한국시뮬레이션학회 '99추계학술대회 논문집 1999.10.9 한양대학교

WATM 매체접근제어 프로토콜의 신속한 예약 요청을 위한 분산 및 중앙 경쟁 혼합 방식

유태화, 최덕규, 조영종

아주대학교 정보및컴퓨터공학부

Mixed Contention Method for a Quick Reservation Request in a WATM MAC Protocol

Tai-hwa Yu, Dug-kyoo Choi, Young-jong Cho

Division of information and computer engineering, Ajou University

요 약

WATM(Wireless ATM)에서의 매체접근제어(Medium Access Control)는 QoS를 보장하기 위해 다양한 방식들이 제안되어 왔다. 현재까지 제안되어 온 매체접근제어 방식들은 시분할 다중화 방식(TDMA)과 예약경쟁방식을 주로 사용하고 있다. 이때 활용되는 기능에는 QoS를 보장하기 위해 통계적 다중화, 스케쥴링 또는 예약 방식 등이 있는데 경쟁 방식은 아직까지 slotted-ALOHA를 그대로 사용하고 있다. Slotted-ALOHA방식의 단점을 개선하기 위하여 통계적 방식으로 경쟁을 제어하거나 물리적 방식으로 경쟁을 분리시켜 그 효율을 향상 시켜왔으나 우선 순위가 같은 이동국들이 많을 경우에는 해결할 방법이 없었다. 이러한 문제점들은 기지국 중심의 경쟁방식이라는 점이 그 문제를 해결하는데 있어서의 걸림돌이다. 본 논문에서는 이미 슬롯을 할당받은 동료 이동국에게 예약요청을 피기백킹(piggybacking)함으로써 신속하게 슬롯을 할당을 받을 수 있는 분산 경쟁방식을 제안한다.

1. 서론

WATM(Wireless Asynchronous Transfer Mode)에서의 매체 접근 제어(Medium Access Control)는 QoS(Quality of Service)를 보장하기 위해 다양한 방식들이 제안되어 왔다. 현재까지 제안된 매체접근제어 방식들은 시분할 다중화 방식 (Time Division Multiple Access)과 예약경쟁 방식이다. 특히 QoS를 보장하기 위하여 통계적 다중화와 스케쥴링, 예약 방식 등을 사용하고 있으며, 특히, 경쟁 방식에서 시간지연은 대부분 slotted ALOHA 방식을 사용하는데서 발생한다. Slotted ALOHA방식은 효율이 떨어지며, 경쟁 시 충돌로 시간의 지연이 발생하는 단점을 가지고

있다. 이와 같은 단점을 개선하기 위해 통계적 방식으로 경쟁을 제어하거나 물리적 방식으로 경쟁을 분리시켜 그 효율을 향상시키고 있으나 slotted ALOHA 자체의 문제점은 해결하지 못한다. 특히, 기지국 중심 경쟁 방식에서 우선 순위가 같은 이동국들이 많을 경우에 대해서는 해결할 방법이 없었다.

그림 1에서 각 이동국들은 하나의 셀 안에서 각 이동국이 기지국으로 예약 요청을 시도하는 것이 아니고 주위의 이동국들에게 예약 요청을 하면 요청을 수신한 이동국이 피기백킹(piggybacking)하여 기지국에게 전송한다. 이때 예약 요청을 전송할 이동국은 기지국에게 전송하는 전력보다 약하게 송출하여 그 범위를 제한한다.

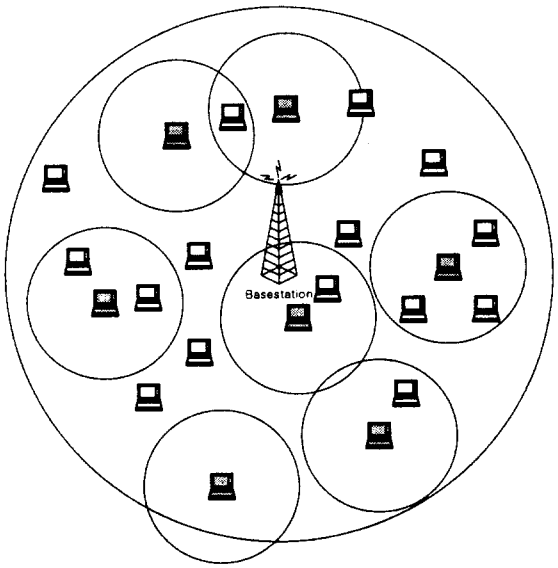

그림 1 시스템 모형

2. 프레임 구조

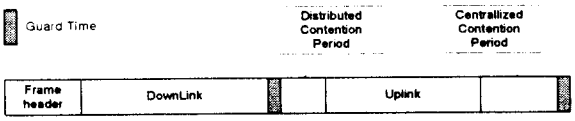

그림 2 프레임 구조

전송 프레임은 MASCARA(Mobile Access Scheme based on Contention And Reservation for ATM)에서 정의된 기본 프레임 형태에 분산 경쟁 구간을 추가한다. 프레임의 구성은 헤더 구간과 기지국에서 이동국들로 전송되는 하향링크 구간, 분산 경쟁 구간, 이동국에서 기지국으로 전송하는 상향링크 구간, 기지국이 주관하는 경쟁 구간으로 구성된다. 프레임 헤더에는 기지국이 스케쥴링을 한 결과와 분산 경쟁구간에서 사용하게 될 전력의 세기와 할당된 슬롯의 개수 등을 포함한다. 하향링크구간에서는 기지국에서 이동국들에게 데이터를 전송하며, 분산경쟁구간에서는 이동국들이 주변의 이동국들에게 예약 요청을 전송한다. 상향 링크는 이동국들이 기지국으로 데이터를 전송하는 구간으로 프레임 헤더에서 지정한 이동국이 해당 슬롯을 사용한다. 이때 분산 경쟁 구간에서 예약 요청을 받은 이동국은 전송할 MPDU (Medium Access Control Packet Data Unit)의 헤더에 요청 받은 슬롯 예약 요청을 추가하여 전송한다. 상향링크구간동안 피기백킹 여부를 확인하고 예약 요청이 전송되지 않은 경우 중앙 경쟁 구간은 이동국들이 직접 기지국으로 예약 요청을 전송한다.

3. 분산 경쟁 방식

예약 요청을 시도하게될 이동국들은 프레임의 헤더에서 분산 경쟁 방식에서 사용할 전력의 세기와 할당된 슬롯의 수를 알아낸다. 분산경쟁 구간이 되면 예약 요청을 기지국에서 알려준 전력

의 세기로 전송을 한다. 전력의 세기는 셀의 작은 일부만을 덮을 수 있는 세기로, 전파의 간섭으로 인한 전송실패를 막을 수 있는 정도로 조정한다. 따라서 좀더 많은 이동국들이 주위의 이동국들에게 전송하게 되어 기지국으로 직접 예약 요청 전송을 하게 되는 경우를 줄일 수 있다. 예약 요청 패킷을 전송할 때 모든 이동국이 예약 요청 패킷을 수신할 수 있도록 목적지 주소는 방송용 주소를 사용한다. 상향링크에 슬롯을 할당받은 이동국들과 기지국은 두 개 이상의 예약 요청 패킷이 충돌하지 않을 경우 예약 요청을 수신하게 된다. 기지국은 정상적인 예약요청 패킷일 경우 이를 스케쥴러에게 넘겨준다. 슬롯을 할당받은 이동국이 정상적인 예약 요청 패킷을 수신한 경우에는 상향링크에서 전송하게될 MPDU의 헤더에 예약 요청을 첨부한다. 분산경쟁구간에서 예약 요청 패킷을 전송한 이동국은 상향링크를 통해 전송되는 MPDU의 헤더를 검색하여 자신의 예약 요청이 전송되는 지를 감시한다. 예약 요청이 어떠한 MPDU에도 포함되어 있지 않을 경우, 즉 분산경쟁을 실패한 경우, 실패한 이동국은 중앙집중 경쟁을 준비한다. 이를 순서도로 표현하면 그림 3과 같다.

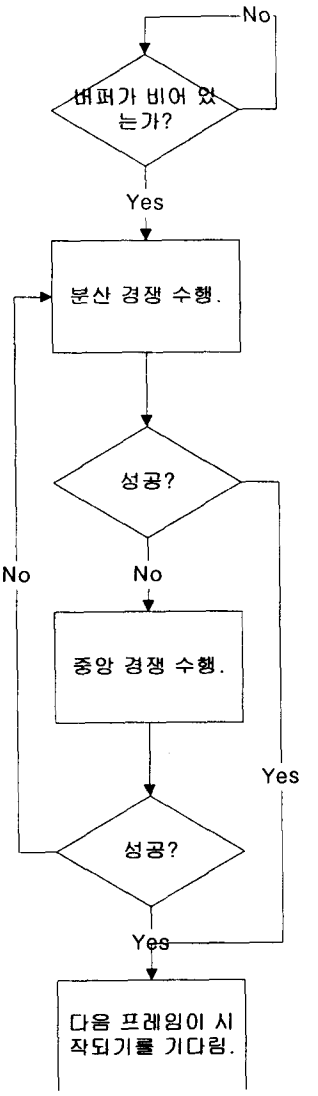

그림 3 예약 요청 순서도

3.1 분산경쟁구간에서의 전력제어

각 이동국이 분산 경쟁 구간에서 예약 요청을 하기 위해서는 기지국으로 예약 전송할 때 보다 작은 전력으로 전송을 하여야 한다. 이는 보다 많은 이동국들이 분산경쟁에 참여하여 성공할 수 있도록 한다. 분산 경쟁 방식에서의 전력 제어는 상당히 중요한 역할을 한다. 큰 전력은 많은 이동국에게 예약 요청을 전송하게 된다. 그러나 전

력이 크면 예약 요청을 하는 다른 이동국과 충돌이 생기게 되어 예약 요청을 실패할 확률이 높아진다. 또한 복수의 이동국이 예약 요청을 피기백하는 경우가 생기고 이는 기지국에서 처리되어야 한다. 한편, 전력이 낮은 경우 다른 예약 요청 전송을 하는 이동국과 충돌이 발생할 확률은 낮아지고 다른 이동국이 예약 요청을 전송할 확률도 낮아진다. 이러한 전력의 세기는 기지국이 예약 전송을 시도할 이동국의 수를 예측하고 슬롯을 할당받은 이동국의 수를 이용해 결정해야 한다. 예약 전송을 시도할 이동국의 수는 Pseudo - Bayesian 알고리즘을 이용하여 예측할 수 있다. 슬롯을 할당받은 이동국의 수는 기지국이 스케쥴링한 결과로 알 수 있다. 이때 기지국은 전력의 세기를 고정된 값으로 정할 수 있다. 물론 이 값은 위의 계산 방법의 평균값을 이용한다. 이는 기지국의 부하를 줄여 줄 수 있다. 그러나 전력의 세기는 경쟁을 시도할 이동국의 수와 할당받은 이동국의 수에 따라 변하지 않기 때문에 셀 안의 상황에 적응할 수 없으므로 그 효율이 떨어진다. 반대로 각 프레임의 시작에서 기지국이 전력의 세기를 계산하여 전체 이동국에게 전송한다면 시스템의 성능 향상을 기대할 수 있다. 이때 셀 안의 상황은 매우 민감하여 지연의 감소와 처리율(throughput)의 증가에 영향을 줄 수 있다.

3.2 분산 경쟁 방식과 중앙 경쟁 방식

모든 예약 요청을 시도할 이동국들 주위에 슬롯을 할당받은 이동국이 항상 존재하지는 않는다. 또한 슬롯을 할당받은 이동국 주위에 예약 요청을 시도할 이동국이 두 개 이상 존재할 수도 있다. 따라서 분산 경쟁 방식만으로 모든 예약 요청을 수용할 수는 없다.

예약 요청을 하는 모든 이동국은 분산 경쟁 방식을 시도하게 된다. 분산 경쟁 방식을 시도한 후 상향링크를 통해 전송되는 MPDU를 살펴보면서 자신의 예약 요청이 함께 전송되는 가를 확인한다. 자신의 예약 요청이 함께 전송되는 것을 확인한 경우 이동국은 다음 프레임에서 슬롯이 할당되기를 기다린다. 그러나 예약 요청이 함께 전송되는 MPDU를 찾지 못할 경우, 해당 이동국은 중앙 경쟁 방식을 준비하고 중앙 경쟁 구간에서 예약 요청을 기지국에게 전송한다. 이미 분산 경쟁에서 예약 요청이 이루어 졌기 때문에 중앙 경쟁 구간에서의 예약 요청은 적은 수의 이동국들이 경쟁하게 된다. 따라서 기존의 경쟁방식들보다 예약 요청이 성공할 확률이 높아진다.

4. 상향링크

슬롯을 할당받은 이동국들은 상향 링크 구간이 되면 데이터를 전송한다. 이 이동국들 중 분산 경쟁 구간에서 예약 요청을 수신한 이동국은 이를 전송할 MPDU의 헤더에 예약 요청의 내용을 기록하여 전송한다. 이 과정에서 중복된 예약 요청이 전송이 될 수 있다. 이러한 예약 요청은 기지국에서 첫 번째 예약 요청만을 수용하고 그 이후의 예약 요청은 무시하여 중복된 슬롯의 할당을 막는다.

예약 요청을 한 이동국은 상향링크구간 동안 수신이 가능한 MPDU의 헤더들을 모두 검색하여 예약 요청의 전송여부를 알아내어야 한다. 실패했을 경우 현재의 프레임내의 중앙 경쟁 구간에서 예약 요청을 재 전송한다.

5. 중앙 집중 경쟁 방식

예약 요청을 시도한 이동국들은 그 프레임에서

다른 이동국들이 전송하는 MPDU를 분석하여 자신의 예약 요청이 전송되는 지 알 수 있다. 이러한 과정을 거친 후 자신의 예약 요청이 전송되지 않은 이동국들은 중앙 집중 경쟁 구간에서 예약 요청을 전송하게 된다. 이 구간에서는 각 이동국은 기지국에서 제공한 Pseudo-Bayesian 알고리즘에서 만들어진 확률을 가지고 전송을 하게 된다. 중앙 집중 경쟁 구간에서는 분산 경쟁 구간에서 예약 요청 전송을 실패한 이동국들만이 참여하므로 중앙 집중 경쟁 방식의 성공 확률을 더욱 증가시킬 수 있다.

6. 시뮬레이션

이곳에서는 제안하는 분산경쟁과 중앙경쟁의 혼합방식을 시뮬레이션하여, 비교 대상인 중앙경쟁방식만이 존재하는 MASCARA와 비교한다.

시뮬레이션 환경은 2차원 평면에 셀이 존재하며, 셀 안에는 CBR(Constant Bit Rate) 이동국과 음성이동국이 고루 분포되어있는 것으로 가정한다. 셀의 넓이는 가로와 세로가 500m인 사각형의 셀을 가정하고, CBR이동국의 수는 20개와 40개, 음성이동국의 수는 50~110개로 가정하였다. 모든 이동국은 움직이지 않으며 모두 같은 환경에 존재한다. 분산경쟁 시 전파의 유효거리는 20m, 40m, 전파의 간섭거리는 40m, 80m로 고정하였다. 이는 전파의 세기와 슬롯을 할당받은 단말의 개수, 예약을 요청하는 단말의 개수의 관계는 앞으로 해결할 문제이므로 전파의 유효거리는 고정된 값으로 한다. 전파의 유효거리가 변화하면 좀 더 좋은 성능을 보일 것으로 예상한다. 또한 캡쳐 효과(Capture Effect)는 존재하지 않는 것으로 가정한다. 캡쳐 효과가 존재할 경우 역시 더 좋은 성능을 보일 것이다.

그림 4는 CBR이동국의 수를 20개로, 그림 5는 CBR이동국의 수를 40개로 설정하였을 경우의 시뮬레이션 결과다. 이 시뮬레이션에서 CBR은 슬롯을 한번 예약하면 계속 사용하는 것으로 가정하기 때문에 음성 이동국은 예약 요청을 피기백하기 위한 이동국으로 활용이 가능하다. 또한 음성 이동국이 슬롯을 할당받을 경우도 예약 요청을 하기 위한 이동국으로 이용이 가능하다. 따라서 슬롯을 할당받은 이동국이 많을수록 제안하는 알고리즘의 성능이 향상됨을 알 수 있다.

예약 요청을 하게 되는 이동국의 전파 유효거리는 전파의 세기를 말한다. 전파의 유효거리는 예약 요청을 하는 이동국의 수와 슬롯을 할당받은 이동국의 수와 관련이 있다.

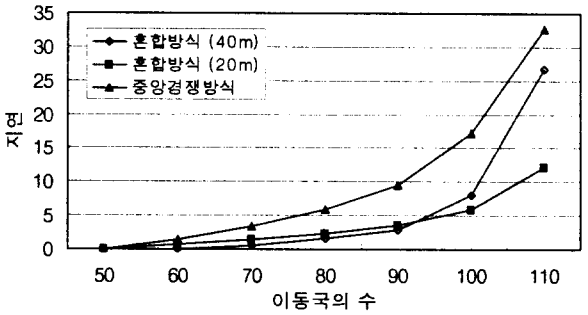

그림 4 음성 이동국의 개수에 따른 전송 지연
(CBR 이동국의 수=20)

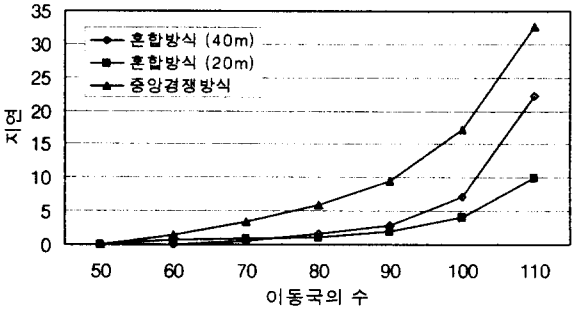

그림 5 음성 이동국의 개수에 따른 전송 지연
(CBR 이동국의 수=40)

7. 결론

현재까지의 매체접근제어의 경쟁방식에서 주로 사용되는 slotted ALOHA는 한 슬롯 당 최고 한 개의 이동국만이 예약 요청을 전송할 수 있다. 그래서 경쟁으로 인한 지연과 처리율이 저하한다. 그러나 이곳에서 제안하는 분산 및 중앙 경쟁 혼합방식은 한 슬롯 당 여러 개의 이동국이 동시에 예약을 요청할 수 있으므로 경쟁으로 인한 지연을 감소시키고 처리율을 증가시킬 수 있다.

참조문헌

[1] Ioannis Dravopoulos, "Wireless ATM MAC - Final Report", Magic WAND public documents.

[2] Ramjee Prasad, "Universal Wireless Personal Communications", Artech House Publishers.

[3] L. Merakos, "MASCARA, A MAC protocol for Wireless ATM", ACTS Mobile Summit, '96 Proceedings, pp. 647-651, Granada Spain Nov 96