinoco 드라이버 구조

BSS-IBSS 모드 변환 기능이 동작하기 위해서는 기본적으로 비콘 프레임 모니터링 기능과 신호 세기를 감지하는 기능이 드라이버 차원에서 지원돼야 한다. 따라서 해당 기능을 사용하기 위해 hermes와 orinoco 드라이버 소스를 패치해야 한다.

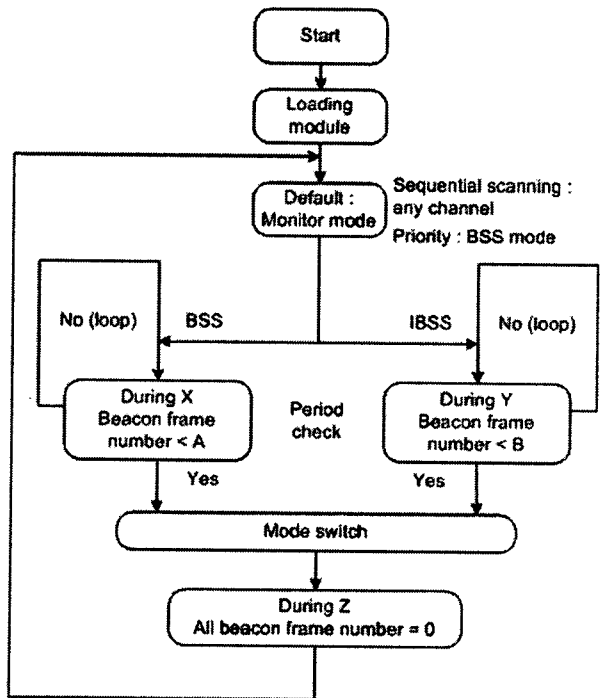
BSS-IBSS 모드 변환 기능 모듈은 <그림 5>와 같이 wireless extensions API와 추가 모듈을 사용하여 설계하게 된다. BSS-IBSS 모드 변환 기능 모듈이 설치된 무선 노드는 <그림 6>의 동작 절차와 같이 처음에 모듈이 로딩된 뒤 WLAN 기본설정인 모니터 모드로 동작하게 된다. AP나 주변 IBSS 모드의 무선 노드로부터 비콘 프레임을 받은 후 BSS-IBSS 모드 변환 기능 모듈은 wireless extensions API를 이용하여 BSS-IBSS 모드를 나타내는 필드값을 읽어오게 된다. WLAN 모드를 선택하게 된 변환 모듈은 다시 wireless extensions API를 사용하여 무선 노드의 모드를 변경하게 된다. 그리고 나서 주기적으로 API를 이용하여 신호 세기를 감지하게 된다. BSS 모드에서는 지정해둔 시간 동안 AP로부터 평균 비콘 프레임 수만큼 수신되지 않으면 BSS 모드 네트워크

를 떠난 것으로 감지하고, IBSS 모드에서는 지정해둔 시간 동안 주변 노드들로부터 평균 비콘 프레임 수만큼 받지 못하면 IBSS 모드 네트워크를 떠난 것으로 감지하게 된다. 또한 비콘 프레임을 지정해둔 시간 동안 하나도 받지 못하면 다시 모니터 모드로 돌아가 채널을 검색하게 된다.

모듈을 적용하여 WLAN에 Ad-Hoc 네트워크가 접합된 서비스 형태를 <그림 7>에서 확인할 수 있다. ITS 시스템에서 활용하여 대중교통차량에 활용하면 도로여건이나 기후 환경에 따라 서비스 음영지역이 발생했을 때 도로에 인접해 있는 단말들끼리 Ad-Hoc 네트워크를 형성해서 교통정보를 끊임없이 교환할 수 있게 된다.

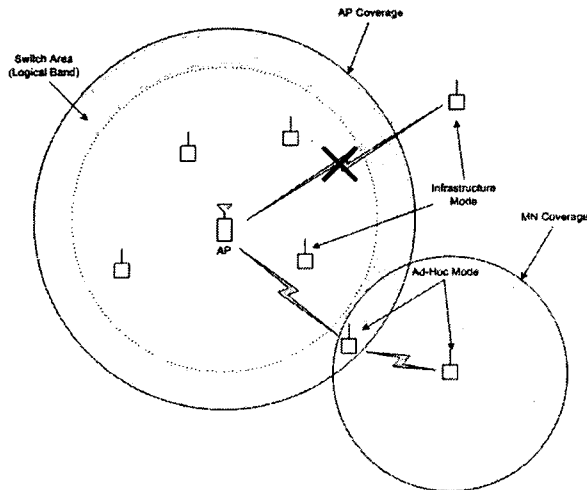


<그림 5> BSS-IBSS 모드 변환 모듈 구성



Key fact
 X, Y, Z : period time
 A, B : average beacon frame number

<그림 6> BSS-IBSS 모드 변환 모듈 동작 절차



<그림 7> 모듈을 활용한 서비스 개념도

IV. 결론

IEEE 802.11은 현재 무선 인터넷의 주류로 확고히 자리를 잡아가고 있다. WLAN의 다양한 서비스를 지원하기 위한 연구가 더욱 늘어나고 있는 추세에서 MANET과 인터넷을 연동하는 데 있어서 기반기술이 될 수 있는 BSS-IBSS 모드 변환 기능 연구의 중요성은 간과할 수 없다. 특히 이론적인 망 설계 및 시뮬레이션 연구만으로는 실제적인 망을 구성하는 데 있어서는 한계가 있기 때문에 본 논문의 연구결과는 앞으로 국내에서 MANET과 인터넷 연동망을 구성할 때 참고자료가 될 수 있을 것으로 예상된다.

향후 과제는 본 논문에서 설계된 BSS-IBSS 모드 변환 기능 모듈을 안정화 시킨 후 상위 계층에 MIPv6와 Ad-Hoc 라우팅 프로토콜을 연동시켜 MANET-인터넷 망 구성으로 확장시키는 것이다.

참고문헌

[1] W. Maoning, "MANET Global Connectivity and Mobility Management Using HMIPv6 and OLSR," M.C.S. Carleton University, August 2003.

[2] 신택수, 민상원 외 3명, "BMS에 무선 LAN 기술을 적용한 사례연구," 한국ITS학회 추계학술발표대회, 2003년.

[3] 신택수, 민상원, "홈게이트웨이의 프로토콜 구성 및 인터페이스 기능 연구," 한국통신학회 하계학술발표대회, 2003년.

[4] M. S. Gast, *802.11 Wireless Networks The Definitive Guide*, O'reilly, 2002.

[5] IEEE Std 802.11f-2003, "IEEE Trial-Use Recommended Practice for Multi-Vendor Access Point Interoperability via an Inter-Access Point Protocol Across Distribution Systems Supporting IEEE 802.11 Operation," July 2003.

[6] F. Rob, *Building Wireless Community Networks*, O'reilly, 2002.

[7] E. Amre, "Implementation Options for the Distribution System in the 802.11 Wireless LAN Infrastructure Network," IEEE International Conference 2000.

[8] IEEE Std 802.11-1999, "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications," January 1999.

[9] IEEE Std 802.11b-1999, "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Higher-Speed Physical Layer extension in the 2.4 GHz band," November 2001.

[10] S. Michel, "The Linux iPAQ HOWTO," <http://mstempin.free.fr/linux-ipaq>.

[11] T. Jean, "Linux Wireless LAN Howto," http://www.hpl.hp.com/personal/Jean_Tourrilhes/Linux/Wireless.html.

[12] G. David, "Wireless networking with Linux and IEEE 802.11b," Linux-Kongress, 2001.