

論 文

광대역 ISDN용 대역폭 할당방식의 성능에
관한 연구

正會員 李 鎮 熙* 正會員 趙 東 浩* 正會員 李 憲**

A Study on the Performance of the
Bandwidth Allocation Strategies for the
Wideband ISDN

Jin Hee LEE*, Dong Ho CHO*, Hun LEE** *Regular Members*

要 約 본 논문에서는 광대역 ISDN용 대역폭 할당방식의 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 분석하였다. 일반적으로 처리율, 지연시간, 블러킹 확률 특성면에서 보면 다중채널 대역할당 방식의 성능이 단일채널 대역할당 방식의 성능보다 우월하였다. 또한 FIFO 서비스를 사용할때에는 각 트래픽에 대한 처리율, 지연시간, 블러킹 확률특성이 거의 일정하였으나 우선 서비스를 적용할 경우에는 높은 우선도를 갖는 트래픽의 성능이 처리율, 지연시간, 블러킹 확률 특성면에서 낮은 우선도를 갖는 트래픽의 성능보다 훨씬 개선되었다. 또한 다양한 광대역 ISDN 트래픽을 서비스 하기 위해서는 서비스 규칙과는 무관하게 단일채널 대역할당 방식보다는 다중채널 대역할당방식을 사용하는 것이 더 바람직함을 알 수 있었다.

ABSTRACT In this paper, the performances of bandwidth allocation strategies for wideband ISDN have been studied through the computer simulation. In general, the performance of multichannel bandwidth allocation method is superior to that of single channel bandwidth allocation method with respect to the throughput, delay and blocking probability. Also, when the FIFO service scheme is used, it is shown that the throughput, delay characteristics and blocking probability for each traffic are almost similar. On the other hand, the priority service scheme being used, the performances of traffic with high priority are much better than that of traffic with low priority in the view of throughput, delay and blocking probability. Finally, for the FIFO and priority service disciplines, it can be seen that the multichannel bandwidth allocation method is more suitable than the single channel bandwidth allocation strategy in the case of serving various traffic.

I. 서 론

광대역 ISDN에서 처리되는 서비스는 전송률,

burstiness, 허용 지연시간 등에 있어서 제각기 다르다. 광대역 ISDN 패킷교환망의 스위치는 수십 Gbps의 성능을 갖고 있어야 하므로 fast packet 교환기술이 적합하다. 그러나 고속 패킷 스트림을 처리하기 위해서 고속 스위치와 효율적인 데이터 링크 프로토콜을 사용해도 효율적인

*慶熙大學校 電子計算工學科
Dept. of Electronic Engineering, Kyunghee University.
**韓國電子通信研究所 交換方式研究室
Switching Methods Section, ETRI
論文番號 : 90-25 (接受 1990. 1. 19)

전송 시스템을 구축하기 어려우므로 자원이 효율적으로 이용되고 과잉밀집현상이 제어되도록 대역폭을 할당하는것이 필요하다.

광대역 서비스에서는 트래픽의 특성이 불확실하고 패킷 채널의 용량이 최대 전송속도 및 최대 지연시간과 관련된 upper bound를 갖고 있을 뿐만아니라 트래픽의 peak rate가 수 order씩 바뀌기 때문에 대역폭을 효율적으로 배정하기란 어려운 문제이다.

비연결 서비스에서는 사전의 종점간 가상회선 설정과 대역폭 예약없이 가입자 정보가 네트워크에서 전송된다. 연결서비스에서는 가입자 정보의 전달이 이루어지기전에 가상회선 연결이 이루어져야 하며 source의 트래픽 변수에 따라 얼마의 대역폭이 회선에 대해서 예약된다. 연결위주 서비스에서는 비연결위주 서비스보다 packet sequencing이 보장되는데 low peak이면서 비실시간 처리정보는 가상회선 상에서 비연결 서비스에 의해 제공된다.

결국 가상회선은 연결위주의 호나 비 연결서비스의 정보단위의 패킷을 전송하게 되는데 비연결서비스의 정보는 우선도가 낮고, 실시간 정보와 high peak 정보는 상대적으로 고우선도를 갖는다. 비연결서비스에서 네트워크가 제공하는 서비스는 가상회선 방식이고 그위에서데이터그램 방식이 지원된다면 네트워크를 효율적으로 활용하지 못하게 된다.

이외에 2단계 대역폭 할당방식이 제안되었는데 연결 설정시에 채널그룹의 대역폭이 가상회선에 대해 예약되고 전송시에는 그룹의 특정 채널이 slot by slot으로 전송될 패킷에 할당이 된다. 이방식에서는 가상회선의 peak rate가 패킷채널의 용량에 제한되지 않으므로 super rate 교환이 가능하나 packet sequencing과 같은 문제가 해결되어야 한다.

본 연구에서는 단일채널 또는 다중채널을 사용할때 FIFO 및 Priority 서비스 규칙에 의한 대역 할당 방식의 성능을 처리율, 지연시간, 블럭킹 확률등을 평가척도로 활용하여 분석하고 비교 검토하였다.

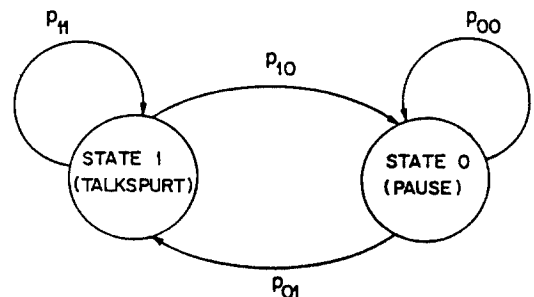
서론에 이어 II 장에서는 음성, 데이터 및 영상 트래픽의 모델링에 관해서 기술하며 III 장에서 채널 배정방식에 의한 대역폭 할당방법을 설명한다. 또한 IV 장에서 서비스 규칙에 따른 대역폭 할당방식을 기술하고 V 장에서 대역폭 할당방식의 성능을 시뮬레이션을 통하여 고찰하며 VI 장에서 결론을 맺는다.

II. 트래픽 모델링

광대역 ISDN에서 서비스하는 입력 트래픽을 개념적으로 간략하게 나타내면 크게 음성, 데이터, 영상의 세분야로 대별 할 수 있다. 텔레메트리, 데이터, 텍스트 등은 데이터 개념으로 분류하고 image, 재래의 TV, HDTV 등은 영상 개념으로 나눌 수 있다. 본 논문에서 사용한 음성, 데이터, 영상 트래픽에 대한 모델링은 다음과 같다.

1. 음성 트래픽 모델링

음성 source가 각각의 평균 길이가 1.34, 1.67 초인 지수 분포 특성의 talkspurt와 silence를 독립적으로 반복하기 때문에 각 음성 source는 이산 시스템에서 그림 1과 같이 적절한 기하



$$\begin{aligned}
 P_{00} &= 1 - T_s \cdot \sigma & P_{01} &= T_s \cdot \sigma \\
 P_{10} &= T_s \cdot \mu & P_{11} &= 1 - T_s \cdot \mu
 \end{aligned}$$

그림 1. 마르코프 프로세스 Markov process

분포에 따라 talkspurt와 silence를 교대하는 마르코프 프로세스로 표현 될 수 있다. 여기서 μ 는 talkspurt의 평균시간이고 σ 는 silence의 평균시간이며 T_s 는 한 프레임의 주기이다. 음성 패킷의 도착시간이 지수함수 분포를 갖는다는 가정은 talkspurt에 있을 동안만 음성 source가 주기적인 간격으로 패킷을 발생시킬때 성립한다. 그러나 여러개의 음성 source가 다중화 될때는 두개의 이웃 패킷의 도착시간의 상관성이 상당히 감소 되게된다. 즉 음성 source의 수가 작으면 도착 패킷의 interarrival 프로세스는 hyperexponential 분포를 갖게되며 음성 source의 수가 어느 정도 크면 도착 패킷의 interarrival time이 지수분포 함수와 비슷하게 된다. 또한 음성 source의 수가 충분히 크게되면 도착패킷의 interarrival time이 hypoexponential 분포를 갖게 된다.

2. 데이터 트래픽 모델링

데이터 트래픽 모델로서 가장 많이 사용되는 모델은 poisson arrival이다. 이 모델에서 i 번째 패킷과 $i+1$ 번째 패킷사이의 interarrival time t 는 상호간에 서로 독립적이고 지수 분포 함수를 갖는다.

$$P(t) = \lambda \exp(-\lambda t)$$

단위 시간당 입력 패킷을 z 라 하면 확률밀도 함수 $P_z(k)$ 는 평균도착률이 λ_c 인 포아슨 분포를 가지며 다음과 같이 표시된다.

$$P_z(k) = q_k = \lambda_c^k \cdot \frac{e^{-\lambda_c}}{k!} \quad k=0,1,2,\dots$$

일반적으로 포아슨 모델은 패킷을 black box로 간주하여 다른 source들로 부터 오는 패킷과 다른 목적지들로 가는 패킷들을 구분하지 못하므로 네트워크 계층에서 유용한 정보들을 잃게된다.

3. 영상 트래픽 모델링

영상 트래픽의 모델에 있어서는 패킷화된 가변율 비디오 코딩 데이터 스트림을 통계적 다중화 했을때의 패킷 발생 간격의 확률적 특성을 모델링 하는것이 중요하다. 최근에 연구된 결과에 의하면 영상 패킷 발생 간격이 움직이는 속도와 패킷 크기에 따라 달라진다. 약간 움직이는 화상일때는 3개의 서로다른 확률분포를 이용하여 패킷 발생 간격의 확률적 특성을 표시할 수 있고 중간정도로 움직이는 화상인 경우에는 패킷 발생 간격의 확률밀도함수가 Erlang 분포에 비슷하며, 크게 움직이는 화상일때는 패킷 발생간격의 확률밀도함수가 2개의 서로 다른 확률분포의 조합에 의해 나타낼 수 있다. 본 논문에서는 패킷 영상 트래픽에 대해서 간략하게 Erlang 분포로 모델링 하였는데 확률밀도함수의 표시식은 다음과 같다.

$$P(t) = \frac{\lambda(\lambda t)^{k-1}}{(k-1)!} \cdot e^{-\lambda t}, t \geq 0$$

여기서 λ 는 평균도착률을 나타내며 k 는 차수를 나타내는데 k 값에 따라 확률밀도함수의 속성이 달라지게 된다.

III. 채널 배정방식에 의한 대역폭 할당

1. 단일 채널 대역폭할당

호설정시에 트래픽 source i 에 대해서 W_i 의 대역폭이 예약된다. W_i 값은 평균 트래픽 S_i 와 peak 트래픽 P_i 사이의 값이며 효율성과 수용가능한 패킷손실 사이의 trade off로서 선택된다. 예를들어 high peak이면서 low activity인 source는 상당한 packet loss를 감수함으로써 높은 채널 효율성을 얻을 수 있다.

또한 resource의 비효율적인 사용은 high peak source를 처리할때 뿐만아니라 $\frac{S_i}{P_i} = 1$ 인 source가 channel에 할당되어도 가용 채널용량을 감소시키게 되어 resource의 비효율적인 사용을 초래한다.

2. 다중 채널 대역폭할당

Broadband 네트워크에서 다양한 서비스를 제공하기 위해서는 약 2.4Gbps 정도의 교환용량이 요구되므로 각 링크는 여러개의 패킷채널 즉 채널 그룹을 제공한다. 패킷 네트워크의 channel 그룹과 channel의 관계가 그림 2에 나타나 있다. 3채널로 구성된 2그룹이 NI1을 SN1에 연결하고 3채널로 이루어진 3그룹이 SN1을 SN2에 연결하며, 2채널로 구성된 3그룹이 NI2를 SN2에 연결하고 있다. 이 방식에서 채널그룹의 대역폭 할당은 호 설정단계에서 호 요구가 수용될때 출력채널 그룹이 선정되고 그 호에 대해서 대역폭이 예약된다. 전송시에는 그룹내의 특정채널이 group에 지정된 패킷에 할당되는데 전송시에 채널할당은 한 slot time안에서 이루어진다.

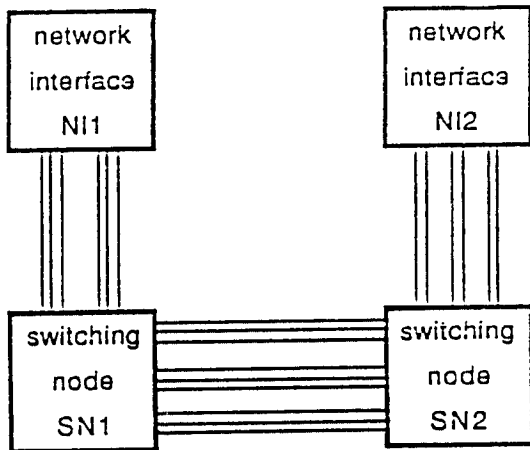


그림 2. 패킷 네트워크의 예
Example of packet switching network

다중채널에서 채널그룹의 용량은 각 채널의 용량의 합과 같다. 즉 각각의 채널용량은 전체 처리 용량을 채널수 만큼 나눈값이 된다. High peak rate를 갖는 트래픽이 서비스를 요구할 때에는 여러개 채널을 통해 분산시켜 서비스하며 낮은 peak rate를 갖는 트래픽이 서비스를 요구할 경우에는 비어있는 채널을 통해 서비스 해주기 때문에 서비스 관점에서 볼때 단일 채널을 사용하는것 보다 다중채널을 이용하는 것이

더 유용하다.

한편 다중 채널 대역할당방식의 장단점은 다음과 같다.

장점:

- 큰 채널용량으로 super rate 교환제공이 가능하다.
- pooling 효과로 각 채널이 제공할 수 있는 것 보다 더많은 수의 정보처리 지원이 가능하다.
- 통계적 smoothing 효과가 발생하여 순간적인 부하가 평균부하에서 급격히 변하지 않는다.
- 특정 정보원으로부터의 burst source는 특정 채널그룹에 배당하여 제반문제를 줄인다.

단점:

- high peak 용량을 갖고있는 트래픽의 서비스인 경우에는 패킷의 순서가 보장되지 않는다.
- 협대역 서비스에서는 패킷의 평균 interarrival time이 대기시간 jitter보다 훨씬 커지게 되므로 패킷의 순서가 잘못될 수 있다.

IV. 서비스 규칙에 의한 대역폭 할당

채널이 k개의 서로 다른 트래픽에 의해 공유될때 요구되는 성능조건을 최적화 하기 위해서는 효율적인 서비스 규칙이 필요하다. 자원의 효율을 극대화 하기위해서 어떤 서비스 규칙이 하나의 척도를 최적화 하면 다른 성능척도를 나쁘게 할 수도 있다. 예를 들어 오락, 비디오 같은 동화상 트래픽에 높은 서비스 priority를 주면 협대역 호인 음성이나 데이터같은 트래픽의 서비스 처리는 많은 지연시간을 갖게되거나 처리율이 떨어지게 된다.

1. FIFO 서비스 방식

도착한 순서대로 k개의 트래픽 형태가 각각 f개의 server 채널을 액세스한다. 이러한 경우에

는 광대역 트래픽호가 서비스를 요구할때 그 뒤에 있는 많은 협대역 호들이 서비스를 못받게 되므로 server의 효율성이 나쁘게 된다. 그러나 협대역 가입자들이 광대역 가입자보다 먼저 서비스를 받을 경우에는 충분한 server 수가 확보되지 않아 광대역 가입자들이 채널 사용을 제대로 못하는 불공평성이 초래된다.

2. Priority 서비스 방식

Server의 요구가 클수록 더 높은 우선도를 갖게 되는데, 같은수의 server를 요구하는 가입자는 도착한 순서대로 서비스를 받는다. 예를들면 동화상같은 high peak rate를 갖는 트래픽은 먼저 서비스되고 협대역 트래픽인 음성, 데이터는 나중에 서비스 받게된다. 이 경우에는 광대역 가입자들이 우선적으로 서비스 되기 때문에 협대역 가입자의 서비스가 방해받는 경우가 생기게 된다.

V. 시뮬레이션 및 고찰

서로 다른 트래픽을 한 네트워크에서 집적하여 서비스 할 경우에 문제점이 발생한다. 예를들어 음성과 데이터 트래픽의 특성이 틀리므로 서비스 하는 프로토콜이 달라야 하고 network 운용 알고리즘도 수정되어야 한다. 본 논문에서는 각종 대역폭 할당 방식에 따른 네트워크 성능을 분석하기 위하여 네트워크 처리율, 패킷의 지연 시간, 블럭킹확률 등을 척도로 선정한뒤에 SMPL.C 시뮬레이션 프로그램을 사용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 이때 음성, 데이터, 영상채널의 평균 입력 트래픽양은 동일한 것으로 가정하였다.

음성 / 데이터 / 영상을 모델링한 트래픽에 대해서 단일 채널 및 다중채널 대역할당방식을 적용했을 때 지연 또는 블럭킹을 허용한 경우의 처리율이 트래픽 밀도의 함수로서 그림 3,4에 자세히 나타나 있다. 블럭킹을 허용할 때는 단일 채널 대역할당 방식에 비해서 2채널 이상의 다중

채널 대역할당 방식의 처리율이 트래픽 밀도가 증가함에 따라 상대적으로 개선됨을 알 수 있다. 또한 채널의 수가 2채널 이상일 경우에는 채널 수가 증가하여도 처리율의 상대적인 개선이 작아짐이 알 수 있다. 반면에 지연을 허용할 때는 다중채널 대역할당 방식에 의한 처리율의 개선이 거의 존재하지 않음을 알 수 있다. 한편

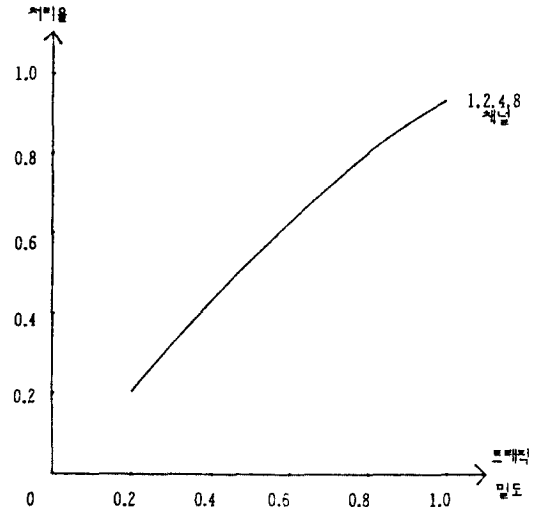


그림 3. 지연을 허용할때 대역폭 할당방식의 처리율
The throughput of bandwidth allocation strategies in the case of the delay admitted.

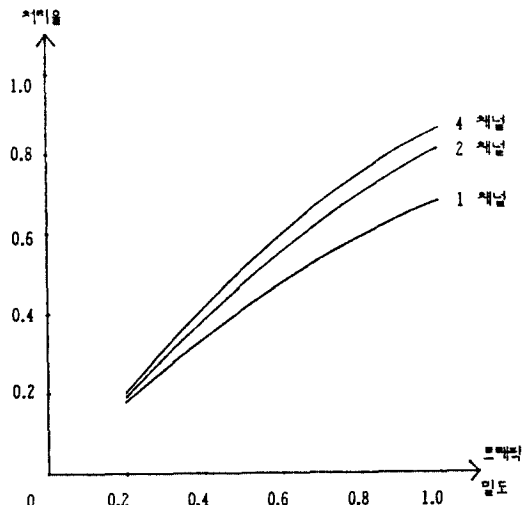


그림 4. 블럭킹만을 허용할때 대역폭 할당방식의 처리율
The throughput of bandwidth allocation strategies in the case of the blocking admitted.

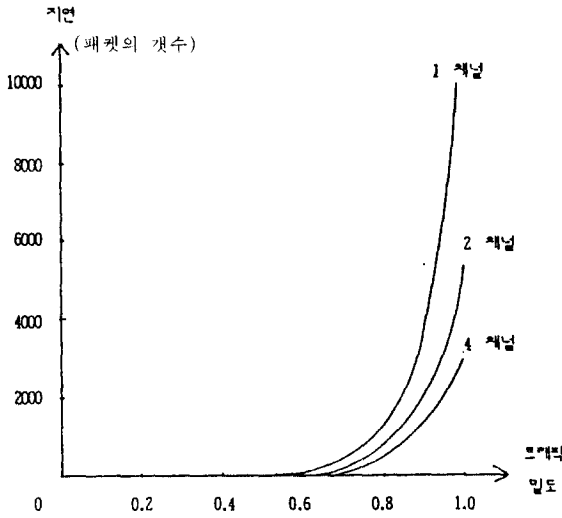


그림 5. 지연을 허용할때 대역폭 할당방식의 지연특성
The delay characteristics of bandwidth allocation strategies in the case of the delay admitted.

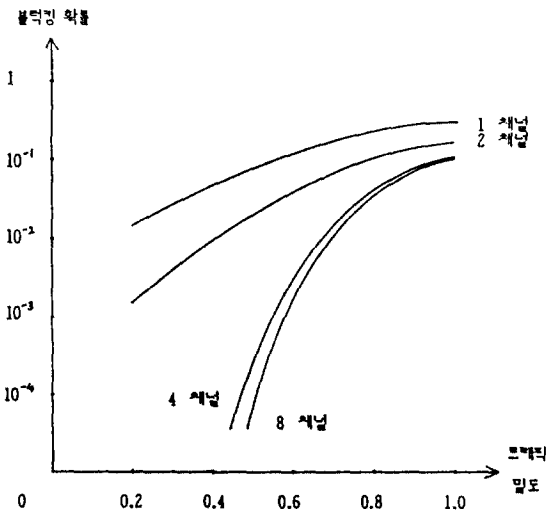


그림 6. 블러킹만을 허용할때 대역폭 할당방식의 블러킹 확률특성
The blocking probability of bandwidth allocation strategies in the case of the blocking admitted.

지연특성과 블러킹 확률특성면에 있어서는 그림 5,6에서 알 수 있듯이 단일 채널 대역할당 방식 보다 다중 채널 대역할당 방식이 우수함을 알 수 있다.

지연을 허용할때 서비스 방식과 채널 할당방식을 혼합하여 사용한 경우의 처리율이 그림 7과 8에 나타나 있다. FIFO 서비스 방식에서는 각각의 트래픽을 들어온 순서대로 서비스 하기 때문에 각 트래픽의 처리율이 거의 비슷하게 나타남

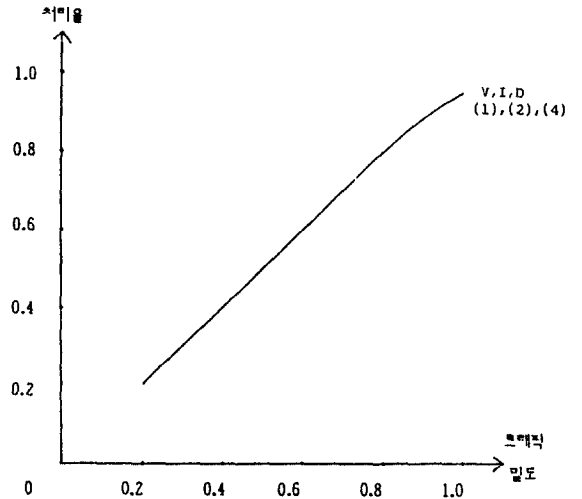


그림 7. 지연을 허용하고 FIFO 서비스를 할때 대역할당 방식의 V/I/D 처리율
The throughput of bandwidth allocation strategies for voice/image/data traffic when the delay is admitted and FIFO service is used.

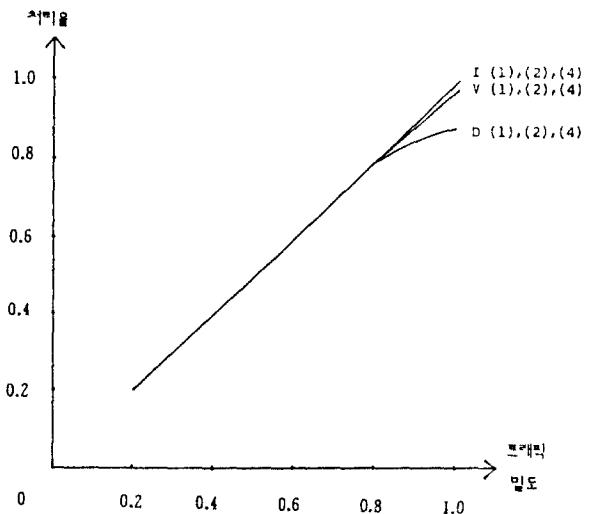


그림 8. 지연을 허용하고 Priority 서비스를 할때 대역할당 방식의 V/I/D 처리율
The throughput of bandwidth allocation strategies for voice/image/data traffic when the delay is admitted and priority service is used.

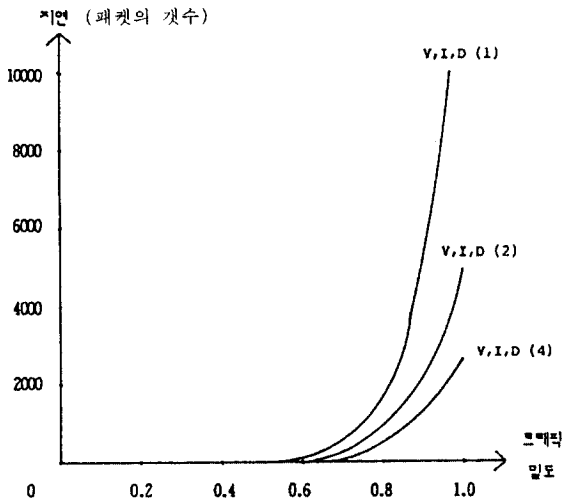


그림 9. 지연을 허용하고 FIFO 서비스를 할때 대역할당 방식의 V/I/D 지연특성
The delay characteristics of bandwidth allocation strategies for voice/image/data traffic when the delay is admitted and FIFO service is used.

서비스 방식인 경우에는 트래픽이 증가함에 따라 각각의 지연이 함께 증가함을 그림 9에서 알 수 있고 priority 서비스 방식에서는 높은 priority를 갖지 못한 협대역 트래픽의 지연특성이 급증함을 그림 10에서 잘 알 수 있다.

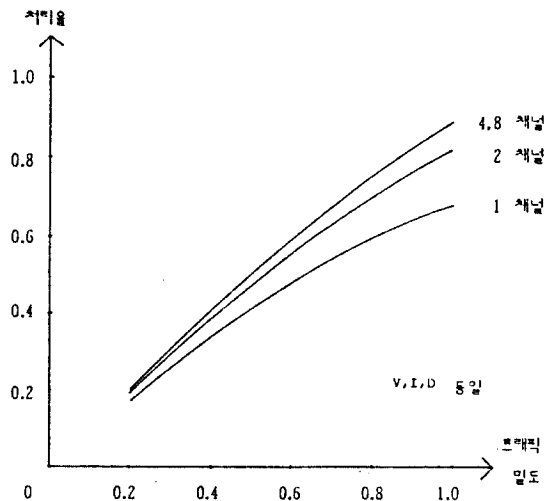


그림 11. 블러킹을 허용하고 FIFO 서비스를 할때 대역할당 방식의 V/I/D 처리율
The throughput of bandwidth allocation strategies for voice/image/data traffic when the blocking is admitted and FIFO service is used.

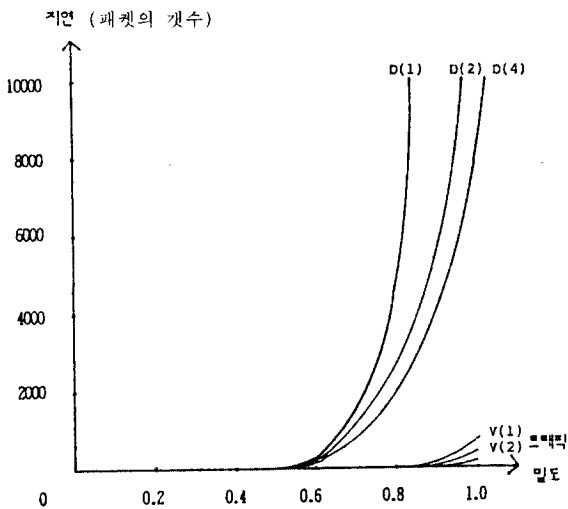


그림 10. 지연을 허용하고 Priority 서비스를 할때 대역할당 방식의 V/I/D 지연특성
The delay characteristics of bandwidth allocation strategies for voice/image/data traffic when the delay is admitted and priority service is used.

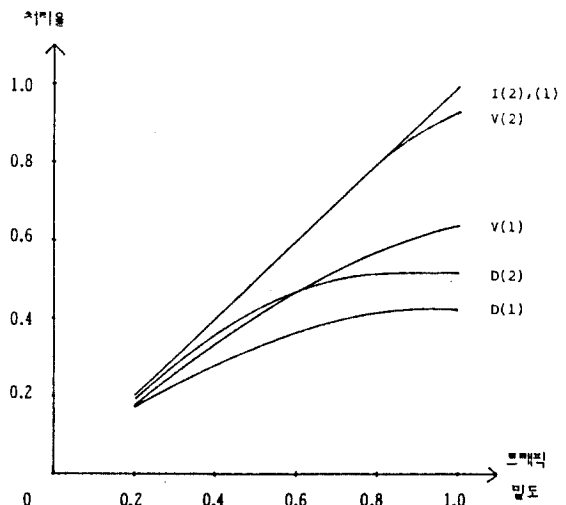


그림 12. 블러킹을 허용하고 Priority 서비스를 할때 대역할당 방식의 V/I/D 처리율
The throughput of bandwidth allocation strategies for voice/image/data traffic when the blocking is admitted and priority service is used.

을 그림 7에서 알 수 있으며 광대역 가입자에게 서비스의 우선도를 주는 우선 서비스방식에서는 협대역 가입자에 대한 처리율이 감소함을 그림 8에서 알 수 있다. 지연특성에 있어서는 FIFO

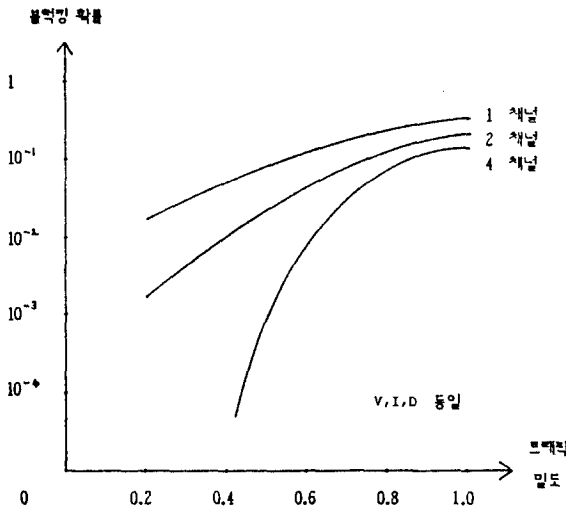


그림 13. 블럭킹을 허용하고 FIFO 서비스를 할때 대역할당 방식의 V/I/D 블럭킹 확률특성
The blocking probability of bandwidth allocation strategies for voice/image/data traffic when the blocking is admitted and FIFO service is used.

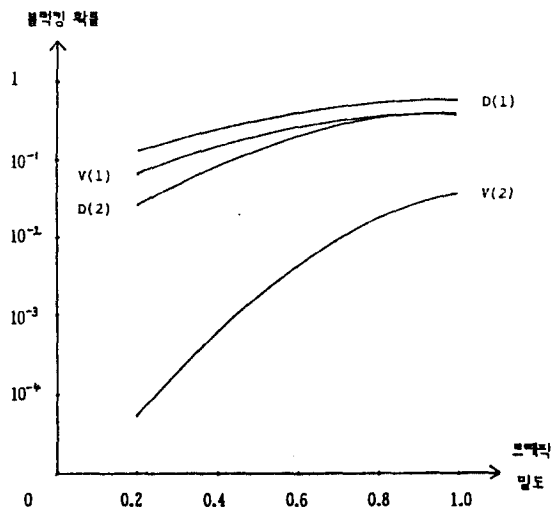


그림 14. 블럭킹을 허용한 Priority 서비스를 할때 대역할당 방식의 V/I/D 블럭킹 확률특성
The blocking probability of bandwidth allocation strategies for voice/image/data traffic when the blocking is admitted and priority service is used

Blocking을 허용할때 서비스 방식과 채널 할당 방식을 혼합하여 사용한 경우의 처리율 및 블럭킹 확률이 그림 11,12,13,14에 자세히 나타나 있다. 여기서도 FIFO 방식에서는 각 트래픽의 처리율 및 블럭킹 확률이 거의 같으나 priority 서비스 방식에서는 우선도가 높은 광대역 호 트래픽의 처리율 및 블럭킹 확률이 다중 채널일수록 월등히 개선됨을 알 수 있다.

VI. 결 론

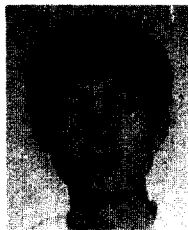
트래픽의 속성이 각기 다른 광대역 ISDN에서는 단일 채널 대역할당 방식보다 다중 채널 대역할당 방식이 처리율, 지연특성, 블럭킹 확률면에서 우월하였다. 또한 서비스 방식 관점에서 볼때 FIFO 서비스 방식에서는 모든 트래픽의 처리율, 지연특성, 블럭킹 확률이 비슷하지만 광대역 호가 서비스를 요구할때는 그 뒤에 오는 협대역 호들이 서비스를 못받게 되는 단점이 존재하였다. 반면에 priority 서비스 방식에서는 광대역 트래픽 호에 대해 priority를 주게되면 나머지 협대역 트래픽 호들은 지연특성이 증가함을 알 수 있었다. 아울러 FIFO 서비스 방식과 priority 서비스 방식에서도 다중 채널 대역할당 방식이 처리율, 지연특성, blocking 확률면에서 단일 채널 대역 할당방식보다 우월하였다.

參考文獻

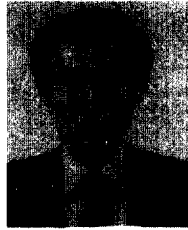
1. B. Kraimeche 외, "Bandwidth Allocation Strategies in Wideband Integrated Networks", IEEE JSAC, Vol. 4, No.6, pp.869-878, Sept. 1986.
2. A. Pattavina, "Multichannel Bandwidth Allocation in a Broadband Packet Switch", IEEE JSAC, Vol. 6, No.9, pp.1489-1499, Dec. 1988.
3. B.G. Kim, "Characterization of Arrival Statistics of Multiplexed Voice Packets", IEEE JSAC, Vol.1, No. 6, Dec. 1983.
4. R. Kishimoto 외, "Generation Interval Distribution Characteristics of Packetized Variable Rate Video

Coding Data Streams in an ATM Network", IEEE JSAC, Vol. 7, No.5, pp.833-841, June. 1989.

5. 조동호 외, "광대역 ISDN을 위한 교환 기술에 관한 연구", ETRI 위탁연구보고서, 경희대학교 전자계산공학과, 10. 1988.
6. 조동호 외, "광대역 스위칭의 성능에 관한 연구", ETRI 위탁연구 보고서, 경희대학교 전자계산공학과, 8. 1989.



李 鎭 熙 (Jin Hee LEE) 正會員
1967年10月25日生
1989年2月：慶熙大學校 電子計算工學科
卒業(學士)
1989年3月～現在：慶熙大學校 電子計
算工學科 碩士課程
※關心分野：綜合情報서비스망, 地域情
報 通信網.



趙 東 浩 (Dong Ho CHO) 正會員
1956年4月3日生
1979年2月：서울大學校 工科學 電子
工學科 卒業(學士)
1981年2月：韓國科學技術院 電氣 및 電
子工學科 碩士課程卒業(碩
士)
1985年2月：韓國科學技術院 電氣 및 電
子工學科 博士課程卒業(博
士)
1985年3月～1987年2月：韓國科學技術
院 通信工學研究室 先任研
究院
1987年3月～現在：慶熙大學校 電子計算工學科 助教授
※關心分野：이동컴퓨터통신망, 종합정보서비스망, 부가가치
서비스망, 분산처리시스템