
무선망에서 실시간 트래픽을 위한 QoS 향상 기법

QoS Improvement Method for Real Time Traffic in Wireless Networks

김남희*, 김변곤**
군산대학교 컴퓨터정보공학과*, 군산대학교 전자정보공학부**

Nam-Hee Kim(nhkim@kunsan.ac.kr)*, Byun-Gon Kim(bgkim@kunsan.ac.kr)**

요약

무선망에서 다양한 트래픽의 종단간 서비스의 질을 보장하기 위해서는 매체접근제어가 요구된다. 무선망에서 다양한 트래픽이 채널에서 통합될 때 매체접근제어 프로토콜의 주요 단점은 한정된 대역폭을 어떻게 효율적으로 멀티 클래스 트래픽을 위해 지원할 수 있는가이다. 본 논문에서는 실시간 트래픽의 서비스의 질을 향상시키기 위해 동적 대역 슬롯 기법을 제안하였다. 제안된 기법에서는 동적파라미터를 전송하기 위해서 인 밴드 방식을 사용하였으며, 버퍼의 크기와 지연변이를 고려하여 이동국에서는 2상태 비트를 기지국으로 전송될 수 있도록 하였다. 제안된 기법은 실시간 트래픽의 서비스의 질을 보장하고 전송효율을 높일 수 있도록 하였다.

■ 중심어 : | 채널할당 | 서비스질 향상 | 무선망 |

Abstract

MAC(Medium Access Control) is demanded to provide end-to-end QoS(Quality of Service) for a variety of traffic in the wireless networks. When all the traffic is integrated in the channel, the main difficulty of the MAC protocol is how to efficiently support multi-class traffic in the limited bandwidth wireless channel. In this paper, we proposed the dynamic bandwidth slot method for improving QoS of the real time traffics. In this paper, we used in-band scheme to send dynamic parameter and considering buffer size and delay variation, we enabled 2 state bits to send to base station in mobile station. The proposed algorithm is to guarantee QoS of real time traffic and maximize transfer efficiency in wireless networks.

■ keyword : | Channel Allocation | Quality of Service Improvement | Wireless Networks |

1. 서론

무선망에서의 매체 접근 제어(Medium Access Control : MAC)는 여러 이동 단말기들이 한정된 무선 자원을 공유하기 위해 필요한 매우 중요한 기술이다[1]. MAC을 통해서 멀티미디어 서비스 종류에 따라 동적으로 변하는 대역 요구 사항과 지연 시간 및 셀 손실 등의

서비스 품질을 동시에 만족시킬 수 있고, 이동 단말기들이 채널(channel)을 공평하면서도 효율적으로 사용할 수 있게 된다. 무선망 환경에선 독립적으로 분산되어 있는 이동 단말기들의 트래픽 특성을 사전에 알 수 없으며 시간에 따라 변화하는 이동 단말기들의 요구 사항에 따라 채널을 할당해줘야 하는 어려움이 있다 [2][3].

그러므로 무선망에서 서비스 트래픽을 효율적으로 수용하기 위해선 채널할당 중 자원할당을 효율적으로 할 수 있어야 하며, 중앙 집중적인 동적 슬롯 할당을 수행할 수 있는 스케줄링 기능이 제공되어야 한다. 무선망에서 서비스의 질(Quality of Service)을 높이기 위한 방안의 하나인 동적 대역 할당은 각 트래픽의 서비스의 질을 보장할 수 있는 한편 그 할당 절차는 단순해야 한다. 또한 각 이동국이 전달하는 동적 파라미터에 따라 요구하는 슬롯 수를 계산하는데, 이러한 동적 파라미터는 단순하면서도 이동국의 트래픽 변화를 잘 반영할 수 있어야 한다[4][5]. 특히 사용자와 망간 인터페이스에서 요구하는 다양한 트래픽들의 특성을 반영할 수 있는 대역 할당 방안이 모색되어야 한다. 실시간 트래픽은 평균 전송율, 최대 버스트율, 최대 허용 지연 등의 요구 사항을 만족시켜줘야 하므로 QoS 요구 사항에 따라 동적으로 슬롯을 할당해주는 데 어려움이 많다. 이러한 실시간 트래픽을 위한 대역 할당 기법으로서 가상 등가 대역이나 트래픽전송지연에 따라 폴링을 수행하는 방법이나 등가 대역을 기준으로 슬롯 할당 우선권을 계산하여 동적 슬롯 할당을 수행하는 방법들이 제안되었다. 또한 무선망에서 패킷의 헤더에 최소한의 정보를 실어 보내는 in-band 방식들도 제안되었다[6-8].

본 논문에서는 무선망에서 실시간 트래픽의 QoS를 향상시키기 위한 대역 할당 기법을 제안하였으며 트래픽의 순서적인 역동성을 기지국에 전송하기 위해 in-band 방식을 채택하였다. 제안된 기법은 2비트를 사용하여 버퍼의 상태에 관한 정보를 패킷 헤더에 실어 보내며 기지국은 수신한 정보에 따라 각 이동국들에게 동적으로 슬롯을 할당하도록 하여 기지국에서 이동국에 할당한 슬롯 수와 이동국이 실제 사용한 슬롯의 할당 효율을 높이고 각 이동국의 버퍼에 패킷이 들어온 후 슬롯을 할당받기까지의 버퍼에서의 지연율을 줄일 수 있도록 함으로서 기존의 방식보다 높일 수 있도록 하였다. 결국, 제안한 방식에서는 최소한의 정보를 전송하면서도 채널할당 효율, 전송 지연 등의 실시간 트래픽의 QoS를 보장하고 시스템 효율성을 향상시킬 수 있도록 하였다.

본 논문의 구성은 서론에 이어 제 2장에서는 관련연

구로서 기존 대역할당 방식에 대해 기술하였으며, 제 3장에서는 제안된 QoS 향상기법에 대해 기지국과 이동국에서의 동작방식에 대해 기술하고 제안된 방식의 성능을 검증하기 위해 제 4장에서 시뮬레이션을 위한 환경설정과 성능분석을 하였으며 끝으로 결론을 맺었다.

II. 관련연구

기존의 대역 할당 알고리즘으로는 다음과 같은 기법들이 있다.

1. PRAS

PRAS(Polling and Reservation Access Scheme) 프로토콜은 Luigi Fratta가 제안한 방식으로 폴링 방식과 예약 요청 방식을 결합한 프로토콜이다. TDD에 의해 상하향 링크를 분리하며, TDMA 접속 방식을 사용한다[9].

PRAS에선 서비스 클래스와 maxCTD에 따라 우선순위를 나눠 슬롯 할당을 수행한다. 먼저 각 서비스 클래스 별로 우선 순위를 결정하는데, 각 연결(connection)에 대해 maxCTD에 따라 우선 순위를 결정한다. maxCTD가 높을수록 우선 순위가 낮아진다. 똑같은 서비스 클래스들에 대해서 maxCTD 값에 따라 우선 순위가 결정된다. 슬롯 할당은 각 연결의 우선 순위에 따라 이루어진다.

또한, 실시간과 비실시간 연결들에 대해서는 각각의 상태가 활성(active) 상태와 비활성(idle) 상태로 있다고 가정하고 활성 상태의 데이터들에 대해 슬롯을 할당한다. 각 연결들의 활성 상태와 비활성 상태를 감지하기 위해서 각각의 비활성 상태의 연결들에게 매 폴링 주마다 하나의 슬롯을 비축(reserving)한다. 폴링 주기는 maxCTD에 의해 결정되며, 그 값은 각 연결의 maxCTD의 1/2로 하였다. 폴링된 단말이 데이터 셀을 전송하면 기지국은 그 연결의 상태를 활성 상태로 변화시킨다. 모든 이동국들에게 요구 슬롯만큼 슬롯 할당이 이루어진 후에도 이용 가능한 슬롯이 있으면, 각 이동국들의 우선 순위에 따라 여분의 슬롯을 재배분한다.

이 방식은 폴링 방식과 예약 요청 방식의 결합으로 할당 효율과 CLR(Cell Loss Rate) 성능 향상을 꾀하였다. 그러나 여전히 망의 부하가 작을 경우에는 일반적인 경쟁 기반 알고리즘보다 성능이 떨어지고 있으며, 실시간 서비스 클래스를 활성 상태와 비활성 상태로 나누고 활성 상태의 단말들에게 각 연결의 PCR에 따라 슬롯을 할당해주므로 그 효율성이 떨어진다.

2. EP-SA

EP-SA(Estimation-Prorated Slot Assignment)는 실시간 비디오 트래픽을 고려한 동적 슬롯 할당 방안이다. 각 프레임 주기로 순시 트래픽 발생률(instantaneous traffic rate)과 버퍼 대기 행렬 정보 등을 기반으로 예측된 요구량과 등가 대역을 기준으로 슬롯들을 이동국에 할당하는 방안을 제안하였다[8].

슬롯 할당 방식은 out-of-band 방식을 이용하여 이동국이 전송한 프레임 단위의 트래픽 발생률과 버퍼 길이를 기반으로 기지국이 슬롯을 할당하는 방식과 in-band 방식으로 전송된 버퍼의 대기 행렬 변화율에 따라 기지국에 의해 슬롯 요구량을 예측하는 방식을 제안하였다.

■ Out-of-Band 방식

각 이동국에서 한 프레임 동안 발생한 셀의 수와 현재 이동국의 버퍼에 대기 중인 셀의 수에 따라 다음 프레임에서 필요한 슬롯 요구량을 예측한다. ($i-1$)번째 프레임 동안 j 번째 이동국에 도착한 셀의 수(λ_{i-1}^j)와 ($i-1$)번째 프레임이 끝나는 시점에 버퍼에 대기 중인 셀의 수(l_{i-1}^j)를 이용하여 다음 ($i+1$)번째 프레임에서 사용될 슬롯 수(e_{i-1}^j)를 예측한다.

$$\lambda_{i-1}^j + l_{i-1}^j = e_{i-1}^j$$

이처럼 예측된 요구 슬롯 수를 i 번째 프레임의 상향 링크 ALOHA 슬롯 중 하나를 선택하여 전송하게 되며, 이 정보에 따라 각 이동국에게 슬롯을 할당한다.

■ In-Band 방식

각 이동국이 2비트를 이용하여 버퍼의 길이의 증감을 부호화하여 상대적인 정보를 기지국에 전송한다. 이 때 사용되는 두 개의 비트를 각각 b_0 와 b_1 으로 나타내면, 버퍼의 길이가 증가하면 b_0 비트를 1로 셋팅하고 그 증가 폭이 문턱값(Δ)을 넘으면 b_1 을 1로 셋팅한다. 2비트의 셋팅은 아래와 같은 규칙에 의해 부호화된다.

$$\begin{aligned} b_0 &= b_1 = 0; \\ \text{if } (l_{i-1}^j > l_{i-2}^j) & \text{ then } b_0 = 1; \\ \text{if } (l_{i-1}^j > l_{i-2}^j + \Delta) & \text{ then } b_1 = 1; \end{aligned}$$

기지국은 전송 받은 b_0 와 b_1 을 이용하여 그 전 i 번째 프레임에서 할당된 슬롯의 수를 a_i^j 를 정정하는데 사용한다. 이 방식의 성능은 이동국의 동적 파라미터 전송을 위해 적은 양의 정보를 전송하면서 비디오 서비스의 QoS를 보장 가능하지만, 제한된 동적 파라미터의 정보로 인하여 실시간 트래픽의 순시적 역동성을 제한적으로 반영할 수 밖에 없다. 또한 실시간 트래픽의 할당 효율이 나빠서 채널 사용 효율성이 떨어진다.

III. 제안된 QoS 향상기법

무선망에서의 QoS 향상을 위한 동적 대역 할당 알고리즘은 단순화된 슬롯 할당 방식을 사용하면서 채널 사용 효율성을 극대화할 수 있어야 하며 효율적이고 단순화된 동적 파라미터를 전송하여 각 트래픽의 QoS를 최대한 만족시켜줘야 한다[1][2].

중앙 집중적인 무선망에서의 MAC 프로토콜의 설계 시 가장 어려운 점은 무선 환경의 특성과 트래픽 발생 특성으로 인해 기지국이 각 단말의 현재 상태를 알 수 없다는 것이며, 결국 이러한 문제는 이동국이 동적 파라미터를 전송함으로써 해결 가능하다. 즉, 동적 파라미터가 가능한 단순하면서도 이동국의 상태 정보를 정확하게 전달할 수 있어야 한다. 실시간 트래픽의 경우엔 그 이용 범위가 화상 회의, 코드화된 음성 전송 등 그 이용폭이 크고 트래픽 발생이 가변적이면서 트래픽의 요구 사항을 만족시켜줘야 하기 때문에 효율적인 대역 슬롯 할당 방안을 모색하기가 어렵다. 그래서 실시간

트래픽 서비스를 위해선 이동국의 순시적인 트래픽 발생 특성과 대기 행렬 지연 시간 등과 같은 동적 파라미터를 기반으로 설정된 우선권에 따라 동적으로 슬롯을 할당해야 한다. 그러나 기존 대역할당 기법은 망의 부하가 작을 경우에 일반적인 경쟁 기반 알고리즘보다 성능이 떨어지는 단점이 있으며, 이동국의 동적 파라미터 전송을 위해 적은 양의 정보를 전송하면서 비디오 서비스의 질을 어느 정도 보장 가능하나 제한된 동적 파라미터의 정보로 인하여 실시간 트래픽의 순시적 역동성을 제한적으로 반영할 수 밖에 없으며, 또한 실시간 트래픽의 할당 효율이 나빠서 채널 사용 효율성이 떨어진다.

따라서 본 논문에서는 앞서 기술한 기존 연구들의 단점을 보완하기 위해서 각각의 실시간 트래픽 연결들이 두 비트의 제한된 정보를 이용하여 버퍼의 상태를 가능한 효율적으로 기지국에 전달하는 방안을 모색하였다. 이동 단말기가 자신의 버퍼 안의 큐 길이 변화와 버퍼 내 큐의 대기 행렬 길이에 따라 두 비트의 상태 비트를 전송하며 기지국에서는 상태 비트에 따라 각 이동 단말기에게 적절한 슬롯을 할당하는 알고리즘을 제안하였다. 또한 이동 단말기의 버퍼 길이가 크게 변화하거나 대기 행렬의 길이가 매우 클 때 상태 비트를 이용하여 다음 프레임에서 동적 파라미터를 전송할 필요가 있음을 기지국에 알리도록 하였으며 기지국은 이 상태 비트 값에 따라 다음 프레임에서 동적 파라미터를 전송할 수 있는 미니 슬롯을 할당함으로써 채널할당율을 개선하여 채널의 이용율을 높이고 평균지연율을 낮출 수 있도록 하였다.

제안한 알고리즘은 이동 단말기가 버퍼의 변화 상태를 2비트의 상태 비트로 설정하여 무선망에서의 패킷의 헤더에 피기백킹하여 전송하며 기지국에서는 상태 비트에 따라 각 이동 단말기에게 적절한 슬롯을 할당한다. 또한 이동 단말기의 버퍼 길이가 크게 변화하거나 버퍼 내 큐의 대기 행렬의 길이가 매우 클 때 상태 비트를 이용하여 다음 프레임에서 정확한 동적 파라미터를 전송할 필요가 있음을 기지국에 알리도록 하였으며 기지국은 이 상태 비트 값에 따라 다음 프레임에서 동적 파라미터를 전송할 수 있는 미니 슬롯을 발행하도록 하

였다.

제안된 알고리즘의 동작을 기지국과 이동 단말기에서의 동작으로 기술하면 다음과 같다.

■ 이동국에서의 동작

각 이동 단말기들은 자신의 버퍼 내의 큐의 상태 변화에 따라 2비트의 상태 비트 값을 결정한다. 2비트의 상태 비트를 이용하여 버퍼 내의 큐의 상태 변화를 4가지(2^2)로 표현할 수 있으며 현재 프레임에서 전송되는 데이터 셀의 헤더 부분에 상태 비트를 피기백킹하여 자신의 버퍼 내의 큐의 상태 변화를 기지국에 전달한다. 이 때 상태 비트 값의 결정에 참여하는 파라미터들은 현재 프레임에서의 버퍼 내의 큐의 크기, 버퍼 내의 큐의 길이 변화 등이다.

각 이동 단말기의 버퍼는 [그림 1]과 같은 구조로 되어 있다.

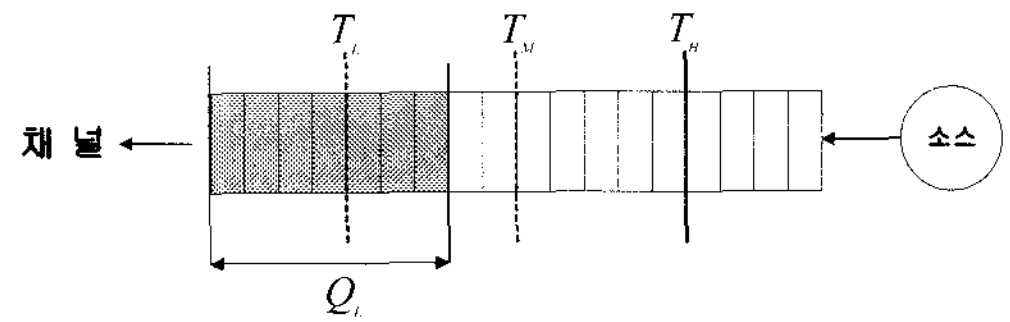


그림 1. 이동 단말기의 버퍼 구조

각각의 실시간 트래픽 이동 단말기의 버퍼는 [그림 1]과 같이 3개의 임계치(threshold) T_L, T_M, T_H 를 가지고 있다. 버퍼 내의 큐의 길이(Q_L), 즉 버퍼에 들어 있는 셀의 수가 임계치의 어느 영역에 존재하느냐와 버퍼 내의 큐의 길이 변화량(Δ)에 따라 상태 비트 값이 결정된다. 이렇게 함으로써 큐가 크게 증가하거나 버퍼에 셀이 많이 있는 이동 단말기들이 그렇지 않은 단말기보다 슬롯을 더 많이 할당받을 수 있도록 하였다.

버퍼 내의 큐의 길이(Q_L)는 이전 프레임이 끝나는 시점에서 버퍼에 대기 중인 셀의 수이며, 버퍼 내의 큐의 길이 변화량(Δ)은 이전 프레임에서 버퍼에 들어 온 셀의 수와 기지국에서 할당받은 슬롯 수의 차이로서 버퍼 내의 큐의 길이가 증가할 것인지 감소할 것인지를 예측할 수 있게 해준다.

4가지의 상태 비트는 버퍼 내의 큐의 길이(Q_L)와 버퍼 내의 큐의 길이 변화량(Δl)에 따라 다음과 같이 결정된다. 큐의 길이 변화량(Δl)이 0이거나 0보다 작은 경우는 버퍼의 큐의 크기가 현재 상태를 유지하거나 줄어들 상황을 나타낸다. 이런 경우 이동 단말기는 상태 비트를 (0,0)으로 세팅하여 전송한다. 큐의 길이 변화량(Δl)이 0보다 큰 경우는 버퍼의 큐의 크기가 증가할 것으로 예측되는 상황이다. 이런 경우엔 적절한 임계치와 현재 상태의 큐의 길이(Q_L)에 따라 상태 비트를 세팅하여 전송한다. 큐의 길이 변화량(Δl)이 0보다 크나 크게 증가할 것으로 예상되지 않는 경우엔 상태 비트를 (0,1)로 세팅하여 전송한다. 즉, 큐의 길이 변화량이 정해진 임계치(I_L)보다 작으면 (0,1)로 상태 비트를 세팅하여 전송한다. 그러나 현재 프레임에서의 큐의 길이(Q_L)가 T_M 보다 크면 상태 비트를 (1,0)으로 세팅하여 전송한다. 큐의 길이 변화량(Δl)이 0보다 크면서 크게 증가할 것으로 예상되는 경우에는 상태 비트를 (1,0)으로 세팅하여 전송한다. 즉, 변화량이 정해진 임계치(I_L)보다 클 경우에는 상태 비트를 (1,0)으로 세팅하여 전송한다. 그러나 현재 프레임에서의 큐의 길이(Q_L)가 임계치 값 T_M 보다 작을 경우에는 상태 비트를 (0,1)로 세팅하여 전송한다. 마지막으로 큐의 길이 변화량(Δl)이 매우 크거나 현재 프레임에서 큐의 길이(Q_L)가 매우 클 경우에는 상태 비트를 (1,1)로 세팅한다. 큐의 길이(Q_L)가 설정한 임계치 T_H 보다 크거나, 큐의 길이(Q_L)가 T_L 보다 크면서 큐의 길이 변화량(Δl)이 정해진 임계치($\alpha \times I_L$)보다 클 경우에는 상태 비트를 (1,1)로 세팅한다. 큐의 상태가 매우 크게 변한 이동 단말기들은 상태 비트를 (1,1)로 세팅하여 전송하여 다음 프레임에서 기지국으로부터 미니슬롯을 할당 받게 된다.

이와 같이 기지국이 자신의 버퍼 정보를 나타내는 상태 비트를 결정하면 현재 프레임에서 할당받은 데이터 슬롯을 전송할 때 상태 비트를 헤더에 피기백킹하여 전송하게 되며, 기지국은 상태 비트에 따라 이동 단말기

의 요구 슬롯 수를 예측하여 다음 프레임에서 슬롯을 할당하게 된다.

■ 기지국에서의 동작은 다음과 같다.

기지국에서는 이동 단말기의 데이터 셀에 피기백킹하여 전송되어온 상태 비트를 보고 이동 단말기의 버퍼 상태를 예측하여 적절한 슬롯을 할당한다. i 번째 프레임에서 이동국에 할당한 슬롯 수가 a_i^j 라 하고, 다음 $i+1$ 프레임에서 기지국이 계산한 할당 슬롯 수를 e_{i+1}^j 라 나타내면, 상태 비트가 (0,0)으로 세팅된 이동 단말기들에게는 식 3.1처럼 이전 프레임에서 할당한 슬롯 수(a_i^j)만큼 데이터 슬롯을 할당한다.

$$e_{i+1}^j = a_i^j \quad (3.1)$$

상태 비트가 (0,1)로 세팅된 이동 단말기들에게는 식 3.2처럼 이전 프레임에서 할당한 슬롯(a_i^j)보다 한 셀 슬롯을 더 할당한다.

$$e_{i+1}^j = a_i^j + 1 \quad (3.2)$$

상태 비트가 (1,0)으로 세팅된 이동 단말기들에게는 식 3.3처럼 이전 프레임에서 할당한 슬롯(a_i^j)보다 β ($\beta > 1$)배만큼 슬롯을 더 할당한다.

$$e_{i+1}^j = \beta \times a_i^j \quad (3.3)$$

상태 비트가 (1,1)로 세팅된 이동 단말기들에게는 식 3.4처럼 이전 프레임에서 할당한 슬롯(a_i^j)보다 γ ($\gamma > 1$)배만큼 슬롯을 더 할당하며 다음 프레임에서 미니슬롯을 발행해준다.

$$e_{i+1}^j = \gamma \times a_i^j \quad (3.4)$$

기지국에서의 이동 단말기의 상태 비트 파악과 할당 슬롯 수 결정은 다음과 같다.

e_{i+1}^j = 기지국이 예측한 다음 프레임에서 이동 단말이 할당받을 슬롯 수

a_i^j = 이전 프레임에서 할당한 슬롯 수

If(상태비트=(1,1))

$$e_{i+1}^j = \gamma \times a_i^j \quad (\gamma > 1)$$

//다음 프레임에서 CFLS 슬롯 발행

Else if(상태 비트=(1,0))

$$e_{i+1}^j = \beta \times a_i^j \quad (\beta > 1)$$

Else if(상태비트=(0,1))

$$e_{i+1}^j = a_i^j + 1$$

Else

$$e_{i+1}^j = a_i^j$$

기지국이 각 이동국들에게 다음 프레임에서 할당할 슬롯 수를 결정하더라도 프레임 내의 슬롯 수가 정해져 있기 때문에 모든 이동국들에게 예측한 요구 할당 슬롯 수만큼 슬롯을 할당하지 못할 수 있다. 그러므로 기지국은 각 단말기의 상태 비트를 통해 파악된 요구 슬롯 수와 현재 프레임에서 할당 가능한 슬롯 수를 고려하여 실질적인 슬롯 할당을 수행한다. 먼저 기지국은 이전 프레임에서 이동국에게 할당된 후 사용되지 않은 슬롯 수 u_i^j 를 측정하여 다음 프레임에서 과다 할당된 슬롯 수를 회수한다. 그래서 다음 프레임에선 다음 식과 같이 슬롯을 할당한다.

$$e_{i+1}^j = a_i^j - u_i^j \quad (3.5)$$

그런 다음 예측된 요구 슬롯 수에 따라 할당 가능하면 요구 슬롯 수대로 슬롯을 할당한다. 예측된 요구 슬롯 수를 모두 수용할 수 없는 경우에는 각 단말기의 등가 대역에 따라 1차적으로 슬롯 할당을 수행한다. 할당 후 여분의 슬롯이 생기면, 잔여 슬롯을 각 이동국의 요구량에 비례하여 할당한다. 슬롯 할당을 위한 코드는 다음과 같다.

$N_{UpTotal}$ = 상향 링크 프레임 당 셀 슬롯의 총수

$N_{available}$ = 전체 프레임 당 슬롯 수에서 CBR 할당 후 남은 슬롯 수

N_{CBR} = 상향 링크 CBR 트래픽을 위해 할당된 셀 슬롯의 총수

$N_{request}$ = 이동국들이 요구하는 총 슬롯 수

e_{i+1}^j = 기지국이 예측한 다음 프레임에서 이동국이

할당받을 슬롯 수

a_i^j = 이전 프레임에서 할당한 슬롯 수

s_{i+1}^j = 이동국의 등가 대역

e_{add}^j = 각 이동국이 등가 대역이외에 추가적으로 요구하는 슬롯 수

$$N_{Available} = N_{UpTotal} - N_{CBR}$$

$$N_{request} = \sum_j e_{i+1}^j = \sum_j (s_{i+1}^j + e_{add}^j)$$

If($N_{Available} > N_{request}$)

$$a_{i+1}^j = e_{i+1}^j$$

//요구 슬롯 만큼 할당

else

$$a_{i+1}^j = s_{i+1}^j + (N_{Available} - \sum_j s_{i+1}^j) \times \frac{(e_{i+1}^j - s_{i+1}^j)}{\sum_j (e_{i+1}^j - s_{i+1}^j)}$$

//이동국의 요구 슬롯에 비례하여 할당

IV. 모의실험 및 성능분석

1. 모의실험환경

본 논문에서 제안된 알고리즘의 성능을 측정하고 분석하기 위해 시뮬레이션을 수행하였으며 시뮬레이션 프로그램은 C++을 이용하여 구현하였다.

성능평가를 위한 측정방법은 단말의 수를 증가시키면서 그에 따른 채널할당 효율, 전송 지연 등의 실시간 트래픽 서비스의 성능을 측정하였다. 시뮬레이션 환경은 이동 단말기와 각 단말에 슬롯을 할당할 기지국을 설계하여 제안한 알고리즘에 따라 성능을 측정하여, 기존의 EP-SA의 in-band 방식과 성능을 비교하였다.

제안된 알고리즘의 시뮬레이션을 수행하기 위해 사용된 파라미터는 [표 1]과 같다.

표 1. 시뮬레이션 변수

변수	값	변수	값
채널용량	42.4Mbps	평균전송율	0.768Mbps
최대전송율	4Mbps	버스트율	5.08
패킷슬롯크기	100byte	버퍼크기	100
최대지연시간	10msec	프레임 길이	2msec

2. 성능평가

제안된 알고리즘의 성능을 평가하기 위한 파라미터는 다음과 같다.

■ 할당 효율

기지국에서 이동국에 할당한 슬롯 수와 이동국이 실제 사용한 슬롯 수의 비를 나타낸다.

$$\text{할당 효율} = \frac{\text{실제 전송에 사용된 슬롯 수}}{\text{기지국에서 이동국에 할당한 슬롯 수}}$$

■ 지연

각 이동국의 버퍼에 패킷이 들어온 후 슬롯을 할당받기까지의 버퍼에서의 대기 시간을 나타낸다.

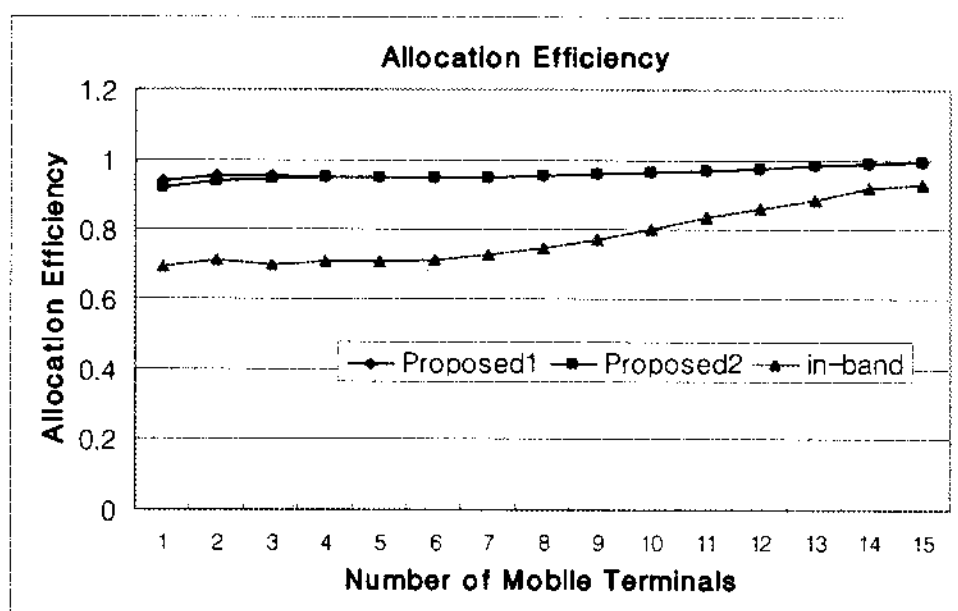


그림 2. 채널할당효율

[그림 2]는 단말 수의 증가에 따른 할당 효율을 보여준다. 그림에서 Proposed 1은 버퍼의 임계치 T_L , T_M , T_H 을 각각 버퍼의 10%, 30%, 70%로 설정했으며, Proposed 2는 버퍼의 임계치 T_L , T_M , T_H 을 각각 버퍼의 20%, 40%, 80%로 설정했다. Proposed 1, Proposed 2 모두 할당 효율이 90%에서 100% 사이로

나타난다.

즉, 기지국이 할당해준 데이터 슬롯을 대부분 사용한다는 것을 의미한다. 그러나 기존의 in-band 방식은 70%에서 90% 사이로서 할당 효율이 매우 떨어진다. 할당 효율은 시스템의 효율성과 관련된 문제로서 할당 효율이 좋다는 것은 제안한 알고리즘이 그만큼 실시간 트래픽의 가변적인 특성을 잘 반영한다는 것을 나타낸다.

[그림 3]은 단말 수의 증가에 따른 평균 전송 지연을 나타낸다. 제안한 Proposed 1과 Proposed 2 모두 단말의 수가 8을 넘을 때 기존의 in-band 방식보다 우수한 성능을 보여준다.

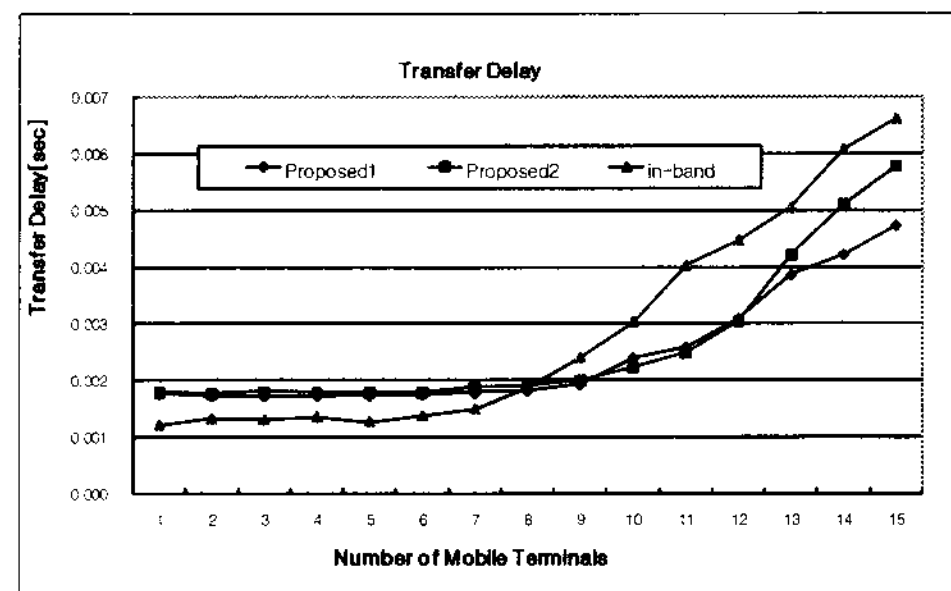


그림 3. 평균전송지연

단말의 수가 적을 때 in-band 방식보다 높은 지연을 가지는 것은 in-band 방식이 각 이동 단말에게 데이터 슬롯을 과도하게 할당하기 때문이다. 즉, 기지국이 각 이동 단말에게 지나치게 많은 슬롯을 할당하므로 단말의 수가 적을 때 각 버퍼의 패킷이 지연을 겪지 않고 즉시 전송되므로 전송 지연이 감소하게 된다. 그러므로 제안한 알고리즘이 정해진 최대 전송 지연의 범위 (10ms)를 넘지 않으면서 적절하게 슬롯을 할당해주고 있다는 것을 나타낸다.

V. 결론

무선망의 많은 기술 중 핵심이 되는 기술이 바로 매체 접근 제어, 즉 MAC 프로토콜이다. 제한된 채널에서 좀 더 많은 사용자가 각자의 요구 사항에 따라 채널을 공평하게 사용할 수 있도록 하는 기술이 MAC 프로토

콜이며 다양한 MAC 프로토콜들이 연구되고 있다.

매체 접근 제어에서의 핵심은 제한된 대역을 할당하는 스케줄링 기술이며, 좋은 대역 할당 기법은 단순화된 슬롯 할당 방식을 사용하면서 채널 사용 효율성을 극대화할 수 있어야 하며 효율적이고 단순화된 동적 파라미터를 전송하여 각 트래픽의 QoS를 최대한 만족시켜주어야 한다. 본 논문에서 제안한 방식은 채널의 부하에 영향을 주지 않으면서 최소의 정보를 기지국에 전달해 실시간 트래픽을 위해 적절한 데이터 슬롯을 할당해줄 수 있도록 하고, 단말의 버퍼 상태를 나타내는 두 비트의 상태 정보를 데이터의 헤더에 실어보내어 기지국이 망의 상황을 알 수 있도록 하였다. 제안된 방식은 단순하면서도 효율적인 파라미터 전송 방법과 단순화된 슬롯 할당 방식을 채택하여 채널 사용 효율성의 극대화 및 셀지연율을 기존의 방식보다 향상시킬 수 있도록 하였다.

참고 문헌

[1] Y. S. Chen, Y. C. Tseng, J. P. Sheu, and P. H. Kuo, "An on-demand, linkstate, multi-path QoS routing in a wireless mobile ad-hoc network," *Computer Communications* 27, pp.27-40, 2004.

[2] S. L. Chen and W. B. Heinzelman, "QoS-aware routing based on bandwidth estimation for mobile ad hoc networks," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* 23, pp.561-572, 2005.

[3] B. Li, L. Yin, K. Y. Michael, Wong, and S. Wu, "An efficient and adaptive bandwidth allocation scheme for mobile wireless networks based on on-line local parameter estimations," *Wireless Networks (WINET)*, pp.107-116, 2001.

[4] C. W. Lin and D. L. Lee, "Adaptive data delivery in wireless communication environments," *Proceedings of 20th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems*

(ICDCS'00), pp.444-452, 2000.

[5] S. K. Biswas, D. Reininger, and D. Raychaudhuri, "UPC Based Bandwidth Allocation for VBR video in Wireless ATM Links," *Proceedings of IEEE INFOCOM'97*, pp.1073-1079, 1997.

[6] N. Movahhedinia, G. Stamatelos, and H. M. Hafez, "A Slot Assignment Protocol for Indoor Wireless Networks Using the Channel Characteristics and the Traffic Parameters," *Proceedings of IEEE GLOBECOM' 95* pp.327-331, 1995.

[7] W. Xiaowen, "Dynamic Slot Allocation Multiple Access Protocol for Wireless Networks," *Proceedings of IEEE ICC'97*, pp.1560-1565, June 1997.

[8] S. K. Biswas, D. Reininger, and D. Raychaudhuri, "UPC Based Bandwidth Allocation for VBR Video in Wireless Links," *Proceedings of IEEE INFOCOM'96*, pp.1073-1079, 1997.

[9] L. Fratta, P. Giacomazzi, and L. Musumeci, "PRAS: A MAC Protocol for Wireless ATM networks," *Proceedings of Globecom'99*, pp.2743-2751, 1999.

저자 소개

김 남 희(Nam-Hee Kim)

정회원



- 1992년 2월 : 군산대학교 정보통신공학과(공학사)
- 1994년 2월 : 전북대학교 전자공학과(공학석사)
- 1997년 8월 : 전북대학교 전자공학과(공학박사)

▪ 2002년 ~ 현재 : 군산대학 컴퓨터정보공학과 부교수
 <관심분야> : 컴퓨터네트워크, 무선센서망, 이동망

김 변 곤(Byun-Gon Kim)

총신회원



- 1990년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과(공학사)
- 1997년 2월 : 전북대학교 전자공학과(공학석사)
- 2001년 8월 : 전북대학교 전자공학과(공학박사)

▪ 2005년 4월 ~ 현재 : 군산대 전자정보공학부 조교수

<관심분야> : 초고속통신망, 광버스트, 트래픽제어