

論文99-36S-12-5

변형된 색상가중 휘도복조 방식에 의한 고채도 영상의 색경계 보정

(Color Edge Correction of Highly Saturated Color Pictures by Modified Hue-Weighted Luminance Demodulation)

崔德圭*, 李光淳*, 宋奎翼*

(Duk-Kyu Choi, Kwang-Soon Lee and Kyu-Ik Sohng)

요약

일반적인 컬러 텔레비전 시스템에서는 색차신호의 대역제한으로 인하여 고채도 영상의 색경계 부분이 열화된다. 본 논문에서는 경계부분의 열화를 보정하기 위해 잡음의 영향을 적게 받는 변형된 색상가중 휘도복조 방식을 제안하였다. 제안 방식에서는 색차신호의 미분치의 대역제한된 휘도신호의 미분치의 비로써 색상가중치를 구하였다. 색신호의 분리가 양호한 경우, 1차 저역통과 필터를 거친 색차신호와 휘도 신호는 이론적으로 거의 완전한 보정을 할 수 있다. 또한 잡음이 있는 화상인 경우 제안 방식으로 보정하는 과정에서 미분처리에 따른 임펄스성 잡음이 수반될 수 있으며 이를 제거하기 위한 잡음저감 방법도 함께 고려하였다. 잡음이 있는 화상을 사용한 컴퓨터 모의실험을 통해서 고채도 컬러영상의 경계영역에서 해상도의 향상과 함께 대역확장의 효과를 확인하였다.

Abstract

In conventional color television systems color edges of highly saturated color pictures are deteriorated because of bandwidth limitation of the color-difference signal. In this paper a modified hue-weighted luminance demodulation method with low noise is proposed for the edge correction. The weighting coefficients are given by ratios of the gradient of color-difference signal to the gradient of band-limited luminance signal. Proposed method is theoretically complete for the 1st order lowpassed color-difference signals and well separated luminance/chrominance signal. Noise reduction technique is also considered because of impulse noise generation in the gradient ratio processing of noisy pictures. In computer simulation with noisy pictures proposed technique gives a visual effect of the bandwidth expansion and detail improvement in highly saturated color edge area.

1. 서론

현행 NTSC 컬러 TV 시스템에서는 R, G, 및 B 신호를 Y, I, 및 Q 신호로 변환시켜 송신하며, 색차 신호인 I 및 Q 신호에 대하여 각각 1.5 및 0.5 MHz로 대역

을 제한하고 있다. 따라서 TV 수상기에서는 색신호의 대역폭보다 높은 주파수 성분을 갖는 경계선 등에서 휘도 및 채도 저하가 발생한다. 이것은 화질 저하를 야기시키는 원인이 되며, 그 영향은 특히 고채도 화상에서 뚜렷하게 나타난다.^{[1]-[3]} 이 문제는 NTSC방식이 생긴 이래로 계속 지적되어 왔고, 크게 송상기측 및 수상기측으로 나누어 그 해결책을 찾아왔다.^{[4], [6]}

송상기측 보정 방법은 수상기측에서의 휘도 저하량을 미리 송상기측에서 보정하여 전송하는 방법으로 연구되어 왔다.^{[1], [4], [5]}

* 正會員, 慶北大學校 電子電氣工學部

(School of Electronic & Elec. Eng., Kyungpook National Univ.)

接受日字:1999年4月24日, 수정완료일:1999年10月21日

吉木 등^[6]은 고채도 화상의 화질 개선을 위한 수상기 측 보정방법으로서 색상가중 휘도복조 방식을 제안하였다. 이 방식에서는 휘도신호의 고역부에 가중치를 곱하여 손상된 고역부를 보정하도록 하였다. 그러나 보정하고자 하는 신호의 고역부에 대한 방향성을 고려하지 않고 가중치를 구함으로서 색경계 부분에서의 보정은 큰 효과를 얻지 못 하였다.

본 논문에서는 색신호의 대역폭보다 높은 주파수 성분을 갖는 경계선 등에서 휘도 및 채도 저하를 보정하기 위한 변형된 색상가중 휘도복조 방식을 제안하였다. 제안 방식은 색차신호 저역부 미분값과 휘도신호 저역부 미분값의 비로 보정해야 할 고역부의 가중치로 결정하였다. 또한 가중치가 미분값의 비로 구해짐으로 인하여 잡음이 섞인 화상에서 발생할 수 있는 임펄스성 잡음을 줄이는 방법도 제시하였다. 제안한 방식으로 화상을 처리해 본 결과, 높은 주파수 성분을 갖는 색경계 부분에서 특히 보정효과가 두드러져 고채도 화상의 색경계 부분에서 화질을 크게 개선함을 확인하였다.

II. 이 론

1. 색차신호의 대역제한으로 인한 고채도 화상에서의 문제점

일반적으로 텔레비전 수상기에서는 회로의 간편성으로 인하여 색신호 (chrominance signal)를 R-Y 및 B-Y축으로 복조하며, 이들의 대역폭을 모두 0.5 MHz로 제한하고 있다. 이 경우 복조된 R_r , G_r , 및 B_r 신호는 색차신호와 휘도신호 Y 가 합해져서 각각

$$\begin{aligned} R_r &= (R-Y)_L + Y = R_L + Y_H \\ G_r &= (G-Y)_L + Y = G_L + Y_H \\ B_r &= (B-Y)_L + Y = B_L + Y_H \end{aligned} \quad (1)$$

로 된다. 여기서 L 및 H 는 각각 0.5 MHz이하의 저역부 및 0.5 MHz이상의 고역부를 의미한다. 또한 휘도신호의 고역부 Y_H 는

$$Y_H = 0.30R_H + 0.59G_H + 0.11B_H \quad (2)$$

이다.

현행 TV시스템에서 색차신호의 대역제한으로 인한 고채도 화상에서의 문제점을 그림 1에서와 같이 구형

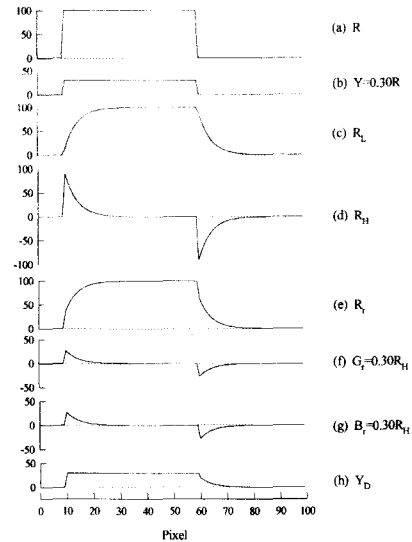


그림 1. 100% R만의 신호에 대한 현행 시스템에서의 신호파형

Fig. 1. Signal waveform in the conventional system for only 100% R signal.

펄스신호를 이용하여 간단히 설명할 수 있다. 100% R만의 펄스신호로 구성된 파형을 그림 1의 (a)에 나타내었으며, 이의 휘도신호 Y 는 R 신호의 30%이므로 그림 1의 (b)에서와 같이 나타난다. 수상기측에서 복조된 R_r , G_r , 및 B_r 신호는 식 (1) 및 식 (2)에 의해서 각각

$$\begin{aligned} R_r &= R_L + Y_H = R_L + 0.30R_H \\ G_r &= G_L + Y_H = 0.30R_H \\ B_r &= B_L + Y_H = 0.30R_H \end{aligned} \quad (3)$$

가 되며, 여기서 R_L 및 R_H 신호는 각각 그림 1의 (c) 및 (d)에서와 같다. 따라서 R_r , G_r , 및 B_r 신호는 각각 그림 1의 (e), (f), 및 (g)로 나타난다. 그림 1의 (f), (g)에서 휘도신호의 고역부가 원래 없었던 G_r , 및 B_r 신호에 나타남을 알 수 있다. 이와 같은 G_r , 및 B_r 신호는 디스플레이에 재현된 상에 나쁜 영향을 미치게 된다. 그 중 하나는 신호의 상승에지 부분에서 R신호 이외에 G 및 B신호가 혼합되어 R의 채도를 저하시키는 것이다. 한편 신호의 하강에지 부분에서의 G_r , 및 B_r 신호는 음 (negative)의 값으로 나타나며, 이것은 실제적으로 수상관의 차단 바이어스보다 낮은 값으로 작용하기 때문에 상의 밝기에는 아무런 기여를 하지

못한다. 따라서, 하강에서 부분의 발광 휘도는 R_L 만의 신호에 의해서 결정되므로 디스플레이 상의 휘도 Y_L 는

$$\begin{aligned} Y_L &= 0.30R_L + 0.59G_L + 0.11B_L \\ &= 0.30(R_L + 0.30R_H) \\ &= Y_L + 0.30Y_H \end{aligned} \quad (4)$$

와 같이 나타나게 된다. 즉, 발광휘도는 R_L , G_L , 및 B_L 신호의 양(positive)의 전압만을 합한 것이므로 그림 1의 (h)에서와 같이 신호의 하강에서 부분에서 화면이 떠오른 듯이 보이는 '떠오름 현상'이 생긴다. 또한 식 (4)로부터 발광휘도의 저역부에서는 이득저하가 일어나지 않지만, 고역부에서는 0.3배의 이득저하가 일어남을 알 수 있다. 이는 색차신호의 대역이 Y 신호보다 좁게 대역제한을 했기 때문에 일어나는 현상이다.

2. 색상가중 휘도복조 방식

색상가중 휘도복조 방식에서는 각각의 R , G , 및 B 신호의 저역부와 휘도신호 저역부의 비로써 구한 가중치를 휘도신호의 고역부에 곱하여 손상된 고역부를 보정하도록 하였다^[6]. 이때 보정된 신호 $\bar{R}(t)$, $\bar{G}(t)$, 및 $\bar{B}(t)$ 는

$$\begin{aligned} \bar{R}(t) &= R_L(t) + \frac{R_L(t)}{Y_L(t)} Y_H(t) \\ \bar{G}(t) &= G_L(t) + \frac{G_L(t)}{Y_L(t)} Y_H(t) \\ \bar{B}(t) &= B_L(t) + \frac{B_L(t)}{Y_L(t)} Y_H(t) \end{aligned} \quad (5)$$

로 주어진다. 만약 100% R 신호만의 고채도 화상일 때, 보정된 신호는 식 (5)에 의해서

$$\begin{aligned} \bar{R}(t) &= R_L(t) + \frac{R_L(t)}{0.30R_L(t)} 0.30R_H(t) = R_L(t) + R_H(t) \\ \bar{G}(t) &= 0 + \frac{0}{0.30R_L(t)} 0.30R_H(t) = 0 \\ \bar{B}(t) &= 0 + \frac{0}{0.30R_L(t)} 0.30R_H(t) = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

와 같게 되고, 보정된 신호는 원 신호와 같아짐을 알 수 있다.

그러나, 색상가중 휘도복조 방식은 다른 두가지 색으로 색경계를 이루는 부분에서의 보정에는 효과를 얻지 못하였으며, 이에 대한 문제점을 그림 2의 (a)에 나타난 100% R 및 G 신호로 색경계를 이루고 있는 펄스

신호에 대해서 고찰해 보았다. 이 경우의 휘도신호 Y 는 그림 2의 (b)에서와 같고, 대역제한된 R 신호의 저역부 R_L 과 고역부 R_H 는 각각 그림 2의 (c) 및 (d)에서와 같이 나타난다. 또한 Y 신호의 저역부 Y_L 및 고역부 Y_H 는 각각 그림 2의 (e) 및 (f)에서와 같이 나타난다. 복조된 R_L 은 식 (1)로부터 저역부 R_L 에 휘도신호의 고역부 Y_H 가 합해져 있으므로 이의 올바른 보정은 휘도신호의 고역부 Y_H 로부터 원 신호 R 의 고역부 R_H 를 만들으로써 이루어져야 한다. 따라서 그림 2의 이점 쇄선으로 표시된 영역에서 양의 값 Y_H 로부터 음의 값 R_H 로 보정되기 위한 가중치의 부호는 음이 되어야 한다. 그러나 색상가중 휘도복조 방식은 그림 2의 (g)에서 보인 바와 같이 표시된 영역에서 가중치의 부호를 양으로 잘 못 결정하고 있다. 이와 같이 잘못 결정된 가중치의 부호로 인한 보정된 신호 \bar{R} 는 왜곡된 신호로 변형되게 된다. 이를 그림 2의 (h)에 보았다. 이러한 오류는 인접한 G 신호에 대해서도 마찬가지로의 결과를 초래하게 된다.

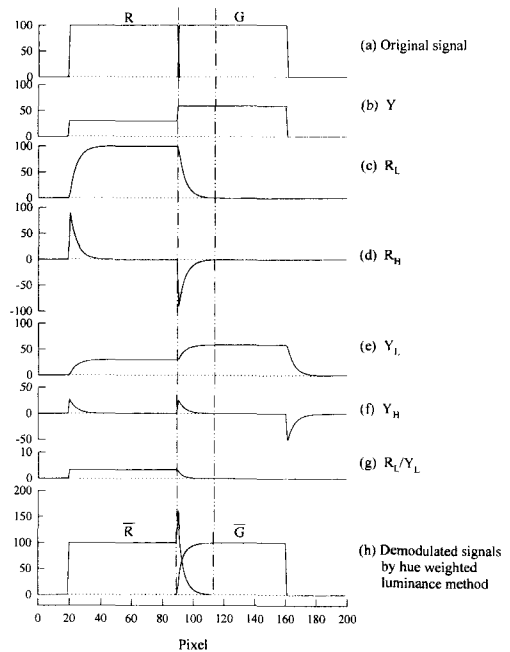


그림 2. R 및 G 신호로 색경계를 이루는 신호에 대한 색상가중 휘도 복조방식에 의한 보정

Fig. 2. Correction by the hue-weighted luminance demodulation for R and G signal waveforms in color edge.

III. 제안 방식

1. 제안한 변형된 색상가중 휘도복조 방식

본 논문에서는 고채도 화상의 수상기측 화질 개선 방법으로 보정해야 할 고역부의 가중치에 대한 올바른 부호의 정보를 찾는 변형된 색상가중 휘도복조 방식을 제안하였다. 새로운 가중치는 색신호 저역부 미분값과 휘도신호 저역부 미분값의 비로 정의하였고, 보정된 신호 $\bar{R}(t)$, $\bar{G}(t)$, 및 $\bar{B}(t)$ 는

$$\begin{aligned} \bar{R}(t) &= R_L(t) + \frac{dR_L(t)/dt}{dY_L(t)/dt} Y_H(t) = R_L(t) + W_R Y_H(t) \\ \bar{G}(t) &= G_L(t) + \frac{dG_L(t)/dt}{dY_L(t)/dt} Y_H(t) = G_L(t) + W_G Y_H(t) \\ \bar{B}(t) &= B_L(t) + \frac{dB_L(t)/dt}{dY_L(t)/dt} Y_H(t) = B_L(t) + W_B Y_H(t) \end{aligned} \quad (7)$$

로 주어진다.

수학적으로 정규화된 1차 버터워스 (Butterworth) 저역통과 필터의 전달함수 $H(j\omega)$ 는

$$H(j\omega) = \frac{1}{(j\omega+1)} \quad (8)$$

로 주어진다. 임의의 신호 $X(j\omega)$ 는 저역부 $X_L(j\omega)$ 와 고역부 $X_H(j\omega)$ 로 나누어서

$$X(j\omega) = X_L(j\omega) + X_H(j\omega) \quad (9)$$

로 표현될 수 있다. 여기서 저역부 $X_L(j\omega)$ 는 식 (8)를 이용하여

$$X_L(j\omega) = \frac{1}{(j\omega+1)} X(j\omega) \quad (10)$$

로 나타낼 수 있고, 고역부 $X_H(j\omega)$ 는 $X(j\omega)$ 에서 저역부 $X_L(j\omega)$ 를 뺀 것이므로

$$X_H(j\omega) = X(j\omega) - X_L(j\omega) = \frac{j\omega}{(j\omega+1)} X(j\omega) \quad (11)$$

로 주어진다.

한편 $X_H(j\omega)$ 에 휘도신호의 고역부 $Y_H(j\omega)$ 로 주파수 영역에서 컨벌루션(convolution)을 취하고, $Y_H(j\omega)$

를 전달함수와 원신호 $Y(j\omega)$ 의 곱으로 표현하면

$$X_H(j\omega) * Y_H(j\omega) = X_L(j\omega) * \frac{j\omega}{(j\omega+1)} Y(j\omega) \quad (12)$$

가 된다. 여기서 *는 컨벌루션을 의미한다. 마찬가지로 $X_H(j\omega)$ 를 전달함수와 원신호 $X(j\omega)$ 의 곱으로 표현하면

$$X_H(j\omega) * Y_H(j\omega) = \frac{j\omega}{(j\omega+1)} X(j\omega) * Y_H(j\omega) \quad (13)$$

가 된다. 식 (12)와 식 (13)의 우변은 등식이므로

$$X_H(j\omega) * \frac{j\omega}{(j\omega+1)} Y(j\omega) = \frac{j\omega}{(j\omega+1)} X(j\omega) * Y_H(j\omega) \quad (14)$$

가 성립한다. 또한 식 (14)에서 $Y(j\omega) = (j\omega+1) Y_L(j\omega)$ 이고 $X(j\omega) = (j\omega+1) X_L(j\omega)$ 이므로

$$X_H(j\omega) * j\omega Y_L(j\omega) = j\omega X_L(j\omega) * Y_H(j\omega) \quad (15)$$

로 표현될 수 있다. 식 (15)을 시간영역으로 변환하여 표현하면

$$X_H(t) \frac{dY_L(t)}{dt} = \frac{dX_L(t)}{dt} Y_H(t) \quad (16)$$

가 된다. 따라서 식 (16)을 원신호의 고역부 성분인 $X_H(t)$ 로 나타내면

$$X_H(t) = \frac{dX_L(t)/dt}{dY_L(t)/dt} Y_H(t) = W_X Y_H(t) \quad (17)$$

로 주어진다. 여기서 W_X 는 가중치를 나타내며

$$W_X = \frac{dX_L(t)/dt}{dY_L(t)/dt} \quad (18)$$

이다. 그러므로 식 (18)를 사용하면 신호의 고역부 성분을 완전히 보정할 수 있음을 알 수 있다.

2. 제안 방식의 잡음 취약성에 대한 대처

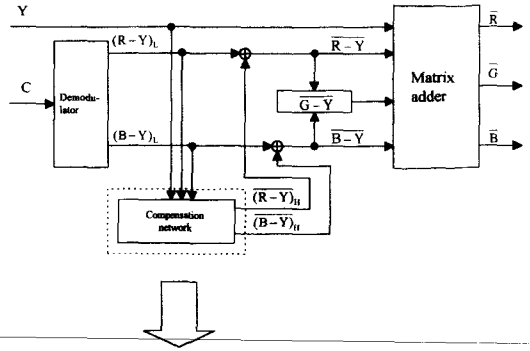
제안한 가중치가 잡음이 섞인 일반 화상에 적용될 경우 가중치가 미분값의 비로 계산되기 때문에 잡음에 의한 가중치 분모의 오차는 임펄스성 잡음으로 나타난다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 계산한 가중치의 절대값이 특정 문턱값(threshold value) 이하이면 제안한 방식의 가중치를 적용하고, 이상이면 가중치의 부호만을 고려해 주도록 하였다. 이를 슈도 코드(pseudo

code)로 나타내면 다음과 같다.

```

if ( | weighted_value | < threshold ) {
    weighted_value = proposed_weighted_value;
}
else {
    weighted_value = sign(proposed_weighted_value);
}
    
```



여기서 문턱값은 가중치의 분모성분인 Y 신호에 대한 기여도가 가장 작은 B 신호의 가장 큰 가중치인 $1/0.11 = 9.09$ 를 근거로 10으로 정하였다.

3. 현행 TV 시스템을 위한 간소화

현행 TV 시스템과 같이 색차신호로 복조하는 경우에도 제안 방식을 그대로 적용할 수 있다. 이 경우의 복조된 색차신호 $\overline{R-Y}$, $\overline{B-Y}$, 및 $\overline{G-Y}$ 는

$$\begin{aligned}
 \overline{R-Y} &= (R-Y)_L + [W_{(R-Y)} \text{ OR } \text{sign}(W_{(R-Y)})]Y_H \\
 \overline{B-Y} &= (B-Y)_L + [W_{(B-Y)} \text{ OR } \text{sign}(W_{(B-Y)})]Y_H \\
 \overline{G-Y} &= -0.51\overline{R-Y} - 0.19\overline{B-Y}
 \end{aligned}
 \tag{19}$$

이다. 여기서 가중치는

$$\begin{aligned}
 W_{(R-Y)} &= \frac{d(R-Y)_L/dt}{dY_L/dt} \\
 W_{(B-Y)} &= \frac{d(B-Y)_L/dt}{dY_L/dt}
 \end{aligned}
 \tag{20}$$

로 정의된다.

상기 방법에 의한 신호처리를 위해서 현행 시스템에서 보정회로를 넣어야 할 위치와 그 구체적인 블록 다이어그램을 그림 3에 나타내었다.

IV. 실험 결과 및 고찰

제안 방식의 성능을 확인하기 위하여 컴퓨터 모의실험을 행하였다. 실험에서는 0.5MHz의 차단 주파수를 가진 저역 통과 필터를 전달함수가

$$H(z) = \frac{0.0993(1+z^{-1})}{1-0.8013z^{-1}}
 \tag{21}$$

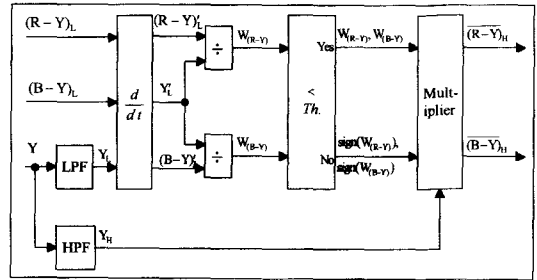


그림 3. 제안한 보정방식의 신호처리 블록 다이어그램
 Fig. 3. Block diagram of signal processing for the proposed compensation method.

로 주어진 1차 버터워스(Butterworth)의 디지털 필터를 사용하였고, 샘플링 주파수는 $4f_{sc}$ 이다.

먼저 R 과 G의 두가지 색으로 색경계를 이루는 그림 2의 신호에 대해서 제안방식으로 처리된 결과를 그림 4에 보였다. 제안 방식에서 R 신호에 대한 가중치를 얻기 위해 R 신호 저역부 R_L 의 미분값 dR_L 및 Y 신호 저역부 Y_L 의 미분값 dY_L 를 계산하고, 이를 그림 4의 (d) 및 (e)에 나타내었다. 이 두 신호의 비로 주어진 가중치 W_R 는 그림 4의 (f)에서와 같다. 이렇게 얻어진 가중치 W_R 를 휘도신호 고역부 Y_H 에 곱하여 보정된 신호는 원 신호 R의 고역부 R_H 로 정확히 재현하였으며, 이를 그림 4의 (h)에 나타내었다. 이는 그림 4의 이점 선택으로써 표시된 R 신호의 하강에서 양의 값 Y_H 로부터 음의 값 R_H 로 보정되기 위한 제안 방식의 가중치의 부호가 음으로 올바르게 찾아내기 때문이다. 한편 G 신호에 대해서도 동일한 원리가 적용되며, 제안방식으로 보정된 신호는 그림 4의 (i)에 보인 바와 같이 올바르게 보정됨을 알 수 있다.

한편 잡음이 섞인 화상에서 제안 방식의 효과를 검토하기 위하여 백색 잡음 (white noise)을 컬러바 (color bar) 화상과 PEN 화상에 첨가하여 처리하였다.

실험 화상으로 사용한 칼러바 및 PEN 화상은 256레벨 밝기값을 갖는 256×256 크기의 경계부분이 뚜렷한 칼러 화상이다. PSNR (power signal noise ratio)이 30dB 인 백색 잡음이 섞인 칼러바 및 PEN 화상에 대하여 모의 실험한 결과는 그림 5 및 그림 6에 나타내었다. 그림 5 및 그림 6의 (b)에 나타낸 바와 같이 현행 시스템에 의해 처리된 화상에서는 색차신호의 대역제한으로 인하여 높은 주파수 성분을 갖는 색경계 부분에서의 휘도 및 채도 저하가 있음을 알 수 있고, 또한 그림 5 및 그림 6의 (c)에 나타낸 바와 같이 색상가중 복조 방식에 의해 처리된 화상에서는 올바른 보정이 이루어지지 않음을 알 수 있다. 그러나 그림 5 및 그림 6의 (d)와 (e)에 나타낸 바와 같이 제안방식으로 처리된 화상에서의 색경계 부분은 손상된 고역부의 휘도 및 채도 저하가 뚜렷이 보정됨을 알 수 있다. 그리고 잡음이 있는 화상에서 가중치가 미분비로 계산됨으로써 나타나는 임펄스성 잡음이 유발된 화상을 그림 5 및 그림 6의 (d)에 나타내었고, 제안한 잡음제거법에 의해서 효과적으로 제거할 수 있음을 그림 5 및 그림 6의 (e)에서 알 수 있다.

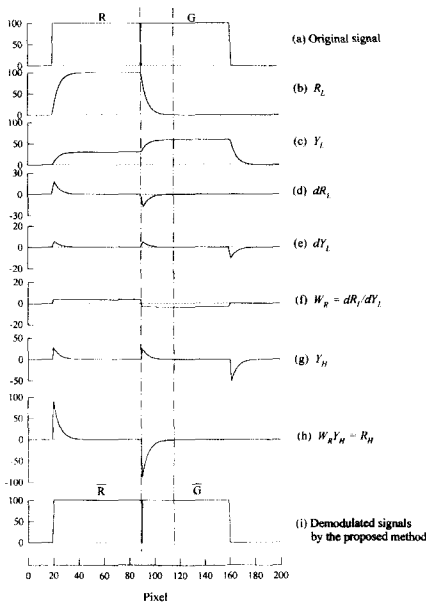


그림 4. R 및 G 신호로 색경계를 이루는 신호에 대한 제안 방식에 의한 보정
 Fig. 4. Correction by the proposed method for R and G signal waveforms in color edge.

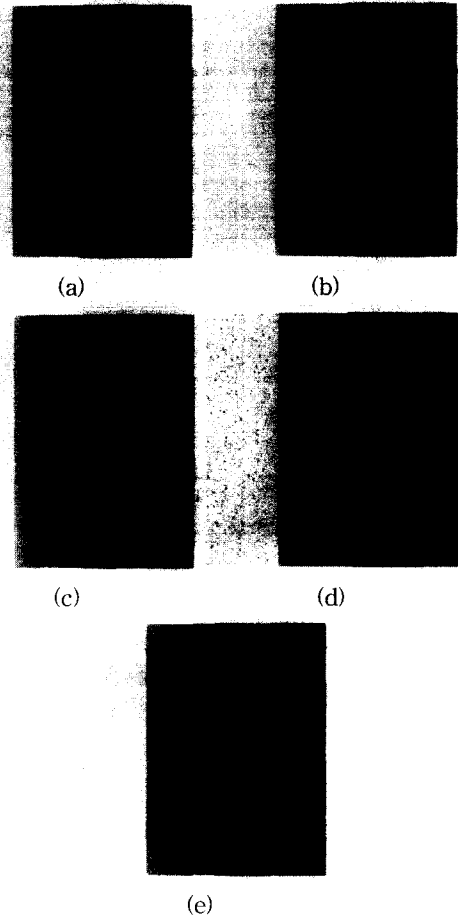
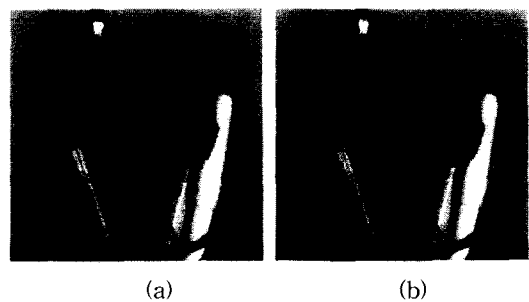


그림 5. 칼러바 화상에 대한 처리된 결과: (a) PSNR이 30dB인 백색 잡음이 섞인 원 화상; (b) 현행 NTSC 시스템; (c) 吉木 방식; (d) 잡음 제거를 하지 않은 제안 방식; (e) 잡음 제거를 한 제안 방식

Fig. 5. Processed results for color bar images: (a) Original image with white noise of PSNR=30dB; (b) conventional NTSC system; (c) 吉木's method; (d) proposed method without noise reduction; (e) proposed method with noise reduction.



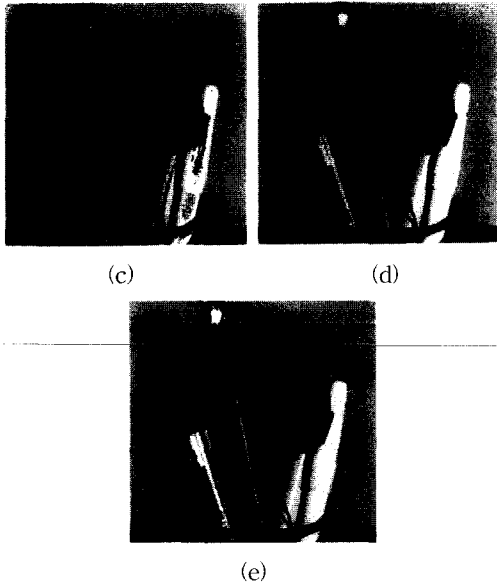


그림 6. PEN 화상에 대한 처리 결과: (a) PSNR이 30dB인 백색 잡음이 섞인 원 화상; (b) 현행 NTSC 시스템; (c) 吉木 방식; (d) 잡음 제거를 하지 않은 제안 방식; (e) 잡음 제거를 한 제안 방식

Fig. 6. Processed results for PEN images: (a) Original image with white noise of PSNR=30dB; (b) conventional NTSC system; (c) 吉木's method; (d) proposed method without noise reduction; (e) proposed method with noise reduction.

V. 결 론

본 논문에서는 고채도 화상의 수상기측 화질개선 방법으로 색상가중 휘도복조 방식을 변형하여 보정해야 할 고역부의 방향성에 대한 올바른 정보를 찾도록 색 신호 저역부 미분값과 휘도신호 저역부 미분값의 비로 정의되는 새로운 가중치를 제안하였다. 또한 제안 방식

으로 잡음이 있는 화상을 보정하는 과정에서 가중치가 비분비로 계산됨에 따라 나타날지도 모를 임펄스성 잡음에 대한 대처 방안도 함께 강구하였다.

실험결과 본 방식은 잡음이 없는 고채도 화상의 경우 거의 완벽하게 색경계 부분을 보정하는 능력이 있고 또한 PSNR이 30 dB이상인 화상에서 실용적으로 충분히 사용할 수 있음을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] I. Yuyama, S. Yano, and T. Kurita, "Consideration on and Compensation for Violations of the Constant Luminance Principle for EDTV," *IEEE Trans. on Broadcasting*, vol. 35, no. 4, pp. 368-376, Dec. 1989.
- [2] 吹拔 敬彦, "TV畫像의 多次元信號處理," 日刊工業新聞社, 1989.
- [3] Y. C. Faroudja, "NTSC AND BEYOND," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 34, no. 1, Feb. 1988.
- [4] J. Kumada, M. Kanazawa, Y. Kanatsugu, and K. Shibuya, "Correction of Reproduced Color Errors Due to Bandwidth Limitation of the Color-Difference Signals," *J. of SMPTE*, pp. 190-195, Mar. 1993.
- [5] G. Bruck, "A Comparison Between the Luminance Compensation Method and Other Color Picture Transmission System," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 36, no. 4, pp. 922-932, Nov. 1990.
- [6] 吉木, 重左, 吹拔, "色相加重輝度復調による 高彩度畫像の畫質改善," *TV學會枝報 TEBS87-15, PPOE87-25(合同)*, Sep. 1988.

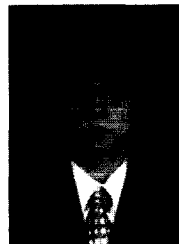
저 자 소 개

崔 德 圭(正會員) 第 35卷 S編 第 11號 參照

현재 경북대학교 전자전기공학부 국
책계약교수

宋 奎 翼(正會員) 第 35卷 S編 第 11號 參照

현재 경북대학교 전자전기공학부 교
수



李 光 淳(正會員)

1969년 8월 6일생. 1993년 2월 경북
대학교 전자공학과 졸업(공학사).
1995년 8월 경북대학교 전자공학과
졸업(공학석사). 1997~1998 오리온
전기(주) 중앙연구소 연구원. 1998
년 2월~현재 경북대학교 대학원
전자공학과 박사과정중. 주관심분야는 디지털신호처리,
비디오 공학, 음향 공학