

ATM AAL 1을 위한 클럭 복원 알고리즘 연구

“정영경”, 이원태”, 이재조”, 박양하”, 김관호”, 김한경”
 창원대학교, 한국전기연구소

A Study on Clock Recovery Algorithm for ATM AAL 1

“Y.K. Jeong”, W.T. Lee”, J.J. Lee”, Y.H.Park”, K.H.Kim”, H.K Kim”
 Changwon National Univ., KERI”

Abstract - In this paper, we are proposed ATM AAL 1 source clock recovery methods for CBR service. The proposed method compute the difference between network clock level and the reference level by inspecting the variation of a buffer. Also it is the service clock recovery method that control local clock using the look-up table defined clock dividing rate of the difference in advance.

It can be applicable to both SDH network and PDH network which has no common reference clock between its ends, it has an important mean in view of the internetworking between existing networks for the integrated service chased by B-ISDN.

1. 서 론

전력정보통신망의 정보 형식은 음성과 데이터 위주에서 화상 등을 포함한 복합된 멀티미디어 서비스의 형태로 발전하고 있다. 이러한 요구를 수용할 수 있는 방안으로 현재 ATM 교환·전송 기술이 검토되고 있으며 앞으로 전력통신망도 ATM망으로 진화할 것으로 예측된다.

이에 따라 각종 전력정보의 ATM 수용에 관한 연구가 선행되고 있으며, 특히 전력정보중 망 클럭에 동기 되지 않는 PDH망 기반의 DS1 또는 DS3급의 고정 비트율 서비스(CBR Service)의 수용은 기존 통신망과의 서비스 연동 측면뿐만 아니라, 다양한 트래픽 특성에 맞는 서비스 품질을 제공한다는 측면에서 중요한 의미를 갖는다.

그러나 ATM망에서는 큐잉 지연(queueing delay)으로 인한 셀 지연 변이(CDV:Cell Delay Variation)에 의해 고정 비트율로 전송된 셀의 주기성이 수신측에서는 손실된다. 이로 인해 송신측 타이밍 정보가 수신측에서는 손실되므로, 지연 변이에 민감하고 송·수신측간 동기 유지되어야 하는 고정 비트율 서비스에 심각한 영향을 주게 된다[1].

따라서 기존 통신망에서의 CBR 서비스를 ATM망에서 제공하기 위해서는 송신측 타이밍 정보를 수신측에서 복원하는 소스 클럭 복원이 필요하다.

CBR 서비스를 위한 클럭 복원 방식은 중단간 공통의 망 클럭의 사용 유무에 따라 동기식 클럭 복원 방식과 비동기식 클럭 복원 방식으로 구분한다[2].

동기식 클럭 복원 방식은 송신측에서 서비스 클럭에 대한 타이밍 정보를 수신측에 전달하고, 이를 통하여 서비스 클럭을 복원하는 방식으로 타이밍 정보를 표현하기 위해서는 중단간 공통의 기준 클럭이 존재하는 경우에만 가능하다. 따라서 기준 클럭이 존재하지 않는 PDH망에는 적용하기 곤란하다.

비동기식 클럭 복원 방식은 송신측 개입 없이 수신측 자체에서 전송된 데이터의 통계적 정보를 이용하여 소스 클럭을 복원하는 방식이다. 이 방식은 중단간 기준 클럭이 불필요하므로 PDH망뿐만 아니라 SDH망에도 적용 가능하다.

비동기식 클럭 복원 방식으로는 셀 지터를 평균하는 방식, 전처리 필터에 의한 셀 지터를 평균하는 방식, 적응 클럭 복원 방식(adaptive clock recovery method) 등이 있으며, 현재 ITU-T I.363.1에서는 서비스 클럭 복원을 위해서 수신측 버퍼의 채움 정도를 이용하는 적응 클럭 복원 방식을 권고하고 있다.

본 논문에서는 기존 통신망간의 연동 측면을 고려하여 SDH망뿐만 아니라 PDH망에도 적용 가능한 개선된 적응 클럭 복원 방식을 제안하였다.

기존의 적응 클럭 복원 방식에서는 버퍼의 채움 정도를 감시하기 위해서 버퍼의 상·하한선을 사용하므로 버퍼 상태 변화를 정확히 반영하지 못한다. 이로 인해 버퍼의 언더 플로우 또는 오버 플로우의 발생 빈도가 높아져 서비스 품질에 심각한 저하가 발생하는 단점이 있다.

본 논문에서는 이를 개선하기 위해 버퍼의 채움 정도를 주기적으로 감시하여 이에 따른 버퍼 상태 변화를 실시간으로 반영하여 클럭을 복원함으로써 CBR 서비스의 시간 투명성과 서비스의 품질을 보장할 수 있도록 한다.

2. 관련 연구

적응 클럭 복원 방식은 전송된 데이터의 양으로부터 송신측 타이밍 정보를 추출하여 클럭을 복원하는 방식으로 ITU-T I.363.1에서는 타이밍 정보를 추출하기 위한 방법으로 수신측 버퍼의 채움 정도를 이용하는 방법을 권고하고 있다.

ATM망에서의 큐잉 지연으로 인해 발생하는 셀 지연 정확치 통계치는 알 수 없지만 그림 1에서 처럼 평균치가 0으로 수렴하는 특성이 갖으며 변동한다[3,4].

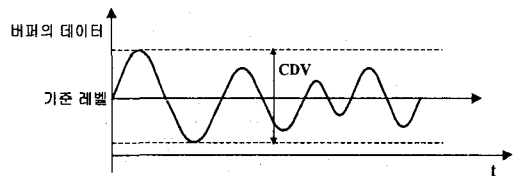


그림 1 수신 버퍼의 데이터 변화량

셀 지연 변이 흡수를 위해 수신측 버퍼의 기준 레벨까지 저장한 후 송신측과 동일한 클럭 주파수로 수신측에서 읽어내기를 제어하면 수신측 버퍼의 데이터 량은

항상 기준 레벨을 유지한다. 따라서 수신측 버퍼의 채움 정도는 송·수신측 주파수 차이값에 따라 변동하므로 버퍼의 채움 정도를 감시하여 기준 레벨과 차이가 작아지는 방향으로 수신측 클럭을 복원하면, 복원된 클럭 주파수는 송신측의 클럭 주파수의 평균치로 수렴하게 된다.

이와 같은 적응 클럭 복원 방식은 주파수 변환 회로를 제어하기 위한 기준 신호 발생 알고리즘에 따라 다양하게 구현이 가능하다.

권고안에서는 주파수 변환 회로를 그림 2에서와 같이 PLL방식의 주파수 합성기를 사용하며 이를 제어하기 위한 기준 신호 발생을 위해서 그림 3과 같이 버퍼의 상한선과 하한선을 사용하는 방법을 제안하고 있다. 즉 버퍼의 채움 정도가 상한에 도달하면 수신측 클럭은 송신측 클럭에 비해 낮음을 의미함으로 증가시키고, 하한선에 도달하면 수신측 클럭은 송신측 클럭에 비해 높음을 의미함으로 수신측 클럭을 감소시킴으로써 수신측 버퍼의 채움 정도가 상한선과 하한선 내에 유지하도록 한다.

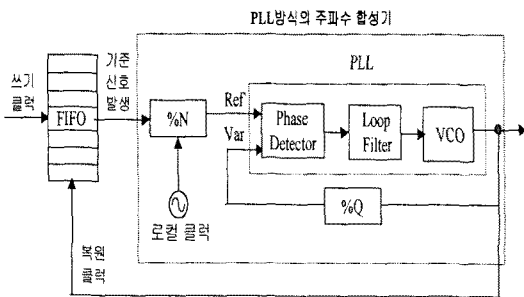


그림 2 ITU-T 권고안 적응 클럭 복원 기능 블럭도

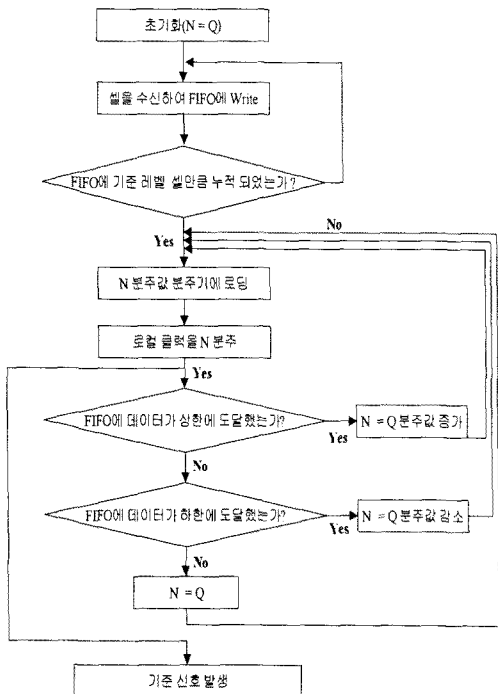


그림 3 ITU-T 권고안 기준 신호 발생 순서도

이와 같이 버퍼의 상한선과 하한선을 사용하여 기준 신호를 발생시키는 제안된 방식에서는 버퍼의 상태 변화를 정확히 반영하지 못하기 때문에 버퍼의 언더 플로우 또는 오버 플로우 발생 빈도가 높아져 서비스 품질의 심각한 저하가 발생할 수 있다[3,4].

3. 고정 간격 셀 카운터에 의한 적응 클럭 복원

적응 클럭 복원 방식의 기본 개념은 망을 통해서 들어오는 셀들을 수신측 버퍼에 저장하고 버퍼의 채움 정도를 이용하여 송신측의 서비스 클럭을 추정한다. 버퍼의 채움 정도는 현재 수신되는 셀의 주파수를 나타낸다. 본 논문에서는 이와 같은 버퍼의 채움 정도를 평가하기 위하여 하나의 셀을 서비스하는 데 소요되는 시간 간격 주기로 도착 셀의 양의 계산하고 기준 레벨과의 차이값을 산출한다. 이러한 차이값에 따라 Look-Up 테이블의 분주값을 선택하여 로컬 클럭을 제어함으로써 버퍼의 채움 정도에 대한 클럭 변화를 실시간으로 반영할 수 있어서 송신측 클럭에 보다 근접하게 클럭을 복원할 수 있다. 또한 언더 플로우 나 오버 플로우의 발생 확률을 최소화함으로써 서비스 품질의 저하를 최소화 할 수 있다.

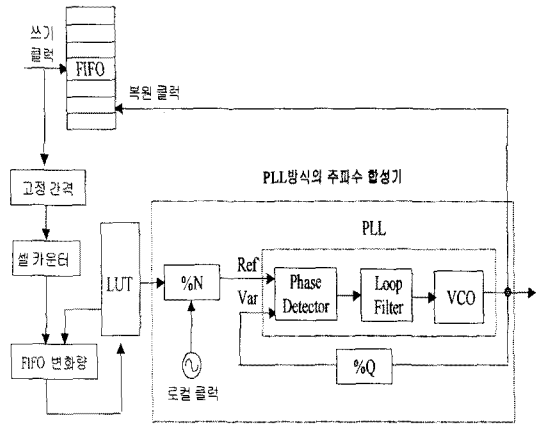


그림 4 고정 간격 셀 카운터에 의한 적응 클럭 복원 기능 블럭도

제안한 알고리즘은 위상 동기 회로 및 분주기로 구성된 주파수 합성기와 버퍼의 채움 정도에 따른 분주비를 정의한 Loop Up Table 및 기준 신호 발생을 위해 고정 시간 간격으로 도착셀량을 카운터하는 셀 카운터등으로 구성된다. 그림 4에서는 이와 같은 제안된 알고리즘의 기능 블록도를 나타내었다.

3.1 기준 신호 발생 알고리즘

그림 5에서는 본 논문에서 제안한 기준 신호 발생 알고리즘 순서도를 나타내었다. 버퍼의 채움 정도를 감지하기 위해서 하나의 셀을 서비스하는 데 소요되는 시간 간격 주기로 도착 셀을 카운트한다. 지금까지의 FIFO의 변화량과 현재 주기 동안의 도착 셀의 수를 더한 값을 기준으로 Look Up 테이블에서 분주값을 선택하여 분주기에 로딩하여 기준 신호를 발생한다. 즉 기준 신호의 발생은 고정 시간 간격 주기별로 버퍼의 채움 정도에 따라 발생한다.

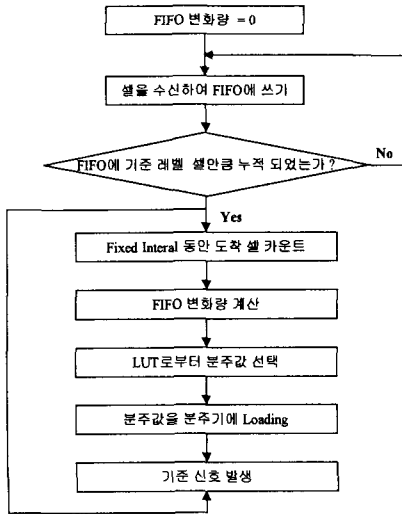


그림 5 고정 간격 셀 카운터에 의한 적응 클럭 복원 기준 신호 발생 순서도

3.2 버퍼 용량의 설계 및 기준 레벨 설정

수신측 버퍼는 셀이 망을 통해서 전송되면서 포함된 셀 지연 변이를 흡수하는 역할을 수행한다. 따라서 버퍼 용량의 설계시 셀 지연 변이를 흡수할 수 있어야 하며 셀 손실 확률(CLR: Cell Loss Rate), 최대 셀 전송 지연(maxCTD: maximum Cell Transfer Delay) 등의 서비스 품질을 고려하여 설계하여야 한다.

ATM Forum Traffic Management Version 4.0에서는 셀 손실 확률을 고려한 셀 지연 변이에 대한 확률 밀도 함수를 그림 6과 같이 정의하였다[5]. 여기서 셀 지연 변이에 대한 확률 밀도 함수를 $f(t)$ 라 하면 이에 대한 확률 분포 함수는

$$F(t) = \int_0^t f(t) dt \quad (식 1)$$

으로 표현된다. 이때 셀 손실 확률은 최대 셀 지연 변이(max CDV) 이상의 α 영역에 해당하는 확률로 늦게 전달되거나 셀 폐기에 의한 셀 손실 및 수신 버퍼의 크기에 의한 셀 손실 확률의 합이다.

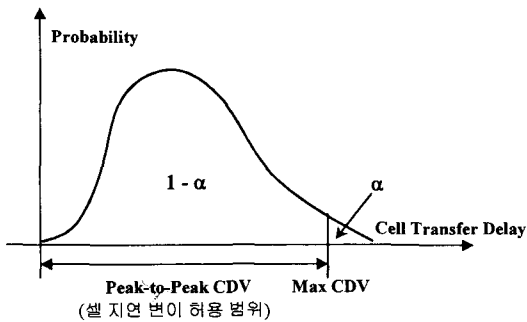


그림 6 셀 지연 변이에 대한 확률 밀도 함수

일반적으로 셀 손실 확률은 10^{-n} 으로 표현되므로 셀 손실 확률 $P(t) \max CDV$ 는

$$P(t) \max CDV = 1 - F(\max CDV) = 10^{-n} \quad (식 2)$$

이다. 따라서 셀 손실 확률을 고려한 최대 셀 지연 변이(max CDV)는

$$\max CDV = F^{-1}(1 - 10^{-n}) \quad (식 3)$$

으로 유도된다.

수신측에서는 이와 같은 최대 셀 지연 변이를 흡수할 수 있어야 하며 수신 버퍼의 크기에 의해 발생하는 셀 손실 확률이 발생하지 않도록 하여야 한다. 이러한 특성을 고려하여 수신측 버퍼의 크기는 (식 4)를 만족하도록 설계하였다.

$$B_{size} = 2 * \lceil \frac{\max CDV}{t_c} \rceil \quad (식 4)$$

최대 셀 지연 변이를 흡수하기 위해서 최대 셀 지연 변이 동안 도착 가능한 셀의 수를 저장한 후 읽어냄을 시작한다. 또한 수신측 버퍼의 크기에 의한 셀 손실이 발생하지 않도록 하기 위해서 최대 셀 지연 변이 동안 도착 가능한 셀 수의 두 배의 크기로 버퍼 용량을 설정함으로써 셀 지연 변이의 클럼핑(clumping) 현상에 의해 발생하는 버퍼의 오버 플로우를 방지할 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 ATM망에서 CBR 서비스 수용을 위한 고정 간격 셀 카운터에 의한 적응 클럭 복원 방식을 제안하였다.

제안된 방식은 버퍼의 채움 정도를 평가하기 위하여 하나의 셀을 서비스하는 데 소요되는 시간 간격 주기로 도착 셀의 양의 계산하고 기준 레벨과의 차이값을 산출한다. 차이값에 따라 Look-Up 테이블의 분주값을 선택하여 로컬 클럭을 제어함으로써 버퍼의 채움 정도에 대한 클럭 변화를 실시간으로 반영할 수 있어서 송신측 클럭에 보다 근접하게 클럭을 복원할 수 있다.

제안된 방식은 동기식 디지털 계위망 뿐만 아니라 공통의 기준 클럭이 존재하지 않는 유사 동기식 디지털 계위망에서도 적용이 가능하므로 광대역 종합 정보 통신망에서 추구하는 서비스의 통합화를 위한 기존 통신망간의 연동 측면에서 중요한 의미를 갖는다.

[참 고 문 헌]

- [1] Richard C.Lau, "Synchronous Techniques for Timing Recovery in BISDN", pp1810~1818, IEEE Transaction on Communication, Volume 43, April 1995.
- [2] R. P. Singh S. H. Lee and C. K. Kim, "Jitter and Clock Recovery for Periodic Traffic in Broadband Packet Networks", pp2189~2196, IEEE Transaction on Communication, Volume 42, 1994.
- [3] 이종형, 김태균, "수신 데이터의 버퍼 점유율을 이용한 적응 클럭 복원", 대한전자공학회, 제 33권, 제3호, pp417~424, 1996.3.
- [4] 금기문, 김태균, "ATM망에서 고정 비트율 서비스를 위한 버퍼 카운터에 의한 적응 클럭 복원", 정보과학회 1997.4.
- [5] ATM Forum, Traffic Management Specification Version 4.0, pp15~20 1996.