

위성 ATM망에서의 ABR 서비스 성능분석

김환의, 김덕년

명지대학교 전자정보통신공학부 위성통신연구실

Performance Analysis of ABR services for ATM over Satellite

Hwan Ui Kim, Doug Nyun Kim

SatComm. Lab., Dept. of Electronics, Information & Communication Engineering, Myongji Univ.

요약

본 논문에서는 멀티미디어 트래픽을 수용하는 초고속 위성중계망에 적합한 이동 경계 방식의 프레임 구조를 제시하고 수학적 모델링을 통해 성능을 검증하였다. 시뮬레이션 결과 제안한 프레임 구조가 비실시간 사용자의 트래픽을 포함하여 멀티미디어 트래픽을 수용하기에 적합하다는 것을 알 수 있었다.

ABSTRACT

This paper deal with a movable boundary multiple access scheme and frame format for ATM over satellite. By mathematical modeling and simulation, we can see that suggested frame format is suitable for non-realtime traffic users.

I. 서론

21세기를 맞이하여 초고속 네트워크에 관한 연구가 주목을 받고 있다. 그리고 사용자들은 음성, 데이터 그리고 화상을 포함하는 멀티미디어 서비스를 요구하고 있다. 본 논문에서는 지상의 ATM망과 위성을 연계하여 사용자의 멀티미디어 트래픽을 수용할 수 있는 초고속 위성ATM망의 프레임 구조에 대해 다룰 것이다. II장에서는 초고속 위성ATM망의 프레임 구조를 설계하고 III장에서는 수학적 모델링 및 시뮬레이션을 통한 성능분석을 할 것이다. 마지막으로 IV장에서는 결론을 맺을 것이다.

II. 초고속 위성ATM망의 프레임 구조

위성채널은 신호채널을 통하여 요청하는 연결 정보들을 가장 합리적으로 배분할 수 있는 프레임구조를 가져야 한다. 본 논문에서는 위성 ATM 중계망구조를 가정하므로 중계지구국의 수는 한정되어 있다. 그러므로 각 중계지구국은 미

리 할당된 전용 신호채널을 가진다. 신호방식은 전용채널을 사용하므로 전체 지구국 수(중계지구국 수 + NCC)에다 향후 필요한 확장을 위해서 여유분의 신호채널을 갖는다. 본 논문에서는 신호채널과 정보채널을 분리하여 별개로 처리하도록 하는 채널 분리형 프레임 구조를 사용하였다.



그림 1. 멀티미디어 트래픽을 수용하기 위한 프레임 구조

한 프레임 내에는 각 중계지구국의 전용 신호채널이 있고 나머지는 두 개의 상이한 서비스 특성을 가지는 채널로 나뉘어진다. 신호채널에는 경합이 없으므로 이 채널을 통해서 각 중계지구국은 NCC에 채널 할당 요청을 포함한 모든 시그널링을 충돌 없이 수시로 전송할 수 있다. 본 논문에서는 총 소요대역폭을 고정된 PCR(Peak Cell Rate)로 가정하고 분석한다.

CBR, VBR은 실시간 트래픽인 경우에만 국한하여 고려한다. 이에 비해 ABR 서비스는 비실시간 서비스로 간주하고 CBR, VBR 서비스와 달리 채널 사용도중 상황에 따라서는 그 액세스 권리를 박탈당할 수 있다. 각 중계지구국은 중계지구국으로 들어오는 모든 트래픽과 서비스를 지체없이 지정된 신호채널에 동기하여 NCC에 요구한다. NCC는 각 중계지구국에서 들어오는 전체트래픽 요구량을 산정하여 프레임 단위로 채널 할당을 한다. 채널 할당 결과는 각 지구국에 방송되며 이로써 채널 상태는 항상 공개적으로 update된다. 할당된 채널에서 통신이 끝나면 각 지구국은 End of Flag 표시를 하므로써 NCC로 하여금 그 채널이 더 이상 사용되지 않음을 알려준다. 비실시간 서비스는 실시간 서비스로부터 침해받지 않는 고정 채널이 있으며 실시간 서비스가 점유하지 않은 채널에 대해서는 한시적으로 NCC에 의해서 할당된다. 그러나 실시간 서비스의 요청이 있을 경우에는 그 채널을 반납하고 후에 다시 나머지 부분을 전송하게 된다. 실시간 서비스는 지정된 채널을 사용할 권리가 주어지며 미 사용중일 경우에는 비실시간 서비스 트래픽이 점유·할당될 수 있다. 이러한 방식은 실시간 트래픽과 비실시간 트래픽의 특성을 살리기 위해 두 트래픽 간의 경계면을 고정시키지 않고 트래픽 상태에 따라 변화시키는 방식으로 MBMA(Movable Boundary Multiple Access)라고 부른다[1][2]. 본 논문은 MBMA 방식에서의 실시간과 비실시간 트래픽의 성능을 분석하는데 그 목적이 있다. 전체 프레임에서 정보채널은 실시간 트래픽 채널과 비실시간 트래픽 채널로 구분한다.

1. 실시간 트래픽 채널

CBR 서비스는 프레임 내의 기본 채널 단위인 슬롯 하나에 지정되어 매 프레임마다 지정슬롯에 전송하므로써 서비스 제공을 하게 된다. 복수개의 슬롯을 지정받는 것도 같은 방법으로 할당된다. 여기서는 CBR 서비스는 음성통신을 하는 것으로 가정하고 프레임당 1슬롯의 전송속도는 64kbps급의 음성 1채널을 의미한다. VBR 서비스는 CBR 서비스와 마찬가지로 실시간 서비스에 국한하기로 한다. 다만 정보전송속도가 CBR 서비스의 6배인 384kbps급의 화상신호정보이며 프레임당 차지하는 슬롯수는 6개가 된다. NCC는 매 프레임마다 요구되는 채널할당 요구량을 산

정하여 실시간 트래픽을 계산한 다음 가용채널 중 VBR 서비스를 할당하고 그 다음에 CBR 서비스를 할당하여 채널 이용률을 최대가 되도록 한다.

2. 비실시간 트래픽 채널

비실시간 트래픽이란 query 데이터나 파일 혹은 이미지 데이터처럼 실시간 정보전달을 요구하지 않는 트래픽이며 데이터의 정확한 전달이 전달지연 요소보다 더 중요한 서비스이다. 따라서 이를 위한 채널은 평균 비실시간 트래픽 전송율에 알맞게 고정된 채널 용량을 할당하도록 하고 실시간 트래픽 채널 중 빈 채널이 있을 경우 사용을 허락한다. 따라서 실시간 트래픽이 적을 경우 유휴채널을 비실시간 트래픽에 전용하므로써 전체 채널 이용률을 높일 수 있다.

III. 수학적 모델링 및 시뮬레이션 결과

시스템 성능특성을 이해하기 위해서 한 프레임의 채널을 정의한다[3]. 총 채널수 M 개는 실시간 트래픽 채널 L_{XY} 개와 비실시간 트래픽 채널 L_Z 로 구성되어 있다고 가정한다.

$$M = L_{XY} + L_Z \quad (1)$$

L_Z 개의 채널은 배타적으로 비실시간 트래픽 서비스인 ABR에만 할당하며, L_{XY} 개의 채널은 실시간 트래픽인 CBR, VBR에 우선권과 선취권을 주되 유휴채널이 있을 경우에 한하여 오버플로우되는 비실시간 트래픽을 할당할 수 있도록 한다. 여기서 X, Y, Z 는 각기 CBR, VBR, ABR 트래픽의 채널 점유 트래픽 수에 대한 랜덤 변수이다. 각 랜덤변수의 범위는 다음과 같다.

$0 \leq X \leq L_{XY}$, $0 \leq Z \leq M$ 이고 $0 \leq Y \leq I_Y$ 이다. 여기서 I_Y 는 VBR 트래픽의 일회 점유채널수를 N_Y 라 할 때, $I_Y = \lfloor L_{XY}/N_Y \rfloor$, $\lfloor a \rfloor$ 는 a 를 넘지 않는 최대 정수를 뜻한다. 그러므로 실시간 트래픽의 총 점유채널 수는

$$N_n = X + I_Y Y \quad (2)$$

이고 $0 \leq N_n \leq L_{XY}$ 이다. 실시간과 비실시간 트래픽의 도착률은 모두 포아송 분포를 따르고, 서비스율은 모두 지수 분포를 따른다고 가정하면, 실시간 트래픽의 2차원 상태 천이 다이어그램을 나타낼 수 있다.

그림 2는 $M=23, L_{XY}=18, N_Y=6$ 일때 실시간 트래픽의 상태천이 다이어그램으로서 성능분석에

필요한 여러 가지 파라메타 값을 구할 수 있다. 비실시간 트래픽이 실시간 트래픽 채널로 오버플로우될 확률은 다음과 같다.

$$P[\text{Non-realtime data overflows}] = \sum_{l=L_z+1}^{L_{xy}+L_z} P[Z=l]. \quad (3)$$

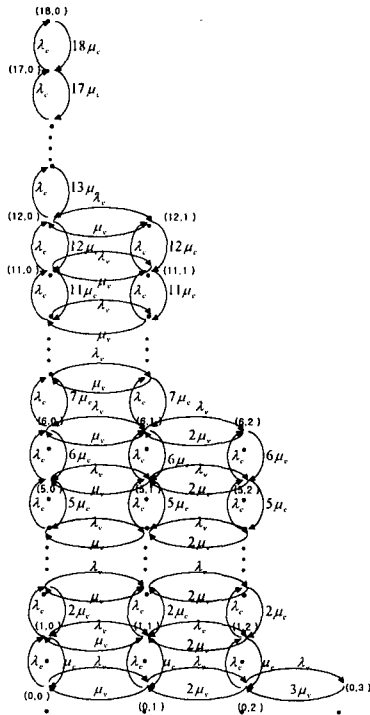


그림 2. 실시간 트래픽의 상태 천이 다이어그램

비실시간 트래픽인 ABR의 블록킹 확률은 그림 5.2에서와 같이 실시간 트래픽 채널 상태에 따라 구해진 모든 블록킹 확률의 평균으로 표시할 수 있다. 즉

$$P[\text{Non-realtime traffic data blocking}] = \sum_{l=0}^{L_{xy}} P[Z=L_z+l | R=l] \cdot P[R=l]. \quad (4)$$

또한 비실시간 트래픽이 오버플로우되어 실시간 트래픽 채널을 점유 사용도중 실시간 트래픽 요구에 의한 우선순위에 밀려 재전송 해야할 확률은

$$P[\text{Non-realtime traffic dropped}]$$

$$= \sum_{l=1}^{L_{xy}} P[T > L_{xy} - l | \text{overflow } W=l, T \leq L_{xy} - l] \times P[W=l, T \leq L_{xy} - l] \quad (5)$$

여기에서 랜덤변수 T 는 점유 사용되고 있는 실시간 트래픽의 채널 수이고 랜덤변수 W 는 실시간 트래픽 채널로 오버플로우되는 비실시간 트래픽 수를 나타낸다. 제안하고 있는 이동 경계 시스템의 전체 시스템 채널 효율 S_m 은

$$S_m = \sum_{i=0}^{18} \sum_{j=0}^3 \sum_{k=0}^{23} P[X=i, Y=j, Z=k] \frac{(i+6j+k)}{L_z+L_{xy}} \quad (6)$$

에 의해 계산되며 고정 경계 방식의 채널효율 S_f 는

$$S_f = \frac{(\sum_{i=0}^{18} \sum_{j=0}^3 P[X=i, Y=j] \cdot (i+6j) + \sum_{k=1}^5 P[Z=k] \cdot k)}{L_z+L_{xy}} \quad (7)$$

로 표시된다.

시뮬레이션은 총 채널수를 23개로 하고 실시간과 비실시간의 트래픽의 입력률을 변화시키면서 구현하였다. 성능분석은 비실시간 트래픽에 중점을 두었다.

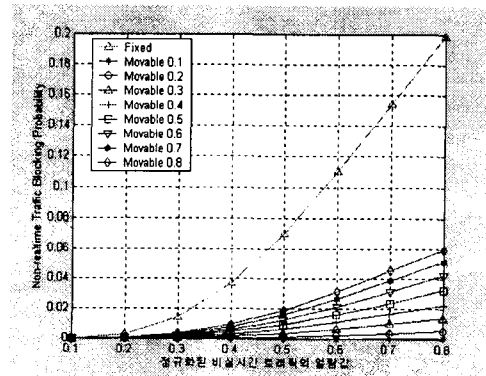


그림 3. 비실시간 트래픽의 블록킹 확률

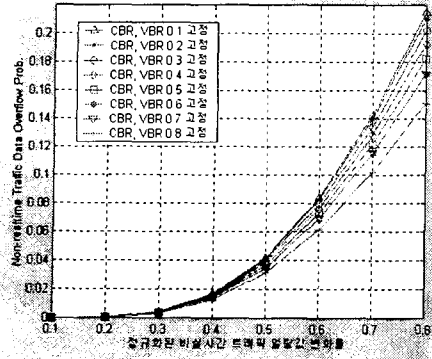


그림 4. 비실시간 트래픽 대 데이터 오버플로우

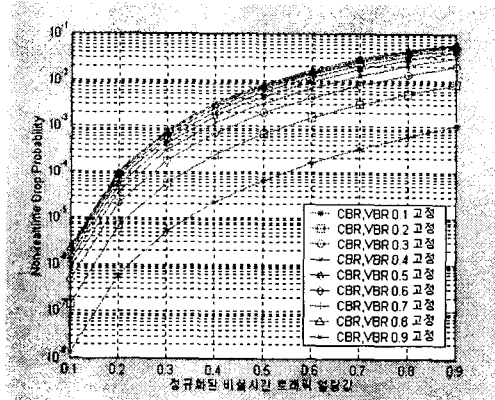


그림 7. 비실시간 트래픽의 폐기 확률

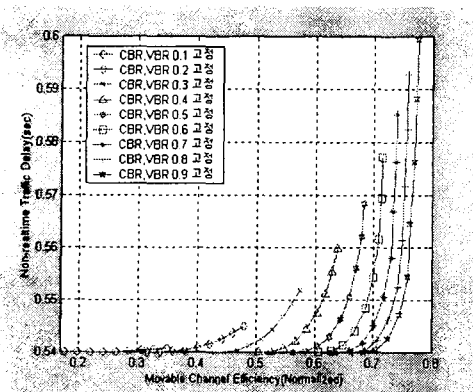


그림 5. 이동 경계 방식의 비실시간 트래픽 지연 대 채널효율 특성

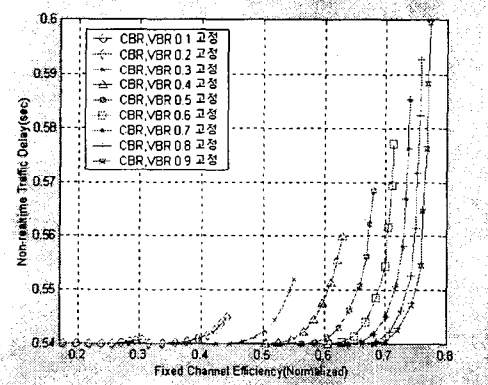


그림 6. 고정 경계 방식의 비실시간 트래픽 지연 대 채널효율 특성

IV. 결론

시뮬레이션 결과 비실시간 트래픽의 입력율이 증가함에 따라 실시간 트래픽의 전용채널을 사용하는 비율이 커지므로 이동 경계 방식의 비실시간 트래픽 블로킹 확률이 고정 경계 방식의 경우보다 현저하게 낮고, 채널 효율 역시 이동 경계 방식의 경우가 우수함을 보였다. 또한 실시간 트래픽량의 증가로 인한 폐기 확률도 매우 낮으므로 제안한 프레임 구조가 비실시간 트래픽을 수용하는데 있어 적절함을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] T. Suda, H. Miyahara and T. Hasegawa, 'Performance evaluation of an integrated access scheme in a satellite communication channel', IEEE J. Select Areas Commun., SAC-1, (1), 1983
- [2] S. Bohm, A. K. Elhakeem, K. M. S. Murthy, M. Hachicha and M. Kadoch, "An alysis of a movable boundary access techniqe for a multiservice multibeam satellite system", International Journal of Satellite Commun., vol. 12., pp.299-312, 1994.
- [3] 김덕년, '초고속 위성 ATM망을 위한 MAC 프로토콜에 관한 연구', (사)통신위성·우주 산업연구회, 최종연구보고서, 2000