

무선 ATM에서 타임스탬프 방식을 이용한 셀 스트림 구조와 서비스전송 해석

김 정 호[†]

요 약

산발적인 지역의 사용자들에 대한 멀티미디어 이동 통신 서비스를 위하여 무선 회선을 이용한 ATM을 적용하는 것이 검토되고 있다. 무선 회선에서 효율적인 ATM 셀 전송으로 TDMA 방식을 적용하는 것이 유효하지만, TDMA와 ATM의 동기/비동기성의 차이로 인한 셀 지연변이를 보상하는 방법과 복수 사용자들에 대한 셀 스트림 다중방식이 요구된다.

본 논문에서는 ATM 셀 지연변이의 보상방식 중에서 많은 이점을 갖는 타임스탬프 방식을 사용하여 마르코프 변조 포아송(MMPP)으로 모델링한 VBR 트래픽 입력인 경우에 대하여 지연변이에 따른 셀 제어시간(Tc)를 최적화한다. 또한, 멀티미디어 이동 통신 서비스를 제공하는 무선 ATM에서의 셀 스트림 재생시 복수사용자들의 셀 스트림 다중시에 발생하는 셀 지연 변이(CDV)에 적용한 셀 스트림 다중방식을 제안하고, 서비스 전송 특성을 시뮬레이션을 수행하였다.

본 방식의 적용에 따라 CDV 분포폭은 약 1.2Tc 정도로 억제 가능하여 전체적인 셀 지연변이가 감소되었으며, 셀 스트림을 재생하고, 동시에 복수 셀 스트림을 용이하게 다중화가 가능함을 알 수 있었다.

Analysis of Cell Stream Scheme and Service Transmission using Time-Stamp Method in the Wireless ATM

Jeong-Ho Kim[†]

ABSTRACT

To provide multimedia mobile communication services for the users in scattered locations, the application ATM cells efficiently in wireless communications, it is effective to use TDMA method. However, it is necessary to have methods to compensate the CDV(cell delay variation) caused by the difference between TDMA - ATM and cell stream multiplexing of the users.

This paper optimizes the cell control time(Tc) when VBR traffic inputs have MMPP by applying CDV characteristics of time stamp method, which has the most advantages among compensation methods of CDV.

This paper suggests a cell stream multiplex method employing time stamp techniques to reduce CDV for wireless ATM, which is intended provide the multimedia mobile communication services. This paper presents transmission of the suggest method shows that CDV distribution and cell stream multiples ranged can be controlled to 1.2×Tc which reduced over the VBR service in the TDMA-WATM transmission. This paper also presents evaluation of the suggested architecture obtained by simulation.

* 이 논문은 1997년도 대전산업대학교 교내연구비에 의하여 수행되었음.

† 종신회원 : 대전산업대학교 전자계산학과 교수
논문접수 : 1998년 12월 22일, 심사완료 : 1999년 6월 21일

1. 서 론

최근에 휴대 전화의 급속한 보급에 따라 사용자의 서비스 요구는 개인통신과 이동성에 의한 무선 액세스의 편리성이라 할 수 있다. 또한, 멀티미디어 서비스의 수요가 계속 증대하고 있으며, 통신망 활용의 극대화로 유무선망의 통합운영으로 전개될 것이다. 따라서 무선 액세스의 장점을 가진 이동성을 보유한 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 셀을 무선으로 전송하고, 유선망의 ATM과의 통합된 연결이 용이한 고속의 멀티미디어 이동통신을 제공하는 무선 ATM (wireless ATM)이 표준화의 전개와 함께 연구되고 있다[1].

서로 다른 트래픽 특성 및 요구 품질을 갖는 다양한 응용에 대한 서비스 망의 통합성에 적합한 ATM서비스는 CBR(Constant Bit Rate), VBR(Variable Bit Rate), UBR(Unspecified Bit Rate), ABR(Available Bit Rate) 등의 서비스에 대응하는 전송 지연, 셀 지연 변이(CDV : Cell Delay Variation), 셀 손실률 등의 서비스 품질로서의 QoS(Quality of Service)를 보증으로 제공하게 되며, 무선 ATM으로서도 서비스마다 요구되는 QoS를 만족할 필요가 있다[1-3].

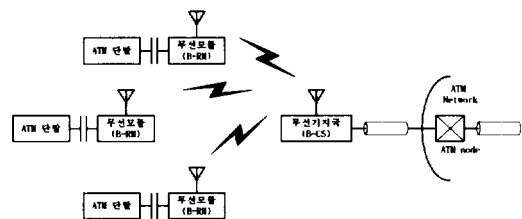
무선 ATM은 다양한 속도를 복수의 사용자에게 유연하게 제공할 필요가 있으며, 다원접속 방식로서는 TDMA(Time Division Multiple Access) 방식이 유리하다[4]. 또한, 무선 시스템으로는 주파수의 유효한 이용을 위해 ATM 셀의 헤더 정보에 빈 셀을 제거하고, 통신 정보를 가진 유효한 셀만을 무선 회선으로 전송할 필요가 있다. 그렇지만, 추출된 유효 셀을 TDMA 버스트에 전송하고, 유효 셀 간격이 압축되는 것에 따라서 CDV가 발생한다. 그러나 무선ATM의 경우, 입출력 포트에 상당하는 기지국이 다양한 지역에 산재하여 있기 때문에 지상 교환 노드와 같은 입출력 관리를 하는 것은 곤란하다. 따라서, TDMA 방식에 의한 고정적인 타임 슬롯을 할당하여 사전에 셀 충돌을 피하지 혹은 셀 입출력을 짧은 시간에 수행하는 랜덤 출력 제어를 이용하여 셀 충돌을 피할 수 있도록 운용하지 등의 방법을 선택하여야 한다[5]. S.Agnelli, D.M. Chitre 등의 연구에서 위성 회선의 ATM 접속에 대하여 TDMA 방식을 선택하여 ATM/TDMA의 마르코프변조 과정을 이용하여 셀의 도착율에 따른 셀 제어 시간(Tc)을 해석하였으며[6], 이의 셀 지연에 대한 보상

방법이 요구된다. 이 때문에, 특히 음성과 동화상 통신에 이용되는 CBR과 RT(real time)-VBR 등의 전송 지연과 CDV에 엄격한 서비스의 QoS를 만족하지 못하는 문제점이 발생한다. 따라서 복수 사용자로부터의 셀 스트림을 다중화하는 경우에 출력 타이밍이 동일한 셀이 충돌하는 것에 의해 CDV가 발생하며 이의 해결이 요구된다[7-9].

본 논문에서는 무선 ATM에서 화상신호인 CODEC과 같은 VBR 모델을 가진 응용을 고려할 경우, 버스트성이 강한 MMPP(Markov Modulated Poisson Process) 입력의 CDV 보상해석과 CDV에 입력한 TDMA 방식을 이용한 무선 ATM에서 CDV에 엄격한 서비스의 QoS를 만족하는 복수 셀 스트림을 다중화하는 것이 가능한 타임 스탬프형 셀 스트림 다중 방식을 제안한다. 그리고, 제2장에는 제안 방식을 이용한 무선 ATM의 시스템 구성에 대해서 기술하고, CDV 발생의 해석과 종래 방식의 문제점에 대해 고찰한다. 제3장에서는 전송 서비스를 VBR을 중심으로 CDV의 보상을 위한 MMPP 모델로서 해석하고, 제4장에서 타임 스탬프 방식을 이용하여 CDV 발생을 억제하는 복수 셀 스트림을 다중 가능한 타임 스탬프형 셀 스트림 다중방식을 제안하며, 제5장에서 컴퓨터 시뮬레이션으로서 제안 방식의 서비스 전송 해석과 수행하여 유효성을 확인한다.

2. 무선 ATM에서 CDV 발생 해석

(그림 1)에 무선 ATM의 시스템의 모델로서 휴대용 PC 등의 ATM 단말에는 무선모듈(B-RM)이 접속되어, 복수의 B-RM은 무선 기지국(B-CS)과 무선 회선으로 접속되어 있다. B-CS는 광케이블과 ATM 노드를 경유하여 ATM망과 접속되며, 멀티미디어 서비스를 무선으로 연결에 용이하게 ATM 단말에 제공한다. 이 경우에 무선 ATM은 TDMA 방식의 적용에 따라

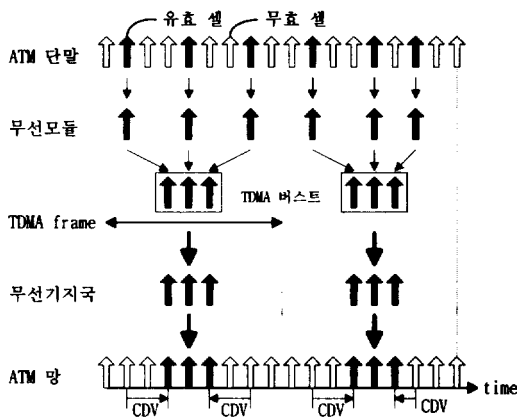


(그림 1) 무선 ATM 시스템의 모델

ATM에서의 셀 지연 변이(이를 TDMA-CDV로 표기함)와 B-CS에서의 복수 개의 B-RM으로부터 셀 스트림을 다중에 따른 셀 지연 변이(이를 MUX-CDV로 표기함)의 2종류의 셀 지연 변이가 일어남을 알 수 있다.

2.1 TDMA 방식에 의한 셀 지연 변이의 해석(TDMA-CDV)

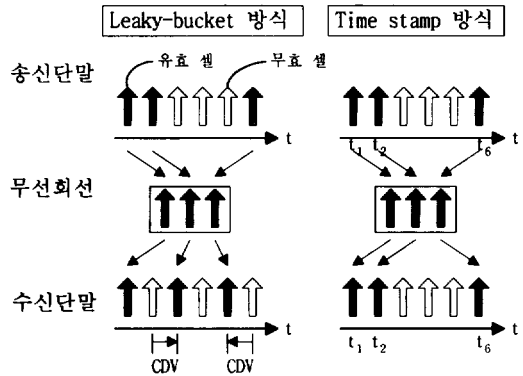
(그림 2)는 B-RM으로부터 B-CS에의 상향회선의 TDMA 버스트에 있는 ATM 셀을 전송하는 경우의 동작 예를 제시하였다. 한 개의 TDMA 버스트에는 셀을 세 개 수용하고, TDMA 버스트 할당 수는 TDMA frame 당 한 개의 버스트를 나타내고 있으므로 ATM 단말은 전송 속도가 TDMA frame 당 세 개의 셀의 CBR 트래픽을 발생한다. 그림에 나타난 것처럼 B-RM은 ATM 단말로부터 입력되는 셀 스트림으로부터의 유효셀을 추출해서 TDMA 버스트에 따라 B-CS에 송신하고, B-CS에서는 수신된 TDMA 버스트로부터 유효 셀을 추출해서 ATM 망으로 송출한다. 그러나, B-RM은 유효 셀의 간격을 압축해서 TDMA 버스트에 송신하기 위해서 B-CS가 수신한 유효 셀을 그대로 ATM 망에 출력해서 최대 한 TDMA frame 분의 CDV가 발생한다. 따라서 CBR과 RT-VBR 등의 CDV에 엄격한 서비스의 QoS를 만족하기 위한 B-CS(하향회선의 경우는 B-RM)는 셀 스트림을 재생할 필요가 있다[2,7].



(그림 2) TDMA 방식에서의 셀 동작

셀 스트림을 재생하는 방식으로서 버퍼에 축적된

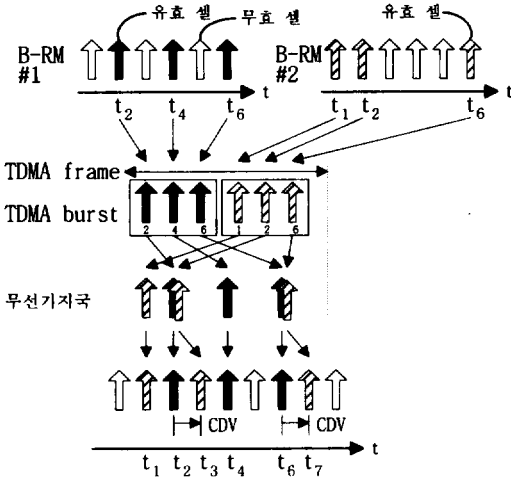
유효 셀을 트래픽의 평균 셀 속도로 출력하는 리키-버킷(leaky-bucket) 방식과, 송신측이 기록하는 유효 셀의 도착 시간에 따라서 수신측이 유효 셀을 출력하는 타임 스탬프(time stamp) 방식이 고려되고 있다. 이들 방식은 비교적 간단하게 구현이 가능하고, 트래픽의 평균 셀 속도로 유효 셀을 출력하기 위해 유효 셀의 간격이 변동하는 VBR 트래픽에서 CDV가 발생하게 된다. 타임 스탬프(time stamp) 방식의 경우는 수신측이 송신측과 동일한 기준 시간을 생성할 필요가 있지만, 확실히 VBR 트래픽의 셀 스트림 재생이 가능하다. 따라서, TDMA 방식을 이용하여 무선 ATM에서도 CBR과 VBR 서비스 등의 전체 서비스에 대하여서는 타임 스탬프 방식이 유리하다고 할 수 있다.



(그림 3) Leaky-bucket 방식과 Time stamp 방식

2.2 셀 스트림 다중에 의한 셀 지연 변이의 해석 (MUX-CDV)

(그림 4)에 타임 스탬프 방식을 이용하여 B-CS가 복수의 B-RM으로부터 셀 스트림을 다중한 경우의 동작 예를 제시하였다. 여기서 B-RM 수는 2개이며, (그림 2)와 동일한 조건을 가정하였다. 그림에 나타난 것과 같이 B-CS에는 복수의 셀 스트림을 다중화하기 위하여 복수의 유효 셀이 동일한 타임 스탬프 값을 갖는 경우, 지연된 출력의 유효 셀에 CDV가 발생한다. 따라서 타임 스탬프 방식은 수신측이 송신측과 같은 기준 시간을 생성하기 위하여 B-CS는 셀 스트림마다, 즉 B-RM 마다 다른 기준 시간을 관리하여 각 기준 시간을 동기시켜 복수 셀 스트림을 다중화하여야 한다. 이를 위해서는 B-CS에의 처리량이 증대하게 되는 문제점이 있다.



(그림 4) 셀 스트림 다중방식

3. MMPP 입력의 CDV 보상해석

화상 신호인 VBR-CODEC과 같은 응용을 고려할 경우, 포아송 입력 모델 이상으로 버스트성이 강한 MMPP 모델로 평가할 필요가 있다. MMPP 모델인 경우에는 각 타임 슬롯간에 셀 발생 확률이 다른 특성을 가진다[10,11]. 즉, MMPP 입력 모델에서는 버스트적인 셀 도착이 있는 ON 상태와 비 버스트적인 OFF 상태가 있으며, 이 두 개의 상태 사이에서 발생 확률이 λ_1 (ON) λ_2 (OFF)로 다르게 된다. 또한 ON 상태에서 ON 상태로, 또는 OFF 상태에서 OFF 상태로 변이 할 확률은 각각 α 및 β 라고 할 때 $t=k$ 에서의 셀 도착 확률은 $t=k-1$ 에서 ON 상태에 있는 확률에 의존한다. 따라서 구간 $[0, K-1]$ 의 상태를 모두 고려하지 않으면 안 된다. 여기서, 임의적으로 상태의 ON/OFF 및 셀 도착의 유/무(O/X로 표기)의 조합으로서 다음과 같이 4개의 상태를 고려할 수 있다.

- 상태1:(ON, O) 상태2:(ON, X)
- 상태3:(OFF, O) 상태4:(OFF, X)

여기서 시각 $t=0$ 에 ON 상태로 있을 확률을 γ_0 로 했을 때 구간 $[1, n]$ 내에 m 개의 셀 도착이 있으며, 시각 $t=n$ 에 상태 $i(i=1\sim 4)$ 에 있을 확률을 $P_i(\gamma_0, n, m)$ 라 하면 다음 식 (1)과 같은 상태 변이의 식으로 나타낼 수 있다[12].

$$P1(\gamma_0, n, m) = \lambda_1 \cdot \alpha \{P1(\gamma_0, n-1, m-1) + P3(\gamma_0, n-1, m-1)\} + \lambda_1(1-\beta)\{P2(\gamma_0, n-1, m-1) + P4(\gamma_0, n-1, m-1)\} \quad (1-1)$$

$$P2(\gamma_0, n, m) = \lambda_2(1-\alpha)\{P1(\gamma_0, n-1, m-1) + P3(\gamma_0, n-1, m-1)\} + \lambda_2 \cdot \beta\{P2(\gamma_0, n-1, m-1) + P4(\gamma_0, n-1, m-1)\} \quad (1-2)$$

$$P3(\gamma_0, n, m) = (1-\lambda_1)\alpha\{P1(\gamma_0, n-1, m-1) + P3(\gamma_0, n-1, m-1)\} + (1-\lambda_1)(1-\beta)\{P2(\gamma_0, n-1, m-1) + P4(\gamma_0, n-1, m-1)\} \quad (1-3)$$

$$P4(\gamma_0, n, m) = (1-\lambda_2)(1-\alpha)\{P1(\gamma_0, n-1, m-1) + P3(\gamma_0, n-1, m-1)\} + (1-\lambda_2)\beta\{P2(\gamma_0, n-1, m-1) + P4(\gamma_0, n-1, m-1)\} \quad (1-4)$$

이를 이용하여 결국 시각 $t=0$ 에 ON 상태로 있을 확률이 γ_0 인 조건하에서 $t=k$ 에 셀 도착이 있으며, 또한 구간 $[1, k-1]$ 내에 N_1 개의 셀 도착 및 구간 $[k-1, Tc]$ 내에 N_2 개의 셀 도착이 있을 확률 $\Phi(\gamma_0, k, N_1, N_2)$ 는 다음 식 (2)로 나타낼 수 있다(여기서 Tc 는 셀 제어 시간임).

$$\Phi(\gamma_0, k, N_1, N_2) = \{P1(\gamma_0, k, N_1) + P2(\gamma_0, k, N_1)\} \times \{P1(\gamma_0, Tc-k, N_2) + P2(\gamma_0, Tc-k, N_2) + P3(\gamma_0, Tc-k, N_2) + P4(\gamma_0, Tc-k, N_2)\} \quad (2-1)$$

$$\gamma_k = \frac{P1(\gamma_0, k, N_1)}{P1(\gamma_0, k, N_1) + P2(\gamma_0, k, N_1)} \quad (2-2)$$

이를 이용하여 CDV 분포는 다음과 같은 식(3)을 얻을 수 있다.

$$P_{CDV}(x) = \frac{1}{P} \sum_{k=1}^{Tc} \sum_{N_1=0}^{k-1} \sum_{N_2=0}^{Tc-k} \Phi(\gamma_k, N_1, N_2) \times \delta(CDV(k, N_1, N_2), x) \quad (3-1)$$

$$P = \sum_{N_1=1}^{Tc} \sum_{N_2=1}^4 (N \times P_i(\gamma_0, Tc, N)) \quad (3-2)$$

$$\gamma_0 = \frac{1-\alpha}{(1-\alpha) + (1-\beta)} \quad (3-3)$$

이상과 같은 방법을 이용하여 MMPP 모델에서의 CDV 분포를 해석할 수 있다. 즉, 셀 도착이 평균ON 시간과 평균OFF시간을 파라미터로 하여 ON/OFF 상태의 평균접속 시간에 대한 CDV분포를 해석할 수 있다. MMPP 입력 모델의 CDV 분포에서 ON상태와 OFF상태가 명확하게 구별되어 있는 경우에 대해 셀 제어 단위시간 T_c 에 대하여 작게되는 것에 따라 CDV 분포도 작게 억제됨을 알 수 있다.

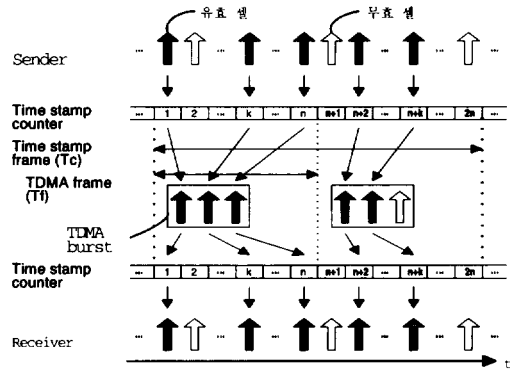
4. 타임 스탬프형 셀 스트림 다중 방식의 제안

TDMA 방식을 이용한 무선 ATM에는 TDMA 버스트의 충돌을 일으키지 않기 때문에 B-CS와 복수의 B-RM의 TDMA 프레임용 동기시킬 필요가 있다. 이를 위해 B-CS와 각 B-RM이 TDMA 프레임에 동기된 타임 스탬프 프레임을 생성하며, 이 타임 스탬프 프레임을 셀 스트림 재생의 기준 시간으로 하는 것에 따라서 B-CS와 복수 B-RM은 첫 번째의 기준 시간을 공유하는 것이 가능하게 된다. 이 타임 스탬프 프레임을 이용한 B-CS는 첫 번째 타임 스탬프 프레임에 의한 MMPP 모델의 적용에 의하여 CDV의 발생을 억제하지만[7,13] 복수 셀 스트림인 경우 다중화가 요구되며, 이를 위한 타임 스탬프형 셀 스트림 다중 방식을 제안하고 CDV 보상에 대하여 검토한다.

4.1 셀 스트림 재생 방식

(그림 5)에 제안된 셀 스트림 재생 방식의 동작을 나타내었다. 그림에서 송신측에는 입력된 셀 스트림으로부터 유효 셀을 추출하고 동시에, 도착 시각으로서 타임 스탬프 값을 셀에 부가해서 TDMA 버스트로 셀을 송신한다. 수신측에서는 TDMA 버스트로부터 셀을 추출하는 동시에 셀에 부가된 타임 스탬프 값을 참조하고, 이 타임 스탬프 값에 따라서 셀 스트림을 재생하게 된다. 송신측과 수신측에서는 TDMA 프레임 길이(T_f)의 정수배의 타임 스탬프 프레임(T_c)을 타임 스탬프 계수로 생성한다. 송신측과 수신측의 TDMA 프레임은 동기를 맞추기 위해 송신측과 수신측의 타임 스탬프 계수를 동기시키고, 이것을 기준으로 타임 스탬프 값을 부가하고 셀 스트림을 재생함으로써 CDV를 억제시킨다. (그림 5)는 $T_c = 2T_f$, T_f 당 타임 스탬프 값을 n , 한 개의 TDMA 버스트에는 셀을 세 개 수용하는 경우의 예를 나타내었다. 사용하는 TDMA 버스

트의 위치에 대해서는 셀의 순서가 역전된 T_f 단위의 CDV가 발생하기 때문에, 수신측은 최저 한 개의 T_f 의 부가 지연 시간후에 셀 스트림을 재생 출력하게 된다.

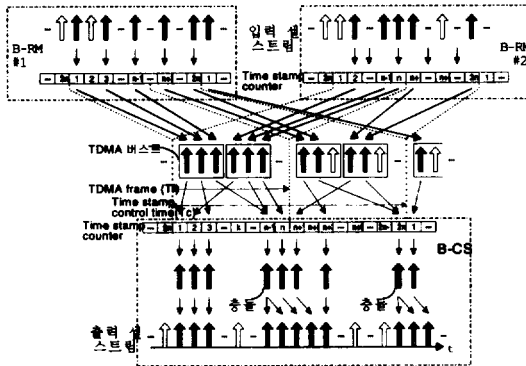


(그림 5) 제안된 셀 스트림 재생방식

4.2 셀 스트림 다중 방식

B-RM 수는 2, $T_c = 2T_f$, T_f 당 타임 스탬프 값은 n , 한 개의 TDMA 버스트에는 셀을 세 개 수용하는 경우의 예로서 (그림 6)에 제안된 셀 스트림 다중 방식의 동작을 나타내었다[14]. 각 B-RM은 타임 스탬프 프레임을 생성하는 타임 스탬프 계수를 유효 셀에 부가하고, B-CS는 타임 스탬프 프레임을 생성하는 타임 스탬프 계수에 따라 B-RM마다 셀 스트림을 재생하고 동시에 셀 스트림을 다중한다. 단, B-CS와 각 B-RM의 타임 스탬프 프레임을 동기하기 위하여 B-CS는 각 B-RM에 타임 스탬프 프레임의 기준 신호를 송신한다. B-CS는 동일한 타임 스탬프 값을 가진 복수 셀이 충돌하는 경우에는 B-RM의 관리 번호와 B-CS에의 접속 순서 등의 미리 정한 순서에 따라서 셀을 출력한다. (그림 6)에는 타임 스탬프 값이 $n-1$ 과 $2n$ 에서 충돌되고 있으며, B-CS는 B-RM #1을 우선적으로 출력하는 예를 보여 주고 있다[14-16].

제안된 타임 스탬프형 셀 스트림 다중 방식은 타임 스탬프 방식에 의해 유효 셀의 간격이 변동하는 VBR 서비스의 경우에서도 MMPP 모델로서 셀 스트림을 재생하고, TDMA 프레임을 이용하여 타임 스탬프 프레임을 B-CS와 복수 B-RM에 동기되는 것에 따라서 B-CS에 있어서 복수 셀 스트림을 간단하게 다중화하는 것이 가능하다. 이에 따라서 TDMA 방식에 의한 무선 ATM에 대해서도 CDV를 줄이는 것이 가능하게 됨을 알 수 있다.

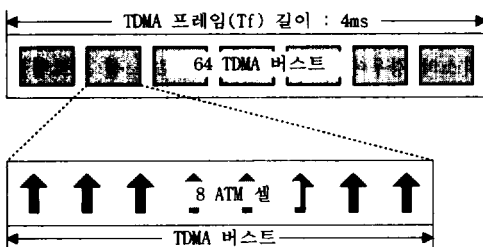


(그림 6) 제안된 셀 스트림 다중방식

5. 제안방식의 특성 평가

본 절에서 제안된 타임 스탬프형 셀 스트림 다중 방식의 특성을 시뮬레이션에 의해 평가한 결과에 대해서 설명한다. 단, ATM 단말과 B-RM 간 그리고 B-CS와 ATM 망간의 인터페이스 속도는 156Mbps로, 평가에 이용한 CDV는 156Mbps의 전송로상의 최소 셀 간격(약 2.6μs)에 의한다[14].

S.Agnelli, D.M.Chitre 등이 설정한 조건과 같이 $T_c=1$ ms, ON 상태에서의 발생 확률 $\lambda_1 = 1.0$, OFF 상태에서의 발생 확률 $\lambda_2 = 0.01$ 로 설정했을 경우의 확률 10^{-9} 값에서의 CDV분포폭인 ΔCDV 를 활용하였다 [6,16]. 셀 도착이 평균 ON 시간과 평균 OFF 시간을 파라미터로 하여 ON/OFF 상태의 평균 접속 시간에 대한 ΔCDV 의 조건을 가정하였다. 또한 제안 방식에는 타임 스탬프 방식을 이용한 셀 스트림 재생을 하기 때문에 CDV에 영향을 주는 파라미터로서는 TDMA 프레임 T_f 당 타임 스탬프 값 n , 타임 스탬프 프레임 길이 T_c 로 설정하였다. (그림 7)에 가정한 TDMA 프레임의 구성을 나타내었다.

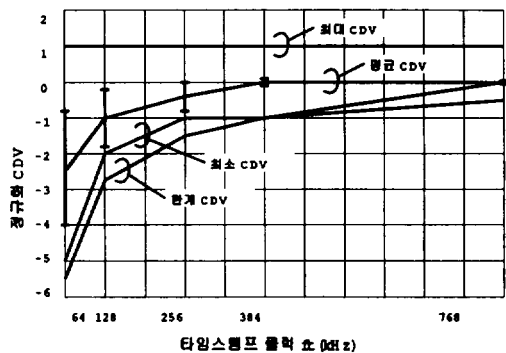


(그림 7) TDMA 프레임

5.1 셀 스트림 재생 방식의 특성 평가

유효 셀에 부가된 타임 스탬프 정보 비트는 $2^{k-1} < n < 2^k$ 를 만족하는 k 비트가 필요하다면 k 가 작아도 무선 회선을 효율적으로 사용 가능하다. 그러나, k 즉, T_f 에 대한 타임 스탬프 값 n 을 작게 하더라도 동일 셀 스트림에서 같은 타임 스탬프 값을 갖는 복수 셀이 발생하기 때문에 CDV가 발생한다. 여기서, 첫 번째 타임 스탬프 값의 접속 시간이 길고, 예를 들면, 송신측에서 임 스탬프 값이 새로 설정되기 직전에 입력된 셀은 수신측에서는 그 타임 스탬프 값에 새로 설정된 직후에 송출되기 때문에 최악의 타임 스탬프 값의 접속 시간분의 CDV가 발생하게 된다.

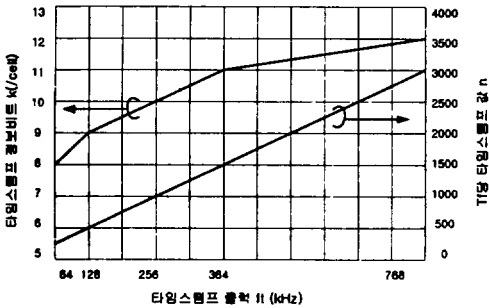
(그림 8)에 타임 스탬프 계수를 동작 시키는 타임 스탬프 클럭(ft)와 정규화한 CDV의 관계를 나타내었다. 단, $ft=n/T_f$ 이며 정규화한 CDV는 최대값, 최소값 및 평균값과 분산을 나타낸다. 또한, $T_c=2T_f$ (8ms), 인터페이스 속도는 156Mbps로서 12.8Mbps (TDMA 버스트 할당 수 : 15)의 CBR 트래픽을 전송할 수 있다 [14, 17]. (그림 8)의 한계 CDV는 첫 번째 타임 스탬프 값의 계속 시간분의 셀이 미리 나감에 따라 발생하는 CDV의 최악값으로서, 156Mbps의 인터페이스에의 최대 입력 셀 수는 $353,000$ 셀/s 로서, $-(353 \cdot 10^3)/ft$ 로 주어진다. 그림에 나타낸 것과 같이 ft 가 작고 첫 번째 타임 스탬프 값의 계속 시간이 길면 한계 CDV가 증가한다. 식 (2-1)과 식 (3-3)에 의하여 384kHz 이상에는 CDV는 거의 발생하지 않는다면 64kHz에는 평균 6.2μs의 CDV가 발생한다. 결국 첫 번째 타임 스탬프 값의 계속 시간이 156Mbps(최대 약 353,000셀/s)의 인터페이스 속도로 최소 셀 간격(약 2.6μs)보다 길고 급격하게 CDV가 증가한다. 따라서 인터페이스 속도를



(그림 8) 타임 스탬프 클럭과 CDV 관계

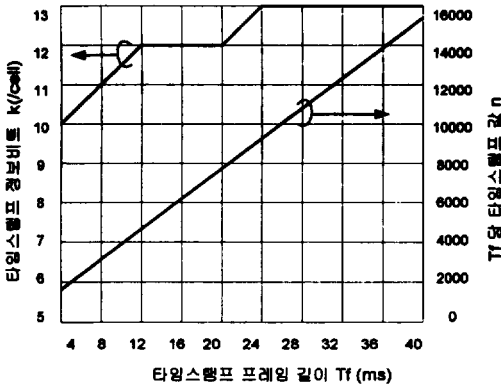
V_p bps로 하고, $ft \geq V_p / (53 \cdot 8)$ 을 만족하는 타임 스탬프 클럭 ft 를 이용한 타임 스탬프 방식에 기인하는 CDV를 억제할 수 있다.

(그림 9)에 타임 스탬프 클럭 ft 와 타임 스탬프 정보 비트는 $2^{k-1} \leq n < 2^k$ 를 만족하는 비트가 필요하며, 그림에 나타낸 것과 같이 $T_f = 4\text{ms}$ 의 경우에는 n 을 12배로 증가하여도 k 는 1.5(=12/8)배의 증가로 억제된다.



(그림 9) 타임스탬프 클럭 ft 와 타임스탬프 정보비트 k 의 관계

(그림 10)에 타임 스탬프 프레임 길이 T_f 와 타임 스탬프 정보 비트 k 의 관계를 나타내었다. 타임 스탬프 값의 주기는 T_c 에 있기 때문에 $T_c = m \cdot T_f$ ($m \geq 1$ 의 정수)로 하고 타임 스탬프 정보 비트는 $2^{k-1} \leq m \cdot n < 2^k$ 를 만족하는 k' 비트가 필요하지만, 그림에서처럼 $T_f = 4\text{ms}$ 의 경우에는 m 을 10배 증가하여도 k' 는 1.3(=13/10)배의 증가에 억제된다. 만약, 입력 트래픽의 최대 전송 속도에 대응하는 TDMA 버스트 수가 할당된 경우에도, 유효 셀이 도착된 TDMA 프레임 내에 송출되는



(그림 10) 타임스탬프 프레임 길이 T_f 와 타임스탬프 정보비트 k 의 관계

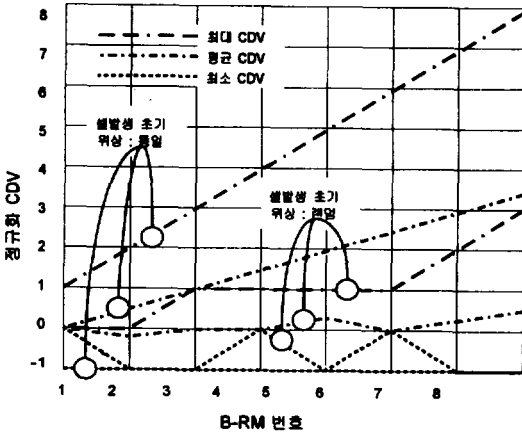
것은 제한되지 않기 때문에 T_c 단위의 CDV를 발생시키지 않으므로 T_c 는 최저 $2T_f$ 이상 필요하다. 또한, 부가 지연 시간 $T_d (\geq T_f)$ 는 TDMA 버스트의 위치에 따라 셀의 순서가 역전되지 않으므로 T_f 이상 필요하지만, 실제 적용되는 경우에는 장치내 지연과 제어에 의한 처리 지연을 고려할 필요가 있다.

5.2 셀 스트림 다중 방식의 특성 평가

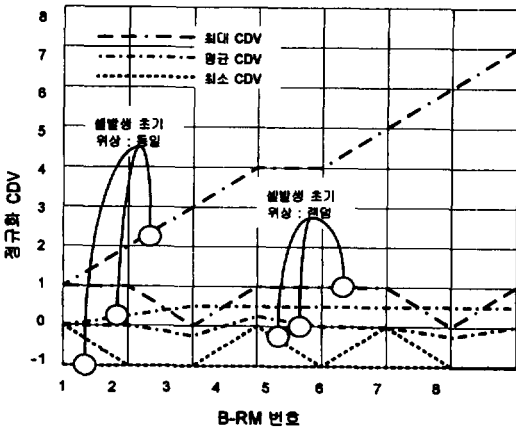
(그림 7)에 나타낸 TDMA 프레임을 가정으로, 제안된 셀 스트림의 다중 방식의 특성을 시뮬레이션에 의해 평가하였다. 무선 구간의 최대 전송 속도는 54.272 Mbps이다. 또한 $n=1,536$, $T_c=2T_f(8\text{ms})$, $T_d=3/2T_f(6\text{ms})$ 로서, B-CS에 따라서 다중화되는 B-RM은 8개 국(B-RM 번호 : 1~8)이다. B-CS는 동일 타임 스탬프 값을 가진 셀이 충돌하는 경우에는 B-RM 번호가 작은 셀로부터 순서대로 출력된다. B-RM에의 입력 트래픽은, (1) 트래픽 타입 1: 최대 전송 속도가 6.4Mbps로 모든 B-RM에 동일, (2) 트래픽 타입 2: 최대 전송 속도가 $0.1 \cdot 2^{N-1}$ Mbps (N : B-RM 번호)로 B-RM마다 다름, (3) 트래픽 타입 3: 최대 전송 속도가 $0.1 \cdot 2^{8-N}$ Mbps (N : B-RM 번호)로 B-RM마다 다르고, 세 종류에 대해서 평가한다. 각 트래픽 형태는 ATM 셀이 3절에서 해석한 MMPP 분포로 발생하는 VBR이다[7,13,18].

각 B-RM에 입력된 셀 스트림을 B-CS에 대해서 다중하는 경우에 각 B-RM의 셀 스트림에 발생된 CDV의 최소값, 최대값 및 평균값과 분산에 대하여 (그림 11)~(그림 13)에 각각 B-RM에 트래픽 타입 1, 2 및 3의 VBR이 입력되는 경우의 CDV특성을 나타내었다. 단, B-RM으로부터 B-CS에의 상향 회선에 대해서 각 B-RM의 셀이 가장 충돌하는 경우를 가정해서, 각 B-RM에 입력된 156Mbps의 인터페이스에서의 셀 발생 타이밍의 초기 위상이 B-RM간에 동일한 경우와, 초기 위상이 랜덤한 경우에 대해서도 평가를 수행하였다.

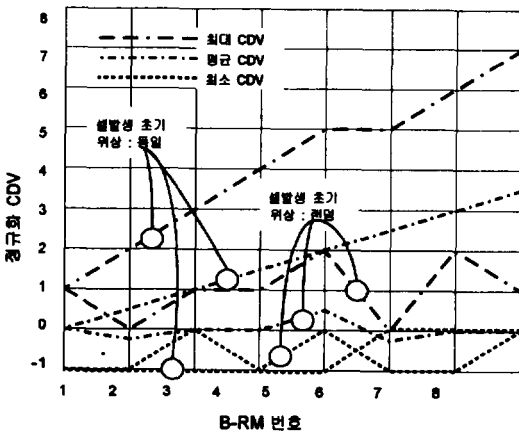
VBR 트래픽의 경우 각 B-RM에 입력하는 인터페이스의 초기 위상이 B-RM 사이에서 동일한 경우에는 각 셀 스트림의 셀 간격이 일정하지 않기 때문에 충돌하는 경우와 충돌하지 않는 경우가 발생하고, B-RM 번호 1의 셀은 무선 방식으로 출력되기 때문에 CDV는 작게 되지만, B-RM 번호가 크게 되면 CDV도 증가한다. 그러나, 각 B-RM에 입력하는 인터페이스의 초기 위상이 B-RM 사이에서 랜덤에 벗어나는 경우에는 CDV는 최대 7.8μsec가 됨을 알 수 있다.



(그림 11) CDV 특성(트래픽 타입 1, VBR)



(그림 12) CDV 특성(트래픽 타입2, VBR)



(그림 13) CDV 특성(트래픽 타입 3, VBR)

6. 결 론

다양한 지역에 산재해 있는 사용자에 대한 서비스의 일환으로 무선 회선에 의한 ATM 전송의 적용에 대한 연구가 진행되고 있다. 특히, TDMA 방식을 이용한 ATM 전송 서비스 모델로서 VBR 서비스, 셀 입력의 모델로서 MMPP 모델인 경우로 트래픽 특성에 따른 셀 제어 시간 T_c 의 최적화를 유도하였다.

TDMA 방식을 이용한 무선 ATM에서 CDV에 엄격한 VBR 서비스를 제공하기 위하여 타임 스탬프 방식을 이용한 셀 스트림 재생에 따른 CDV의 발생을 억제하며, 타임 스탬프 프레임을 이용한 셀 스트림 다중에 따른 B-CS에의 제어를 간단하게 하는 타임 스탬프형 셀 스트림 다중 방식을 제안하였다. 이를 검증하기 위하여 무선 ATM 전송 서비스 모델로서 셀 입력으로 MMPP 모델을 적용하여 응용 트래픽 특성을 평가하였다. 이 결과 MMPP형 입력 모델인 경우에 셀 도착이 평균 OFF시간이 짧은 경우 또는 OFF상태에서도 어느 정도의 셀 도착이 예상되는 경우에는 CDV의 분포폭은 $2T_c$ 보다 상당히 작은 값을 나타냄을 알 수 있었다. 또한 시뮬레이션에 의해 제안 방식의 CDV 특성을 확인하고, 이의 유효성을 제시하였으며, 최악의 경우에도 CDV 분포폭은 약 $1.2 \times T_c$ 정도로 억제가 가능하여 CDV 보상 능력을 향상시킬 수 있음을 알 수 있다. 또한 복수 사용자들의 셀 스트림 다중시에 발생하는 CDV를 제어하는 방식에 적용한 셀 스트림 다중방식을 제안하고, 서비스 전송 특성을 시뮬레이션 하였다. 본 방식의 적용에 따라 CDV 분포 폭은 약 $1.2T_c$ 정도로 억제가 가능하여 전체적인 셀 지연변이가 감소되었으며, 셀 스트림을 재생하고, 동시에 복수 셀 스트림을 용이하게 다중화가 가능함을 알 수 있었다. 앞으로 CBR과 VBR 이 혼재하는 경우 등에 현실적인 트래픽에 대한 CDV 특성을 해석하는 것과 제안된 셀 스트림 다중 방식에 대해서 동일 타임 스탬프 값을 가진 셀이 충돌하는 경우에 출력 순서를 결정하는 방법과 셀 저장의 버퍼 구성 방법 등에 있어서 연구가 되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] M. Umehira, et, al, "An ATM Wireless System for Tetherless Multimedia Services," IEEE ICUPC '95.

[2] D. Raychaudhuri, et. al, "ATM based Transport Architecture for Multiservices Wireless Personal Communication Networks," ICC'94.

[3] K. Y. Eng, et. al, "BAHAMA : A Broadband Ad-Hoc Wireless ATM Local Area Network," ICC'95.

[4] 太田 外, "ATM 셀의 衛星 TDMA 回線收容法の 検討", 電子情報通信學會, 1994年 8月.

[5] Fujii, A., et al. "SS/TDMA-Adaptive Satellite Access Method for Mini-earth Station Networks," IEEE Global Communications Conf., pp.421-426, Dec. 1986.

[6] D.M. Chitre, T.R. Henderson, R. Kwan, K. Price, L.W. White, "Applications of Satellite Technology to Broadband ISDN Networks," Prepared for NASA Lewis Research Center under Contract NAS3-25092, Mar. 1992.

[7] S.Agnelli,P.Mosca,"Transmission of Framed ATM Cell Stream over Satellite : a Field Experiment," submitted to IEEE ICC'95, Jun. 1995.

[8] P.Meuret ,"Integration Tests of the Satellite Link in the European ATM Pilot Network," Swiss Telecom PTT Telecom, Bern-29, Jan. 1995.

[9] L.Mola, "An Initiative for Conformance ATM-networks Relaying on Satellite-links," ICDSC-10, Vol.2, pp.518-523, May 1995.

[10] P. Yegani," Performance Models for ATM Switching of Mixed Continuons-bit-rate and Bursty Traffic with Thresold-based-discarding." Proc. IEEE ICC'92, pp.1621-1627, 1992.

[11] M.J Karol, C.L. I, "Performance Analysis of a Growable Architecture for Broadband Packet (ATM) Switching," IEEE Trans. on Comm., Vol. 40, No.2, pp.431-439, Feb. 1992.

[12] I.W. Habib, T. N. Saadawi, "Access Flow Control Algorithms in Broadband Networks," Proc. IEEE Milcom'92, pp.252-256.

[13] N.A.Mathews, "Transmission Impairment Modeling -Analysis of Burst Errors in ATM Systems," COMSAT Lab. No.CTD-91-050, May 1991.

[14] 佐川雄一外 "ワイヤレス ATMに 適した タイムス インプ 型セルストリーム 多重方式" pp.55-62, 電子情報通信學會, 1997年 4月.

[15] F. Bonomi, S. Montagna, R. Paglino, "Busy Period Analysis for an ATM Switching Element Output Line," Proc. INFOCOM '92, pp.544-551, May 1992.

[16] Ohba Y., Murata M., Miyahara H., "Analysis of Interdeparture Process for Bursty Traffic in ATM Networks," IEEE J. Selected Areas Communication, Vol.9, No.3, pp.476-488, Apr. 1991.

[17] G.Gallassi, G.Rigolio, L.Fratta, "ATM : Bandwidth Assignment and Bandwidth Enforcement Policies," Proc. of GLOBECOM '89 Dallas(USA), Nov. 1989.

[18] S. Tridandapani, J.S. Meditch, "Priority Performance of Banyan-based Broadband-ISDN switches," Proc. of Infocom '91, Vol.2, pp.711-720, 1991.

[19] Duan-Shin, Bhadkar Sengupta, "Queuing Analysis of a Threshold based Priority Scheme for ATM Networks," IEEE/ACM Trans. on Networking, Vol.11, No.6, pp.709-717, Dec. 1993.

[20] D.Rayhandhuri et al., "WATMnet : A Prototype Wireless ATM System for Multimedia Personal Communication," IEEE JSAC, Vol.15, No.1, pp.69-82, Jan. 1997.

[21] Epstein and M. Schwartz, "Reservation Strategies for Multi-Media Traffic in a Wireless Environment," IEEE Vehicular Tech Conf. 1995.



김 정 호

e-mail : jhkim@hyunam.tnut.ac.kr

1980년 경북대학교 전자공학과(학사)

1983년 경북대학교 전자공학과(공학석사)

1990년 S.M.E위원(네트워크 분야)

1990년 정보처리기술사(전자계산조직응용)

1991년 전자기술사(공업계측 제어)

1992년 통신기술사(정보통신)

1983년~1996년 한국전자통신연구소 지상시스템 연구부 실장/책임연구원

1995년 단국대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1996년~현재 대전산업대학교 전자계산학과

관심분야 : 데이터 통신, 컴퓨터 통신, 유무선통신망