

부분 타임 스탬프를 이용한 CDV 보상

정하재*, 정철오*, 유종준*, 진병문*, 오창석**

*한국전자통신연구원 벤처산업기술부

**충북대학교 컴퓨터공학과

e-mail : hjchung@etri.re.kr

A Study on CDV Compensation using Partial Time Stamps

Ha-Jae Chung*, Cheol-Oh Jeong*, Jong-Jun You*, Byoung-Moon Chin*, Chang-Suk Oh**

*Dept. of Venture Business Technology, ETRI

**Dept. of Computer Engineering, Chung-Buk University

요 약

본 논문은 지상 ATM 망을 위성 TDMA 와 접속하려 할 때 데이터 트래픽 전달 방식의 차이로 발생하는 셀 지연 변이를 보상하는 방법에 대한 연구이다. 기존 보상 방식들의 단점을 개선하는 부분 타임 스탬프 방식의 보상기법을 제안하고, 모델링 및 시뮬레이션을 통하여 제안한 방식을 분석 평가 하며, 기존의 방식보다 성능이 우수함을 확인한다.

1. 서론

초고속 정보통신망이 지상/위성 혼합망을 지향함에 따라 위성 B-ISDN/ATM 망을 구축하기 위한 다양한 위성망 구축사업이 추진되고 있다. 지상 B-ISDN은 다수의 사용자에게 다양한 유형의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 통계적 다중화 측면에서 우수한 성능을 가지는 ATM 전송방식을 기반으로 발전되어 왔다. 한편 위성 B-ISDN 망에서는 제한적인 주파수 자원을 효율적으로 이용할 수 있고, 다양한 전송속도의 서비스를 잘 수용할 수 있으며, 위성 채널의 처리율을 증가시키는 TDMA 시스템이 최선의 다원 접속 방법으로 인식되고 있다. 그러나 위성 회선은 주파수 자원이 상대적으로 제한적이고 채널 운용환경이 열악하므로, 대역폭이 넓고 채널 신뢰성이 우수한 광 케이블을 기반으로 개발된 ATM 전송방식을 수용하기 위해서는 해결되어야 하는 문제점들이 있다.

그 중에서 ATM과 TDMA의 데이터 트래픽 전달 방식의 차이로 발생하는 셀 지연 변이(CDV)를 들 수 있다. ATM/TDMA 변환에 따른 CDV는 위성 TDMA를 경유하는 송수신 지구국 간의 셀 도착시간 혹은 셀 간격의 차이로 정의된다. 또 CDV의 발생 메커니즘이 지상망과는 달리 셀 트래픽을 TDMA 버스트화 함으로써 발생된다. CDV는 B-ISDN/ATM 셀 전송에 있어서 전체 QoS

의 저하뿐만 아니라, 수신국 지상망의 스위칭 노드에 장애를 일으킬 수 있으므로 이에 대한 보상이 필요하다.

이와 같은 CDV에 의한 성능 열화를 방지하기 위한 다양한 보상 알고리즘들이 이미 제안된 바 있다. 본 논문에서는 기존 방식의 단점을 보완하여 서비스가 요구하는 품질에 따라 동적으로 대처할 수 있는 부분 타임 스탬프 방식의 CDV 보상 기법을 제안한다. 제안 방식은 기존 타임 스탬프 방식에서 문제가 되는 부가 타이밍 정보를 줄여 위성회선 효율을 높이면서, 셀 간격정보 방식보다는 우수한 CDV 보상 성능을 나타나게 하고자 하는 것이다.

2. CDV 발생 및 평가기준

위성 전송에서는 TDMA 방식이 지배적으로 사용된다. TDMA를 적용하여 초고속 정보통신망을 지상/위성 혼합망으로 구축할 경우, 위성으로 입력되는 ATM 셀은 위성 TDMA 타임 슬롯에 할당되어 전송된다. 또 TDMA 트래픽 버스트에는 캐리어 재생 부호, 유니크 워드 등의 프리엠블부가 부가된다. 이 프리엠블부에 의한 전송 효율의 저하를 최소화하기 위해 버스트에 여러 셀을 모아서 동시에 전송한다. 따라서 시분할 동시 버스트의 전송을 전제로 할 때, 지상의 송신국

으로 입력되는 트래픽과는 다른 버스트적인 트래픽이 수신국에서 출력하게 된다. 이러한 트래픽 특성의 변화는 CDV를 발생하게 되며, 이는 지상망의 교환 노드 및 수신 단말에서 버퍼의 오버/언더 플로우의 원인이 되며 셀 손실율의 열화로 이어질 수도 있다. 더욱이 B-ISDN은 고정 비트율 서비스(CBR) 뿐만 아니라 가변 비트율 서비스(VBR)와 같은 다양한 서비스를 지원하기 때문에 CDV 문제는 혼합망의 구축에 있어 중요한 주제이다.

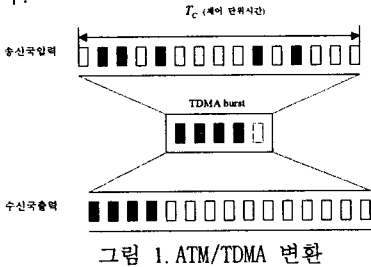


그림 1. ATM/TDMA 변환

그림 1은 ATM/TDMA 셀 전달 및 변환과정을 도식화하고 있다. 위성의 경우 본질적으로 대역 제한이 심한 통신 환경이기 때문에 지상망의 빈 셀을 포함한 입력 셀 트래픽을 그대로 위성 타임 슬롯에 할당하여 전송한다는 것은 매우 비효율적인 위성채널 사용 방법이다. 따라서 지상의 송신국은 입력 셀 스트림으로부터 단지 전송할 정보가 있는 유효 셀만을 추출하여 효율적으로 전송하는 것이 일반적이다. 그림 1의 TDMA 버스트에 있는 점선 부분은 수신측에서 CDV 보상에 사용될 셀 간격에 관한 타이밍 정보이며, T_c 는 송신국 지상망 트래픽의 위성 채널 할당 제어 단위시간을 나타낸다.

CDV에 대한 QoS의 척도 즉, CDV 품질은 그림 2에 나타나 있듯이 특정 확률에서 CDV 분포 길이인 CDV 폭으로 나타내고 평가된다. CDV에 대한 요구 품질은 미디어에 따라 크게 다르며, 각 미디어 대해 품질의 요구 값이 다양하게 규정되어 있다. 지연 시간은 전파 지연과 교환 노드에서의 처리 지연 등의 고정 부분과 대기 시간의 차이에 따른 지연 변이 부분으로 구분된다. 이 변이 부분의 경사 부분이 $10E^{-n}$ 으로 되는 CDV 값의 폭 Δd 를 사용하여 즉, $(n, \Delta d)$ 의 조합으로 CDV 분포 폭에 관한 요구 품질을 규정하고 있다.

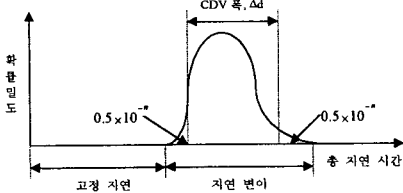


그림 2. CDV 분포 폭 정의

3. 기존 방식의 문제

3.1 타임 스탬프 방식

동기정보 전달을 위하여 지상망에서 사용되는 대표적인 알고리즘으로서 사용자 정보 셀의 입력시에 입력 시각을 나타내는 타임 스탬프를 추가하여 출력 처리시에 이 타임 스탬프를 기준으로 출력한다. 이는 매 유효 셀마다 타임 스탬프를 함께 보내야 하므로 그에 따른 부가 정보량이 많이 필요하다. 예를 들면 155Mbps SDH 기반 전송의 경우 유효 셀 당 요구되는 타임 스탬프의 정보량은 약 $\log_2(353T_c)$ 비트/셀로 계산된다. 이것은 T_c 를 1ms로 설정할 경우 18비트/셀에 해당하는 양으로 비효율적이다. 추가적인 정보의 크기가 전체 전송율의 약 4%를 차지하게 된다. 이처럼 타이밍 정보에 대한 오버헤드가 크기 때문에 전송 효율이 만족할 만하지 못하다.

3.2 셀 간격정보 방식

송신국에서 입력 셀 흐름을 제어 단위시간로 분할하여 하나의 TDMA 버스트에 맵핑시키고, T_c 내의 유효 셀의 개수(N)를 나타내는 오버헤드 셀과 함께 전송하면 수신국에서는 이러한 정보를 이용하여 T_c 내에서 근사적인 평균 셀간 간격(T_c/N)으로 재 송출하는 알고리즘이다.

이 방법의 성능과 오버헤드는 제어 단위시간을 어떻게 설정하느냐에 따라 영향을 많이 받는다. T_c 를 작게 설정할수록 CDV가 줄어들기는 하나 버스트의 분할로 인해 위성회선의 효율은 떨어지게 된다. 그리고 이 방법은 제어 단위시간 내에 셀이 일정율로 재생되므로 CDV를 완전히 제거할 수가 없다. 따라서 또 다른 지연과 버퍼 오버플로우가 발생할 수 있다.

4. 부분 타임 스탬프 방식

제안하는 부분 타임 스탬프 방식은 다음과 같다. 먼저 회선 설정시 서비스의 요구에 의해 발생된 타임 스탬프 설정 수 N_{ts} (최소 2 이상)를 정하고, 송신측에서는 입력되는 셀 스트림을 정해진 제어 단위시간 간격 T_c 마다 끊어서 이 간격 동안에 입력되어지는 유효 셀과 유효 셀의 타임 스탬프를 저장하고, 유효 셀 수 N 을 계수한다. 그리고 설정된 부분 타임 스탬프 수 N_{ts} 만큼의 유효 셀의 타임 스탬프를 선택한다.

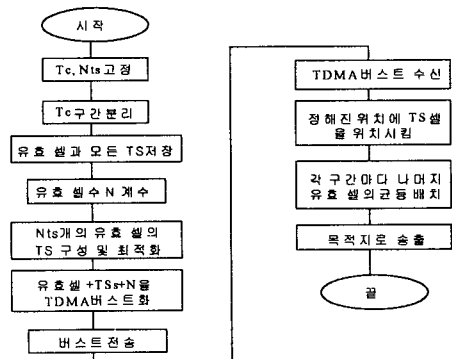


그림 3. 부분 타임 스탬프 흐름도

이때 타임 스탬프는 최소한 2개 이상이며, T_c 구간 내의 처음과 끝 유효 셀의 타임 스탬프는 반드시 포함하며, N_{ts} 가 3 이상인 경우의 나머지 타임 스탬프는 T_c 구간 내의 유효 셀 중에서 등 간격 순번으로 선택한다. 마지막으로 유효 셀과 함께 몇 개의 부분 타임 스탬프와 유효 셀 수 정보 N 을 TDMA 버스트화 하여 위성 회선으로 보낸다.

수신측에서는 송신측에서 보내온 총 유효 셀 수 N 을 확인하고, 처음과 끝 셀을 포함한 N_{ts} 개의 타임 스탬프가 있는 셀을 타임 스탬프의 타이밍 정보에 따라 먼저 배치하고, 그리고 각 타임 스탬프 사이에 포함된 타임 스탬프가 없는 나머지 유효 셀들은 해당 타임 스탬프 사이에 균등한 간격으로 셀을 배열한다. 이때 $N_{ts}=2$ 이면 유효 셀의 처음과 끝에만 타임 스탬프가 있는 경우이다. 그림 3에는 부분 타임 스탬프 방식의 셀 트래픽 처리 과정을 보이고 있다.

5. 실험 및 평가

TDMA 데이터 할당 방식은 동적 요구할당 방식으로 하며 위성링크를 통해 B-ISDN 서비스를 지원할 수 있는 환경을 기반으로 한다. 실험을 위한 환경으로는 BONEs를 이용하여 위성통신 환경과 설계 내용을 모델링하여 모의 실험하며, 시뮬레이터의 라이브러리에서 제공되지 않는 설계 기능 블록은 C 언어로 프로그래밍하였다. 실험을 위한 입력 트래픽 모델은 VBR 트래픽을 잘 표현하는 2-상태 MMPP이며 시뮬레이터에서 제공되는 것을 활용한다.

5.1 입력 트래픽 모델

MMPP 도착 모델은 시간이 경과함에 따라 전송 속도의 변화가 심한 버스트 성 트래픽을 정확하게 표현한다. 화상 압축과 같은 VBR 신호의 응용을 고려할 경우, 포아송 입력 모델 이상으로 버스트 성이 강한 MMPP 모델로 평가할 필요가 있다. MMPP 모델은 도착률이 상태에 따라 다른 이중 스토케스틱 포아송 프로세스로서, 패킷화된 영상압축 데이터 트래픽처럼 버스트 상태와 비 버스트 상태 특성을 동시에 갖는 트래픽 모델로 주로 사용된다. 2-상태 MMPP 모델의 상태 천이도는 그림 4와 같으며, MMPP 상태천이도의 대략은 다음과 같다.

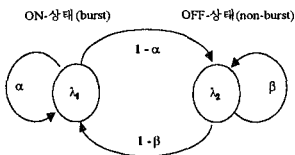


그림 4. 2-상태 MMPP 도착 모델

2-상태 MMPP 는 ON 과 OFF 의 두 가지 상태를 왕래하는 특성을 가진다. 이 모델에서는 상태가 ON 혹은 OFF 인지여 따라 셀이 λ_1, λ_2 의 도착율로 도착한

다. 이때 ON 상태에서 ON 상태로, 또는 OFF 상태에서 OFF 상태로 변이할 확률이 각각 α 및 β 일 때, ON 과 OFF 상태의 평균 길이는 각각 $1/\alpha$ (평균 버스트 상태의 길이 L_{bur}), $1/\beta$ (평균 비 버스트 상태 길이 L_{nbur})로 표시된다. 본 실험에서 사용되는 파라미터와 실험을 위한 설정 값은 아래와 같다.

- ▷ 셀 제어시간 (T_c): 1.0ms
- ▷ ON 상태의 셀 발생률 (λ_1): 1.0
- ▷ OFF 상태의 셀 발생률 (λ_2): 0.01
- ▷ 구간 내 도착 셀 수 (N): 가변
- ▷ 부분 타임 스탬프 수 (N_{ts}): 2, 3
- ▷ ON 상태의 평균 길이 (L_{bur}): 1~1000
- ▷ OFF 상태의 평균 길이 (L_{nbur}): 1~60

본 실험에서는 화상회의를 위한 압축 데이터 트래픽과 같이 버스트 성이 심한 신호를 입력으로 하기 위하여 VBR 도착 트래픽 모델을 기반으로 하는 송신국 입력 ATM 셀을 발생시켰으며, 네트워크 시뮬레이터에서는 ON, OFF 상태의 평균길이와 CDV 발생 크기의 관계를 도출하였다.

5.2 결과 고찰

그림 5는 $T_c=1.0ms, \lambda_1=1.0, \lambda_2=0.01$ 로 설정하였을 때, 셀 간격정보 방식과 $N_{ts}=2$ 인 부분 타임 스탬프 방식의 버스트 상태 길이와 비 버스트 상태의 길이 그리고 CDV 분포 폭 간의 관계를 보이고 있다. $\lambda_1=1.0$ 이라는 것은 송신국 입력단 버스 상태의 셀 도착율이 모의 실험에서 가정한 SDH의 전송 속도인 155Mbps라는 의미이다.

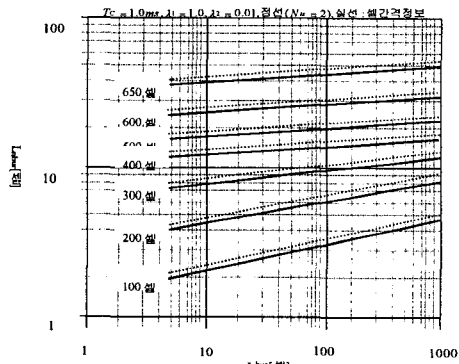


그림 5. L_{bur}, L_{nbur} 과 CDV 분포 폭 ($N_{ts}=2$)

이 그래프는 MMPP 입력 트래픽 모델에서 버스트 상태의 길이 L_{bur} 과 비 버스트 상태 길이 L_{nbur} 의 길이에 따라 두 방식의 CDV 발생 차이를 종합적으로 파악할 수 있는 그래프이다. 먼저 그림에서 알 수 있는

것은 두 방법 모두 L_{bur} 가 일정할 때, L_{nbur} 이 커지면 CDV가 증가함을 알 수 있으며, 반면에 L_{nbur} 이 일정할 때 L_{bur} 이 증가하면 오히려 CDV는 감소함을 알 수 있다. 감소하는 정도는 그래프에서 동일 크기의 CDV를 나타내는 직선의 기울기에 비례하는 것을 알 수 있다. 기울기가 크면 빨리 감소하며 기울기가 작으면 감소율이 작아진다. L_{bur} 이 증가하거나 L_{nbur} 이 감소하면 제어 단위시간 내에 셀의 수가 상대적으로 증가하게 되어, CDV 발생 폭이 줄어들 가능성이 크며, 반면에 L_{nbur} 이 증가하거나 L_{bur} 이 감소하면 제어 단위시간 내에 셀의 도착율이 작아져 CDV 폭이 크게 발생할 가능성이 높아짐을 알 수 있다.

또 본 그래프는 셀 간격정보 방식과 $N_{ts}=2$ 인 부분 타임 스탬프 방식과의 관계를 보이고 있다. 여기서 L_{bur} 과 L_{nbur} 이 어떤 조건에 있던지 $N_{ts}=2$ 인 부분 타임 스탬프 방식이 셀 간격정보 방법보다 CDV 분포 폭이 항상 작게 발생하는 것을 알 수 있다. $N_{ts}=2$ 인 부분 타임 스탬프 방식은 T_C 구간 내의 처음과 마지막 셀의 정확한 시각표에 의한 효과로 인하여, 버스트 성이 심한 입력 트래픽일수록 상대적으로 CDV 발생 억압 정도가 더 크게 나타남을 알 수 있다.

그림 6은 그림 5와 동일한 트래픽 설정 환경에서 타임 스탬프를 하나 더 추가한 $N_{ts}=3$ 인 경우를 나타내고 있다. 그림 5와 6을 비교해 보면, 부분 타임 스탬프 수 N_{ts} 가 커지면 타임 스탬프 수가 커진 만큼 타임 스탬프 간의 간격이 좁아지며, 좁아진 간격 만큼 CDV를 억압하는 효과가 나타나 CDV 발생 폭이 좁아짐을 알 수 있다. λ_1, λ_2 와 T_C 의 설정 값에 따라 다르겠지만 N_{ts} 가 2에서 3으로 됨으로 CDV 분포 폭은 거의 반으로 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

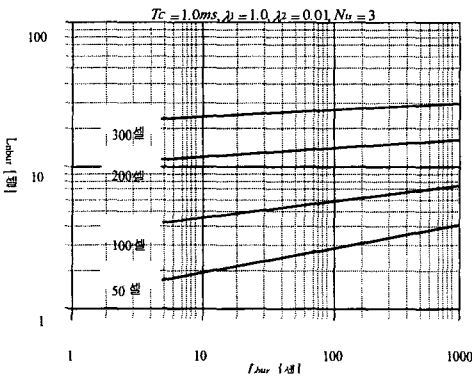


그림 6. L_{bur} , L_{nbur} 과 CDV 분포 폭 ($N_{ts}=3$)

6. 결론

본 논문에서는 위성 TDMA와 ATM 망 접속에서 발

생되는 CDV를 보상하기 위하여 기존의 타임 스탬프 방식과 셀 간격정보 방식의 문제점을 개선하는 부분 타임 스탬프 방식을 제안하였다.

제안된 방식은 위성 송신 지구국의 입력 셀의 트래픽을 제어 단위시간에 따라 나누고, 타이밍 정보를 구성하기 위해 구간 내의 유효 셀 중에서 정해진 수만큼의 부분 타임 스탬프를 부가하여 송출하게 하며, 수신 지구국에서는 유효 셀과 함께 수신된 부분 타임 스탬프 정보를 이용하여 수신 지구국의 출력 셀 트래픽의 셀간 간격을 구성할 수 있도록 설계하였다.

성능을 비교한 결과 부분 타임 스탬프의 수에 따라 CDV 보상 성능에 많은 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 2-상태 MMPP 모델의 모든 입력 트래픽 파라미터에 대해서 부분 타임 스탬프 방식은 셀 간격정보 방법에 비해 항상 아주 우수한 CDV 보상 성능을 나타내고 있었으며, 입력 트래픽의 분포가 고를수록, 버스트 상태와 비 버스트 상태의 셀 도착율 차이가 작을수록 CDV 분포 폭이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 이는 제안된 방식에서는 타임 스탬프가 많을수록 셀 간격이 변이할 가능성이 줄고 변이 가능 폭이 억압되기 때문이며, 또 트래픽 특성이 CBR에 가까울수록 변이 발생 폭이 줄어들기 때문이다.

또 제안 방식은 B-ISDN 서비스 별 요구하는 최소한의 성능을 만족하는 부분 타임 스탬프 만을 설정하게 하면, 타임 스탬프에서 문제가 되는 위성 채널의 비효율적인 사용을 억제할 수 있어서 위성 채널의 전송 효율을 극대화할 수 있는 장점이 있다.

참고문헌

- [1] K. Okada, A. Ohta, K. Shimokawa, and M. Kawai, A Study on Satellite-Switched TDMA Systems for Applying to The Asynchronous Transfer Mode," Proc. of ICC '92, pp. 355-359, 1992.
- [2] A. Ohta, K. Okada, H. Mizuno, Performance Evaluation of ATM/TDMA Conversion Protocol by Using MMPP Arrival Model, Proc. Of GLOBECOM'94, pp.1351-1357, 1994.
- [3] A. Ohta and K. Okada, Protocols to Accommodate Asynchronous Transfer Mode Cells in Satellite TDMA Links," Electronics and Communications in Japan - Part 1, Vol. 78, No. 9, pp. 38-48, 1995.
- [4] M. Fitch, Dynamic ATM Satellite Networking , Communication Opportunities Offered By Advanced Satellite Systems - Day 2 (Ref. No. 1998/485), IEE Colloquium on , pp. 8/1 -8/5, 1998.
- [5] R. Mauger, C. Rosenberg, QoS guarantees for multimedia services on a TDMA-based satellite network , IEEE Communications Magazine, Volume: 357 , pp. 56 -65, July 1997.
- [6] H. Michael, The Role of Satellites in the ATM Era : A Study of Two Possible Network Architectures, Proc. of Globecom'95, pp.1619-1623, 1995.
- [7] Z. Sun, F.P. Coakley, Implementation of ATM via Satellite for BISDN, ICDSC-10, Vol. 1, pp. 137-142, May 1995.