

# B-WLL 시스템에서 서비스 지연 향상을 위한 충돌 해소 알고리즘

정희원 안계현\*, 박병주\*, 백승권\*\*, 김응배\*\*, 김영천\*

## Adaptive Collision Resolution Algorithm for Improving Delay of Services in B-WLL System

Kye-hyun Ahn\*, Byoung-joo Park\*, Seung-kwon Baek\*\*, Eung-bae Kim\*\*, Young-chon Kim\*

*Regular Members*

요약

동적 예약 기반의 매체 접근 제어 프로토콜을 사용하는 B-WLL 시스템에서 지연에 관한 QoS에 영향을 미치는 가장 중요한 요소는 임의의 접속 방식을 갖는 예약 요청 슬롯의 성공률 및 지연이다. 본 논문에서는 Slotted ALOHA 기반의 임의의 접속 구간에서 충돌을 겪지 않은 새로운 사용자와 이전 프레임에서 충돌을 경험한 사용자가 액세스하는 예약 요청 슬롯을 분할하여 충돌을 해소하는 충돌 해소 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 충돌이 발생한 슬롯의 수와 연속적인 충돌 지연을 고려하여 사용자가 경쟁하는 구간을 동적으로 설정함으로써 상대적으로 긴 충돌 지연을 경험한 사용자에게 높은 전송 성공의 기회를 제공할 수 있으며, 이에 따라 임의의 접속 방식에서 예약 요청 패킷이 가지는 평균 경쟁 지연을 감소시킬 수 있다. 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 시뮬레이션을 실시하였으며, 평균 경쟁 지연과 성공률 관점에서 기존의 기법보다 우수한 성능을 나타내었다.

ABSTRACT

In broadband wireless networks, the effective meeting of the QoS guarantees may strongly depend on the Contention Resolution Algorithm used in the uplink contention period. The time it takes a station to transmit a successful request to the base station, or request delay, must be kept low even during periods of high contention. If a request suffers many collisions, it cannot rely on the preemptive scheduler to receive low access delays. However, the conventional collision resolution algorithm has a problem that all collided stations are treated equally regardless of their delay from previous contention periods. Some requests may have very long request delay caused by continuous collisions. In this paper, we propose an adaptive collision resolution algorithm for fast random access in broadband wireless networks. The design goal is to provide quick access to the request with a high number of collisions. To do this, the proposed algorithm separates the whole contention region into multiple sub regions and permits access through each sub region only to the requests with equal number of collisions. The sub region is adaptively created according to the feedback information of previous random access. By simulation, the proposed algorithm can improve the performance in terms of throughput, random delay and complementary distribution of random delay by its ability to isolate higher priorities from lower ones. We can notice the algorithm provides efficiency and random access delay in random access environment.

\* 전북대학교 컴퓨터공학과, 영상정보신기술연구소(khyun,bjpark@networks.chonbuk.ac.kr, yckim@moak.chonbuk.ac.kr)

\*\* 한국전자통신연구원 (skback, ebkim@etri.re.kr)

논문번호 : 010195-0723, 접수일자 : 2001년 7월 23일

## I. 서론

최근 컴퓨터의 성능 향상, 영상·음성 정보 처리 기술의 발전 그리고 인터넷 사용자의 폭발적 증가는 기존의 음성 서비스나 인터넷 접속 서비스뿐만 아니라 화상회의, 주문형 비디오, 원격 교육 및 진료, Web TV 등의 광대역 액세스를 필요로 하게 되었다. 이에 따라 사용자에게 다양한 이동 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 광대역 유선망과 무선망을 통합하기 위한 연구가 급속히 이루어지고 있다. 특히, 광대역 무선 가입자망 (B-WLL : Broadband-Wireless Local Loop)은 특정 지역에서 제한된 이동성과 다채널의 양방향 통신 서비스를 제공하여 광대역 멀티미디어를 서비스 제공하는 준 고정 무선 통신 시스템으로서 상대적으로 적은 초기 시설 투자 비용으로 궁극적인 통합 멀티미디어 서비스를 위한 FTTH로 진화하는 과정에 있어서 중 단기적으로 다른 기술에 비해 경제적으로 비교우위를 차지하고 있어 그 중요성이 날로 증가하여 차세대 통신 시장의 핵심 기술로 주목받고 있다. B-WLL 시스템의 주요 장점은 시스템의 구성이 쉽고 빠르며 넓은 액세스 대역을 제공함은 물론 양방향의 서비스를 제공할 수 있다는 점이다. 그러나, 이러한 장점에 비해 기술적인 면에서 극복해야 할 문제들도 있다. 이러한 문제들 중에 시스템의 구조상 교환기능을 하는 기지국 장치까지의 무선 링크를 다수의 가입자 장치들이 공유하기 때문에 이를 효율적으로 사용하기 위한 매체 접근 제어 (MAC: Medium Access Control) 프로토콜의 개발이 요구된다.

B-WLL 시스템은 유선망의 교환 기능을 가지는 하나의 기지국에 대하여 여러 가입자 단말이 동시 접속할 수 있는 무선 점대다중점 시스템으로서 기지국으로부터 가입자 단말로 방송하는 형태의 하향 채널에 비하여, 가입자 단말로부터 기지국으로의 상향 채널은 한정된 무선 채널을 다수의 사용자가 공유한다. 이에 따라 이미 제안된 대부분의 B-WLL 시스템은 제한된 대역의 채널을 효율적으로 사용하기 위하여 요청/예약 방식의 매체 접근 제어 프로토콜을 채택하였다. 이러한 매체 접근 제어 프로토콜은 중앙 스케줄러에서 각 단말기의 전송 요구와 우선 순위를 고려하여 자원을 할당하며 각 사용자는 데이터 전송을 위한 슬롯을 예약하기 위하여 상향 채널의 예약 요청 슬롯을 경쟁 방식으로 액세스한

다. 이때 경쟁 방식의 예약 요청은 기본적으로 충돌이 발생할 수 있다. 특히 서비스 영역 내에 가입자 요구가 많아질수록 상향 프레임 내의 예약 요청 슬롯에서의 충돌이 빈번하게 발생되며, 이러한 랜덤 액세스 절차로 인한 충돌은 결국은 서비스 지연 및 대역의 낭비를 초래하게 된다. 따라서 모든 패킷들이 비록 지연을 겪지만 일정 시간 뒤에는 패킷이 성공적으로 전송될 수 있도록 하는 충돌 해소 알고리즘 (CRA : Collision Resolution Algorithm)이 필요하다<sup>6,8)</sup>.

본 논문에서는 상대적으로 긴 충돌 지연을 경험한 사용자에게 높은 전송 성공의 기회를 제공함으로써 임의 접속 방식에서 예약 요청 패킷이 가지는 평균 경쟁 지연을 감소시키기 위한 충돌 해소 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 단일 프레임 내에서 경쟁 구간으로 할당된 미니 슬롯을 다수개의 구간으로 분할하고, 분할된 각 구간은 특정한 충돌 지연을 갖는 사용자들에게 임의 접속을 허용한다. 즉, 경쟁 슬롯을 처음 시도하는 사용자들이 액세스하는 미니 슬롯 구간과 충돌을 경험한 사용자들이 액세스하는 미니 슬롯 구간은 구분되어 있으며, 충돌을 경험한 사용자들 간에도 몇 번의 충돌을 경험했는가에 따라 액세스하는 미니 슬롯 구간이 나누어져 있다. 이때 분할된 미니 슬롯 구간의 경계는 이전 프레임의 경쟁 구간에 대한 전송 결과에 따라 동적으로 변화하며, 여러 번의 충돌을 경험한 사용자에게 전송 성공의 기회를 우선적으로 부여할 수 있도록 설정한다. 이에 따라 제안한 알고리즘은 충돌 지연 및 경쟁 구간의 성공률 관점에서 우수한 성능을 나타낼 수 있다. 특히 빈번한 경쟁이 발생하는 환경에서도 긴 충돌 지연을 경험한 사용자에게 높은 전송 성공의 기회를 부여함으로써 충돌 지연의 최대값을 효과적으로 감소시킬 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 다음 장에서는 예약 기반의 TDMA MAC 프로토콜이 갖는 상향 프레임 구조를 살펴본다. 3장에서는 제안한 동적 경계 기반의 충돌 해소 알고리즘을 기술하였으며, 4장에서는 시뮬레이션 결과를 도출하고 제안한 알고리즘과 다른 알고리즘과의 성능을 비교하고 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 예약 기반의 TDMA MAC 프로토콜

예약 기반의 TDMA MAC 프로토콜을 사용하는 대부분의 무선망 시스템에서 상향 프레임의 구조는

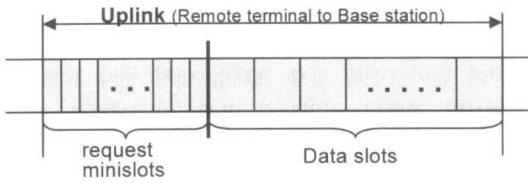


그림 1. 상향 프레임 구조

그림 1과 같다. 단일의 프레임은 다수개의 타임 슬롯으로 구성되며 경쟁을 기반으로 예약 요청 메시지를 전송하는 경쟁 구간과 예약을 통해 경쟁 없이 데이터를 전송하는 데이터 전송 구간으로 나누어진다. 특히 경쟁 구간의 슬롯들은 충돌로 인한 대역의 낭비를 줄이기 위하여 미니 슬롯으로 분할한다.

데이터를 전송하고자 하는 다수의 단말기는 상향 링크의 경쟁 구간을 액세스하여 데이터 슬롯 할당 요구를 기지국에 보낸다. 이때 상향 링크의 경쟁 구간의 슬롯은 데이터 슬롯 할당 요청 및 무선 제어 패킷 등을 기지국으로 전송하기 위해 다수의 단말기에 공유되며 Slotted ALOHA를 이용하여 경쟁한다. 경쟁에서 성공한 예약 요청 메시지는 기지국에 전송되며 중앙 스케줄러는 서비스의 QoS를 고려하여 데이터 슬롯의 할당 요구에 대한 수락 및 거절 여부를 결정하고, 하향 링크의 제어 슬롯을 통하여 각 단말기에게 스케줄링 정보를 통보한다. 반면 예약 요청 슬롯 액세스에 실패한 사용자는 다음 프레임의 경쟁 구간을 이용하여 다시 예약 요청 메시지를 전송한다. 이러한 랜덤 액세스 절차로 인한 충돌은 결국은 서비스 지연 및 대역의 낭비를 초래하게 된다. 따라서 모든 패킷들이 비록 지연을 겪지만 일정 시간 뒤에는 패킷이 성공적으로 전송될 수 있도록 하는 충돌 해소 알고리즘이 요구된다.

본 논문에서는 단일 경쟁 구간을 다수개의 경쟁 구간으로 분할하여 단말이 경험한 충돌 지연에 따라 각기 다른 경쟁 구간을 할당함으로써 충돌 지연이 큰 단말에게 전송 성공의 확률을 증대시키는 충돌 해소 알고리즘을 제안한다. 경쟁 구간과 데이터 전송 구간의 경계는 트래픽 상황에 따라 달라질 수 있으나 본 논문에서는 전체 경쟁 구간의 슬롯 수가 고정되어 있다고 가정한다.

### III. 동적 경계 기반의 충돌 해소 알고리즘

#### 1. 기존의 충돌 해소 알고리즘

경쟁 구간의 충돌 지연을 고려한 기존의 충돌 해

소 알고리즘은 전체 경쟁 구간을 두 개의 미니 슬롯 구간으로 나누고 각각의 구간을 처음 경쟁에 참여하는 사용자와 충돌로 인하여 재시도하는 사용자들이 액세스할 수 있도록 할당하였다. 이때 미니 슬롯 구간을 분할하는 경계는 고정되어 있다. 따라서 새로운 사용자를 위해 어느 만큼의 미니 슬롯을 할당했는가 임의의 접속 방식의 성능에 큰 영향을 미친다. 새로운 사용자에게 상대적으로 많은 슬롯을 할당하는 경우에는 재시도를 하는 사용자들에게 추가적인 충돌을 유발하게 되며, 충돌 지연의 증가 및 경쟁 구간의 성공률을 크게 저하시킬 수 있다. 반면, 재시도를 하는 사용자에게 충분한 슬롯을 할당하는 경우에는 처음 시도하는 사용자들의 충돌을 유발하게 되며, 이는 재시도를 하는 사용자의 수를 증가시킴으로써 경쟁 구간의 성능을 저하시킬 수 있다. 또한 기존의 알고리즘은 사용자의 충돌 여부만을 판단하여 경쟁 구간을 분할하기 때문에 여러 번의 충돌을 경험한 사용자와 단 한번의 충돌을 경험한 사용자 사이에는 동일한 전송 성공의 기회가 주어진다. 따라서 임의의 사용자는 매우 큰 충돌 지연을 경험할 수도 있다. 이에 따라 본 논문에서는 단일 프레임 내에 예약 요청 슬롯의 수가 일정하고 불특정 다수의 단말로부터 공유되는 상향 채널에서 긴 충돌 지연을 경험한 사용자에게 전송 성공의 기회를 증가시킴으로써 충돌을 해결하는 동적 경계 기반의 충돌 해소 알고리즘을 제안한다.

#### 2. 동적 경계 기반의 충돌 해소 알고리즘

본 논문에서 제안한 동적 경계 기반의 충돌 해소 알고리즘은 충돌이 발생한 사용자에게 전송 성공의 기회를 증가시키기 위하여 경쟁 구간의 슬롯들을 처음 시도하는 사용자들이 액세스하는 구간과 충돌이 발생하여 재시도하는 사용자들이 액세스하는 구간으로 분할하는 방식이다. 또한 충돌이 거듭하여 발생할 수 있으므로 사용자가 경험한 충돌의 횟수에 따라서도 다른 우선 순위를 부여한다. 이때 전체 경쟁 구간을 분할하는 경계는 이전 프레임에서의 경쟁 구간 액세스 결과와 상향 채널의 트래픽 발생 상황에 따라 동적으로 움직이며 이에 대한 정보를 기지국이 직접 방송하지 않아도 각 단말기는 자신이 액세스해야하는 경쟁 구간을 판단할 수 있다.

동적 경계 기반의 충돌 해소 알고리즘은 그림 2와 같다.  $b_x$ 는 이전 프레임까지의 경쟁 구간에서  $x$ 번 충돌을 경험한 사용자들에게 액세스 권한을 부여한 경쟁 구간을 의미한다. 이전 프레임의  $b_x$  경쟁



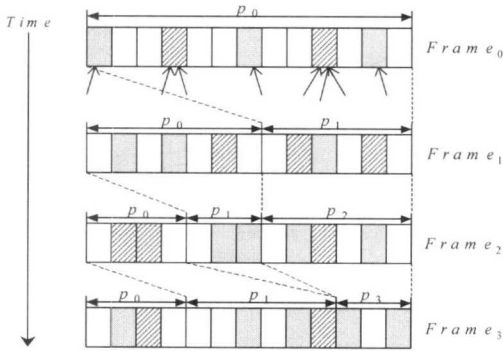


그림 2. 충돌 해소 알고리즘의 시나리오

구간에서 발생한 충돌은 다음 프레임에서  $p_{x+1}$  경쟁 구간을 생성하며, 이때  $p_{x+1}$  경쟁 구간에 해당하는 슬롯의 개수는  $p_x$ 에서 발생한 충돌 슬롯 개수의  $\theta$  배로 결정한다. 따라서 충돌이 발생한 슬롯 수에 따라 경쟁 구간의 경계는 동적으로 변한다. 본 논문에서는  $\theta$  를 3으로 설정하였다.

먼저,  $frame_0$ 는 초기화된 프레임 구조로서 이전 프레임에서 충돌을 경험한 사용자가 없는 경우에

경쟁 구간의 모든 슬롯을 모든 사용자에게 허용하는 형태이다.  $frame_0$ 의 경쟁 구간을 통한 액세스 결과, 2개의 슬롯에서 충돌이 발생하였으며 이에 따라 다음 프레임,  $frame_1$ 에서는 첫 번째 위한  $p_1$ 구간이 생성되며 이를 제외한 나머지 구간이  $p_0$ 구간으로 결정된다.  $p_1$ 구간의 슬롯은 이전 프레임의  $p_0$ 구간을 액세스하여 충돌을 경험한 사용자에게만 액세스가 허용된다. 만약  $frame_1$ 의  $p_1$ 구간에서 충돌이 발생한다면 이는 다음 프레임에서  $p_2$  영역을 생성하게 되며  $frame_2$ 와 같은 구조로 나타낼 수 있다.

제안한 알고리즘을 수행하기 위하여 기지국과 단말기가 동작하는 알고리즘을 그림 3에 나타내었다. 기지국은 이전 프레임의 경쟁 구간에 대한 피드백 정보와 새로운 예약 요청 패킷을 위해 할당된 슬롯 수에 대한 정보를 하향 채널을 통하여 모든 단말기에게 방송(broadcast)해야 한다.

경쟁 구간을 액세스하는 단말기는 자신의 예약 요청 패킷이 경험한 충돌 수에 따라 적절한 경쟁 구간을 판단할 수 있으며 해당하는 구간 내의 슬롯을 이용하여 액세스한다. 처음 경쟁 구간을 액세스

```

/* Definition */ N : the number of minislots for contention region
N_n : the number of minislots for new retrial request
S[i] : ith minislot ( 0 ≤ i ≤ N-1, integer)
Ack[i] : feedback information for ith minislot of previous frame
    
```

**Base Station :**

```

Determine Ack[i] (for ∀ i) /* the feedback information of previous frame */
Count c from Ack[i] /* the number of collided minislots */
N_n = max(0, N - c × 3)
Broadcast N_n and Ack[i] (for ∀ i)
    
```

**Terminal :**

```

If ( Contention_check == 0 )
{
  if ( new trial request )
    i = randomly select ( N - N_n ≤ i ≤ N - 1 )
    Access = i, High = N - N_n, EqL = N_n
    Contention_check = 1;
}
Else /* already contention mode */
{
  if ( Ack[Access] == Success ) Contention_check = 0;
  else
  {
    Count c_higher /* # of collided slots within S[0] ~ S[High - 1] */
    Count c_eqL /* # of collided slots within S[High] ~ S[High + EqL - 1] */
    High = c_higher × 3, EqL = c_eqL × 3
    if ( EqL == 0 ) /* Error in Ack[i] */ Contention_check = 0;
    else if ( High ≥ N ) /* Insufficient minislots */ Contention_check = 0;
    else { i = randomly select ( High ≤ i ≤ High + EqL - 1 )
          Access = i, Contention_check++; }
  }
}
    
```

그림 3. 동적 경계 기반의 충돌 해소 알고리즘

하는 사용자는 기지국으로부터 수신된  $p_0$  구간 이 내에서 액세스를 시도한다. 이에 대한 피드백 정보가 도착하였을 때 사용자는 자신이 액세스한 슬롯의 성공 여부를 판단한다. 만약 충돌이 발생한 경우 다음 프레임에서 재시도를 해야하며 이를 위한 경쟁 구간을 결정하기 위해 피드백 정보로부터  $p_0$ 에서 발생한 충돌 수( $c_{eq}$ )와 나머지 경쟁 구간에서 발생한 충돌 수( $c_{higher}$ )를 판단하고 다음 프레임의 경쟁 구간에서  $c_{higher} \times 3$ 만큼의 슬롯을 제외한 구간 내에서  $c_{eq} \times 3$  개수만큼의 슬롯을 자신이 액세스할 수 있는 경쟁 구간으로 결정한다. 따라서 기지국은 처음 시도하는 단말기에  $p_0$  경쟁 구간만을 전달할 뿐 재전송을 위한 경쟁 구간은 각 단말기가 독립적으로 판단한다.

#### IV. 성능 평가 및 분석

제한한 동적 경계 기반의 충돌 해소 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 시뮬레이션을 수행하였다. 입력 부하는 전체 경쟁 구간의 슬롯 수에 대한 요구된 경쟁 패킷 수의 비율을 의미하며, 지연은 처음 경쟁 슬롯을 시도하는 시간과 액세스에 성공하는 시간의 간격, 성공률(success ratio)은 전체 경쟁 슬롯 수에 대한 성공한 슬롯 수의 비율로서 각각 정의한다. 단일 프레임이 포함하는 전체 경쟁 슬롯의 수는 20개로 일정하고 각 사용자에 대하여 서비스의 도착은 포아송 분포를 가정하였다.

먼저 그림 4와 그림 5에서는 제한한 동적 경계 기반의 충돌 해소 알고리즘(Dynamic)과 다른 알고리즘과의 성능을 지연과 성공률 관점에서 비교하였다. (a,b)로 표기된 그래프는 처음 시도하는 예약 요청 패킷을 위해 a개의 슬롯을 재시도하는 패킷을 위해 b개의 슬롯을 할당한 정적 경계 기반의 충돌 해소 알고리즘에 대한 결과이다. 또한 충돌 지연을

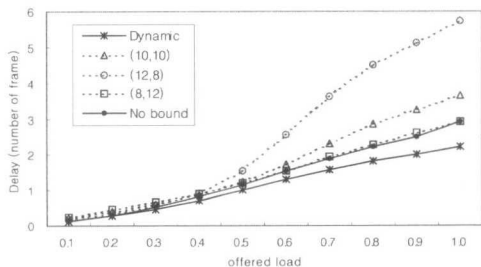


그림 4. 다양한 충돌 해소 알고리즘의 지연

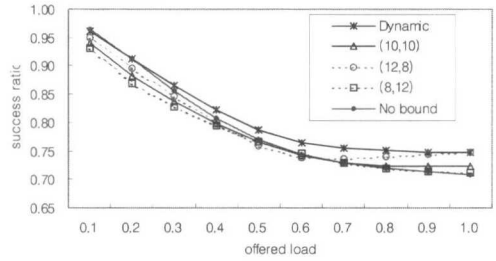


그림 5. 다양한 충돌 해소 알고리즘에 대한 성공률

고려하지 않고 동일한 경쟁 구간을 유지하는 무경계 기반의 충돌 해소 알고리즘(No bound)에 대한 성능도 함께 나타내었다.

입력 부하에 관계없이 제한한 동적 경계 기반 충돌 해소 알고리즘이 정적 경계 알고리즘과 무경계 알고리즘보다 우수한 성능을 나타내었다. 정적 경계 알고리즘은 경계를 설정한 값에 따라 교차하는 성능 결과를 나타낸다. 즉 처음 시도하는 사용자에게 많은 슬롯을 할당하는 경우, 입력 부하가 낮을 때에는 낮은 지연과 높은 성공률을 나타내지만 입력 부하가 증가할수록 충돌 지연을 갖는 사용자들의 분포가 증가하면서 크게 성능이 저하한다. 반면, 처음 시도하는 사용자에게 적은 슬롯을 할당하는 경우에는 입력 부하가 낮은 환경에서 열악한 성능을 나타낸다. 재시도하는 예약 요청 패킷과 새로운 패킷의 전송을 구분하지 않는 무경계 알고리즘은 입력 부하가 증가함에 따라 높은 지연과 낮은 성공률을 나타낸다.

다음으로 경쟁에 참여한 패킷들의 충돌 수 분포를 살펴보았다. 이에 대한 결과는 동일한 프레임에서 경쟁을 하는 사용자들 중에서 이미 여러 번의 충돌을 경험한 단말에게 전송 성공의 기회를 증가시켜주는 것에 대한 척도이다

$$P(\text{경험한 충돌 수} \leq x) = \frac{x \text{ 번 이하의 충돌을 경험한 예약 요청 수}}{\text{전체 발생한 예약 요청 수}}$$

측정한 성능 결과 그래프에서 중요한 사항은 확률이 “1”에 수렴할 때의  $x$  값이다. “1”에 수렴하는  $x$  값은 경쟁 구간에서 단일의 요구 패킷이 경험하는 최대 충돌 수를 의미한다. 즉, 이 값이 작을수록 단일의 패킷이 경험하는 최대 충돌 수가 작은 것이고, 이는 경험한 충돌 수가 증가함에 따라 경쟁하는 패킷의 전송 성공 확률을 우선적으로 보장한다는 것을 의미한다.

동일한 입력 부하 (0.3, 0.5, 0.7) 환경에서 정적 경계 알고리즘, 무경계 알고리즘 그리고 제안한 동적 경계 알고리즘이 가지는 성능을 그림 6, 7, 8에 각각 나타내었다. 먼저 상대적으로 낮은 입력 부하 환경에서의 결과 그래프인 그림 6에서 “1”에 수렴하는  $x$  값은 모든 알고리즘들이 유사한 값을 나타낸다. 입력 부하가 낮기 때문에 경쟁에 참여하는 패킷의 수가 작으며 거듭 충돌이 발생하는 경우의 수가 매우 낮다는 것을 알 수 있다.

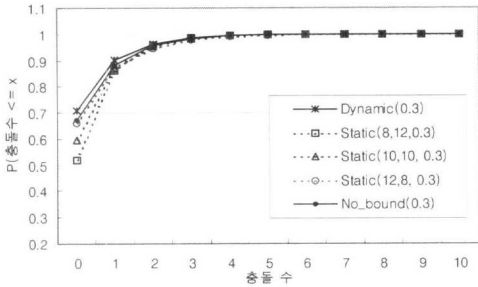


그림 6. 입력부하가 0.3일 때 지연 분포

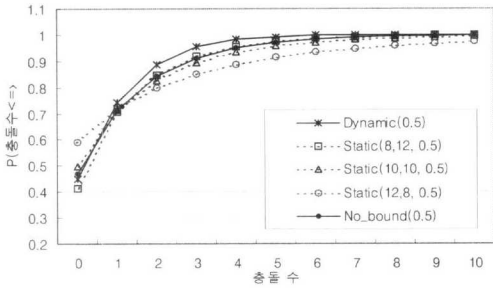


그림 7. 입력부하가 0.5일 때 지연 분포

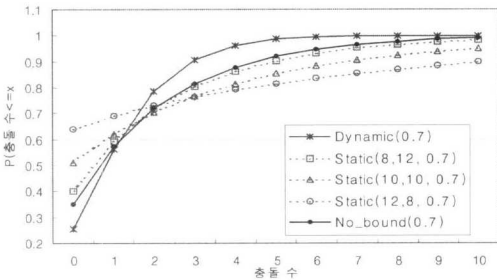


그림 8. 입력부하가 0.7일 때 지연 분포

“1”에 수렴하는  $x$  값이 약 4에 해당하므로 4번 이하의 충돌을 경험하면 모든 패킷이 경쟁 구간을 통하여 성공적으로 전송될 수 있다. 반면 처음 시도

하는 경쟁 패킷이 성공할 확률( $x=0$ 일 때)은 제안한 동적 경계 알고리즘이 다른 알고리즘에 비하여 높은 값을 갖는다.

입력 부하가 0.5, 0.7로 증가하면서 “1”에 수렴하는  $x$  값은 알고리즘에 따라 크게 달라지는 것을 그림 7과 그림 8로부터 알 수 있다. 입력 부하가 증가함에 따라 “1”에 수렴하는  $x$  값이 모든 알고리즘에서 증가하고 있다. 먼저 정적 경계나 경계가 없는 알고리즘은 충돌 횟수에 상관없이 초기에 설정된 슬롯으로 계속적인 충돌을 해결하려다 보니 입력 부하가 높은 상황에서는 1에 수렴하는  $x$  값이 크게 증가한다. 또한 여러 번의 충돌을 경험하는 패킷들의 비율이 증가하므로 결과 그래프의 곡선은 완만한 형태를 보이게 된다. 반면 제안한 알고리즘은 입력 부하가 증가하더라도 “1”에 수렴하는  $x$  값이 상대적으로 다른 알고리즘에 비하여 크게 증가하지 않는다. 충돌 지연이 큰 사용자에게 전송 성공 확률을 증대시켜 주기 때문에 입력 부하가 0.7인 환경에서도 경쟁 구간에서 패킷이 경험하는 최대 충돌 수는 8번을 넘지 않는다. 이에 따라 처음 시도하는 패킷이 전송에서 성공할 확률( $x=0$ 일 때)은 입력 부하가 증가함에 따라 제안한 알고리즘이 가장 낮은 값을 나타낸다. 전체 경쟁 구간의 미니 슬롯 수가 고정되어 있으므로 경쟁 지연이 큰 패킷을 위해 다수 개의 미니 슬롯을 할당함에 따라 짧은 경쟁 지연을 경험한 패킷의 성공 확률은 감소하게 된다. 단일 프레임이 갖는 경쟁 구간의 슬롯 수를 입력 부하에 따라 가변적으로 설정하면 최대 충돌 수의 증가를 억제하면서 짧은 경쟁 지연을 갖는 패킷의 성공률도 보장할 수 있다.

## V. 결론

본 논문은 예약 기반의 MAC 프로토콜에서 데이터 전송을 위한 대역을 예약하기 위해 수행하는 임의 접속 방식에서 단말기의 충돌 지연을 고려하여 경쟁시킴으로서 충돌을 해소하고 임의 접속 지연을 감소시킬 수 있는 동적 경계 기반의 충돌 해소 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 재시도를 위한 경쟁 구간의 경계를 이전 프레임의 전송 결과에 따라 동적으로 결정하고 경쟁에 참여하는 단말기의 과거 충돌을 경험한 횟수를 고려하여 액세스하는 경쟁 슬롯을 구분함으로써 전송 성공의 기회를 충돌 지연에 따라 다르게 부여한다. 시뮬레이션을 수행한 결과에서 제안한 알고리즘은 정적으로



분할하는 알고리즘이나 충돌 지연을 고려하지 않는 알고리즘보다 입력 부하에 관계없이 낮은 지연과 높은 성공률을 나타내었으며, 특히 빈번한 경쟁이 발생하는 환경에서도 각 사용자가 경험하는 최대 충돌 지연의 증가를 효과적으로 억제시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 향후에는 본 논문에서 제안한 충돌 해소 알고리즘을 기반으로 단일 프레임이 갖는 경쟁 구간의 슬롯 수를 입력 부하에 따라 가변적으로 설정함에 따라 최대 충돌 수의 증가를 억제 하면서 동시에 짧은 경쟁 지연을 갖는 패킷의 성공률도 보장하기 위한 연구를 진행할 것이다.

참 고 문 헌

[1] IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Working Group, "Media Access Control Protocol Control Protocol Based on DOCSIS 1.1," IEEE 802.16.1mc-00/01, Dec. 1999.

[2] IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Working Group, "MAC Protocol for IEEE 802.16.1," IEEE 802.16.1mc-00/15r1, April 2000

[3] D. Raychaudhuri, et. al., "WATMnet : A Prototype Wireless ATM System for Multimedia Personal Communication," *IEEE JSAC.*, vol. 15, no.1, pp.83, Jan. 1997.

[4] 이우용, 김용진, 강충구, "ETSI BRAN의 무선 ATM 및 광대역 무선 액세스 네트워크 표준화 및 기술 동향," *한국통신학회지*, 1998년 11월.

[5] 정해원, 박봉혁, 이형호, "광대역 무선 가입자망의 현황 및 관련 기술 동향", *한국통신학회지*, 제 16권 10호, 1999년. 10월

[6] D.Vazquez-Cortizo, et. al., "FS-ALOHA++, A Collision Resolution Algorithm with QoS Support for the Contention Channel in Multiservices Wireless LAN," *Globecom '99*, 1999.

[7] Mark D. Comer, et. al., "A Priority Scheme for the IEEE 802.14 MAC Protocol for Hybrid Fiber-Coax Networks,"

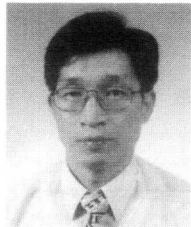
[8] Philippe Jacquet, Paul Muhlethaler et.al., "Performance implementations of tree collision resolution on CATV network," "IEEE 802.14 Working Group(WG) meeting, April 1, 1996

안 계 현(Kye-hyun Ahn) 정회원  
 1996년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과 공학사  
 1998년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과 공학석사  
 1998년 3월~현재 : 전북대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
 <주관심 분야> MAC 프로토콜, 트래픽 제어, Wireless ATM, B-WLL, BMWS

박 병 주(Byoung-joo Park) 학생회원  
 2000년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과 공학사  
 2000년 3월~현재 : 전북대학교 컴퓨터공학과 석사과정  
 <주관심 분야> MAC 프로토콜, 트래픽 제어, B-WLL, BMWS

백 승 권(Seung-kwon Paek) 정회원  
 1998년 2월 : 동국대학교 전자계산학과 이학사  
 2000년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 공학석사  
 2000년 3월~현재 : 한국전자통신연구원 무선방송연구  
 구소 광대역무선멀티미디어팀  
 <주관심 분야> 무선 MAC프로토콜, 트래픽 엔지니어링, B-WLL 시스템, 이동컴퓨팅

김 응 배(Eung-bae Kim) 정회원  
 1981년 2월 : 고려대학교 전자공학과 공학사  
 1983년 2월 : 고려대학교 전자공학과 공학석사  
 1999년 2월 : 고려대학교 전자공학과 공학박사



1983년 2월~1988년 3월 : 금성전기연구소 연구원.  
 1988년 3월~1989년 11월 : 한국통신진흥(주) 과장.  
 1989년 3월~현재 : 한국전자통신연구원 무선방송연구  
 구소 광대역무선멀티미디어팀장.  
 <주관심 분야> 이동통신, B-WLL, BMWS, IMT-2000

김 영 천(Young-chon Kim) 정회원  
 한국통신학회 논문지 제 19 권 제 2호 참조  
 현재 : 전북대학교 전자정보공학부 교수  
 전북대학교 영상정보통신기술연구소