

# 강인한 고스트제거기준신호 포획방법

## (A Robust Method of Capturing Ghost Canceling Reference)

권성재, 정창진

(Sung-Jae Kwon, Chang-Jin Jung)

**요약** 고스트제거기는 수직공백구간 내에 삽입된 고스트제거기준신호 라인을 포획하여 송출된 신호가 채널을 경유하면서 겪은 왜곡을 정확히 추정하여야한다. 그런데 고스트가 심해지면 동기분리가 제대로 되지 않기 때문에 채널추정을 위한 데이터를 포획할 수 없게 된다. 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하고자 고스트제거기준신호의 상관특성을 활용해 프리 런(free run)하는 클록신호로 효과적으로 데이터를 획득하는 방법을 제안하고 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 검증하고자 한다. 고스트제거기준신호는 컬러 버스트를 제거하고 신호대잡음비를 개선하고자 4 필드에 걸쳐 그 극성이 반전되기 때문에 데이터 획득과정에서 수반되는 타이밍 지터 문제를 해결하는 방안도 제안한다. 시뮬레이션 결과 타이밍 지터 문제를 샘플간격의 약 4% 이하까지 고스트제거기준신호를 제대로 포획할 수 있음을 알 수 있었다.

**Abstract** Ghost cancelers need to accurately estimate the distortions suffered by transmitted signals on their way to receivers by capturing ghost canceling reference signals in the vertical blanking interval. As ghosts become much severer, sync separation tends to malfunction, making it impossible to acquire measurement data for channel estimation. This paper presents a robust method of acquiring ghost data using their correlation properties, and evaluates its performance through computer simulation. The reference signals are inserted in such a manner that the polarity alternates from one frame to another to remove color bursts and sync signals, and to increase the signal-to-noise ratio as well. As a result, however, they are prone to timing jitters. So a simple yet effective method is proposed that can correct for even fractional time delays. The timing errors are found to be less than about 4% of the sample spacing.

### 1. 서론

현행 애널로그 텔레비전 방송에서 가장 큰 장애요인 중의 하나는 송신기와 수신기 사이의 다중경로 현상으로 인해 수신기의 화면에 나타나는 고스트라고 할 수 있다. 수신기에서 고스트를 효과적으로 제거하기 위해서는 공중(over-the-air)채널의 특성을 파악할 수 있어야 한다.

국내 방송사에서는 이를 위해 수직공백구간에 고스트제거기준신호(ghost canceling reference; GCR)를 삽입해 송출해 수신기에서 채널특성을 파악할 수 있도록 하고 있다.

1993년 한국방송공사는 국내 가전 3사와 공동으로 서울 및 수도권 일대의 고스트 장애 현상을 조사한 바 있다. 많은 지역에서 텔레비전 수신장애가 있다고 호소하였다. 따라서 보다 양질의 수신환경을 제공하고자 컴퓨터 시뮬레이션, 실험실 및 필드 환경에서의 광범위한

테스트를 통해 한국 표준 고스트제거기준신호를 제정하였고 현재 방송 중이다[1].

고스트 제거기의 성능은 수직공백기간 내에 삽입된 고스트제거기준신호 라인을 포획하여 송출된 신호가 채널을 경유하면서 겪은 왜곡을 정확히 추정하여 고스트를 제거시키는 것이다. 그런데 문제점은 고스트가 발생하면, 특히 그 정도가 심해지면 동기분리가 제대로 되지 않기 때문에 채널추정을 위한 데이터를 확보할 수 없게된다.

본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하고자 수직공백기간에 실린 고스트제거기준신호의 자기상관특성을 이용해 고스트제거기준신호 라인을 강인하게 포획해 고스트 제거성능을 제고하고자 한다. 이는 고스트 제거 알고리즘의 성능이 아무리 우수하더라도 측정 데이터를 입수할 수 없으면 무용지물로 되어버리므로 본 논문에서는 고스트제거기준신호 라인을 찾아내는 효과적인 방법을 제안하고 시뮬레이션을 통해 그 타당성을 검증하고자 한다.

## 2. 고스트제거기준신호

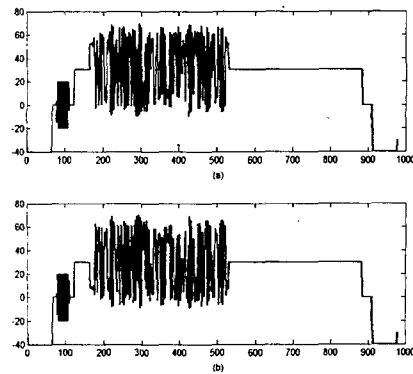
현재 방송 중인 고스트제거기준신호는 3치 시퀀스에 그 기반을 두고 있다. +1, 0, -1의 3가지 값으로 구성되어 있고 그 길이는 366이다 [2]. 표본화주파수  $f_s$ 는 표본화주기  $T_s$ 의 역수이며 컬러 부반송파 주파수의 4배로 되어 있으므로 14.318MHz이다[3]. 따라서 고스트제거기준신호의 지속시간은 25.6  $\mu$ s이다. 이는 텔레비전 수평주사선 한 라인에 해당하는 63.5  $\mu$ s보다 짧으므로 텔레비전 패턴발생기[4]를 통해 쉽게 삽입해 송출할 수 있다. 디지털화 된 고스트제거기준신호 데이터를 저장하고 있는 ROM을 액세스할 수 있도록 해주면 된다.

그림 1은 4.2MHz의 차단주파수로 저역통과 필터링한 3치 시퀀스가 콤팩트 비디오 신호에 실린 모습을 보여준다. 여기서 (a)와 (b)는 각각 정극성 및 부극성의 고스트제거기준신호를 나타낸다. 순서대로 수평동기 틱, 컬러 버스트, 페디스털, 고스트제거기준신호를 나타낸다. x축은 샘플 지수이고 y축은 IRE 단위이다.

수신기에서 고스트제거기준신호만 추출할 수

있도록 송신단에서는 고스트제거기준신호의 극성을 필드마다 반전시킨다. 이 때 색부반송파의 위상도 라인마다, 그리고 프레임마다 반전하므로 표 1에 명시된 것처럼 고스트제거기준신호의 극성이 필드마다 반전하도록 삽입해 주어야 한다.

수신기에서는 (필드 1 - 필드 2 + 필드 3 - 필드 4)의 연산을 수행해 수평동기신호, 컬러버스트는 상쇄시키고 고스트제거기준신호만 얻도록 한다.



<그림 1> 고스트제거기준신호

<표 1> 고스트제거기준신호의 전송방법

필드번호	1	2	3	4
색부반송파 위상	+	-	-	+
기준신호 극성	정극성	부극성	정극성	부극성

## 3. 성능 평가

고스트제거기준신호 라인을 찾기 위해 A/D 변환기를 거쳐 입력되는 신호와 3치 시퀀스와의 상호상관함수를 구한다. 상호상관함수가 최대치 및 최소치가 되는 라인 각각이 바로 정극성 및 부극성의 고스트제거기준신호가 들어있는 라인이 된다.

3치 시퀀스의 자기상관함수를 그림 2에 나타내었다. 주엽의 최대치는 169이고 측엽의 최대 레벨은 10과 -10이다. 주엽에 대한 측엽의 상

대 레벨은 -25dB이다. 이 정도의 값이면 고스트 제거기준신호 라인을 분리하는데 충분하지만 채널특성을 파악하려면 자기상관특성이 이보다 더 양호한 특성을 가질 필요가 있다.

그림 1의 신호와 3치 시퀀스간의 상호상관함수를 그림 3에 제시한다. 그림 3(a)는 정극성의 고스트제거기준신호가 있는 경우에 해당하고 그림 3(b)는 부극성의 고스트제거기준신호가 있는 경우에 해당한다. 피크 및 벨리 값이 발생하는 시점이 고스트제거기준신호가 삽입된 위치에 해당한다.

정극성과 부극성의 고스트제거기준신호를 시간 축 상에서 일치시킨 후 감산과정을 시행하면 컬러 버스트 및 동기부분이 제거된 전송채널을 거친 순수한 고스트제거기준신호만을 추출해낼 수 있다. 그런데 실제에 있어서는 전송채널의 주파수특성, 특히 위상특성 및 A/D변환기에 인가되는 표본화 클럭의 타이밍 지터 때문에 섭샘플 단위의 시간지연이 생겨 이를 제대로 보상해주지 않으면 순수한 고스트제거기준신호만을 추출해낼 수 없게 된다.

정극성 및 부극성의 고스트제거기준신호를 각각  $a(n)$ 과  $b(n)$ 이라고 하고 후자가  $T_s$ 보다 적은 값인  $\tau$ 만큼 지연된 경우 얻어지는 신호  $r(n)$ 을 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$r(n) = a(n) - b(n) * IDFT[e^{-j2\pi n\tau/N}] \quad (1)$$

여기에서 \*는 컨볼루션을, IDFT는 역이산변환을,  $N$ 은 데이터 길이를 나타낸다.  $\tau/T_s$ 가 정수이면 IDFT는 z-변환에서처럼 샘플단위의 지연이 된다. 식(1)의 마지막 항의 지터가 제대로 보상이 되면 다음 식으로 쓸 수 있다.

$$r(n) = a(n) - b(n) = 2a(n) \quad (2)$$

스태틱 고스트 환경에서 필드 프로세싱을 하게 되면 신호 전압은 2배로 되게되고 잡음은  $\sqrt{2}$ 로 되므로(필드 간 상관성이 없는 경우) 신호대잡음비는  $\sqrt{2}$ 배만큼 증가한다. 결과적으로 3치 시퀀스 고스트제거기준신호는 4 필드 프로세싱을 하게되므로 신호대잡음비는 2배로 된

다.

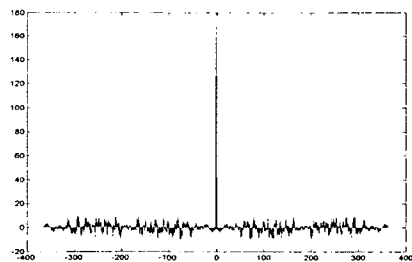
시간 축 상에서의 정극성과 부극성 고스트제거기준신호간의 미스얼라인먼트 문제를 해결하고자 본 논문에서는 샘플단위의 지연은 상관함수가 최대로 되는 위치에서 구하고 섭샘플 단위의 시간지연을 추정하는 간단한 방법을 제안하고 그 타당성을 검증하고자한다.

본 방법은 상관함수의 최대치와 그 양쪽으로 바로 인접한 상관함수 값을 이용하여 3점 모두를 지나는 포물선을 구한 후 그 포물선이 최대로 되는 시점을 섭샘플 시간지연으로 추정한다. 그림 3에서 볼 수 있듯이 정수단위의 샘플지연은 제대로 추정됨을 알 수 있다.

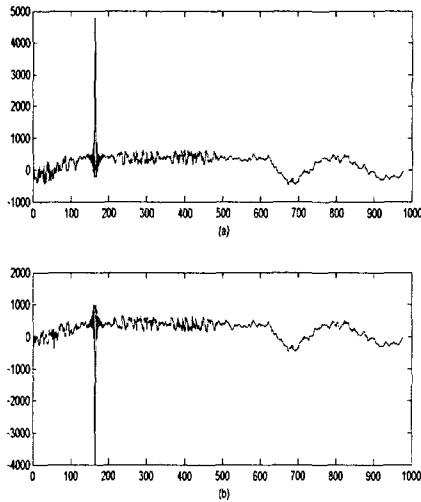
섭샘플단위의 시간지연에 대해서는 섭샘플 시간지연이 표본화주기의 0.01부터 0.99까지 0.01의 스텝으로 증가하는 경우  $a(n)$ 을 지연시키고 그 출력을 3치 시퀀스와 상호상관연산을 한 후 그 최대치와 좌우 한 샘플에 이차 피팅 과정을 적용해 얻은 시간지연 값을 구해보았다. 그림 4(a)에 추정치를 보였고 (b)에 추정오차를 보였다. y축은 표본화주기로 정규화 하였다. 시간지연이  $0.5 T_s$ 일 때를 기준으로 반대칭적인 (antisymmetric) 특성을 보여주고 있다.

정극성과 부극성 고스트제거기준신호 사이의 시간지연 차를 상쇄시킨 후 필드 연산을 행해주면 순수한 고스트 성분만 얻게되고 적응필터링 알고리즘[5, 6]을 수행하면 고스트를 제거할 수 있다.

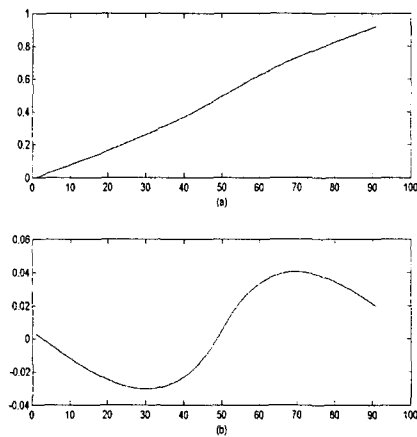
정극성 또는 부극성의 고스트제거기준신호 중 하나를 미세 지연하기 위해서는 이상적인 보간 공식인 싱크 보간식을 사용하면 된다.



<그림 2> 3치 시퀀스의 자기상관함수



<그림 3> 고스트제거기준신호와 3차 시퀀스간의 상호상관함수



<그림 4> 시간지연 추정치 및 오차

#### 4. 결론

본 논문에서는 3차 시퀀스의 우수한 상관 특성을 이용해 채널의 고스트 특성을 알 수 있도록 해주는 고스트제거기준신호를 강인하게 포획할 수 있는 방법을 제안하였다.

이차 피팅 과정을 통해 샘플 단위의 지연 까지도 알아내어 순수한 고스트 신호 성분만

을 추출할 수 있음을 시뮬레이션을 통해 보였다. 정극성 및 부극성의 고스트제거기준가 시간 축 상에서 제대로 얼라인되지 못하면 컬러 버스트 등의 성분이 남게 되므로 고스트 제거 연산에 악영향을 미치게 된다.

애널로그 텔레비전에서의 고스트 문제는 작년 말부터 본방송이 개시된 디지털 텔레비전 방송의 도래로 인하여 그 심각성이 완화된 듯하지만 디지털 텔레비전 수신기가 국내에 완전히 보급될 때까지는 사이멀캐스트 방식으로 애널로그 텔레비전 방송이 계속 진행되므로 반드시 다루어야 할 문제로 계속 남아 있다. 디지털 텔레비전에서는 다중경로 페이딩으로 작용하기 때문에 방송 자체가 수신이 되지 못하는 결과로 나타남에 유의할 필요가 있다.

잡음이 있는 경우와 실험 데이터에 대해서 제안한 방법의 성능 평가가 필요하며 시간지연 추정성능을 더욱 개선시키는 전략이 요망된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] TV고스트 제거시스템 공동개발단, "TV 고스트 제거시스템 개발," 1993. 9.
- [2] V. P. Ipatov, "Ternary sequences with ideal periodic autocorrelation properties," Radio Engr. Elect. Physics, vol. 24, no. 10, pp. 75-79, 1979.
- [3] B. Grob and C. E. Herndon, Basic Television and Video Systems, 6th ed., McGraw-Hill, New York, N.Y., 1999.
- [4] Tektronix, 1910 NTSC digital test signal generator and inserter.
- [5] B. Widrow and S. D. Stearns, Adaptive Signal Processing, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1985.
- [6] S. Haykin, Adaptive Filter Theory, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1986.