

고속 분산 멀티미디어 서비스를 위한 공유매체 접속제어 프로토콜의 성능분석 및 집적회로 구현 (I부:HCR 프로토콜 구조 및 성능 분석)

正會員 康 先 武*, 李 鍾 秘**, 宋 昊 俊**, 金 大 榮***

A Performance Study and IC Implementation of High-speed Distributed-Multimedia Shared Medium Access Control Protocol(Part I: HCR Protocol Structure and Performance)

Sun-Moo Kang*, Jong-Pil Lee**, Ho-Jun Song**, Dae-Young Kim*** *Regular Members*

요 약

본 논문은 분산된 가입자택내 ATM 망 및 소규모 사업장 ATM 망의 고속 멀티미디어 서비스응용에 적용하기 위한 공유매체 접속 프로토콜의 구조와 프로토콜의 성능 분석 및 집적회로 구현에 관한 것으로서 본 논문은 전체 내용중 프로토콜 및 망 구조에 따른 성능분석에 관하여 다룬 제 I 부이다. 여기서 제안한 프로토콜은 전체 가입자택내망이나 소규모 사업장의 망을 구성하고 있는 노드간에 서로 다른 성격의 다양한 멀티미디어 데이터에 대하여 망 전체의 공정성 및 노드와 노드 사이의 국부 공정성을 효율적으로 보장하도록 하였다. 향후 B-ISDN 망에서 수용할 다양한 트래픽을 고려하여 각 트래픽별 특성에 따라 적합한 처리 절차를 적용하여 실시간 멀티미디어 서비스를 수용할 수 있도록 하였다. 제안된 프로토콜의 성능분석 결과 기존의 프로토콜과 비교하여 우수한 성능을 보이고 있음을 알 수 있다.

ABSTRACT

This paper proposes a shared medium access control protocol for high-speed multimedia services of distributed subscriber home and small-sized business ATM networks. This protocol offers not only global fairness for the whole network at the same time, but also local fairness for different priority traffics on each node. Considering that

* 한국전자통신연구원 선임연구원

** 충남대학교 전자공학과

*** ISO/IEC1/SC6/WG4 ECTS, Editor

論文番號: 97220-0630

接受日字: 1997年 6月 30日

the future B-ISDN service is a mixture of real and non-real time traffic data, this protocol is designed to accommodate the real time service, by controlling the priority of the real and non-real time data. The simulation results show that the proposed protocol has better performance than the other protocols.

I. 서 론

최근에 소규모 사무실이나 각 가정내의 ATM 가입자 망에 대한 연구와 표준화가 활발히 진행 중이다 [1]. 적은 규모의 사무실이나 각 가정의 일반 사용자에게는 경제적으로 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 ATM 가입자망 구성이 필요하다. 고속 공유매체 접속 프로토콜은 이러한 망의 경제적인 측면에서 매우 유리하다. 그 이유로는 각 가정이나 소규모 사무실에서는 높은 대역폭을 갖는 링크를 공유하여 여러 서비스를 수용하는 것이 가능하므로 여러 종류의 단말기들을 한 매체를 공유하여 망을 구성함으로써 스위치의 규모나 스위치의 수를 줄이고 스위치 내의 포트 사용도를 높일 수 있다. 현재까지는 단일링, 이중링, 이중버스구조 등, 망 구성을 위한 여러 프로토콜이 제안되었다. 이런 구조 중에서 단일링 구조가 간단하면서도 경제적으로 쉬운 망 구성을 할 수 있음이 발표되었다 [2], [3]. 이런 공유매체 환경에서는 망 전체의 각 노드간의 공정성과 각 노드 내의 서로 특성이 다른 트래픽간의 우선 순위 부여 및 처리 기능을 제공하는 것이 매우 중요하다.

공유매체 접속 프로토콜에서는 망의 각 노드간의 공정성 문제와 접속 제어를 수행하기 위한 부하가 문제로 인식되고 있다. 가정이나 소규모 사무실 환경에서는 여러 단말이 넓은 대역의 링크를 공유하게 되므로 이런 경우에 각 단말기들 사이에 공정성 유지와 실시간 서비스와 비실시간 서비스 사이의 우선 순위 제어 문제가 대두되게 된다.

현재까지 공유매체 LAN/MAN에 적용할 수 있는 많은 종류의 프로토콜이 발표되었으며 이런 매체접속 프로토콜에서의 관심은 접속 제어를 하기 위한 부하와 망 내의 노드 사이 공정성 보장 여부에 있다. 가정이나 소규모 사무실에서는 여러 단말들이 매체를 공유한다. 슬롯링 프로토콜은 비교적 균일한 부하 조건에서는 망 내의 각 단말에 공정한 대역을 효과적으로 할당하기에 적합한 프로토콜이다 [4]. 그러나 고속 멀티미디어 통신에서의 서비스는 다양한 미디어와

항등, 실시간 비트율 서비스, 가변, 비실시간, 높은 버스트 특성 등 다양한 속도의 서비스로 구성되며 또한 트래픽 부하가 균일하게 분포하지 않는 특성이 있다. 이는 어느 한 단말이 가용한 대역폭을 완전히 점유할 수 있는 가능성을 배제할 수 없음을 의미한다. 이런 문제를 해결하기 위하여 사이클 개념이 도입되었다. 이는 각 단말에 미리 쿼타, 즉 대역폭을 어느 크기만큼 미리 설정하여 놓거나 이를 동적으로 할당할 수 있도록 하여 전송 데이터 양을 제한하는 방법이다. 쿼타는 한 단말에서 사이클이 완료되었음을 알리는 리셋 신호나 토큰에 의하여 재 할당된다. 그러나 이런 리셋 신호나 토큰의 회전 지연이 성능의 저하 요인으로 지적되어 왔다. 링 형태의 공유매체 망에서의 매체접속 제어 프로토콜은 크게 두 가지 방법을 사용한다. 하나는 토큰링이나 FDDI(Fiber Distributed Data Interface)에서 사용하는 토큰 방식과 ATMR(Asynchronous Transfer Mode Ring)이나 메타링, HMR(High-speed Multimedia Ring)등에서 사용하는 사이클 리셋 방법이다. 일반적으로 토큰 방식은 비교적 저속, 근거리일 때 우수하며 사이클 방식은 고속, 장거리에 유리하다고 알려져 있다 [4]. 그러나, 이들 프로토콜은 기존 망을 위하여 고안된 프로토콜이므로 ATM 기반의 B-ISDN 망 구축을 하기에는 호환성 문제가 있다. 또한 프로토콜의 트래픽 처리율을 지나치게 강조한 나머지 링 형태의 망에서 중요한 요소인 노드간의 공정성 보장에 있어서 문제가 있으며 광대역의 멀티미디어 서비스를 위한 데이터의 다양한 트래픽 특성, 즉 데이터 사이의 우선 순위 전송기능이 없다.

국내에서도 이 분야의 연구가 많이 추진되어 중앙 집중식 사이클 리셋 프로토콜인 HMR과 분산 사이클 리셋 프로토콜인 DCR(Distributed Cycle Reset) 프로토콜이 발표되었으며 우수한 성능이 입증되었다 [5]-[8]. 그러나 중앙 집중식 사이클 리셋 프로토콜은 지연에 민감한 실시간 데이터 트래픽에 대하여 전체적인 공정성을 유지하는데 유리하고 분산 사이클 리셋 프로토콜은 지연엔 덜 민감하지만 버스트성이 높은 비실

시간 데이터 트래픽에 대하여 우수함을 보인다. HCR은 이런 두 프로토콜의 장점을 살린 복합한 형태의 공유매체 접속 프로토콜로서 실시간 데이터에 대해서는 중앙 집중식 사이클 리셋을 적용하고 비실시간 데이터에 대해서는 분산 사이클 리셋을 적용한다.

본 논문에서는 접속 제어 부하를 줄이고 망 내의 노드간에 공정성을 보장하며 한 노드 내에서는 서로 다른 특성, 즉 지연에 민감한 트래픽과 지연에 민감하지 않은 트래픽 사이에 우선 순위 전송 기능을 수행하는 HCR(Hybrid Cycle Reset) 프로토콜을 제안하고 이 프로토콜에 대한 시뮬레이션을 통해 성능 평가를 하였다. 또한 프로토콜을 기존의 ATM 망에 실제적인 적용을 위한 망 구성을 제안하고 효율적인 주소 지정 방식을 제안하였다. 본 논문의 II장에서는 HCR 프로토콜의 개념과 동작원리를 설명하고, III장에서는 시스템의 구성과 주소 지정 방식 및 망 구성에 대하여 논하고, IV장에서는 이 프로토콜에 대한 시뮬레이션에 의한 성능 평가 결과를 설명하고, V장에서 결론을 맺는다.

II. HCR 프로토콜 개념 및 동작

HCR 프로토콜에는 그림 1에서 보인 바와 같이 성격이 다른 두 하드웨어 제어 신호인 CG(Centralized Grant)와 DG(Distributed Grant)를 노드간의 공정성 제어와 한 노드 안에서의 트래픽간 우선 순위 제어 기능을 위하여 사용한다. 여기서 CG는 메타링의 SAT(SATisfied)와 유사한 기능을 수행하는 반면에 DG는 인접한 두 노드 사이에만 전달되는 새로운 개념의 제어 신호이다. CG는 지연에 민감한 실시간 데이터에 대하여 망 전체를 돌며 쿼타를 재할당하는 기능을 수행하여 각 노드의 실시간 데이터에 대한 공정성을 제공하여 주는 중앙 집중식 제어 신호인 반면에 DG는 지연에 민감하지 않은 비실시간 데이터에 대하여 이웃한 노드간에 전달되는 제어 신호로 한 노드 안에서의 분산된 데이터에 대한 우선 순위 전송 기능을 제공한다.

그림 2에 보인 바와 같이 한 노드에서 전달될 트래픽 데이터는 실시간 큐와 비실시간 큐에 의하여 별도로 큐잉이 되며 제시한 HCR 프로토콜에 의하여 우선 순위에 따라 순차 처리된다. 실시간 트래픽은 비

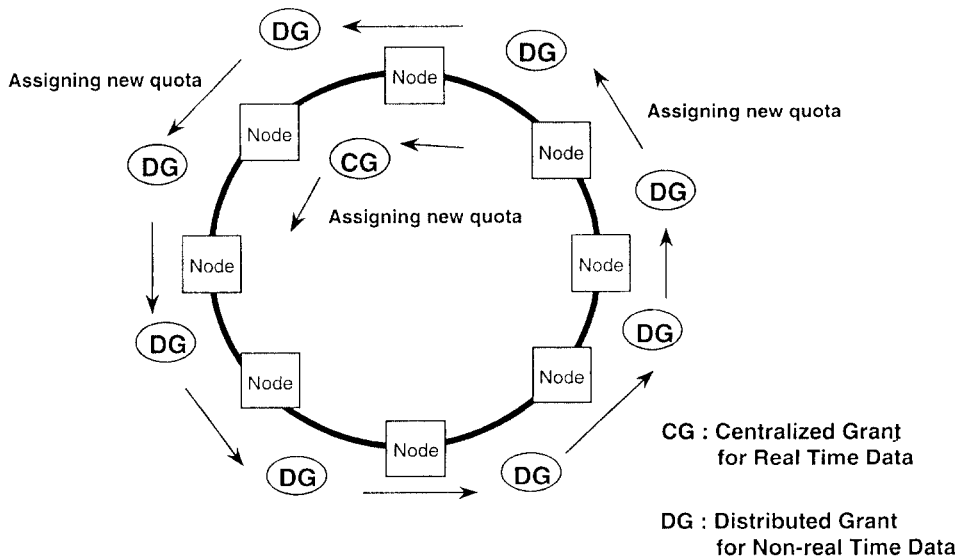


그림 1. HCR 프로토콜의 기본 개념.
 Fig 1. Basic concept of HCR protocol.

실시간 트래픽에 비하여 전달 지연을 최소화 하기 위하여 높은 우선 순위를 가지고 처리된다. DG, CG는 전달되는 트래픽 셀의 헤더 정보에 실어 전달하며 HCR 프로토콜 처리 로직에 의하여 두 종류의 트래픽에 대하여 상태를 관리하고 현재 각 노드의 큐 상태와 보낼 수 있는 쿼타의 상태 및 송신한 DG, CG 정보에 의하여 다음에 송신할 DG, CG 데이터를 결정한다.

그림 3에 보인 바와 같이 트래픽의 종류에 따라 데이터 전송처리를 위한 노드 내부 상태를 나타낸 것으로서 지연에 민감한 실시간 트래픽 처리 상태는 휴

지상태와 동작상태가 있고 지연에 민감하지 않은 트래픽 처리 상태는 휴지상태와 동작상태 및 grant 대기상태가 있다. 특성이 다른 두형태의 트래픽을 처리하기 위한 프로토콜의 처리절차를 좀더 자세히 설명하면 다음과 같다. 한 노드에 쿼타가 남아 있고 보낼 셀이 있는 상태에서, 비할당 셀(빈 셀: Unassigned Cell)을 수신하면 우선 실시간 데이터 셀을 송출한다. 매 셀을 송출할 때 마다 쿼타 값을 하나씩 줄이고 이 쿼타가 0이 되면 셀의 송출을 중단한다. 이 상태에서 새로운 CG를 수신하고 쿼타 값이 0이거나 데이터 큐(Queue)에 송출할 셀이 없는 경우에 새로운 쿼타값을 할당하고 CG를 다음 노드에 보낸다. 지연에 민감하지 않은 비실시간(Non-real Time) 데이터의 처리는 지연에 민감한 트래픽에 우선 순위를 부여하기 위하여 지연에 민감한 높은 우선 순위의 실시간 데이터의 송출대기 상태여부와 쿼타의 잔여 여부를 조사한 후 보낼 실시간 데이터가 없거나 쿼타가 없을 경우에만 비실시간 데이터를 보낼 수 있는 기회를 부여받는다. 이 비실시간 데이터의 경우, 각 노드는 DG를 수신할 때 마다 새로운 쿼타를 할당받으며 이후 수신되는 비할당 셀에 데이터 셀을 실어 보낸다. 하나의 셀을 전송할 때마다 쿼타는 하나씩 줄어들고 쿼타가 0이 되면 전송을 중지한다.

아래 그림 4는 실시간 데이터의 송출 조건과 비실시간 데이터의 송출 조건을 보이고 그림 5는 CG와 DG의 전달 조건을 보인다.

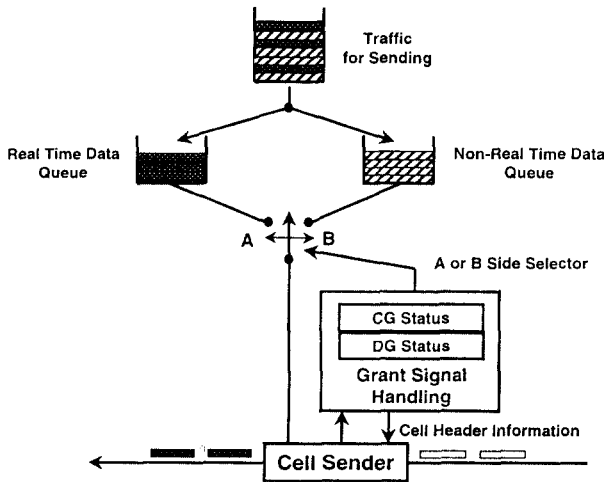


그림 2. HCR 프로토콜의 동작 모델.
Fig 2. Operational model of HCR protocol.

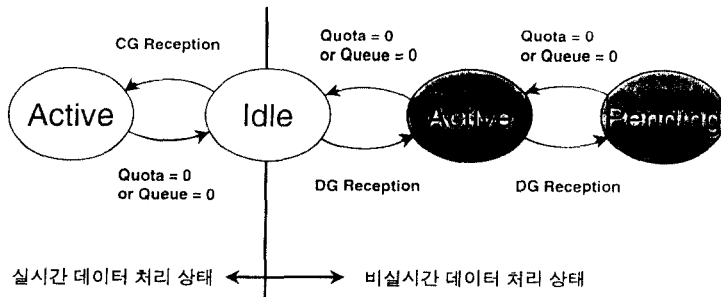


그림 3. 노드의 트래픽 처리 상태도.
Fig 3. State diagram for traffic handling in each node.

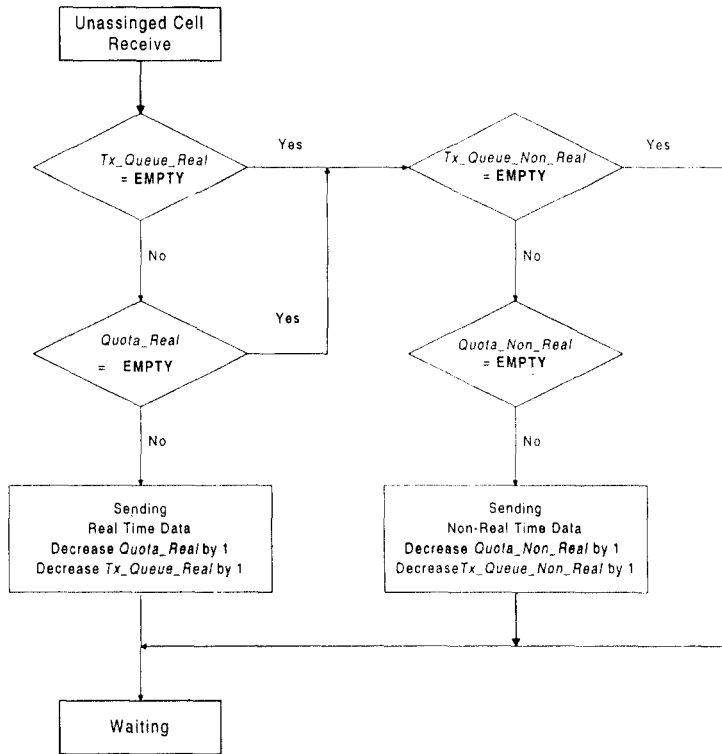
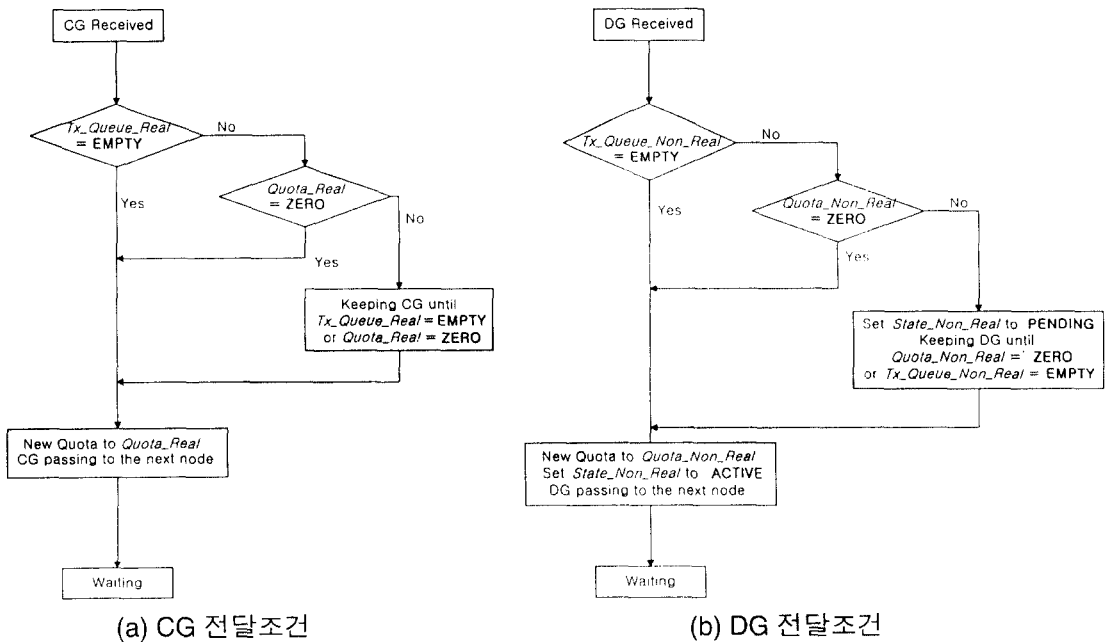


그림 4. 데이터 송출 조건.
Fig 4. Data sending condition.



(a) CG 전달조건

(b) DG 전달조건

그림 5. CG와 DG 전달 조건.
Fig 5. CG and DG passing condition.

Ⅲ. HCR 시스템의 구성

제안된 망 구성은 기본적으로 그림 6과 같이 링 형태의 구조를 가진다. 각 B-TE는 HCR 프로토콜 계층에서 2개 우선 순위 트래픽의 송, 수신 기능을 수행한다. 망의 처리율을 높이기 위하여 일반적인 방송 서비스용 방송셀과 신호 프로토콜을 수행하기 위한 방

송셀, 선택적 방송 서비스용 방송셀 등을 제외한 모든 셀은 수신 노드에서 제거하는 방식으로 구성하였다.

HCR을 이용한 망에서 실시간 데이터 트래픽과 비실시간 데이터 트래픽을 구별하여 지연에 민감한 실시간 데이터를 먼저 보내주기 위하여 전달되는 모든 셀의 헤더에는 셀의 전달 우선 순위를 표시하는 비트(Priority Bit)를 가지고 있다. 따라서 B-TE는 수신 셀

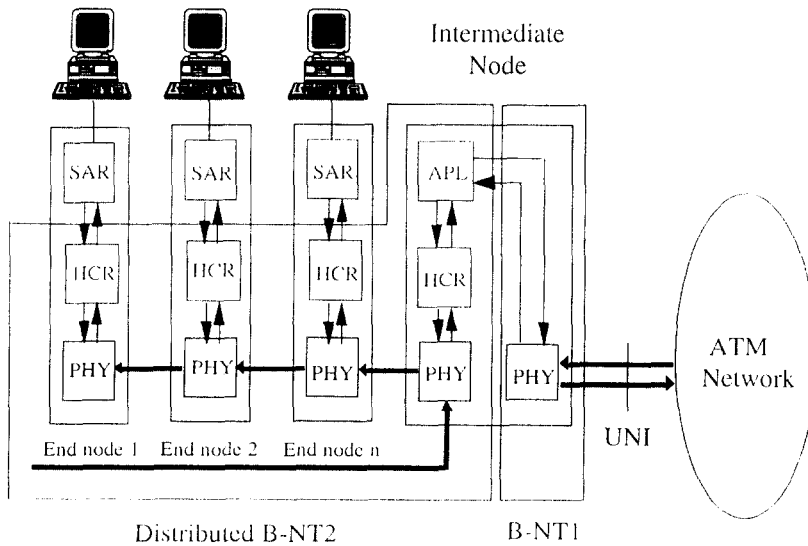


그림 6. HCR을 이용한 망 구성도.
Fig 6. Network configuration with HCR.

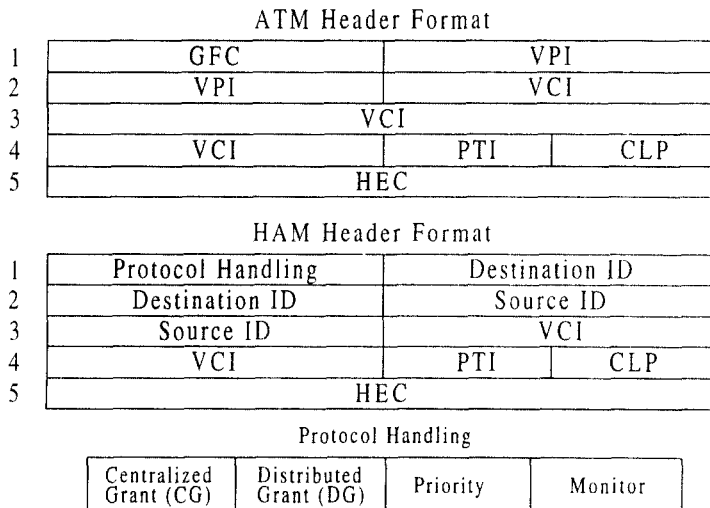


그림 7. ATM 및 HCR용 셀 데이터 형태의 비교.
Fig 7. Comparison between ATM and HCR Cell Formats.

의 목적지 ID값이 자신의 노드가 아닌 경우는 이 셀을 단순히 전달하는 기능을 수행하고 송신을 위하여 SAR 계층으로부터 전달되는 셀은 우선 순위에 따라, 즉 실시간 데이터 또는 비실시간 데이터인지를 구별하여 서로 다른 버퍼에 나뉘어서 저장된다. 다음에 현재의 실시간 데이터용 큐타 값과 비실시간용 큐타를 체크하여 다음과 같은 원칙에 따라 송신할 우선 순위를 결정한다.

- Priority 0: 목적지가 자신이거나 방송용 데이터처럼 모든 노드가 수신하는 셀을 제외한, 즉 다른 노드가 수신할 데이터는 아무 프로세싱 없이 우선 전달한다.
- Priority 1: 빈 셀(Unassigned Cell)을 불러 계층에서 수신하고 송신큐에 실시간 데이터가 있고 실시간 데이터 송신 큐타가 0이 아닌 경우 실시간 데이터를 전달한다.
- Priority 2: 빈 셀(Unassigned Cell)을 불러 계층에서 수신하고 송신큐에 실시간 데이터가 없고 실시간 데이터 송신 큐타가 0인 경우 비실시간 데이터를 전달한다.

그림 7은 ATM 셀의 프로토콜이 HCR 셀 프로토콜을 위해서 바뀌는 부분을 나타낸다. ATM 셀의 GFC

(Generic Flow Control)로 할당된 영역은 HCR 프로토콜의 큐타 할당 동작을 위한 2개의 제어 비트, 셀의 우선 순위, 즉 실시간 또는 비실시간 트래픽의 구별을 위한 우선 순위 비트 및 링 내에서 제거되지 않은 셀을 감지하기 위한 감시 비트로 사용된다. VPI 영역은 목적지 주소로 할당하여 셀이 수신될 노드를 가리키도록 하였다. 주소 값이 255인 경우 망 내의 방송 또는 멀티캐스팅을 위한 값으로 할당하여 모든 노드는 이 값의 셀이 도착하면 이를 수신함과 동시에 다음 노드로 전달한다. 노드는 수신된 멀티캐스팅 셀의 VCI값을 검색하여 방송 셀인지 또는 자신이 속한 그룹의 멀티캐스팅 셀인지를 구별하며 자신이 속하지 않은 그룹의 멀티캐스팅 셀인 경우 폐기한다.

본 프로토콜에서는 VCI값의 상위 8비트를 발신 주소로 할당하여 수신된 셀의 송신 노드를 알 수 있도록 하였다. 또한 모든 노드는 발신 주소 값이 자신의 노드 주소와 동일하면 이 셀을 링에서 제거함으로써 멀티캐스팅 셀이 자연스럽게 링을 한바퀴 돈 후 제거되도록 하였다. 셀의 VCI 영역은 실제 노드에서 설정하여 사용할 수 있는 가상 연결 번호로 사용할 수 있는 영역으로 8 비트가 할당되어 있으므로 하나의 노드는 최대 256 개의 가상 연결을 설정할 수 있다. B-NTI은 ATM망으로부터 수신되는 셀에 대해서는 GFC영역만을 HCR 프로토콜에서 사용되는 값으로

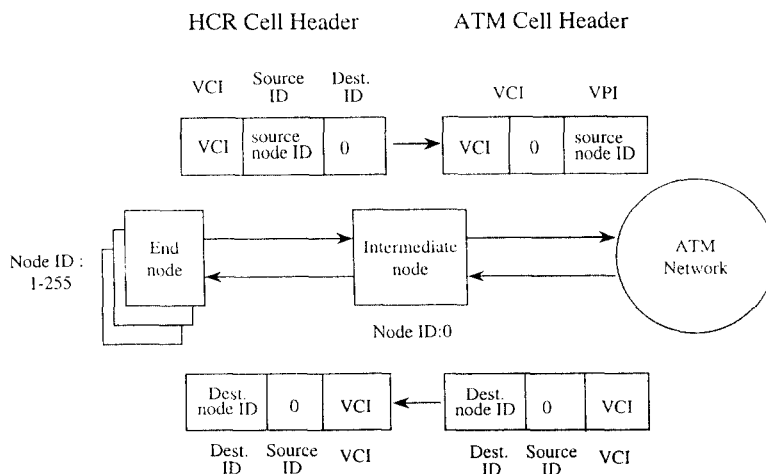


그림 8. HCR과 ATM 망의 상호 접속.
Fig 8. Interworking between HCR and ATM networks.

변환하고 나머지 영역은 변환 없이 링으로 전달하면 목적지 노드로 전달된다. B-NTI에서는 기존의 ATM 망과 제안된 HCR 망이 서로 호환되어 동작하도록 셀 헤더의 format을 두 망사이에서 변환시켜 주는 기능을 갖는다. 먼저 HCR 망에서 ATM 망으로 셀을 전달하고자 하는 경우, 각 노드는 셀을 B-NTI을 목적으로 하여 송신하며 B-NTI은 수신된 셀의 Source ID 값을 VPI 영역으로 옮기고 해당 영역 값을 0으로 세트하여 ATM 망으로 전달한다. 따라서 B-NTI은 ATM 셀을 단순히 헤더 변환하는 정도의 단순한 기능만으로도 링 토폴로지의 HCR 프로토콜을 적용한 다수의 노드들과 ATM망 사이의 연동이 이루어 질 수 있다.

IV. 성능 평가

시뮬레이션은 BONEs(Block Oriented Network Simulator) DESIGNER를 사용하였다. 노드간의 거리는 20 Km이며 전송속도는 1Gbps로 셀 사이즈는 53 byte로 한다. 시뮬레이션에서 사용한 변수 값은 다음과 같다. 여기서 1, 3, 4, 7, 9번 노드는 실시간, 지연에 민감한 데이터를 적용하였다.

- 사용자 망 간의 전송속도: 1 Gbit/s
- 터미널의 노수: 12 개
- 노드간 거리는 균등 분포
- 시뮬레이션 시간: 250,000 슬롯 타임
- 선로 지연: 5nsec/m
- 노드 내 지연: 0.1 슬롯 타임

그림 9는 망에 400%의 부하를 가했을 경우 전송매체의 길이에 따른 최대처리율이다. 제안한 HCR 프로토콜이 기존에 제안된 ATMR, HMR등보다도 처리율 면에서 우수하다. ATMR의 경우에는 10Km 이상의 거리에서 처리율이 급격히 감소하는 경향을 보이고 있고 HMR의 경우에는 100Km 이상의 거리에서부터 감소하는 경향을 보인다. 반면에 HCR의 경우에는 500Km이상에 도달하는 시점에서 처리율이 서서히 감소하는 추세를 보이고 있다. 이 결과는 트래픽의 특성에 따라서 적용되는 프로토콜을 각각 다르게 함으로써 효율적인 트래픽의 전달을 할 수 있음을 알 수 있다. 사이클 리셋을 위한 토큰이 전체 망상의 트

래픽 전달 제어를 담당하는 경우에 나타나는 토큰의 회전지연이 분산 개념의 리셋을 도입함으로써 개선된 결과가 처리율의 향상을 가져왔다.

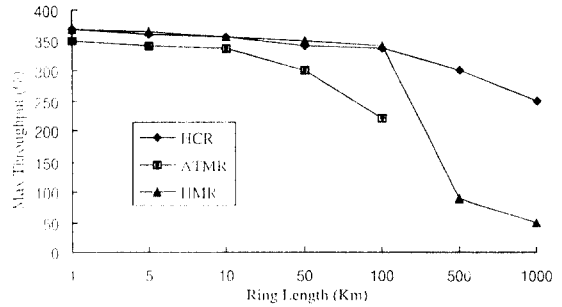


그림 9. 매체 거리에 따른 처리율 비교.

Fig 9. Throughput according to the medium distance.

전송지연에 민감한 실시간 데이터를 상위 우선 순위로 가정하고 비실시간 데이터를 하위 우선 순위로 가정하였을 때 그림 10은 각 우선 순위에 따른 셀 전송 지연이다. 그림에서 보듯이 상위 우선 순위 트래픽의 부하가 100%, 200%, 300%로 증가하여도 상위 우선 순위 트래픽이 우선 서비스가 되므로 전달지연이 증가하지 않는 반면에 하위 우선 순위 트래픽의 전달지연은 급격히 증대하는 경향을 보이고 있다. 이는 전달에 민감한 실시간 트래픽을 상위 우선 순위 트래픽으로 설정하여 우선 서비스가 가능하게 한 후에 전달에 민감하지 않은 트래픽에 대한 서비스가 제공됨을 알 수 있다.

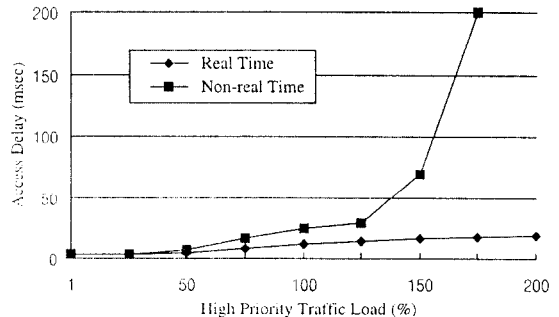


그림 10. 우선 순위별 전송지연.

Fig 10. Transmission delay for each priority.

그림 11은 DQDB 와의 전송지연을 70%로드에서 비교한 그림이다. HCR과 DQDB 모두 버스구조에 대하여 같은 조건하에서 전송지연을 비교하였다. DQDB는 GFC 버전을 기초로 모델링 하였으며 트래픽 발생 총합은 695Mbps로 약 70%의 로드를 가정하였다. 1, 3, 4, 7, 9 번의 노드는 실시간 데이터 트래픽 발생노드이고 나머지는 비실시간 데이터 트래픽 발생노드이다. 70%의 부하를 가하였을 때에는 비실시간 데이터 트래픽에 대하여 두 프로토콜이 어느 범위에서 전달지연을 만족하고 있다.

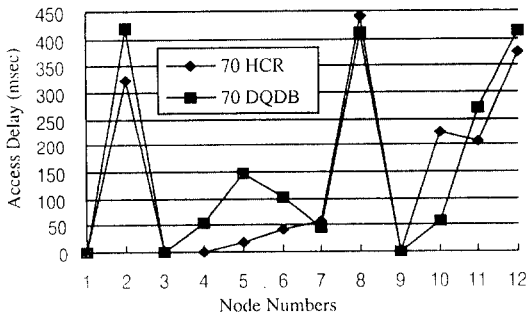


그림 11. 정상 부하에서의 HCR과 DQDB의 평균 전송 지연 비교.

Fig 11. Transmission delay of HCR and DQDB under normal conditions.

그림 12는 로드를 140%와 210%의 오버로드 트래픽을 가정하였을 때 HCR의 전송 지연을 비교하였다. 그림 13의 DQDB와 비교하여 HCR은 비실시간 데이터 트래픽에 상관없이 1, 3, 4, 7, 9 번의 실시간 데이

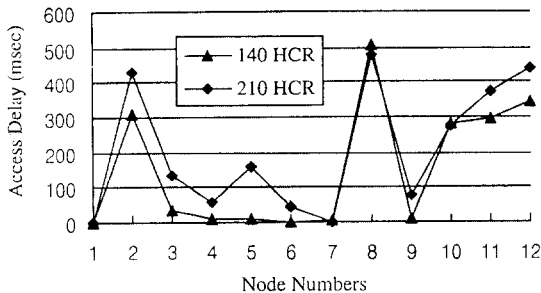


그림 12. 과부하시 HCR의 전송 지연 비교.

Fig 12. Transmission delay of HCR under overload conditions.

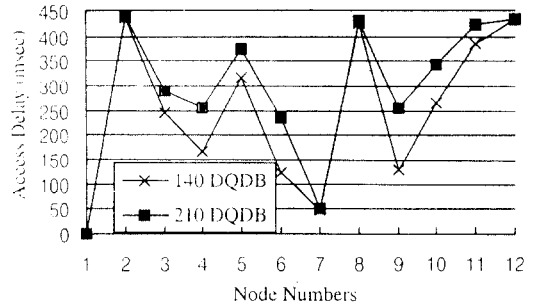


그림 13. 과부하시 DQDB의 전송지연 비교.

Fig 13. Transmission delay of DQDB under overload conditions.

터 트래픽의 전송을 보장하나 DQDB는 100%를 넘는 과부하 상황에서 우선 순위 기능이 거의 정지하여 전달 지연이 증가함으로써 실시간 트래픽을 효과적으로 처리하지 못하고 있음을 알 수 있다.

V. 결론

이상에서 ATM을 적용하는 가입자 맥내망 및 소규모 사업장 망에서 분산 멀티미디어 서비스를 효과적으로 제공할 수 있는 공유매체 접속 프로토콜로 슬롯링(Slotted Ring) 방식에 기초한 새로운 HCR 프로토콜을 제안하고 기존의 분산매체 접속 프로토콜들과의 성능을 시뮬레이션을 통하여 비교 분석 하였다. 또한 이 프로토콜을 실제 ATM 망에 적용하기 위한 망 구조 및 데이터 처리 방안을 제시하였으며 이의 성능을 검증하였다. 이 프로토콜은 발생하는 데이터의 종류에 따라 전체망의 노드에 대하여 토큰을 제어하는 방식과 사이클의 리셋이 인접하는 두 노드 사이에서만 유효한 의미를 가지는 분산사이클 리셋의 장점을 결합시킴으로써 지연에 민감한 데이터의 전달 지연을 줄여주고 전체 사이클을 리셋 시켜야하는 기존의 프로토콜들보다 각 노드의 공정성을 유지하며 전송을 위한 대기 시간을 줄였으며, 제안된 프로토콜의 성능시험 시뮬레이션 결과 분석에서 보인 바와 같이 기존 프로토콜들보다 우수성을 보였다.

참 고 문 헌

1. ATM Forum 96-0006R3R, RBB Living List, ATM Forum Technical Committee, Aug. 1996.
2. Jongoh Kim, A Multiaccess Mechanism of ATM Network Supporting Ring and Bus Configurations Simultaneously, Proc. of ITC-CSCC 96, Seoul, Korea, July, 1996, pp. 597-600.
3. Youngwook Cha, Choonhee Kim, Jongoh Kim, Kyuoho Lee, and Kijun Han, Connection and Congestion Control for Multiaccess ATM Customer Network, Proc. of ITC-CSCC 96, Seoul, Korea, July, 1996, pp. 597-600.
4. Harmen R. van As, "Media Access Techniques: The Evolution Towards Terabit/s LANs and MANs," Computer Networks and ISDN Systems 26, 1994.
5. Gun Seo, Sunmoo Kang, Daeyoung Kim, and Hongbum Jeon, "A Distributed Cycle Reset Protocol for the High-Speed LAN/MAN," Proceedings of the LCN-20 (Local Computer Network), Minneapolis, Oct. 1995.
6. Sunmoo Kang, Byungchun Jeon, and Daeyoung Kim, Effective Priority Control and Addressing Scheme for High Speed Ring Network, ICC95, Seoul, Korea, Aug. 1995.
7. B. C. Jeon and D. Y. Kim, "HMR: An ATM-Based Medium Access Protocol for Gigabit Ring Networks," HPN'94, Museum of Art, Grenoble (France), July, 1994.
8. B.C. Jeon and D.Y. Kim, "An Addressing Scheme for HMR Network," INfoScience'93, Seoul Korea, Oct. 1993.
9. Sunmoo Kang and D. Y. Kim, "New Addressing Scheme for Ring Type Topology ATM-LAN," ICCS'94, Singapore, pp. 293-297, Nov. 1994.
10. Standard IEEE 802.6, "Distributed Queue Dual Bus (DQDB) Subnetwork of a Metropolitan Area Network," IEEE, Dec. 1990.



강 선 무(Sun-Moo Kang) 정회원
 1983년 2월: 충남대학교 전자공학
 학교육과 졸업(공학사)
 1987년 9월: 스톡홀름 왕립공과
 대학 통신이론과 졸
 업(Civil Engineer)
 1992년~현재: 충남대학교 대학
 원 전자공학과 박사과정
 1983년~현재: 한국전자통신연구원 선임연구원
 1984년~1987년: 스웨덴 L.M.Ericsson 방문연구원
 ※주관심분야: 고속통신망 구조 및 프로토콜.



이 종 필(Jong-Pil Lee) 정회원
 1996년 2월: 충남대학교 전자공
 학과 졸업(공학사)
 1996년 3월~현재: 충남대학교 전
 자공학과 석사과정
 재학중
 ※주관심분야: 통신용 VLSI 설계

송 호 준(Ho-Jun Song)

정회원

1985년 2월: 서울대학교 제어계측공학과 졸업(공학사)
 1988년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자과 졸업(공
 학석사)
 1992년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자과 졸업(공
 학박사)
 1985년~1986년: 삼성정밀(주) 연구원
 1992년~1994년: 현대전자(주) 선임연구원
 1992년~현재: 충남대학교 전자공학과 조교수
 ※주관심분야: 통신용 RF/IF Analog 설계, DSP 설
 계, 저전력/고속 Memory 설계



김 대 영(Dae-Young Kim) 정회원

1975년 2월: 서울대학교 전자공
 학과 졸업(공학사)
 1977년 2월: 한국과학기술원 전
 기 및 전자과(공학석사)
 1983년 2월: 한국과학기술원 전
 기 및 전자과(공학박사)

1979년~1981년: 독일 RWTH Aachen, UNI Hannover
 공대 연구원
 1987년~1988년: UC Davis 객원연구원
 1983년~현재: 충남대학교 교수
 1997년 1월~현재: IEEE Communication Chapter of
 Korea, Chair
 1996년 1월~현재: IEEE Taejon Section, Chair
 1993년 10월~현재: ISO/IEC JTC1/SC6/WG4 ECTS,
 Editor

※주관심분야: 고속통신망 구조 및 프로토콜, 인터넷
 관련분야.