

Ad Hoc 환경에서 효율적인 패킷 충돌 제어기법

박하영⁰, 김창욱, 박원길, 김병기

송실대학교 컴퓨터학과

hayoung⁰@archi.soongsil.ac.kr, cwkim1@netsgo.com,

wean-gil@hanmail.net, bgkim@computing.soongsil.ac.kr

Reducing Packet Collisions for Ad Hoc Networks

Ha-Young Park⁰, Chang-Wook Kim, Wean-Gil Park, Byoung-Gi Kim.

Dept. of Computing, University of Soongsil

요 약

무선 통신은 제한된 통신 자원으로 인한 제한된 대역과 단말기능에 있어서의 제약으로 무선 환경에서 제공받는 멀티미디어 통신 서비스를 수용하기가 쉽지 않다. 이러한 문제점을 해소하는 방안으로 무선 접속 기능을 향상하기 위한 통신장비간 무선 통신을 ad hoc 네트워크라고 부른다. 본 논문에서는 이러한 ad hoc 망상에서 CSMA를 이용한다. 그리고 ad hoc 네트워크의 히든노드(hidden node)문제를 해결하기 위하여 아주 작은 단위의 제어프레임을 사용하여 다음에 전송할 데이터패킷의 우선순위를 두고, 더 전송할 데이터패킷의 유무를 구분한다. RTS와 CTS를 전송하고 제어프레임을 받은 후 T-ready만큼 기다려, 새로운 최소 패킷을 받는 즉시 데이터패킷의 우선순위를 판단하여 우선순위가 높은 패킷일 경우에는 채널을 양보하므로 하나의 노드가 채널을 독점하는 기아 현상을 줄인다.

I. 서론

무선 통신은 제한된 통신 자원으로 인한 제한된 대역과 단말기능에 있어서의 제약으로 무선 환경에서 제공받는 멀티미디어 통신 서비스를 수용하기가 쉽지 않다. 이러한 문제점을 해소하는 방안으로 무선 접속 기능을 향상하기 위한 통신장비간 무선 통신을 ad hoc 네트워크라고 부른다. Ad hoc 네트워크는 중앙 시스템의 도움 없이 언제, 어디서나 장비간 통신을 가능하게 해준다. 또한 ad hoc 네트워크는 노드 일부나 전체가 무선인 네트워크 환경 속에서 작동할 수 있다. 이와 같은 동적인 환경에서는 노드가 갑자기 사라지거나 나타날 수 있기 때문에 네트워크 기능이 분산 방식으로 작동해야 한다. Ad hoc 네트워크 환경에서 실시간 데이터패킷 및 비디오 데이터패킷과 같은 멀티 미디어 서비스를 효율적으로 처리하기 위하여 Ad hoc 환경에서 여러가지 방법들이 연구되었다. 기존의 연구방식들에는 CSMA(Carrier Sense Multiple Access), MACA(Multiple Access Collision Avoidance), FAMA(Floor Acquisition Multiple Access), PMAW(Power and Mobility-Aware Wireless Protocol)이 있다. CSMA방식은 데이터패킷 전송 시 충돌(Collision)이 발생하면, 랜덤시간을 기다렸다가 응답이 오지 않으면 재전송을 하는 방식이다. CSMA는 히든노드문제(Hidden Node Problem)를 해결하지 못한다. MACA 방식은 히든노드문제를 해결하기 위하여 고안된 방식이다. 이는 데이터패킷을 전송하려는 노드가 다른 노드들에게 RTS(Request-to-Send)를 보냄으로써 자신의 주변에 어떠한 노드가 있는지를 감지한다[3]. RTS를 받은 노드들 중 하나의 노드만이 CTS(Clear-to-Send)를

보내게 된다. 이때 충돌없이 데이터를 전송 받으려면, 정확한 CTS를 전송받고 충분한 시간을 기다린 후 데이터를 전송한다. 이 방식은 소규모 네트워크 환경에서는 가능하지만 규모가 커졌을 경우에는 성능이 떨어지는 단점이 있으며, 히든노드 문제를 해결할 수 없다. FAMA는 MACA의 히든노드 문제를 보다 효율적으로 해결하기 위하여 연구되었다. FAMA는 각 패킷을 전송하고 매번 전송지연만큼을 기다린다. 이렇게 함으로써 히든노드 문제를 줄인다[5]. 하지만 FAMA는 전송지연시간안에 다른 패킷이 전송하게 될 경우에 충돌이 발생하는 문제가 있다. PMAW는 제어프레임(Control Frame)을 이용하여 제어프레임 안에 데이터 패킷의 정보를 담는다. 제어프레임(Control Frame)안에는 네 개의 슬롯 - RTS, CTS, BUSY, ACK으로 구성된다. 각 네 개의 슬롯은 다시 여러개의 슬롯으로 나뉘어 지는데 이 부분에 우선순위를 나타내는 슬롯이 포함된다[6]. 데이터패킷이 전송되는 동안 다른 노드로부터 RTS를 받았을 경우, RTS의 우선순위와 현재 전송중인 데이터패킷의 우선순위를 비교하여 RTS의 데이터패킷이 우선순위가 높을 경우에는 REDL(Receive Delay)를 보내어 데이터패킷 전송을 멈추고, 우선순위가 높은 데이터 패킷을 받는다. 만약 현재 전송중인 데이터패킷이 RTS의 우선순위보다 높을 경우에는 TDEL(Transmit Delay)를 보내고 계속해서 데이터 패킷을 전송한다. 하지만 PMAW는 하나의 노드가 우선순위가 높을 경우 특정 노드가 채널을 독점하는 기아현상이 발생하며, 제어프레임의 길이가 길어, 망의 효율성이 떨어진다. 따라서 본 논문에서는 기존에 제시된 개념들

의 문제점들을 해결하기 위하여 제어프레임(Control Frame)을 이용한다. 제어프레임은 CTS를 전송이 정상적으로 이루어진 후, 데이터패킷을 전송한 후에 보내지는 프레임이다. 제어프레임 안에는 데이터패킷을 전송한 후, 더 보낼 데이터패킷이 있는지 없는지의 정보를 제공하며, 데이터패킷의 우선순위를 나타낸다. 제어프레임을 이용하여, 데이터패킷의 우선순위를 구별하여 데이터패킷의 QoS를 보장한다. 또한 기존의 방식인 CSMA방식을 이용하여 노드들간의 충돌을 억제한다.

본 논문은 II장에서는 제안하는 알고리즘을 제시하고, III장에서는 기존의 방식들과의 차이를 보이기 위한 시뮬레이션을 기술한다. IV장에서는 결론을 맺는다.

II. 본론

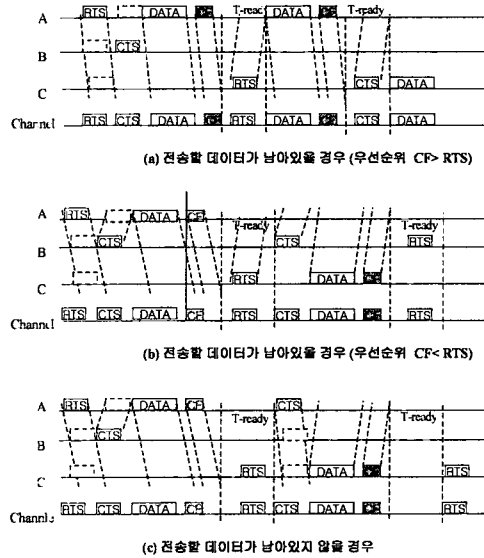
가. 제안알고리즘

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 첫 번째, 특정노드가 같은 영역에 있는 다른 모든 노드들에게 RTS를 보낸다. RTS를 받은 노드들 중 데이터패킷을 받을 수 있는 특정노드가 CTS를 보냄으로써 두 노드는 연결되어 데이터패킷을 전송한다. 두 번째, RTS와 CTS를 전송한 후에 [그림 2]에서처럼 데이터패킷 전송후 제어프레임(CF)을 전송한다. 제어프레임 정보는 [그림 2]의 (a) (b)처럼 노드에 전송할 데이터패킷이 남아있는 경우, (c)처럼 노드에 전송할 데이터패킷이 남아있지 않은 경우의 우선순위를 나타낸다. 세 번째, 제어프레임을 보내고 T-ready만큼 기다리는 동안 다른 노드가 RTS를 전송할 기회를 준다. 네 번째, CF와 RTS의 우선순위를 비교한다. 만약 CF의 우선순위가 높을 경우 [그림 2]의 (a)처럼 저장되어 있는 데이터패킷을 계속해서 보내고, RTS의 우선순위가 높을 경우 [그림 1]의 (b)처럼 CTS의 응답을 바로 받아 데이터패킷을 전송한다. [그림 2]의 (c)처럼 이미 연결된 노드 사이에 더 이상 전송할 데이터패킷이 없을 경우 제어프레임을 보고 확인한 후, 새로운 노드가 데이터패킷을 전송하도록 한다.

[그림 2]의 (b), (c)에서 데이터패킷을 전송한 후에는 다시 제어프레임을 발생시키고 T-ready만큼 기다리는 동안 RTS를 전송하고, 우선순위를 비교하여 데이터패킷을 전송한다.

나. 채널 기아현상(Starvation) 방지

제어프레임(CF)과 RTS의 우선순위를 비교할 때 [그림 2]의 (a)의 경우, 계속해서 들어오는 데이터패킷의 우선순위가 T-ready 지연동안 전송되는 RTS보다 우선순위가 높아지면 [그림 2]에서처럼 채널을 독점하는 기아현상이 발생된다. 본 논문은 이러한 기아현상을 줄이기 위하여 채널을 독점하는 노드는 데이터패킷을 한번씩 전송할 때마다 우선순위를 낮춘다. 또한 데이터패킷 전송을 위해 T-ready 지연 동안 계속해서 RTS를 시도하는 노드의 데이터패킷은 RTS를 한번씩 요청할 때마다 우선순위를 높여준다. [그림 2]의 특정한 상수 α, β 는 제어프레임과 RTS가 가지고있는 데이터패킷의 우선순위 정보이다. 전송하는 데이터패킷은 크게 실시간 데이터패킷과 비 실시간 데이터패킷으로 나눈다. 만약 계속해서 전송되고 있는 데이터패킷이 실시간 데이터패킷일 경우, 다음과 같은 우선순위 변동이 발생한다. 제어프레임에 있는 우선순위는 느린 속도로위를 높여준다. 이와 반대로 계속해서 전송되고 있는 데이터패킷이 비실시간 데이터



[그림 1] 제안하는 알고리즘

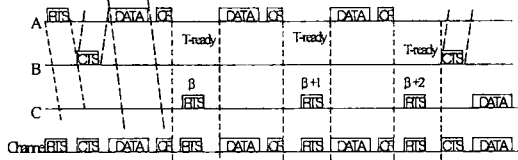
일 경우에는 실시간 전송에 데이터 패킷보다 빠른 속도로 우선순위가 낮아지며, RTS에 있는 우선순위는 실시간 전송에 비해 느린 속도로 우선순위를 높여준다. 따라서 데이터패킷 전송의 QoS를 보장한다 낮아지며, 초기 RTS 요청시에는 빠른 속도로 우선순위를 높여준다. 이와 반대로 계속해서 전송되고 있는 데이터패킷이 비실시간 데이터패킷일 경우에는 실시간 전송의 데이터 패킷보다 빠른 속도로 우선순위가 낮아지며, RTS에 있는 우선순위는 실시간 전송에 비해 느린 속도로 우선순위를 높여준다. 이런 동작은 데이터패킷 전송의 QoS를 보장한다.

다. 충돌 발생

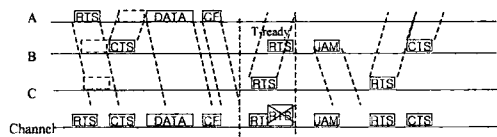
[그림 3]에서처럼 RTS와 RTS간, RTS와 데이터패킷간, CTS와 데이터패킷간, 제어프레임과 RTS간 충돌 발생은 네가지가 있다. [그림 3]의 (a)는 RTS와 RTS간 충돌이 발생하는 경우는 제밍 신호를 발생시킨 후 데이터패킷 전송에 우선순위를 둔다. [그림 3]의 (d)의 제어프레임과 RTS간 충돌이 발생하는 경우, 제밍 신호를 발생시킨다. 랜덤한 지연시간 후에 보낸 데이터패킷이 있는 노드들이 채널을 사용하기 위해 경쟁한다.

III. 시뮬레이션

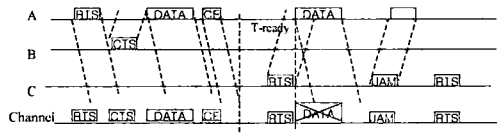
시뮬레이션을 위해 우리는 MODSIMIII를 이용하였으며, 시뮬레이션 파라미터는 아래와 같다. 패킷사이즈는 1460byte이고, 채널 대역폭은 2Mbps이다. 각각의 데이터패킷의 전송지연은 $5.84 \mu s$ 이며, 채널사용의 출발비율은 10Mbps이다. 그 결과는 [그림 4]과 [그림 5]이다. [그림 4]의 트리퍼양에 따른 패킷발생률을 보면 처음 실시간 데이터 패킷과 비실시간 데이터 패킷의 값이 낮음을 볼수 있다. 이 이유는 본 논문에서 제안한 부분 중 T-ready만큼의 지연이 있는 후 전송함을 원칙으로 하기 때문이다. 하지만 그 이후의 전송확률은 기존의 CSMA 보다



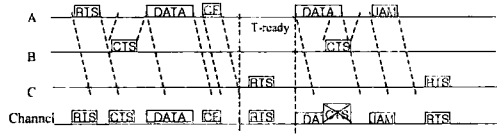
[그림 2] 채널의 기아현상



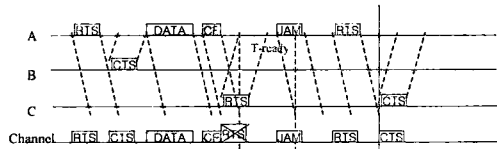
(a) RTS와 RTS간 충돌



(b) RTS와 데이터간 충돌



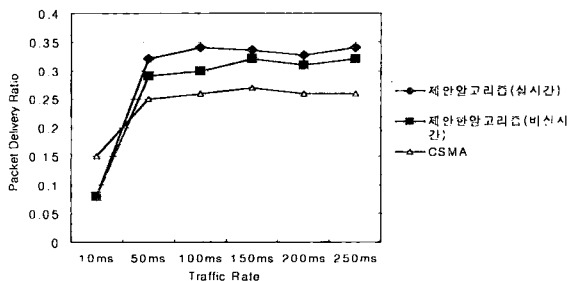
(c) CTS와 데이터간 충돌



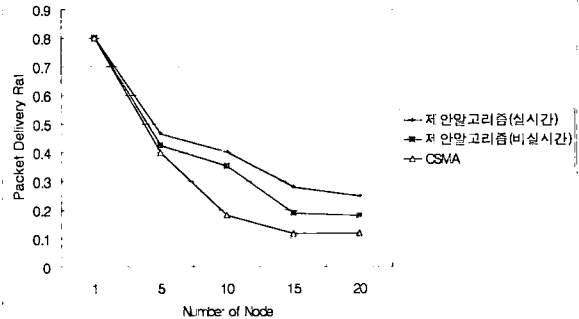
(d) CTS와 RTS간 충돌

[그림 3] 충돌이 발생하는 경우

향상되었음을 보였다. 또한 [그림 5]은 노드의 개수에 따른 패킷 발생률을 보인다. 노드의 개수가 많아질수록 패킷 발생률이 낮아지지만 기존의 방식에 비하여 본 논문에서 제안한 알고리즘의 성능이 우수함을 보였다.



[그림 4] 트래픽양에 따른 패킷발생률



[그림 5] 노드의 개수에 따른 패킷발생률

IV. 결론

Ad hoc 망상에서 CSMA개념을 이용하였기 때문에 기존망을 대폭 수정없이 적용이 가능하다. 그리고 ad hoc 네트워크의 히든노드 문제를 해결하기 위하여 아주 작은 비트의 제어프레임을 이용하여 더 전송할 데이터패킷의 유무를 구분하고 다른 노드가 전송할 데이터패킷과 우선순위를 비교한다. 제안하는 알고리즘은 최소패킷을 전송하고 제어프레임을 받은 후 T-ready만큼 기다려, 새로운 최소 패킷을 받는 즉시 데이터패킷의 우선순위를 판단하여 우선순위가 높은 데이터패킷일 경우에는 채널을 양보하므로 하나의 노드가 채널을 독점하는 기아 현상을 줄였으므로 데이터패킷 전송의 QoS를 보장하였다.

V. 참고문헌

- [1] Talucci, F.; Gerla, M. *MACA-BI (MACA by invitation). A wireless MAC protocol for high speed ad hoc networking*, IEEE Inter. Confer., vol. 2, No. 6, pp. 913-917, 1997
- [2] Andrew Muir and J.J. Garcia-Luna-Aceves *Supporting Real-Time Multimedia Traffic in a Wireless LAN*. In Proc. SPIE Multimedia Computing and Networking 1997, San Jose, CA, pp. 41-54
- [3] P. Jarn, *MACA-A new channel access method for packet radio*. In Proc. ARRL/CRRL Amateur Radio Ninth Computer Networking Conf., ARRL, 1990, pp. 134-140
- [4] Sobrinho, J.L.; Krishnakumar, A.S. *Quality-of-service in ad hoc carrier sense multiple access wireless networks*. IEEE Journal vol. 17, No. 8, pp. 1353-1368, Aug. 1999
- [5] C. Fullmer and J. Garcia-Luna-Aceves, *Floor acquisition multiple access(FAMA) for packet-radio networks*, In Proc. SIGCOMM'95, Cambridge, MA, pp. 262-273
- [6] Hoferkamp, W.; Olariu, S. *A power and mobility-aware wireless protocol for ad-hoc networks*, IEEE MILCOM 2000. 21st Century Military Communications Conference Proceedings vol. 1, pp. 292-296, 2000
- [7] Sobrinho, J.L.; Krishnakumar, A.S. *Quality-of-service in ad hoc carrier sense multiple access wireless networks*, IEEE Journal vol. 17, No. 8, pp. 1353-1368, Aug. 1999