

새로운 고스트 제거 알고리즘

박 경배*, 황 유모*
* 명지 대학교 제어 계측 공학과

A New Algorithm for Ghost Cancellation System

Kyung Bae Park, Humor Hwang
Department of Control Instrumentation Eng., Myong Ji University

Abstract - Based on the detection of the size of datas of multipath channel characterization, we propose a new algorithm, called the *impulse size based adaptive median filter*(ISMF), for ghost cancellation system. The ISMF consists of two levels. The first one is the impulse noise size detection level and the second one is the adaptive median filtering level to remove the impulse noise detected.

Test results confirm that the proposed ISMF removes impulse noise due to multipath channel characterization while preserving signal as well as ghosts so that the LMS algorithm performs effectively.

1. 서론

TV방송에 있어서 전송 신호가 여러 가지 반사체에 의한 다중 경로(multi-path)채널을 통과하면서 발생하는 서로 다른 전파 거리와 크기를 갖는 반사 파의 영향으로 수신 TV에서는 한 화면의 주화상에 여러 개의 화상이 동시에 겹치게 되는 잔상(ghost)현상이 나타난다. 이러한 잔상 현상은 주 영상과 밀접한 관계를 갖고 있어서 다른 어떤 한 부가 잡음보다도 화질 저하에 주는 영향이 크며, 또한 문자 다중 방송과 같은 정보 서비스 매체의 경우에는 전송 부호가 다른 부호로 왜곡될 수 있기 때문에 엉뚱한 글자나 도형이 나타나는 등의 문제가 생긴다. 특히 국내와 같이 산지가 많은 지역이나 점차 고층 빌딩화 되어 가는 도시에서는 잔상 현상이 발생하기 쉽고, 그 정도가 심각하므로 잔상 제거는 매우 중요한 과제이다.

최근에 디지털 신호 처리 기술 및 반도체 기술의 급속한 발달에 따라 잔상 제거 장치의 개발이 기술적, 경제적으로 실용화가 가능한 단계에까지 이르게 되었다. 잔상 제거 시스템을 효과적으로 구성하여 다중 경로 왜곡을 완전히 제거하거나 상당한 수준으로 억제하기 위해서는 다중 경로 채널의 특성(channel characterization

: CC)을 정확히 파악할 수 있는 일종의 training 신호인 고스트 제거 기준(ghost cancellation reference:GCR)신호의 전송이 필요하다. 이러한 GCR 신호는 기본적으로 약신호에서도 잘 동작되어야 하며, 전, 후 잔상을 명확히 구분해 낼 수 있고, 잔상 제거 필터의 계수를 가능한 빨리 계산할 수 있어야 하며, 하드웨어 구성이 간단해야 한다. 또한 최소의 전송 라인을 사용하고, 영상 및 음성 등 타신호에 대한 간섭이 없어야 하며 GCR신호의 삽입, 송출이 용이해야 한다. 최근 국내에서는 방송국과 가전3사 공동 연구로 Korean Ghost Cancellation Reference(KGCR) 신호[1]을 개발하여 '95년 1월부터 시험 방송 중이며 가전 3사에서는 이 신호를 수신 받아 개발한 잔상 제거 시스템의 field test에 이용 중이다.

CC를 정확히 파악하는 데는 전송된 GCR신호와 수신 측의 기준 신호와의 correlation을 이용하고 있다. 일반적으로 CC후 data의 residual noise 제거를 위해 FIR필터를 적용하는데 FIR필터링에 의한 noise 제거는 임펄스 noise를 충분히 억압하지 못하고 원래의 peak 신호와 잔상 peak 신호를 억압하므로써 LMS 알고리즘에 근거한 잔상 제거 기법의 성능에 문제를 야기하고 있다. 즉 제거되지 못한 noise는 잔상으로 인식되어져서 처리되므로 화면에 떠 모양의 pattern 왜곡을 나타내기도 한다. 이것은 cc후 data에서 noise의 영향은 constant 영역에서 더 민감하기 때문이다. 따라서 이러한 constant 영역의 noise 성분을 제거하는 것이 필요하며, 대부분 CC 후 noise는 임펄스 성분이기 때문에 FIR필터링 보다는 임펄스 noise의 size를 검출한 후 median 필터링 기법으로 제거하는 것이 바람직하다[2].

본 논문에서는 cc data에 존재하는 임펄스 형태의 noise 성분을 잔상 신호와 분리하여 검출한 후 임펄스 noise 제거에 효과적인 median 필터링 기법에 의해 임펄스 형태의 noise를 제거함으로써 종래 잔상 제거 시스템에서 볼 수 있는 현상인 noise에 기인한 잔상의 오검출과 그에 따른 오동작 및 처리 속도의 저연율 방지할 수 있는 새로운 고스트 제거 알고리즘 개발을 목적으로 한다.

2. 새로운 잔상 제거 알고리즘

그림 1은 본 논문에서 제안하고자 하는 고스트 제거 알고리즘을 위한 블럭도이다.

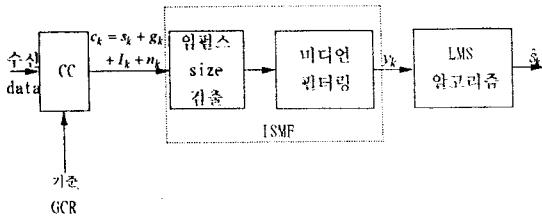


그림 1. 고스트 제거기 블럭도

CC블럭에서는 전송된 GCR신호와 수신 측의 기준 신호와의 correlation을 계산하여 채널 특성을 구한다. 여기서 CC된 data c_k 에는 신호 s_k , 잔상 g_k , 그리고 채널 임펄스 noise I_k 및 white gaussian noise n_k 가 혼합되어 존재한다. 다음 c_k 는 잔상과 임펄스를 구분하기 위한 임펄스 size 검출 블럭의 입력이 된다. 일반적으로 잔상 size는 임펄스 noise에 비해 충분히 길므로 다음에 제안하는 임펄스 size 검출 방법에 의해 임펄스 noise의 size 및 위치가 검출된다. 검출된 임펄스가 존재하는 data는 다음 미디언 필터의 입력이 된다. 미디언 필터에 의해 임펄스 noise가 제거된 data y_k 가 기존의 LMS알고리즘 블럭의 입력이 된다. 결국 y_k 는 신호와 고스트 그리고 white gaussian 형태의 noise만 존재하는 data가 된다. 최종적으로 LMS알고리즘을 적용한 후 잔상이 제거된 신호 \hat{s}_k 가 얻어진다.

2.1 채널 특성화[3]

GCR신호는 칼라버스트 신호 변화에 따라 4 혹은 8 필드 시퀀스 단위로 비디오 신호의 VBI 라인에 삽입되어 전송된다. 수신 단에서는 GCR capture라인을 조정하여 GCR신호의 위치를 조종하므로써 GCR 신호를 얻는다. 하지만 채널 상황이 noise 등에 의해 왜곡될 경우 수직 및 수평 동기가 불안하게 되므로 capture된 GCR 신호에 4필드내 다른 라인 및 동기화가 되지 않은 데이터가 포함되어 에러가 생기게 된다. 이런 한 점을 해결하기 위해 참고문헌 [3]에서는 다음과 같은 synchronous averaging 기법을 도입했다.

$$GCR = \frac{1}{4} [F_1 - F_4 + F_3 - F_2] \quad (1)$$

다음, $d_i(k)$ 를 i번째 필드 $F_i(k)$ 와 수신 단에서의 기준 GCR $R(k)$ 와의 cross-correlation의 절대값이라 하자.

$$d_i(k) = |\sum_{j=0}^{N-1} F_i(k+j)R(j)|, 1 \leq i \leq 4, 0 \leq k \leq 910 \quad (2)$$

여기서 N 은 GCR 길이이다. 식 (2)의 계산은 1필드 전송 시간내에 이루어져야 되며 최대 correlation peak의 위치는 $d_i(k)$ 의 레벨값으로 부터 쉽게 검출된다. 만약 $d_i(k)$ 의

레벨값이 주어진 threshold 값보다 크면 grab된 data는 버리고 다시 capture되어야 한다.

각 필드의 최대 correlation peak $I_1(0), I_2(0), I_3(0), I_4(0)$ 가 초기 시간 $t=0$ 에서 저장된 후 다음 연속되는 필드가 accumulate 되어 초기에 저장된 필드 메모리에 더해지고 processing은 $I_1(0)$ 에서 $M-1$ 까지 계속된다. 즉

$$F_i(k) = F_i[(k) + I_i(0) - I_i(j)], 0 \leq j \leq M \quad (3)$$

최종적으로 수신 단에서의 GCR 신호는 다음과 같이 얻어진다.

$$\begin{aligned} GCR = & \frac{1}{4M} [F_1(k) - F_4(k + I_1(0) - I_4(0)) \\ & + F_3(k + I_1(0) - I_3(0)) - F_2(k + I_1(0) - I_2(0))] \\ & 0 \leq k \leq 910 \end{aligned} \quad (4)$$

2.2 ISMF

Impulse size 검출 : CC후 data가 Cauchy 분포를 갖는 iid impulse noise에 의해 왜곡될 경우 임펄스 noise의 size를 검출하기 위해 다음과 같은 test statistic을 정의한다.

$$\begin{aligned} d_{+j} &\triangleq C_k + j - 1 - C_k + j, \quad j = 1 \rightarrow p \\ d_{-1} &\triangleq C_k - y_{k-1} \end{aligned} \quad (5)$$

여기서 y_{k-1} 은 샘플 시간 $k-1$ 에서의 다음에 정의되는 미디언 필터 출력이다. 최대 size가 3인 임펄스 size(즉 $p=3$)는 다음과 같이 결정된다.

```

if ( $d_{+3} > \tau_3$  and  $d_{-1} > \tau_3$ ) or ( $d_{+3} < -\tau_3$  and  $d_{-1} < -\tau_3$ )
    L = 3
else if ( $d_{+2} > \tau_2$  and  $d_{-1} > \tau_2$ ) or ( $d_{+2} < -\tau_2$  and  $d_{-1} < -\tau_2$ )
    L = 2
else if ( $d_{+1} > \tau_1$  and  $d_{-1} > \tau_1$ ) or ( $d_{+1} < -\tau_1$  and  $d_{-1} < -\tau_1$ )
    L = 1
else
    L = 0

```

여기서 L은 임펄스 size, 그리고 τ_1, τ_2, τ_3 은 threshold 값들이다. 만약 L 3이면, 위 알고리즘은 샘플 시간 k, k+1, k+2에서 임펄스 noise를 검출하게 되며, window 크기가 7, 5, 3의 미디언 필터로 임펄스 noise를 제거하게 된다. 검출 프로그래밍은 data 샘플 시간 k+3으로 shift 하여 계속된다. 만약 L 0이면 k위치에 임펄스 noise가 없는 경우므로 필터링 하지 않고 입력 data 자체를 남겨둔다. Size가 3보다 큰 임펄스 noise를 검출할 경우 식(5)의 p를 증가하여 detection step을 증가

하면 된다. 일반적으로 잔상의 최소 size는 15샘플 정도이고 임펄스 noise의 최대 size는 5정도이다.

필터링 레벨 : 미디언 필터 window 크기는 검출된 임펄스 noise의 size에 따라 결정된다. 만약 size 3인 임펄스가 검출되면 미디언 필터의 window 크기는 7이 되며 필터링 과정은 다음과 같이 진행된다.

$$\text{level 1 : } y_k^{(1)} = \text{med} \{ C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k, C_{k+1}, C_{k+2}, C_{k+3} \}$$

Center data는 level 1의 $y_k^{(1)}$ 에 의해 replace되어 다음 level 2의 필터 입력이 된다.

$$\text{level 2 : } y_{k+1}^{(2)} = \text{med} \{ C_{k-1}, y_k^{(1)}, C_{k+1}, C_{k+2}, C_{k+3} \}$$

Level 3에서는

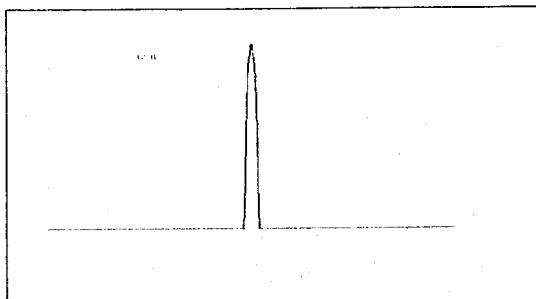
$$\text{level 3 : } y_{k+2}^{(3)} = \text{med} \{ y_{k+1}^{(2)}, C_{k+2}, C_{k+3} \}$$

3. 시뮬레이션 및 결론

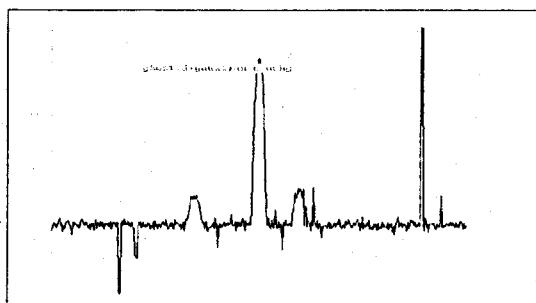
그림 2는 512 샘플의 original CC data를 나타낸다. 제안한 ISMF의 성능을 평가하기 위해 잔상 및 noise가 original CC data에 혼입된 신호가 그림 3에 표시되어 있다. 잔상은 original CC data 전후로 각각 50샘플, 80샘플 차이가 나며 noise는 mean=0, variance=100의 Gaussian noise와 parameter 5의 Cauchy 분포를 갖는 임펄스 noise로 고려했다. 그림 4는 그림 3의 신호를 입력으로 한 ISMF 출력을 나타낸다. ISMF 수행시 최대 임펄스 size는 5, 그리고 threshold 값은 $\tau_1=\tau_2=\tau_3=30$ 으로 가정했다. 그림 4에서 나타나듯이 CC 과정에서 생기는 임펄스 형태의 noise는 제거되고 original CC data, 잔상, 그리고 gaussian 형태의 noise만 존재 기준의 LMS 알고리즘의 입력이 된다.

본 논문에서는 CC과정에서 생기는 임펄스 형태의 noise를 기준의 LMS 알고리즘으로는 충분히 억압하지 못해 residual noise는 잔상으로 인식되어져 처리, 결국 화면에 띠 모양의 pattern 왜곡을 나타내는 것을 방지하기 위해 LMS 알고리즘의 사전 처리로써 ISMF를 제안했으며 임펄스 형태 noise 제거 성능을 확인했다. 향후 실제 TV의 4필드 시퀀스로 CC후 RF단에서의 잔상 및 noise를 혼입하여 제안된 ISMF의 출력을 기존 혹은 modified된 LMS 알고리즘의 입력으로 하여 최종 출력을 영상 신호로 변화하여 모니터에 display하고자 한다.

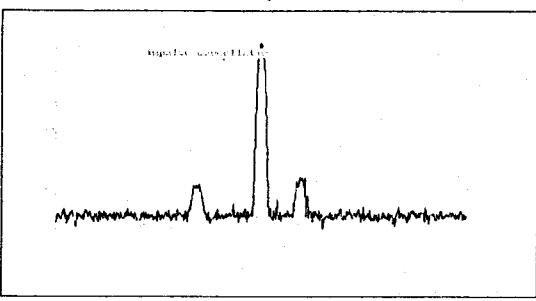
제안한 ISMF 알고리즘은 방송국에서 전송된 GCR 신호를 이용, correlation peak를 구하여 CC를 하는 모든 고스트 제거 시스템에 적용되며, 특히 DSP로 구현 가능하므로 기존 잔상 제거 시스템 board에 쉽게 내장될 수 있다. 국외[1]-[2] 및 국내에서는 adaptor 형태로 잔상제거 시스템을 개발하고 있으며 현재는 TV 내장형 잔상제거 board를 2-chip solution으로 개발 중이다. 잔상제거 알고리즘에 있어서는 각각 다른 CC 방법을 사용하지만 CC후 data 처리는 주로 FIR/IIR 필터링 기법에 의존하므로 임펄스 형태의 noise 성분에 기인한 화면의 띠 모양이 생기는 문제는 해결을 못하고 있는 실정이다.



(a) original cc data



(b) noisy cc data



(c) ISMF 출력

그림 2. ISMF 출력 : (a) original cc data,
(b) noisy cc data, (c) ISMF 출력

참고문헌

- [1] KBS, "Reference Signals for Ghost Cancelling in Television", *ITU-R Document H.24/46-E*
- [2] H.Hwang and R.A.Daddad, "Multilevel Nonlinear Filters for Edge Detection and Noise Suppression", *IEEE Trans. Signal Processing*, vol.42, pp.249-258, no.2, Feb., 1994.
- [3] K.B.Kim, J.Oh, M.H.Lee, H.Hwang, D.I.song, "A New Ghost Cancellation System," *the Proceeding of ICCE*, pp.288-289, June, 1994.
- [4] Craig B. Greenberg, "Ghost Cancellation System for the US Standard GCR," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol.39, no.4, Nov., 1993.
- [5] Shige Matsurra, "Development of a Ghost Technology for TV Broadcasting," *the Proceeding of NBT*, pp.229-238, Nov., 1990.