

강 석 흠 이 명 수 강 창 언
연 세 대 학 교 전 자 공 학 과

A Study on the Echo Canceller Using Decision
Feedback

Suk Heum Kang, Myung Soo Rhee & Chang Eon Kang
Dept. of Electronic Eng., Yonsei University

ABSTRACT

In this paper, Anecho canceller using decision feedback at the ISDN U-interface is presented and its performance based on the stochastic iteration algorithm is analyzed, and compared with the other conventional echo canceller. Computer simulation shows that the converging properties of the echo canceller using decision feedback is improving.

1. 서 론

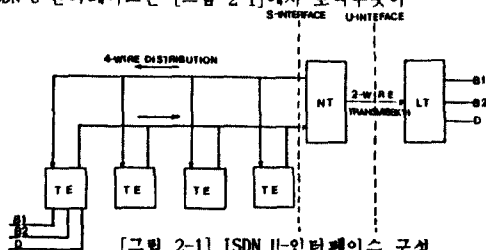
1960년대에 들어와 아날로그 전화망의 디지털화로 전송 및 스위칭 시스템은 종합 정보 통신망(ISDN)으로 발전하였다. ISDN U-인터페이스에서는 기존의 2선식 가입자 선로를 이용하여 정보를 양방향으로 전송하는데 여러가지 전송 방식이 연구 되어 왔다. 그중 반향 제거 방식(ECM)을 선택하여 결정귀환을 이용한 반향 제거기를 설계하고 성능을 분석하였다.

2. 종합 정보 통신망 U-인터페이스

(1) 개념 및 구조

ISDN은 기존의 가입자 선로를 이용한 종합 정보 통신망으로서 표준은 CCITT 1제1 권고안에 정의되어 있다.

ISDN U-인터페이스는 [그림 2-1]에서 보여주듯이



[그림 2-1] ISDN U-인터페이스 구성

중계국 선로 단말(Line Termination)과 가입자 구내 단말(Network Termination)사이의 2선식 가입자 선로로서 양방향 동시 전송을 위한 것이다.

(2) 신호의 전송 방식

U-인터페이스에서 2선식 가입자 선로를 이용한 디지털 전송 방식에는 주파수 분할 다중화 방식(FDM), 시간 압축 다중화 방식(TCM), 반향 제거 방식(ECM) 및 이들의 결합 방식이 있다. FDM방식은 고주파 대역에서 전송 손실이 증가하고 또한 정밀한 필터링이 요구되기 때문에 거의 사용되지 않고 있으며 TCM 과 ECM이 주로 사용된다.

ECM은 TCM보다 회로가 복잡하나 전송 대역폭, 장거리 통신면에서 유리하다. 기타 결합 방식에는 ECM 과 TCM을 결합한 ECBM 등이 있다.

(3) 선로 부호의 선정

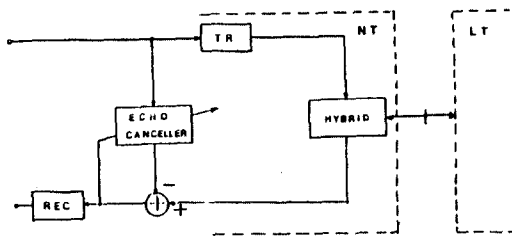
선로 부호(Line Code)는 디지털 전송시 신호 파형이 선로의 전달 특성 및 제약 조건에 부합되도록 해주는데 반향 제거기와 같은 디지털 전송 시스템의 성능에 큰 영향을 주게 된다.

3. 종합 정보 통신망 U-인터페이스에서 결정 귀환을 이용한 반향 제거기

(1) 반향 제거기

ISDN U-인터페이스에서는 선형 반향 제거기와 비선형 반향 제거기가 사용되나 선형 반향 제거기는 U-인터페이스 송수신 장치에서 비선형성이 적을 때 사용하며 반향을 제거하기 위해 적응 디지털 필터를 사용한다.

[그림 3-1]은 선형 반향 제거기의 구조를 보여주고 있다.



[그림 3-1] 선형 반향 제거기 구조

선형 반향 제거기에서는 하이브리드 변환기 사용으로 발생한 반향 신호 $e(k)$ 를 합성하여 감산함으로써 반향 신호를 제거하게 된다. 나머지 신호를 $r(k)$ 라 하면

$$r(k) = b(k) + n(k) + e(k) - \hat{e}(k)$$

$$= \hat{a}(g-c) + u(k)$$

가 되며 입력 신호 $a(k)$ 가 +1, -1일 때 추정 반복 알고리즘을 사용한 나머지 반향 신호의 평균 자승값은 다음과 같다.

$$E\{e^2(k)\} = \rho^2 E\{e^2(0)\} + \rho^2 N(1-\rho^2)/(1-\rho^2)$$

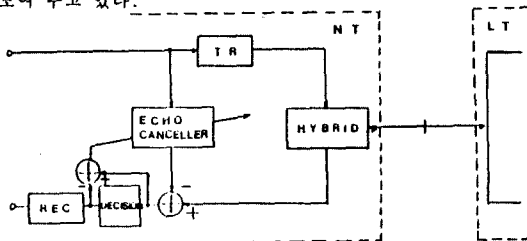
$$\rho = 1 - 2\beta + \beta^2 N$$

나머지 반향 신호의 평균 자승값은 스펙의 크기 의해 주로 변화한다.

(2) 결정 궤환을 이용한 반향 제거기

결정 궤환을 이용한 반향 제거기는 선형 반향 제거기에서 나머지 신호를 결정(Decision)하여 반향 제거기에 궤환(Feedback)시킴으로써 반향 신호를 제거하게 된다.

[그림 3-2]는 결정 궤환을 이용한 반향 제거기의 구조를 보여 주고 있다.



[그림 3-2] 결정 궤환을 이용한 반향 제거기 구조

선형 반향 제거기에서는 계수를 새롭게 하기 위해 나머지 신호 $r(k)$ 를 사용하는데 여기서는 결정 신호와 나머지 신호의 차 신호를 사용한다.

$$\hat{r}(k) = r(k) - b(k)$$

$$= n(k) + e(k) - \hat{e}(k)$$

이 된다. 여기서 결정이 완전하며 $\hat{b}(k) = b(k)$ 로 가정한다.

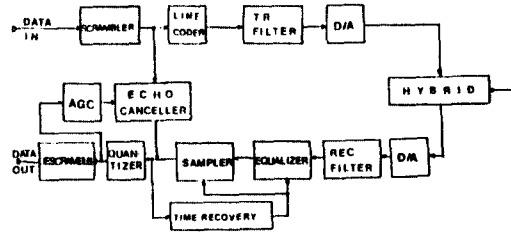
추정 반복 알고리즘을 이용한 나머지 반향 신호의 평균 자승

$$\text{값 } E\{e^2(k)\} = \rho^2 E\{e^2(0)\} + \rho^2 N(1-\rho^2)/(1-\rho^2)$$

이 된다.

전송된 선형 반향 제거기와 결정궤환-반향 제거기의 나머지 반향 신호의 평균 자승값을 비교할 때 결정 궤환을 이용한 반향 제거기가 $\rho^2 N(1-\rho^2)/(1-\rho^2)$ 만큼 반향이 감소된다.

[그림 3-3]은 ISDN U-인터페이스에서 결정 궤환을 이용한 반향 제거기의 전체 시스템 구성도이다.



[그림 3-3] 전체 시스템 구성도

여기서 스크램블러는 144kbps로 전송되는 송수신 신호 사이의 상관(Correlation)을 제거해주고 등화기는 채널에서 발생한 간섭(Interference)을 감소시킨다.

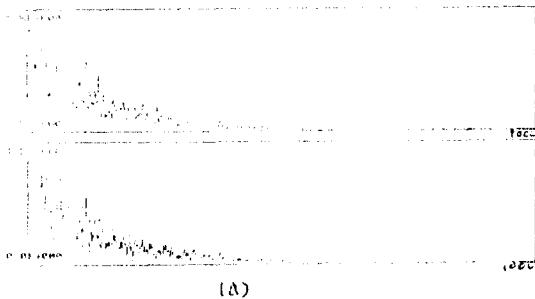
4. 시뮬레이션 결과

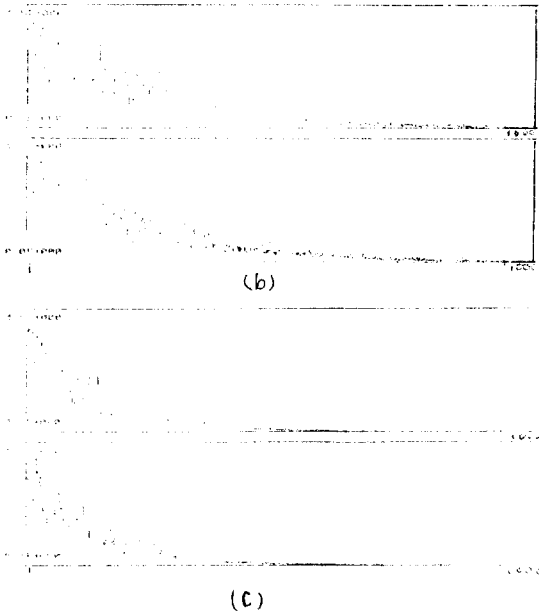
전송된 선형 반향 제거기에 대해서는 추정 반복 알고리즘과 부호 알고리즘을 사용하고 결정궤환-반향 제거기에 대해서는 추정 반복 알고리즘을 사용하여 수렴 특성을 조사했다.

2가지의 반향 전송도 채널 모델을 사용하였는데 채널1은 채널2보다 특성이 좋지 못하다. 그때 채널 모델에 대한 나머지 반향신호의 평균 자승값의 변화를 고찰했다.

입력 신호는 백색 가우시안 랜덤 신호를 사용하였다.

[그림 4-1]에서 윗그림은 채널1, 아랫 그림은 채널2를 각각 사용한 수렴 곡선이다.





[그림 4-1] 수렴 곡선 ($N=5$, $\beta=0.004$)

- (a) 선형 반향 제거기(추정 반복 알고리즘)
- (b) 선형 반향 제거기(부호 알고리즘)
- (c) 결정궤환-반향 제거기(추정 반복 알고리즘)

5. 결 론

본 논문에서는 결정궤환-반향제거기를 제시하고 다른 선형 반향 제거기와 성능을 비교, 분석하였다.

다른 선형 반향 제거기에 비해 나머지 반향 신호의 평균 자승값에 대한 수렴 특성이 개선되었고 반향 전송로 특성이 다른 때도 수렴 특성은 거의 동일함을 알 수 있었다.

또한 부호 알고리즘을 이용한 수렴 곡선은 추정 반복 알고리즘을 이용한 것에 비해 천천히 수렴하나 실현이 쉽다. 따라서 수렴 곡선은 반향 전송로 특성보다는 사용하는 알고리즘과 스텝의 크기에 크게 의존함을 알 수 있다.

참 고 문 헌

1. M.M.Sondhi and A.J.Presti, "A Self-Adaptive Echo Canceller", Bell Syst.Tech.J., Vol. 45, pp. 1851-1854, Dec., 1966
2. D.L.Duttweiler, "A Twelve-Channel Digital Echo Canceller", IEEE Trans. Commun., pp. 647-653, May, 1978

3. D.L.Duttweiler and Y.S.Chen, "A Single-Chip VLSI Echo Canceller", Bell Syst.Tech.J., Vol. 59, pp. 149-160, Feb., 1980
4. N.A.M.Verhockx and T.A.C.M.Cieasen, "Some Considerations on the Design of Adaptive Digital Filters equipped with the Sign Algorithm", IEEE Trans. Commun., Vol. Com-32, pp. 258-266, Mar., 1984
5. P.J.Van Gerwen, N.A.M.Vehoeckx, and T.A.C.M.Classen, "Design Considerations for a 144kbit/s Digital Transmission Unit for the Local Telephone Network", IEEE J.Select.Areas Commun., Vol. Sac-2, pp. 314-323, Mar., 1984