

特別寄稿

차세대 네트워크 DTM

충북대학교 김항래, 김 남
한국전자통신연구원 이순석

차 례

- I. 서 론
- II. DTM의 특징
- III. DTM 네트워크의 구조와 원리
- IV. DTM 프로토콜
- V. DTM 네트워크의 활용
- VI. 결 론

I. 서 론

정보통신 산업의 발달과 정보화 사회의 국가 경쟁력을 확보하기 위해 광대역 서비스 응용 및 광대역 네트워크 구축에 대한 관심이 한층 부각되고 있다. 다가오는 21세기에는 정보화 사회로 발전함에 따라 인간 사회는 지식정보를 서로 주고 받으며 사회 및 경제 생활을 영위하는 지적사회로 전환될 것이다. 이러한 정보화 사회를 가능하게 하기 위해서는 무엇보다도 정보 통신기반을 구축하기 위한 정보통신 네트워크가 확립되어야 한다. 정보통신네트워크에서 없어서는 안될 필수 통신시스템으로서 데이터통신 네트워크는 통신네트워크에 접속된 컴퓨터들간에 데이터를 송·수신하는 경우 경로를 설정하는지의 여부에 의해 크게 방송 통신 네트워크(broadcast communication network)와 교환 통신 네트워크(switched communication network)로 나

뉘어진다. 방송통신네트워크의 대표적인 예는 인공 위성을 이용한 데이터통신네트워크와 근거리통신네트워크(Local Area Network)이다. 교환통신네트워크는 송·수신측 사이에 경로를 설정하여 데이터를 주고받는데 다시 회선 교환 네트워크(circuit switched network)와 패킷 교환 네트워크(packet switched network)로 구분된다.

현재 통신시스템에 있어서의 두 가지 중요한 변화는 과학기술의 변화와 새로운 서비스의 등장에 관한 것이다. 첫 번째 변화인 과학기술의 변화는 네트워크 링크 용량과 같은 일반적인 통신시스템에서의 장애가 바뀌고 있다는 것이다. 현존하는 네트워크에서는 대부분 네트워크 링크 용량이 통신시스템의 주된 장애가 되어 종종 비용이 많이 드는 큰 버퍼들을 설치하고 네트워크 데이터의 처리를 정교하게 하면서 까지 사용가능한 링크 용량을 효율적으로 사용할 수 있도록 설계되었다. 그러나 처리와 저장 용량은 교

환점(switch point)과 인터페이스(interface)에서 낭비될 수 있는 자원이 되었다. 광섬유 기술의 등장과 더불어 차세대 시스템에서의 장애는 더 이상 네트워크 용량이 아니다. 광 네트워크에서는 큰 데이터 용량도 처리될 수 있으므로 장애는 네트워크의 교환점과 접속점들에서의 처리와 버퍼링으로 이동하고 있다. 두 번째 변화는 새로운 서비스의 등장이다. 현재 다양한 종류의 서비스를 사용자들에게 제공하기 위해서 여러 종류의 네트워크들이 사용되고 있다. 예를 들면 음성용 서비스를 하는 전화 네트워크, TV와 비디오를 서비스하기 위한 CATV 네트워크와 컴퓨터들간 통신을 하기 위한 컴퓨터 네트워크 등이 있다. 그러나 최근 언급되고 있는 광대역 네트워크는 동일한 네트워크에서 서로 다른 서비스를 통합할 수 있으며 하나의 네트워크만을 설치함으로써 비용 면에서도 더욱 효율적이 되고 새로운 멀티미디어 서비스의 요구를 충족시킬 수 있다.

차세대 네트워크는 팩스, 전자메일 그리고 화일 전송과 같은 비 실시간 데이터 전송뿐만 아니라 음성, 고음질 오디오와 비디오와 같은 실시간 데이터 전송이 가능한 복합적인 서비스를 제공해야만 할 것이다. 초고속 정보통신 네트워크를 실현하기 위한 하나의 방법인 ATM(Asynchronous Transfer Mode)에 대한 연구개발에서는 트래픽의 관리와 실시간 데이터 전송에 따른 여러 가지 문제점들이 제기되고 있고 이러한 문제점들을 극복하기 위하여 ATM을 대체할 수 있는 새로운 방식의 네트워크 운용체제가 요구되고 있다. 새로이 부각되고 있는 DTM (Dynamic Transfer Mode) 방식은 TDM 방식을 기반으로 광통신을 수용할 수 있을 뿐만 아니라 현재 상용중인 네트워크 운용방식과의 호환성을 가지며 수 Tera bps까지도 지원할 수 있는 새로운 동기식 회선 교환방식이다[1-6]. 또한 DTM 방식은 서비스 종류에 따라 대역폭을 동적으로 할당하여 회선의 효율성을 높이고 데이터 처리를 빠르게 하여 일반적인 회선 교환 네트워크가 가지고

있는 단점들을 보완할 수 있으며 버퍼가 필요 없으므로 간단한 하드웨어로 구성될 수 있는 장점들을 가지고 있다. 그러므로 초고속 통신 서비스 구조에 대한 핵심 기술의 확보와 세계적인 기술의 선도적 입지 확보를 위하여 새로운 네트워크를 운영하기 위한 DTM 방식에 대한 연구는 차세대 네트워크 시스템의 핵심 기술로 그 중요성을 충분히 가지고 있다.

이에 본 기고에서는 데이터 전송에서부터 높은 용량과 QoS를 요구하는 진보된 서비스에 이르기까지 다양한 서비스 제공이 가능하며 네트워크의 관리가 간단한 초고속 네트워크 전송방식인 DTM의 기본적인 원리와 전반적인 개념 및 시스템 구축방안을 정립한다.

II. DTM의 특징

DTM은 회선 교환 네트워크의 이점들은 유지하고 반면에 단점들을 보완하여 더욱 향상된 네트워크로서의 역할을 할 것이다. 예를 들면 폭주제어 장치가 필요하지 않고 데이터의 전송동안 제어처리를 하지 않아도 된다. DTM은 공유 매체에서 사용할 수 있도록 설계되고 또한 중앙에 큰 교환 노드들이 필요없이 교환을 손쉽게 할 수 있다. DTM은 집적화된 서비스 환경에서 더욱 강력한 방식이고 빠른 회선교환 방식이라고 하는 것이 바람직 할 것이다 [7-9]. 즉, 멀티캐스트(multicast)와 다중속도(multirate)가 가능한 채널에 토대를 두어 서비스

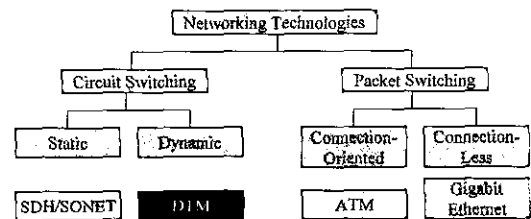


그림 1. 네트워크 분류

가 제공된다(10). <그림 1>은 네트워크 분류에서 DTM의 위치를 나타낸다.

DTM은 비동기식과 동기식 매체접속구조의 장점을 통합하고 있다. DTM은 근본적으로 시분할 다중화 구조를 가지며 다른 구조들과 같이 각각의 호스트에게 일정 대역폭을 보장하고 효율적인 데이터 전송에 전체 사용 가능한 대역폭중 상당부분을 사용한다. 더욱이 DTM구조는 일반적으로 ATM이 호스트간 대역폭을 동적으로 재할당하는 것과 같은 비동기식 구조의 특성도 가지고 있다. 이렇게 비동기식 특성을 갖는다는 것은 트래픽의 변화에 대처할 수 있으며 호스트들 사이의 대역폭을 호스트의 요구에 따라 분할 할 수 있다는 것이다.

DTM 네트워크에 연결된 호스트들은 채널을 통하여 서로 통신을 한다. DTM 채널은 512kbps에서부터 광섬유의 용량까지 대역폭을 설정할 수 있는 동적 자원이다. 우선 채널에 네트워크 시간슬롯들이 할당되고 이러한 시간슬롯들은 채널의 구축되어 있는 시간동안 동적으로 바뀔 수 있다. 즉 일반적인 회선 교환 네트워크보다 더욱 효율적으로 네트워크 자원을 활용하기 위해, 자원들은 현재 요구에 따라 노드들 사이에서 재 할당된다. 시간슬롯들이 채널이 구축되어 있는 시간동안 보장되기 때문에 DTM 시스템은 실시간에 대해서 보다 높은 QoS를 보장할 수 있다. 노드들은 현재 전화 네트워크에서와 같은 사이클인 $125\mu s$ 사이클을 사용하여 시분할 다중화 방식에 따라 광섬유에 접속된다. 이 사이클은 64비트로 구성된 슬롯들로 구성되고 이 슬롯들은 헤더나 제어 비트를 포함하지 않는다. 이에 반하여 데이터와 제어 정보는 분리되고 제어 정보는 제어 슬롯에서 데이터는 데이터 슬롯에서 전송된다.

DTM은 본질적으로 멀티캐스트 채널(혹은 채널들)을 기반으로 서비스를 제공한다. 이러한 멀티캐스트 특성은 주어진 시간에 임의의 채널이 한명의 송신자와 많은 수신자를 가질수 있음을 나타낸다. 네트워크에서 몇몇 멀티캐스트 그룹들은 동시에 활

성화 될 수 있다. 나아가 멀티캐스트의 강력한 특성은 방송 특성이며 이러한 방송은 한 개의 노드가 전송할 경우에 나머지 모든 노드들이 수신할 수 있다는 것이다. DTM 채널은 송신자와 임의의 수신자들이 갖는 슬롯들의 집합이다. 채널들은 동기를 맞추기 때문에 DTM 채널을 송신자와 수신자 사이의 연속적인 데이터 수열로 볼 수 있다. 호스트가 한 채널을 구축할 때, 데이터 전송을 위해 자원을 비축한다. 여기에서 송신자에서 수신자까지는 일정한 처리량과 지연이 있다. DTM에서 채널은 다음과 같은 점에서 일반적인 회선 교환 네트워크와 다르다.

- ① 채널은 송신자부터 수신자까지만 구축된다. 양 방향 연결은 각 방향에 하나씩 두 개의 채널로 구성된다.
- ② 채널들은 다양한 크기로 구성되며 512kbps 단위로 증가된다(사이클 당 추가 슬롯).
- ③ 채널은 몇몇 수신자들에게 연결될 수 있다.

실시간 서비스를 제공하기 위해서, DTM은 엄격한 자원 예약 방식을 사용한다. 여기에서 새로운 연결은 충분한 대역폭과 적합한 경로를 찾았을 때에만 허락한다. 일단 채널이 구축되면 채널의 사용자는 채널을 닫을 때까지 예약된 대역폭을 사용할 수 있다. 그래서 DTM 네트워크는 채널 분할을 제공한다(한 채널에서 트래픽이 다른 채널에서의 트래픽에 영향을 주지 않는다). 자원들이 송신자와 수신자 사이의 각 홉에 할당되고 DTM이 동기식 교환을 사용하기 때문에 송신자부터 수신자까지는 일정한 지연이 있다. 이것은 또한 네트워크에서는 폭주가 발생하지 않는다는 것을 의미한다.

통신 채널의 생성과 해체에 따른 시그널링 지연은 빠른 회선 교환 네트워크의 효율성을 결정한다(3). 그러므로 DTM은 수 백 마이크로 초안에 빠르게 채널을 생성하도록 설계된다(5,11). DTM은 ATM보다 대역폭의 운용이 더욱 강력하고 저용량에서부터 고용량까지 쉽게 전환될 수 있기 때문에 ATM을

대신하는 전송기술일 뿐만 아니라 교환기술이라 할 수 있다. 또한 DTM은 기능적으로 SDH/Sonet과 유사한 특성을 가지고 있다. DTM은 SDH/Sonet 파이프의 최상위에서 동작하거나 독립적으로 동작할 수 있다. 그러나 DTM over SDH/Sonet의 중첩 네트워크에서는 순수한 DTM 네트워크에서 제공하는 것보다 별다른 이점을 제공하지는 못할 것이다.

Ⅲ. DTM 네트워크의 구조와 원리

1. 네트워크의 구조와 교환

DTM 네트워크는 다중 접속을 하는 단방향성의 매체에 맞추어 설계된다. 여기에서 매체는 연결되어 있는 모든 노드들에 의해 공유된다. DTM 프로토콜과 매체 접속 기술은 링(ring), 접힌 버스(folded bus)와 이중 버스(dual bus)와 같은 몇몇 다른 형태를 사용할 수 있다. DTM 동기방식은 링 구조보다 버스 구조에서 구현이 더욱 쉽게 되기 때문에 일반적으로 버스와 링보다는 노드들 사이의 평균 거리가 짧은 이중 버스 형태가 사용된다.

DTM 네트워크는 <그림 2>에서와 같이 버스들을 교환 노드들에 상호 연결함으로써 확장될 수 있다. DTM은 두 개 이상의 버스들에 연결되어 있는 몇몇 노드들이 데이터를 교환한다는 점에서 분산 교환을 사용한다고 할 수 있다. 분산 교환의 이점은 교환 용량이 교환 노드들을 추가함에 따라 증가될 수 있다는 것이다. 교환은 동기식이기 때문에 교환 지연은 한 채널에 대하여 일정하다. 이것은 멀티 홉 채널이 대충 단일 버스에서의 채널과 같은 성질을 갖는다는 것을 의미한다. 단지 차이점은 교환되는 채널이 약간 긴 지연을 갖는다는 것이다. 이러한 지연은 일반적으로 매 hop에 대해서 평균 $125\mu s$ 에서 최대 $250\mu s$ 를 갖는다. 교환 노드가 각각의 버스들에 대하여

데이터의 한 사이클을 버퍼링할 수 있다면, 노드에서는 어떠한 폭주나 오버플로워도 발생하지 않을 것이다.

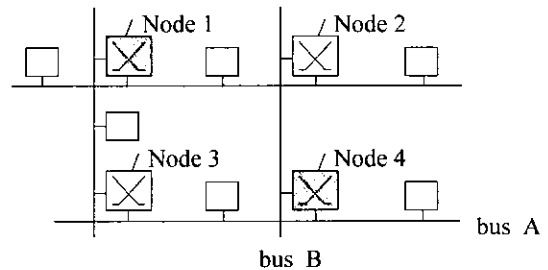


그림 2. 매쉬 구조에서 상호 연결되어 있는 DTM 노드들

사이클 시간과 슬롯 길이가 DTM 네트워크에서는 일정하기 때문에, 다른 비트율로 동작하는 버스들을 동일한 노드에 연결시킬 수 있으며 교환은 이 버스들 사이에서 이루어진다. 이것은 모든 노드들을 갱신하지 않고도 네트워크의 속도를 갱신하고 증가시키는 것이 가능하다는 것이다.

2. 멀티캐스트

기존의 회선교환 네트워크는 송신자와 수신자 사이의 두 지점간 연결이다. DTM은 버스에 연결된 몇몇 노드들에서 슬롯들을 읽을 수 있도록 <그림 3>에서와 같이 멀티캐스트를 제공한다. 멀티캐스트 채널이 다른 버스로 데이터를 복사한다는 점에서 교환 기능은 사실상 멀티캐스트 기능이고 몇몇 홉들을 연결함으로써 쉽게 확장될 수 있다. 따라서 동일한 링 구조상에서의 멀티캐스트는 어떠한 오버헤드도 필요로 하지 않는다. 멀티캐스트가 DTM에서는 수월한 반면에 본질적으로 지점간 연결을 원칙으로 하는 ATM에서는 제공되지 않는다. ATM에서, 한점으로부터 여러점으로의 연결은 지점간 연결들의 트리 구조로 구현되어야만 한다. 이 사실은 프로토콜이 복잡해진다는 것을 의미한다.

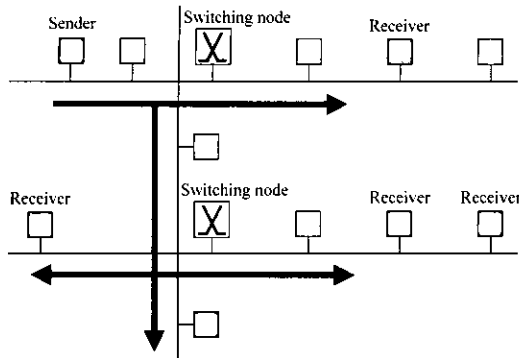


그림 3. 멀티캐스트 그룹

IP 전송의 경우에 멀티캐스트는 보통 D 주소라고 하는 그룹 주소 설정을 사용하여 수행된다. 여기에서 D는 호스트들의 그룹을 나타낸다. IP 프로토콜은 모든 호스트들이 데이터를 수신하도록 하지는 못한다. 반면에 DTM에서는 프레임이 순차적인 순서로 노드들을 지나가기 때문에 모든 노드들이 데이터를 수신할 수 있는 이점을 가진다.

3. DTM 노드

DTM 네트워크는 <그림 4>에서와 같이 노드들을 연결하는 이중 버스들로 구성된다. 이중 버스는 한 쌍의 광섬유이고 각각의 광섬유는 각 방향으로 데이터를 전송하기 위해 사용된다. 예를 들면 <그림 4>에서 하나의 노드가 다른 노드로 데이터를 전송할 경우, 자신의 노드보다 높은 인덱스를 갖는 노드로 전송하려면 광섬유 A를 사용하고 자신의 노드보다 낮은 인덱스를 갖는 노드로 전송하려면 광섬유 B를 사용한다.

몇몇 호스트들은 <그림 5>와 같이 각각의 노드에 연결될 수 있다. 예를 들면 호스트들은 수퍼 컴퓨터,



그림 4. N개의 노드로 구성된 DTM 네트워크

이동 통신에서의 기지국, 공중망의 교환기, 멀티미디어 워크스테이션, 비디오 장비와 LAN 등이 될 수 있다. 이 경우에 DTM 네트워크는 기본 네트워크로서 동작할 수 있다. 호스트가 통신하기를 원할 때는 노드에 연결되고 노드는 자원을 호스트에 할당하고 추가적으로 채널과 네트워크를 관리한다.

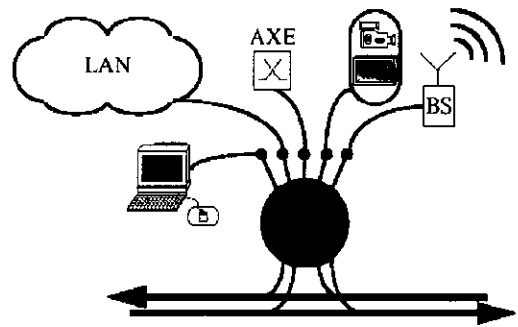


그림 5. 이중 광섬유 버스에 연결된 DTM 노드

DTM 프로토콜과 매체 접속 기술은 몇몇 종류의 네트워크 상에서 사용될 수 있다. 즉 이중 버스와 더불어 링과 점진 버스에서 모두 사용 가능하다. 그러나 주로 이중 버스가 채택되는 이유는 다음과 같다.

- (1) 두 노드들 사이에 평균 거리가 가장 짧다.
- (2) 동기와 프레임 구성이 링에서보다 이중 버스에서 더욱 간단하다.
- (3) 방송이 가능하다.

4. 슬롯 할당

DTM은 슬롯의 재할당을 위해서 분산 알고리즘을 사용하며 분산알고리즘에서 자유 슬롯들은 노드들 사이에서 분산되어있다. 사용자의 요구에 따라 노드는 먼저 자신의 노드에서 요구된 슬롯을 서비스할 수 있는지를 진단한다. 만일 자신의 노드에서 슬롯의 요구를 수용할 수 있다면 곧바로 다음 홉에 채널 생성 메시지를 전송하게 된다. 반면에 자신의 노

드에서 요구된 슬롯들을 서비스하지 못한다면 노드는 링크내의 다른 노드들로부터 슬롯들을 요구해야만 한다. 각 노드는 다른 노드들에서의 자유 슬롯들에 대한 정보를 알려주는 상태표를 가지고 있으며 더 많은 슬롯들이 요구될 때에는 어느 노드에서 슬롯을 가져올 것인지 결정하기 위해서 이 상태표를 참조한다. 모든 노드들은 규칙적으로 슬롯에 대한 정보를 포함한 상태 메시지를 전송한다. 이 과정을 <그림 6>에 나타내었다.

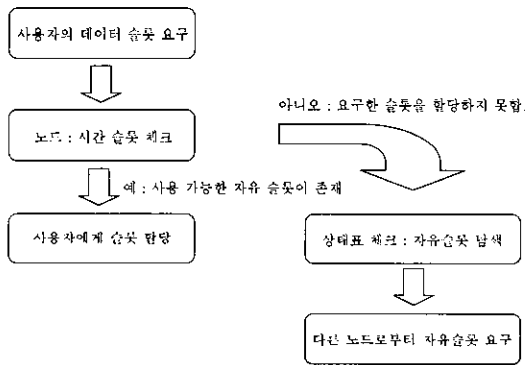


그림 6. 슬롯을 할당하는 분산 알고리즘

5. 채널 구축

각 노드는 노드간의 신호를 처리하는 네트워크 제어부를 가지고 있다. 이 신호처리는 제어 슬롯들을 경유하여 수행되고 채널의 관리와 시간슬롯들의 예약을 위해 사용된다. <그림 7>은 데이터와 제어 정

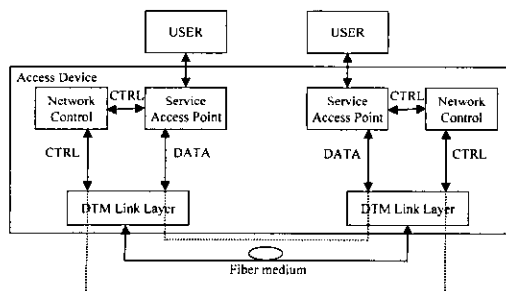


그림 7. 채널 구축 방법

보의 흐름을 나타낸다.

DTM 사용자가 채널 설정을 원한다면 우선 필요한 대역폭을 할당하는 네트워크 제어 요소에 "생성(create)" 메시지를 보내고 "고지(announce)" 메시지를 수신 노드에 보낸다. 네트워크 제어 요소는 또한 DTM 링크 층의 채널표를 형성하고 요구한 대역폭, 즉 요구된 프레임당 시간슬롯이 할당되었다는 것을 송신 사용자에게 알리기 위해 "지시(indication)" 메시지를 돌려보낸다. 사용자는 수신측으로부터 확인(비디오, 음성)을 기다리거나 지시 메시지를 수신한 후 바로 데이터를 전송(데이터그램)하게 된다.

전송이 완료된 후에 송신자는 수신자에게 채널이 제거되어야 하고 할당된 시간슬롯을 다시 분배하도록 알리는 제거(remove) 메시지를 전송하게 된다. 실제의 데이터 전송은 교환기에서의 부가적인 처리 없이 네트워크에 의해서 이루어진다.

그러나 DTM에서는 처리량(throughput)과 지연사이의 trade-off가 발생한다. 채널을 생성하기 위한 시간 지연은 네트워크에서 사용 가능한 슬롯들과 홉의 수에 의존한다. 작은 채널의 생성을 위해서는 요구되는 슬롯들을 곧바로 사용할 수 있는 반면에 큰 규모의 채널을 생성하기 위해서는 노드가 더욱 많은 슬롯을 확보하기 위해서 다른 노드들에게 슬롯들을 요구해야만 한다.

6. 자원 예약

DTM은 채널 생성하는 시점에서 송신자에서 수신자까지 네트워크 자원을 예약함으로써 QoS를 보장한다(12,13). DTM에서 자원 지정을 수행할 때 고려해야할 두 가지 변수가 있다. 즉 채널 주기와 채널 크기이다.

6-1. 채널 주기

회선 교환 네트워크에서 자원은 일반적으로 채널

을 생성하기 위해 예약된다. 이것은 트래픽이 버스트하다면 할당된 자원은 비효율적으로 사용될 것이다. 자원 할당이 빠르다면, 각 메시지에 대하여 자원을 할당하는 것은 더욱 효율적이 된다. 이것은 다음 버스트가 블록킹 될 수 있다는 불이익을 가지고 네트워크는 요구된 서비스의 질을 제공하지 못할 것이다. 그래서 이 방법은 실시간 QoS의 요구에는 부적합하다.

다양한 트래픽 형태로부터 다른 서비스 요구를 지원하기 위해서 DTM에서는 두 가지의 예약 기법이 사용된다. 즉 세션당 예약과 버스트당 예약이다. 예를 들어 버스트당 예약은 버스트 교환에서 사용된다 [14]. 다른 빠른 회선 교환망에 대조적으로 DTM 네트워크는 휴지 시간을 검출하기 위한 지원이 없다. 대신에 채널에 자원의 할당과 제어를 요청하는 것은 사용자가 맡는다.

버스트 트래픽은 버스트당 예약을 사용할 것이다. 버스트 트래픽은 버스트 사이에 불규칙한 간격을 갖는 메시지의 버스트로 구성된다. 버스트에서는 각각의 메시지에 대하여 채널을 생성하고 메시지는 전송되며 다음으로 채널은 즉시 제거된다. 메시지가 버스트 안에서 밀집되어 있기 때문에 이것을 저장 형태로 볼 수 있다. 버스트 안에서 다음 메시지가 전송될 때 루트는 결정되어지고 루트를 따르는 노드들은 더 빠른 버스트를 위해 할당된 동일한 자원을 사용할 것이다. 버스트당 할당은 네트워크 자원의 더욱 높은 이용을 가져오지만 사용자에게 다음 메시지를 위해 이 자원의 이용을 보장하지는 않는다.

연속적인 트래픽에 대하여 DTM 채널은 세션동안 제공된다. 즉 세션당 할당이다. 연속적인 트래픽은 두 가지 형태가 존재한다. 즉 다양한 비트율(VBR)과 일정한 비트율(CBR)의 자원이다. CBR 트래픽에 대하여 채널은 전형적으로 데이터 율에 상응하는 정해진 용량으로 시작한다. 이것은 사용자가 요구된 자원이 사용 가능한가와 채널에 접속 지연이 짧다는 것을 보장받는다라는 것을 의미한다.

세션당 예약은 실시간 요구를 가진 응용을 위해 사용되어질 수 있다. 이러한 응용은 네트워크를 통하여 그들의 독점적인 사용을 위해 일정한 지연을 가진 루트를 예약할 수 있다. 이 루트는 네트워크에서 반영구적인 링크로 볼 수 있다.

6-2. 채널 크기

DTM에서 자원 예약의 또 다른 문제는 채널 크기이다. 더욱 큰 채널을 할당함으로써 데이터의 전송은 빨라진다. 그러나 큰 채널에 전송된 데이터가 없다면 많은 네트워크 용량이 낭비된다. 반면에 더욱 작은 채널에 할당되면 송신자는 데이터를 버퍼링해야 한다. 이것은 큰 버스트에 대하여 지연과 지터(jitter)를 초래하게 된다. 연속적인 트래픽을 위해 할당된 자원의 양은 최소한 트래픽의 평균 데이터 율에 부합해야만 한다. 그렇지 않으면 버퍼가 오버플로우될 것이다.

IV. DTM 프로토콜

DTM 프로토콜은 MAL(Medium Access Layer)부터 수신자의 논리 포트의 라우팅과 어드레싱까지의 완전한 통신 구조를 제공하는 프로토콜의 집합이다. DTM 네트워크는 어플리케이션 대 어플리케이션 통신을 위해 직접적으로 사용될 수 있고 ATM이나 IP와 같은 프로토콜을 위한 캐리어 네트워크로써 사용될 수 있다.

1. DTM MAC 프로토콜

DTM MAC 프로토콜은 매체로의 접속을 정의한다. DTM에서 노드들은 <그림 8>에 나타낸 것과 같이 TDM 기법에 따라 광섬유에 접속한다. 물리 매체에서 비트열은 각 슬롯이 64비트를 전송하는 슬롯들로 구성된다. 슬롯들은 125 μ s의 긴 사이클로

구성되고 한 사이클의 슬롯 수는 섬유에서 다음 식에서처럼 비트 율에 따라 다양하다.

$$N = B \cdot (125 \cdot 10^{-6} / 64)$$

여기서 B는 광섬유에서의 비트율이다. 622 Mbit/s의 데이터율이라면 사이클 당 약 1200슬롯이 된다. 125 μ s의 프레임 시간은 기존의 전화 네트워크(새로운 SDH 네트워크를 포함)와 양립하도록 선택된다. 슬롯크기의 선택은 슬롯 연산기능을 낮은 속도(64로 나누어지는 링크 속도)에서 조작할 수 있도록 충분히 길게 만들어진다. 64 비트 슬롯과 125 μ s 프레임은 하나의 슬롯이 512 kbps의 채널에 상응한다. 이러한 선택은 대부분 컴퓨터의 버스가 64 비트의 데이터 폭으로 설계되고 디지털 음성과 ISDN에 쉽게 적용할 수 있기 때문이다.

DTM은 <그림 8>에 나타난 것과 같이 한 사이클에서 두 가지 형태의 슬롯, 즉 제어 슬롯과 데이터 슬롯을 사용함으로써 데이터와 제어 정보를 분리한다. 이것은 제어 처리 없이 신속한 데이터 전송을 제공한다. 게다가 제어 정보는 프로토콜 처리 장치로 직접적으로 전송될 수 있고 데이터 정보는 수신하는 노드에 단말 장치로 직접 전송될 수 있다. 시간상 어느 임의의 점에서의 슬롯들은 데이터 슬롯이거나 제어 슬롯이다. 각각의 노드는 적어도 하나의 제어슬롯들에 접속할 수 있으며 이 제어슬롯은 다른 노드들의 제어정보를 전송하는데 사용된다. 제어 메시지들은 사용자의 요구에 따라서 전송되며 다른 노드들 혹은 운영상의 목적으로 자발적으로 응답하는 것이다. 제어슬롯들은 일부분으로 작은 용량인 반면에 대부분의 슬롯들은 데이터 슬롯들이다. 시스템의 초기화에서 데이터 슬롯들은 미리 정해진 분포에 따라서 노드들에게 할당된다. 이것이 의미하는 것은 각각의 노드들이 일정한 양의 자신의 데이터 슬롯을 점유한다는 것이다.

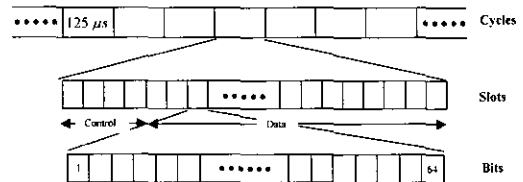


그림 8. DTM 사이클 구조

2. DTM 제어 프로토콜

DTM 제어 프로토콜(DCP)은 네트워크 노드들 사이의 시그널링을 처리한다. 슬롯 할당, 슬롯과 채널 매핑, 송신단/수신단 동기화 관리 기능의 네 가지 주요한 책임이 있다. 사용자와 네트워크 인터페이스(UNI)를 경유하여 사용자에게 서비스를 제공하고 DTM 프로토콜 데이터 장치(PDUs)를 보냄으로써 다른 노드와 통신한다. DTM 제어 PDUs는 제어 슬롯에 보내지고 DTM 데이터 PDUs는 데이터 슬롯에 보내진다. DCP안에는 입력 데이터와 제어슬롯을 분리하는 역다중화 기능이 있다. 데이터는 UNI를 경유하여 위쪽의 프로토콜로 직접적으로 보내지는 반면에 DTM 제어 PDUs는 DCP에서 처리된다. 노드는 다른 노드로부터의 제어 메시지에 응하거나 관리 목적을 위해 스스로 호스트로부터의 요청에 따라 DTM 제어 PDU를 보낼 수 있다.

V. DTM 네트워크의 활용

1. DTM 서비스

DTM은 광섬유 상에서 일반적인 통신 프로토콜들을 전송하도록 설계되고 하나의 집적화된 네트워크 상에서 몇몇 일반적으로 사용되는 서비스들을 제공한다. DTM 네트워크는 더욱 효율적으로 광섬유와 노드 장치들을 사용하게 되고 네트워크의 관리 또한 용이하게 된다.

특히 IP 트래픽과 같은 데이터 통신들이 네트워크 상에서 주요한 트래픽이 되고 있다. DTM은 이러한 형태의 트래픽을 더욱 효율적으로 전송하기 위하여 개발되었다. 그러나 몇몇 큰 네트워크 트래픽은 여전히 PDH(plesiochronous digital hierarchy) 네트워크를 사용한다. 그러므로 DTM 장비들은 PDH 트래픽을 전송할 수 있어야만 한다.

DTM 네트워크에서 집적화될 수 있는 많은 형태의 트래픽들이 존재한다. 다음의 트래픽 형태들이 우선적으로 구현되어야 할 것이다.

- (1) IP over DTM
- (2) DTM LAN emulation(DLE)
- (3) PDH 전송
- (4) SDH/SONET과의 연결
- (5) 270 Mbps의 방송 비디오 전송

현재 DTM은 IP 트래픽을 전송하기 위하여 IP over DTM과 DLE와 같은 2가지의 다른 기술을 제공한다. IP over DTM은 홑마다 IP 트래픽을 전송하는 DTM 네트워크를 사용하는 기술이다. DLE는 DTM 네트워크를 통해 가상 LAN들을 설정하고 효율적으로 IP 노드들을 DTM 네트워크에 접속할 수 있도록 한다. DLE는 접속 노드들을 LAN(802.3 이더넷)의 일부분으로 간주하고 DTM 채널들을 통해 이더넷 패킷들을 전송함으로써 분산되어 있는 LAN들을 연결한다. 그러므로 DLE를 사용하는 VPN(virtual private network)들에도 지원된다. 오늘날 90% 이상의 LAN들은 이더넷을 주축으로 하고 증가하는 추세이다. DLE은 독립적인 3계층이므로 IP, Netbios와 IPX와 같은 다른 3계층 프로토콜들을 사용할 수 있다.

E1/T1은 지원되고 E3/T3는 장래에 지원될 것이다. E1/T1 전송은 차용된 전화선 서비스나 AXEs와 같은 서로 연결되어 있는 전화 교환기들에

서 가능하다. DTM 네트워크는 또한 SDH/SONET 네트워크 상에서, PDH 전송을 지원한다.

2. 음성 서비스

음성을 서비스하는 VPN은 PDH 전송 서비스를 통하여 PBX(private branch exchange)들을 서로 연결함으로써 간단히 구성된다. E1/T1 전송에서는 PDH 구조를 통하여 PBX들을 상호 연결함으로써, 음성의 질을 유지할 수 있고 모든 형태의 시그널링 프로토콜들을 사용할 수 있다. <그림 9>는 PBX들을 상호 연결하여 서비스를 제공하는 네트워크를 나타낸다.

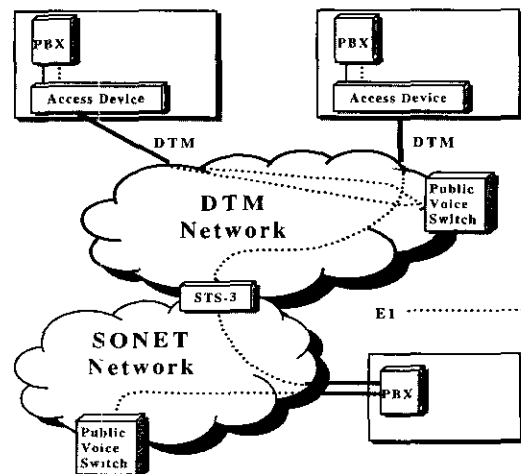


그림 9. PBX들의 연결로 제공되는 음성 서비스

3. 데이터 서비스

데이터 네트워크는 DLE 서비스를 하는 LAN들을 서로 연결함으로써 간단히 구성된다. DLE 서비스는 독립적인 3계층이며 유연하고 높은 속도로 LAN에서 LAN으로의 네트워크를 지원한다. 그러므로 DLE 서비스는 이더넷을 지원하는 많은 종류의 프로토콜들과 응용 서비스들에 사용될 수 있고

특히, 비디오 회의와 같은 서비스에 적합하다. <그림 10>은 DLE 서비스를 사용하는 데이터 네트워크를 나타낸다.

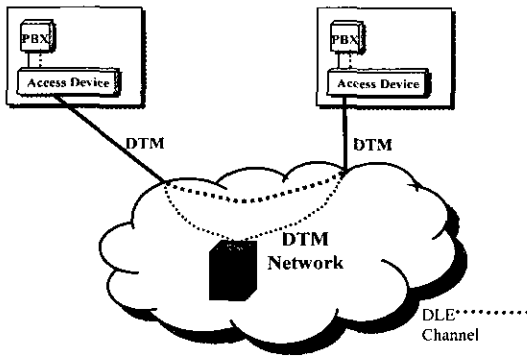


그림 10. DLE 서비스를 사용하는 데이터 네트워크

DLE 서비스를 IP 라우터에 연결함으로써 데이터 서비스와 인터넷이 동일한 인터넷에 접속될 수 있다. 또한 DLE 서비스는 다른 인터넷들 사이의 원활한 흐름을 위해 DTM 채널들을 분리하기 때문에, 인터넷 통신과 데이터 서비스는 서로 분리되어 사용될 수 있다. 즉, 인터넷과 데이터 트래픽의 완전한 분리가 가능하다는 것이다. <그림 11>은 인터넷과 데이터 서비스를 나타낸다.

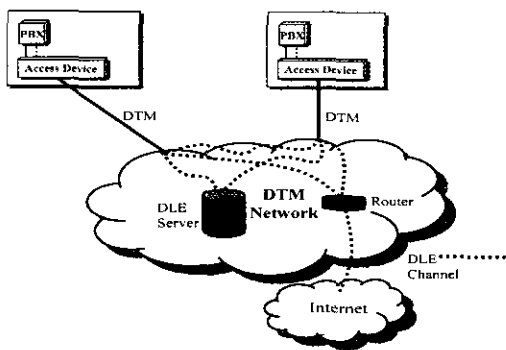


그림 11. 인터넷과 데이터 서비스를 제공하는 네트워크

4. 비디오 서비스

DTM은 TV나 영화와 같은 실시간 서비스를 제공할 수 있고 ITU-R BT 801의 형식으로 실시간 비디오를 전송함으로써, <그림 12>와 같이 비디오 전송을 위한 DTM 네트워크를 구성할 수 있다.

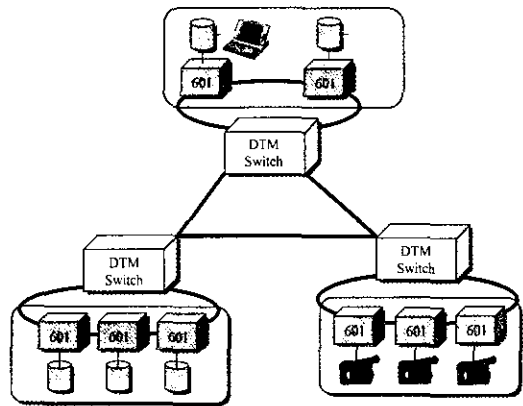


그림 12. 비디오 전송을 위한 네트워크

5. 이동 서비스

DLE와 PDH를 서로 연결함으로써 GPRS (general packet radio service)의 기본 네트워크로 DTM 네트워크를 구성할 수 있다. <그림 13>은 이동 서비스를 제공하기 위한 네트워크를 나타낸다.

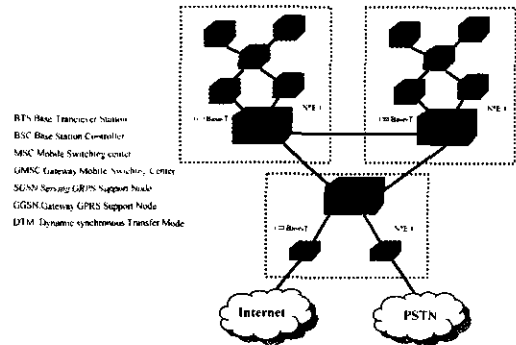


그림 13. 이동 서비스를 위한 네트워크

6. Galve 대학의 원격교육

스웨덴의 Galve 대학에서는 원격 교육을 위해 상호작용을 하는 TV를 사용하였지만 유연성이 없고 값비싼 ISDN을 설치해야만 되기 때문에, 컴퓨터 네트워크를 통한 원격 교육에 관심을 갖기 시작하였다. Galve 대학에서는 이미 일정포나 학습 데이터 등을 컴퓨터 네트워크를 통해 제공하고 있었다. 그러나 컴퓨터 네트워크를 통해 TV 방송과 같은 방송이 가능해야 하고, 큰 대역폭을 요구하는 비디오의 전송이 가능하기 위해서는 이더넷만으로는 요구되는 용량을 제공할 수 없기 때문에, 원격 교육을 강화하기 위해서는 새로운 네트워크가 필요하였다. 초기 ATM 방식의 도입은 교환기의 가격이 비싸고 구성이 어려우며 멀티캐스트를 효율적으로 구현할 수 없고 IP over ATM의 구현이 용이하지 않는 등의 여러 가지 이유로 인하여 설치와 관리가 편리한 DTM 네트워크를 선택하게 되었다.

VI. 결 론

현재 광통신의 발달로 인해, 통신 하부구조의 정체현상이 링크 용량에서 교환점 등과 같은 네트워크에서 처리와 저장이 요구되는 상황으로 바뀌어가고 있는 추세이다. 현재의 고용량 집적 네트워크는 패킷 교환 방식이며 사용 가능한 링크 용량을 효율적으로 사용할 수 있고 융통성 있는 서비스를 제공할 수 있도록 설계되었다. 그러나 정체현상이 프로세서로 이동한다면, 처리와 저장에 있어서의 제약을 줄이는 통신 구조가 필요하다. 회선 교환 네트워크는 광섬유내의 고용량 처리에 적합한 데이터 요소의 처리가 매우 작으며 간단한 통신 구조를 가진다.

현재 접하고 있는 통신, 연산 및 매체 사이의 응용영역에서 더욱 강화된 집적화로 인하여 네트워크가 제공해야 하는 서비스에 새로운 요구사항들이 부가

되고 있다. 회선 교환 네트워크는 실시간 서비스를 제공한다는 점에서 큰 장점을 가지고 있으나 통합 서비스 환경을 효과적으로 처리하기에는 융통성이 없다. 본 고에서는 통합 서비스 환경을 처리하도록 개선된 새로운 회선 교환 네트워크 구조인 DTM을 소개하였다. DTM은 사용자 데이터의 처리를 거의 하지 않는, 즉 읽기-수정-쓰기가 없는 효과적인 하드웨어 구현이 가능하도록 설계될 수 있고 분산 교환 메커니즘을 제공하기 위해 공유 매체를 사용한다. DTM은 더 나아가 다중 속도 채널 서비스와 짧은 설정 지연을 제공한다. 융통성과 자원의 활용성을 증가시키기 위해서 자원에 대한 요구가 있는 즉 시 노드 사이에서 동적으로 할당될 수 있다. DTM 채널은 단방향, 멀티캐스트, 다중 속도라는 점에서 전화 회선 등과는 다르다.

채널 설정 시간이 빠른 회선 교환 네트워크 효율성의 상당한 부분을 좌우한다. 그러므로 DTM에서의 빠른 채널 생성하기 위한 방법들이 연구되었으며, 단일 홉과 다중 홉 모두에 대한 채널들이 연구되었다. 큰 시그널링 용량은 제어 슬롯이 많이 존재한다는 것을 의미한다. 제어 슬롯은 오버헤드를 의미한다. 즉 동일한 공유 매체에 여러 노드가 연결되어 있는 경우에 오버헤드는 크게 된다. 또한 성능이 떨어지는 노드는 모든 제어 슬롯을 주사해야 하는데, 이로 인해 구현에 드는 비용이 매우 크게 된다. 이 결점들을 극복하기 위해 DTM의 동적 지점간 그리고 멀티캐스트 시그널링에 기초한 방법을 제안하였다. 특정 노드에 대해 시그널링 용량을 증가시켜야 하는 노드가 있을 때, 이 노드는 동일한 매체에 연결되어 있는 나머지 노드들에 영향을 주지 않고도 시그널링 용량을 증가시킬 수 있다. 시그널링 방법은 데이터 채널에 이용된 것과 동일한 채널을 이용한다. 즉 관련된 노드에 대해 지점간 그리고 멀티캐스트 시그널링 채널이 설정된다. 이것은 클라이언트-서버 통신이나 멀티캐스트 그룹 등에 사용하기에 좋은 방법이다.

따라서 향후 기대되는 광대역 통합 서비스 및 차세대 인터넷을 효과적으로 지원하기 위해서는 DTM 기술에 대한 집중적인 관심과 연구가 절실히 요청된다.

※참고문헌

- [1] C. Bohm, The DTM protocol-design and implementation, Licentiate Thesis, Royal Institute of Technology, ISRN KTH/IT/R-94/05-SE, Stockholm, Sweden, Mar. 1994.
- [2] C. Bohm, P. Lindgren, L. Ramfelt, and P. Sjodin, "Resource reservation in DTM," In Proc. First IEEE Symposium on Global Data Networking, Cairo, Egypt, pp. 191-197, Dec. 13-15, 1993.
- [3] C. Bohm, P. Lindgren, L. Ramfelt, and P. Sjodin, "The DTM gigabit network," Journal of High-Speed Networks, Vol. 3, No. 2, pp. 109-126, 1994.
- [4] C. Bohm, P. Lindgren, L. Ramfelt, and P. Sjodin, "Fast circuit switching for the next generation of high performance networks," IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Vol. 14, No. 2, pp. 298-305, Feb. 1996.
- [5] P. Lindgren, Host interfacing and connection management in the DTM gigabit network, Licentiate Thesis, Royal Institute of Technology, ISRN KTH/IT/R-94/04-SE, Stockholm, Sweden, Mar. 1994.
- [6] L. Ramfelt, Architectures for high performance optical networks, Ph. D Thesis, Royal Institute of Technology, ISRN KTH/IT/R-95/22-SE, Stockholm, Sweden, Feb. 1996.
- [7] J. S. Turner, New directions in communications, IEEE Communications Magazine, Vol. 24, No. 10, pp. 8-15, Oct. 1986.
- [8] P. O'Reilly, "The case for circuit switching in future wide bandwidth networks," In Proc. of IEEE ICC, Philadelphia, USA, pp. 899-904, June 1988.
- [9] S. D. Personick and W. O. Fleckenstein, "Communications switching from operators to photonics," Proceedings of the IEEE, Vol. 75, No. 10, pp. 1380-1403, Oct. 1987.
- [10] B. Pehrson, S. Pink, and P. Gunningberg, "MultiG-a research program on distributed multimedia applications and gigabit networks," IEEE Network Magazine, Vol. 6, No. 1, pp.26-35, Jan. 1992.
- [11] P. Lindgren and C. Bohm, "Fast Connection Establishment in the DTM Gigabit Network," In Proc. 5th IFIP Conference on High Performance Networking, Grenoble, France, pp.283-294, June 27-July 1 1994.
- [12] L. A. Crutcher and A. G. Waters, "Connection management for an ATM network," IEEE Network Magazine, Vol. 6, No. 6, pp. 42-55,

Nov. 1992.

- [13] I. Cidon, I. Gopal, and R. Guerin, "Bandwidth Management and Congestion Control in plaNET," IEEE Communications Magazine, pp.54-64, Vol. 29, No. 10, Oct. 1991.
- [14] S. R. Amstutz, "Burst switching-an update," IEEE Communications Magazine, Vol. 27, No. 9, pp. 50-57, Sep. 1989.



김 남

1981년 연세대학교 전자공학과(공학사)
 1983년 연세대학교 전자공학과(공학석사)
 1998년 연세대학교 전자공학과(공학박사)
 1992년~1993년 미 Stanford 대학 방문교수
 2000년~현재 미 California Technology Institute (Caltech) 방문교수
 1989~현재 충북대학교 정보통신공학과 교수
 관심분야 : Diffractive Optics, WDM Optical Filter & DEMUX Optical Memory, Holography Application, 디지털 이동통신, 전자파 해석, EMR/EMC



김 항 래

1995년 청주대학교 전자공학과(공학사)
 1997년 청주대학교 전자공학과(공학석사)
 1997년~1997년 한국전자통신연구원 위촉연구원
 1999년~현재 충북대학교 정보통신공학과 박사과정
 관심분야 : 디지털 이동통신, 무선시스템, 광인터넷, 네트워크 구조 및 최적 설계, 네트워크 및 통신 시스템 성능평가



이 순 석

1988년 성균관대학교 산업공학과(공학사)
 1990년 성균관대학교 산업공학과(공학석사)
 1993년 성균관대학교 산업공학과(공학박사)
 1993년~현재 한국전자통신연구원 교환전송기술연구소 선임연구원
 관심분야 : 광인터넷, 네트워크 진화전략, 네트워크 구조 및 최적 설계, 트래픽 엔지니어링, 네트워크 및 통신시스템 성능평가