

무선랜에서 분산 실시간 전송을 위한 성능향상 방법

왕명안⁰ 임경수 박우진 안순신
고려대학교 전자공학과

{wangma, angus, progress, sunshin}@dsys.korea.ac.kr

Performance Enhancement Method for Distributed real-time transmission in the wireless LAN

Ming-An Wang⁰ Kyung-Soo Lim Woo-Jin Park Sun-Shin An
Computer Network Lab. Dept. of Electronics Eng., Korea University

요 약

최근 무선랜의 편리성으로 인하여 사용자의 수는 크게 증가하고 있는데 반하여, 현재 상용되고 있는 무선랜 기술은 사용자의 요구에 대응하지 못하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 무선랜의 표준인 IEEE 802.11에서 제안된 DCF(Distributed coordination function)와 PCF(point coordination function)의 두 가지 전송 방식의 성능향상을 위한 방안으로서 신뢰성, 공평성 등의 장점을 가지도록 실시간 데이터 전송방법을 제안한다.

1. 서론

현재 무선랜(WLAN) 기술이 급속하게 발전되고 있다. 이에 맞추어 데이터 전송속도의 향상과 실시간 데이터 전송능력이 요구되어 진다. 특히, 실시간 데이터 처리의 다양한 응용에 따라 QoS와 실시간 데이터 전송이 해결되어야 될 문제로 제기되어 왔다.

무선랜의 표준인 IEEE 802.11는 DCF(Distributed coordination function)와 PCF(point coordination function)의 두 가지 전송 방식을 제안하고 있다. 이 중에 DCF는 CSMA/CA 프로토콜을 medium 접근 프로토콜로 이용하여 일반 데이터를 보낸다. CSMA/CA의 한가지 장점은 간단하다는 것이다. 하지만 이것을 기반으로한 MAC(Medium Access Control) 프로토콜은 실시간 데이터 전송의 요구에 적합하지 않다. 그래서, 실시간 데이터를 전송하기 위해서는 PCF를 이용해야만 한다. PCF는 polling을 바탕으로 한 방식이며, 중앙제어에 의한 방식을 사용하기 때문에 분산방식으로 쓸 수가 없는 실정이다. PCF에서 경쟁이 없을 경우에는 AP가 polling list의 순서에 의거하여 각 station에 대해 polling을 하게되며, polling된 station만 데이터를 보낼 수 있는 기회를 부여받게 되도록 한다. 이러한 중앙제어를 바탕으로 한 방식의 문제점으로는 효율성이 낮다는 것이다. 또한, 망의 확장에 있어서 용이하지 않은 단점이 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 개선한 무선랜상에서의 실시간 데이터 전송방식을 제안한다.

2. 관련연구

2.1 DCF방식과 PCF방식소개

2.1.1 중앙제어 방식과 분산 방식

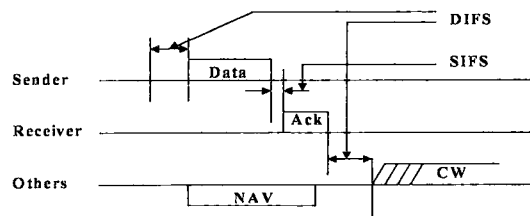
무선랜의 medium 접근방식은 다음과 같이 DCF방식과 PCF방식

으로 분류된다. 첫번째로 DCF는 무선랜의 분산방식이다. 이는 완전한 분산 프로토콜인 CSMA프로토콜을 이용한다. CSMA는 각 station이 자유롭게 medium에 접근하고, 경쟁을 통해서 우선적으로 데이터를 보내는 기회를 가지게 된다. 두번째 방식인 PCF는 무선랜의 중앙제어방식이고 실시간 데이터를 보내는데 이 경우 중앙에서 미리 정해져 있어야만 한다. 각 station은 실시간 데이터가 있으면 먼저 central control point의 polling list에 등록하고, polling list table의 순서에 의거하여 polling이 되어 지기를 대기하게 된다.

중앙제어방식에 비해 분산방식의 장점으로는 첫째, 중앙제어 방식에서 어느 한 station과 central controlled point 간의 연결이 실패하면 어떤 데이터도 보낼 수도 없게 된다. 하지만, 분산 방식에서는 한 station과 다른 한 station간의 연결이 실패하여도 다른 한 station으로 계속 데이터를 보낼 수 있다. 둘째, 중앙제어방식에서는 central control point가 실패하면 전체 무선랜이 모두다 실패하게 된다. 그러나, 분산방식에서는 이러한 문제가 없다. 셋째, 중앙제어방식에서는 polling list table에 등록했던 station들의 데이터 유무에 관계없이 전체를 polling하게 된다.

2.1.2 무선랜의 DCF와 PCF의 처리방법

■ DCF(Distributed Coordination Function)



[그림 1] DCF 방식에서의 처리방법

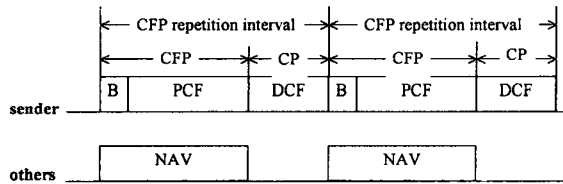
그림 1에서 보여지는 바와 같이, DCF는 CSMA/CA(collision avoidance)프로토콜을 사용하여 일반 데이터를 처리한다. 따라서, 무선방식에서 각 station은 데이터를 보내는 동시에 medium를 감시할 수가 없다. 이러한 이유 때문에 각 station은 DCF방식을 사용하게 된다.

하나의 station은 medium의 DIFS동안 idle를 감지한 후에 데이터를 전송하게 되며 목적 station은 이 데이터를 수신한다. 다른 station들은 자신에게 보내지 않은 데이터를 받은 후에 NAV(Network Allocation Vector)의 값이 설정되며, NAV기간 후에 CSMA프로토콜을 이용하여 데이터를 보내는 기회를 다시 경쟁한다.

무선환경에서는 IFS(Interframe Space)로 우선순위를 부여할 수 있다. 802.11표준에서는 SIFS(short IFS), PIFS(PCF IFS)와 DIFS(DCF IFS)의 세 가지 시간간격을 정의하였고, 이 세가지 시간간격의 길이에 따라서 우선순위는 SIFS<PIFS<DIFS와 같은 관계가 성립된다. 즉, SIFS가 가장 높은 우선순위를, 그리고 DIFS가 가장 낮은 우선순위가 된다.

목적 station이 데이터를 수신할 경우 SIFS시간간격 후에 응답 메시지 ACK를 보낸다. ACK와 다음 데이터의 간격도 SIFS시간간격을 적용한다. 다른 station들은 자신에게 보내지 않은 데이터를 받은 후에 NAV의 값을 설정한다. 어느 station이 데이터를 전송하고자 하면 medium의 idle시간이 DIFS시간간격을 감지해야 하며 CSMA를 이용하여 medium를 접근하는 기회를 경쟁한다.

■ PCF (Point Coordination Function):



[그림 2] PCF 방식에서의 처리방법

그림 2에서 보여지는 바와 같이 PCF방식은 연결지향이며, 충돌 없이 실시간 데이터를 전송하는 방식이다. 이는 central control station이 각 station에게 polling을 함으로서 충돌문제를 해결한다. central control station은 polling list를 유지하며 이 polling list의 순서에 따라서 polling을 수행한다. PCF방식을 option으로 사용할 수도 있다. 즉, PCF방식을 사용하면 DCF방식과 같이 사용해야만 한다. CFP repetition interval은 PCF의 발생빈도수를 나타내며 CFP(contention free period)와 CP(contention period)로 나누어진다. CFP repetition interval를 정한 후에 central control station들은 polling list에 따라서 각 polling list에 등록하던 station에게 polling한다. CFP repetition interval은 central control station이 보내는 beacon packet으로 시작한다. Beacon은 각 station들을 동기화 시키며, 이 안에 있는 CFP_Rate의 값으로 CFP repetition interval의 길이가 정해진다.

Central control station은 medium를 감시하며 medium의 idle 시간이 PIFS 시간 간격에 감지된다면 beacon packet을 비롯한 CFP repetition interval이 시작한다. Beacon packet전송이 끝난 다음에 SIFS시간간격 후에 첫번째 등록되었던 station부터 polling한다. 또, SIFS시간간격 후에 데이터를 보내는 것과 polling에 대해서 ACK을 전송하는 것을 한 패킷에 포함시켜 동시에 한다. CFP repetition interval기간 끝난 후에 또 polling list에 있는 station을 모두 다 polling했으면 central control station은 한 CF_END packet으로 CFP를 마친다. Station들이 이 CF_END packet을 받은 후에는 CSMA를 비롯한 CP기간이 시작된다.

3. 분산 실시간 데이터 전송

현재까지 polling방식은 효율면에서 나쁘다는 것이 여러 연구자들에 의해 지적되어왔다. 본 논문에서는 이러한 polling방식의 개선 방법을 찾는다. 이러한 방법은 높은 효율로 실시간 데이터를 전송할 수 있고, 더 신뢰성이 있고 쉽게 확장 가능한 장점이 있다. 본 논문에서 제안하는 방법은 분산방식이며, 이 방식은 고 효율, 신뢰성 그리고, 공평성을 제공해주는 이점이 있다.

물론, station이 PCF를 지원하는지에 무관하게 각 station은 schedule table을 유지하고 medium의 사용 사항들을 기록 유지한다. 표 1은 schedule table의 형태를 보여준다.

STA address	Link type	Last success time	Retry flag

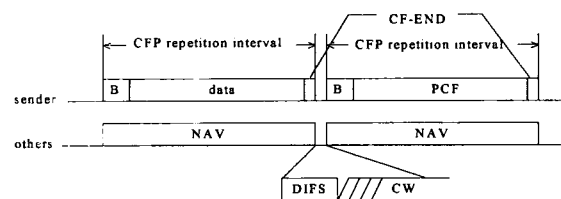
[표 1] Schedule table의 형태

- STA address: 각 station의 주소를 나타내며, 기록 신청할 때 설정된다.
- Link type: 실시간 데이터와 비실시간 데이터를 표시하며, 기록 신청할 때 설정된다.
- Last success time : ACK를 받은 후에 설정되며, link type가 실시간 데이터로 표시되는 경우에만 사용된다.
 - ✓ 재전송을 위해서 임의의 전송이 실패하면 해당 기록을 확인하고 경과시간이 허가범위 내에 있으면 다시 전송하며 초과하면 재전송하지 않는다.
 - ✓ 공평성을 보장하기 위해서, 다음 전송시에 더 적은 last success time을 가진 station의 데이터를 우선적으로 보낸다.
- Retry flag: 기본값은 0으로 설정되고 데이터를 보낸 후에 ACK를 수신하지 못한 경우에 설정되며, CFP repetition interval이 끝난 후에 다시 기본 값으로 설정된다.

3.1 실시간 데이터 전송방식

현재 상용되고 있는 표준에 따라서 CFP repetition interval을 결정하며 이것의 길이가 실시간 데이터 전송할 때 허락할 수 있는 간격이다. 각 station은 schedule table의 기록에 따라서 데이터를 보내는 순서를 정한다. 즉, link type은 real-time link로 표시되며 last success time이 낮은 real-time station부터 우선적으로 데이터를 보내도록 한다. 데이터를 보내고 SIFS시간간격 후에 ACK를 받으며 last access time값을 설정한다. SIFS에는 ACK를 못 받으면 retry flag를 설정하고 PIFS시간간격 후에 다음 station이 데이터를 보낸다. Real-time station들이 모두 한번씩 데이터를 보내고 난후 CFP repetition interval이 초과되지 않았다면 retry flag가 설정되어있는 station은 재전송이 가능하게 된다. CFP repetition interval이 끝난 경우에는 retry flag의 값이 기본값으로 설정된다.

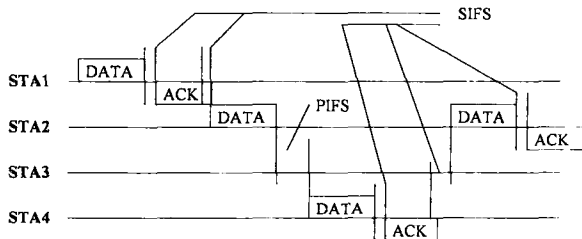
또한, 실시간 데이터의 전송들이 모두 성공적인 전송이 이루어지고 CFP repetition interval이 초과되지 않았을 경우에는 link type이 비실시간 link으로 표시된 station에서 데이터의 전송이 가능하다.



[그림 3] 전체적인 실시간 데이터의 전송

CFP repetition interval이 끝난 후에 각각 등록했던 station들에서의 데이터전송이 불가능하게 되며 CSMA를 사용하여 새로운 station의 기록 신청을 받는다. Real-time station은 PIFS시간간격을, nonreal-time station은 DIFS시간간격을 기준으로 데이터 전송요청을 할 수 있다. 등록되었던 station들은 데이터 전송이 불가능하므로 등록 신청기간에 충돌의 확률은 축소된다. 따라서, CFP repetition interval의 값으로 허락시간-(DIFS+ CW)으로 정하면 가장 적당하게 됨을 알 수 있다. CFP repetition interval에 전혀 비실시간 데이터를 전송하지 않았는데 CFP repetition interval시간 초과한 경우에는 실시간 데이터만 전송된 경우이며, 이때는 새로운 station으로부터의 기록 요청을 받지 않도록 한다. 이런 경우에는 CFP repetition interval이 끝난 후에 다음 CFP repetition interval이 바로 시작된다.

CFP repetition interval이 시작할 때 schedule table의 첫번 station이 하나의 beacon packet을 보내며 동기화를 시키고 schedule table의 기록도 broadcast한다. CFP repetition interval이 일찍 끝나는 경우에도 첫번째 station이 한 CFP_END를 보내며 CFP repetition interval이 마친다.



[그림 4] CFP repetition interval내에서의 데이터 전송방식

아래의 표2는 그림 4의 각 station들의 schedule table 내용의 예를 보여준다.

STA1	R	6190	
STA2	R	6230	r
STA3	U		
STA4	R	6270	

STA1	R	6360	
STA2	R	6230	
STA3	U		
STA4	R	6410	

STA1	R	6360	
STA2	R	6450	
STA3	U		
STA4	R	6410	

[표 2] 각 station들에서의 schedule table 예

STA2가 재전송한 후에 CFP repetition interval을 초과하지 않으면, STA3가 비실시간 데이터를 전송하는 것이 가능하게 된다. 그렇지 않으면, 다음 CFP repetition interval이 시작된다.

3.2 비실시간 데이터 전송방식

비실시간 데이터를 전송하는 경우에는 처음에 시간 T를 설정한다. T는 각 station마다 데이터를 연속적으로 전송할 수 있는 시간이다. 또한, 이 시간의 길이는 CFP주기와 같을 수도 있으며, 각 station이 여전히 schedule table을 유지한다. 각 station이 schedule table에 등록했던 순서에 따라서 데이터를 연속적으로 전송하며, 시간T를 초과한 경우에는 전송을 중지하고 다음

station이 데이터를 보내도록 한다. 시간 T가 초과되는 시점에 임의의 패킷이 전송되는 도중에 있으면 그 패킷에 대해서는 전송을 중지하지 않으며, 응답까지 수신하도록 한다. 그 후 다른 station이 데이터 전송을 하도록 한다.

이러한 방식은 패킷수의 방식과 총데이터량 방식과 비교하여 더 우수한 공평성을 보장해준다. 패킷수로 공평성을 보장하려면 큰 패킷을 보내는 station이 작은 패킷을 보내는 station보다 더 많은 데이터를 보낼 수 있게 되며, 총데이터량으로 공평성을 제공하면 새로 가입한 station이 항상 최우선으로 데이터의 전송이 가능하게 된다.

등록되었던 station들이 모두 한번씩 데이터를 전송하고 난 후에는 이들 station의 전송이 불가능하게 하고 새로운 station의 등록 신청을 기다리게 된다. 이때의 interval은 DIFS와 CW의 합이며, 등록할 때는 여전히 CSMA를 사용한다.

비실시간 데이터를 보내는 방식에서는 한 패킷의 응답을 받지 못하면 바로 그 해당 패킷을 재전송한다. 또다시 응답을 수신하지 못하는 경우에는 해당 station을 schedule table에서 삭제한다.

4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 무선랜의 표준인 IEEE 802.11에서 제안된 DCF(Distributed coordination function) 와 PCF(point coordination function)의 두 가지 전송 방식의 성능향상을 위한 방안으로서 각 station마다 schedule table을 유지함으로써 충돌에 대처하는 방법을 제안하였으며, 이 방식은 다음의 장점들을 가진다.

- ◆ 실시간 데이터의 전송 효율이 향상된다.
- ◆ 현재 상용되는 무선랜 환경보다 신뢰성이 우수하다.
- ◆ 비실시간 link간에 공평성을 보장해준다.

향후에는 본 논문에서 고려하지 않았던 hide station을 포함한 실시간 데이터 전송에 대한 연구와 무선 라우터와의 연동에 대한 연구를 해야 하는 과제가 남아있으며, 패킷의 구조에 대해서 구체화시켜서 시뮬레이션을 통하여 성능을 평가해야 하는 과제가 남아 있다.

5. 참고 문헌

- [1] IEEE std 802.11-1997: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specification
- [2] Shiann-Tsong Sheu, and Associate Member, " A Bandwidth Allocation/Sharing/Extension Protocol for Multimedia Over IEEE 802.11 Ad Hoc Wireless LANs" IEEE Communications, VOL.19,NO. 10, OCT. 2001
- [3] N.H. Vaidya, P. Bahl, and S. Gupta, " Distributed fair scheduling in a wireless LAN" , in Proc. ACM MOBICOM' 00, Boston, MA, 2000, pp.167-168
- [4] J. L. Sobrinho and A. S. Krishnakumar, " Real-time traffic over the IEEE 802.11 medium access control layer" , Bell Labs Technical Journal, 1996 pp. 172-187
- [5] A. Lindgren, and A. Almquist, " Quality of Service Schemes for IEEE 802.11 A Simulation Study" , 2001