
WLAN 기반 실시간 VoIP Streaming을 위한 효율적 채널 스캐닝 기법

천영창* · 윤희용*

*성균관대학교

An Efficient AP Channel Scanning Scheme for Real-time VoIP Streaming in Wireless LAN

Young-Chang Cheon* · Hee-Yong Youn**

*SungKyunKwan University

E-mail : metro01@naver.com, youn7147@skku.edu

요 약

IEEE 802.11 Wireless LAN 네트워크 상에서 동작하는 단말(Mobile Station)의 끊김 없는(Seamless) 이동성을 제공해 주기 위해서는 현재까지 연구된 핸드오버 기능 및 구조에 대한 연구와 함께 보다 다양한 해진 네트워크 환경과 다양한 단말들의 특성 등을 고려한 종합적인 핸드오버 기능에 대한 연구가 필요하다. 특히 새로운 AP를 찾기 위한 채널 스캐닝 과정이 핸드오버 지연시간의 대부분을 차지하고, 이는 WLAN 환경에서 Real-time Multimedia 서비스를 위한 끊김 없는 핸드오버를 하기에 가장 큰 장애요인으로 꼽힌다. 본 논문에서는 IEEE 802.11 WLAN 네트워크에서 단말의 끊김 없는 핸드오버를 제공해 주기 위하여 필요한 기능들을 도출하고, 다양한 네트워크 환경에서 채널 스캐닝 지연시간을 줄이기 위해서 핸드오버가 필요한 단말들이 선택적 채널 스캐닝을 할 수 있는 새로운 스캐닝 기법을 제안한다. 단말은 스캐닝 기법에 따라 이웃 AP들에 대해 사전 채널 스캐닝을 수행하여 각각의 AP가 현재 사용하고 있는 채널 정보를 인지하고, 이후 단말이 핸드오버가 임박했을 때 미리 정해진 스캐닝 그룹과 순서에 따라 선택된 채널에 대해서만 스캐닝을 수행하여, 불필요한 전체 채널 스캐닝을 최소화 함으로써 최적의 AP를 빠른 시간 내에 찾을 수 있도록 제안한다. 또한 단말의 이동에 따라 핸드오버가 필요한 상황이지만 RSSI 값이 Scan Trigger Value 보다 커서 핸드오버를 못하는 현상을 방지하고자, 단말에서 Scan Trigger Value와 Handover Threshold Value를 입력할 수 있는 방법을 제안하고자한다

Abstract

In order to provide the Mobile Stations operating in IEEE 802.11 Wireless LAN network with seamless handover, a comprehensive study on the functions of handover considering various networking environments and characteristics of Mobile Stations is required. Note that the channel scan process finding a new AP takes the major portion of handover time, and this is the most significant issue with seamless handover for real-time multimedia service in WLAN environment. In this paper the functions required to provide seamless handover in IEEE 802.11 WLAN network are identified, and a new scanning technique is proposed with which the Mobile Stations can selectively scan the channels to reduce the channel scan time in various network environments. Here each Mobile Station awares of the channels the neighbor APs are using by scanning them in advance according to the proposed technique. Afterwards, when handover is actually required, the optimal AP is decided quickly by scanning only the predetemined group of channels and order of scan without unnecessary scan of all the channels. In addition, proposes to enter the Scan Trigger Value and Handover Threshold Value in mobile phones in order to prevent the phenomenon can not handover.

키워드

wlan, channel scanning, handover, channel group

I. 서 론

IEEE 802.11 WLAN은 AP의 통신 반경이 실제 수십 미터 정도로 짧기 때문에 넓은 영역으로 확장하기 위해서는 다수의 AP를 필요로 하고, 이로 인해 단말은 연결성 유지를 위하여 이웃 AP로의 잦은 핸드오버를 수행해야 한다. 이러한 핸드오버 과정에서, 새로운 AP를 찾기 위한 채널 스캐닝 지연시간은 전체 핸드오버 지연시간의 대부분을 차지하고, 이는 끊김 없는 Real-Time Multimedia 서비스를 제공받는데 가장 큰 장애요인이 된다. 이에 따라 본 논문에서 제안하는 핸드오버 기법은 여러 개의 AP에 할당된 채널 정보를 기반으로, 첫째로 선택적 사전 스캐닝 기법을 도입하고, 둘째로 우선순위 기반의 스캐닝 채널그룹을 만들고, 셋째로 각 AP의 RSSI (Received Signal Strength Indication) 값뿐만 아니라 2.4GHz 및 5GHz의 서비스 채널 정보까지 고려하여 핸드오버 가능한 AP를 결정한다는 것이 기존의 핸드오버 기법과 가장 큰 차이점으로, 불필요한 채널에 대한 스캐닝을 최소화하여 핸드오버 지연시간을 단축할 수 있도록 제안한다. 또한 단말의 이동에 따라 Handover가 필요한 상황이지만 RSSI 값이 Scan Trigger Value에 미치지 못하여 Handover를 못하는 현상을 방지하고자 단말에서 Scan Trigger Value와 Handover Threshold Value를 입력할 수 있는 API 제공을 제안코자 한다.

II. 효율적 채널 스캐닝 방법

본 논문에서는 전체적인 핸드오버 준비과정을 사전 스캐닝, 스캐닝 그룹 결정 그리고 채널 스캐닝 과정과 같이 세 가지 순서로 분류하였다. 핸드오버가 임박하지 않았더라도 단말은 자신의 현재 Serving AP의 RSSI 값을 측정하여 사전 스캐닝을 시작하기 위한 임계 값(STV, Scan Trigger Value) 보다 작다면 정해진 스캐닝 순서대로 수동형의 사전 스캐닝을 수행하고, 사전 스캐닝 결과를 이용하여 우선순위 기반의 스캐닝 그룹을 결정한다. 그림 1과 같이 단말은 Serving AP의 RSSI 값이 핸드오버 임계 값 (HTV, Handover Threshold Value)보다 작을 경우 핸드오버를 위한 스캐닝 과정을 수행하며, 사전 스캐닝을 통하여 결정된 스캐닝 그룹들의 우선순위에 따라 스캐닝을 수행하여 각 채널의 RSSI 값을 측정하며, 측정된 채널 중에 RSSI 값이 기준 값 (RDV, Roaming Delta Value) 이상인 채널 중에 가장 값이 큰 채널로 핸드오버를 진행한다. 또한 “ㄱ” 자 형태의 복도에서 Serving AP의 RSSI 값이 급격히 감소되어 Handover시 통화음 끊김 현상이 발생하는데, 이러한 현상을 방지하고자 단말에 Scan Trigger Value와 Handover Threshold Value를 입력할 수 있는 API를 제공하여 충분한 사전 스캐닝 시간을 확보할 수 있도록

한다.

1. 채널 스캐닝 순서

IEEE802.11 WLAN에서는 2.4GHz와 5GHz 두 개의 주파수 대역을 사용하고 있으며, 각 주파수 대역의 채널구성은 2.4GHz는 비 중첩 4개, 5GHz는 비 중첩 19개 채널을 사용하고 있다.

본 논문에서 제안하는 채널 스캐닝 순서는, 비 중첩 8개의 5GHz 채널 중에 적은 숫자의 채널 (36번)부터 우선적으로 스캐닝을 수행하고, 그 다음으로 2.4GHz 채널 1번부터 비 중첩 4개 채널을 스캐닝 하는 기법을 제안하고자 한다. 본 방식의 제안 이유로는, 2.4GHz 대역의 제약사항으로서 첫째로 2.4GHz는 공용주파수 대역으로 Air Utilization이 5GHz 주파수 대비하여 안정적이지 못하며, 둘째로 서비스 채널 부족으로 5GHz 대비 채널 간섭현상이 많이 발생되며, 셋째로 많은 수의 AP 들이 설치된 지역에서, AP가 Down 되는 경우 RF 출력 변화로 인한 채널 중첩이 발생하여, 서비스 품질저하 현상 때문에 5GHz를 우선적으로 스캐닝 하는 방식을 제안하고자 한다. 또한 5GHz 8개 및 2.4GHz 4개 채널에 대해서만 우선적으로 스캐닝하는 이유로는, 실제 사용환경에서 가장 많이 사용되고 있는 채널을 우선적으로 스캐닝하여 핸드오버 지연시간을 최소화할 수 있으며, 5GHz DFS 채널은 레이더 등 군사용 목적으로도 사용되며, 수동형 스캐닝 방식을 사용하기 때문에 핸드오버시 빠른 스캐닝을 할 수 없기 때문이다.

2. 채널 사전 스캐닝

본 논문에서 제안하는 채널 사전 스캐닝 방식은 아래의 순서로 진행하며, 단말은 자신의 Serving AP 채널에서 RSSI 값(Scan Trigger Value)을 측정한 후 순차적으로 다음 채널로 스위칭하여 수동형의 사전 스캐닝을 수행하고, 로밍 트리거 (Handover Threshold Value)가 발생하였을 때 핸드오버를 위한 능동형 채널 스캐닝을 수행한다.

1) 단말이 무선 채널을 접근하는 과정은 일반적인 CSMA/CA 방식을 사용하고 RSSI 값이 Scan Trigger Value 보다 작다면 정해진 스캐닝 순서대로 수동형 사전 스캐닝을 수행한다.

2) 단말은 전송할 데이터가 없거나, CTS를 수신한 경우 NAV 시간 동안 주변 AP의 채널로 스위칭하여 수동형 사전 스캐닝을 수행한다. CTS 패킷이 수신되었다는 것은 송신자와 수신자간에 데이터 통신을 위한 연결이 되었다고 판단되므로, 사전 스캐닝을 위한 기준이 된다. 만일 단말이 핸드오버를 준비해야 하는 로밍 트리거 (Handover Threshold Value)가 발생하면 능동형 스캐닝을 수행한다.

3) 선택적 사전 스캐닝 순서는 5GHz의 36, 40, 44, 48 및 149, 153, 157, 161 번의 8개 일반 채널을 우선적으로 스캐닝 하고, 이후에 2.4GHz의

1, 5, 9, 13 번 채널에 대하여 순차적으로 스캐닝을 수행한다.

4) 단말은 선택적 사전 스캐닝을 통해 얻은 결과로 채널 스캐닝 그룹을 만들고, 로밍 트리거 (Handover Threshold Value)가 발생하면 스캐닝 그룹의 우선순위를 바탕으로 능동형 스캐닝을 수행하여 핸드오버를 진행한다.

3. 스캐닝 그룹 및 절차

본 절에서는 단말이 Probe 메시지를 선택적으로 전송할 수 있게 만드는 스캐닝 그룹의 종류를 정의하고, 그룹 내 채널들의 우선순위를 일정한 규칙에 따라 정의한다. 스캐닝 채널 그룹은 아래와 같은 조건에 따라 총 네 가지로 분류되며, 각 그룹은 SG1, SG2, SG3, SG4의 순서로 우선순위를 정의하였으며, 각 그룹 내 채널의 우선 순위는 작은 값의 채널 번호로 결정하였다.

- SG1(5GHz RSSI 값이 로밍트리거 이상인 그룹)
- SG2(5GHz Probe 요청에 응답하는 채널그룹)
- SG3(2.4GHz Probe 요청에 응답하는 채널그룹)
- SG4(전체 2.4GHz 및 5GHz 서비스 채널)

핸드오버가 필요한 단말은, 우선적으로 첫 번째 스캐닝 그룹 내에서 채널번호가 가장 적은 채널부터 순차적으로 능동형 스캐닝을 수행하고, 잦은 핸드오버에 의한 서비스 단절을 최소화하기 위하여 RSSI 값을 비교하여 가장 큰 값의 AP로 핸드오버를 진행한다. 만일 상위 세 개의 그룹에서 서비스에 적합한 AP를 찾지 못할 경우 최종적으로 기존 스캐닝 방식과 유사한 네 번째 그룹의 2.4GHz 및 5GHz의 전체 채널을 스캐닝하며, 기존 방식과 다른 점은 DFS 채널을 제외한 채널을 우선적으로 스캐닝하고, AP를 발견하지 못할 경우 DFS 채널을 스캐닝하는 방법이다.

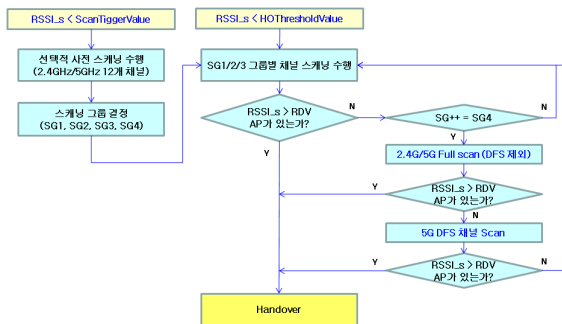


그림 1. 선택적 채널 스캐닝 방식의 동작 흐름도

1. 채널 스캐닝 지연시간

핸드오버 지연시간은 각 스캐닝 그룹에서의 서비스 채널 별 AP 탐색 여부에 따라 달라질 수 있다. 현재의 Serving AP를 중심으로 N개의 이웃 AP가 존재하고, RSSI>THs 을 만족하는 AP가 M개라고 가정했을 때 제안된 핸드오버 기법의 전체 스캐닝 지연시간(Dsum)은 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Dsum = Dsg1 + Dsg2 + Dsg3 + Dsgf \quad (1)$$

2. 시뮬레이션 결과

그림 2는 기존의 WLAN 기법과 제안된 핸드오버 기법의 평균 스캐닝 지연시간이 얼마나 소요되는지를 보여준다. 여기서 볼 수 있듯이 기존 방식의 핸드오버 스캐닝 지연시간이 제안된 기법의 평균 지연시간보다 훨씬 많은 시간이 소요됨을 알 수 있다. 제안된 기법은 본 논문의 2절에서 제안한 방법인 선택적 채널의 사전 스캐닝 순서와 우선순위 기반의 스캐닝 그룹별 지연시간을 시뮬레이션 하였으며, 이들 모두 기존의 핸드오버 기법에 비해 평균 스캐닝 지연시간이 약 22%에 불과했다. 그림 3은 기존 방식의 스캐닝 지연시간과 제안된 기법의 지연시간을 비교하였으며, 기존의 핸드오버 기법은 AP의 개수와 스캐닝 해야 하는 채널 수에 무관하게 할당된 모든 채널을 스캐닝 해야 하기 때문에 지연시간이 거의 일정하지만 많은 시간이 소요되며, 제안된 스캐닝 기법은 AP의 개수에 상관없이 미리 계산된 스캐닝 그룹 내에 존재하는 채널만을 선택적으로 스캐닝 하기 때문에 채널 수에 따라서 선택적으로 지연시간이 증가함을 볼 수 있으며, 기존의 스캐닝 방법과 제안된 핸드오버 기법의 스캐닝 지연시간의 차이를 보여준다.

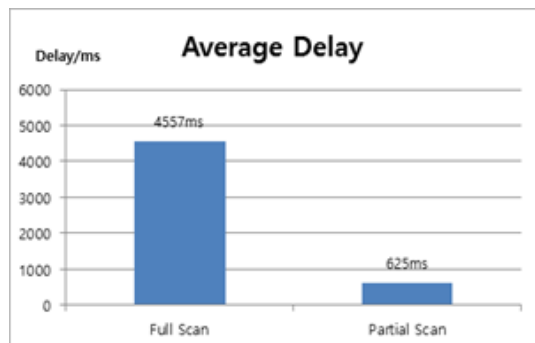


그림 2. 평균 핸드오버 지연시간

III. 성능 평가

본 절에서는 제안한 스캐닝 그룹과 순서 결정 방법을 적용한 핸드오버 기법을 기존의 IEEE 802.11 WLAN 기반의 2계층 핸드오버 방법과 비교 분석하였다.

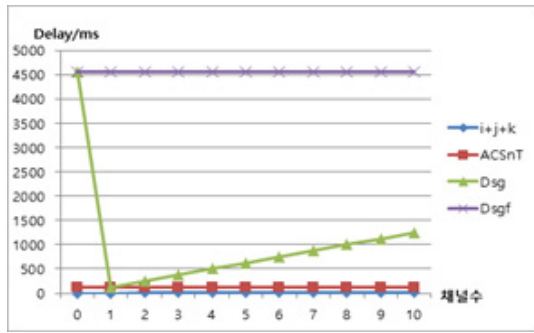


그림 3. 기존방식과 제안방식의 스캐닝 지연시간 비교

IV. 결 론

본 논문에서는 IEEE 802.11 WLAN 환경에서 Real-Time Multimedia 서비스 제공을 위하여 단말(Mobile Station)의 AP간 끊임 없는 이동성이 요구되며, 이러한 단말의 AP간 이동에 의해 발생하는 핸드오버 지연시간 중 대부분을 차지하는 스캐닝 과정의 문제점을 분석하여 그 해결방안으로 핸드오버가 임박하기 전에 선택적 사전 스캐닝을 통해 핸드오버 가능한 이웃 AP들의 서비스되는 채널을 일정한 규칙에 따라 네 개의 스캐닝 그룹으로 분류하고, 결정된 그룹을 바탕으로 핸드오버를 위한 선택적 스캐닝을 수행 함으로서 불필요한 채널로의 스위칭을 최소화하였다. 이러한 사전 스캐닝을 효율적으로 수행하기 위하여, 첫째로 실제 환경에서 가장 많이 사용되고 있는 2.4GHz 4개 채널 및 5GHz 8개의 비 중첩 채널을 선택적으로 스캐닝 하는 기법을 사용하여 스캐닝 지연시간을 최소화 하였으며, 둘째로 사전 스캐닝과 스캐닝 그룹결정에 좀 더 효율적인 방법으로 주파수 간섭이 적고, 많은 서비스 채널을 제공하며, Air Utilization이 안정적인 5GHz 주파수 대역을 우선적으로 스캐닝 하도록 순서를 제안하였다. 또한 로밍 트리거가 발생할 경우 네 개의 스캐닝 그룹을 기반으로 핸드오버를 위한 능동형 스캐닝을 수행하는 방법과 RSSI 값을 기반으로 핸드오버를 수행할 AP를 선정하는 기법을 제안하였으며, 마지막으로 단말에 Scan Trigger Value와 Handover Threshold Value를 입력할 수 있는 API를 제공하여 충분한 사전 스캐닝 시간을 확보할 수 있도록 제안한다. 시뮬레이션을 통하여 제안된 핸드오버 기법이 매우 효과적임을 확인하였으며, 스캐닝 지연시간에 많은 효과가 있음을 보여주었다.

감사의 글

이 연구는 성균관대학교 윤희용교수님의 지원으로 작성하였으며 서면으로 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- [1] IEEE Std. 802.11-2009 : Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification, IEEE Standard.
- [2] S-J. Yoo, D. Cypher, N. Golmie, "Predictive Link Trigger Mechanism for Seamless Handovers in Heterogeneous Wireless Networks," *Wireless Communications and Mobile Computing Journal*, John Wiley & Sons, Vol.8, Issue 7, September 2008
- [3] D-W. Kang, J-K. Choi, S-J. Yoo "An Efficient Scanning Group and Order Decision Method Using Neighbor Network Information in Wireless LAN" *KICS Journal*, Vol. 35, No. 2, February 2010



천 영 창

1984년 서울산업대학교 전자공학과 졸업
 1987년~2014년 9월 삼성전자(주) 네트워크사업부
 2008년~ 성균관대학교 전기전자 컴퓨터공학과 (공학석사)
 <관심분야> Sensor Network, WLAN, 신호처리

<e-mail> metro01@naver.com



윤 희 용

1977년 서울대학교 전기공학과졸업
 1979년 서울대학교 전기공학과 (공학석사)
 1988년 Univ of Massachusetts at Amherst 컴퓨터공학과 (공학박사)
 2000년~ 현재 성균관대학교 교수
 <관심분야> 모바일 컴퓨팅, 클라우드 컴퓨팅, 유비쿼터스 시스템

<e-mail> youn7147@skku.edu