WLAN과 MANET 연동 아키텍처

양성민, 이길섭, 이승종
국방대학교 전산정보학과
e-mail:{jazzokay, gislee, ljc}@kndu.ac.kr

An Architecture for Internetworking between WLAN and MANET

Sung-Min Yang, Kil-Sup Lee, Sung-Jong Lee
Dept. of C&I, Korea National Defense University

요 약

최근 유비쿼터스 컴퓨팅을 위해 서로 이종의 통신망들을 통합하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 한분야로 WLAN과 MANET 연동에 관심이 높아지고 있다. 이는 기반구조를 이용하여 상대적으로 고속 서비스와 넓은 통화권역을 보장하며 기반구조 없이 신속한 네트워크의 형성이 가능한 장점을 결합하기 위한 것이다. 따라서 본 논문에서는 WAN과 MANET을 연동하기 위한 아키텍처에 대하여 고찰한다. 이를 위하여 기존 연동 방안에 대한 조사와 강약점을 분석하고 이들의 문제점을 해결하기 위한 아키텍처, 연동절차 및 프로토콜 스택에 대하여 제안한다. 본 논문에서 제안된 아키텍처는 이후 성능 분석을 통하여 실용화 단계로 발전이 요구된다.

1. 서론

최근 유비쿼터스 컴퓨팅을 위해 이기종 통신망을 통합하려는 컨버전스(convergence)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 그중에 한분야로서 WLAN (Wireless Local Area Network)과 MANET(Mobile Ad-hoc Network)의 연동이 있다. MANET은 긴급 구난구조, 군사작전 등에 사용되는 기존 체계에 독립된 통신망이며 단말기 특성상 저속이며 전송거리가 짧다. 반면 WLAN은 상대적으로 전송속도가 빠르고 전송거리가 긴 장점이 있어 AP(Access Point) 지원범위를 벗어난 음영지역(dead-spot)을 MANET과의 연동을 통해 확장하는 것은 많은 이점이 있다.

그러나 이기종 통신망을 통합하는 것은 간단하지 않으며 통합 아키텍처를 설계하는데 고려할 사항도 많다. 그동안 이기종 통신망의 통합에 관한 관련연구들이 제시되었으나 구체적인 WLAN과 MANET의 연동구조와 절차는 명확하게 제시되지 않았다.

본 논문의 목적은 현재까지 제안된 연동방안들을 분석하여 결과를 제시하고 이중스택(dual stack)을 가진 MANET 게이트웨이(gateway)를 WLAN 내부에 위치시키는 WLAN-MANET 연동 아키텍처를 제안하고 설계 고려사항들을 토의하고자 한다. 논문의 접근방법으로서 먼저 WLAN과 MANET 환경하에서 요구되는 연동 시나리오를 설정하고 기존에 제안된 연동방안에 대한 분석결과를 제시한다.

제안 아키텍처의 핵심은 MANET 게이트웨이와 WLAN AP를 직접 연동시켜 MANET의 통달범위를 WLAN이 지원하는 ESS(Extended Service Set)까지 확장시키는 것이며 이를 위해 아키텍처의 전체적인 구조를 제시하고 Mobile IP[1]와 게이트웨이 탐지절차로 구성된 연동절차를 구체적으로 기술한다. 또한 MANET 단말, 이중 구조를 가진 게이트웨이, 인터넷 단말의 프로토콜 스택을 제시하며 토의에서 연동 아키텍처의 전체 성능에 영향을 줄 수 있는 요소들을 제시한다.

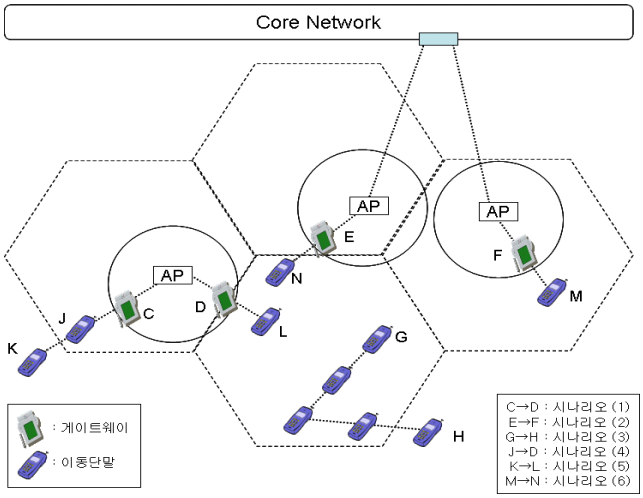
이후 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장은 문제정의로서 WLAN과 MANET간 요구 연동 시나리오를 나열하고 기존 연동방안들을 분석한다. 3장에서는 제안 아키텍처의 구조, 연동절차를 기술하고, 4장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 언급한다.

2. 관련 연구

본 장에서는 WLAN과 MANET간 요구 연동 시나리오를 설정하고 기존 연구에 대한 분석 결과를 기술한다.

2.1 요구 연동 시나리오

Dave Cavalcanti는 [2]에서 두 단말이 통신을 할 때 소스 단말과 목적지 단말이 셀룰러 통신망, WLAN, MANET 어느 통신망에 위치하는지에 따라 10가지 통신 시나리오를 제시하였는데 그중 본 연구와 관련된 WLAN과 MANET에 관계된 6가지 시나리오를 도식하면 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 요구 연동 시나리오

(그림 1)에서 시나리오(1)에서 C→D는 WLAN AP를 통해 연결되며, 시나리오 (2)에서 E, F 두 단말은 각각 AP와 연결되고 두 AP는 고정망으로 연결된다. 시나리오(3)은 순수 MANET 통신망으로 G, H는 직접 또는 다중홉으로 연결되고, 시나리오(4)에서 J는 MANET 모드로 C에 연결되고 C는 WLAN 모드로 AP에 연결된다. 시나리오(5)에서 K, L은 각각 AP의 범위에서 벗어나지만 다중홉 MANET 모드를 통해 게이트웨이인 C, D에 연결되고 C, D는 AP와 WLAN 모드로 연결된다. 마지막 시나리오(6)에서 M, N은 다중홉 MANET 모드를 통해 게이트웨이인 F, E에 연결되고 F, E는 각각 AP와 WLAN 모드로 연결되며 각 AP들은 고정망으로 연결된다.

2.2 기존 연구 결과

2.1절에서 제시된 시나리오를 지원하는 연동방안으로서 UCAN(Unified Cellular and Ad-Hoc Network Architecture)[3]과 Two-Hop-Relay[4]가 있다. 한편, MANET에 Infra-structure인 인터넷으로 연결성(connectivity)을 제공하는 MIPMANET[5]과 NAT(Network Address Translator) 기반 Internet Connectivity[6], 그리고 OLSR(Optimized Link Status Routing)을 이용한 WLAN과 MANET 통합(integration)[7] 등도 제시되었다. 본 절에서는 각 방안들에 대한 연동 개념과 장단점을 분석한다.

UCAN은 셀룰러 통신 인터페이스와 Ad-hoc 모드로 동작 가능한 WLAN 인터페이스를 가진 이중 스택의 단말에서 셀룰러 통신망의 채널품질이 떨어질 때 WLAN Ad-hoc모드로 전환하는 연동방안을 제시하였다. 셀롤러 통신망을 사용하다 필요시 WLAN 모드로 전환함으로 전체 성능(Throughput)를 향상시킬 수 있으나 모든 단말들이 WLAN의 AP 지원 범위 이내에 있어야 한다는 단점이 있다.

Two-Hop-Relay는 이중 스택의 중계 게이트웨이(Relay Gateway)를 통해 셀룰러 통신망과 WLAN을 연동시키는 방안을 제시했다. UCAN과 다른 점은 중계기능을 통해 멀티홉 WLAN을 지원했다는 점이며 성능분석을 통해 two-hop이 가장 효율적인 홉수임을 증명했다. 이 방안은 게이트웨이가 주기적으로 홍보(advertizement)를 해야 하는 단점이 있다.

MIPMANET은 노드의 이동성을 지원하는 Mobile IP와 MANET의 게이트웨이 탐지 두가지 요소로 구성되며 서로 다른 네트워크를 오가는 이동단말들에게 게이트웨이(FA : Foreign Agent 역할)를 통한 로밍을 제공한다. 이동 단말의 Home Address를 라우팅에 그대로 사용하기 때문에 Mobile IP를 통한 이동성 지원이 가능한 장점이 있는 반면, 구현이 복잡하고 MANET내부 라우팅에 리액티브(reactive) 방식을 사용함으로써 Mobile IP의 라우팅 정보와 실시간 동기화가 되지 않는 단점이 있다.

NAT기반 Internet Connectivity는 게이트웨이에 네트워크주소 변환 기술인 NAT를 이용해 MANET 노드가 Internet에 접속가능하게 해주는 기술이다. 게이트웨이는 이동노드에게 Internet에서 사용되는 주소를 동적으로(dynamic) 부여해 많은 노드들을 지원하고 구현이 단순한 장점이 있는 반면, NAT의 단점을 그대로 승계하여 고정 IP를 필요로 하는 서비스를 사용할 수 없고, Session 도중 다른 MANET으로 이동시 Session이 단절되는 단점이 있다.

OLSR을 이용한 WLAN과 MANET Integration은 MANET 이동 단말은 MANET 게이트웨이를 통해 홈 네트워크의 라우터와 연결되고 MANET 내부 라우팅은 프로액티브(proactive) 방식의 OLSR을 사용하는 것으로 프로액티프 라우팅을 바탕으로 MANET과 WLAN 라우팅 테이블의 빠른 동기화를 가능하게 해준다. 그러나 프로액티브 방식의 단점인 오버헤드와 유선 기반의 라우터를 통한 불완전한 통합의 모습을 보이고 있다.

2.3 기존 연구 결과 분석

<표 1>은 위에서 말한 기존 연구들을 운용모드, 목적, 이동단말 타입, 연결모드의 관점에서 분석한 결과이다. UCAN과 Two-Hop-Relay는 WLAN 모드로의 전환을 통해 전체 채널 성능을 향상시켰다. MIPMANET과 NAT기반 Internet Connectivity은 MANET에서 인터넷(Internet) 게이트웨이를 통해 직접 인터넷 연결성을 지원하였으나 WLAN이 지원하는 ESS(Extended Service Set)의 고속 대용량 서비스를 이용하지 못하며 OLSR을 이용한 WLAN과 MANET 통합은 WLAN의 서비스를 이용할 수는 있지만 MANET 내부에 있는 MANET 게이트웨이가 유선으로 라우터와 연결이 되어 있는 부자유스러움을 보여 준다.

<표 1> 기존 연구 분석 결과

구 분	UCAN	Two-Hop-Relay	MIP-MANET	NAT기반 Internet Connectivity	WLAN & MANET 통합
망 구 성	CN-GW-WLAN	CN-GW-MANET	CN-GW-MANET	CN-NAT-MANET	WLAN-CN-MANET
목 적	성능 향상	성능 향상	단말이동성 지원	-단순 -구현용이	양방향 노드 탐색
이동단말 타 입	Dual 모드(CDMA-WLAN / WLAN+MANET)				
WLAN 지원여부	미지원	지원	미지원	미지원	지원
연결모드	채 널 품 질 고려 모드 전환	Relay GW 통한 멀티홉지원	-Mobile IP -게이트웨이 탐지	GW가 NAT 기능 보유	-MANET 게이트웨이 -OLSR

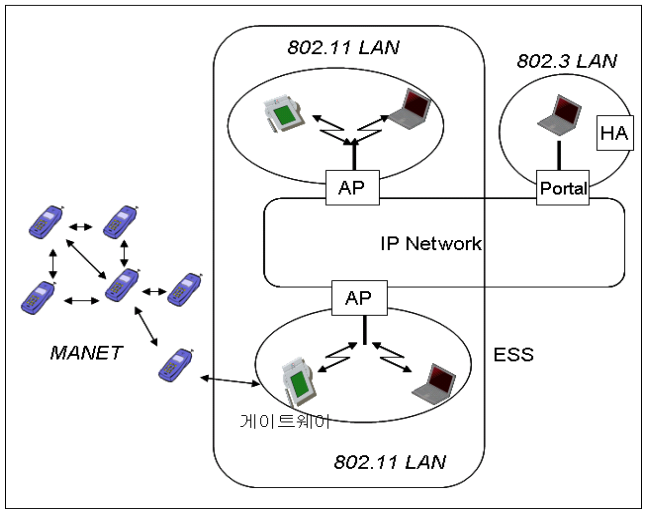
위 연구 분석 결과를 통해 연동 요구사항을 도출해보면 연동을 통해 전체 성능(throughput)이 향상되어야 하고 WLAN의 고속, 장거리 지원을 이용해야하며 단말의 이동성을 보장해야 한다. 중간 매개체인 게이트웨이는 기존 연구와 마찬가지로 듀얼 모드 구조를 가질 것이다.

3. WLAN-MANET 연동 아키텍처

본 장에서는 WLAN과 MANET을 연동시키기 위한 아키텍처, 세부 연동절차, 단말들의 프로토콜 스택 구조를 제시한다.

3.1 제안 아키텍처

제안하는 연동 아키텍처는 WLAN과 MANET을 모두 지원하는 듀얼 모드의 MANET 게이트웨이를 WLAN 내부에 위치시키고 이 게이트웨이가 바로 WLAN의 AP에 접속되어 ESS 서비스의 전송속도와 통달거리를 활용하고 WLAN입장에서는 AP가 지원하지 못하는 음영지역까지 MANET의 멀티홉을 통해 지원범위를 연장시킨다(그림 2)



(그림 2) WLAN-MANET 연동 아키텍처

본 아키텍처에 대한 가정으로 게이트웨이가 이동시 핸드오프를 위해 Mobile IP를 사용하고 HA(Home Agent)는 IEEE 802.3 LAN에 위치한다. FA(Foreign Agent)역할을 하는MANET 게이트웨이는 MANET 단말들과 함께 이동할 수도 있고 WLAN내 사전에 위치할 수도 있다. MANET 내부 통신망은 프로액티브 방식에 비해 오버헤드가 적은 리액티브 방식인 AODV(Ad-hoc On-Demand Distance Vector)를 이용한다. 게이트웨이 탐지 알고리즘은 프로액티브와 리액티브의 장점을 혼합하기 위해 연결 제한 홉수의 개념인 TTL (Time-To-Live)을 이용한 하이브리드(hybrid) 방식을 사용한다.

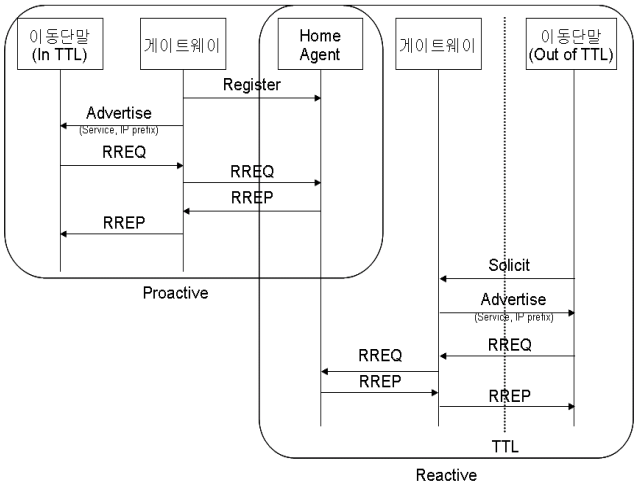
3.2 연동절차

제안하는 아키텍처에서 WLAN과 MANET연동은 크게 Mobile IP와 게이트웨이 탐지(gateway discovery)절차로 구성된다. Mobile IP는 MANET 게이트웨이가 다른 WLAN의 BSS(Basic Service Set)으로 이동할 때 이동성을 보장해 주며, 게이트웨이 탐지는 프로액티브, 리액티브, 하이브리드의 세 가지 방안이 있다.

이중 프로액티브 방식은 MANET 게이트웨이가 주기적으로 서비스 홍보(advertisement) 메시지를 MANET 단말에게 브로드케스팅(broadcasting)하는 것이다. 이러한 주기적인 브로드캐스팅은 저전력, 저비용 설계가 필수적인 MANET에서 과도한 플러딩(flooding)으로 인한 낭비를 초래한다.

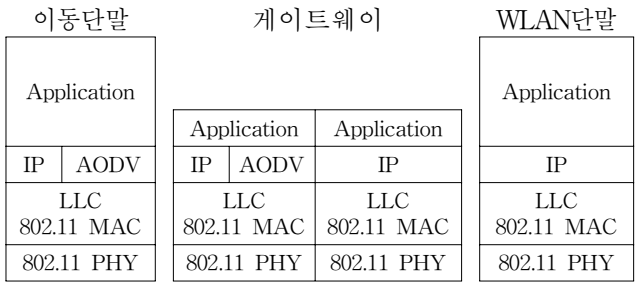
리액티브 방식은 이동 단말이 WLAN과의 연결을 요청하는 메시지를 전 MANET 망으로 브로드캐스

팅하면 이 메시지를 수신한 게이트웨이가 WLAN 접속에 필요한 IP Prefix를 제공하는 방식이다. 하이브리드 방식은 두가지 방식을 혼합한 것으로 게이트웨이와 가까운 홉에 있는 단말은 주기적인 브로드케스팅을 하고 TTL을 초과한 이동 단말은 게이트웨이에 대한 요청(solicitation)을 통해 게이트웨이를 탐지하게 된다. (그림 3)은 하이브리드 방식의 게이트웨이 탐지 절차를 순서도(sequence diagram)로 묘사한 것이다.



(그림 3) 하이브리드 방식의 게이트웨이 탐지 절차

WLAN에서 AP가 케이블 통신과 무선통신을 동시에 지원하는 것처럼 MANET 게이트웨이 또한 MANET과 WLAN의 두가지 모드를 모두 지원해야 하며 이동단말과 게이트웨이, WLAN 노드의 프로토콜 스택은 (그림 4)에 나타나 있다.



(그림 4) 단말, 게이트웨이의 프로토콜 스택

4. 결론

지금까지 WLAN-MANET 연동에 대한 기존 방안들을 분석하여 그 장단점을 정리한 결과를 제시하였다. IEEE 802.11 기반 WLAN의 최대 54MBps(802.11a/g)의 전송속도와 250m까지의 전송거리를 갖는 장점을 활용하고 WLAN AP의 지원범위를 벗어난 음영지역은 MANET과 연동하는 WLAN-MANET 연동아키텍처의 구조와 세부적인 연동 절차, 그리고 단말과 게이트웨이의 프로토콜 스택을 제안하였다.

제안 아키텍처는 MANET 게이트웨이를 통해 WLAN AP와 연결되는데 MANET을 구성하고 있는 단말들 전부에게 게이트웨이 기능을 부여할 것인지 아니면 특정 단말만 게이트웨이 역할을 할 것인지에 따라 비용와 성능 간 상충관계(trade-off)가 존재한다. MANET 게이트웨이는 전체 MANET 단말들과 함께 이동할 수도 있으며 WLAN 내부에 위치할 수도 있으며 또한 그 수량의 증가에 따른 전체 성능의 변화도 예상된다. WLAN과 MANET 연동시 MANET내부의 라우팅 알고리즘과 세가지 게이트웨이 탐지알고리즘 가운데 어떤 것을 사용하는 것이 가장 효율적인가에 대한 검토가 요망된다.

향후 연구 방향으로 아키텍처 설계 고려사항에 관한 다양한 변수를 고려한 성능 시뮬레이션을 통하여 실용화 단계로의 발전이 요구된다.

참고문헌

[1] Charles E. Perkins, "Mobile IP," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 35, May 1997.

[2] Dave Cavalcanti *et al.*, "Issues in Integrating Cellular Networks, WLANs, and MANETs", *IEEE Wireless Com.*, vol. 12, no. 3, June 2005

[3] H. Luo *et al.,* "UCAN: A Unified Cellular and Ad-Hoc Network Architecture", *Proc. ACM Mobicom,* Sept. 2003

[4] Hung-Yu Wei, Richard D. Gitlin, "Two-hop-relay architecture for next-generation WWAN/WLAN integration", *IEEE Wireless Communications,* vol. 11, no. 2, Apr 2004

[5] U. Jonsson, *et al.*, MIPMANET-Mobile IP for Mobile ad hoc Networks, *MOBIHOC* 2000

[6] Engelstad, P. and Egeland, G., "NAT-based Internet Connectivity for On-Demand MANETs", *Proceedings of 1st Wireless On-Demand Networking Symposium* 2004

[7] L. Lamont, *et al.*, "Integrating WLANs & MANETs to the IPv6 based Internet," *Communications, 2003. ICC'03. IEEE International Conference on* , Volume: 2, May 2003