

# ISDN 기본 액세스 트래픽을 수용하는 분리형 집선장치의 트래픽 특성 고찰에 관한 연구

正會員 梁 海 權\* 正會員 成 檀 根\*\* 正會員 金 東 龍\*\*\*

## A Study on the Traffic Characterizations of a Separated Type Concentrator Accommodating ISDN Basic Access Traffic

Hae Kwon YANG\*, Dan Keun SUNG\*\*, Dong Yong KIM\*\*\* *Regular Members*

**要 約** 본 연구에서 2B+D ISDN 기본 액세스 트래픽을 집선하는 분리형 집선장치를 제안한다. 이 시스템의 특성을 비트속도 종류별로 출력 채널수, 가입자수, 인가된 트래픽 양 등의 매개변수에 의해 분석하였다. 분석 결과 여기에 제안한 집선방식이 T1 캐리어에 의해 시스템에 연결 가능한 최대 가입자수를 CCITT가 제안한 단순다중화 방식에 비해 확실히 증가시키는 결과를 나타낸다.

**ABSTRACT** In this study, we propose a separated type concentrator to accommodate 2B+D ISDN basic access traffic. This system's blocking probabilities are analyzed in terms of each class of bit rate, number of output channels, number of subscriber lines, and offered traffic. The result shows that the proposed method can significantly increase the maximum number of subscriber lines connecting to the system via a T1 carrier, compared with that of the "CCITT-proposed" multiplexing scheme.

### I. 서 론

일반적인 통신 시스템에서 한정된 수량의 서비스 장치를 여러 사용자가 공유하여 이용효율을 높임으로써 설비의 경제적인 운용을 도모하게 된다. 교환, 국간 전송 및 가입자 전송으로 이루어지는 통신망의 구성 비용을 나누어 보면 선로에 대한 비용이 40% 정도로 큰 비중을 차지하고 있는 실정이다. 83년도 통계에 의하면 Bell 계열

\* 群山大學 情報通信工學科  
Kunsan National Univ.

\*\* 韓國科學技術院 電氣·電子工學科  
Dept. of Electrical and Electronics Engineering, KAIST

\*\*\* 全北大學校 工科學科 電氣工學科  
Dept. of Electrical Engineering, Chonbuk National Univ.  
論文番號 : 90-43 (接受1990. 4. 10)

전화회사의 경우 가입자선로 시설이 49%를 차지하며 우리나라의 경우 87년도 표본 조사에 의하면 도시 지역은 35~45%, 농촌 지역에서는 45~55%를 차지하고 있는 것으로 나타나고 있다. 그런데 교환국에서 4~5Km 거리에 위치하는 가입자는 전체 가입자수의 80~90% 이상이며 대체로 5~7% 정도의 시간을 이용하여 보통 2선식으로 접속되는데 최번시에도 이용 효율이 10~20%를 초과하지 않는다.<sup>1), 2), 3), 4)</sup> 따라서 거리가 먼 교외지역이나 도심지, 아파트, 대형빌딩의 가입자들이 각각 별개의 회선을 가진다는 것은 비경제적이므로 여러가지 효율적인 전송 선로 공유방법이 연구되어 오고있다.

전화가 도입된 초기 60~70년 동안은 각 선선쌍이 하나의 음성 채널이 되는 가공선과 다중쌍(multiple-pair) 케이블이 주된 전송 매체였으며 그후 하나의 선로에 몇개의 가입자를 접속시키어던 시간에 단지 한 가입자만이 회선을 사용하도록 하는 multidrop 회선(또는 party lines)이 사용되었는데 이것은 회선 액세스를 경쟁하여야 하고 음성 품질이 상당히 낮아지므로 크게 인기를 끌지는 못하였다. 그외에도 음성 채널의 수배 대역폭을 갖는 쌍요입선이 사용되었다.<sup>5)</sup>

또한 단일 통신 채널을 복수개의 가입자들이 공유하도록 교환기와 가입자 단말 사이에 다중화 장치에 의해 하나의 채널을 더 작은 대역폭을 갖는 채널로 다시 분할하며 이 장치로링크를 종단하여 가입자 선로와 다중화 장치의 채널들이 1:1로 대응되고 접속된 모든 가입자들이 동시에 전송채널을 확보하여 호손(blocking)없이 교환기에 액세스할 수 있는 단순 다중화 방법이 실용되고 있다. 이 방법은 가입자 선로의 감쇠 제한과 신호기능 제한을 완화시켜 한 교환국의 수용구역을 경제적이고 효과적으로 확장시킬 수 있다.

ISDN 환경에서는 기존의 2선식 가입자선을 이용하여 반향제거방식(ECM)이나 시간압축방식(TCM)등에 의해 2B+D의 기본 액세스 채널을 다중화하여 전송하고 있으나 기본적으로 접속시킬 수 있는 거리가 제한을 받게되어 원거리에 위치한 가입자의 경우 직접 접속이 불가능하게 된다. 현재 CCITT가 권고하는 ISDN 가입자-망

간 1차군 인터페이스의 표준 비트속도에는 1544 kbps와 2048kbps가 있는데 기존 PCM 1차군 전송로를 이용하여 유럽의 1차군 전송 시스템 속도인 2048kbps로는 2B+D의 기본액세스 12개를 단순 다중 처리하며 북미식 1544kbps에서는 8개에서 최대 10개 까지의 기본액세스를 수용할 수 있다.<sup>8), 13)</sup> 이때 다중화장치의 입력 데이터 속도의 합은 출력 데이터 링크의속도보다 적게 된다. 이와 같은 단순다중화에 의한 전송방식은 원거리에 위치한 가입자도 직접 접속이 가능하나 각 채널당 효율이 가입자당 트래픽과 동일하므로 비효율적으로 운영되어 여전히 경제성이 문제가 된다.

그외에 여러 가입자 채널을 집선하여 주파수분할다중화(FDM) 방식을 사용하거나 또는 디지털 PCM 방식 등을 이용한 시분할다중화(TDM) 방식으로 많은 수의 입력 가입자 채널을 집선하여 채널들 각각의 입력 속도 합보다는 적지만 더 빠른 고속의 단일 회선(중계선)이나 더 적은 수량의 출력 채널에 입력 트래픽을 교환 처리하여 전송하는 다중 집선화 방법 등이 연구되어왔다. 다중 집선방식은 입력되는 가입자 채널의 갯수가 비교적 적고 동시에 서비스를 요구할 확률이 매우 적은 상황에서 호손율(blocking probability) 등의 GOS(grade of service)수준이 적절히 유지될 수 있는 범위까지 회선 이용율을 향상시켜 경제적 운용을 도모하는 방법이다.<sup>12), 3), 6), 10)</sup>

특히 데이터망에서 발생하는 데이터 트래픽은 연속적인 특성이기보다는 휴지 시간이 긴 짧은 burst 단위로 흐르는 경향이 있으므로 여러 단말들의 데이터를 모아 고속의 단일 비트열로 집선함으로써 전송 선로의 이용 효율을 최대화하도록 한다. 가입자가 서비스를 요구하면 집선 장치가 사용치않는 타임슬롯을 선택 접속시킴으로써 단순다중화에 비하여 전송 가능한 채널의 갯수가 증가되는데 사용 가능한 출력 채널 용량 이상으로 가입자측에서 전송채널 할당을 요구할 경우에는 호손이 발생한다.<sup>5), 6), 13), 14)</sup>

본 연구에서는 ISDN 가입자로부터 입력되는 2B+D 기본 액세스 프레임을 다중 집선하여

전송거리에 제한을 받지않고 PABX, LAN, 영상의 및 데이터 전송에 적용될 1544kbps T1 캐리어로 교환기에 전송하도록 하여 전송채널의 효율을 높이고 단순 다중화 방식에 비하여 보다 많은 가입자군을 수용하는 다중 집선 방식을 제안하여 반향제거 방식에서 선로 길이에 제한이 따르는 것과 ISDN 가입자들이 교환기까지 개별적인 선로를 가지게 되는 경우의 비용을 감소시켜 경제성을 도모할 수 있도록 한다. 이것을 위해 ISDN 트래픽 집선장치를 회선 교환 방식의 호제어 절차와 대기(queue)를 갖지 않는 즉시계 모델로 설정하여 입력 트래픽, 입력 채널수, 출력 채널수 등의 매개변수와 ISDN 가입자 접속장치로 작용하는 집선장치에서의 호손율 및 가입자수 등의 성능 분석을 수행한다.

이에 따라 II 장에서는 ISDN의 채널 구조와 집선 개념을 다루고 III 장에서는 ISDN 기본 액세스 트래픽 집선시의 호손율 계산 과정을 IV 장에서는 각종 매개변수와 호손율과 관계를 기술하며 V 장에서는 결론을 제시한다.

## II. ISDN 채널 구조와 집선 개념

### 1. ISDN 가입자-망간 채널 구조

ISDN 기본 액세스는 두개의 B채널과 한개의 D채널로 이루어지는데 B채널은 64kbps로 ISDN의 기본적인 사용자 채널로서 회선 교환 및 패킷 교환 응용을 위한 디지털 데이터, 디지털 음성, 팩시밀리 또는 저속 비디오 등을 전송하며 D 채널은 가입자-망 사이에 신호 정보를 교환하고 비디오텍스, 텔리텍스트 등의 저속 데이터 패킷과 비상서비스, 에너지 관리 등의 텔리메트릭 정보를 전달하는 16kbps 사용자 채널이다.

ISDN 교환기와 가입자 전송장치 사이에는 가입자가 교환기에 어떤 방식으로 접속되는가에 의하여 여러가지의 V 인터페이스가 존재한다. 즉 2B+D ISDN 기본 액세스로 직접 접속할 경우는 V1 인터페이스, 기본 액세스 및 1차군 액세스를 디지털 원격 교환 집선 장치를 통하여 1차군 또는 2차군 속도로 접속할 경우는 V2 인터페이스, PABX, LAN과 같은 디지털 단말을

통한 1차군 속도 액세스로서 채널구조가 23B+D 또는 30B+D인 V3 인터페이스, 다수의 ISDN 기본 액세스를 BAMX(basic access multiplexor)에 의해 단순 다중화하여 1차군 전송 속도로 접속하는 경우는 V4 인터페이스, 원격에널로그 교환 집선 장치나 PABX를 PCM muldex 장치를 통하여 접속할 경우는 V5 인터페이스라고 한다. 이와 같은 V 인터페이스를 통하여 가입자 전송 장치와 교환기 사이에 ISDN 기본 액세스의 운용 및 유지 보수 정보를 전달하고 하이브리드 액세스에 대응하며 에널로그 채널 제어 신호정보나 저속 패킷을 전송하기 위한 16kbps C채널이 필요한데 그 인터페이스 종류에 따라 각각  $C_{V1}$  채널,  $C_{V2}$  채널,  $C_{V3}$  채널,  $C_{V4}$  채널 및  $C_{V5}$  채널 등으로 구별되어 장애 상태 표시, 장애 발생 지점 추적, 성능 감시 및 운용과 유지보수 등의 정보를 전달하게 된다.<sup>(8-12 15-17)</sup>

이러한 C채널을 수용하기위한 비트속도는 8kbps 또는 16 kbps 정보량을 고려하고 있으며 앞으로의 융통성을 위해 16kbps가 적당할 것으로 예측된다. 그림 1에 ISDN 교환기와 가입자 전송 장치와의 인터페이스를 나타낸다.

북미식 1544kbps T1 캐리어 전송 시스템에 이러한 B, D 및 C 채널을 수용하기위해 CCITT 권고안, G.703에 준하는 24 프레임 방식의 ESF(extended super frame)와 B8ZS(bipolar with 8 zero substitution) 선로부호를 채택하여 64 kbps CCC(clear channel capacity)를 확보하고 D, B, H0 및 H1 채널급의 서비스 처리가 가능하도록 한다. 본 연구에서는 144kbps의 2B+D 기본 액세스 채널 외에도 CCITT 권고안 I, 421에서 권고하는 D, B, B+D 및 C 채널 구조의 디지털 다중화 처리가 가능하도록 64kbps CCC를 시분할하여 4개의 16kbps CCC로 나누어 사용할 수 있는 것으로 생각한다.

### 2. ISDN 트래픽의 집선

다수의 2B+D 기본 액세스 트래픽을 V2 인터페이스 환경에서 집선할 때 C 채널 정보 전송용 채널을 별도로 설정한 후 BRC(bit rate class)가 서로 다른 두가지의 입력 채널인 B채널과

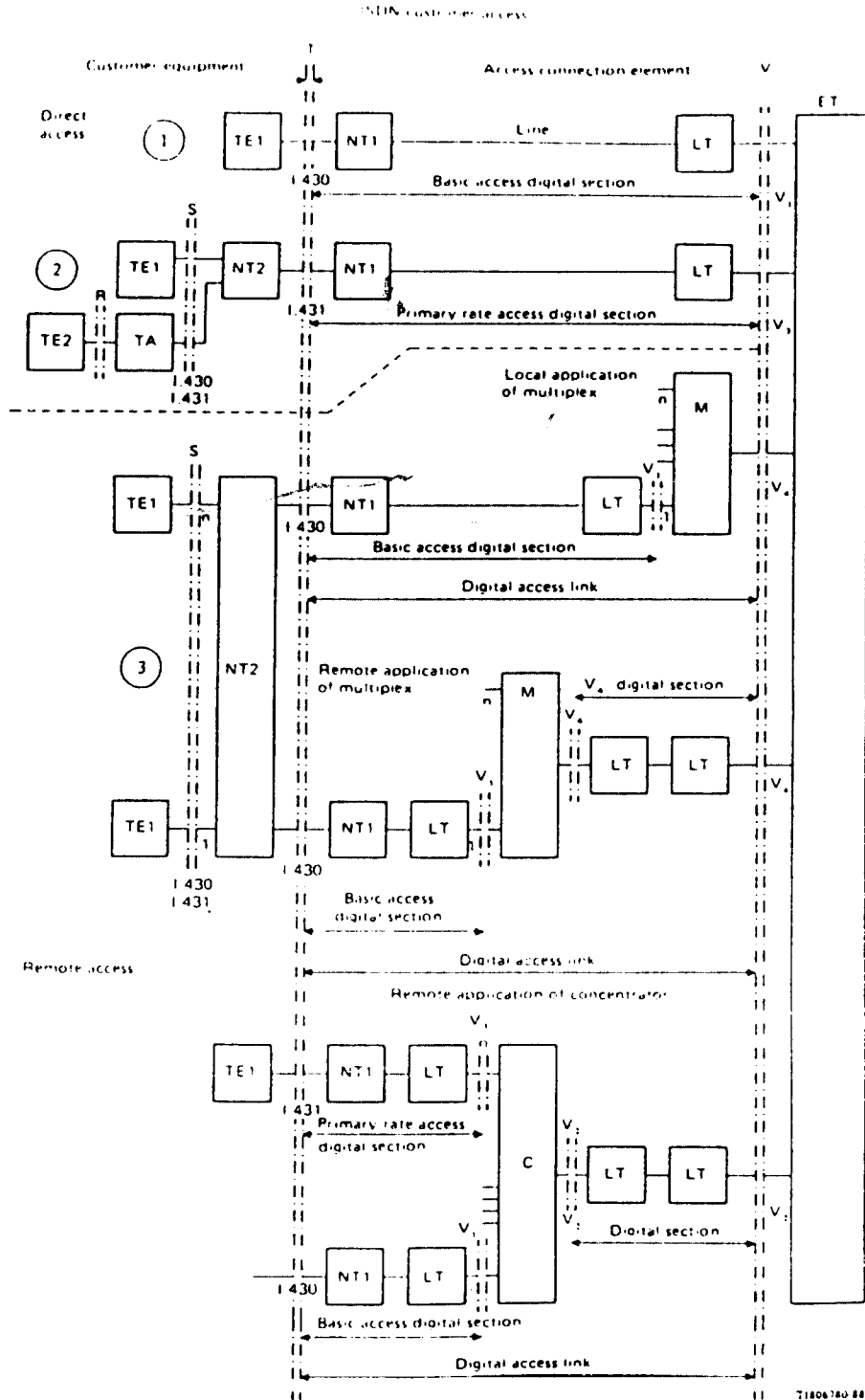


그림 1. 교환기와 가입자 전송과의 인터페이스  
ISDN user-network interfaces

D채널로 나누어 각각 하나의 집선 장치를 이용하여 집선하는 분리형 집선방식을 다음과 같이 제안한다.

분리형 집선 장치로 ISDN 기본 액세스 트래픽을 다중 집선하는데는 그림 2 및 다음과 같은 가정을 필요로 한다.

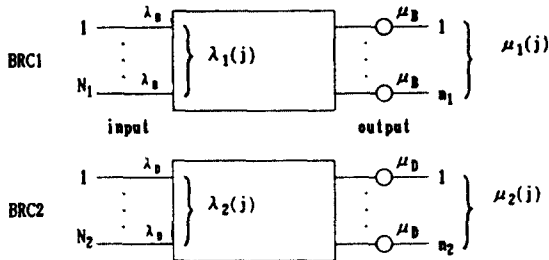


그림 2. 분리형 집선장치의 트래픽 모델  
A traffic model of separated type concentrator

1) BRC1, BRC2의 각 입력 채널로부터의 호 도착율(call arrival rate)은 매개변수  $\lambda_B, \lambda_D$ 이며 의사랜덤(quasirandom, Engset) 분포를 나타낸다. 이것은  $N_i, (i=1,2)$ 개의 입력 채널중  $j_i, (i=1,2)$ 개가 출력측에 이미 액세스되었을 경우의 트래픽 도착율  $\lambda_1(j_1)$ 가  $\lambda_1(j_1) = (N_1 - j_1) \cdot \lambda_B, \lambda_2(j_2) = (N_2 - j_2) \cdot \lambda_D$ 이 됨을 의미한다.

2) BRC1, BRC2 트래픽에 대한 각 출력 채널에서의 호 종료율(call termination rate)은 매개변수  $\mu_B, \mu_D$ 로서 지수 분포한다.  $j_i, (i=1,2)$ 개의 호가 진행중일 때의 호 종료율은  $\mu_1(j_1) = j_1 \cdot \mu_B, \mu_2(j_2) = j_2 \cdot \mu_D$ 가 된다.

3) 비어있는 상태에서 BRCi,  $(i=1,2)$ 의 가입자 채널은  $a_1 = \lambda_B / \mu_B, a_2 = \lambda_D / \mu_D$ 로 정의되는 모든 채널에 동일한 입력 통화량  $a_i, (i=1,2)$ 를 갖는다. 즉 평균 보류시간  $1 / \mu_i, (i=1,2)$  동안의 평균 발생 호수가  $a_i, (i=1,2)$ 이다.

4) 집선 장치는 대기(queue)가 없는 순수 손실 시스템(pure loss system)으로 설정한다. 따라서 새로운 호가 발생할 경우 출력 채널이 모두 사용중일 때는 호손이 발생한다.

### III. 호손을 계산

호의 도착율 및 종료율은 시스템에서 현재의 채널 점유 상태에 따라 변하는데  $N_i, (i=1,2)$ 개의 입력 채널과  $n_i, (i=1,2)$ 개의 출력 채널이 있을 때 어떤 순간에  $j_i, (i=1,2)$ 개의 입력 호가 접속되어  $j_i, (i=1,2)$ 개의 출력 채널이 점유되는 경우의 도착율  $\lambda_1(j_1)$  및 종료율  $\mu_1(j_1)$ 는 식(2)와 같다.

$$\lambda_1(j_1) = (N_1 - j_1) \cdot \lambda_B, \lambda_2(j_2) = (N_2 - j_2) \cdot \lambda_D, 0 \leq j_i \leq n_i, n_i \leq N_i$$

$$\mu_1(j_1) = j_1 \cdot \mu_B, \mu_2(j_2) = j_2 \cdot \mu_D \quad (2)$$

BRCi에  $j_i$ 개의 호가 진행중인 확률을  $P_{i,j}$ 라 할 때 상태확률 평형방정식은 식(3)과 같다.

$$\mu_1(j_1 + 1) \cdot P_{i,j_1 + 1} = \lambda_1(j_1) \cdot P_{i,j_1}, 0 \leq j_1 \leq n_1 \quad (3)$$

따라서  $N_1$ 개의 입력 채널 그룹으로부터 트래픽이  $n_1$ 개의 출력 채널중  $j_1$ 개를 점유할 확률  $P_{i,j_1}$ 에 관하여 식(4)와 같이 주어지게 된다.

$$P_{i,j_1} / P_{i,0} = \prod_{k=0}^{j_1-1} \lambda_1(k) / \prod_{k=1}^{j_1} \mu_1(k) = a_i^{j_1} \cdot [N_i \cdot (N_i - 1) \cdot (N_i - j_1 + 1) / 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot j_1]$$

$$= a_i^{j_1} \cdot N_i! / j_1! \cdot (N_i - j_1)! = a_i^{j_1} \cdot \binom{N_i}{j_1} \quad (4)$$

또한 확률 정규화 조건은 식(5)과 같이 주어진다.

$$\sum_{k=0}^{n_1} P_{i,k} = P_{i,0} \cdot \sum_{k=0}^{n_1} \binom{N_i}{k} a_i^k = 1 \quad (5)$$

식(5)을 이용하여  $P_{i,0}$ 를 구하면 Engset 분포 확률을 갖는  $P_{i,j_1}$ 가 식(6)과 같이 주어진다.<sup>(18), (19)</sup>

$$P_{i,j_1} = \binom{N_i}{j_1} a_i^{j_1} / \sum_{k=0}^{n_1} \binom{N_i}{k} a_i^k, 0 \leq j_1 \leq n_1 \quad (6)$$

따라서 모든 출력 채널이 점유되는 확률  $P_{1,i}$  이  $i=1,2$ 에 따라 BRC1,2의 호손율  $P_B$  또는  $P_D$ 가 되어 식(7), (8)과 같이 주어진다.

$$P_B = P_{1,n_1} = \binom{N_1}{n_1} a_1^{n_1} / \sum_{k=0}^{n_1} \binom{N_1}{k} a_1^k \quad (7)$$

$$P_D = P_{2,n_2} = \binom{N_2}{n_2} a_2^{n_2} / \sum_{k=0}^{n_2} \binom{N_2}{k} a_2^k \quad (8)$$

그런데 분리형 집선 방식에서 전체 시스템의 호손율은 어느 BRC에서 발생한 호손에 의해서도 발생하는데 전체 호손율을  $P_{bs}$ 라 할 때 식(9)에 의해  $P_{bs}$ 를 나타낼 수 있게된다.

$$P_{bs} = 1 - (1 - P_B)(1 - P_D) = P_B + P_D - P_B \cdot P_D \quad (9)$$

#### IV. 트래픽 특성의 분석

앞장에서 제시한 계산과정을 이용하여 집선장치에서 ISDN 기본 액세스 트래픽이 처리될 때 각 집선장치에서 할당된 출력 채널수 이상의 입력 채널이 액세스될 경우 호손이 발생하게 되는데 이호손율을 계산하면 출력 채널수 할당과 입력 통화량 및 입력 채널수 변화에 따라 호손율이 매우 다르게 된다. BRC1 B채널 트래픽의 호손율을  $P_B$ , BRC2 D채널 트래픽의 호손율을  $P_D$ , 전체 시스템 호손율을  $P_{bs}$ , BRC1 및 BRC2의 입력 채널수를  $N_1$  및  $N_2$ , 출력 채널수를  $n_1$  및  $n_2$ , 입력 통화량을  $a_1$  및  $a_2$ 라고 하여 각각의 매개변수 변화와 호손율과의 관계 등의 성능 분석을 수행한다.  $a_1$ 과  $a_2$ 는 평균 보류시간내에 B채널과 D채널에서의 평균 발생호수이고 단위는 일랑(erlang)인데 BRC2에서의  $a_2$ 는 BRC1에서의 입력 통화량  $a_1$ 의 1/10 값을 가정한다. 집선장치의 출력 전송로에는 T1 중계선을 시분할하여 BRC1에  $n_1$ 개의 64kbps 채널, BRC2에는  $n_2$ 개의 16kbps 채널, C채널 정보 전송에는  $n_c$ 개의 16kbps 채널을 할당함으로써  $4n_1 + n_2 + n_c = 96$ 의 관계가 성립하도록 하는데 다음 표 1에 이 관계를 만족하며 본 연구에서 적용할 출력 채널 대역

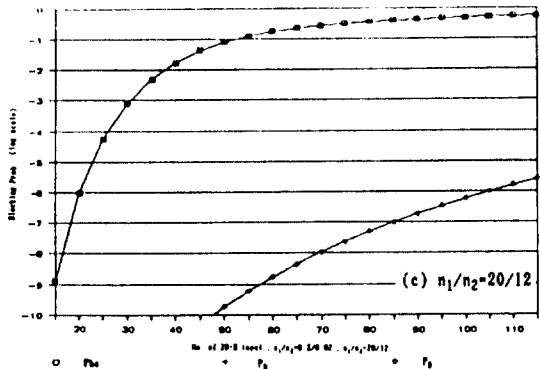
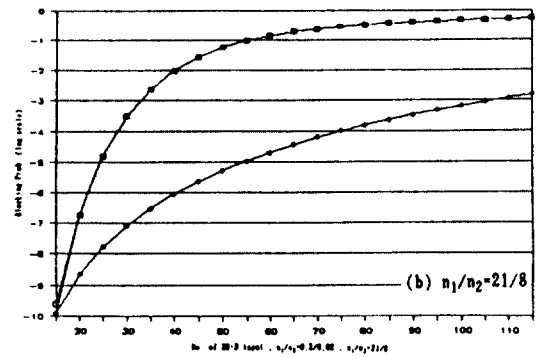
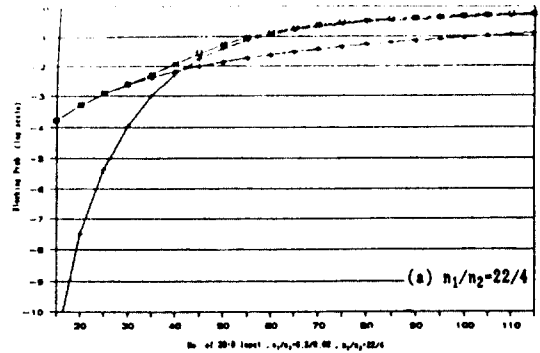


그림 3. 일정 통화량에서 2B+D 입력과 호손율  $P_{bs}$ ,  $P_B$ ,  $P_D$ 의 관계  
Blocking probabilities  $P_{bs}$ ,  $P_B$ ,  $P_D$  and the number of 2B+D input for constant traffic

폭 할당을 나타낸다.

#### 1. 출력 채널수 할당이 다른 경우의 2B+D 입력과 제 호손율

표 1. 출력 채널수 할당  
Output channel assignments

채널종류	할당채널수	case 1	case 2	case 3	case 4	case 5	case 6	case 7
C 채널	$n_c$ (16kbps)	0	4	4	4	8	8	12
B 채널	$n_1$ (64kbps)	22	22	21	20	20	19	18
C 채널	$n_2$ (16kbps)	8	4	8	12	8	12	12

그림 3에 출력 채널수 할당 case 2, 3, 4의 각각에 대하여 일정한 입력 통화량이  $a_1/a_2=0.2/0.02$ 일 경우의 호손율  $P_B, P_D$ 를 나타낸다. 그림에서 입력 B채널수는 X축에 표시된  $2B+D$  액세스수의 2배이다. 호손율들은 입력 채널수가 증가할 때 출력 채널수 할당에 따라 다르지만 호손율  $P_B$ 가 가장 빨리 증가하는데 이것은 통화량  $a_1$ 이  $a_1=10 \cdot a_2$ 로서 상대적으로 매우 큰 통화량인 것과 X축의 입력 채널수가 증가할 때 인가되는 전체 트래픽도 비례하여 증가하기 때문이다. 호손율  $P_D$ 는 D채널 할당 출력 채널수  $n_2$ 에 따라 다른데 그림 3-(a)에서와 같이  $n_2=4$ 일 때는 입력되는 채널수가  $N_2=15$ 일때에도 이미  $P_D > 10^{-4}$ 의 큰 값으로  $P_D \gg P_B$ 이 되어 전체 호손율  $P_B$ 를  $P_D$ 가 결정하며  $N_2$ 가 45이상부터는  $P_B \gg P_D$ 로  $P_B$ 가 주로  $P_B$ 에 의해 영향을 받는 것을 볼 수 있다. 그림 3-(c)에서와 같이  $n_2=12$ 일 경우는  $2B+D$  입력 채널수 15~115개 범위에서  $P_D$ 값이  $P_D < 10^{-5}$ 인 작은 값으로서  $P_B \gg 10^5 \cdot P_D$ 가 되어 전체 호손율  $P_B$ 가 호손율  $P_B$ 에 의해 결정되는 것을 볼 수 있다. 따라서 D채널 정보 전송을 위해 할당할 출력 채널수는 그림 3-(b)와 같이  $n_2=8$ 이 적절할 것이다.

출력 채널수 할당 case 3에 세가지 입력 통화량, 즉  $a_1/a_2=0.2/0.02, 0.1/0.01, 0.05/0.005$ 를 인가하여 입력 채널수가 변화할 때의 전체 호손율  $P_B$ , B채널 호손율  $P_B$ , D채널 호손율  $P_D$ 를 그림 4, 5, 6에 각각 나타내고 다음에 각 호손율에 대하여 기술한다.

1)  $P_B$

입력 기본 액세스수 증가시 호손율 변화가 비슷한 경향을 보이는 것들로서 호손율이 작은 경우로부터 큰 순서로 나열하면  $n_1/n_2$ 가 22/8, 21/8, 20/8 (20/12), 19/12, 18/12인데

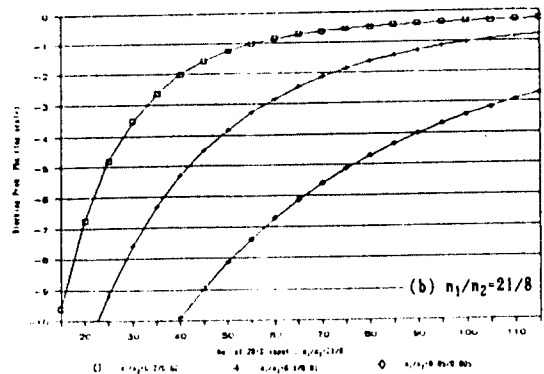
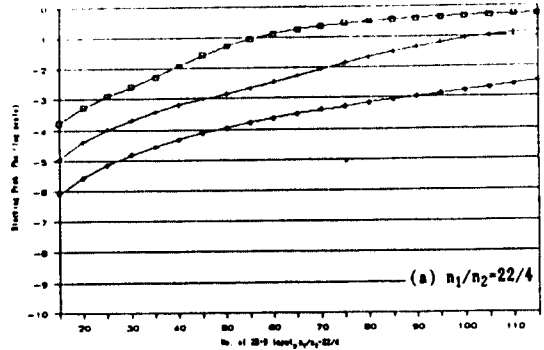


그림 4. 통화량 변화시의  $2B+D$  입력과 호손율  $P_B$ 의 관계 Blocking probability  $P_B$  and the number of  $2B+D$  input for different traffic

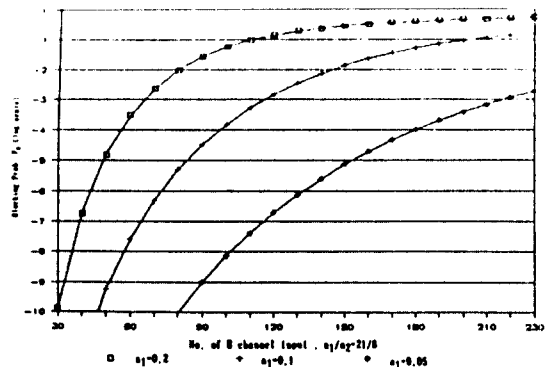


그림 5. 통화량 변화시의 BRC1 입력과 호손율  $P_B$ 의 관계 Blocking probability  $P_B$  and the number of B channel input for different traffic

20/12와 20/8의 Pbs는 같게 나타난다. 22/4의 경우는 입력 기본 액세스 갯수가 작은 경우에도 상당히 큰 호손율을 나타내므로 허용 호손율  $10^{-3}$ 에서의 집선량을 고려할 때 적절치 못한 출력 채널 할당 방법이 된다. 입력 통화량이 클수록 적은 갯수의 기본 액세스 입력에서도 호손율이 빠르게 포화되는 경향을 보인다. 각 입력 채널수에서  $a_1/a_2$ 가 0.05/0.005에서 0.1/0.01로, 또는 0.1/0.01에서 0.2/0.02로와 같은 2배 차이의 통화량 입력에 대해  $n_1$  및  $n_2$ 가 각각 22/4인 경우 호손율 Pbs는 약 10배 이상 차이가 나며 21/8인 경우 Pbs는 약  $10^4$ 배 이상의 호손율 차이를 보이고 있다. 이것은 B채널 출력 채널수  $n_1$  할당이 다를 경우에 호손율  $P_B$ 가 전체 호손율 Pbs에 주는 영향보다도 D채널 출력 채널수  $n_2$  할당에 따라  $P_D$ 가 Pbs에 미치는 영향이 훨씬 크기 때문이다. 즉 적은 입력 채널수에서는 Pbs가  $P_D$ 의 영향하에 있다가 입력 채널수 증가에 따라 점차  $P_B$ 에 의한 영향을 많이 받기 때문이다. 또한 Pbs에 관한 그림으로부터 입력 통화량  $a_1/a_2$ 가 0.2/0.02~0.05/0.005의 범위에서 허용 호손율  $10^{-3}$ 을 나타내는 2B+D 기본 액세스 수의 범위를 알 수 있게된다. 즉 출력 채널수 할당 case 1에서는 35~115개, case 2에서는 24~90개, case 3에서는 33~109개, case 4에서는 31~101개등으로 나타나 C채널을 별도로 할당할 경우 유용한 출력 채널 할당수가 case 3과 같은  $n_1/n_2=21/8$  임을 보이고 있다.

2)  $P_B$

$P_B$ 는  $n_1/n_2$  할당이 22/8과 22/4일 때가 같고 20/12와 20/8일 때가 같으며 호손율이 작은 경우로부터 커지는 순서로는 22/8, 21/8, 20/12, 19/12, 18/12가 된다. 즉 호손율  $P_B$ 는 D채널 출력 채널수  $n_2$  할당에 관계없이 B채널 출력 채널수  $n_1$  할당에 의하여  $n_1$  값이 클수록  $P_B$ 가 작아지게 된다. 그림에서 허용 호손율을  $10^{-3}$ 이라 할 때 통화량에 따라 집선가능한 B채널수가 다른 것을 볼 수 있는데 출력 채널수 할당을 달리하여 구해진 다른 경우를 종합하면 입력 통화량  $a_1$ 이 0.2에서 0.1로, 0.1에서 0.05로 2배씩

감소할 때 집선 채널수는 각각 1.765배, 1.865배 증가함으로써 입력 통화량이 작아질수록 더 많은 트래픽 처리가 가능함을 알 수 있다. 또 출력 채널수 할당이 클수록 일정 호손율을 유지하며 입력 통화량에 대응하는 입력 채널수의 범위가 커진다.

3)  $P_D$

$P_D$ 는  $n_1/n_2$  할당이 22/8, 21/8 및 20/8일 때 같고 20/12, 19/12 및 18/12일 때에도 같으며 호손율이 작은 것에서 커지는 순서로는 20/12, 22/8, 22/4가 된다. 즉 호손율  $P_D$ 는 B채널 출력 채널수  $n_1$  할당에 관계없이 D채널 출력 채널수  $n_2$  할당에 의하여  $n_2$  값이 클수록  $P_D$ 가 작아지게 된다. 일반적으로 D채널에서의 호손율  $P_D$ 는 B채널의 호손율  $P_B$ 보다 더 엄격히 GOS를 유지하여야 하는데  $n_2=4$ 인 경우의 그림

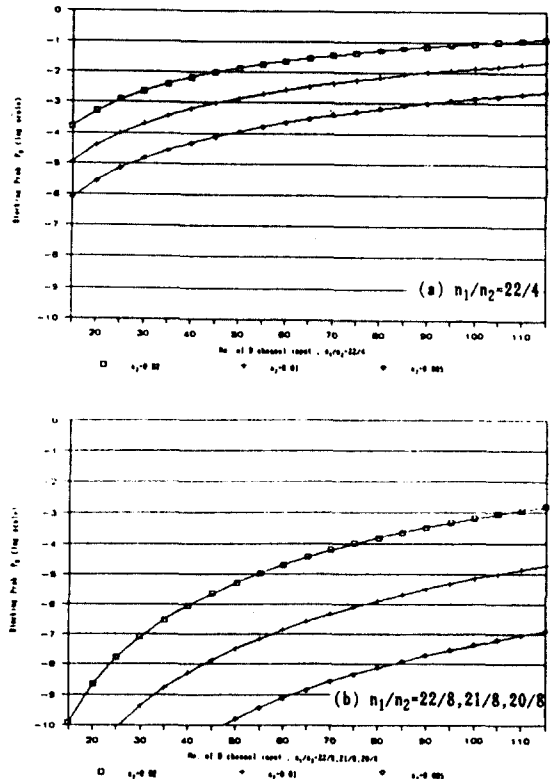


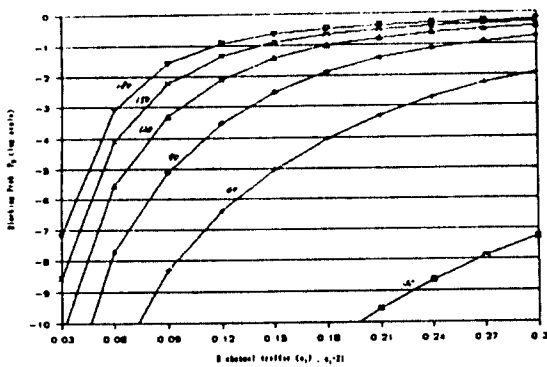
그림 6. 통화량 변화시의 BRC2 입력과 호손율  $P_D$ 의 관계 Blocking probability  $P_D$  and the number of D channel input for different traffic



6-(a)에서  $P_D > 10^{-6}$ 으로 호손율 특성이 매우 좋지 않다.  $n_2=8$ 인 그림 6-(b)에서는 대부분의 입력 채널수 범위에 대해  $P_D < 10^{-3}$ 을 나타내므로 D채널 정보 전송을 위한 할당 채널수  $n_2$ 는 8이상이어야 하나  $n_2=12$ 인 경우는 대부분  $P_D < 10^{-6}$ 를 나타내 지나치게 호손율이 엄격한 결과로 할당 채널수를 증가시킨 의미가 약해진다.

## 2. 통화량 변화와 호손율

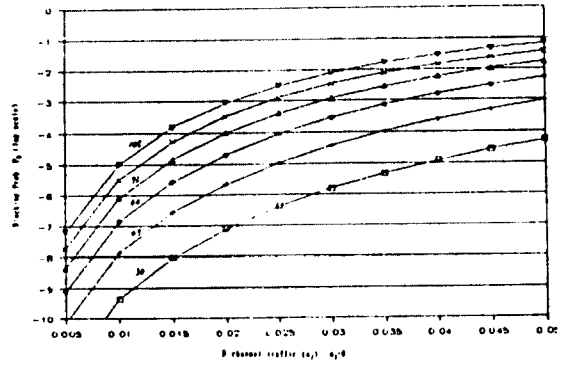
BRC1 입력 채널수가 30~180 범위에서 변화할 때 출력 채널수  $n_1$  할당이 21일 때 입력 통화량  $a_1$ 과 호손율  $P_B$ 의 관계를 그림 7에 나타낸다. 그림 7에서 입력 채널수가 60~180개에서 호손율  $10^{-3}$ 인 입력 통화량의 범위가 0.061~0.226 일량임을 알 수 있는데  $n_1=22$ 일 경우는 0.068~0.246 일량,  $n_1=20$ 일 경우는 0.058~0.207 일량,  $n_1=19$ 일 경우는 0.055~0.18 일량,  $n_1=18$ 일 경우는 0.052~0.171 일량임을  $n_1$  할당값을 변화시켜 구할 수 있다.



(a)  $n_1=21, N_1=30\sim180$

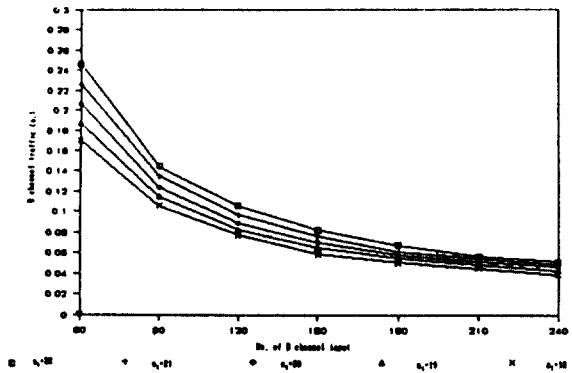
그림 7. BRC1 입력 채널수 변화시의 입력 통화량과 호손율  $P_B$ 의 관계  
Blocking probability  $P_B$  and B channel input traffic for different number of B channel

BRC2 입력 채널수가 30~105개 범위에서 변화할 때 출력 채널수  $n_2$  할당이 8일 때 입력 통화량  $a_2$ 와 호손율  $P_D$ 의 관계를 그림 8에 나타낸다.  $n_2=8$ 인 그림 8에서 입력 채널수가 90개까지에서 호손율  $10^{-3}$ 인 입력 통화량의 범위는 0.024 일량 이상이며 같은 입력 채널수와 같은 호손율에서 다른 경우로  $n_2=4$ 인 경우는 입력

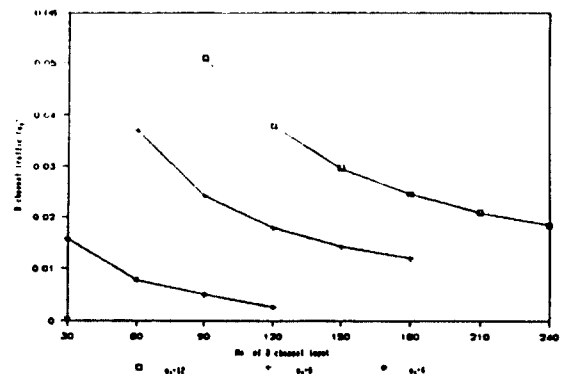


(b)  $n_1=8, N_2=30\sim105$

그림 8. BRC2 입력 채널수 변화시의 입력 통화량과 호손율  $P_D$ 의 관계  
Blocking probability  $P_D$  and D channel input traffic for different number of D channel



(a) BRC1 입력채널수와 통화량



(b) BRC2 입력채널수와 통화량

그림 9. 호손율  $10^{-3}$ 에서의 입력 채널수와 통화량의 관계  
No. of input channel and traffic at blocking prob.  $10^{-3}$

통화량이 0.005 일량으로 감소하며  $n_2=12$ 인 경우는 입력 통화량이 0.052 일량으로 증가하는데 출력 채널수  $n_2$ 가 4개에서 8개로, 다시 12개로 100%씩 증가할 때 허용가능한 통화량은 5배, 10배로 증가함을 알 수 있다.

그림 7,8을 다른 출력 채널수 할당 경우로 확장하면 각 BRC 별로 출력 채널수 할당에 따라 입력 채널수가 변화할 때 호손율  $10^3$ 을 유지할 수 있는 최대 입력 통화량  $a_1$ 과  $a_2$ 를 그림 9에 나타낼 수 있는데 여기에서 각 BRC의 가입자 채널수가 정해질 경우 허용 가능한 통화량의 한계 범위를 알 수 있게된다. 입력 채널수가 적을수록 할당 출력 채널수 변화에 따른 처리 가능한 통화량의 변화폭과 호손율의 변화폭이 크다는 것을 알 수 있다. 그리고  $n_1$  및  $n_2$ 에 대한 할당 갯수가 다른 경우에 대해 호손율 변화 요소를 고려하면  $n_1$ 보다는  $n_2$ 에 의한 호손율 변화가 크게 나타난다.

### 3. 출력 채널수 할당과 기본액세스 입력 채널수

그림 10은 출력 채널수 할당이 다른 여섯가지 case 1~6에 입력 통화량  $a_1/a_2=0.1/0.01$ 가 인가될 때의 호손율  $P_{bs}$ 를 나타낸다. 다른 값의 입력 통화량에서도  $n_1/n_2$  할당에 대해 호손율의

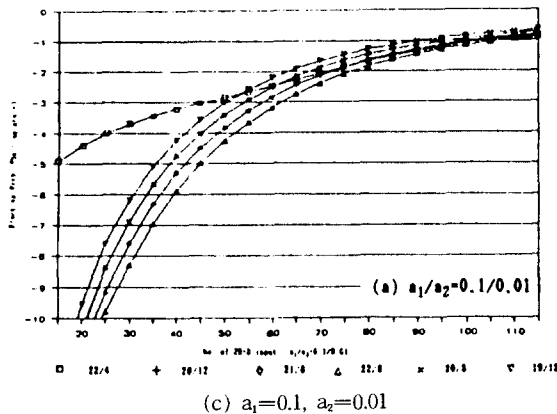


그림 10. 할당 출력 채널 변화시의 2B+D 입력과 호손율  $P_{bs}$ 의 관계  
Blocking probability  $P_{bs}$  and the number of 2B+D input for different output channel

높고 낮은 순서는 같다. 즉 호손율이 작은 것에서 커지는 순서로는 출력 채널수  $n_1/n_2$  할당이 22/8, 21/8, 20/12 (20/8), 19/12, 22/4의 순서이다. 다만 출력 채널수 할당이  $n_1/n_2=22/4$ 인 경우에는 적은 입력 채널수에서도 다른 경우에 비하여 이미 상당히 큰 호손율을 가지므로 입력 채널수가 증가하여도 호손율 증가가 완만하여 입력 채널수가 어느 정도 증가하면 호손율 증가가 빠른 다른 출력 채널 할당 경우가 더 큰 호손율을 나타낸다.

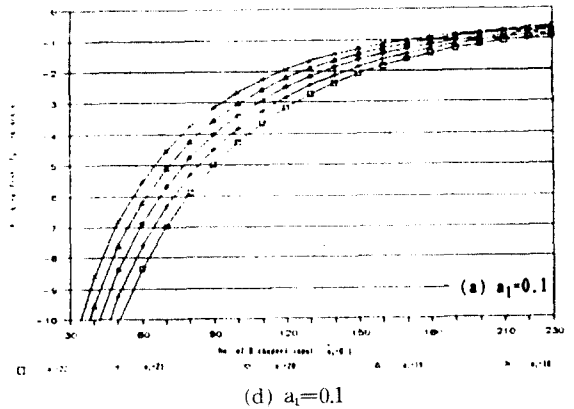


그림 11. 할당 출력 채널 변화시의 BRC1 입력과 호손율  $P_{bs}$ 의 관계  
Blocking probability  $P_{bs}$  and the number of B input for different output channel

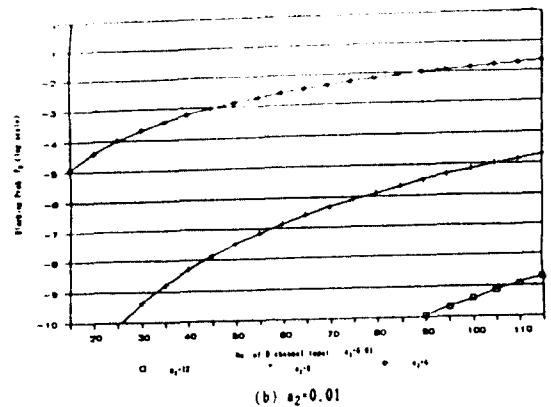


그림 12. 할당 출력 채널 변화시의 BRC2 입력과 호손율  $P_{bs}$ 의 관계  
Blocking probability  $P_{bs}$  and the number of D channel input for different output channel

그림 11은 BRC1 출력 채널수  $n_1$  할당이 다른 다섯가지 경우에 입력 통화량 조건  $a_1=0.1$ 과 호손율  $P_B$ 에 대한 관계를 나타낸다. 그림에서 호손율  $10^{-3}$ 을 나타내는 입력 채널수의 범위는 94~124개임을 볼 수 있고, 다른 경우로 입력 통화량  $a_1=0.2$ 인 경우는 54~70개이고, 입력 통화량  $a_1=0.05$ 인 경우는 174~232개가 되는 것을 구할 수 있다.

그림 12은 BRC2 출력 채널수  $n_2$  할당이 다른 세가지 경우에 입력 통화량 조건  $a_2=0.02$ 와 호손율  $P_D$ 에 대한 관계를 나타낸다. 그림에서 호손율  $10^{-3}$ 을 나타내는 입력 채널수의 범위는 24개 이상임을 볼 수 있고, 다른 경우로 입력 통화량  $a_2=0.01$ 인 경우는 45개 이상이고  $a_2=0.005$ 인 경우는 180개 이상이 되는 것을 구할 수 있다. 표 2에 7가지 출력 채널수 할당에서 각 BRC의 대표적인 입력 통화량에 대하여 호손율  $10^{-3}$ 을 유지하면서 집선 가능한 ISDN 기본 액세스

프레임 2B+D와 B+D 채널 구조의 갯수를 나타내고 그림 13에는 호손율  $10^{-3}$ 에서 집선되는 2B+D 기본 액세스의 갯수를 나타낸다. 표와 그림에 나타난 바와 같이 여러 출력 채널수 할당 조건중에서 case1과 같이  $n_1/n_2$ 가 22/8인 경우가 허용 호손율  $10^{-3}$ 에서 집선 가능한 입력 채널수가 가장 많지만 운용 및 유지보수 정보 전송을 위한 C채널이 할당될 수 없어 실제 적용이 곤란하기 때문에 case3에서와 같이  $n_1/n_2$ 가 21/8인 경우가 집선 효율면에서 가장 유리하다. 효율이 가장 낮은 경우는 case2로서  $n_2=4$ 인 경우인데 이때는  $P_B$ 보다 상대적으로 큰  $P_D$ 가 시스템 전체 호손율  $P_{bs}$ 를 결정하기 때문이다. 또한  $n_2=4$ 인 case2를 제외하면 입력 프레임 구조가 서로 다른 두가지 경우에 입력 D채널수의 수량이 2배 차이가 있지만 집선할 수 있는 B채널수가 비슷함을 알 수 있다.

#### 4. 시뮬레이션 결과

분리형 집선에서 출력 채널수 할당이 각각 다른 경우를 16kbps 채널수로 환산하여  $n_1/n_2=21/8$  ( $n_0=92$ )를 기준으로 호손율  $10^{-3}$ 을 나타내는 2B+D 기본 액세스 집선 처리량을 비교하

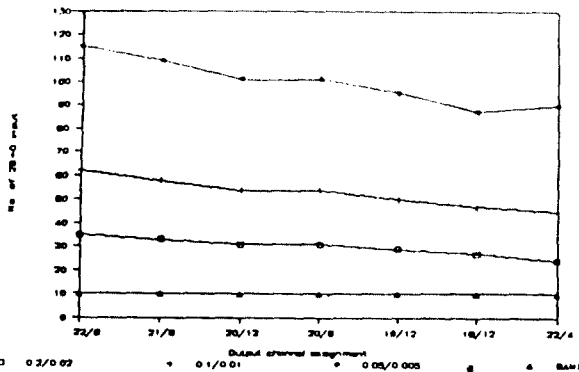


그림 13. 호손율  $10^{-3}$ 에서 집선 가능한 기본 액세스 갯수  
No. of 2B+D input at  $P_{bs}=10^{-3}$

표 3. 출력채널수 할당별 기본액세스 집선량의 비교  
Concentrating quantity comparison

16kbps 환산 출력채널수 $n_0$	96	92	88	84
분리형평균집선량	1.060	1.0	0.930	0.805
$a_1/a_2=0.2/0.02$	1.061	1.0	0.939	0.818
$a_1/a_2=0.1/0.01$	1.069	1.0	0.931	0.810
$a_1/a_2=0.05/0.005$	1.055	1.0	0.927	0.798

표 2.  $P_{bs}=10^{-3}$ 에서 집선 가능한 기본액세스 갯수  
No. of 2B+D input at blocking prob.  $P_{bs}=10^{-3}$

입력프레임 구조	$n_1/n_2$ $a_1/a_2$	case 1	case 2	case 3	case 4	case 5	case 6	case 7
		22/8	22/4	21/8	20/12	20/8	19/12	18/12
2 B	0.2/0.02	35	24	33	31	31	29	27
+	0.1/0.01	62	45	58	54	54	50	47
D	0.05/0.005	115	90	109	101	101	95	87
B	0.2/0.02	69	24	66	61	61	57	53
+	0.1/0.01	124	46	115	108	108	100	93
D	0.05/0.005	>230	90	217	202	201	190	173

표 4. 분리형 집선의 호손율  $10^{-3}(10^{-2})$ 에서 집선 가능한 기본액세스 갯수  
No. of 2B+D input at blocking prob.  $P_{bs}=10^{-3}(10^{-2})$  by simulation

$a_1 / a_2$	$n_1 / n_2$	case 1	case 2	case 3	case 4	case 5	case 6	case 7
		22 / 8	22 / 4	21 / 8	20 / 12	20 / 8	19 / 12	18 / 12
0.2 / 0.02		35( 45)	30( 40)	30( 40)	30( 35)	30( 35)	30( 35)	25( 35)
0.1 / 0.01		65( 75)	40( 75)	60( 70)	55( 70)	55( 70)	50( 65)	45( 60)
0.05 / 0.005		115(145)	80(130)	110(140)	100(130)	100(130)	98(120)	85(110)

여 표 3에 나타난다. 여기에서 할당 채널수 증가(감소)시 집선량은 더 큰 비율로 증가(감소)하는 것을 볼 수 있다. 시뮬레이션으로 얻어진 집선 처리량에 대한 결과를 표 4에 나타낸다.

### V. 결 론

통신망에서 전송선로에 대한 비용 부담이 상당히 크기 때문에 ISDN 기본 액세스 트래픽을 처리할 때 기존의 T1 전송선로를 활용하여 회선 이용을 향상시키기 위한 방안으로 적정 서비스 기준(GOS)을 만족할 수 있는 다중 집선화 방식에 대해 연구하였다. 다중 집선시 호손율에 가장 큰 영향을 미치는 매개변수는 출력채널 할당 갯수와 채널에 가해진 트래픽인데 특히 BRC2 출력측 D채널 갯수가  $n_2=4$ 와 같이 적을 때에 D채널측의 호손율  $P_D$ 는 물론 시스템 전체 호손율  $P_{bs}$ 가 크게 영향받게 되는 것을 표와 그림을 통해 알 수 있다.

출력 채널 할당 갯수 증가보다 집선 가능한 트래픽이 더 많은 비율로 증가하는데 입력 채널 수가 많아질 수록 증가 비율은 약간 감소한다. 단순 다중방식으로 1544kbps T1 전송로에 최대 10개의 2B+D 기본 액세스를 수용할 수 있으니 본 연구에서 제안한 집선방식으로는 호손율  $10^{-3}$ 을 인정할 때 입력 통화량  $a_1/a_2$ 가 0.2/0.02~0.05/0.005인 범위에서 33~109개 기본 액세스를 집선할 수 있게 되며 시뮬레이션에 의한 결과도 거의 비슷하게 이것을 뒷받침하고 있다. 따라서 이 연구에서 제안한 분리형 집선장치를 이용한 다중 집선 방식은 기존의 시분할 다중화

방식에 비해 가입자 수용 측면에서 약 3~11배의 처리 능력 향상을 얻을 수 있으며 통화량이 더 적은 경우라면 훨씬 더 많은 가입자를 수용할 수도 있다. 이 연구에서는 단순히 트래픽 특성만 고려되었으나 실제 이러한 다중집선 방식을 구현하기 위해서는 새로운 프로토콜이 필요하기 때문에 이에 대한 연구가 차후에 계속되어야 할 것으로 사료된다.

\* 본 연구는 한국과학재단의 지원하에 수행된 것임.

### 참 고 문 헌

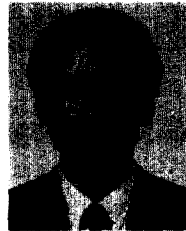
1. J.C. McDonald, "Fundamental of Digital Switching", Plenum Press, 1983.
2. J.Martin, "Future Developments in Telecommunications", Prentice-Hall, Inc., 1977.
3. GRINSEC, "Electronic Switching", Elsevier Science Publishers B.V., 1983.
4. 이상일의, "가입자 선로의 설계 방법에 대한 고찰", KTA 사업지원단 전기통신연구, 제3권, 제2호, pp. 62-68, JUN, 1989.
5. J.H. Green, "Handbook of Telcommunication", Dow Jones-Irwin, 1986.
6. J.Bellamy, "Digital Telephony", John Wiley and Sons, 1982.
7. D.N. Chorafas, "The Handbook of Data Communications and Computer Networks", Petrocelli Books, 1985.
8. CCITT Rec. G Series, 1984.
9. CCITT Rec. I Series, 1984.
10. CCITT Rec. Q Series, 1984.
11. 조규섭외, "ISDN용 전화 가입자-망간 접속에 관한 연구", 한국 통신 학회 논문지, Vol.12, No.1, pp.60-81, Feb, 1987.

12. 조규섭 박사학위 논문, "ISDN의 국내 구축에 관한 연구", 성균관대학교, 1988.
13. 정일영 외, "ISDN 가입자-망 접속에서의 실험적 경험에 대한 고찰", ETRI 전자통신, 제 10권, 제1호, pp. 3-13, Apr. 1988.
14. G.F.W. Fredrikson, "Analysis of Channel Utilization in Traffic Concentrators", IEEE Trans. on Comm. Vol. COM-22, No.8, pp. 1122-1129, Aug. 1974.
15. S.Kazuma et al, "An architecture and features of an ISDN user-network interface system", Paper of Tech, Group of IEICE Japan, SE83-35, pp. 49-54, 1983.
16. ETRI, "기본 액세스용 디지털 섹션의 기능에 대한 잠정 기준(안)", Aug. 1988.
17. S.I. Iisaku and K.Ono, "Traffic evaluation of an ISDN customer access", Paper of Tech. Group of IEICE Japan, SE83-90, pp.7-12, 1983.
18. M.Schwartz, "Telecommunication Networks", Addison Wesley Publishing Co., pp.515-520, 1987.
19. L.Kleinrock, "Queueing System Vol.1 : Theory", John Wiley and Sons, pp.108-110, 1975.



**梁海權(Hae Kwon YANG)** 正會員  
1953年 7月17日生  
1976年 2月 : 서울대학교 電氣工學科 卒業(工學士)  
1983年 8月 :蔚山대학교 大學院 卒業(工學碩士)  
1986年 3月~現在 : 全北대학교 電氣工學科 博士課程 在學  
1985年 9月~1987年 2月 : 全北産業大學 電子計算學科 專任講師

1987年 3月~現在 : 群山大學 情報通信工學科 助教授



**成權根(Dan Keun SUNG)** 正會員  
1952年 7月19日生  
1975年 2月 : 서울대학교 電子工學科 卒業  
1977年 3月~1980年 7月 : 韓國電子通信研究所 通話路研究室 專任研究員  
1982年 8月 : The University of Texas at Austin 電氣 및 컴퓨터工學科 卒業(M. S)

1986年 5月 : The University of Texas at Austin 電氣 및 컴퓨터工學科 卒業(Ph. D)

1986年 3月~現在 : 韓國科學技術院 電氣·電子工學科 助教授



**金東龍(Dong Yong KIM)** 正會員  
1945年 7月31日生  
1963年 3月~1967年 2月 : 全北대학교 工科大学 電氣工學科 電氣工學 學士  
1971年 3月~1973年 8月 : 全北대학교 大學院 電子工學 博士 碩  
1979年 9月~1984年 : 캐나다 마니토바 大學校 電氣工學科 電子工學 博士

1979年~1985年 : 캐나다 마니토바 大學校 電氣工學科 研究院

1985年~現在 : 全北대학교 工科大学 電氣工學科 副教授

總務處 考試課 回路理論 考試委員

大韓電氣協會 教育委員, 韓國通信學會 編輯委員

1987年~現在 : 全北대학교 電子計算所 所長

科學技術處 教育電算網 委員