

복소적응필터를 이용한 텔레비전 고스트제거 특성 개선

文 光 碩 · 權 泰 夏

釜山水産大學校

(1993年 8월 7일 접수)

Improvement of TV Ghost Cancelling Characteristics Using Complex Adaptive Filter

Kwang - Seok Moon, Tae - Ha Kwon

National Fisheries University of Pusan

(Received August 7, 1993)

In this paper, a method of ghost cancelling for the television signals using complex adaptive filter is studied. The $\sin(x)/x$ signal is used as the reference signal a complex adaptive filter. The ghost cancelling characteristics considering the delay time, the attenuation, and the phase difference of multipath waves are investigated using horizontal sync pulse and color burst signal in composite video waveform. The influences of phase difference in ghost cancelling are investigated and the performances between the real processing and the complex processing are compared by the computer simulation. It was found that influences in ghost by phase difference are remarkably reduced by the complex adaptive filtering.

1. 서 론

텔레비전 방송을 수신할 때 화질의 열화는 건물이나 산 등의 반사파에 의해서 발생하는 고스트가 주 원인이다. 최근 대도시에서는 고층건물이나 고가도로 등의 대형건조물의 증가로 인하여 텔레비전 방송 수신에 있어서 고스트장해가 큰 문제로 대두 되고 있으며 이 고스트 장해는 현행 텔레비전 방송에서 뿐만 아니라 고화질 텔레비전인 *EDTV* (*extended definition TV*), *HDTV* (*high defini-*

tion TV)에서는 그 영향이 더욱 심각하다^{1)~4)}. 이러한 고스트장해를 제거하기 위한 대책으로 종래부터 여러각도로 연구가 진행되어 왔으나 현재 가장 바람직하다고 생각되어지는 방식은 수신기에서 회로적 수단으로 고스트를 제거하는 방식이다. 이 방식에는 가변지연선을 이용하는 방식과 적응 디지털 필터를 이용하는 방식이 있으나 최근 *VLSI* 기술의 발달로 타 방식 보다 여러면에서 유리한 적응 디지털 필터를 이용하고 있다. 한편 지금까지의 고스트제거에 관한 주된 연구들은 신호 전송경로

에서 발생하는 지연시간과 감쇠상수 만을 고려하였다^{5)~8)}. 그러나 고스트는 비디오 신호가 변조된 RF상태에서 다중경로에 의해 발생되므로 고스트 제거를 위해서는 다중경로의 지연시간 및 복소감쇠상수를 고려하여 복소감쇠상수에 의한 위상변화에 의한 영향도 고려해야 된다^{9)~11)}. 이러한 위상변화를 고려하여 고스트를 제거하려면 RF단 또는 IF단에서 처리하여야 하나 이 경우 고속 신호처리를 위한 하드웨어가 필요하므로 곤란하다.

본 논문에서는 비디오 기본대역에서, 고스트의 위상변화 성분까지 제거할 수 있는 복소적용필터에 의한 고스트제거 방식에 관하여 연구하고 그 제거특성을 조사하였다. 본 복소적용필터에서는 다중경로의 지연시간, 복소감쇠상수 및 그에 의한 위상변화 성분까지 고려하였으며 탭계수 갱신 알고리즘으로는 계산이 비교적 간단한 CLMS (Complex Least Mean Square) 알고리즘을 사용하였다. 그리고 복소적용필터에 필요한 기준신호로 $\sin(x)/x$ 신호를 사용하였고 고스트제거 특성 평가는 수평동기펄스와 칼라버스트신호를 이용하여 컴퓨터 시뮬레이션으로 조사하였다. 그 결과 다중경로에 의한 위상변화 성분이 고스트에 많은 영향을 미치고, 복소적용필터에 의해서 이 영향을 크게 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

2. 고스트 발생계 및 모델화

방송국에서 발사된 전파는 그림 1에서와 같이

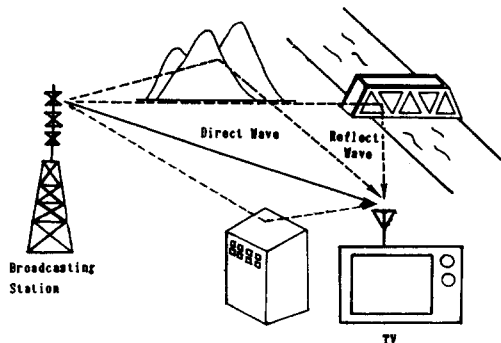


Fig. 1. Sources of ghost generation.

직접 수신기에 도달하는 경로 이외에 여러 경로를 거치면서 수신기에 도달한다. 따라서 산이나 고층 건물 등에 의해서 반사된 전파가 텔레비전에 고스트를 발생시킨다. 이러한 다중경로 반사파에 의한 고스트는 지연시간 τ 및 감쇠상수 a 그리고 반송파의 위상변화 ϕ 에 영향을 받는다.

송신 영상신호를 $x(t)$ 라 하고 반송파 주파수를 f_c 라 할때 K 개의 다중경로에 의한 고스트가 실린 방송신호 $S(t)$ 는

$$S(t) = a_0 \cdot x(t) \cos 2\pi f_c t + \sum_{i=1}^k a_i x(t - \tau_i) \cos 2\pi f_c (t - \tau_i) \quad (1)$$

이다. 여기서 $a_0=1$ 이며 a_i 는 크기가 1보다 작은 복소수로서 이를 실수성분 r_i 및 허수성분 i_i 로 표시하면

$$a_i = r_i + j i_i \quad (2)$$

이다. i 번째 경로의 감쇠상수, $|a_i|$ 및 위상차 ϕ_i 는 각각

$$|a_i| = \sqrt{r_i^2 + i_i^2} \quad (3)$$

$$\phi_i = \tan^{-1} \left(\frac{i_i}{r_i} \right) \quad (4)$$

이다. 기본대역에서 복조된 신호 $u(t)$ 는 다음식과 같이 K 개의 경로를 거친 신호들의 합과 잡음 $v(t)$ 로 모델화 된다.

$$u(t) = \sum_{i=0}^k a_i x(t - \tau_i) + v(t) \quad (5)$$

이것은 다시

$$u(t) = x(t) \cdot g(t) + v(t) \quad (6)$$

로 표현되며 여기서 $g(t)$ 는 다중경로의 임펄스 응답으로서

$$g(t) = \sum_{i=0}^k a_i \delta(t - \tau_i) \quad (7)$$

이다. 식(5)의 $u(t)$ 를 표본화 주기 T_s 로 표본화

한 수신신호 $u(n)$ 은

$$u(n) = u(nT_s) = \sum_{i=0}^k a_i x(nT_s - \tau_i) + v(nT_s) \quad (8)$$

이며, 식(7)의 이산형태 다중경로 채널의 전달 함수 $G(z)$ 는

$$G(z) = \sum_{i=0}^k a_i z^{-\tau_i} \quad (9)$$

이다. 위와같이 고스트신호는 반송파 위상차에 따라 직교성분과 동상성분의 비율이 변화하므로 일반적으로 복잡한 파형이 된다. 따라서 이 두 성분을 동시에 제거할 수 있는 복소적용필터를 이용하여 정도 높은 고스트제거가 가능하다.

3. 복소 적응 필터를 이용한 고스트제거

고스트장애를 선형왜곡으로 볼 수 있으므로 수신기 내부에서 트랜스버설형 적응필터를 이용해

서 고스트를 제거할 수 있다.

그림 2는 기본적인 트랜스버설형 적응필터를 나타내고 있다. 입력신호 $x(j)$ 의 주파수대역을 f_0 라 할 때 트랜스버설형 적응필터의 단위 지연량 T 는 나이퀴스트 조건을 만족하도록 다음 식의 범위 내에서 결정한다.

$$T < \frac{1}{2f_0} \quad (10)$$

그림 2의 $x(j)$, $y(j)$, $d(j)$ 는 시각 $t=jT$ 에 있어서 입력신호, 출력신호, 및 기준신호로 나타낸다. 텔레비전 신호 중에 주기적으로 기준신호가

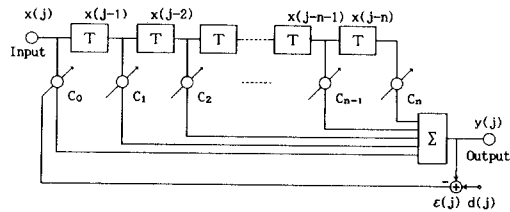


Fig. 2. Basic adaptive transversal filter.

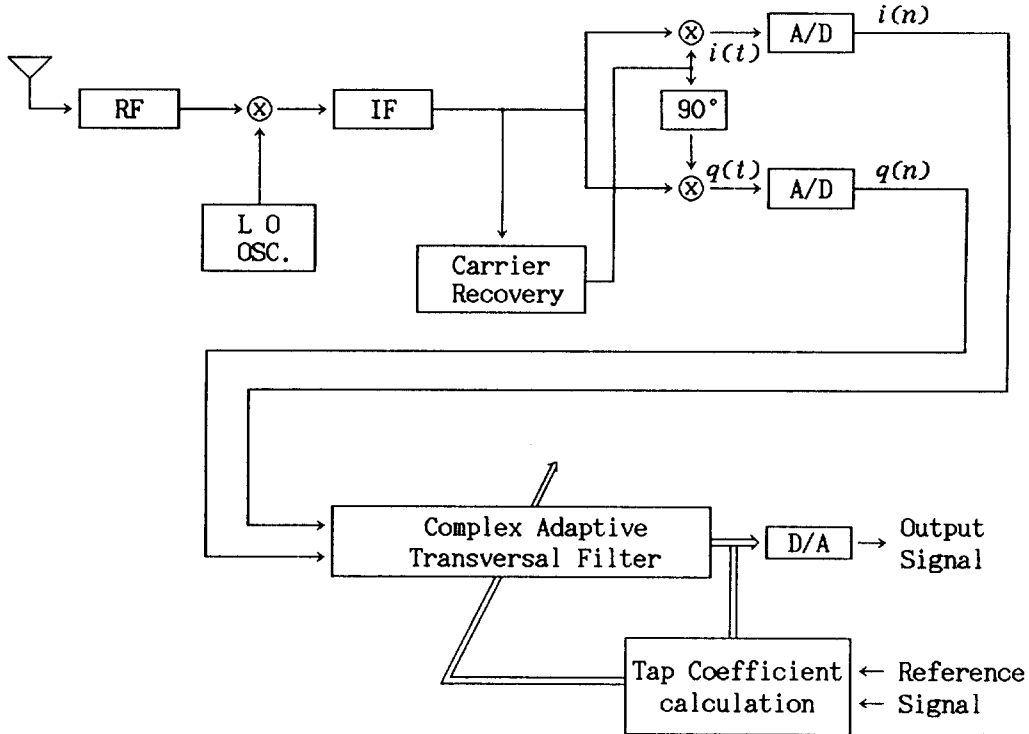


Fig. 3. The block diagram of ghost canceller using complex adaptive transversal filter.

전송되어 온다면 트랜스버설형 적응필터에서는 수신기에 준비해 둔 기준신호와 전송되어 온 고스트가 포함된 기준신호와의 오차신호 $e(j)$ 의 자승평균치가 최소가 되도록 트랜스버설형 적응필터의 탭계수 $C(j)$ 를 갱신한다.

그림 3은 다중경로의 위상변화까지 고려하여 고스트를 제거할 수 있는 트랜스버설형 복소 적응필터를 이용한 고스트제거기의 블록도이다. 복소 적응필터로 고스트를 제거하는 방법은 그림에서 알 수 있는 바와 같이 고스트가 실린 수신기의 입력신호를 RF 단 및 IF 단을 거쳐 기본대역의 신호로 복조한다. 이 때 다중경로의 위상변화성분을 고려하기 위해 IF 단에서 2축 동기검파를 하여 동상성분 $i(t)$ 및 직교성분 $q(t)$ 로 분리시키고 이들 $i(t)$ 및 $q(t)$ 는 각각 $i(n)$ 및 $q(n)$ 으로 A/D 변환하여 고스트제거용 트랜스버설형 복소 적응필터에 입력시킨다. 그리고 복소적응필터의 탭계수는 복소수의 기준신호 및 고스트가 실린 기준신호로부터 계산하여 추정하는데 이 탭계수를 적응적으로 추정하기 위한 알고리즘은 계산이 비교적 간단한 $CLMS$ 알고리즘을 사용하였다. 이에 따른 탭계수 갱신은 아래 식에 따라 수행한다.

$$C(j+1) = C(j) + 2\mu \varepsilon(i)X(j)$$

$$\varepsilon(j) = y(i) - d(j)$$

여기서 $C(j)$, $X(j)$ 는 모두 복소수이며 μ 는 수렴인자이다. 이 때 복소적응필터의 기준신호로 사용된 파형은 그림 4와 같다.

고스트제거용 기준신호의 주파수성분은 영상신호의 상한주파수까지 도달하는 것이 바람직하다. 따라서 이 $\sin(x)/x$ 신호는 영상주파수 대역 내에서 평탄한 주파수특성을 가지므로 고스트제거용 기준신호로 적합하다. 그림 4의 (a)는 $\sin(x)/x$ 신호의 실수성분으로서 실수의 기준신호로 이용한다. 그림 4의 (b)는 허수의 기준신호로서, 이들로부터 고스트제거를 위한 복소 적응필터의 탭계수를 추정한다.

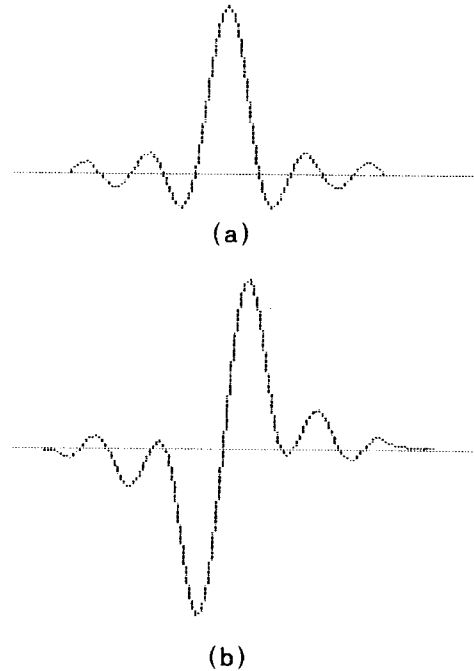


Fig. 4. A reference signal($\sin(x)/x$) of complex adaptive transversal filter.
 (a) Real reference signal
 (b) Imaginary reference signal

4. 시뮬레이션에 의한 고스트제거 특성

복소적응필터를 이용한 텔레비전 고스트제거기의 고스트제거 특성은 수평동기펄스와 칼라버스트신호를 이용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 조사되었다. 고스트를 실은 수신신호 $u(n)$ 은 식 (8)에서와 같이 원신호 $x(n)$ 에 2차 고스트($K=2$) 및 잡음 $v(n)$ 을 실은 신호에 대하여 시뮬레이션을 하였다. 즉

$$u(n) = x(n) + a_1 x(n - \tau_1) + a_2 x(n - \tau_2) + v(n) \quad (12)$$

이며, 1차 및 2차 고스트의 지연시간 τ_1 및 τ_2 는

각각 표본화주기 T_s 의 10배 및 20배로 하였고 1차 및 2차고스트의 감쇠상수 $|a_1|$ 및 $|a_2|$ 는 각각 0.3 및 0.2로 하였다. 그리고 위상변화 성분은 아래와 같이 여러가지 경우에 대해서 고찰하였으며 잡음 $v(n)$ 은 σ^2 의 분산을 가지는 백색 가우스잡음이다.

그림 5는 고스트제거 특성을 조사하기 위해서 사용된 수평동기펄스와 칼라버스트신호이다. 이 신호에 위상차에 따른 고스트의 영향을 조사하기 위하여, 잡음이 없는 경우 1차 및 2차고스트의 지연시간과 감쇠상수는 그대로 두고 위상차를 0° , 45° , 90° , 180° 로 변화시켜 보았다.

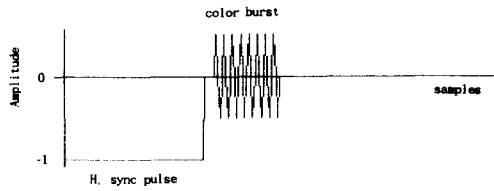


Fig. 5. The wave form of horizontal sync. pulse and color burst signal.

그림 6은 위상차가 0° 인 1차 및 2차고스트가 부가된 경우의 수평동기펄스와 칼라버스트신호이다. 이 경우는 위상차 0° 의 고스트가 부가되어 있으므로 수평동기펄스 부분의 진폭이 계단적으로 왜곡됨을 볼 수 있다.

그림 7과 그림 8은 각각 45° 및 90° 인 1차 및 2차고스트가 부가된 경우의 수평동기펄스와 칼라버스트신호이다. 이 경우는 위상차 0° 의 고스트가 부가되어 있을 때와는 달리 위상변화에 대한 영향

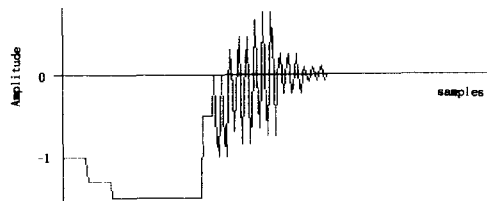


Fig. 6. The ghosted waveform of horizontal sync. pulse and color burst signal when the phase difference is 0° . ($\tau_1=10$, $|a_1|=0.3$, $\tau_2=20$, $|a_2|=0.2$)

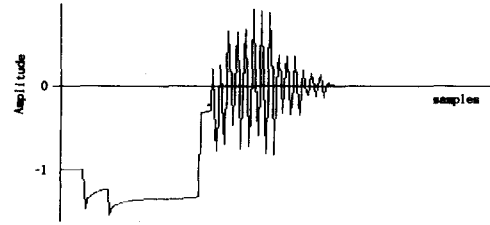


Fig. 7. The ghosted waveform of horizontal sync. pulse and color burst signal when the phase difference is 45° . ($\tau_1=10$, $|a_1|=0.3$, $\tau_2=20$, $|a_2|=0.2$)

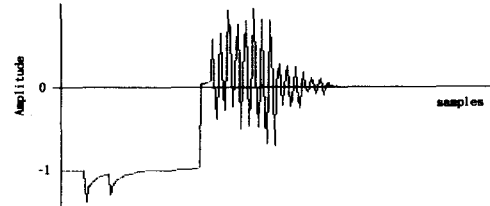


Fig. 8. The ghosted waveform of horizontal sync. pulse and color burst signal when the phase difference is 90° . ($\tau_1=10$, $|a_1|=0.3$, $\tau_2=20$, $|a_2|=0.2$)

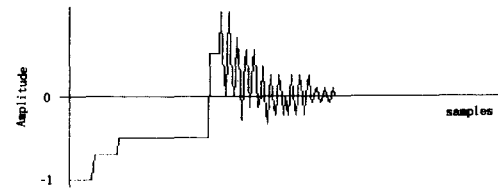


Fig. 9. The ghosted waveform of horizontal sync. pulse and color burst signal when the phase difference is 180° . ($\tau_1=10$, $|a_1|=0.3$, $\tau_2=20$, $|a_2|=0.2$)

을 많이 받았기 때문에 수평동기펄스와 칼라버스트신호의 파형은 아주 복잡한 모양으로 변화한다.

그림 9는 위상차가 180° 인 1차 및 2차고스트가 부가된 경우의 수평동기펄스와 칼라버스트신호이다. 이 경우는 위상차 0° 의 고스트가 부가되어 있을 때와는 반대로 수평동기펄스 부분의 진폭이 감소함을 알 수 있다.

그림 10은 고스트의 지연시간, 감쇠상수 및 위상차를 고려했을 때 복소 적용 필터로 고스트를

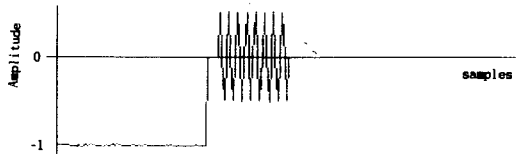


Fig. 10. The deghosted waveform of horizontal sync. pulse and color burst signal.

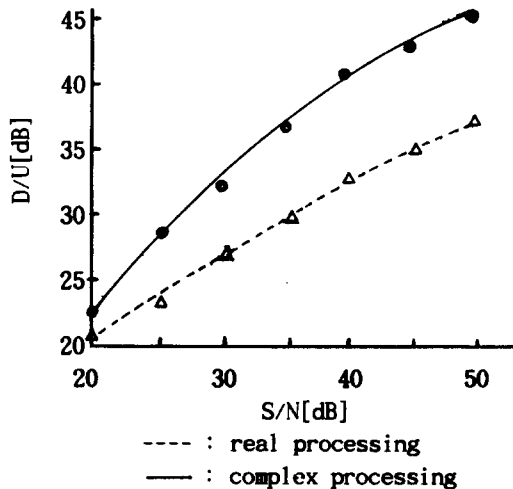


Fig. 11. Comparison of D/U between the real processing and the complex processing ghost cancelling with respect to S/N .

제거한 파형이다. 여기에 나타난 바와같이 고스트가 잘 제거되었음을 알 수 있다.

그림 11은 전송계의 다중경로특성에 기인한 고스트가 위상변화성분까지 포함하고 있을 때 이를 제거하는 방법으로서 실수처리하였을 경우와 복소수 처리하였을 경우의 S/N 에 따른 D/U 를 나타내고 있다. 그 결과 복소수로 처리한 경우가 실수로 처리했을 때 보다 고스트제거 특성이 우수함을 알 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 비디오 기본대역 신호에 대하여 복소적용필터에 의한 고스트제거 방법에 관하여

연구하였다. 본 복소적용필터를 이용한 고스트제거에서는 다중경로의 지연시간, 감쇠상수 및 위상변화 성분 모두를 고려하였고 기준신호로는 주파수성분이 영상신호의 상한주파수까지 포함하고 있는 $\sin(x)/x$ 신호를 이용하였다. 그리고 복소적용필터의 탭계수 계산 알고리즘으로는 계산이 비교적 간단한 CLMS 알고리즘을 사용하였다. 본 연구에서는 컴퓨터 시뮬레이션으로써 고스트의 지연시간 및 감쇠상수 뿐만아니라 위상변화에 대한 영향을 수평동기펄스 및 칼라버스트신호를 이용하여 검토하고 고스트제거특성을 조사하였다. 또한 고스트제거를 수행할 때 실수처리한 경우와 복소처리한 경우의 특성을 서로 비교하였으며 그 결과 복소처리한 경우의 특성을 실수처리한 경우의 것보다 고스트제거 특성이 우수함을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- 1) E. Arnon (1969) : An Adaptive Equalizer for Television Channels IEEE Trans. COM 17(6), 716-734.
- 2) 尾上 外 (1977) : テレビゴースト波がビデオ波形に及ぼす影響. テレビジョン誌, 31(2), 104-110.
- 3) 遠藤 (1977) : 都市内におけるテレビジョン受信障害の対策. テレビジョン學會誌, 31(1), 2-10.
- 4) 日本放送技術開發協議會テレビジョン部會ゴースト除去委員會 (1988) : ゴースト改善暫定目標値案(資料 33).
- 5) S. Makino, M. Iwasawa, J. Murakami, M. Sakurai, S. Ohnishi and T. Miura (1978) : A Fully Automatic Ghost Canceller. IEEE Trans., vol. CE-24(3) 25-30.
- 6) J. Murakami, K. Ohzeki and K. Ogi (1979) : A Digitalized Automatic Ghost Canceller. IEEE Trans. CE 25(3), 555-

복소적용필터를 이용한 텔레비전 고스트제거 특성 개선

- 561.
- 7) M. R. Asharif, K. Murano and M. Hatori(1981) : TV Ghost Cancelling by LMS-RAT Digital Filter. IEEE Trans. CE 27(4), 588 - 604.
- 8) 官澤 外(1989) : ゴ스트除去技術の確立に関する實驗の概要. 放送技術, 305 - 311.
- 9) T. S. Chao(1988) : Multi-Path Equalization for NTSC Video by Using Digital IIR Filter. IEEE Trans. CE 34(1), 268 -
- 278.
- 10) M. Pazarci(1989) : An Adaptive Ghost Processor for Broadcast Television. IEEE Trans. CE 35(3), 184 - 194.
- 11) J. H. Winter, E. Ayanoglu, I. B. David, R. D. Gitilin and Chin-Lin I (1991) : Ghost Cancellation of Analog TV Signal : with Application to IDTV, EDTV and HDTV. IEEE CS 1(1), 136 - 146.