

## 무선 LAN에서 dual-채널 AP를 이용한 빠른 이동성 지원

강지명<sup>o</sup> 이승희 황재룡 김중권

서울대학교 컴퓨터공학부

{jmkang<sup>o</sup>, shyi, jrhwang, ckim}@poppeye.snu.ac.kr

### Dual-Channel-AP-assisted Handoff in WLAN

Jimyung Kang, Seunghee Yi, Jaeryong Hwang, Chongkwon Kim  
School of Computer Science and Engineering, Seoul National University

#### 요 약

무선 LAN은 기존의 유선 LAN 기능을 무선 주파수를 전송 매체로 이용하여 제공할 수 있도록 하고자 하는 것으로, 높은 전송 대역폭을 지원해 주는 기술 표준화와 단말 가격의 인하로 빠르게 대중화에 성공하고 있다. 무선 LAN에서의 빠른 이동성지원(fast handoff)은 QoS가 요구되는 서비스를 지원하기 위한 필수적인 요소이다. 현재의 이동성 방안은 단말이 AP의 존재를 파악하고 이동할지를 결정하는 방법인데, 이와 같은 방법은 단말에 부하가 많고 시간이 오래걸리게 되어 이동을 결정하는 데 알수 있는 정보도 제약된다. 논문에서는 단말의 부하를 줄이고 더 빠르게 이동성을 지원할수 있는 방법으로 AP가 단말의 존재를 파악하고 단말에게 이동 정보를 알려주는 방법을 제시한다.

#### 1. 서 론

무선 LAN은 기존의 유선 LAN 기능을 무선 주파수를 전송 매체로 이용하여 제공할 수 있도록 하고자 하는 것으로, 대략 10년 이상 된 기술이나 최근에 와서 IEEE 802.11에 의한 높은 전송 대역폭을 지원해 주는 기술 표준화와 이를 채용한 단말 가격의 인하로 매우 빠르게 대중화에 성공하고 있는 기술이다. 또한, 무선 LAN은 기존의 이동 통신 시스템이 제공하고 있지 못하는 수준의 전송 속도를 지원하기 때문에 MDS(Multimedia Delivery System) 등과 같은 새로운 응용 프로그램과 접목 될 수 있을 것으로 보인다. 이런 새로운 서비스를 제공하기 위해서는 보다 효과 적으로 이동(handoff)을 지원해야 한다.

현재 일반적으로 생각되고 있는 handoff 방법은 단말이 AP를 파악하고 이동을 결정하는 방식이다. AP를 통해서 정상적으로 서비스를 받고 있던 단말이 그 위치가 변동되어 현재 서비스 받고 있던 AP로부터의 신호세기(RSS :Received Signal Strength)가 일정 수준 이하가 되고, Scanning 과정을 통하여 주위에 새로운 AP의 존재가 확인되면 단말은 Handoff의 수행 여부를 판단한다. 이때, Handoff를 수행 하기로 결정하면, 현재의 AP와 Disassociation하여 연결을 해제하고, 새로운 AP와 Re-association으로 연결을 설정하여 Handoff를 완료하게 된다. 이때 단말이 AP를 인지하는 시간이 오래 걸리

게 되고, 단말이 복잡한 절차를 수행해야 하는 것은 물론 handoff할 AP를 결정하는데 사용 할 수 있는 정보도 RSS 정도로 제한적이다. 때문에 AP가 단말을 인지하고 네트워크 측면에서 단말에게 이동을 인지시키는 새로운 handoff 방안을 제시한다.

#### 2. 관련 연구

단말이 새로운 AP를 인지하는 방법으로는 passive scanning과 active scanning이 있다. Passive scanning은 AP가 주기적으로 전송하는 beacon을 들음으로써 AP를 인식하는 방법으로, 현재의 AP와 같은 채널을 쓰는 AP만을 확인할 수 있다. 일반적으로 이웃한 AP끼리는 같은 채널을 사용하지 않으려 하기 때문에 이 방법은 효율성이 작다. Active scanning방법은 단말이 여러 채널의 주파수로 네트워크 카드의 채널을 맞춰가면서 probing request를 쏘아 응답을 보내주는 AP를 인지하는 방법이다. 이 방식에서는 가능한 여러 가지 채널로 주파수를 맞추는 동안 단말이 서비스를 받지 못하게 된다.

802.11 표준에서는 독립적으로 전송이 가능한 채널은 3개가 존재하지만 가능한 주파수 대역은 11개가 존재하기 때문에 단말이 채널을 바꿔가면서 probing request를 쏘아 AP의 존재를 확인하는 방법은 느리고, 효과적이지 못하다. AP scanning의 신뢰도를 높이기 위해서 제안된 방법으로, 단말에 probing request에 대한 응답이 들

아 오지 않더라도 그 채널에 오고 가는 패킷이 있으면 그 채널에 AP가 존재한다고 추측하는 방법이 있다[1]. 그렇지만 이런 방법 역시 시간을 크게 줄일 수 없고 단말이 해주어야 하는 일은 여전히 많다.

scanning에서의 시간을 줄이기 위해서 현재의 AP가 이웃한 AP의 채널 정보를 단말에게 알려줄 수 있다[2]. 이를 위해서는 이웃한 AP간에 정보를 서로 알고 있어야 한다. 이 방법을 사용해서 단말이 확인해야 할 채널 수를 줄일 수 있으나, 단말이 해당 채널을 확인해야 하는 것에는 변함이 없고, 이동을 결정할 때 제공되는 정보도 제한적이다.

제안된 방법에서는 이웃한 AP에서 직접 단말의 존재를 확인하고, 그 AP의 현재 상태와 QoS 정보등을 알려준다. 이렇게 함으로써 단말의 부하를 줄이고, 옮겨갈 AP를 더 잘 선택할 수 있으며, scanning에 걸리는 시간을 단축할 수 있다.

3. dual-채널 AP

dual-채널 AP는 두개의 전송안테나를 가지고, 동시에 두개의 채널에 대해서 동작 할 수 있도록 구성되어 있으며, 각각의 채널은 표 1과 같이 동작한다.

표 1 dual-채널 AP의 채널 용도

채널 종류	채널 용도
일반(normal)	일반적인 단말의 서비스 제공
듣기(overhearing)	자신의 전송범위내의 단말 인지

일반 채널은 단말에게 서비스를 제공하기 위한 채널이고, 듣기(overhearing)채널은 전송 없이 수신만 하는 채널이다. 일반 채널은 하나의 채널로 정해져 있어서 AP가 서비스를 제공하는 채널이고, overhearing 채널은 주기적으로 바뀌면서 다른 채널을 사용하는 단말이 자신의 전송 범위에 있는지 인지하는데 사용된다. 그림 1에서와 같이 AP가 자신에게 속해 있지 않은 단말의 데이터 패킷을 감지함을 통해 단말을 인지한다. 이러한 AP를 사용하면 이웃한 AP에서 단말의 이동을 감지 하기 때문에 단말이 해야 할일은 없다. 만약 단말이 이동하는 동안 패킷을 전송하지 않으면 이웃한 AP에서 단말을 감지할 수가 없게 되는데, 사실 이러한 경우에는 빠른 이동성 지원 자체가 필요하지 않다.

새로운 단말의 이동을 감지한 AP에서는 현재 그 단말이 속해 있는 AP에게 단말의 이동을 알려주는데, 이때 자신의 QoS정보등을 같이 알려준다. 그러면 이 정보를 받은 AP는 단말을 인지한 다른 AP들이 있는지 정보를

요청하고, 응답이 오는 AP들의 정보를 수합한다. 그 후 어느 쪽으로 handoff를 시킬지, 또는 handoff를 하지 않을지 결정하게 된다. 이 결정은 주어진 정보를 가지고 AP가 내릴수도 있고, 단말에게 맡길 수도 있다. 위에서 AP간의 통신은 IAPP(inter AP Protocol)[3]를 약간 수정해서 이루어 질수 있다.

이러한 방법을 사용하면 scanning 과정에서 단말은 원래의 AP에게 중단 없이 서비스를 계속 받을 수 있게 되고, handoff할 AP를 결정 할때 단순히 RSS정보에 의존해서 하지 않고, QoS정보 등의 다른 요소도 고려할 수 있게 된다.

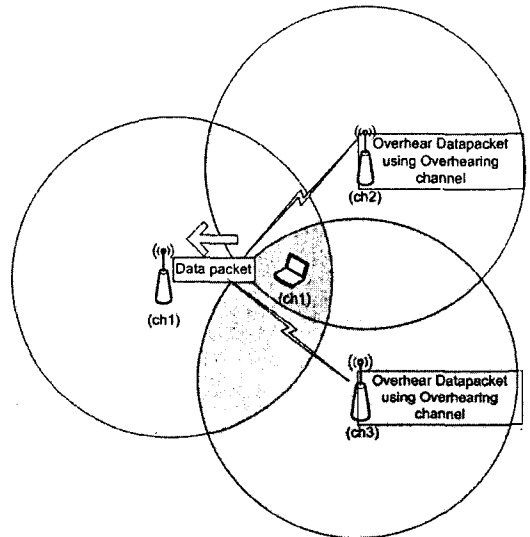


그림 1 dual-채널 AP의 동작

4. 분석

4.1 Overhearing 채널의 주기

AP에서 overhearing 채널은 그림 2와 같이 주파수를 바꿔가면서 단말의 통신을 엿듣게 된다.

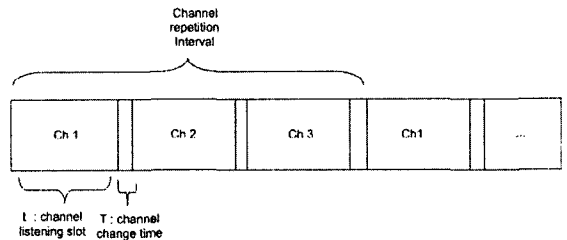


그림 2 Overhearing 채널의 동작

AP의 영역으로 이동한 단말을 빨리 찾기 위해서는 적절한 시간이 지난 후( $t'$ ) 채널을 바꾸어 주어야 하는데, 단말의 packet 전송이 평균  $\lambda$ 인 Poisson 분포를 따른다고 가정하면 다음과 같이 분석할 수 있다.

Poisson 분포로 단말에서 패킷이 전송되므로 AP가  $t$  시간동안 패킷전송을 듣지 못할 확률은  $e^{-\lambda t}$ 이고, 패킷 전송을 하나 이상 들을 확률은  $1 - e^{-\lambda t}$ 가 된다. 그러므로  $t$ 시간 동안 같은 채널에서 패킷 전송시작을 기다린다고 하면 패킷 전송을 듣는데 필요한 채널의 평균 구간 개수는

$$1 \times (1 - e^{-\lambda t}) + 2 \times e^{-\lambda t} (1 - e^{-\lambda t}) + 3 \times (e^{-\lambda t})^2 (1 - e^{-\lambda t}) + \dots$$

$$= \frac{e^{\lambda t}}{e^{\lambda t} - 1}$$

가 되고, 평균 시간은

$$E = \frac{e^{\lambda t}}{e^{\lambda t} - 1} \times c \times (t + t_r + T) - \frac{c}{2} \times (t + t_r + T)$$

패킷 전송 시작을 기다리는 시간 :  $t$   
 채널 수 :  $c$   
 채널을 바꿀 때 소요되는 시간 :  $T$   
 패킷 전송 소요시간 :  $t_r$

가 된다. 그러므로 단말의 평균 패킷 전송량을 예측한다고 하면, 패킷 전송을 듣는 시간을 최소화 하는 적절한 slot의 길이  $t' = t + t_r$ 을 정할 수 있게 된다.

#### 4.2 이동할 AP 선택

현재 단말과 접속하고 있는 AP는 이웃한 AP들로부터 단말이 이동하고 있다는 정보를 받고, 또 그에 따른 각 AP의 정보들을 얻게 된다. 이때 고려할 수 있는 정보로는 RSS, 각 AP에 접속되어있는 사용자 수, 각 AP가 제공할 수 있는 대역폭등이 있다. 만약 이동 속도가 빠르고, 빠른 handoff를 요구하는 사용자인 경우에는 첫번째 AP를 바로 이동할 AP로 선택할 수 있고, QoS를 중요하게 여기는 사용자인 경우 QoS제공 능력이 높은 AP를 우선할 수 있는 등, 독자적인 정책을 가지고 AP를 선택할 수 있다.

#### 5. 결론 및 향후 계획

IEEE 802.11 기반의 무선 LAN은 효과적인 handoff 기능을 지원하고 있지 못하다. 따라서, 음성이나 영상 데이터 전송같은 보다 진보된 응용 프로그램을 지원하기 위해서는 Handoff 절차에 대한 기능 향상이 필요하다.

기존의 무선 LAN Handoff가 단말에 의해서 주도적으로 수행되었기 때문에, Handoff시 세션의 끊김이 생기거나 시간이 과다하게 걸리는 등 문제점이 존재한다. 본

연구에서는 이러한 문제점을 보완하기 위해서, 네트워크 측면에서 도움을 제공하는 Dual-채널 AP의 개념을 제안하였다. Dual-채널 AP는 동시에 2개의 채널에서 동작할 수 있는 AP로서, 하나는 "Normal operation"을 위해서 다른 하나는 "Overhearing"을 위해서 사용한다. 단말의 노력없이 AP가 overhearing 채널을 통해 단말의 이동을 감지하기 때문에, 이 동안 단말이 서비스를 계속 받을 수 있고, 또한 주위에서 이동을 감지한 AP들이 자신의 정보를 제공해 줌으로써 최적화된 AP 선택을 할 수 있게 된다.

향후에는 좀 더 규격화된 프로토콜 형식을 제시하고, AP간의 통신을 위해 IAPP 프로토콜을 수정하는 한편 최적의 AP를 선택하는데 있어서 중요한 기준이 될 수 있는 단말의 이동속도와 방향성 등을 파악하고 AP선택에서 더 정량화된 기준을 제시하고자 한다.

#### 참고 문헌

- [1] W. Li, Q-A. Zeng, and D. P. Agrawal, "A Reliable Active Scanning Scheme for the IEEE 802.11 MAC Layer Handoff," Proceedings of the IEEE RAWCON 2003
- [2] Minh Shin, Arunesh Mishra, William A. Arbaugh. "Communication over wireless LANs: Improving the latency of 802.11 hand-offs using neighbor graphs" Proceedings of the 2nd international conference on Mobile systems, applications, and services, June 2004
- [3] 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" IEEE Std 802.11F - 2003