

# OBP(On-Board Processing)위성의 멀티미디어 서비스를 위한 채널 다중접속 방식의 성능 분석

## Performance Analysis of Channel Multiple Access Technique for the Multimedia Services via OBP Satellite

김택년, 이정렬

Doug Nyun Kim, Jung Ryul Lee

### 요 약

본 논문에서는 요구할당 다중접속 방식을 사용하는 패킷 위성통신에서 스팟빔 스위칭 능력과 신호처리 능력을 가진 위성체의 특정 관찰하는 하향링크 출력포트에 초점을 두어 시스템의 처리량(Throughput)과 블로킹 확률(Blocking Probability) 그리고 전송지연(Delay)을 요구트래픽과 채널의 서비스종료 확률에 따라 분석하였다.

수학적 검증과 시뮬레이션을 통해 각 채널 서비스종료 확률에 따라 전송지연 대 처리량 곡선을 요구트래픽 파라미터 함수로 구하였으며, 처리량에 따른 전송지연의 상대적인 변화를 비교하였다.

### Abstract

In this paper, System performance parameters such as throughput, blocking probability and delay have been analyzed and expressed as a function of demanding traffic and service terminating probability, and we centers our discussion at particular downlink port of satellite switch which is capable of switching the individual spot beam and processing the information signals in the packet satellite communications with demand assigned multiple access technique. Delay versa throughput as a function of traffic parameters with several service terminating probability can be derived via mathematical formulation and simulation and the relative change of transmission delay was compared.

**Keywords:** On-Board Processing Satellite, Multiple Access, Beam Switching Technique

## I. 서 론

위성통신 시스템 분야에서는 초고속, 대용량 통신트래픽을 처리할 수 있는 시스템의 구축을 가속화할 수 있는 효과적인 방식에 대한 연구가 꾸준히 진행되어왔다. 그 결과 위성탑재처리기와 결합한 빔교환방식이 위성링크용량을 주어진 전송조건하에서 극대화할수 있는 독특한 방식으로 평가되고 있다. 빔교환방식이란 전통적으로 고정된 위성안테나에 의한 단일빔으로 서비스지역을 조사하는 것과 달리, 다수의 스팟빔으로 빔조사지역을 작게 분할하여 빔간의 스위칭을 통하여 트래픽 요구에 따라 연결을 보장하는 방식이다. 이 방식의 두드러진 특징중 하나는 작은지역으로의 빔집중으로

인하여 빔 전계강도가 상대적으로 크게 증가하여 요구BER을 만족하는 전송속도를 크게 향상시키므로써 위성을 이용한 고속전송이 가능하다는 점이다.

본 논문에서는 고속패킷스위칭이 보장되는 탑재처리위성(On Board Processing Satellite)의 특성을 분석하고자 한다. 탑재처리기(On Board Processor)의 역할은 상향링크로 올라오는 트래픽을 하향링크로 전환시켜주는 고속 스위치의 구조에 더 많은 비중을 두어 다양한 연구가 진행되어왔다 [1][2]. ATM 트래픽을 위성에 보다 친근하게 접목시키려는 노력으로 입출력 버퍼의 특성을 가진 OBP 스위치의 성능분석에 대한 연구도 소개되었다[3,4]. OBP 기술이란 기존 위성통신 탑재 장치의 수동적 중계 기능 이외에 복조/변조, 부호/복호화 및 에러 정정, 중계기 및 빔 간 상호연결/절제 등의

새로운 기능이 추가되어 능동적 중계를 가능하게 함으로써, 통신 품질의 향상, 전송 효율의 개선, 전송 용량의 증대, 동적인 망 구성 및 유연한 라우팅 등 많은 장점을 갖는 중요한 차세대 위성통신 기술이다.

재래식 위성의 접속 방식은 주로 모노미디어 트래픽 형태에 중점을 두고 다루어져왔으며 주요 방식으로는 고정 할당(fixed assignment), 랜덤 접속(random access) 그리고 요구 할당 다중 접속(DAMA: demand assigned multiple access) 방식의 세가지로 분류된다.

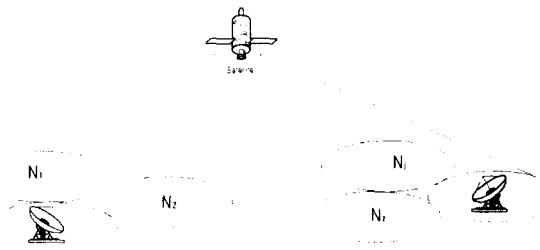


그림 2. 다중빔 교환 위성시스템

고정 할당 방식은 일반적으로 다량의 트렁크 트래픽을 처리하는 위성시스템에서 사용하였으며 트래픽이 버스트해지면 처리율이 현저하게 떨어지게 되고 신규 사용자가 증가할 때마다 대역을 재분배 해야하는 단점이 있다. 랜덤 접속 방식은 버스티하고 소량의 트래픽을 처리할 때 사용된다. 요구 할당 방식은 처음 접속 시도는 랜덤방식을 사용하여 채널을 예약하고 예약이 성공하면 임의의 채널을 점유하여 호가 종료될 때까지 전용대역을 보장해주는 방식으로 트래픽 채널을 안정적이고 유연하게 사용할 수 있는 장점이 있다.

위성탑재 신호처리 기술을 이용한 다중접속방식은 많은 연구가 있어 왔다. 경쟁/예약 접속을 사용한 혼합 다중접속 방식은 모든 트래픽 밀도에 대해 유연하게 채널 할당을 하는 방식으로 다소 시스템 복잡도가 증가하나 저지연, 고효율을 보장한다는 점에서 참고할 만하다[5,6]. 그러나 멀티미디어 통신에서와 같이 패킷데이터 뿐만 아니라, 음성, 이미지가 혼합된 멀티미디어 트래픽에 대해서는 새로운 방식을 제안할 필요가 있다. 종전 방식들은 필요한 소요채널대역에 맞는 슬롯수를 미리 스케줄링 할당 알고리즘을 사용하여 예약하는 패킷위성통신의 특징이 있지만, 본 논문에서 제안하는 방식은 슬롯을 기반으로 하지 않고 일단 어떤 채널이 예약되면 그 채널은 종료될때까지 액세스권리가 보장되는 일종의 Packet Reservation Multiple Access(PRMA) 방식을 제안한다. 이방식은 멀티미디어 트래픽 환경에 아주 적합한 액세스기술이며 지난 10년간 집중적으로 연구되어 왔다[7,8].

채널자원은 다수의 슬롯으로 구성되는 고정길이의 프레임 시퀀스로서 다중빔 위성채널의 경우 각 빔마다 독립적으로 채널이 존재한다. 따라서 위성의 임의의 특정 하향링크의 출력포트를 관찰하여 시간의 흐름에 따라 프레임의 채널점

유 상태에 따른 성능을 분석하는 방법을 제안한다.

II장에서는 다중빔 위성시스템과 다중접속 구조에 대해서 기술하고 III장에서는 수학적 성능분석을 하였다. IV장에서는 수학적 분석을 검증하기 위한 시뮬레이션 결과를 나타내었다.

## II. OPB 위성 빔 모델

### 2.1. 다중빔 위성 시스템

그림 1에서 보는 바와 같이 OPB위성에 의해 서비스되는 통신지역은  $N_z$  개의 스팟빔으로 배타적으로 분할 구성되고 고정한다.

위성의 OPB스위치는 각 스팟빔으로부터 올라오는 상향 링크 트래픽을 적절히 해당 하향링크로 연결시켜 주므로써 각 트래픽의 공정성을 유지하고 OPB 위성시스템의 효율을 최대가 되도록 운영한다. OPB위성에서 사용가능한 자원인 중계기수  $N_t$ 는 보통  $N_z$  보다 작거나 같다.

본 논문에서는 각 스팟빔을 전담하는 중계기(Transponder)가 하나씩 할당된 경우를 가정한다. 그리고 상향링크로 올라오는 멀티미디어 트래픽을 탑재교환기에 스위치가 적절히 처리하여 하향 링크로 연결되는 과정에서 요구되는 트래픽 모델분석에 더 집중하고자 한다. 만일 상향링크로의 트래픽요구가 모든  $N_z$  개의 빔에 동등하다면 그림 2에서 나타난 탑재교환기의 어떤 특정출력 포트에서의 트래픽 처리능력은 다른 출력포트에서의 그것과 같다고 할 수 있다. 그러므로 특정 출력포트에 대한 성능분석은 통계적으로 시스템 성능분석과 일치한다.

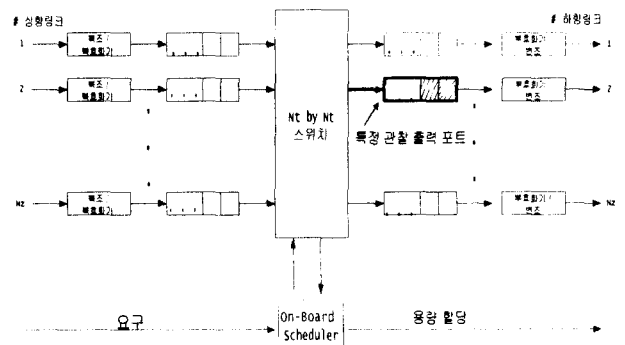


그림 3. 재생 다중스팟빔 위성스위치

채널 대역폭의 극히 작은 부분만이 채널 할당통보와 요구 전송을 위해 사용되며 요구 패킷들은 TDM 이나 FDM을 사용한다. 패킷의 채널 대역폭과 비교해 요구 대역폭은 무시할 정도로 작다고 가정하고 위성으로부터 지구국에 전달되는 정보는 방송모드로 전송하며, 그 대역폭도 무시할 정도로 작다고 가정한다.

위성은 스팟빔 스위칭 능력과 신호처리 능력을 갖춘 OPB 위성체이며, 특히 On-Board Scheduler(OBS)는 요구패킷으

로부터 얻은 정보를 이용하여 지구국의 채널접속을 하게 한다.

지구국에서 위성으로 전송하는 요구 패킷들은 충돌이 일어나지 않는다고 가정하며 채널시간은 연속적인 슬롯으로 나누어진다. 각 슬롯은 고정크기 패킷을 전송하기 위해 필요한 시간이다. 프레임은 여러개의 슬롯으로 구성되며 패킷전송은 프레임의 시작하는 곳에서 동기화 되어 있다. 위성채널에는 요구패킷과 데이터 정보패킷을 저장하여 지연처리하기 위한 버퍼장치는 고려되지 않는다. 따라서 할당겨부된 패킷은 후에 재전송 요구부터 다시 시작해야 한다.

## 2.2 다중접속 구조

전송할 패킷을 가진 지구국은 근원지 주소와 목적지 주소가 포함된 요구를 위성에 전송한다. 요구패킷을 수신한 위성의 On-Board Scheduler는 각 채널의 올바른 접속을 위해 스케줄 알고리즘을 수행하여 채널 할당정보를 방송모드를 통해 지구국에 알려주고 위성은 스위치를 셋업한다.

위성의 각 하향링크 출력포트 채널 상태구조는 동일한 형태를 가지므로 임의의 한 특정 하향링크 출력포트를 관찰하여 분석한다.

전송한 바와 같이 OBP 스위치의 임의의 출력포트는 잘 정의된 정형화된 동일 프레임구조를 가지고 있으며 한 출력포트의 채널할당과 성능에 대한 분석은 통계적으로 다른 출력포트에서의 분석과 일치한다. 따라서 어떤 관측하는 출력포트의 프레임구조는 그림 3과 같다고 가정한다.

OBP 위성 시스템에서 별도의 요구채널로 접수되는 성공적인 통신요구 멀티미디어 트래픽의 전체 발생량은 총합적으로 포아송 분포를 따른다. 요구채널은 미니슬롯의 작은 TDM 채널로 구성되고 이는 정보채널과 분리된 별도의 반송파를 사용할 수도 있으나, 매 프레임의 시작부분에 작은 부분을 점유하여 채널요구 및 할당과 같은 제어신호채널로 사용할 수 있다. 프레임은 고정길이로서 M개의 정보채널을 가지고 있다. OBS(On Board Scheduler)는  $N_z$ 개의 분리된 상향링크로 들어오는 모든 트래픽 요구를 할당하기 위해서 프레임의 매 슬롯마다 서로 상충되는 할당 스케줄이 발생하지 않도록  $N_z \times N_z$  요구 매트릭스를 구성하고 각각의 상향링크로 들어오는 채널사용요구를 만족하도록 프레임의 슬롯할당을 하게 된다.

하나의 요구트래픽은 매 프레임마다 한 개의 채널을 할당받아 점유 사용한다. 일단 점유된 채널은 해당 트래픽의 서비스가 종료될 때까지 사용할 권리가 주어진다. 서비스가 종료되면 OBS는 해당채널의 상태를 유희상태로 인지하고 다른 서비스요구에 개방한다. 서비스 요구가 시간상에 주어진 사용가능 채널용량보다 적으면 모두 할당이 가능하지만 그렇지 못할 경우에는 일부는 할당이 거절되고 서비스 요구를 후에 다시 하여야 한다. 프레임이 끝나는 시점에서 점유된 채널 슬롯수를 OBP 위성 시스템의 프레임 채널 상태라 하고 이를 랜덤변수 S로 표기한다.

그림 3 에서 보는것과 같이 임의의 특정 하향링크 출력포트를 관찰하면, n번째 프레임에서 프레임의 총 채널갯수 M 개중 3개가 점유되어 있다. n번째 프레임 마지막에서 채널 점유상태는 n번째 프레임 상태에서 1 개가 서비스 종료되어 채널이 유희(idle)상태로 되고, 새로이 1개가 점유된 상태를 보여준다.

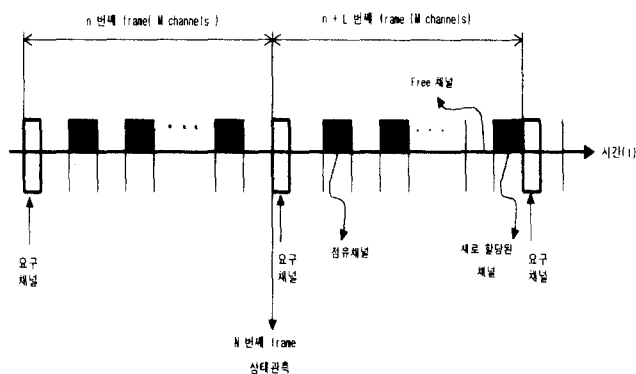


그림 4. 다중빔 교환 위성시스템

## III. 성능분석

프레임 채널상태 S는 새로 할당되는 서비스 채널수 A와 프레임에서 서비스가 종료되는 채널수 D에 의하여 마코프 체인을 형성한다. 임의의 빔지역에서 요구하는 통신 트래픽은 포와송 분포를 따르며 전체 트래픽 요구량도 각 빔지역의 통신 트래픽의 합이 되므로 역시 포와송 분포를 이룬다. OBS는 들어오는 모든 트래픽의 중간간 연결요구 조건을 고려하여 하향링크 빔별로 분류한다.

어떤 하향링크의 채널요구수가 가용채널수보다 적으면 모두 할당되며 이 경우 각각의 지정된 채널할당결과를 소속빔 소스지구국에 통보한다. 일단 할당된 트래픽은 그 서비스가 종료될때까지 매 프레임의 지정채널을 점유 사용한다. 만일 채널요구수가 가용채널수보다 크면 OBS는 요구 트래픽중 랜덤하게 지정하여 가용채널에 할당하고 할당받지 못한 요구 트래픽은 할당불가 통보를 전용채널을 통하여 알린다. 할당에 실패한 트래픽은 랜덤한 시간이 경과 후에 재전송할 수 있다. 프레임내의 채널할당은 한 서비스 요구에 한 슬롯만 할당한다.

임의의 하향링크 채널로 서비스 받고있는 트래픽은 시작 프레임에서 채널이 종료될 프레임까지의 점유 프레임 채널수는 기하 분포(Geometric Distribution)을 갖는다고 가정한다. 기하분포는 비메모리 특성을 가지고 있으며 기존에 서비스 받고 있는 트래픽과 신규로 들어오는 트래픽의 구별을 하지 않는다. 즉 매 프레임에서의 생존률을  $1-p$ 라 가정한다.

각 빔지역에서 발생하는 요구 트래픽은 포아송 분포를 가지고 위성에 수신되는 전체 트래픽도 포아송 분포를 가지며

로 위성에서 총  $m$ 개의 요구를 수신할 확률은

$$P[X=m] = \text{Prob}[\text{위성 OPB에 전체 요구트래픽이 } m \text{개 있을 확률}]$$

$$= \frac{\lambda^m \cdot e^{-\lambda}}{m!} \quad (1)$$

여기서  $\lambda$ 는 전체트래픽의 매 프레임당 입력률을 나타낸다.

위성에 수신된 전체 요구 트래픽  $X$ 개중 임의의 관찰하는 하향링크 출력포트로 요구되는 트래픽  $Y$ 는 다음과 같다.

$$P(Y=j|X=m) = \text{Prob}[Nz개의 출력포트중 특정한 포트에 갈려서 요구가  $j$ 개 |  $m$ 개의 요구]$$

$$= \binom{m}{j} \left(\frac{1}{Nz}\right)^j \left(1 - \frac{1}{Nz}\right)^{m-j} \quad (2)$$

시스템 상태  $S$ 는 프레임에 점유 서비스되는 채널 수를 말하며 점유 서비스되는 채널이 하나도 없는 상태에서 최대 모두 점유 서비스되는 상태로 존재할 수 있다.

$D$ 는 서비스 종료되어 채널 점유가 종료된 유휴채널 수를 말한다.

프레임 내 점유서비스 되는  $k$  채널 중 다음 프레임에서 서비스 종료되어 유휴채널로 되는 개수  $l$ 은 binomial 확률로 구할 수 있다.

$$P[D=l|S=k] = \binom{k}{l} p^l (1-p)^{k-l} \quad (3)$$

여기서  $p$ 는 각 서비스 채널에서 서비스가 종료될 확률이다. 따라서 시스템 상태  $S$ 는 다음과 같은 마코프 상태전이 관계식을 갖는다.

$$P[S=j] = \sum_{i=0}^j \sum_{k=i}^M P[S=k] \cdot P[D=k-i|S=k] \cdot P[A=j-i|D=k-i, S=k] \quad (4)$$

윗 식의 우변 첫 번째 항은 시스템 상태가  $k$ 일 상태확률을 말하며, 두 번째 항은  $k$ 개의 서비스 채널중  $k-i$ 가 종료될 확률이며 식 (3)을 통해 구할 수 있다. 마지막 항에서  $A$ 는 새로 할당된 채널 수를 말하고, 시스템 상태  $k$ 에서

$k-i$  개가 서비스 종료되고 새로이  $j-i$  개가 할당될 확률이다.

$$P[A=j|D=k-i, S=k] = \left( \begin{matrix} \sum_{m=j}^{\infty} P(X=m) \cdot P(Y=j|X=m) & \text{if } j < M-i \\ \sum_{m=j}^{\infty} \sum_{l=j}^m P(X=m) \cdot P(Y=l|X=m) & \text{if } j = M-i \end{matrix} \right) \quad (5)$$

시스템 상태 확률  $P[S=L]$ 의 평균을 구하면 시스템의 처리량을 구할 수 있다.

$$\text{처리량(Throughput)} = \frac{\left( \sum_{j=1}^M j \cdot P[S=j] \right)}{M} \quad (6)$$

시스템의 블록킹 확률은 관찰 특정포트로 가려는 요구가 유휴채널 개수 이상일 때 발생하므로 그 확률은 다음과 같이 됨을 알 수 있다.

$$P_B = P[S=M] + \sum_{l=0}^{M-1} \sum_{j=M-l+1}^{\infty} P(S=l) \cdot P(Y=j) \cdot \left(\frac{j+l-M}{j}\right) \quad (7)$$

지구국에서 요구를 전송하고 채널을 할당받아 데이터 패킷을 전송하고 서비스가 끝나 채널 점유가 종료될 때까지의 지연 시간은 식 (7)에서 구한 블록킹 확률을 가지고 구해질 수 있다. 위성에서 요구가 성공할 확률  $P_S$ 는  $1 - P_B$ 이므로 지연은  $P_S$ 로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{지연} &= (\tau + R_{TD}) \cdot P_S + (2\tau + 2R_{TD} + R_D) \\ &\cdot (1 - P_S) \cdot P_S + (3\tau + 3R_{TD} + 2R_D) \\ &\cdot (1 - P_S)^2 \cdot P_S + \dots \dots \dots \quad (8) \end{aligned}$$

여기서  $R_{TD}$ 는 전파지연,  $R_D$ 는 지구국이 재전송 통보를 위성에서 받고 다시 재전송 할 때까지 소요되는 지연평균을 말한다.  $\tau$ 는 지구국에서 트래픽을 Computing하는데 소요되는 지연이며, 본 연구에서는 무시할 정도로 작다고 본다.

윗 식의 첫 번째 항은 요구를 전송하고 바로 할당받는 경우를 말하며, 두 번째 항은 한번 재전송 하는 경우를 말한다. 따라서  $n$ 번째 항은  $n-1$ 번 재전송 하는 경우를 말하는 경우라 할 수 있다.

식 (8)을 다시 정리하면

$$\begin{aligned}
 \text{지연} &= \sum_{k=0}^{\infty} \{ (k+1) \cdot (\tau + R_{TD} + k \cdot R_D) \cdot (1 - P_S^k) \cdot P_S \\
 &= \left( \frac{1}{P_S} \right) \cdot \{ \tau + R_{TD} + R_D \cdot (1 - P_S) \} \quad (9)
 \end{aligned}$$

#### IV. 시뮬레이션 결과

이전 장에서 논의된 내용을 요구 트래픽 파라미터 ( $\lambda$ )의 함수로써 시뮬레이션을 수행하였다. 전체 존의 개수  $N_z$ 는 5로 두었고, 한 프레임의 총 채널 개수  $M$ 은 각각 3과 5일 때를 고려하였다. 특정 관찰 하향링크 출력포트의 한 프레임 채널상태가 다음 프레임 채널상태로 천이될 때 채널의 서비스 종료되는 확률(Departure Probability)  $p$ 를 0.1과 0.9일 때 분석하였다

그림 4는 요구트래픽  $\lambda$ 에 따른 처리량(Throughput) 곡선을 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 서비스 종료확률이 낮을수록 처리량이 빠르게 증가함을 알 수 있다.

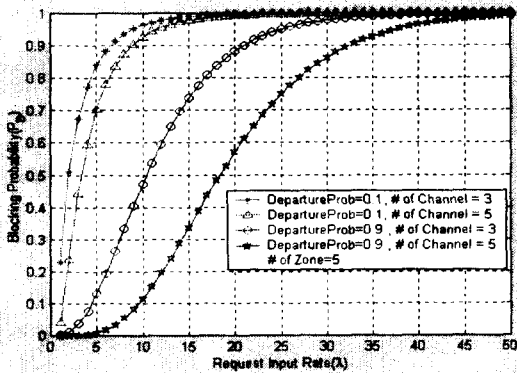


그림 5. 요구트래픽 대 블록킹 확률

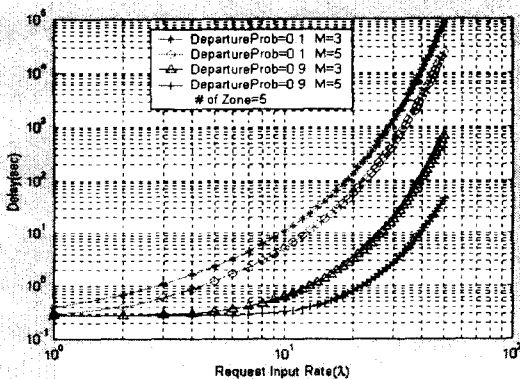


그림 6. 요구트래픽 대 지연

그림 5는 위성의 하향링크의 유휴채널을 할당받지 못하는 블록킹 확률을 요구트래픽  $\lambda$ 의 함수로 나타내었다

그림 6은 요구트래픽 대 지연(Delay) 곡선을 나타낸다. 서비스 종료확률(Departure Probability)이 낮을수록, 채널 수( $M$ )가 증가 할 수록 지연이 낮게 나타남을 알 수 있다. 그러나 요구 트래픽이 증가함에 따라 서비스 종료확률의 차에 따른 지연 차는 점점 크게 나타남을 알 수 있다.

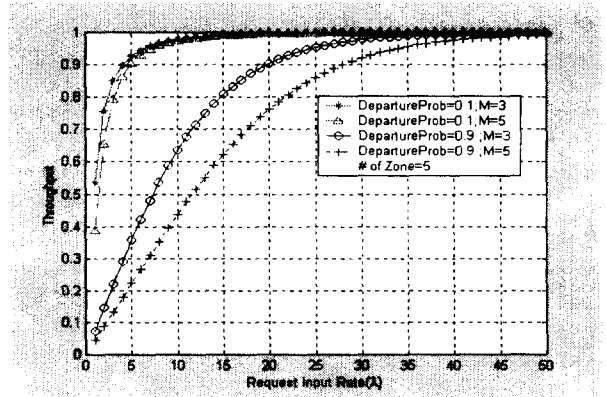


그림 7. 요구트래픽 대 처리량(throughput)

그림 7은 지연 대 처리량을 나타낸 것이다. 동일한 지연 시간 동안에 처리량은 채널 서비스 종료확률이 낮을수록 높아진다는 것을 알 수 있고, 서비스종료 확률이 낮을수록 일정한 처리량에 이르는 시간이 짧아진다. 그러나 일정한 요구 트래픽의 증가가 계속 일어날 경우는 서비스 종료확률과 상관없이 거의 동일하게 된다.

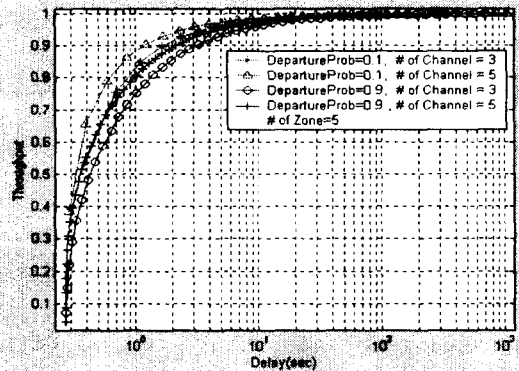


그림 8. 지연(Delay) 대 처리량(Throughput)

#### V. 결론

본 논문에서는 요구할당 다중접속 방식을 사용하는 패킷 위성통신에서 스팹스 스위칭 능력과 신호처리 능력을 가진 위성체의 특정 관찰하는 하향링크 출력포트에 초점을 두어

시스템의 처리량(Throughput)과 블로킹 확률(Blocking Probability) 그리고 전송지연(Delay)을 요구트래픽( $\lambda$ )과 채널의 서비스종료 확률( *Departure Probability: p*)에 따라 분석하였다.

분석결과를 이용하여 처리량과 전송지연을 감안한 이상적인 위성시스템 모델링을 찾는 데 주요 지표로 활용할 수 있다. 또한 본 논문에서는 멀티미디어 서비스를 위한 채널할당 방식을 기존의 PRMA 방식을 OBP 비교한 위성시스템에 적용하여 그 성능을 분석하였다. 다양한 서비스의 특성을 서비스 종료확률  $p$ 로 정의하여 그 특성을 나타내었다.

접수일자 : 2001. 2. 23      수정완료 : 2001. 3. 30

· 본 논문은 2000년도 신진교수 교내연구비지원에 의하여 연구되었음

### 참 고 문 헌

[1] Fouad A Tobagi, "Fast Packet Switch Architectures for Broadband Integrated Services Digital Networks", IEEE Proceedings, vol. 78 No.1 pp 133 - 167 January 1990

[2] Michael Hluchyj and Mark Karol, "Queueing in High-Performance Packet Switching", IEEE Journal on SAC, vol. 6, No. 9, pp 1587 - 1597 December 1988

[3] Enrico Del Re and R. Fantacci, "An Advanced Satellite Communication System with On-Board Fast Packet Switching Capabilities", International Journal of Satellite Communications, vol 12, pp 147 - 155. 1994

[4] E. Del Re and R. Fantacci, "Performance evaluation of Input Queueing Techniques in ATM Switching Systems", IEEE Trans. Communications. COM-41, pp 1565 - 1575, 1993

[5] H. Lee and J.W.Mark, "Combined Random/Reservation Access for Packet Switched Transmission Over a Satellite with On-Board Processing", IEEE Trans. on Communications. vol. 32, No 10, pp 1093 - 1104, October 1984

[6] D.N. Kim, "Multibeam Switched DAMA for On Board Satellite with Data Buffer", APCC 95

Osaka, Japan, pp 8D. 3. 1 - 8D. 3. 5 June 1995

[7] Romano Fantacci, Francesco Innocenti, "Performance Evaluation of a Modified PRMA Protocol for Joint Voice and Data Packet Wireless Networks", IEEE Trans. Comm. vol. 47, No12, pp 1837 - 1848, 1999

[8] Xuejun Sha, C. G. King, "A Dynamic Frame PRMA Protocol for Wireless ATM Networks", ICCT 1998



이정렬(Jung Ryul Lee)

準會員

1999년 명지대학교 정보통신공학과 졸업

1999년-현재 명지대학교 대학원 정보통신공학과 재학

관심분야: 이동통신, 위성통신, IMT-2000



김덕년(Doug Nyun Kim)

正會員

1975년 서울대학교 전기공학 학사

1981년 SUNY at Stony Brook 전기공학 석사

1988년 Auburn University 전기공학 박사

1988-1995년 한국전자통신연구소(ETRI) 책임연구원  
1995-현재 명지대학교 전자정보통신공학부 교수  
관심분야: 무선통신, 초고속위성통신, IMT-2000