

Ad-hoc 네트워크를 위한 802.11 MAC 기술 동향

김정래
ETRI 센서네트워킹연구팀 연구원
jrkim@etri.re.kr

허재두
ETRI 센서네트워킹연구팀 팀장
jdjuh@etri.re.kr

1. 서론
2. Ad-hoc 네트워크에서의 802.11 현황
3. 802.11 MAC 기술 동향
4. 결론

무선 ad-hoc 네트워크에서 각 링크는 기존의 IEEE802.11(이하 802.11) hotspot 과 같이, 단거리 영역에 걸쳐 분포하는 링크상에서 지연을 최소화 하면서 매우 높은 데이터 전송률을 반드시 지원해야 한다. 이를 위해서, 현재의 802.11 규격은 처음 설계시에 고려되지 않았던 무선 ad-hoc 네트워크 환경의 multihop 연결성, 높은 이동성, 다양한 QoS를 요구하는 이질적인 서비스를 수용하기 위해 변경이 요구된다. 본 고에서는 무선 ad-hoc 네트워크와 관련된 802.11 PHY/MAC 계층의 특성을 기술하고, 802.11을 기반으로 하는 다중 접근 프로토콜들의 현재 상태를 살펴보고, 진행 중인 연구 과제들을 소개한다.

1. 서론

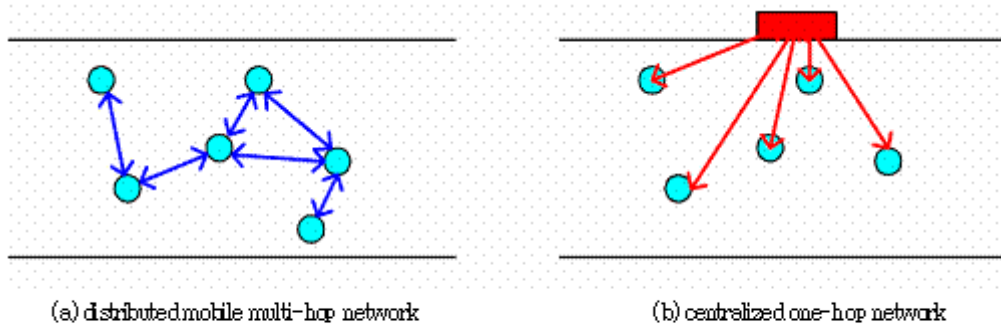
802.11은 IEEE가 승인한 무선랜 국제 표준으로[1], MAC과 물리 계층(PHY)의 상세규격을 제공한다. 802.11 프로토콜에서 매체 접근을 위한 기본적인 메커니즘은 Distributed Coordination Function(DCF)으로, 이것은 CSMA/CA를 기반으로 하여 같은 클러스터(basic service set 이라고 함)에 있는 모든 디바이스들이 무작위로 접근하는 개념이다. 또한, 무선 트랜시버는 송신과 수신을 동시에 할 수 없어서 충돌 감지가 실행 불가능하기 때문에 사전 충돌 회피가 적용되었다.

Multihop 망에서는 hidden node와 exposed node라 불리는 문제들이 MAC 효율성에 큰 영향을 준다. 결국, 초기에 Request To Send/Clear To Send(RTS/CTS) 제어 패킷 교환을 사용하는 가상 반송파 감지 기법을 통해 숨겨진 단말로 인한 충돌 기회를 상당히 줄일 수 있다. 충돌 패킷들의 재전송은 보통 이진 지수 분포 backoff 규칙에 따라 관리된다. DCF는 액세스 포인트와 같은 어떠한 내부 기반 요소들도 필요로 하지 않는 ad-hoc 네트워크를 지원하게 되어 있다. 만일 서비스 집합 내에 액세스 포인트와 같은 내부 기반 요소들이 분명히 인지되면, 중앙 집중화된 MAC 프로토콜인 Point Coordination Function(PCF)이 사용되어 충돌에 자유로운 제한된 시간의 매체 접근이 가능하다.

본 고에서는 기존 802.11의 문제점을 2장에서 기술하고, 802.11 MAC 기술 동향을 중심으로 두 개의 기본 무선 ad-hoc 네트워크 시나리오를 지원하는 MAC의 성능을 3장에 소개하였다.

2. Ad-hoc 네트워크에서의 802.11 현황

무선 ad-hoc 네트워크에서 각 링크는 기존의 802.11 hotspot 과 같이, 단거리 영역에 걸쳐 분포하는 링크상에서 지연을 최소화 하면서 매우 높은 데이터 전송률을 반드시 지원해야 한다[2]. 무선 ad-hoc 네트워크의 구성은 (그림 1)에 나타난 것처럼 노드들이 이동 중에 peer-to-peer로 직접 통신할 수 있도록 해주는 분산 이동 multihop 망(시나리오 I)과, 내부에 기반구조를 갖는 중앙 집중형 이동 single-hop 망(시나리오 II)으로 분류할 수 있다.

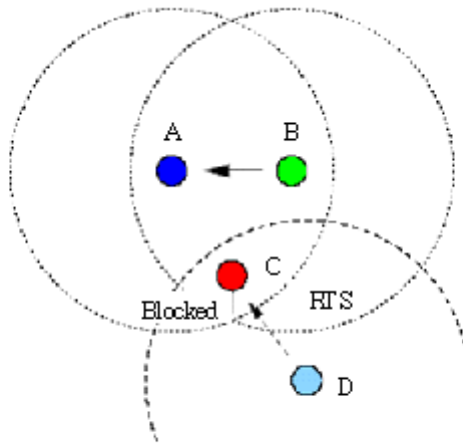


(그림 1) 무선 ad-hoc 네트워크의 두 가지 기본 시나리오

시나리오 I에서는 DCF만이 허용되는 데에 반해, 시나리오 II에서는 DCF와 PCF 모두 다 사용될 수 있는데, PCF를 사용하는 경우에 고정 노드는 접근 중재자로 동작할 수 있고, DCF를 사용하는 경우에 고정 노드는 이동 노드와 동등한 분산 노드로 동작할 수 있다. 시나리오 I은 이동 노드 사이의 peer-to-peer 통신에 해당되는데, 실제 이동 노드의 절대 속도가 높더라도 이동 노드간의 상대 속도는 상대적으로 낮다. 따라서 시나리오 I의 경우 MAC 성능상의 이동성 효과는 무시될 수 있기 때문에, multihop 네트워크에 초점을 맞춘다. 시나리오 II는 이동 노드와 고정 노드간의 통신에 해당되는데, 통신을 위해 필요한 핵심 요소는 짧은 기간 동안 매우 높은(연속적인) 다운로드 속도이다. 그 결과로, ad-hoc 네트워크 환경에서 802.11의 한계에 관한 논점은 multihop 상의 DCF와, 높은 이동성을 위한 DCF/PCF 라는 두 가지로 분류한다.

가. Multihop 상의 DCF

시나리오 I과 같은 multihop 환경에서 802.11 DCF의 주요 문제점은 블로킹이다. (그림 2)와 같이, 노드 A와 노드 B가 통신 중일 때에, 노드 C는 CSMA/CA와 네트워크 할당 벡터(network allocation vector, NAV)로 인해 통신이 차단된다. 이 때, 노드 D가 노드 C에 RTS를 보내면, 노드 C가 RTS를 제대로 수신했다 하더라도 노드 D는 노드 C로부터 어떠한 응답도 받을 수 없다. 노드 D는 802.11 지수 분포 backoff에 의해 곧바로 충분한 정지 기간에 들어가서, 네트워크 용량이 유희상태가 되기를 기다린다. 만일 노드 D와 통신하고자 하는 다른 노드들이 존재한다면, 더욱 심각한 블로킹 확산 문제가 발생하게 되는데, 이로 인해 때때로 교착상태가 발생할 수 있다[3].



(그림 2) multihop 환경에서 802.11 DCF의 블로킹 문제

T.Saadawi는 802.11 MAC 프로토콜을 multihop 무선 ad-hoc 네트워크에 적용하기 위한 연구를 통해 이 문제를 자세히 검토하여, 좀더 작은 크기의 최대 TCP 윈도우 사이즈인 4를 사용함으로써 한 링크상의 데이터 전송 기간에 제한을 둘 것을 제안했다[4]. 그러나 전송 계층에서의 해결책은 이 문제의 원인이 MAC 계층이라는 점을 무시하고 있는데, 이 공평성 문제를 위한 MAC 계층에서의 접근은 이후에 살펴보기로 한다.

나. 높은 이동성을 위한 DCF/PCF

앞에서 언급했듯이, 빠른 이동의 부작용은 이동 노드와 고정 노드 간의 링크가 극도로 짧은 연결 시간을 갖는다는 점이다. 따라서 시스템은 정상 상태에 도달할 수 없어서, 결국 대부분 과도 상태에서 동작하게 되어 낮은 효율성과 잠재적 불안정성을 갖게 된다. 그러므로 이러한 환경에서는 적은 오버헤드를 갖는 매우 효율적인 프로토콜이 적합인데, 이것은 모든 데이터 패킷에 앞서 존재하는 RTS/CTS 교환 절차와 충돌된다. 더욱이, PCF 모드의 경우 포인트 조정자(Point Coordinator, PC)는 반드시 수용 영역 내에 있는 모든 동적 노드들의 리스트를 유지해야 한다. 802.11 프로토콜이 거리의 함수로 가변 전송률을 지원하기 때문에, 빠른 이동성의 또 다른 부작용은 결과적으로 일시적 연결이 다중 전송률 특성을 갖는다는 점이다. 따라서, PC의 수용 영역을 통과하는 한 노드는 연결 기간 동안 가변 데이터 전송률을 갖게 된다. 이것은 NAV가 현재의 전송률을 기반으로 하기 때문에 미래의 가상 센싱에 사용될 NAV를 더 크게 또는 더 작게 추정하는 것과 같은 잠재적인 문제들을 발생시킨다. 이러한 문제들이 대두되었으며 실제로 해결되어야 할 점이다.

3. 802.11 MAC 기술 동향

802.11 MAC의 설계와 분석에 관해 현재까지 진행된 연구 내용을 네 가지의 핵심 영역인 DCF 모델링, 공평성, 고품질 서비스, 고효율 데이터 전송으로 나누어 요약하고자 한다.

가. DCF 모델링

지금까지 DCF 다중 접근에 관한 대부분의 모델링과 성능평가 연구[5],[6]는 이상적인 채널 조건과 한정된 단말의 수를 가정하고 있다. 802.11 DCF의 성능 분석[6]은 현재 가장 적절한 모델을 제시하고 있는데, 802.11 DCF의 지수 분포 backoff에 관해 자세히 설명하고 있으며, 과부하 상태에 적합한 포화(점근선)의 상태 처리량을 계산한다. 이차원 마코프 체인을 사용하여 backoff 프로세스를 형상화하며, 전송 패킷 충돌 확률은 상수이고 재전송 횟수에 독립적이라는 가정을 하고 있다. Bianchi의 모델[6]은 활성 터미널의 수가 충분히 클 경우 (> 10) 이 가정이 적절한 결과를 도출한다는 것을 보여준다.

Bianchi의 모델에서 도출한 핵심적인 결론은 다음과 같다:

- RTS/CTS를 사용하는 경우, 802.11 DCF 처리량은 최소 경쟁 윈도우 CW_{min}, 최대 backoff 단계 m, 단말의 수 n과 같은 시스템 파라미터에 그다지 민감하지 않다.
- 최대 포화 처리량은 실제로 단말의 수에 독립적인데, 최적 backoff 값은 다음과 같이 구한다

$$CW \min_{opt} \approx n \sqrt{2T_c / s}$$

(n: 활성 터미널의 수; T_c : 충돌 기간; s: 슬롯 타임[802.11b DSSS인 경우 20 μ s, 802.11b FHSS인 경우 50 μ s]).

- RTS/CTS를 사용하는 경우, 충돌은 RTS 프레임에만 발생하고, 따라서, $T_c = RTS + DIFS$ (Distributed Interframe Space) + σ 이며, 여기서 σ 는 전달 지연이다(무선랜의 경우 약 1 μ s).

나. 공평성

Multihop 네트워크에서 공평성의 개념[7]은 터미널에 대한 공평성과 스트림에 대한 공평성으로 구분할 수 있다. 스트림에 대한 공평성의 개념은 무선에서 충돌을 회피하는 다중 접근 기법(Multiple Access with Collision Avoidance for Wireless, MACAW)[8]에서 처음 소개되었다. 각 스트림은 시작 스테이션에 관계없이 채널 용량을 똑같이 공유한다. 이점이 각각의 스트림 대신 각각의 터미널들이 채널의 용량을 공유하는 터미널에 대한 공평성과 다른 점이다. 실제 시스템에서는 스트림에 대한 공평성을 구현하기 어렵기 때문에 터미널에 대한 공평성에 관해서만 논의한다.

(1) MACAW-무선랜을 위한 MAC 프로토콜

Bharghavan는 무선 MAC 프로토콜의 공평성 문제를 다루기 위한 방법을 연구했다[8]. 특히, multihop 환경에서의 주된 문제는 경쟁 기간에 관한 동기화 정보의 부재라고 결론을 내렸다. 이러한 동기화 정보를 전파시키기 위하여, MACAW는 Data Sending(DS)과 Request for RTS(RRTS)라고 하는 두 종류의 새로운 패킷 유형을 제시한다. 공평성을 더욱 개선시키기 위해, MACAW는 패킷들을 도청함으로써 경쟁 윈도우와 같은 backoff 파라미터들을 복사하는 방법을 제공하여 모든 인접 터미널들이 동일한 경쟁 윈도우를 사용하는 것을 보장한다. MACAW는 또한 이진 지수분포 backoff보다 더욱 신중한 backoff 알고리즘인 배수 증가 선형 감소(Multiplicative Increase and Linear Decrease, MILD) 기법을 채택하고 있는데, 이것은 데이터 패킷이 성공적으로 전송된 경우에 경쟁 윈도우를 한 단계만큼만 감소시키는 것이다(이진 지수분포 backoff를 사용하는 경우에는 경쟁 윈도우를 최소값으로 감소시킨다). 그러나, MACAW는 공평성을 개선시키는 반면에 모든 조건에 적용되는 해결책을 제공하지는 않는다. 즉, MACAW가 효율적이기 위한 필요 조건은 RTS는 반드시 제대로 수신되거나, RTS는 오직 RTS 또는 CTS 패킷들과 충돌해야 한다는 것이다. 하지만, RTS는 데이터와 충돌할 수 있기 때문에 이런 경우에는 MACAW가 유용하지 않게 된다. 가능한 해결책은 RTS/CTS 교환과 데이터 전송 순서 DATA-ACK를 두 채널로 분리하여, 한 채널은 RTS/CTS를 사용하고 다른 채널은 DATA-ACK 전송을 사용하게 함으로써 RTS가 데이터와 결코 충돌하지 않게 하는 것이다.

(2) 추정-기반 공평성 조정

이 기법은 활성 인접 터미널의 수[9]와 공유 대역폭[10]과 같은 현재 채널 상태와 기타 지역 네트워크 정보를 실시간으로 추정(estimation)하여 경쟁 윈도우를 조정한다. 우선순위-기반 매체 접근 제어(Priority-based Medium Access Control, P-MAC)[9]는 균등 backoff 기법을 채택하고 있어서, 이를 통해 오직 하나의 파라미터만이 적절히 선택되어 데이터 트래픽간에 상대적인 가중치를 반영함으로써 가중 공평성을 달성하고, 무선 매체를 경쟁하는 터미널의 수를 반영함으로써 통합 처리량을 최대화시킨다. Wang은 “자기”와 모든 “다른” 스테이션들이 공유하는 대역폭 추정에 기반하는 방법을 제안했다[10]. 그러나, 이 방법이 갖고 있는 실제적인 어려움은 추정이 반드시 multihop과 이동성을 고려한 매우 동적인 환경에서 수행되어야 하며, 또한 낮은 이동성 시나리오에 맞추어진 알고리즘은 비효율적이라는 점이다.

다. 고품질 서비스

중재자로서 액세스 포인트를 가지는 기반 네트워크에서, QoS를 보장하고 PCF를 사용하는 것이 DCF만 사용 가능한 시나리오보다 훨씬 쉽다. 다음 세부 절에서는 ad-hoc 네트워크에서 QoS를 지원하기 위한 최근의 다양한 제안들[11]-[15]에 대해 살펴본다. 이 기법들은 근본적으로 802.11 표준의 backoff 윈도우 알고리즘을 수정하는 개념을 기반으로 하여 서비스 차등화를 제공하도록 해 준다

(1) 실시간성 지원

분산 제어를 이용한 무선 패킷 네트워크에서 서비스 차등화 지원에 관한 연구[11]는 backoff 시간 계산 방식에 더 짧은 CW를 할당하여 낮은 지연을 갖는 실시간 서비스를 하도록 수정되었다. 그러나, 이 기법은 데이터 트래픽으로부터 실시간 트래픽을 분리하지 않기 때문에 실시간 트래픽의 서비스 품질은 데이터 트래픽의 변화에 민감하다. Blackburst 기법은 연속적인 트래픽에 대한 우선순위를 할당하는 방식으로 실시간 소스의 MAC을 수정하여 802.11을 통해 실시간 소스를 지원하는 분산 솔루션을 설명하고 있다[16]. 이 방법은 제한된 지연을 제공하지만, 동일한 데이터 전송률을 갖는 등시적인 소스에 최적화되어 있는 단점을 가지고 있어서, 가변 전송률을 가진 플로우로 구성되어 있는 응용에 적용하기에는 분명한 한계가 있다.

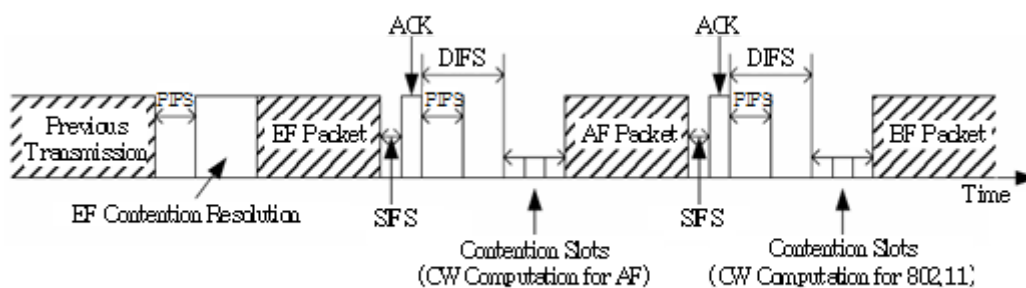
(2) 차등화 서비스

802.11을 위한 차등화 기법[12]은 데이터 트래픽에 서로 다른 우선순위를 부여하기 위하여 서로 다른 CW와 backoff 증가 파라미터를 각각 사용하는 방법을 제안한다. 하지만, 고정된 파라미터의 사용은 더욱 높은 QoS를 요구하는 스테이션들의 처리량에 부정적인 영향을 준다. Distributed Fair Scheduling(DFS) 기법[13]은 스테이션의 가중치에 비례하는 서로 다른 스테이션들의 backoff 시간 계산에 관한 동적 알고리즘을 제안한다. DFS의 한가지 약점은, 각 터미널은 모든 전송 패킷을 감시해야 하고 각 패킷의 “종료 태그”를 읽어야 한다는 것이다. 게다가, DFS는 패킷 헤더에 종료 태그가 포함되도록 802.11의 헤더 형식이 변경되어야 한다. 지연과 처리량 제약을 갖는 분산 multihop에 관한 연구[14]는 무선 multihop 네트워크에서 지연과 처리량에 대한 상대적인 우선순위를 제공하는데, 스케줄링 정보를 RTS/data 패킷에 실어 보내서 이 정보를 사용하여 backoff 시간 계산 결과를 수정한다. 이 방법은 모든 노드들이 스케줄링 정보를 추출하기 위해 모든 전송 패킷들을 감시해야 하기 때문에 DFS와 같은 약점을 가지고 있다. 또한 802.11 헤더 형식을 변경해야 하기 때문에, 결국 기존 방식과의 호환성을 제공하지 않는다.

(3) DIME(DiffServ MAC Extension) – QoS를 지원하기 위한 MAC 프레임워크

DIME[15]에서는 Expedited Forwarding(EF)과 Assured Forwarding(AF)이라고 하는 두 종류의 선택적 모듈이 소개되었다. DIME-EF는 분산 방식으로 PIFS(Inter-Frame Space of the Point coordination)를 재사용하는 반면에, DIME-AF는 수정된 CW 계산 알고리즘을 갖는 DCF에 의존한다. Best Effort(BE)는 현재의 802.11 표준 기능에 의해 지원되는데, 기존의 802.11 단말들이 DIME 구조에서 BE 단말처럼 동작하는 방식을 취한다. DIME 구조의 EF, AF, 그리고 BE의 조합 기법은 (그림 3)에 나타난 것처럼 프로토콜 동작을 한다. 이 예제에서, 이전의 전송이 끝난 후에, EF 패킷을 전송하고자 하는 스테이션은 PIFS의 끝에서 채널을 접근한다. 전송이 끝난 후에, 수신측은 SIFS 후에 응답 신호를 보낸다. 다음 접근 사이클에서는 더 이상 전송해야 할 EF 트래픽은 존재하지 않기 때문에 AF와 BE가 채널을 접근할 수 있다. 이 예제에서는 AF 패킷이 더 작은 CW를 갖고 있어서 채널을 먼저 접근한다. 마지막으로, BE 패킷은 802.11 표준에 따라 계산된 CW를 사용하여 채널을 접근한다.

위의 기법들 대부분은 무선 ad-hoc 네트워크 환경의 시나리오에서 QoS를 지원하는 데에 사용될 수 있다. 기존 기법들과의 호환성을 고려하는 경우에는 DIME[15]이 더욱 적합하다. 더욱이, DIME은 데이터와 실시간 서비스 사이의 차별화를 지원할 뿐만 아니라 데이터 서비스 자체에서도 차별화를 지원하는데, 이것이 무선 ad-hoc 환경에서 필요로 하는 점이다. QoS와 DiffServ를 지원하는 다른 CW 조정 알고리즘은 DIME 구조에 통합되어 성능을 더욱 강화시킬 수 있다. DIME이 가진 문제점은 EF가 PIFS를 재사용하기 때문에, 802.11 PCF 프로토콜을 통합하는 것은 이 구조에 적합하지 않다는 것이다. 한가지 해결책은 PCF가 일반적으로 사용되는 하부 구조 환경에서 EF 모듈을 금지하여, 802.11 PCF가 EF와 관련된 트래픽 접근 제어를 갖게 하는 것이다.



(그림 3) DIME 프로토콜 동작

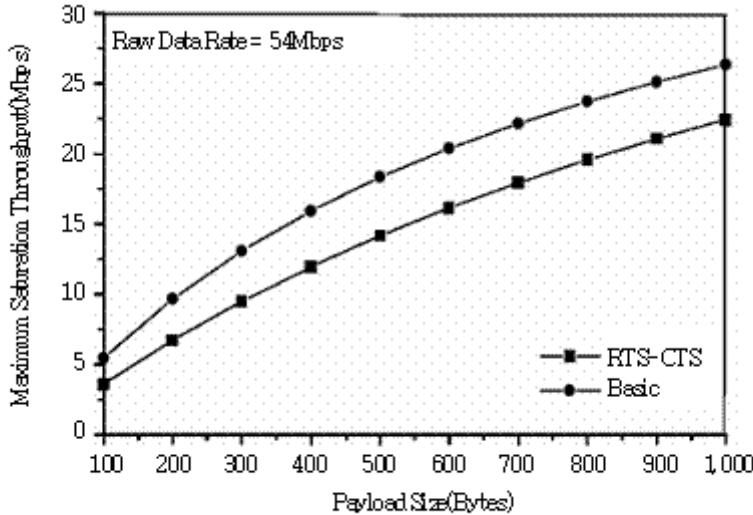
라. 고효율 데이터 전송

802.11 DCF의 성능 분석[6]에서 RTS/CTS는 숨겨진 터미널들을 처리하는 능력을 갖고 있기 때문에 대부분의 경우에 실제로 사용되어야 한다고 결론짓고 있다. 그러나 802.11 표준에서 각 패킷마다 RTS/CTS를 사용하는 것은 집중적인 트래픽이 발생하는 경우에 있어서 매우 큰 오버헤드를 발생시킨다. 802.11의 처리량과 지연 제한 기법[17]은 오버헤드의 감소없이 링크 계층 데이터 전송률을 단순히 증가시키는 것은 MAC 처리량이 비례적으로 증가하지 않는다는 것을 보여주고 있으며, 일반적으로 포화 단계에 이르게 된다. 이 기법은 RTS/CTS를 고려하지 않는 802.11 DCF의 기본적인 CSMA/CA 개념에 대한 내용이며, 결국 실제 시스템에 적합하지 않다. 하지만, Bianchi의 모델[6]은 RTS/CTS 교환과 backoff 절차에 관한 자세한 내용을 포함하고 있으며, RTS/CTS 교환 여부에 따른 더욱 정확한 이론적인 측정을 이끌어 내고 있는데, 여기에서 최대 포화 처리량은 1Mb/s의 데이터 전송률에서 약 80퍼센트를 나타내고 있다. (그림 4)는 Bianchi 모델을 사용할 때에 최대 데이터 전송률 54Mb/s에서 IEEE 802.11a의 최대 포화 처리량을 보여준다. 페이로드 사이즈가 1,000 바이트인 경우에서조차도 802.11a의 실제 대역폭 활용 비율이 50 퍼센트보다 작다는

사실을 분명히 알 수 있다. 더욱이, RTS/CTS 교환이 없는 기본 접근 방식은 RTS/CTS를 사용하는 방식보다 최대 포화 처리량이 높다. RTS/CTS 교환은 802.11 MAC 계층에 추가적인 부담이기 때문에 당연한 결과이다. (그림 4)는 CWmin값을 최적으로 설정하여 얻은 것이며, 모든 활성 터미널의 수(n)에 관한 함수이므로 결과는 n에 독립적이다. 일반적으로, 고정된 CWmin의 경우에는 n이 증가함에 따라 포화 처리량은 낮아진다.

현재, 두 가지 주요 개념에 기반하여 802.11의 오버헤드를 감소시키기 위한 여러 개선안들이 제안되고 있다.

- An RTS/CTS handshake followed by multiple data packets [18]
- Reducing the overhead in a RTS/CTS handshake itself[19]



(그림 4) RTS-CTS 와 기본 접근 방식의 802.11a 최대 포화 처리량 비교

(1) RTS/CTS 해결법

Data Flushing Data Transfer Protocol(DFDT)[18]은 성공적인 경쟁을 통해 채널 접근 권한을 획득한 후에 컴파일된 MAC 데이터 유닛(cMPDU)을 이용하여 상위 계층으로부터 전달된 다수의 데이터 패킷들을 전송한다. MPDU와 cMPDU의 주된 차이점은, MPDU는 데이터를 하나의 목적지로 전달하는 반면에 cMPDU는 데이터를 다수의 목적지로 전달할 수 있다는 것이다. DFDT는 CT(compilation threshold, 802.11의 fragmentation threshold와 기능이 유사)에 의해서만 제한되는 상위 계층의 전송 큐로부터 최대한의 데이터를 가져오기 때문에 극도로 긴cMPDU 프레임을 방지한다. DFDT가 사용하는 핵심 가정은, cMPDU내의 첫 번째 목적지 주소와 관련된 하나의 CTS는 무선 채널을 확보하기에 충분해야 한다는 것이다. 이것은 mesh로 연결된 환경(즉, 모든 터미널이 서로 서로 들을 수 있는)에서만 유효하다. 따라서, DFDT는 multihop 라우팅 환경에 매우 제한된 응용이다.

(2) 헤더 효율성

ROADMAP(A Robust ACK-driven Media Access Protocol for Mobile Ad Hoc Networks) [19]은 multihop 네트워크에서 제어 신호 교환 메시지들(즉, RTS와 CTS)의 수를 감소시키는 방법을 제안한다. 상향 노드가 전송한 ACK 메시지를 도청하는 방법을 통해 노드는 데이터가 도착할 것이라는 사전 지식을 얻을 수 있고, 결국 잠재적 송신측으로부터 RTS 교환을 기다릴 필요없이 ACK 전송 후에 CTS만 시작하면 된다. 따라서, ROADMAP은 수신측에 기초한 MAC 기법에 속한다. 그러나, 만약 CTS 수신을 통해 전송을 권유 받은 한 노드가 목적지에 전달할 패킷이 없다면, CTS 전송이 쓸모 없다는 문제점이 있다. 결과적으로, RTS 패킷으로 인한 트래픽은 감소하는 반면에, 불필요한 CTS 전송은 여전히 시스템 효율성에 불리한 영향을 미친다. 또한, ROADMAP에서 제안된 대로 송신측이 RTS 전송을 시작하기 위하여 타이머를 설정할 수 있다고 하더라도 ACK 패킷의 충돌은 ROADMAP 동작에 영향을 주게 될 것이다.

4. 결론

Ad-hoc 네트워크는 높은 이동성과 multihop 운용을 위한 MAC 설계에 새로운 목표를 제시하고 있는데, 이러한 목표들을 달성하기 위해서는 현재의 802.11 표준을 변경해야 한다. 본 논문에서는 802.11 MAC 특징들을 이러한 새로운 목표에 초점을 맞추어 소개했다.

Multihop 네트워크에 관한 최근의 동향을 살펴보면 고정되거나 매우 천천히 변하는 네트워크 구조를 가정하고 있고, 프로토콜은 CW를 동적으로 조절하여 최적화 하고, 최대 포화 처리량, 가중치에 의한 공평성, 제한된 지연시간, 차등 QoS 등과 같은 미리 정의된 요구사항들을 충족시키기 위해 새로운 솔루션들을 통합하기 위한 개방형 인터페이스를 갖는 802.11 MAC 계층을 설계하고 있는 실정이다.

Ad-hoc 네트워크에서 높은 이동성의 효과는 거의 연구되지 않고 있는 반면, MAC 설계에 대한 새로운 목표들은 수용 영역 내에서의 다중 전송률 환경, 짧은 연결 시간, 스테이션들의 빈번한 갱신을 포함하고 있다. 짧은 연결 시간으로 인해 무선 ad-hoc 네

트위크에서 연속적인 다운로드 속도는 기존의 WLAN 보다 더 높은 전송률을 목표로 해야 한다. 하지만, 오버헤드를 감소시키지 않은 채 단순히 데이터 전송률만을 증가시키는 것은 결국 제한된 처리량을 야기할 수 있으며, multihop 운용과 높은 이동성을 지원하기 위해서 위의 모든 문제들에 대한 실제적인 해결책들을 통합하는 무선 MAC 프로토콜의 설계가 계속 연구되어야 할 것으로 판단된다.

<참 고 문 헌>

- [1] IEEE Std., Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications, Nov. 1997.
- [2] Jing Zhu and Sumit Roy, "MAC for Dedicated Short Range Communications in Intelligent Transport System," IEEE Commun. Mag., Vol.41, No.12, Dec. 2003, pp.60-67.
- [3] S. Ray, J.B. Carruthers, and D. Starobinski, "RTS/CTS Induced Congestion in Ad Hoc Wireless LANs," IEEE WCNC, New Orleans, LA, Mar. 2003, pp.1516-1521.
- [4] S. Xu and T. Saadawi, "Does the IEEE 802.11 MAC Protocol Work Well in Multihop Wireless Ad Hoc Networks," IEEE Commun. Mag., June. 2001, pp.130-137.
- [5] F. Cali, M. Conti, and E. Gregori, "IEEE 802.11 Wireless LAN: Capacity Analysis and Protocol Enhancement," Proc. INFOCOM '98, San Francisco, CA, Mar.
- [6] G. Bianchi, "Performance Analysis of the IEEE 802.11 Distributed Coordination Function," IEEE JSAC, Vol.18, No.3, Mar. 2000, pp.535-547.
- [7] N. H. Vaidya and P. Bahl, "Fair Scheduling in Broadcast Environments," Tech. rep. MSR-TR-99-61, Microsoft Research, Dec. 1999.
- [8] V. Bharghavan et al., "MACAW: A Media Access Protocol for Wireless LANs," Proc. ACM SIGCOMM, 1994, pp.212-225.
- [9] D. Qiao and K.G. Shin, "Achieving Efficient Channel Utilization and Weighted Fairness for Data Communications in IEEE 802.11 WLAN under the DCF," Proc. 10th IEEE Int'l. Wksp. QoS, 2002, pp.227-236.
- [10] Y. Wang and B. Bensaou, "Achieving Fairness in IEEE 802.11 DCFMAC with Variable Packet Lengths," Proc. IEEE GLOBECOM '01, Vol.6, 2001, pp.3588-3593.
- [11] A. Veres et al., "Supporting Service Differentiation in Wireless Packet Networks Using Distributed Control," IEEE JSAC, Vol.19, No.10, Oct. 2001.
- [12] A. Imad and C. Castelluccia, "Differentiation Mechanisms for IEEE 802.11," Proc. INFOCOM, Anchorage, AK, Apr. 2001.
- [13] N.H. Vaidya, P. Bahl, and S. Gupta, "Distributed Fair Scheduling in Wireless LAN," Proc. ACM MOBICOM, Boston, MA, Aug. 2000.
- [14] V. Kanodia et al., "Distributed Multi-Hop with Delay and Throughput Constrains," Proc. ACM MOBICOM, Rome, Italy, July 2001.
- [15] A. Banchs, M. Radmirsch, and X. Perez, "Assured and Expedited Forwarding Extensions for IEEE 802.11 Wireless LAN," Proc. 10th IEEE Int'l. Wksp.QoS, 2002, pp.237-246.
- [16] J.L. Sobrinho and A.S. Krishnakumar, "Real-Time Traffic over the IEEE 802.11 Medium Access Control Layer," Bell Labs Tech. J., autumn 1996, pp.172-187.
- [17] Y. Xiao and J. Rosdahl, "Throughput and Delay Limits of IEEE 802.11," IEEE Commun. Lett., Vol.6, No.8, Aug. 2002, pp.355-357.
- [18] S.T. Sheu et al., "An Improved Data Flushing MAC Protocol for IEEE 802.11 Wireless Ad Hoc Network," Proc. IEEE VTC2002, Vancouver, BC, Canada, 2002, pp.2435-2439.
- [19] D. Kim, C.K. Toh, and Y. Choi, "ROADMAP: A Robust ACK-driven Media Access Protocol for Mobile Ad Hoc Networks," Proc. IEEE MILCOM 2001, Vol.2, 2001, pp.983-987.

* 본 권리는 IT 신성장동력 관련 최근 기술 및 시장 동향과 향후 전망 등에 대한 전문가분들의 다양하고 깊이있는 정보를 제공합니다. 본 내용과 관련된 사항은 ETRI 김경래 연구원(☎ 042-860-6463)에게 문의하시기 바랍니다