
ATM 액세스망을 위한 공유매체 접속 제어 프로토콜

- I 부 : DMR-II 프로토콜 구조 -

황민태*, 김장경*, 이정태**

Shared-medium Access Control Protocol for the ATM Access Network

- Part I : DMR-II Protocol Architecture -

Min-Tae Hwang*, Jang-Kyung Kim*, Jung-Tae Lee**

요약

본 논문에서는 다수의 ATM 액세스망 사용자를 위해 대역폭을 공유하면서도 동시성 트래픽과 비동시성 트래픽을 동시에 수용할 수 있도록 개발된 DMR-II (Dynamic Monitor Ring - II) 공유매체 접속 제어 프로토콜의 구조 및 동작 원리를 소개하고자 한다.

DMR-II 프로토콜은 슬롯 링형 구조를 사용하며, 비동시성 트래픽에 비해 동시성 트래픽을 우선적으로 전송한다. 동시성 트래픽은 슬롯 예약 기법을 이용하여 전송되며, 통신망의 수용 한계를 초과하는 경우 블럭킹 기법을 적용하여 동시성 트래픽의 지연시간 편차를 일정치 이내로 유지한다. 그리고, 비동시성 트래픽은 원도우 카운터 기법에 바탕을 둔 리셋 메커니즘을 통해 모든 노드에게 공평한 전송 기회를 제공한다.

Abstract

In this paper we propose a DMR-II shared-medium access control protocol which was developed for the ATM access network users to support isochronous and non-isochronous traffics simultaneously under the bandwidth sharing environment, and describe its architecture and operation principles.

The DMR-II protocol uses the slotted-ring topology, and gives the higher transmission priority to the isochronous traffic than the non-isochronous traffic. To support the isochronous traffic it uses the slot reservation mechanism,

* 한국전자통신연구원 표준시험연구팀

** 부산대학교 컴퓨터공학과 교수

접수일자 : 1998년 8월 20일

and maintains the delay variation of the isochronous traffic beyond the threshold value by using the blocking mechanism whenever the total user traffic overflows the network's bandwidth limitation. For the non-isochronous traffic the DMR-II protocol lets all the nodes to have fair transmission chances by using the reset mechanism based on the window counter scheme.

I. 서 론

앞으로는 음성, 데이터 및 비디오 정보를 모두 포함하는 멀티미디어 통신에 대한 사용자들의 요구가 날로 높아지고, 학교와 같은 근거리 통신망 환경에서는 회사의 및 그룹 회의 등과 같이 한 사용자의 정보가 다수에게 전달되는 방송형 서비스가 많아질 것으로 예상된다. 이러한 환경에서는 현재의 인터넷 통신망 환경과 같이 다수의 사용자가 하나의 전송 매체를 공유하는 형태의 통신망 구조가 바람직 하며 보다 경제적으로 망을 구성할 수가 있다[1~2]. 그러나 다수의 가입자가 동시에 정보를 보내고자 하는 경우에는 충돌이 발생될 수 있으므로 이를 해결하기 위한 공유매체 접속 제어 (Shared-medium Access Control) 프로토콜이 필요하다[3~4].

지금까지 개발된 대표적인 공유매체 접속 제어 프로토콜에는 FDDI-II (Fiber Distributed Data Interface II)[5~6], DQDB (Distributed Queue Dual Bus)[7~10] 및 ATMR (ATM Ring)[11~12] 프로토콜 등이 있다. 그러나 FDDI-II 프로토콜은 125 usec마다 한 프레임씩을 전달하는 방식이므로 53 바이트 단위의 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 셀을 사용하는 광대역 종합정보통신망과의 호환성이 문제가 있다. 반면, DQDB 프로토콜은 수신측 주소에 따라 보낼 버스를 선택해야 하므로 노드 번호 부여에 문제가 있고, 헤더에 가까이 위치한 노드에게 전송기회가 우선적으로 주어지므로 공평성 (Fairness)에 문제가 있다. 뿐만 아니라 셀을 제거하는 소거(Eraser) 노드를 사용하기 때문에 수신측 제거(Destination Release) 기법을 사용하는 다른 프로토콜에 비해 효율이 떨어지고 프로토콜이 복잡한 단점이 있다.

한편, ATMR 프로토콜은 제어 기법이 비교적 간단하고 다른 프로토콜에 비해 효율도 높은 편이다. 그러나, 자신이 보낸 셀을 구분하기 위해 BA(Busy

Address) 개념을 사용하기 때문에 통신망에 동시에 접속할 수 있는 노드 수에 제한이 따르며, 통신망내에 음성 트래픽과 같이 지연시간에 민감한 동시성 트래픽이 증가하면 이를 트래픽의 지연시간을 일정치 이내로 보장해 줄 수 없는 문제점이 발생된다.

본 논문에서는 기존의 공유매체 접속 제어 프로토콜들이 가지는 문제점을 해결하면서, 데이터 뿐만 아니라 음성과 같은 동시성 트래픽을 동시에 수용할 수 있도록 개발된 DMR-II 프로토콜[13]의 구조 및 동작 원리를 제시한다.

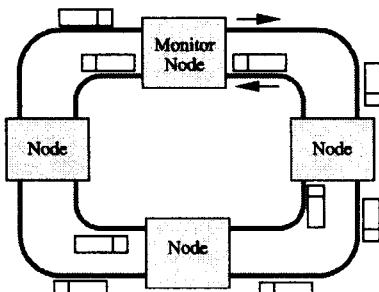
DMR-II 프로토콜은 기존의 DMR (Dynamic Monitor Ring) 프로토콜[14~15]이 갖는 동시성 트래픽 수용 문제를 개선한 것으로, 슬롯 링(Slotted Ring)형 구조를 가지며, 동시성 트래픽에 대해서는 슬롯 예약 방식을, 그리고 비동시성 트래픽에 대해서는 리셋 메커니즘[12]을 이용한 액세스 제어 기법을 사용하고 있다. 이 프로토콜은 주로 데이터 통신을 위한 근거리 통신망 (LAN: Local Area Network)과 음성 통신을 위한 사설 전화 교환망 (PABX: Private Automatic Branch eXchange) 기능을 통합한 환경에 사용하기 위하여 개발하였다.

본 논문의 구성을 살펴보면, 제2장에서는 DMR-II 프로토콜의 통신망 구조와 셀 구조를 간단히 기술하였고, 제3장에서는 DMR-II 프로토콜의 동시성 트래픽 수용 기법을 다루었다. 그리고 제4장에서는 DMR-II 프로토콜의 비동시성 트래픽 수용 기법을 다루었으며, 제5장에서는 DMR-II 프로토콜이 가진 부가적인 특성들을 소개하고, 마지막으로 제6장에서 결론을 맺었다.

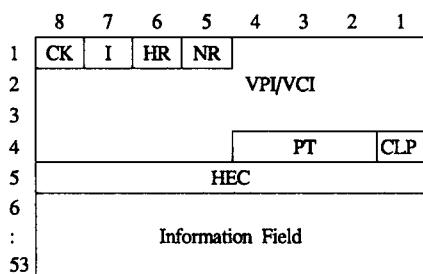
II. DMR-II 프로토콜 개요

DMR-II 프로토콜은 그림 1과 같이 전송 방향이 서로 반대인 두개의 슬롯 링으로 구성된다. 이러한 이중 링형 구조는 통신망의 고장시에 대비할 뿐만

아니라 수신 노드까지의 거리가 짧은 링을 선택하여 정보를 전달하도록 함으로써 통신망 사용 효율을 높일 수가 있다[16].



(a) 통신망 구조



(b) 셀 구조

그림 1. DMR-II 프로토콜의 통신망 구조와 셀 구조
Fig. 1 Topology and Cell Structure of the DMR-II Protocol

DMR-II 통신망에는 하나의 모니터 노드(Monitor Node)가 있어 통신망의 동작을 관리하며, 노드의 상태를 파악하여 각 노드에 전송 기회를 공평하게 제공하는 역할을 한다.

DMR-II 프로토콜에서 사용하는 ATM 셀의 구조는 그림 1의 (b)와 같으며, 셀의 흐름 제어 필드(GFC: Generic Flow Control) 필드를 이용하여 전송 매체의 액세스를 제어한다. 이 필드는 CK(Check) 비트, I(Isochronous) 비트, HR(High Reset) 비트 및 NR(Normal Reset) 비트로 구성된다.

CK 비트는 모니터 노드에서 항상 '1'로 세트(Set)하고, 송신할 정보를 가진 노드에서는 자신에게 보낼 정보가 있음을 알리기 위하여 '0'으로 리셋한다.

DMR-II 프로토콜은 서비스를 등시성 (Isochronous)

트래픽과 비등시성(Non-Isochronous) 트래픽으로 나누어 지원한다. 등시성 트래픽은 음성과 같이 일정 시간마다 정보가 전달되어야 할 트래픽을 의미한다. 그리고, 비등시성 트래픽은 데이터 트래픽과 같이 지연시간에 걸친 민감한 트래픽을 의미하며, 다시 우선순위가 높은 H 트래픽과 우선순위가 낮은 L 트래픽으로 나누어 우선순위 서비스를 지원한다. 그럼 1의 (b)에서 I 비트는 등시성 정보를 가진 노드에서 등시성 슬롯의 예약을 위해 사용한다.

ATMR 프로토콜과 같이 DMR-II 프로토콜의 각 노드에는 비등시성 트래픽의 공평성 제어를 위한 윈도우 카운터(Window Counter)가 있는데, HR 비트와 NR 비트는 이 윈도우 카운터 값을 초기화하는 리셋 셀(Reset Cell)을 표시하는데 이용된다. 그리고 DMR-II 프로토콜에서는 통신망 과부하시에도 등시성 트래픽의 지연시간을 보장하기 위하여 HR 및 NR 비트를 등시성 슬롯을 미리 예약하는 용도로도 사용하고 있다. 즉 이들 두 비트가 모두 '1'인 슬롯은 등시성 슬롯을 미리 확보하기 위한 슬롯을 나타낸다. HR 비트와 NR 비트의 기능은 표 1에 정의된 것과 같다.

표 1. HR 및 NR 비트의 기능

Table 1. Function of the HR and NR bits

HR	NR	Function
0	0	Normal
0	1	Normal Reset Cell
1	0	High Reset Cell
1	1	Isochronous Pre-Reservation Cell

한편 그림 1의 (b)에서 GFC 필드를 제외한 나머지 필드는 광대역 종합정보통신망의 사용자-망 인터페이스에서 사용되는 ATM 셀의 경우와 동일하다.

DMR-II 프로토콜의 기능은 ATM 계층과 마찬가지로 셀의 헤더 필드를 처리하는 기능을 담당하므로 광대역 종합정보통신망 프로토콜의 ATM 계층에 해당한다.

III. DMR-II 프로토콜의 등시성 트래픽 수용 기법

DMR-II 프로토콜은 양방향 이중 링형 구조를 가

지나 단일 링만으로도 동작이 가능하고 각 링은 서로 독립적으로 동작한다. 따라서 DMR-II 프로토콜의 동시성 트래픽을 위한 기본 동작 원리는 단일 링에 대해서만 소개한다.

음성과 같은 동시성 트래픽은 주기적으로 발생되므로 일정 시간마다 전달되어야 하는 트래픽이다. 기존의 프로토콜에서 이러한 동시성 트래픽을 수용하는 방법은 크게 동기식 대역할당 방법과 비동기식 대역할당 방법으로 나눌 수 있다.

동기식 대역할당 방식은 동시성 노드에게 주기적으로 고정된 채널(Channel)을 할당하는 방법이다. 보통 AAL1 프레임의 47바이트 정보 필드에 담길 음성 샘플이 만들어지는 5.875 msec 단위로 프레임을 구성하거나 한 바이트의 음성 샘플이 만들어지는 125 usec 단위로 프레임을 구성한 다음, 각 프레임을 셀 단위 혹은 바이트 단위의 채널로 구분하여 이를 할당하는 방법을 말한다[17]. 이러한 동기식 대역할당 방식은 고정된 채널을 할당하기 때문에 동시성 트래픽의 지연시간 편차가 발생하지 않는다는 장점이 있지만, 모든 노드가 채널 할당 상태를 유지해야 하고, 채널 관리 노드가 있어 채널의 할당 및 반환 상태를 관리해야 한다. 특히 슬롯 링형 구조를 사용하는 프로토콜에서는 이와 같은 동기식 대역할당 방법을 사용하는 경우 많은 문제점이 발생한다. 즉 링의 크기에 따라 여러개의 프레임이 동시에 링에 존재하거나 하나의 프레임이 링에 여러번 중첩되는 경우가 발생하므로 고정된 슬롯을 할당하려면 프로토콜이 아주 복잡해진다. 또한 모든 노드가 전체 프레임의 슬롯 할당 상태를 기억하거나, 슬롯을 할당받은 노드를 파악해야 하는 어려움도 발생한다.

비동기식 대역할당 방식은 고정된 채널을 할당하는 것이 아니라 동시성 트래픽의 전송에 우선권을 주어 지연시간이 일정치 이내가 되도록 보장해주는 방법을 말한다[18]. 이러한 방법은 동기식 대역할당 방식에 비해 비교적 간단히 구현할 수 있으나, 통신망의 과부하시에는 동시성 트래픽의 지연시간 편차가 발생될 수 있다. 따라서 수신측에서는 지연시간 편차를 보상해 주는 별도의 기법이 마련되어야 한다.

DMR-II 프로토콜은 비동기식 대역할당 방법을 사용하면서도 동시성 트래픽의 지연시간 편차를 일정치 이내로 보장해줄 수 있도록 슬롯 예약 기법

(Slot Reservation Mechanism)과 블럭킹 기법(Blocking Mechanism)을 사용하고 있다.

1. 슬롯 예약 기법

DMR-II 프로토콜에서 동시성 트래픽은 비등시성 트래픽에 우선하여 전송되며 반드시 슬롯 예약 단계를 거친 다음 전송된다. 그림 2는 동시성 트래픽 전송을 위한 동시성 노드의 상태 변환 과정을 보여주고 있다.

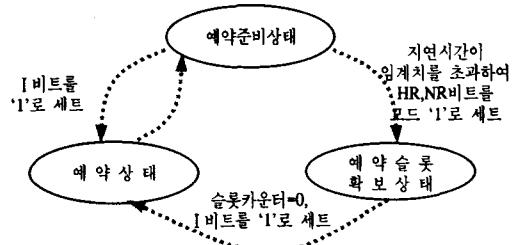


그림 2. 동시성 노드의 상태 변환

Fig. 2 State Transition of the Isochronous Node

동시성 셀이 발생된 노드는 먼저 예약 준비상태가 되며, I 비트가 '0'인 슬롯을 기다리게 된다. 만약 I 비트가 '0'인 슬롯을 만나면 이를 '1'로 세트하여 내보내고 자신은 슬롯 카운터(Slot Counter)를 초기화한 다음 예약 상태의 노드가 된다. 예약 상태의 노드는 자신이 예약한 슬롯이 링을 한바퀴 돌아오면 이 슬롯을 사용하여 동시성 트래픽을 전송한다. 슬롯 카운터는 자신이 예약한 슬롯이 링을 한바퀴 돌아 다시 자신에게 도착했음을 알기 위해 사용되며, 통신망 상에 동시에 존재하는 물리적 슬롯 개수를 초기값으로 가진다. 여기서 한 슬롯은 ATM 셀의 크기와 동일하다.

예약 상태의 노드는 슬롯이 하나씩 지날때마다 슬롯 카운터를 하나씩 감소시키며, 이 값이 0이 되는 순간에 도착하는 슬롯은 자신이 예약한 슬롯이므로 동시성 정보를 보내게 된다. 이때 I 비트를 '0'으로 바꾸어 다른 노드에서 사용할 수 있도록 한다.

이 방식은 슬롯을 예약한 노드에게 링을 한바퀴 돋우에는 반드시 빈 슬롯을 제공하게 된다. 그 이유는 예약 준비 상태에서 I 비트를 '1'로 세트할 때 이미 다른 노드의 정보가 담겨있을지라도 링을 한

바꿔 도는 동안에 이 정보는 수신 노드에서 제거되며, 이 수신 노드에서부터 슬롯 예약 노드까지는 I 비트가 '1'인 경우이므로 다른 노드에서 이 슬롯을 사용할 수가 없기 때문이다.

통신망에 부하가 증가하면 동시성 슬롯의 예약을 위해 기다리는 시간(I 비트가 '0'인 슬롯을 기다리는 시간)이 길어지게 된다. 따라서 이러한 지연시간이 임계치를 초과하게 된 노드는 지나는 슬롯의 I 비트가 '1'일지라도 HR, NR 비트를 '11'로 세트하고 슬롯 카운터를 초기화한 다음 자신은 예약슬롯 확보상태로 전이한다.

예약슬롯 확보상태에 있는 노드는 도착하는 슬롯에 대해 슬롯 카운터를 감소시키다가 그 값이 0이 되면 해당 슬롯의 I 비트를 '1'로 세트하고 예약 상태로 전이한다. DMR-II 프로토콜에서 동시성 노드는 도착한 슬롯의 HR, NR 비트가 '11'이면 I 비트가 '0'일 지라도 예약할 수 없도록 하여 예약슬롯 확보상태의 노드에게 슬롯의 예약 기회를 주게 된다.

그림 3은 DMR-II 프로토콜에서 동시성 셀을 전송하기 위한 전체 흐름도이다.

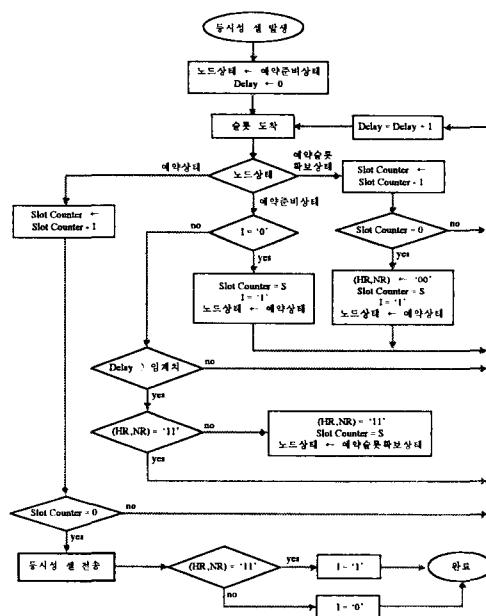


그림 3. 동시성 셀의 전송을 위한 각 노드의 동작 원리
Fig. 3 Operation Principle for the Isochronous Cell Transmission

2. 블럭킹 기법

통신망이 수용할 수 있는 대역폭 이상의 트래픽이 통신망에 유입될 경우 이미 통신중인 동시성 트래픽의 지연 시간에 영향을 미치게 된다. 따라서 DMR-II 프로토콜에서는 동시성 트래픽의 연결 설정시에 블럭킹 기법을 적용하여 통신망의 과부하 현상을 막고 있다.

DMR-II 프로토콜은 동시성 트래픽에 대해 연결형 (Connection Oriented) 서비스를 제공한다. 따라서 DMR-II 프로토콜에서 동시성 트래픽을 전송하고자 하는 노드는 연결 설정을 위해 I 비트가 '0'인 슬롯을 기다린다. 만약 I 비트가 '0'인 슬롯을 만나 이를 예약하기 까지의 지연시간이 임계치를 초과하지 않는 경우에만 연결 설정이 이루어지고, 초과한 경우에는 블럭킹되어 연결 설정을 포기하게 된다. 이러한 블럭킹 기법은 동시성 트래픽에 대한 연결 설정을 통신망이 수용 가능한 범위에서 일어나도록 보장한다.

그림 4는 DMR-II 프로토콜에서 동시성 트래픽 전달을 위한 연결 설정 과정을 보여주고 있다.

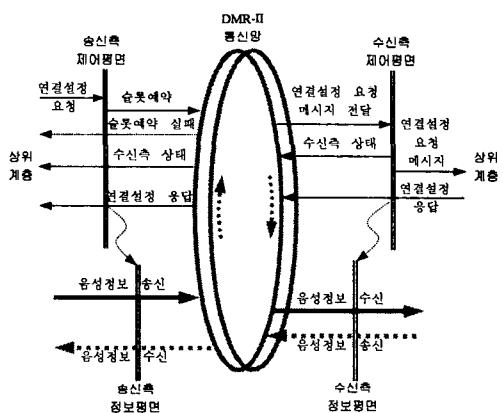


그림 4. 동시성 트래픽의 전송을 위한 연결 설정 과정
 Fig. 4 Call Setup Procedure for the Isochronous Traffic Transmission

DMR-II 프로토콜에서 연결 설정은 광대역 종합 정보통신망 프로토콜과 마찬가지로 제어 평면에서 담당하고, 연결 설정이 일어난 후에는 정보 평면을 통해 사용자 정보를 전달한다. 이러한 연결 설정 과

정은 공중 전화망을 통한 연결 설정 과정과 비슷하며, 각 단계별 기능은 다음과 같다.

먼저, 사용자의 연결 설정 요구가 있으면 제어 평면에서는 I 비트의 예약을 시도하고, 예약이 되면 수신측 주소를 담은 연결 설정 메시지를 수신측에 전달한 후 상위 계층으로는 연결 설정이 진행 중임을 나타내는 신호를 전달한다. 그러나 허용 시간 동안 I 비트의 예약이 안되면 연결 설정 요구를 블럭킹시킨다.

송신측의 연결 설정 요구를 받은 수신측 제어 평면은 이미 다른 노드와의 연결이 이루어진 상태이면 Busy 정보를 송신측 노드로 전달하고, 그렇지 않으면 상위 계층으로 수신한 연결 설정 요구 신호를 전달한다.

상위 계층의 응답 신호를 받은 수신측 제어 평면은 응답 신호를 송신측으로 전달하고, 정보 평면으로 제어 신호를 보내어 활성화시킨다. 그리고, 수신 노드의 응답 신호를 받은 송신측 제어 평면은 이 신호를 상위 계층으로 전달하고, 정보 평면으로 제어 신호를 전달하여 활성화시킨다.

이러한 연결 설정 과정에서 블럭킹 기법에 적용되어야 할 임계치는 수용한 등시성 트래픽의 양이 통신망의 수용 한계를 넘지 않도록 적절한 값으로 설정되어야 한다. 따라서 임계치 이내에 슬롯을 예약할 수 있어 블럭킹되지 않은 노드는 통신망내 트래픽이 수용 가능한 대역폭 이내로 유지되기 때문에 이후 주기적으로 도착하는 등시성 셀의 전송을 위해 기다리는 지연시간의 편차는 일정치 이내로 보장받을 수 있게 된다.

한편, 등시성 트래픽의 연결 해제는 기존의 고정 채널 할당 방식에서 사용하는 복잡한 연결 해제 기법과는 달리 등시성 정보의 전송이 끝나 더 이상 보낼 트래픽이 없는 경우에 연결 해제 요구 신호를 보낸 후 I 비트를 예약하지 않음으로써 자동적으로 연결 해제가 일어나게 된다.

IV. DMR-II 프로토콜의 비등시성 트래픽 수용 기법

DMR-II 통신 망의 모니터 노드는 비등시성 트래픽의 수용을 위해 그림 5의 (a)에 제시된 바와 같이 자신을 지나는 모든 슬롯의 CK 비트를 '1'로 세트한다.

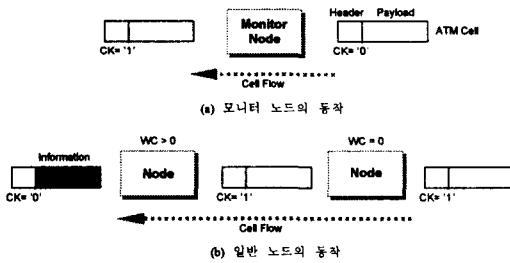


그림 5. 비등시성 트래픽을 위한 노드의 동작 원리
Fig. 5 Operation Principle of the Nodes for the Non-isochronous Traffic

그리고 일반 노드는 그림 5의 (b)와 같이 현재 자신에게 보낼 정보가 있고 윈도우 카운터가 0보다 큰 경우에는 지나는 모든 슬롯의 CK 비트를 '0'으로 자신에게 보낼 정보가 있음을 알린다. 이와 동시에 빈 슬롯이면 하나의 셀을 전송하고, 이미 사용중인 슬롯이면 다음의 빈 슬롯을 대기한다. 여기서 빈 슬롯은 VPI/VCI 주소 필드값이 0인 슬롯을 의미하며, 수신 노드는 자신에게 보내온 셀을 제거하고 빈 슬롯으로 만든다. 반면 일반 노드는 보낼 정보가 없거나 윈도우 카운터가 0이면 CK 비트에 대한 조작없이 셀을 그대로 다음 노드로 전달한다.

DMR-II 프로토콜은 윈도우 카운터를 이용하여 모든 노드에게 공평한 액세스 기회를 제공한다. 모든 노드는 하나의 셀을 보낼 때마다 윈도우 카운터를 하나씩 감소시킨다. 그러다가 윈도우 카운터가 0이 되면, 해당 노드는 보낼 정보가 있더라도 보낼 수 없는 대기 상태가 된다. 대기 상태의 노드는 윈도우 카운터가 초기 값으로 바뀔 때까지 기다려야 한다. 윈도우 카운터는 리셋 셀을 수신하였을 때 초기값으로 재설정된다.

모니터 노드는 CK 비트가 '1'인 셀을 수신하게 되면 링 상의 모든 노드가 보낼 정보가 없거나 윈도우 카운터가 0인 상태임을 알게되고, 이때 그림 6과 같이 NR 비트를 '1'로 설정하여 Normal 리셋 셀을 발생시킨다. Normal 리셋 셀을 수신한 노드는 윈도우 카운터 값을 다시 초기값으로 설정하고 정보를 전송할 수 있는 활성 상태로 전이된다.

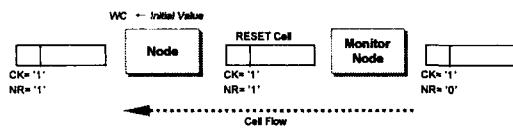


그림 6. 리셋 셀의 발생 과정

Fig. 6 Reset Cell Generation Procedure

DMR-II 프로토콜의 각 노드는 비등시성 트래픽의 전송시 우선순위를 지원하기 위해 그림 7과 같이 Normal과 High의 두가지 상태를 가진다. Normal 상태의 노드는 H 트래픽(우선순위가 높은 트래픽)과 L 트래픽(우선순위가 낮은 트래픽)을 모두 전송할 수 있으며, High 상태의 노드는 H 트래픽만 전송할 수 있다.

Normal 상태는 통신망 내에 트래픽 부하가 적은 경우이며, 링 상에 빈 슬롯의 수가 많으므로 H 트래픽의 지연시간을 보장하면서도 H 트래픽과 L 트래픽을 모두 원도우 카운터 값만큼 전송할 수가 있다. 그리고 모니터 노드에 의해 Normal 리셋 셀이 발생되고 이를 수신한 노드는 H 트래픽의 원도우 카운터(W_H)와 L 트래픽의 원도우 카운터(W_L)를 다시 초기화하여 정보를 계속해서 전송할 수가 있다.

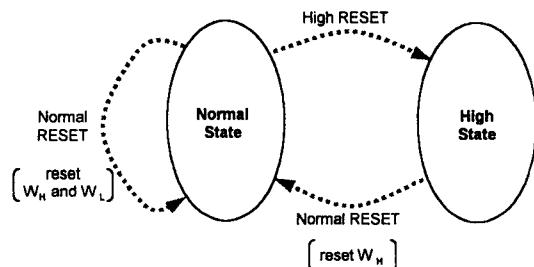


그림 7. 비등시성 노드의 상태 변환

Fig. 7 State Transition of the Non-Isochronous Node

그러나 망내에 트래픽이 많은 경우에는 빈 슬롯을 오랫동안 수신하지 못하여 H 트래픽의 지연시간이 보내야 하는 임계 시간(Threshold Time)을 초과하는 경우가 발생될 수 있다. 이때 해당 노드는 지나가는 슬롯이 등시성 노드에 의해 예약되지 않은 경우 HR 비트를 '1'로 세트하여 High 리셋 셀을 발생시킨다. High 리셋 셀을 수신한 노드는 모두

High 상태가 되며, 각 노드의 H 트래픽에 대한 공평성을 유지하도록 남아있는 원도우 카운터 만큼의 H 트래픽을 전송할 수 있다. 따라서 High 상태에서는 L 트래픽의 전송이 억제되므로 H 트래픽의 지연시간을 줄일 수 있다.

High 상태의 모든 노드가 H 트래픽을 원도우 카운터만큼 전송하고 나면 모니터 노드는 Normal 리셋 셀을 생성하게 되고, 이를 수신한 모든 노드는 H 트래픽의 원도우 카운터를 초기화한 다음 Normal 상태가 된다. 이때 Normal 상태에서 High 상태로 전환시 남아있던 L 트래픽의 원도우 카운터값을 그대로 유지하는 것은 L 트래픽에 대한 공평성을 유지하기 위해서이다.

V. DMR-II 프로토콜의 특성

지금까지는 DMR-II 프로토콜의 동작에서 단일 링에 대한 동작 원리를 살펴보았다. 이중 링을 고려하는 경우에도 수신 노드의 위치에 따라 어느 링을 선택할 것인지를 결정하는 기능만 추가될 뿐이며, 나머지 기능에 대해서는 단일 링에서의 경우와 동일하다.

DMR-II 프로토콜에서 어느 링을 선택하여 정보를 보낼 것인가는 연결 설정시에 결정하게 된다. 이 때 링을 선택하는 방법은 다음 두가지 방법을 생각할 수 있다.

- 수신 노드가 가까운 링을 선택하여 연결 설정을 시도하고 임계치 이내에 연결 설정이 불가능하면 반대쪽 링에 대해서 시도하는 방법
- 두 링에 대해 동시에 연결 설정을 시도하고서 임계치 이내에서 먼저 연결 설정이 가능한 링을 선택하는 방법

여기서 전자의 방법은 전파 지연을 줄일 수가 있지만 노드의 위치를 기억해야 하고 연결 설정이 길어질 수 있는 단점이 있다. 그리고 후자의 방법은 빠른 연결 설정이 이루어지지만 전파 지연이 긴 링이 선택될 수도 있다. 그러나 후자의 방법은 각 노드의 위치를 기억하지 않아도 되므로 DMR-II 프로토콜에서는 후자의 방법을 사용하여 링을 선택하도록 고려한다.

지금까지 소개한 등시성 트래픽과 비등시성 트래픽 전송을 위한 기능 이외에도 DMR-II 프로토콜은

다음과 같은 특징을 갖고 있다.

1. 예약된 슬롯을 이용한 양방향 통신

DMR-II 프로토콜에서 등시성 트래픽의 전송을 위해 연결이 설정된 두 노드간에는 하나의 슬롯을 이용하여 양방향 통신을 할 수 있다. 즉 송신 노드에서 등시성 슬롯을 예약하여 전달하면 수신 노드에서는 별도의 슬롯을 예약하지 않고 수신한 슬롯에 응답 정보를 담아 전달할 수 있다. 그 이유는 송신 노드에서 등시성 정보를 싣고 I 비트를 '0'으로 바꾼 슬롯을 다른 등시성 노드가 사용하기 위해서는 먼저 예약 단계를 거치게 되므로, 수신 노드에서 송신 노드로의 응답을 실어 보낸다 할지라도 다른 노드의 동작에 영향을 미치지 않기 때문이다. 이러한 DMR-II 프로토콜의 통신 방법은 송수신 채널을 별도로 고정 할당하는 기존의 다른 프로토콜에 비해 두배에 가까운 효율을 얻을 수 있다.

2. 모니터 노드의 고장시 대비

DMR-II 프로토콜의 모니터 노드는 비등시성 트래픽의 전송을 위해 지나는 모든 슬롯의 CK 비트를 '1'로 세트하는 기능을 수행한다. 그리고 CK 비트가 '1'인 슬롯을 수신하는 경우 각 노드의 비등시성 트래픽의 원도우 카운터를 초기화하기 위한 Normal 리셋셀을 발생시킨다. 따라서 모니터 노드의 기능이 중요하므로 이의 고장시 통신망의 동작에 큰 영향을 미친다. 그러나 DMR-II 프로토콜은 모니터 노드의 다음 노드가 언제나 CK 비트가 '1'인 슬롯을 받는다는 특성을 이용하면 이러한 문제를 쉽게 해결할 수 있다.

통신망의 초기화시에 모니터 노드 바로 다음에 위치한 노드를 예비 모니터 노드로 지정하여 모니터 노드에 고장이 발생할 경우를 대비할 수 있다. 예비 모니터 노드에게는 모니터 노드가 항상 CK 비트를 '1'로 세트하여 보내므로, 만약 CK 비트가 '0'인 슬롯을 연속으로 n개(임의의 수) 받게 되면 모니터 노드의 고장으로 판단하고 자신이 모니터 노드가 되어 모니터 기능을 수행하면 된다.

이때 전송 오류로 인해 CK 비트가 '0'으로 바뀐 경우를 모니터 노드의 고장으로 인식하면 곤란하므

로 신뢰성 보장을 위해서는 n의 값을 1보다 큰 값으로 설정하면 된다.

3. 고아셀의 제거 기능

기존의 슬롯 링형 프로토콜은 대부분 고아셀을 제거하기 위해 슬롯의 헤더에 MT(Monitor) 비트를 별도로 두고 있다[11~12]. 즉 모니터 노드는 정보가 담긴 슬롯의 MT 비트를 '1'로 세트하여 보내고, 수신 노드에서는 제대로 수신한 경우 이를 '0'으로 바꾸게 된다. 만약 수신 노드에 고장이 발생하는 경우에는 MT 비트가 '1'인 상태로 모니터 노드에 도착하므로 이 셀의 정보를 제거하면 된다.

그러나 DMR-II 프로토콜은 다른 슬롯 링형 프로토콜과는 달리 고아셀이 저절로 제거되는 특징이 있다. DMR-II 프로토콜에서는 등시성 트래픽의 전송을 위해 I 비트를 사용하여 예약하므로, 고아셀이 발생하더라도 링 상에 등시성 트래픽을 보내는 노드가 존재하기만 하면 고아셀의 I 비트를 '1'로 세트하여 사용하게 되므로 자연스럽게 제거된다.

4. 방송 기능

DMR-II 프로토콜은 슬롯 링형 프로토콜이므로 비디오와 같은 방송형 정보를 쉽게 수용할 수가 있다. 방송형 정보를 가진 노드는 셀의 주소 필드에 방송용 주소를 담아 전송하면 모든 노드가 수신하게 되고, 링을 한바퀴 돋 뒤에 송신 노드는 이를 제거함으로써 방송 기능을 제공할 수 있다. 방송 노드는 셀을 내보내고 난 뒤에 방송용 슬롯 카운터를 동작시키며, 이후 슬롯이 도착할 때마다 슬롯 카운터를 하나씩 감소시켜 0이 되는 순간에 도착한 슬롯이 자신이 정보를 담아 보낸 방송용 슬롯이므로 이를 제거한다.

5. 비디오 트래픽 전송 기능

비디오 트래픽은 일반적으로 음성 트래픽보다 넓은 대역폭을 필요로 한다. 비디오 트래픽도 음성 트래픽과 마찬가지로 셀이 도착할 때마다 슬롯을 예약하는 방식을 사용할 수 있지만, 슬롯 예약시 통신망의 트래픽 상황이 현저히 달라져서 큰 지연 편차를 발생시킬 수 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하

기 위해 DMR-II 프로토콜은 고정 슬롯 할당 기법을 제공하고 있다.

고정 슬롯 할당 기법은 슬롯 예약 기법과 마찬가지 방법으로 슬롯을 예약하지만 자신이 사용한 슬롯을 반환하지 않고 I 비트가 '1'인 상태로 유지하며(이때 HR, NR 비트도 '11'로 유지함), 슬롯 카운터만 다시 초기화하여 계속 사용하도록 하는 방법이다. 이 기법을 사용하면 고정된 대역폭을 비디오 노드에 제공할 수가 있다. 이 기법은 다른 프로토콜에서 고정 채널을 할당하는 기법에 비해 아주 간단한 특징이 갖는다. 만약 더 넓은 대역폭을 필요로 하는 경우에는 한개 이상의 슬롯을 확보하여 전달하도록 함으로써 다양한 속도의 비디오 트래픽을 수용할 수가 있다. 통신망 속도가 155.520 Mbps이고 통신망 크기가 10 Km인 경우 한개의 슬롯만 고정 할당하면 약 10 Mbps의 대역폭을 제공할 수 있으므로, 앞으로 근거리 통신망 환경에서 요구되는 대부분의 비디오 서비스를 수용할 수 있을 것이다.

한편 슬롯 예약 기법과 고정 슬롯 할당 기법을 동적으로 적용한다면 DMR-II 프로토콜에서 보다 다양한 종류의 트래픽을 수용할 수 있다. 즉 연결 설정후 초기 동작 모드로서 슬롯 예약 기법을 사용하며, 만약 이전 셀이 전송되기 전에 다음 셀이 도착하는 경우에는 트래픽 발생 주기가 빠른 경우이므로 이후 고정 슬롯 할당 기법으로 동작한다. 그리고 다음 셀이 도착한 경우 이전 셀이 이미 전송된 경우이면 그 반대의 경우이므로 슬롯 예약 기법으로 동작하도록 하는 것이다. 이러한 방법을 사용하면 앞서 언급한 음성이나 항등 비트율(Constant Bit Rate, CBR)의 비디오 트래픽도 수용할 수 있을 뿐만 아니라 다양한 속도로 발생되는 가변 비트율(Variable Bit Rate, VBR)의 비디오 트래픽도 수용할 수 있을 것이다.

VI. 결 론

본 논문에서 제시하는 DMR-II 프로토콜은 데이터 통신을 위한 근거리 통신망과 음성 통신을 위한 사설 전화 교환망의 기능을 통합한 통신망 환경에 적용하기 위해 개발된 프로토콜이다. 이 프로토콜은 등시성 트래픽에 대해서는 슬롯 예약 기법과 블럭킹 기법을 통해 지연시간 편차를 일정치 이내로 유

지시켜주며, 비등시성 트래픽에 대해서는 원도우 카운터 기법에 바탕을 둔 리셋 메카니즘을 통해 모든 노드에게 공평한 전송기회를 제공하고 있다.

DMR-II 프로토콜은 기존 프로토콜에 비해 동작 원리가 비교적 간단하므로 음성과 데이터 서비스를 위주로 하는 ATM 기반의 액세스망 환경에서 아주 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

본 논문은 DMR-II 프로토콜의 구조 및 동작 원리를 소개한 제 I 부이며, 제 II부에서는 이러한 특성을 가진 DMR-II 프로토콜을 ATM 액세스망 환경에 이용하는 경우를 고려하여 시뮬레이션과 해석적 방법을 통해 지연시간, 지연시간 편차, 그리고 통신망의 사용 효율 특성을 분석하고자 한다.

참고문헌

- [1] W. Denzel, et al. "Shared-Medium-Based Subscriber Ring Access to ATM Networks," Proceedings of ISS'95, Berlin, Germany, Vol. 1, pp 452 ~ 456, April 1995.
- [2] A. Bondavalli and L. Strigini, "DSDR: A Fair and Efficient Access Protocol for Ring-Topology MANs," IEEE Infocom'91, pp. 1022~1030, 1991.
- [3] 안일영, 박성환, "멀티미디어 ATM LAN Architecture," 한국통신학회지, 제 11권, 제 10 호, pp 895 ~ 906, Oct. 1994.
- [4] M. Skov, "Implementation of Physical and Media Access Protocols for High Speed Networks," IEEE Comm. Magazine, pp 45~53, June 1989.
- [5] E. Ross and R. Hamstra, "FDDI - A LAN Among MANs," Computer Communication Review, Vol. 20, No. 3, pp 16 ~ 31, Feb. 1990.
- [6] M. Tangeman and K. Sauer, "Performance Analysis of the Timed Token Protocol of FDDI and FDDI-II," IEEE Journal of Selected Areas in Communication, Vol. 9, No. 2, Feb. 1991.
- [7] IEEE 802.6 Working Group Editor, "Project 802 - Local & Metropolitan Area Network," Feb. 1990.
- [8] C. Yuang and H. T. Chang, "A Fair and Fast

- Protocol for DQDB Metropolitan Area Networks," Proceedings of IEEE Infocom'91, Bal Harbour, USA, pp 535 ~ 543, 1991.
- [9] H. Santoso, et al., "Protocol Evolution and Performance Analysis of the IEEE 802.6 DQDB MAN," Proceedings of EFOC/LAN90, Boston, USA, pp 226~230, 1990.
- [10] C. Yuang and H. T. Chang, "A Fair and Fast Protocol for DQDB Metropolitan Area Networks," Proceedings of IEEE Infocom'91, Bal Harbour, USA, pp 535~543, 1991.
- [11] Japanese National Body, "Functional Requirements for High-speed Private Integrated Services Networks based on Shared-medium Access Technology, and Study Items for Standardization," Sept. 1990.
- [12] K. Imai, "ATMR: Ring Architecture for Broadband Networks," Proceedings of GLOBECOM '90 San Francisco, USA, pp 1734 ~ 1738, June 1990.
- [13] 황민태, 이정태, "음성/데이터 통합서비스용 DMR-II 프로토콜의 설계 및 구현," 한국정보과학회 논문지(C), Vol. 1, No. 1, pp 88~100, 1995.
- [14] J. M. Kim and J. T. Lee, "The Design and Performance Simulation of the Dynamic Monitor Ring Protocol," Proceedings of JC-CNSS, Hotkaido, Japan, pp 113 ~ 118, June 1993.
- [15] M. T. Hwang, I. H. Yoon and J. T. Lee, "Performance Analysis of MAC protocols for the very high speed networks," Proceedings of APCC'93, Taejon, Korea, pp 41 ~ 45, Oct. 1993.
- [16] C. W. Son and J. S. Nam, "A Starvation Resolution Algorithm for Dual Ring Network," Proceedings of APCC'95, Osaka, Japan, pp 637~641, 1995.
- [17] M. Zukerman, "Bandwidth Allocation for Bursty Isochronous Traffic in a Hybrid Switching System," IEEE Trans. on Communication, Vol. 37, No. 12, pp 1367 ~1371, Dec. 1989.
- [18] S. Li and E. Zarki, "Dynamic Bandwidth Allocation on a Slotted Ring with Integrated Services," IEEE Trans. on Communications, Vol. 36, No. 7, July 1988.



황 민 태(Min-Tae Hwang)
1990년 부산대학교 전자계산기
공학과(학사)
1992년 부산대학교 컴퓨터공학과
(공학석사)
1996년 부산대학교 컴퓨터공학과
(공학박사)

1996년~현재 한국전자통신연구원 표준시험연구팀
선임연구원
관심분야: 고속통신망 프로토콜 표준 및 상호운용성 시
험, 댁내 통신망 프로토콜, ATM 프로토콜



김 장 경(Jang-Kyung Kim)
1980년 연세대학교 전자공학과(학사)
1989년 Iowa State Univ. Computer
Engineering (M.S.)
1992년 Iowa State Univ. Computer
Engineering (Ph.D.)

1980년~1986년 국방과학연구소 연구원
1994년~1995년 미국 Univ. of Maryland 파견 국제
공동연구 수행
1992년~현재 한국전자통신연구원 표준시험연구팀
팀장/책임연구원
관심분야: 고속통신망 프로토콜 표준, 댁내 통신망
프로토콜, 고성능 시스템 구조, 컴퓨터
통신 프로토콜 상호운용성 시험



이 정 태(Jung-Tae Lee)
1976년 부산대학교 전자공학과
(학사)
1983년 서울대학교 컴퓨터공학
과(석사)
1988년 서울대학교 컴퓨터공학
과(박사)

1976년~1984년 한국전자통신연구소 선임연구원
1985년~1988년 동아대학교 전산공학과 조교수
1988년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 교수
1992년~1993년 일본 NTT 연구소 초빙연구원
관심분야: 고속통신망 프로토콜, 하드웨어 기반 TCP/IP
프로토콜, ATM 프로토콜