

중첩된 무선 랜에서 점유된 채널의 회피 기법

A Scheme of Avoiding Occupied Channel in Overlapped Wireless LANs

송 명 렬*

Myong-Lyol Song

요 약

다수의 무선 랜들이 서로 가까이 설치되는 경우 서로 다른 무선 랜의 액세스 포인트 (AP)나 스테이션에서 전송되는 신호들이 간섭을 일으킨다. 무선 랜들이 동일한 채널을 사용하도록 설정된 경우 AP나 스테이션들에서 발생하는 신호의 충돌로 인하여 사용자 스테이션들에게 지연이 커지고 전송효율이 떨어진다. 이 논문에서는 공간적으로 중첩된 어떤 무선 랜의 AP가 동일한 채널을 사용하는 다른 무선 랜이 존재하는 사실을 탐지하고 사용되지 않는 새로운 채널로 옮기는 방법을 제안한다. 이 방법으로 공간적으로 중첩된 무선 랜에서 동일한 무선채널의 사용을 회피할 수 있게 된다. 제안된 방법에 대해 모의실험이 수행되었고 결과 분석을 통해 제안된 방법의 특성을 설명하였다. 전송효율로 측정된 결과는 제안된 방법으로 무선 랜이 중첩되는 문제가 해결됨을 보여준다.

Abstract

Signals transmitted from access point (AP) or stations in different wireless LANs (WLAN) interfere each other when the WLANs are closely installed. When they are configured to use the same channel, signals from an WLAN get collided with signals from other WLANs so that the delay increases to user stations and the throughput decreases. In this paper, we propose a method in which an AP in a basic service set (BSS) detects other BSSs using the same channel and switches to a different channel not being occupied by any other BSS. We can avoid using the same channel with other BSS in spacially overlapped BSS environment. The proposed scheme is simulated and its characteristics are described with the analysis of the result. The results measured in terms of throughput show that the problems in overlapped wireless LANs can be resolved with the proposed method.

□ keyword : overlapped WLAN, IEEE 802.11b, active scan, interference, hidden node

1. 서 론

휴대용 단말기나 휴대용 컴퓨터를 사용하여 주택이나 사무실에서 무선 랜을 통해 인터넷을 사용하는 것이 일상적인 일이 되었다. 무선 랜의 사용자는 각 가정이나 각 사무실에 설치된 AP (access point)를 통해 인터넷에 접속하는데, 밀집된 주택, 아파트, 사무실과 같은 환경에서는 한 무선 랜에 속한 컴퓨터나 AP에서 발생하는 신호의 전달범위가 다른 무선 랜에서 발생

되는 신호의 범위와 공간적으로 서로 중첩된다. 서로 중첩된 무선 랜에서 다수의 무선 랜이 동일한 무선채널을 사용하도록 설정된 경우, 무선 채널의 용량은 제한되어 있는데 AP와 스테이션의 수가 증가하므로 무선채널에서 충돌 가능성이 증가하고 무선채널을 점유하기 위한 경쟁도 심화된다. 따라서 독립적으로 서로 다른 채널을 사용하는 경우에 비해서 AP와 스테이션들에게 전송지연이 커지고 전송효율이 저하되는 문제가 발생한다.

그런데 기존의 AP에서는 무선 랜을 사용하기 위해 채널을 수동적으로 설정한다. 그리고

* 정 회 원 : 호서대학교 정보통신공학과 교수

mlsong@hoseo.edu

[2008/08/13 투고 - 2008/08/29 심사 - 2008/09/16 심사완료]

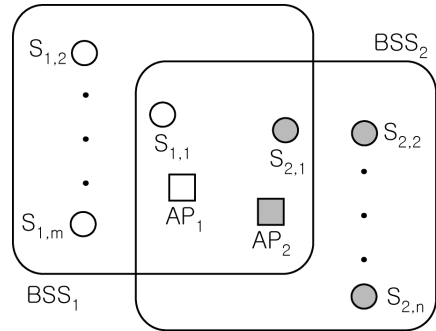
각 개인이 설치하는 AP는 각자가 관리하므로 밀집된 공간에 다수의 AP가 설치되는 경우에 각각의 AP가 서로 다른 무선채널을 사용하도록 협의하고 조정하는 것이 어렵다. 따라서 AP를 설치할 경우에 설치되는 지점에서 감지되는 무선 랜들을 보여주는 프로그램을 이용하여 아무도 사용하지 않는 비어있는 채널을 사용하도록 설정하기도 한다. 또한 비어있는 무선채널을 선택하여 AP를 설치한 후 무선 랜을 이용하고 있던 사용자들은, 나중에 설치되는 다른 무선 랜의 AP가 자신이 속한 무선 랜과 동일한 무선채널을 사용하면, 원인을 알지 못한 상태에서 전송 지연과 전송효율 (throughput) 저하 현상을 오래동안 겪게 되고 그 원인을 찾더라도 나중에 설치한 AP의 관리자와 무선채널을 협의하여 조정하거나 자신의 AP를 새로운 무선채널로 옮겨야 한다.

따라서 이 논문에서는 어떤 무선 랜에 속한 AP가 중첩된 다른 무선 랜에서 발생된 프레임을 수신할 경우 자동적으로 새로운 무선채널로 이동함으로써 무선 랜의 중첩문제를 해결하고 이미 무선 랜에 접속한 사용자에게 전송 지연 증가나 전송효율 저하를 느끼지 못하게 하는 방법을 제시한다.

이 논문은 2장에서 IEEE 802.11b의 infrastructure 방식의 밀집된 무선 랜들이 서로 동일한 무선채널을 사용할 경우에 발생하는 문제점에 대해서 설명한다. 3장에서 다른 무선 랜의 신호를 수신할 경우 자동적으로 AP가 새로운 무선채널을 찾아서 이동하는 방법을 제시한다. 4장에서 모의실험을 통해서 제안된 방법의 특성 및 전송효율에 대한 효과를 설명하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 중첩된 무선 랜에서 동일 채널의 사용

Infrastructure 방식으로 설정된 IEEE 802.11b



(그림 1) 중첩된 무선 랜

무선 랜이 사무실과 아파트와 같이 좁은 공간에 다수 설치된 경우 서로 다른 무선 랜에 속한 스테이션이나 AP에서 발생하는 신호가 공간적으로 중첩될 수 있다. 그림 1에 공간적으로 서로 중첩된 무선 랜 BSS₁, BSS₂를 나타냈는데, 무선 랜 BSS₁은 AP AP₁, 스테이션 S_{1,1}, S_{1,2}, ..., S_{1,m}으로 구성되어 있고 무선 랜 BSS₂는 AP AP₂, 스테이션 S_{2,1}, S_{2,2}, ..., S_{2,n}으로 구성되어 있다고 하자. 무선 랜 BSS₁과 BSS₂가 서로 다른 무선채널을 사용하도록 설정되어 있는 경우는 공간적으로는 중첩되어 있을지라도 각 무선 랜에서 발생된 신호가 다른 무선 랜에 간섭을 주지 않는다. 따라서 데이터를 전송하기 위해 무선채널을 점유하기 위한 경쟁은 각 무선 랜에 속한 AP나 스테이션들 내에서만 이루어진다. 그런데 각 무선 랜이 서로 다른 관리자에 의해 개별적으로 관리되는 경우에 자기도 모르게 다수의 무선 랜이 동일한 무선채널을 사용하도록 설정될 수 있다. 그림 1에서 무선 랜 BSS₁과 BSS₂가 동일한 무선채널을 사용하도록 설정되면, AP₁, S_{1,1}, S_{1,2}, ..., S_{1,m}, AP₂, S_{2,1}, S_{2,2}, ..., S_{2,n}이 하나의 무선채널을 사용하기 위해 경쟁하는 상황이 된다. 그리고 무선 랜 BSS₁에 속한 스테이션 S_{1,2}에서 AP₁으로 전송 중일지라도, 무선 랜 BSS₂의 스테이션 S_{2,2}, ..., S_{2,n}은 무선채널에 신호가 나타나

고 있지 않다고 판단하므로 AP₂에게 프레임을 전송하면 두 무선 랜이 공간적으로 겹치는 지역에서 충돌이 발생하는 “hidden node” 문제, AP나 스테이션들의 위치에 따라 “exposed node” 문제로 인해 전송에 장애가 발생할 수 있다[3][4][9][10].

동일한 채널을 사용하는 무선 랜들이 중첩될 때 발생하는 문제 중 “hidden node” 문제에 대해서는 RTS, CTS 프레임을 사용하여 해결한다. 중첩되지 않은 위치의 스테이션이 DATA 프레임을 전송하기 전에 RTS 프레임으로 목적지 스테이션에게 전송을 요청하고, 목적지 스테이션으로 부터 전송을 허용하는 의미의 CTS 프레임을 수신한 후 DATA 프레임을 전송하는 방식인데, 목적지가 중첩된 지역에 있는 경우에 CTS 프레임이 전송을 요청한 스테이션과 반대편에 위치한 스테이션들에게도 전파되므로 이 스테이션들의 전송을 지연시킴으로써 중첩된 지역에서 충돌을 막는 방식이다. 그런데 이 방식은 동일한 무선채널을 사용하므로 RTS, CTS 프레임을 사용하지 않는 경우에 비해서 중첩된 지역에서 충돌의 가능성을 줄이는 효과가 있지만 중첩된 영역에서 다른 랜의 부하로 인해 무선 채널의 유효용량이 줄어드는 문제는 해결할 수 없다.

한편, IEEE 802.11b 표준에서는 MAC (medium access control) 계층에서 NAV (network allocation vector)를 이용한 “virtual carrier sensing” 기법과 실제로 물리계층에서 반송파를 탐지하여 무선 채널에 대한 경쟁에 들어갈지를 결정한다[5]. 중첩된 영역에 위치하는 스테이션이 충돌을 피하기 위해 자신이 속한 무선 랜으로부터 프레임이 수신될 경우에 SBNV (self-BSS NAV)를 갱신하고 중첩된 다른 랜으로부터 프레임이 수신된 경우에는 OBNV (overlapping-BSS NAV)를 갱신하면서 이들 중 큰 값으로 NAV 값을 갱신하는 방법이 제시되었다. 그런데 이 방법은 중첩된 영역에 영향을 미치는 서로 다른 랜에 속

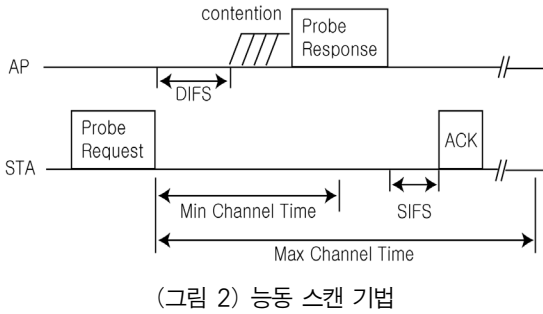
한 스테이션들의 전송이 모두 마칠 때까지 중첩된 영역에 위치한 스테이션의 전송을 지연시킴으로써 충돌을 피하는 효과는 있지만 전송이 지연되고 무선채널의 실효용량이 줄어드는 문제가 남는다[2].

앞에서 설명한 바와 같이 중첩된 무선 랜에서 발생하는 신호의 충돌 문제를 해결하기 위한 기존의 연구들은 스테이션에서 발생하는 프레임을 무선채널이 이용 가능할 때까지 지연시키는 방법이다. 이 논문에서는 중첩된 무선 랜이 동일한 무선채널을 사용하게 될 경우 이를 탐지한 AP가 비어있는 다른 무선채널로 이동함으로써 서로 다른 랜의 간섭으로 인한 충돌 문제, 채널에 대한 경쟁 대상이 늘어남으로 인한 지연문제를 해소하는 방법을 제시한다.

3. 점유된 채널의 회피 기법

3.1 IEEE 802.11b 표준에서 AP의 탐색 기법

무선 랜에 참여하기 위해 스테이션은 주변에서 이용 가능한 무선 랜을 탐색해야 한다. IEEE 802.11에서는 수동 스캔 (passive scan)과 능동 스캔 (active scan) 기법이 정의되는데, 수동 스캔 기법은 MAC 계층 관리 개체가 탐색할 채널들의 리스트를 유지하면서 탐색을 요청하면 스테이션은 채널 리스트의 첫 번째 채널에서 비콘 프레임이 수신되기를 기다린다. 그리고 비콘을 수신하면 신호 대 잡음비 및 그 채널의 AP에 관한 정보를 수집한다. 첫 번째 채널을 탐색하기 시작한 후 일정시간이 지나면 채널리스트의 다음 채널로 넘어가고 마지막 채널이 탐색될 때까지 위와 같은 동작을 반복한다. 그런데 이 방법은 탐색시간이 오래 걸리기 때문에 주어진 채널 리스트에 있는 모든 채널을 신속히 탐색하기 위해서는 그림 2에 표현된 능동 스캔 기법이 사용된다[6][7].

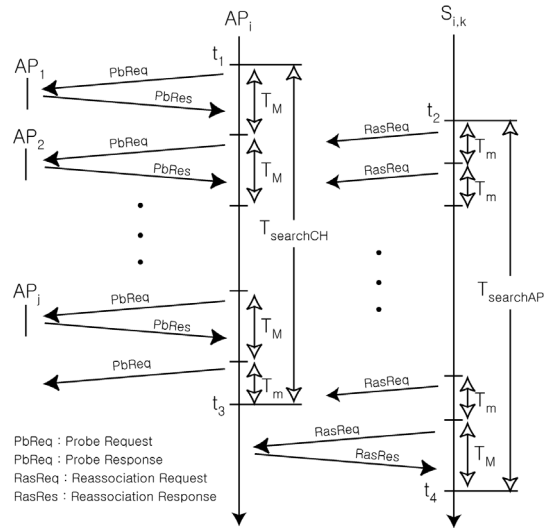


능동 스캔 기법은 스테이션이 채널을 탐색하기 위해 “Probe Request” 프레임을 브로드캐스트 주소로 전송하고 이 프레임을 수신한 AP가 이에 대응하여 요청한 스테이션에게 “Probe Response” 프레임을 유니캐스트(unicast) 주소로 전송하는 방식으로 어떤 채널에서 AP가 동작 중인지를 알아봄으로써 그 채널에 무선 랜이 존재하는지를 판단하는 방식이다. 스테이션이 “Probe Request”를 전송한 후 “Min Channel Time” 동안 “Probe Response”를 받지 못하면 해당 채널에서 동작하고 있는 AP가 없다고 판단한다. 만일 “Min Channel Time” 동안 대기하는 중 “Probe Response”를 수신하면 “Max Channel Time”까지 기다린 후 수신된 “Probe Response”를 처리한다.

3.2 점유된 채널의 회피 기법

이 논문에서 제안된 방법은 AP가 현재 사용하고 있는 채널이 다른 무선 랜의 간섭을 받고 있다고 판단되면 간섭을 받지 않는 새로운 채널을 찾아 이동한다. 먼저, AP는 다음과 같은 사건이 발생할 때 다른 무선 랜에 의한 간섭이 일어나고 있다고 판단한다.

- 다른 AP가 전송한 비콘이 수신되는 경우
- 다른 BSS의 ID가 포함된 데이터 프레임이나 관리 프레임이 수신되는 경우



(그림 3) AP에 의한 빈 채널의 탐색과 스테이션의 AP 탐색

위와 같은 사건이 발생하면, AP는 그림 3에 나타난 바와 같이 비어있는 채널을 찾는 절차에 들어간다. 그림 3에서 AP_1, AP_2, \dots, AP_j 가 공간적으로 밀집된 영역에서 각각 채널 1에서 채널 j 까지 서로 다른 채널을 사용하는 무선 랜의 AP로 설정되어 동작하고 있고 채널 $j+1$ 이 이용 가능한 첫 번째 빈 채널이라 하자. 그리고 $S_{i,k}$ 는 AP AP_i 에 의해 관리되는 무선 랜에 속한 n 개의 스테이션 중 하나라 하자. 여기서 $k=1, \dots, n$. 그림 3에서 AP AP_i 가 시각 t_1 에서 자신이 관리하는 무선 랜이 중첩되어 간섭이 발생하는 것을 탐지했다고 가정한다. 그러면 AP_i 는 새로운 채널을 찾기 위해서 채널 1에서 “Probe Request” 프레임을 브로드캐스트 주소로 전송하고 응답이 수신되기를 기다린다. 채널 1에서는 AP_1 이 동작 중이므로 AP_i 가 전송한 “Probe Request” 프레임이 AP_1 에 수신된다. 그러면 AP_1 은 “Probe Response” 프레임을 유니캐스트 주소로 AP_i 에게 전송한다. AP_i 의 관점에서 볼 때, AP_1 이 응답으로써 전송한 “Probe

Response” 프레임은 AP_i 가 “Probe Request” 프레임을 전송한 순간부터 “Min Channel Time” T_m 이내에 무선채널에 신호가 나타나므로 AP_i 는 “Max Channel Time” T_M 까지 대기하며 채널 1에서 발생하는 “Probe Response” 프레임을 수신한다. 이와 같은 방법으로 빈 채널을 발견할 때까지 채널을 순차적으로 바꾸어 탐색한다. 그림 3에서 채널 j 까지는 사용 중이므로 각 채널에서 T_M 동안 대기하면서 채널을 탐색한다. 반면에 채널 $j+1$ 은 빈 채널이므로 AP_i 가 “Probe Request” 프레임을 전송한 후 T_m 이내에 아무런 응답을 수신할 수 없기 때문에, AP_i 는 시각 t_3 에서 빈 채널을 찾게 된다. 그러므로 AP_i 가 빈 채널을 찾기까지 소요되는 시간 $T_{searchCH}$ 은 식 (1)과 같이 표현된다.

$$T_{searchCH} = j \cdot T_M + T_m \quad (1)$$

한편, AP_i 에서 속해있던 스테이션 $S_{i,k}$ 는 AP_i 가 빈 채널을 탐색하는 동안 AP_i 와 통신이 불가능하게 된다. 따라서 스테이션 $S_{i,k}$ 도 이용할 수 있는 AP를 탐색해야 한다. 각 채널에서 “Reassociation Request” 프레임을 전송하고 T_m 이내에 응답이 없으면 다음 채널을 탐색하는 방법으로 빈 채널을 찾은 AP_i 로부터 “Reassociation Response” 프레임을 수신할 때까지 탐색한다. 스테이션 $S_{i,k}$ 가 AP_i 로부터 “Reassociation Response” 프레임을 수신하면, 스테이션 $S_{i,k}$ 는 새로운 채널에서 동작하는 AP_i 의 구성원으로서 다시 동작이 가능하게 된다.

4. 모의실험 및 결과

이 절에서는 사무실, 실험실, 아파트 등과 같이 밀집된 공간에 설치된 다수의 무선 랜에서 발생할 수 있는 문제와 이를 해결하기 위해 이

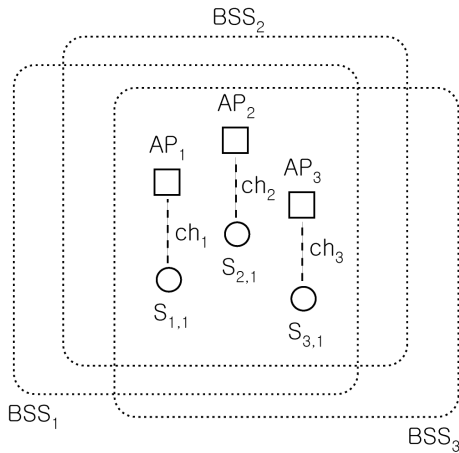
논문에서 제안된 방법의 특성을 모의실험을 통해 알아본다. 각 무선 랜의 관리자가 이웃한 AP와 무관하게 자신이 관리하는 AP의 채널을 설정하는 경우와 이 논문에서 제안된 방법, 중첩된 무선 랜이 존재하는 경우 자동적으로 비어있는 새로운 채널로 옮겨서 동작하는 방법에 대해서 그 특성을 서로 비교한다.

제안된 방법에 대해 모의실험을 수행하기 위해 ns2 version 2.32를 사용하였다[1]. ns2 version 2.32에 구현된 IEEE 802.11의 mac계층은 DCF (distributed coordination function) 기능이 구현되어 있고 RTS, CTS, DATA, ACK 프레임 등과 같이 데이터의 전송과 관련된 프레임들을 처리한다. 그리고 AP의 비콘 전송, 스테이션의 AP 탐색, AP를 통한 무선 랜의 다른 스테이션이나 유선의 노드들과의 통신을 위한 infrastructure 모드를 지원하는 Purushothaman의 프로그램을 패치(patch)시켰다[8]. 또한 제안된 방법을 실험하기 위해 TCL (tool command language) 파일에서 노드의 파라미터를 초기화 할 때 채널을 지정할 수 있는 기능, 프로토콜이 구현되는 C++ 파일에서는 초기화 된 후 모의실험이 실행될 때 MAC 프로토콜에서 지정된 채널을 변경할 수 있는 기능, 다른 랜의 간섭에 대한 판단 기능, AP에 의한 빈 채널의 탐색기능, 스테이션이 자신이 접속하고자 하는 BSS의 SSID (service set identifier)와 일치하는 AP를 탐색하는 기능을 추가로 구현하였다.

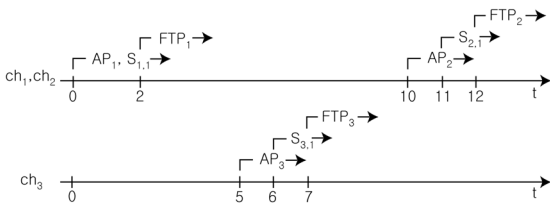
위와 같이 시뮬레이터의 기능을 보완한 후, 채널이 간섭을 받을 때 데이터 전송에 미치는 영향을 평가하기 위해 TCP 프로토콜을 사용하는 FTP를 수행시키면서 TCP 윈도우 크기의 변화를 관찰하였다.

그림 4에 모의실험의 대상으로서 공간적으로 중첩될 정도로 서로 가까이에 설치된 세 개의 무선 랜 BSS₁, BSS₂, BSS₃와 이에 속한 AP와 스테이션들을 나타냈다. 무선 랜 BSS₁은 AP₁과

스테이션 $S_{1,1}$ 으로, 무선 랜 BSS₂는 AP₂와 스테이션 $S_{2,1}$ 으로, 무선 랜 BSS₃는 AP₃와 스테이션 $S_{3,1}$ 으로 구성되어 있고 각 무선 랜은 채널 ch_1 , ch_2 , ch_3 를 사용한다. 각 무선 랜에서 스테이션은 AP를 통해 FTP를 실행하도록 설정된다. 어떤 무선 랜에 다른 무선 랜의 간섭효과를 실험하기 위해, AP AP₁, AP₂, AP₃와 스테이션 $S_{1,1}$, $S_{2,1}$, $S_{3,1}$ 을 서로 다른 시각에 동작시킨다. 그리고 스테이션에서 실행되는 FTP도 각 스테이션이 동작되면서 AP를 탐색하고 association 된 후에 서로 다른 시각에서부터 데이터를 발생시키도록 설정된다.



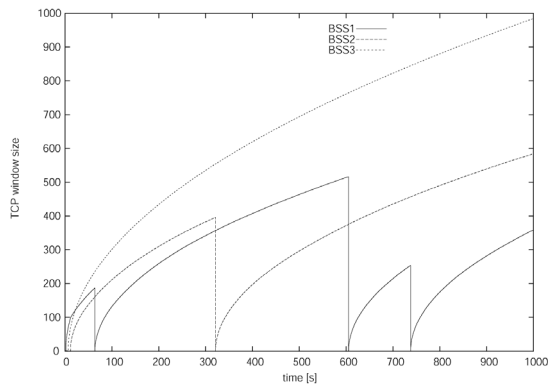
(그림 4) 모의실험에 사용된 무선 랜



(그림 5) AP, 스테이션, FTP의 동작시간

그림 5에 모의실험에 사용되는 AP, 스테이션, 그리고 각 스테이션에서 실행되는 FTP가 동작되는 시간을 나타냈다. AP AP₁, AP₂,

AP₃은 각각 0s, 10s, 5s에서, 스테이션 $S_{1,1}$, $S_{2,1}$, $S_{3,1}$ 은 각각 0s, 11s, 6s에서 그리고 FTP FTP₁, FTP₂, FTP₃는 각각 2s, 12s, 7s에서 시작되도록 설정하였다. 모의실험에서 간섭이 발생하는 상황을 표현하기 위해 무선 랜의 채널을 $ch_1 = ch_2 \neq ch_3$ 로 설정하였다. 즉, BSS₁과 BSS₂가 동일한 채널을 사용하므로 서로 간섭을 일으키고 BSS₃에 대해서는 다른 채널을 사용함으로써 BSS₁, BSS₂와 간섭이 일어나지 않도록 설정하였다. 그림 5에 나타낸 바와 같이 BSS₁과 BSS₂는 AP₂가 동작하는 10s부터 서로 간섭을 일으키고 FTP₂가 시작되는 12s부터는 스테이션 $S_{2,1}$ 과 AP₂에서 발생하는 데이터의 양과 프레임의 수가 많아지므로 서로 간섭이 심해진다.

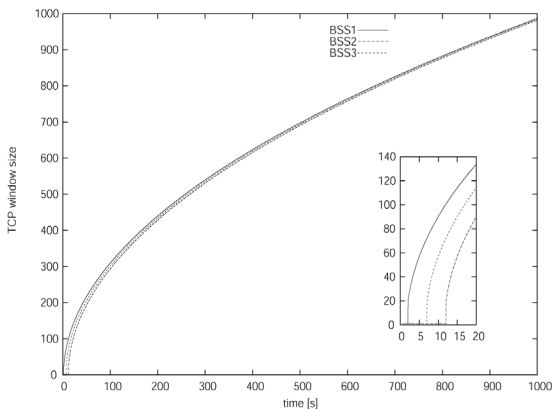


(그림 6) 간섭에 대한 대책이 적용되지 않은 경우

그림 6에 기존의 IEEE 802.11b의 방법을 적용한 경우에 대한 모의실험 결과로서 각 BSS의 FTP 접속이 사용하는 TCP 프로토콜의 window size를 관찰한 결과를 나타냈다. 그림 6에서 BSS₃의 채널 ch_3 는 BSS₁, BSS₂와 서로 간섭이 발생하지 않으므로 $S_{3,1}$ 와 AP₃사이의 TCP 접속에서 window size는 시간이 진행함에 따라 계속 증가하는 현상을 보인다. 반면에 BSS₁와

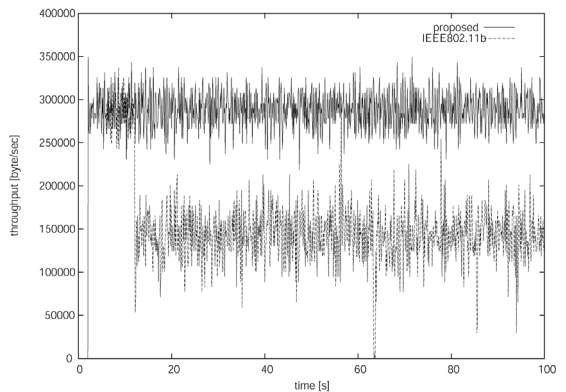
BSS₂는 동일한 채널을 사용하므로 BSS₁의 S_{1,1}와 AP₁사이에서 발생하는 프레임과 BSS₂의 S_{2,1}와 AP₂사이에서 발생하는 프레임이 서로 간섭을 일으켜 프레임 충돌로 인한 프레임의 소실 및 무선채널에 대한 경쟁이 증가하여 전송지연이 발생한다. 따라서 이 프로토콜 위에서 수행되는 TCP 계층의 송신기의 관점에서 볼 때 전송한 데이터에 대한 응답을 수신하지 못하거나 늦게 수신되므로, 해당 TCP가 window size를 급격히 줄인 후 다시 서서히 증가시키는 흐름제어 (flow control)를 실행하는 현상이 관찰된다.

한편, 그림 6의 IEEE 802.11b의 방법에 대한 결과를 얻기 위해 적용했던 것과 동일한 채널조건과 데이터 트래픽 발생조건을 사용하고 이 논문에서 제안된 점유된 채널의 회피 기법을 적용했을 때 모의실험 결과를 그림 7에 나타냈다. 그림 5와 같이 채널이 ch₁ = ch₂ ≠ ch₃로 설정된 상태로 모의실험이 시작된다. 시간 (0, 10s)에서 ch₁ ≠ ch₃이므로 BSS₁, BSS₃ 사이에 간섭이 발생하지 않고 시간 (10s, ∞)에서 ch₁ = ch₂로 BSS₁, BSS₂ 사이에 간섭이 발생하도록 설정하였다.



(그림 7) 점유된 채널의 회피 기법이 적용된 경우

그림 7의 모의실험 결과를 보면, 간섭이 발생하도록 설정된 (10s, ∞)에서 BSS₁, BSS₂에 속한 FTP 접속이 사용하는 TCP의 window size가 줄어들지 않고 계속 증가하는 것으로 관찰된다. 이것에 대한 이유는 t = 10s에서 BSS₁, BSS₂ 사이에 간섭이 발생하지만, AP₂가 AP₁이 전송하는 비콘을 수신하거나 AP₁이 AP₂의 비콘을 수신할 경우 간섭현상으로 판단하여 AP₁또는 AP₂가 ch₁ ≠ ch₂ ≠ ch₃인 빈 채널을 찾아서 이동하는 방법으로 BSS간의 간섭을 회피하기 때문이다. 따라서 서로 다른 BSS에서 발생한 프레임으로 인한 충돌 및 전송지연이 발생하지 않거나 발생하더라도 짧은 시간에 다른 비어있는 채널을 찾아서 이동하므로 상위 TCP가 흐름제어를 적용할 정도로 지연이 커지지 않기 때문에 window size가 BSS₁, BSS₂, BSS₃에서 모두 증가하는 현상이 관찰된다.



(그림 8) 전송효율 비교

그림 8은 기존의 IEEE802.11b와 이 논문에서 제안된 방법에 대해 서로 동일한 조건을 적용하여 전송효율을 구하여 비교한 것이다. 모의실험에서 각 BSS가 사용하는 채널, AP와 스테이션이 동작을 개시하는 시각, FTP가 수행되는 시각은 그림 5에 나타낸 것과 같다. BSS₁과

BSS₂ 사이에 서로 간섭이 발생하기 전까지는 기존의 IEEE802.11b와 제안된 방법의 전송율은 서로 비슷한 수준으로 나타난다. 그러나 BSS₂의 AP₂가 동작한 후 스테이션 S_{2,1}에서 FTP₂가 데이터를 발생시키는 $t = 12s$ 에서부터는 BSS₁과 BSS₂ 사이에 간섭으로 인해 기존의 IEEE802.11b는 간섭이 발생하기 전 보다 전송율이 50% 정도로 줄어들지만 제안된 방법은 전송율의 저하현상이 발생하지 않는다. 따라서 제안된 방법으로 서로 간섭이 발생하는 무선 랜에서 성능이 저하되는 문제점이 개선됨을 알 수 있다.

5. 결론

이 논문에서는 다수의 무선 랜들이 서로 가까이 설치되고 동일한 채널을 사용하도록 설정된 경우 서로 다른 무선 랜의 AP나 스테이션에서 전송되는 신호들이 간섭을 일으켜서 사용자들에게 전송지연이 커지고 전송효율이 떨어지는 문제를 서술하였다. 이러한 문제를 개선하기 위해, 공간적으로 중첩된 어떤 무선 랜의 AP가 동일한 채널을 사용하는 다른 무선 랜이 존재하는 사실을 탐지하면 사용되는 않는 새로운 채널로 옮기는 방법이 제시되었다.

제안된 방법에서 어떤 무선 랜의 AP가 비콘 프레임을 수신하거나 BSSID 필드값이 다른 데이터 프레임을 수신한 경우 다른 무선 랜에서 발생된 신호에 의해 간섭을 받고 있다고 판정한다. 다른 랜의 간섭을 판단한 AP는 비어있는 새로운 채널을 탐색하기 시작하고, AP에 등록되어 있던 스테이션들은 새로운 채널로 변경한 AP를 탐색한 후 새로운 채널에서 동작하는 방법으로써 다른 랜의 간섭을 피한다.

제안된 방법의 특성을 분석하기 위해, ns2 version 2.32의 MAC계층에 infrastructure 모드를

지원하는 Purushothaman의 프로그램을 패치시킨 후 제안된 방법을 구현하였다. 채널이 간섭을 받는 경우 데이터 전송에 미치는 영향을 평가하기 위해 TCP 프로토콜을 사용하는 FTP를 수행시키면서 TCP 윈도우 크기의 변화를 관찰하였다. 그리고 서로 다른 시점에 시작되는 두 랜이 동일한 채널을 사용하도록 시뮬레이터를 구성하고 기존의 IEEE 802.11b의 기법과 AP가 간섭을 판단한 후 새로운 채널로 이동하는 제안된 방법에 대해 모의실험을 수행하고 결과를 비교하였다. 모의실험 결과 동일한 채널을 사용하는 두 랜이 서로 간섭을 일으킬 때, 기존의 IEEE 802.11b에서는 간섭이 지속되는 동안 전송효율이 감소하고 지연시간이 증가하지만, 제안된 방법에서는 새로운 채널을 탐색하여 변경하므로 간섭이 발생하기 이전의 정상적인 상태를 계속 유지하는 것을 확인하였다.

앞으로 “hidden terminal” 문제와 같이 AP가 다른 랜의 프레임을 직접 수신할 수는 없지만 영역이 부분적으로 중첩되어 있으면서 동일한 채널을 사용하도록 설정된 상황에서 AP가 이런 상황을 판정하는 방법에 대해서 연구를 수행해야 한다. 한 무선 랜에서 다른 무선 랜으로 이동하는 스테이션에게 데이터의 손실 없이 전달과정이 신속하게 이루지는 개념과 같이 제안된 방법에서 신속하게 채널을 탐색하고 변경할 수 있는 방법에 대한 연구가 이루어져야 한다.

참고 문헌

- [1] K. Fall and K. Varadhan, The ns Manual, <http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-documentation.html>, Apr. 16, 2008.
- [2] Y. Fang, D. Gu, A. B. McDonald, J. Zhang, "A two level carrier sensing mechanism for overlapping BSS problem in WLAN", Proceedings of 14th IEEE Workshop on Local and Metropolitan Area

- Networks (LANMAN'2005) Chania Crete, Greece, September 18-21, 2005.
- [3] C. L. Fullmer, J. J. Garcia-Luna-Aceves, "Solutions to hidden terminal problems in wireless networks", Proc. ACM SIGCOMM '97, pp. 39-49, 1997.
- [4] Y. Kim, J. Yu, S. Choi, and K. Jang, "A novel hidden station detection mechanism in IEEE 802.11 WLAN", IEEE Commun. Lett., vol.10, no.8, pp.608-610, Aug. 2006.
- [5] LAN MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society, Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications, ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition, 1999.
- [6] 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 Radio and Wireless Conference (RAWCON 2003), pp.71-74, Aug. 2003.
- [7] R. Pries and K. Heck, "Performance comparison of handover mechanisms in wireless LAN networks", ATNAC 2004, Sydney, Australia, December 2004.
- [8] I. Purushothaman and S. Roy, "Infrastructure mode support for IEEE 802.11 implementation in NS-2", http://ee.washington.edu/research/funlab/802_11/report_80211_IM.pdf.
- [9] A. Rahman and P. Gburzynski, "Hidden problems with the hidden node problem", Proceedings of 23rd Biennial Symposium on Communications, pages 270-273, Kingston, Ontario, Canada, 2006.
- [10] Y. Zhou and S. M. Nettles, "Balancing the hidden and exposed node problems with power control in CSMA/CA-based wireless networks", IEEE Wireless Communication and Networking Conference (WCNC), vol.2, pp.683-688, New Orleans, LA, Mar. 2005.

◎ 저 자 소 개 ◎



송 명 렬 (Myong-Lyol Song)

1985년 연세대학교 전자공학과 졸업(학사)

1988년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)

1996년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사)

1996~현재 호서대학교 정보통신공학과 교수

관심분야 : 컴퓨터 통신, 통신 시스템, 임베디드 시스템 설계, 저전력 무선랜.

E-mail : mlsong@hoseo.edu