

# 서비스의 질을 지원하는 무선 토큰링 프로토콜 메커니즘

김성철 이진영<sup>o</sup>

상명대학교 정보통신학부  
{sckim, jylee<sup>o</sup>}@smu.ac.kr

## A Wireless Token Ring Protocol Mechanism Supporting Quality of Service(QoS)

Seong Cheol Kim Jin Young Lee<sup>o</sup>

School of Information Telecommunications, Sangmyung University

### 요 약

무선 네트워크에서의 토큰 패싱 LAN 접근 제어 방식을 무선 네트워크에 적용하면 네트워크의 높은 부하 상황에서도 안정된 성능을 보인다. 본 논문에서는 실시간 트래픽 서비스와 비실시간 트래픽 서비스가 공존하는 인터넷에서 서비스의 질을 지원하는 무선 토큰링 프로토콜을 제안하였다. 제안된 프로토콜 메커니즘에서는 실시간 트래픽 서비스 노드에게 비실시간 트래픽 서비스 노드보다 토큰 수신을 우선적으로 부여함으로써 빠른 전송을 지원하며, 기존의 토큰 전송 방식에 QoS를 지원하는 장점을 가진다.

### 1. 서 론

지난 수년간 인터넷의 폭발적인 성장으로 시간과 장소에 상관없이 사용자들이 통신 기기를 통하여 인터넷 서비스를 받고자 하는 요구 사항이 증가하고 있다. 최근 노트북, PDA 등의 무선 서비스를 충족하기 위한 연구 및 개발이 활발히 진행되고 있다. 그리하여 사무실, 학교에서는 케이블 설치가 필요 없는 각종 이동 통신 기기를 통해 유선 LAN의 어려움인 단말기 이동을 해결하고자 무선 LAN이 등장하였다. 이런 점에서 무선 LAN은 유선 LAN에 비해 상대적으로 이동성에 우위를 가지고 있으나 낮은 전송속도와 서로의 송신이 감출되지 않는 숨은 단말기(hidden terminal) 문제가 발생한다. 무선 LAN은 제한된 주파수 대역에서 다수의 사용자가 서비스를 이용해야 하므로, 사용자에게 유선 LAN과 같은 서비스를 제공하기 위하여 무선 LAN에 적합한 QoS가 필요하다.

IEEE 802.11 표준[1]은 무선 LAN을 위한 규격을 제정한 것으로, 2.4GHz 대역에서 최대 54Mbps의 속도를 제공한다. 무선 LAN에서의 MAC(Media Access Control) 프로토콜은 유선 LAN의 기법을 무선 환경에 적합하게 변경하여 경쟁기반의 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 라는 프로토콜을 사용한다. 그러나 이런 CSMA/CA와 같은 접근 제어 방식은 전송 효율성과 지연 시간의 문제점이 생기므로, 더 높은 성능의 무선 LAN을 구현하기 위해서 새로운 접근 제어 방식의 연구와 개발이 필요하다.

본 논문에서는, 유선 LAN에서 사용하는 토큰링을 무선 LAN에 적합하도록 변경시켰다. 무선 토큰 패킷 LAN은 기존의 접근 제어 방식으로 훨씬 성능이 우수하다. 즉, 숨은 단말기 문제도 발생하지 않았으며, 부하가 심할 경우에도 안정한 성능을 보여주었다

무선 토큰 패킷 접근 방식에 관련된 논문으로, [2]에서는

무선 토큰링 프로토콜(WTRP)을 제안하였는데, 이 매체 접근 제어 프로토콜은 QoS를 보장한다. 충돌 시 재전송 수를 줄여주며, 각각의 노드들이 데이터를 전송할 기회를 가진다. [3]에서는 두 가지 방식을 추가하였다. 예약된 논리적 링을 기반으로 한 토큰 회전방식과 대체 데이터 라우팅을 요구하는 데이터 교체방식을 사용하였다. 이 방식은 기존의 CSMA/CA와 비교했을 때 더 좋은 성능을 보여 주었다.

본 논문에서는 무선 환경에서의 QoS를 제공하기 위하여 실시간 트래픽 서비스와 비실시간 트래픽 서비스가 공존하는 인터넷 상에서 수정된 무선 토큰링 프로토콜을 제안하였다. 즉, 우선순위가 높은 실시간 트래픽 노드가 먼저 데이터를 전송할 수 있도록 하여 인터넷에서 서비스 질을 지원하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 2장에서는 무선 토큰링 프로토콜에 대해 살펴보고, 3장에서는 제안된 무선 토큰링 프로토콜 메커니즘을 설명하고 4장에서는 비교 분석한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

### 2. 무선 토큰링 프로토콜(WTRP)

무선 토큰링 프로토콜[4]에서는 링의 각 노드의 전임자(predecessor)와 후임자(successor) 필드는 링과 전송 순서를 정의해준다. 전임자 노드로부터 토큰을 받은 노드는 데이터를 전송하고 다음 후임자 노드로 토큰을 전달해준다. 아래 그림 1은 무선 토큰링 프로토콜에서 사용되는 토큰 프레임의 각 필드를 보여준다.

FC	RA	DA	SA	Seq	GenSeq
1	6	6	6	4	4 bytes

그림 1. 무선 토큰링 프로토콜의 토큰 형식

FC 필드는 프레임 제어(Frame Control)로서, 토큰 후임자를 구하는 패킷 혹은 전임자를 선정하는데 사용하는 패킷의

타임을 나타낸다. 또한 토큰 프레임은 소스주소(SA), 목적지 주소(DA), 링주소(RA), 순차번호(Seq)와 생성순차번호(GenSeq)를 포함한다. 링주소는 토큰이 속한 링을 알려주며, 순차번호는 0으로 초기화되어 토큰이 각각의 노드를 통과할 때마다 증가한다. 생성순차번호는 0으로 초기화되어 토큰 생성자에 의해 토큰이 매 회전할 때마다 증가한다. 각 노드에는 연결 매니저(Connectivity manager)가 있어서 자신의 링과 인접한 링에서의 전송을 살핀다. 즉 전송되는 토큰의 순차번호를 통하여 자신의 링에서의 토큰 전송 순서 목록을 만든다. 또한 각 노드에는 연결 테이블(connectivity table)을 가지고 있어 자신의 주소와 다음 전송할 노드의 주소를 가지고 있다. 만약에 링의 노드 외에 다른 노드와 연결을 하고 싶다면 연결 관리 매니저를 통해 모니터링 노드는 전달되는 토큰의 순차 번호를 검사하여 노드 순서를 작성한다. 각 노드들은 토큰의 성공적인 전송을 위하여 묵시적인(implicit) ACK를 사용하는데, 묵시적인 ACK란 토큰을 전송한 후에 자신의 주소와 같은 링 주소를 가지는 패킷을 받는 것이다. 이를 위해 각 노드는 IDLE\_TIMER를 사용하는데, 만약 링에서 토큰을 잃어버렸다면, 어떠한 묵시적인 ACK를 받지 못하였으므로 IDLE\_TIMER는 타임아웃 된다. 타임아웃 되면, 그 노드는 새로운 토큰을 생성하여, 링의 소유자가 된다. 링에 다수의 토큰이 존재할 경우, 한 개만을 제외하고 나머지는 삭제해야 하므로 이런 경우를 해결하기 위해 우선순위가 사용된다. 이때 생성순차번호와 링 주소가 토큰의 우선순위를 나타낸다. 더 높은 생성순차번호를 가진 토큰이 우선순위가 더 높다. 노드의 우선순위는 링에 노드의 추가를 허락하고, 생성하는 토큰의 우선 순위이다. 어떤 노드가 자신보다 낮은 우선순위의 토큰을 받았던 그 토큰은 삭제되고, 전임자 노드에게 통보한다. 또한 모니터링 노드는 링 회복 메커니즘도 가지고 있다. 연결 관리자를 통하여 모니터링 노드는 전송 순서대로 다음 연결될 노드를 신속히 찾아 SET\_PREDECESSOR 토큰을 보내어 다음 노드와 연결할 수 있게 해줌으로써, 노드들이 하나의 링을 동적으로 연결시킬 수 있게 해준다.

3. 제안된 알고리즘

본 논문에서 제안된 QoS를 지원하는 무선 토큰링 프로토콜의 동작원리는 다음과 같다. 기본 원리는 실시간 트래픽 노드에게 상대적인 전송 우선권을 부여하는 것이다. 즉, 비실시간 트래픽 노드에서는 토큰을 수신하였을 때, 즉각 데이터를 전송하는 대신에 실시간 트래픽의 전송을 위하여 전송을 양보한다. 즉, 처음 토큰을 수신한 비실시간 트래픽 서비스 노드에서는 토큰을 수신한 후 데이터를 전송하지 않고 먼저 토큰을 예약한다. 또한 자신이 토큰을 예약한 것을 알기 위하여 테이블에 예약비트를 설정한다. 본 논문에서 제안된 프로토콜의 동작에서는 전체 무선 네트워크의 노드는 비실시간 데이터를 전송하는 노드와 실시간 트래픽을 전송하는 우선순위 노드로 구분된다고 가정한다. 제안된 무선 토큰링 프로토콜의 동작원리를 알고리즘으로 나타내면 다음과 같다.

```

Receive token
If the node has data to be sent
  If token reservation bit = 1
    If table reservation bit = 1
      Send data
    Else transmit token to the next node in the table
  Else
    Set token reservation bit
    Set table reservation bit
  Else
    Transmit token to the next node in the table
    
```

즉, 무선 토큰링 프로토콜에서 실시간 노드와 비실시간 노드에서의 데이터 전송을 위한 동작을 살펴보면 다음과 같다.

- 비실시간 혹은 최선형 서비스 노드에서의 동작
  - 토큰 수신 시 전송할 데이터가 없는 경우
    - 상위 노드로부터 토큰을 수신한 후에 하위 노드에게 토큰을 넘긴다
  - 토큰 수신 시 전송할 데이터가 있는 경우
    - 상위 노드로부터 토큰을 수신한 후에 예약비트를 검사한다.
    - 자신의 테이블에 예약비트가 설정되었고, 토큰의 예약 비트가 설정되어 있으면 자신의 전송 순서임을 알고 데이터를 전송한다.
    - 자신의 테이블에 예약비트가 0이고, 토큰의 예약 비트가 설정되어 있으면 다음의 하위 노드에게 토큰을 전달한다.
    - 토큰의 예약 비트가 0이면, 예약 비트를 설정하고 다음 노드에게 전송한다.
- 실시간 서비스 노드
  - 기존의 토큰링 프로토콜 방식으로 동작한다.

제안된 프로토콜의 동작을 위하여 [1]에서 기술되어진 토큰 프레임과 연결 테이블에서 약간의 수정이 필요하다. 즉, 앞에서 살펴 본 토큰 프레임 구조에서 프레임 제어 필드에는 1 비트의 예약비트가 추가된다. 이 예약비트는 토큰을 수신한 비실시간 트래픽 서비스 노드에서 데이터 전송을 위하여 토큰을 예약하는데 사용된다. 즉, 예약되지 않은 토큰을 수신한 후에, 노드는 데이터를 전송하지 않고 예약 비트를 설정하여 토큰을 예약한 후에 다음 노드로 전송한다. 이때 토큰의 예약 비트를 설정함과 동시에 테이블에 자신이 토큰을 예약하였음을 알 수 있도록 예약 비트를 설정한다. 예약만 하고 토큰을 전송하는 것은 실시간 트래픽 서비스 노드에게 데이터 전송을 양보하기 위함이다. 예약된 토큰이 다시 돌아왔을 경우에는 데이터를 전송한다. 위의 제안된 프로토콜 구조에서 비실시간 서비스 노드에서의 데이터 전송에 대한 흐름도가 그림 2에 보여 준다.

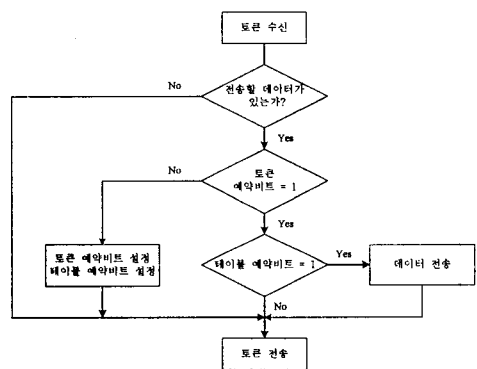


그림 2. 제안된 프로토콜의 흐름도

4. 비교 및 분석

본 논문에서 제안된 프로토콜의 성능과 기존의 WTRP와의 성능을 아래의 네트워크 모델을 통하여 비교해 본다. 먼저 성능 비교를 위하여 시간 t 이후에 전송에러와 네트워크 토폴로지의 변화는 없다고 가정하였다.

- 노드 A, E: 실시간 트래픽 서비스 노드
- 노드 B, C, F: 비실시간 트래픽 서비스 노드
- 각 링크에서의 전파지연: 10  $\mu$ s
- 각 노드에서의 전송지연: 1ms
- 현재 토큰은 노드 B로부터 노드 C로 전송되었다고 가정함
- 다른 지연(큐잉지연, 토큰처리지연 등)은 무시함

단순한 성능의 비교를 위하여 그림 3의 네트워크 모델링에서는 다음과 같은 사항들을 가정하였다.

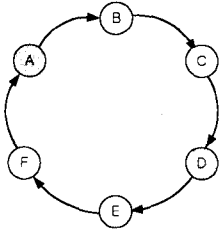


그림 3. 우선 토큰링 네트워크의 구성도

위의 네트워크 모델에서 전체 네트워크의 부하를 변화시키면서 기존의 WTRP와 본 논문에서 제안한 프로토콜에서 실시간 트래픽 서비스 노드인 노드 A에서의 지연을 비교한다.

- 부하가 적은 경우  
그림 3의 네트워크 구성도에서 노드 A, C, F가 전송할 데이터를 가지고 있고 다른 노드들은 전송할 데이터가 없을 경우
- 부하가 많은 경우  
모든 노드가 전송할 데이터가 있는 경우

따라서 위 방식으로 아래 그래프는 네트워크의 부하 및 실시간 트래픽 서비스 노드의 분포에 따른 비교를 보여준다. 그림 4에서 볼 수 있듯이 네트워크의 전체 노드 수와 실시간 트래픽 서비스 노드 수가 고정되어 있을 경우, 네트워크의 부하가 커질수록 제안된 메커니즘이 지연에서 더 효율적임을 알 수 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 고정된 네트워크 부하 환경에서 실시간 트래픽 서비스의 노드가 적을수록 더 효율적임을 보여준다. 이것은 본 논문에서 제안된 MWTRP 프로토콜이 실시간 트래픽 서비스 노드들에게 상대적인 우선순위를 주는 특성에 기인한다. 그림 5는 부하가 100%일 때 실시간 트래픽 서비스 노드의 수의 변화에 따른 지연에 대한 비교를 보여준다. 그림에서 알 수 있듯이 부하가 100%이고 전체 노드가 실시간 트래픽 서비스 노드일 경우에는 기존의 WTRP와 거의 같은 성능을 보인다. 노드의 수가 100%일 때의 약간의 차이는 정상상태에 도달하기까지의 지연에 있어서의 차이 때문이다.

5. 결 론

본 논문에서는 실시간 트래픽 서비스와 비실시간 트래픽 서비스가 공존하는 인터넷에서 서비스의 질을 지원하는 우선 토큰링 프로토콜을 제안하였다. 제안된 프로토콜 메커니즘에서는 실시간 트래픽 서비스 노드에게 상대적인 전송 우선권을 부여하는 것이다. 즉, 비실시간 트래픽 서비스를 지원하는 노드가 토큰을 수신하게 되면 데이터를 전송하기 전에 우선 순위가 높은 실시간 트래픽 서비스 노드에게 전송

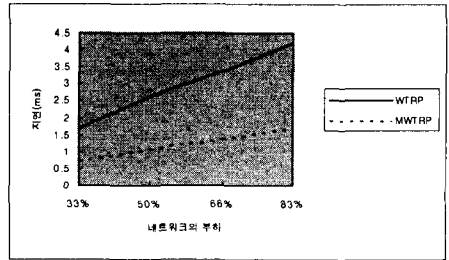


그림 4. 네트워크 부하의 변화에 따른 지연

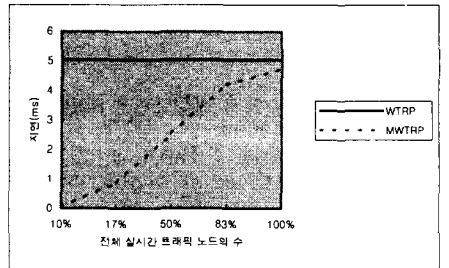


그림 5. 전체 네트워크 부하가 100%일 경우

을 양보한다. 따라서 제안된 프로토콜은 전체 네트워크에서 실시간 트래픽 서비스 노드의 수가 적을수록, 또한 네트워크 부하가 높을수록 지연에서의 더 좋은 성능을 보인다. 또한 제안된 프로토콜의 메커니즘에서는 기존의 우선 토큰 프로토콜에서 QoS를 지원하도록 제안한 장점을 가진다. 그러나 제안된 메커니즘은 상대적인 서비스 차별화만을 지원하며, 부하가 아주 적은 경우에 비실시간 트래픽 서비스 노드에게 전송지연이 생기는 단점을 가진다. 이러한 문제점에 대한 연구가 현재 진행 중에 있다.

참 고 문 헌

- [1] Stefan Mangold, Synghyun Choi, Peter May, Ole Klein, Guido Hiertz and Lothar Stibor, "IEEE 802.11e Wireless LAN for Quality of Service," in *Proc*
- [2] Duke Lee, Anuj Puri, Pravin Varaiya and Roberto Attias, "Wireless Token Ring Protocol for Ad-Hoc Network," *2002 IEEE AEROSPACE CONFERENCE*
- [3] Tadao Saito, Hitoshi Aida, Terumasa Aoki, Soichiro Hidaka, Tredej Toranawigtai and Akinori Hashimoto, "A Distributed Access Control Method for Wireless LANs in Shadowing Environments," *Electronics and Communications in Japan, Part 1, Vol.84, No.9,2001*
- [4] Mustafa Ergen, Duke Lee, Anuj Puri, Pravin Varaiya and Roberto Attias, "Wireless Token Ring Protocol," *SCI2002*