

수평 및 수직 필터의 적응적 선택에 의한 NTSC 칼라영상신호의 성분분리

正會員 權 炳 憲* 正會員 黃 秉 元*

The Separation of NTSC Signal Components by Using Adaptive Selection Method of Horizontal and Vertical Filters

Byong Hwon Kwon*, Byong Won Hwang* *Regular Members*

要 約

본 논문에서는 NTSC 칼라영상신호를 프레임내에 휘도신호와 색도신호를 분리하기 위한 새로운 적응형 필터링방식을 제안하였다.

이 방식은 인가되는 신호의 상태, 즉 수직방향에서의 상관관계, 그리고 수평방향과 대각선방향에서의 천이상태를 검출하여 제어신호를 생성하고, 이 신호에 의해 수직 필터군과 수평 필터군에서 각각 적응적으로 필터를 선택하여 처리함으로써 색도신호를 얻으며, 휘도신호는 칼라영상신호에서 색도신호를 감하여 얻는다.

여기에 사용된 필터들은 NTSC 칼라영상신호를 칼라부반송파 주파수의 4배로 샘플링한 경우에 대해서 설계되었으며, 몇가지 평가방법에 의해, 제안된 방식과 기존의 방식을 컴퓨터 시뮬레이션과 SVP(Serial Video Processing) 시스템을 이용하여 비교하였다.

ABSTRACT

In this paper, a multi-level adaptive intraframe method has been proposed to separate the luminance and chrominance components in NTSC composite signal. The control signals are generated by detecting the vertical correlation and transition in the horizontal and diagonal directions. The chrominance component is adaptively processed through vertical and horizontal filters according to the control signals and the luminance component is processed by subtracting the chrominance component from the composite video signal.

The several filters have been used at the sampling rate of four times the color subcarrier frequency and computer simulation and SVP(Serial Video Processing) system have been introduced to compare the performance of the conventional methods and that of proposed one.

* 한국항공대학교 항공전자공학과
Dept. of Electronic Engineering, Hankuk Aviation University

論文番號 : 94-21

1. 서 론

현행 NTSC(National Television System Committee) 칼라영상신호는 기존의 흑백 시스템과의 호환성을 유지하도록 휘도신호와 색차신호가 주파수다중화 되어 있다.^[1]

이러한 NTSC 칼라영상신호를 수신하여 영상을 재구성하기 위해서는 이 신호로부터 우선 휘도신호와 색도신호를 분리해야 한다.^[2]

그러나 NTSC 칼라영상신호는 색도신호의 대역제한에 의한 정보 비보전성 변환이며, 휘도신호와 색도신호는 같은 주파수 영역을 공유하고 있으므로, 원래의 성분별 신호(component signal)로 완전한 분리가 불가능하다.^[3] 불완전한 분리는 재생화질을 열화시키고, 영상신호의 예측을 어렵게 하거나, 에러를 증가시키는 등의 문제를 일으키게 된다.^[4]

따라서 종래 주로 사용되어 왔던 BPF(Band Pass Filter)에 의한 성분분리 방식의 성능개선을 위해, 콤편터 방식⁵⁾, 영상의 통계적 특성에 따른 추정에 의한 분리 방식⁶⁾, Linear Regression과 all pass filter에 의한 방식⁷⁾, logical filter를 사용하는 방식⁸⁾, 적응형의 필터⁹⁾ 등, 다양한 방식들이 고안되어 수직적 화질일화가 가능한 작으면서 두 신호를 잘 분리하는 방법들이 연구되어 왔다.

한편, 칼라 TV 영상신호가 3차원 정보인 점을 이용하여 3차원 콤편터의 사용으로 기존의 화질일화를 상당히 개선하였다.

이미, 라인, 필드, 그리고 프레임의 지상단위를 이용한 3차원 필터들이 개발되어 있다.^[10]

이제까지 제안되어온 3차원 콤편터들의 성능을 고려해 볼때, 정지화면에 대한 성능은 아주 우수하지만 움직임이 있는 화면들에 대해서는 색차누설이 다시 나타나는 것을 볼 수 있다.^[11]

움직임 적응형 신호처리에서는 재생화상 품질은 움직임 검출정보에 따라 결정되기 때문에 화상의 움직임 정도를 추출하는 움직임 검출이 매우 중요하다.

움직임 검출은 TV 신호의 프레임간 연산에서 행하지만, 동화상을 오인하여 정지화로 판정하는 움직임 검출누설이 발생한다.^[11]

이 때문에, IDTV(Improved Definition TV), EDTV(Enhanced Definition TV)에서는 시간영역에서 직분조작등을 행하여 검출상의 오차를 줄이고 있다. 그렇지만, 피사체가 정지한 경우나 사라짐(drop out) 발생할때, 동화 모드(mode)로부터 정지화 모드로

의 전환이 지연되어 부자연한 화상이 되어, 고화질화를 저해하는 하나의 요인이 되고 있다.^[11]

본 논문에서는 기존의 움직임 적응형 신호처리에 서지럼, 움직임 검출이나 값비싼 필드 혹은 프레임 메모리를 사용하지 않으면서 성능은 3차원 처리에 근접하는 2차원 적응형 Y/C 분리 방식을 제안하였다.

이 방식은 인가되는 신호의 상태를 검출하여 수직 방향과 수평 방향에서 각각 적응적으로 필터를 선택함으로써 기존의 화질 열화를 현저히 감소시키며, 특히 대각선 방향으로의 처리를 보완함으로써 기존의 화질 열화를 개선하였다. 제안한 방식을 컴퓨터 시뮬레이션과 SVP(Serial Video Processing) 시스템을 통하여 기존의 방식과의 성능을 비교하였다.

II. 기존의 NTSC 칼라영상신호의 성분분리

기존의 성분분리 방식은 BPF와 Trap에 의한 방식, 콤편터 방식, 적응형 콤편터 방식 등이 있으나 본 문에서는 2가지 대표적인 기존의 적응형 필터에 대해서만 논한다.

1. Rossi 알고리즘

John P. Rossi는 다음과 같이 필드내 콤편터의 적응방법을 연구하였다. 즉, 그림 1과 같이 인접한 상하세 수평주사선의 화소에서의 색도신호성분(≈ 2.5 Mhz - 4.2 Mhz)을 각각 T, M, B라 하고, M으로 부터 1 색부 만큼과 주기 지연된 화소에서의 색도신호성분을 M'이라 할때, 화소 M에서 다음과 같은 성분분리 알고리즘을 사용했다.

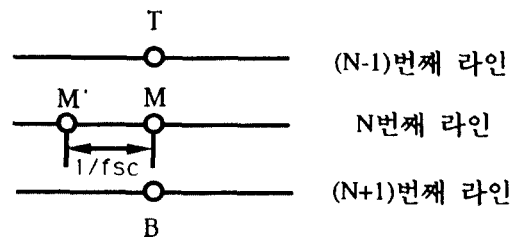


그림 1. 색도신호 샘플

Fig. 1. The samples of chrominance signal

위 그림 1에서 만일 T와 B에서의 신호가 비슷하면 ($|T| \approx |B|$), 다음과 같이 2-H 콤편터로 M에서의 색도신호 C와 휘도신호 Y를 얻는다.

$$C = 1/2 [M - 1/2 (T + B)]$$

$$Y = 1/2 [M + 1/2 (T + B)]$$

그리고, 만일 $|T| \approx |M| \neq |B|$ 이면 다음의 1-H 콤파터를 사용하고

$$C = 1/2 [M - T]$$

$$Y = 1/2 [M + T]$$

만일 $|T| \neq |M| \approx |B|$ 이면 다음과 같이 1-H 콤파터를 사용한다.

$$C = 1/2 [M - B]$$

$$Y = 1/2 [M + B]$$

그리고 $|T| \neq |M| \neq |B|$ 이면 M'의 값과 M과를 비교하여 이들이 비슷하면 이것을 색도신호 천이(chrominance transition)에 의한 것으로 보고

$$C = M$$

$$Y = 0$$

로 하고, 그렇지 않으면 이것을 휘도신호 천이에 의한 것으로 보아서

$$C = 0$$

$$Y = M$$

으로 성분들을 분리한다.

이 방법은, 적응을 위한 신호비교범위에 의해, 분리특성의 변화가 심하고, 잡음을 고려할 경우, 이 범위의 설정이 까다로운 단점이 있다.

2. Nakajima 알고리즘

Nakajima 등은 4배의 색부반송주파수로 표본화된 칼라영상신호를 사용하여 다음과 같은 적응방법을 사용하였다. 즉, 다음 그림 2에서와 같이, 성분을 분리하고자 하는 화소를 S5, 1 H 전이 화소를 S2, 1 H 후의 화소를 S8, 2 샘플 후의 화소를 S6이라 했을 때, 분리하고자하는 화소 S5 주위에서의 상관관계를 구하고 상관도가 큰 방향으로 필터링을 하며, 그 알고리즘은 다음과 같다.

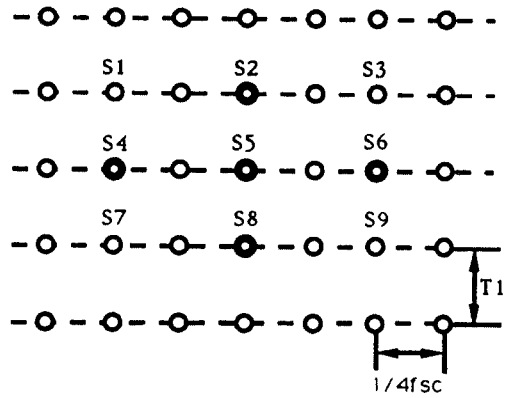


그림 2. 4fsc 샘플된 NTSC 영상신호
Fig. 2. 4fsc sampled NTSC signal

위 그림 2의 샘플들에서 만일 $|S4 - S6| < |S2 - S8|$ 이면 수평방향의 상관도가 크므로 다음과 같이 수평방향의 필터를 사용하여 색도신호를 얻는다.

$$C5 = -(S4 - 2S5 + S6)/4$$

그렇지 않으면 다음과 같이 2-H 콤파터를 사용하여 색도신호를 분리한다.

$$C5 = -(S2 - 2S5 + S8)/4$$

휘도신호는 다음과 같이 칼라영상신호에서 색도신호를 감하여 얻는다.

$$Y5 = S5 - C5$$

이 방법에 의한 적응의 경우, 색도신호의 영역이 과도하게 넓으므로, 색혼입(cross color)이 심한 단점이 있다.

III. 제안한 방식

기존의 적응형 필터에 의한 처리 방식은 조건형 스위칭 방식으로서 수직, 수평방향에 대하여 샘플값의 변화가 작은 방향의 필터를 선택하는 방식이다. 이 방식의 단점은 영상의 변화에 따라 선형적으로 적용할 수 없고, 한쪽 방향이 항상 다른쪽 방향보다 변화가 클 경우, 한쪽 방향의 변화만 고려되므로 다른 한

쪽의 변화를 무시하는 결과가 되어 휘도 누설과 색차 누설 현상이 나타나게 된다. 따라서 본 방식은 수직, 수평 방향에 대해 각각 적응적으로 필터를 선택하여 한쪽방향의 변화만 고려되는 기존의 방식을 개선하고자 하는데 그 목적이 있다.

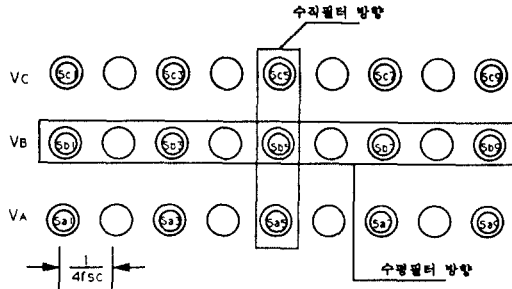


그림 3. 본 방식의 원리
Fig. 3. The Principle of the Proposed Algorithm

그림 3은 본 방식의 원리를 설명하기 위한 것이다. Sc1에서 Sa9까지는 칼라영상신호의 적당한 영역의 샘플된 데이터열을 나타낸다. 샘플 주파수는 fsc의 4 배인 14.3Mhz이다. 그리고 하나의 색부반송파 사이클 안에는 4개의 데이터 샘플이 있고, 색부반송파 위상은 매 주사선마다 반전된다. 다시 말해서, Sc9와 Sa9는 같은 위상이고, Sb9는 반대 위상을 가진다. Sc5와 Sa5는 같은 위상을 가지며 Sb5는 반대 위상이 된다. 또한, 샘플된 데이터 Sb1에서 Sb9까지는 1/2번째 주사선에 위치하고 각 주사선상에서 매 4개의 데이터 샘플마다 같은 위상을 가진다.

본 방식의 구성은 다음과 같다.

1. 수직 필터군

수직 필터군에서는 수직방향으로 3개의 인접라인 Va, Vb, Vc의 상관관계에 따라서 적응적으로 필터를 선택한다. 칼라영상신호는 상, 하 라인이 180° 위상차를 갖기 때문에, 수직방향의 색도신호를 검출하기 위해서는 인가되는 3개의 인접라인 Va, Vb, Vc의 상관관계에 따라서 아래와 같이 1-H 콤필터 혹은 2-H 콤필터를 선택한다. 3 라인중 2 라인이 상관관계가 있다면, 그 2 라인만으로 1-H 콤필터를 구성하여야 하며 3 라인 모두가 상관관계가 있으면 2-H 콤필터를 사용한다. 이때 상관관계가 크면 클수록 오차가 줄어들게 된다. 그리고 3 라인 모두 상관관계가 없

면, 처리하지 않고 그대로 출력한다. 왜냐하면 이때의 부적합한 처리는 오히려 재생화질의 열화를 초래하기 때문에 수직방향에서는 처리를 하지 않고 수평방향에서 처리하도록 수평필터 군으로 넘겨진다. 그림 4는 본 연구에 사용된 수직필터의 주파수 응답을 나타낸 것이다. 사용된 수직필터는 다음과 같다.

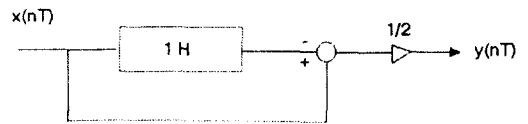
1) 수직필터 I [V1(z)]

이는 인접하는 Va, Vb, Vc가 모두 상관관계가 없다고 판정되면 수직방향에서는 처리않고 그대로 바이패스(by pass) 시킨다.

2) 수직필터 II [V2(z)]

$$V2(z) = (Vb - Vc) / 2$$

이는 Vb와 Vc가 상관관계가 있고 Va는 상관관계가 없다고 판정될때 선택되는 필터이다.



인가되는 샘플신호를 x(nT)라 하고 출력신호를 y(nT)라 하면

$$y(nT) = [x(nT) - x(nT - T_H)] / 2 \tag{1}$$

위 식을 Fourier Transform하면

$$Y(j\omega) = \frac{[X(j\omega) - X(j\omega) e^{-j\omega T_H}]}{2} \tag{2}$$

$$\frac{Y(j\omega)}{X(j\omega)} = \frac{1 - e^{-j\omega T_H}}{2}$$

이의 전달함수를 F2(jω)라 하고 오일러 공식을 이용하면

$$\begin{aligned} |F2(j\omega)| &= \frac{1}{2} \sqrt{(1 - \cos\omega T_H)^2 + (\sin\omega T_H)^2} \\ &= |\sin(\omega T_H / 2)| \end{aligned} \tag{3}$$

여기서 $T_H = \frac{1}{f_H}$, $\omega = 2\pi f$

이를 다시 정리하면

$$|V2(j\omega)| = \left| \sin \frac{\pi f}{f_H} \right| \quad (4)$$

$$\begin{cases} \max \text{ at } f = \frac{2n+1}{2} f_H \\ \min \text{ at } f = n f_H \end{cases}$$

3) 수직필터 III [V3(z)]

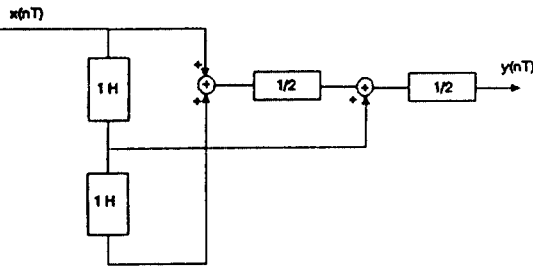
$$V3(z) = (Vb - Vz)/2$$

이것은 Vb와 Va가 상관관계가 있고 Vc는 상관관계가 없다고 판정될때 선택되는 필터이다. 전달함수의 특성은 수직 필터 II와 같다.

4) 수직필터 IV [V4(z)]

$$V4(z) = [Vb - (Va + Vc)/2]/2$$

이는 인접 3라인 모두 상관관계가 있다고 판정될때 사용되는 필터이다. 인가되는 샘플신호를 x(nT), 출력샘플신호를 y(nT)라 하면



$$\begin{aligned} y(nT) &= (1/2)[x(nT - T_H) - (1/2)(x(nT) - x(nT - T_H))] \\ &= -(1/4)[x(nT - 2T_H) - 2x(nT - T_H) + x(nT)] \quad (5) \end{aligned}$$

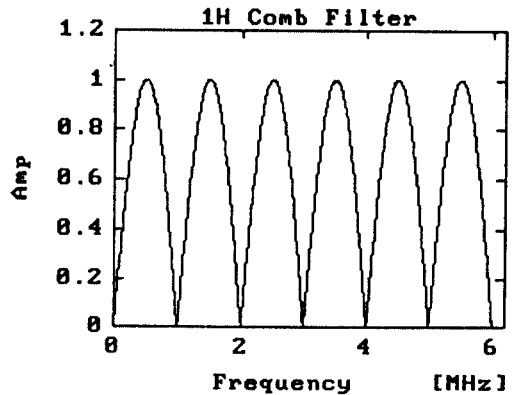
전달함수를 V4(jω)라하고, 이를 Fourier Transform 하면,

$$\begin{aligned} V4(j\omega) &= \frac{Y(j\omega)}{X(j\omega)} = -\frac{1}{4} [e^{j2\omega T_H} - 2e^{j\omega T_H} + 1] \\ &= \frac{-1}{4} [1 - e^{j\omega T_H}]^2 \quad (6) \end{aligned}$$

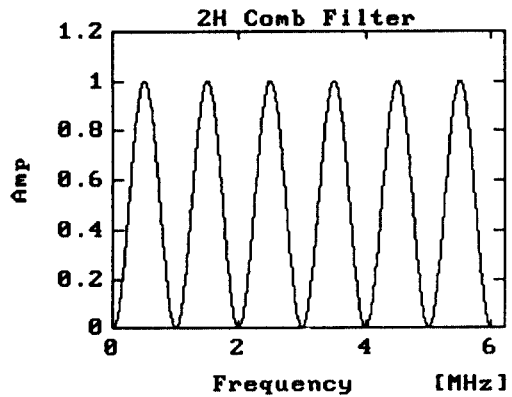
따라서

$$|V4(j\omega)| = \frac{1}{4} \left[\frac{\sin \omega T_H}{2} \right]^2 \quad (7)$$

이는 sin²의 특성을 가지므로 필터 II, III 보다 첨예한 특성을 갖는다.



a) 수직필터 II,III



b) 수직필터 IV

그림 4. 수직필터의 응답특성

Fig. 4. The Magnitude Frequency Response of Vertical Filters

2. 수평 필터군

칼라영상신호로부터 색도 신호를 분리하는 수평필터의 구성은 수평필터 II, III는 기존의 사용되고 있는 필터로 되어 있으며, 수평필터 III, IV는 필터의 통

과 대역 특성이 색부 반송파에 의해 대칭되도록 구성하였다. 왜냐하면, 대칭이 되지 않으면 R, G, B 변환 매트릭스에 의해 I-Q 간의 간섭이 일어나기 때문이다. 따라서 통과 대역이 대칭이고 통과대역의 중심주파수에서 가장 평탄한 응답을 얻을 수 있도록 하기 위하여 maximally flat design criterion으로 필터의 계수를 구하였다.

통과대역의 중심주파수 ω_0 에서 전달함수의 주파수에 대한 미분값이 0이어야 하므로

$$\frac{d}{dw} H(w) \Big|_{w = \omega_0} = 0 \text{ 이다.}$$

또한 통과 대역 특성을 가지기 위해 다음의 조건을 만족해야 한다.

$$H(\omega_0) = 1$$

$$H(0) = 0$$

$$\frac{d}{dw} H(w) \Big|_{w = 0} = 0$$

위의 3가지 제한조건을 만족하는 filter 계수들의

연립방정식으로 부터 전달함수를 구한 것이다. 그림 5는 수평 필터의 구조를 나타낸 것이며, 그림 6은 수평 필터의 주파수 응답을 나타낸 것이다. $H_1(z)$ 에서 $H_1(z)$ 으로 감속폭 대역폭이 좁아지는데 이는 수평방향의 천이와 대각선 방향의 천이 정도를 검출하여 적절한 필터를 선택함으로써 결과적으로 BPF의 대역폭을 변화시키기 위함이다. 휘도 혼입이 발생하는 부분은 색도신호가 수평방향으로 천이가 발생할 때이므로, 이때 영상주파수 분포는 수평방향으로 천이가 많은 수목 대역폭을 넓게 함으로써 휘도 혼입을 제거하기 위해서이다. 영상신호가 대각선으로 천이하는 경우, 이때는 갈라영상신호의 2차원 주파수 스펙트럼이 대각선으로 퍼져있고 상, 하 주사선 신호의 상관관계가 없으므로 이때에는 콤팩트보다 색부 반송파 주파수(f_c)를 중심으로 협대역 BPF [$H_1(z)$]를 사용하여 색도신호를 분리한다.

1) 수평 필터 I

$$H_1(z) = \frac{1}{2} (1 - z^{-1})$$

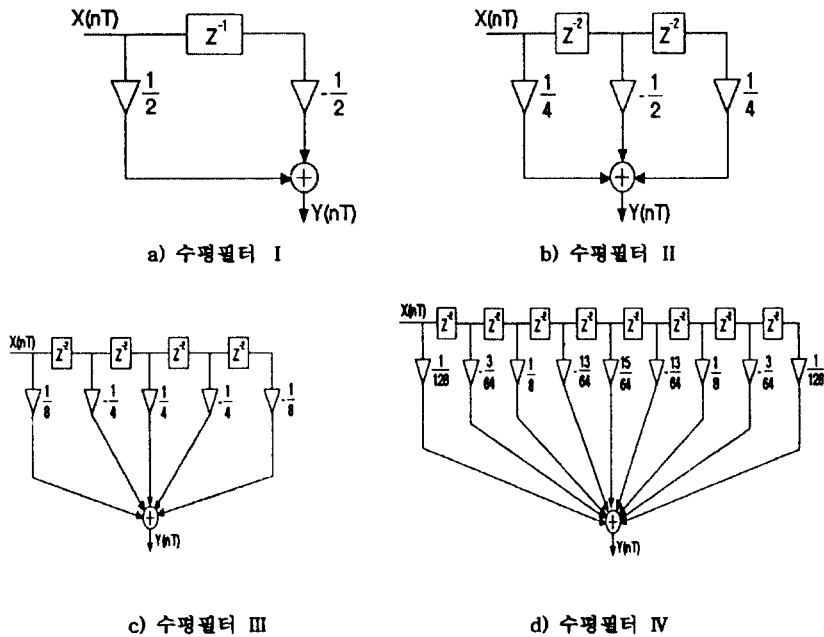


그림 5. 수평 필터의 구성
Fig. 5. Horizontal Filters

진폭 주파수 응답 $|H_1(j\omega)|$ 는

$$\begin{aligned} |H_1(j\omega)| &= \left| \frac{1}{2} (1 - e^{-j\omega T_s}) \right| \\ &= \left| \sin\left(\frac{\omega T_s}{2}\right) \right| \\ &= \left| \sin\frac{\pi f}{f_s} \right| \end{aligned} \quad (8)$$

단, f_s 는 샘플링 주파수이다.

2) 수평 필터 II

$$\begin{aligned} H_2(z) &= \frac{1}{4} (z^{-2} - 2 + z^2) \\ &= \frac{1}{4} (e^{-j2\omega T_s} - 2 + e^{j2\omega T_s}) \\ &= \sin^2(\omega T_s) \\ &= \sin^2\left(\frac{\pi f}{2f_s}\right) \end{aligned} \quad (9)$$

단, $f_s = 3.58$ [MHz], $T_s = \frac{1}{4} f_s$ [sec]

3) 수평 필터 III

$$H_3(z) = \frac{1}{8} (z^{-4} - 2z^{-2} + 2 - 2z^2 + z^4) \quad (10)$$

4) 수평 필터 IV

$$H_4(z) = \frac{1}{128} (z^{-8} - 6z^{-6} + 16z^{-4} - 26z^{-2} + 30 - 26z^2 + 16z^4 - 6z^6 + z^8) \quad (11)$$

여기서 z^{-1} , z^1 는 각각 현재 처리하고자 하는 화소의 1 샘플이전, 1 샘플이후의 신호를 의미한다. $z = e^{j\omega t}$ 를 대입하여, 주파수 특성을 나타낸 것이 그림 6이다.

3. 필터의 선택 방법

(1) 수직 필터의 선택

수직필터의 선택방법은 다음과 같다.

if [$|Vb - Va| \geq th1$] AND [$|Vb - Vc| < th2$]
then V2(z)

if [$|Vb - Va| < th1$] AND [$|Vb - Vc| < th2$]
then V4(z)

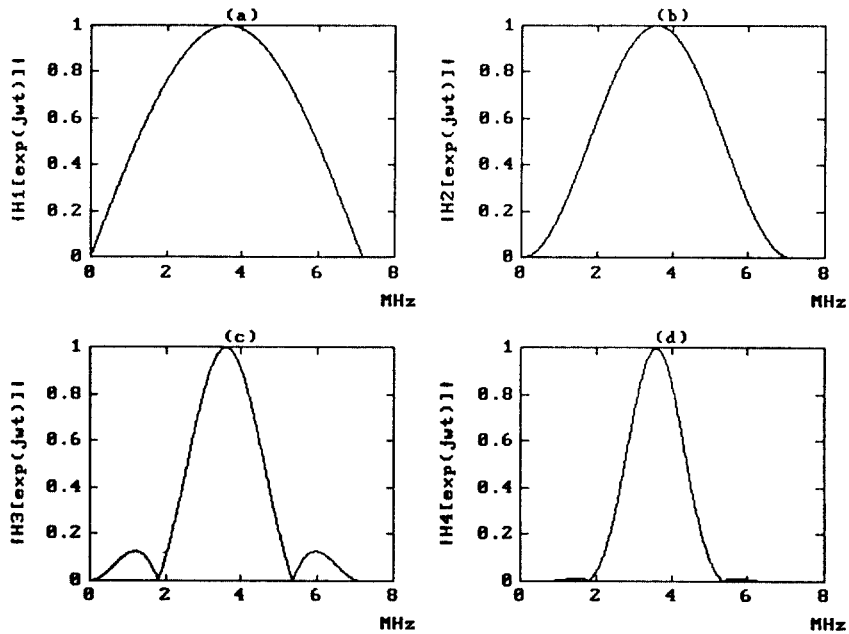


그림 6. 수평필터의 주파수 응답특성

Fig. 6. The Magnitude frequency response horizontal filters

if [$|Vb - Va| < th1$] AND [$|Vb - Vc| \geq th2$]
 then V3(z)
 if [$|Vb - Vc| \geq th1$] AND [$|Vb - Vc| \geq th2$]
 then V1(z)

여기서 th1, th2는 임계치이다.

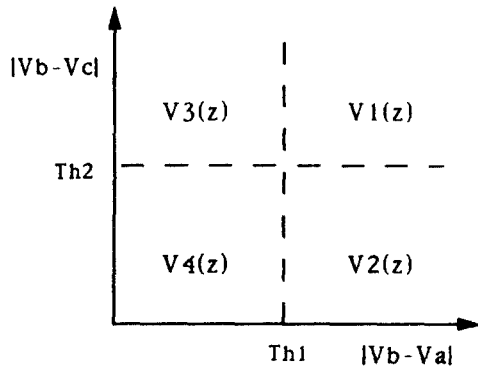


그림 7. 수직 필터의 선택
 Fig. 7. The selection of vertical Filter

(2) 수평 필터의 선택

수평 필터의 선택방법은 다음과 같다.

if [$|Sc3 - Sa7| \geq th3$] OR [$|Sc7 - Sa3| \geq th3$]
 then H4(z)
 if [$|Sb3 - Sb7| \geq th4$] AND [$|Sb3 - Sb7| < th5$]
 then H3(z)
 if [$|Sb3 - Sb7| \geq th5$] AND [$|Sb3 - Sb7| < th6$]
 then H2(z)
 if [$|Sb3 - Sb7| \geq th7$] then H1(z)

여기서 th3~th7는 임계치이다.
 단, $th3 < th4 < th5 < th6 < th7$

4. 제어 신호의 발생

수직 필터와 수평 필터를 선택하기 위한 제어신호의 발생은 다음과 같다.

우선, 제어부에 인가되는 Va, Vb, Vc

1F : Vb
 2F : Vb + Va

3F : Vb - Va
 4F : Vb + Vc
 5F : Vb - Vc
 6F : Va - Vc
 7F : Vb - (Va + Vc)/2

위의 1F~7F는 인가되는 신호의 상태를 판별하기 위한 필터로서, 7F, 5F, 4F, 3F, 2F 신호는 단일 라인 검출용, 2F, 4F, 6F 신호는 수직 천이 검출용, 한편, 1F, 3F, 5F 신호는 대각선 천이 검출용으로 이용된다.

제어 신호 발생을 위한 중간신호 C₀~C₇의 신호 발생은 다음의 조건을 만족하면 '1' 그렇지 않으면 '0'이다.

중간 신호 발생(C₀~C₇)

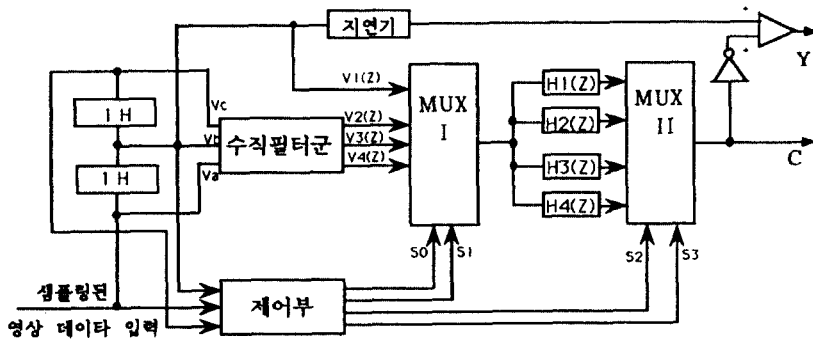
- C₀ : $7F < ref_0$
- C₁ : $MIN(2F, 4F) < ref_1$
- C₂ : $MIN(3F, 5F) < ref_2$
- C₃ : $(6F - ABS(4F, 2F)) < ref_3$
- C₄ : $(5F - 3F - 2F + 4F) < ref_4$
- C₅ : $(5F - 3F - 2F + 4F) > ref_5$
- C₆ : $(1F - 2F(3F + 5F)) > ref_6$
- C₇ : $MIN(1F, 3F, 5F) > ref_6$

여기서 ref₀~ref₆는 시스템의 성능을 최적화하기 위해 0~255 사이의 고정값을 이용하였다. MUX I, MUX II의 동작을 제어하기 위한 제어 신호 S₀~S₃ 발생은 다음의 조건을 만족하면 '1', 그렇지 않으면 '0'이다.

- S₀ : (C₁ or C₂) and C₃ and not C₄
- S₁ : S₀ and (C₄ and C₅) or not S₀ and not C₄
- S₂ : C₆
- S₃ : C₇

5. 제안된 시스템의 구성

인가되는 신호의 상태에 따라 수직방향과 수평방향에 적용하면서 Y/C 분리를 수행하는 전체 시스템의 구성도는 그림 8과 같다.



MUX I 의 동작

$S_0 = 0, S_1 = 0$	선택되는 필터 $\rightarrow V_1(z)$
$S_0 = 1, S_1 = 0$	선택되는 필터 $\rightarrow V_2(z)$
$S_0 = 0, S_1 = 1$	선택되는 필터 $\rightarrow V_3(z)$
$S_0 = 1, S_1 = 1$	선택되는 필터 $\rightarrow V_4(z)$

MUX II 의 동작

$S_2 = 0, S_3 = 0$	선택되는 필터 $\rightarrow H_1(z)$
$S_2 = 1, S_3 = 0$	선택되는 필터 $\rightarrow H_2(z)$
$S_2 = 0, S_3 = 1$	선택되는 필터 $\rightarrow H_3(z)$
$S_2 = 1, S_3 = 1$	선택되는 필터 $\rightarrow H_4(z)$

그림 8. 제안한 시스템의 구성도

Fig. 8. The block diagram of the proposed system

IV. 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 성능비교

NTSC 칼라영상신호의 성분 분리 필터의 성능비교

를 위해 그림 7과 같이 컴퓨터에 의해 칼라엔코더와 동일한 신호처리를 행하는 시뮬레이션 시스템(simulation system)을 만들고 다음의 성분분리 필터들의

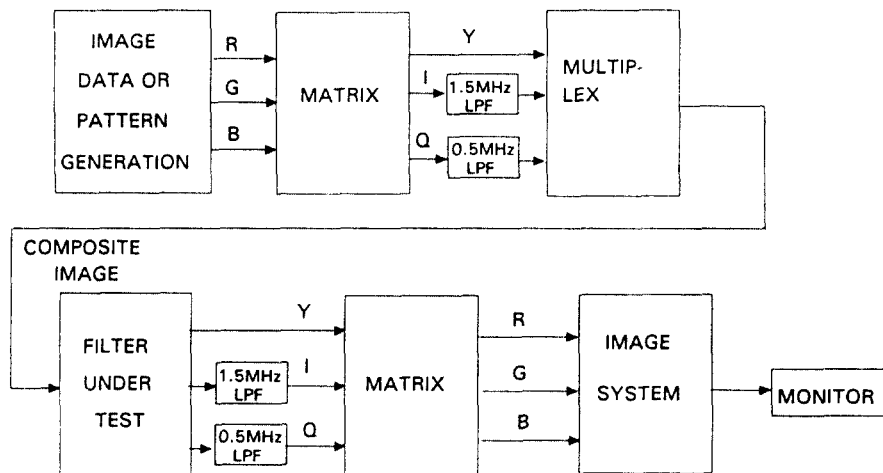


그림 9. 시뮬레이션 시스템의 구성도

Fig. 9. The block diagram of simulation system

이 값을 추정하였다.

이가지, I, Q 신호를 위한 저역통과 필터(lowpass filter)들은 삼각형(triangular window)을 사용한 65 점 FIR 필터를 사용하였다.

성능비교에 사용한 시험 영상으로는 IPI(Image Processing Institute)의 IPI113(gir1)을 사용하였다.

본 논문에서 제안된 방법들을 이용하여 각 방식들을 객관적인 성능평가를 위하여 처리된 화상에 관한 것으로 분포되어 있는 오차의 평균 특성을 추정하기 위한 방법으로 NMSE(normalized mean square error)를 이용한 S/N 비를 이용하였다.

$$NMSE = \frac{E\{|P_0 - P\|^2\}}{E\{|P_0\|^2\}} \quad (12)$$

$$S/N = 10 \log (1/NMSE) \quad (13)$$

여기서 P_0 : 원래 화상, P : 처리된 화상

또한 국부적으로 집중된 오차를 추정하는 방법으로 블럭오차(block error) 개념을 도입하여 각 방식을 비교, 평가 하였다. M이 홀수일 때, $B_j(M)$ 은 j 번째 화소 주변의 블럭을 $M \times M$ 으로 하고, 이 블럭의 평균오차 $B_j(M)$ 을 다음과 같이 정의한다.

$$B_j(M) = (1/M^2) \sum |E_j| \quad \text{단, } j \in B_j(M) \quad (14)$$

여기서 E_j 는 $B_j(M)$ 에서의 j 번째 화소의 오차이며, 블럭오차는 다음식 (14)에 같이 n차 절대 모멘트 (absolute moment)로써 정의한다.

$$B(n, m) = (1/N) \sum |B_j(M)|^n \quad (15)$$

여기서 n은 오차의 상대적 크기를 평가하는 값이고, N은 전 화소에서 총 $(M-1)/2$ 의 외각 단계 부분 블럭 나머지 화소의 수이다.

블럭의 크기 M 값이 증가함에 따라 오차들이 분포되어 있을 때보다 집중되어 있을 때 $B(n, m)$ 값이 더 증가하게 된다. 따라서 집중되어 있는 오차가 분포되어 있는 오차보다 주관적, 객관적 측정에 더 나쁜 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 특히 $M=1, n=2$ 일 때는 평균 사승 오차가 된다.

본 논문에서는 화질을 평가하기 위해서 입력영상에 대해 $M=3, 5$ 경우 $n=5$ 에 대해 각각 비교하였다.

그림 11~그림 12는 시험 영상에 대한 Y, I, Q의 블럭오차를 측정된 것이다.

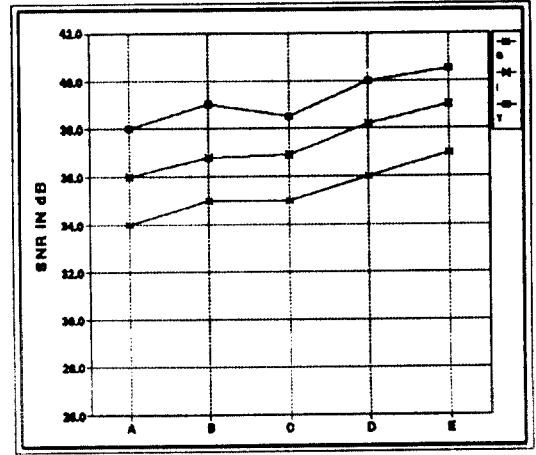


그림 10. IPI113에서의 S/N
Fig. 10. S/N for Proposed Method (D) and conventional Methods (A, B, C, E) with IPI 113

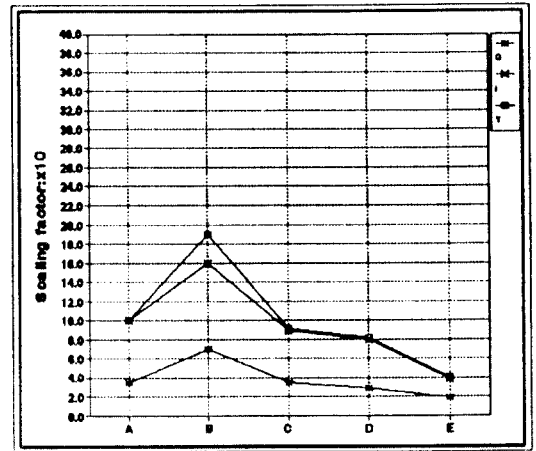


그림 11. $M=3, n=5$ 일때의 Y, I, Q 성분에 대한 블럭오차
Fig. 11. Block errors for the Y, I, Q components with $M=3, n=5$

이것은 수평축이 성능비교에 사용된 여러 분리방식에 따른 분류로서, A는 pritchard 1-H 콤팩터

- B는 Rossi 적응형 콤팩터
- C는 Nakajima 적응형 콤팩터
- D는 제안된 방식
- E는 프레임간 콤팩터 방식

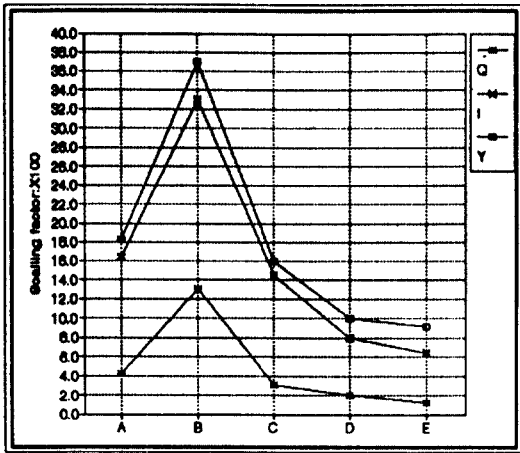


그림 12. M=5, n=5 일때의 Y, I, Q 성분에 대한 블록오차
Fig. 12. Block errors for the Y, I, Q components with M=5, n=5

그림 10에서 S/N으로 표시된 평균 차등 오차는 제안된 방법 D가 기존의 방법 B에 비해 약 1.2dB 개선되었으며, 기존의 방법 C는 B와 비슷한 결과가 얻어졌다.

그림 12의 경우 n=5에 대하여 M값이 증가할수록 블록오차가 감소하였으며, 기존의 방법 B에 비해 제안된 방법의 블록오차는 3~6 배 정도 감소하였다.

이 측정결과로부터 제안된 방법이 프레임내 처리 방식중 가장 좋은 성능을 나타내며 프레임간 콤팩터 방식에 거의 근접하고 있음을 알 수 있다.

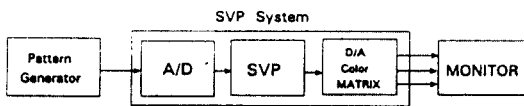


그림 13. SVP를 이용한 실험구성도
Fig. 13. The experiment block diagram with SVP

V. SVP에 의한 성능 비교

본 연구에서는 그림 13에서처럼 패턴 발생기에서 출력되는 칼라영상신호를 14.3Mhz로 A/D 변환한후, 알고리즘을 SVP MACRO 어셈블리어로 변환하여 실행 파일을 SVP에 다운로드 시킨다. 물론, 어셈블리어의 실행과 다운로드는 PC(intel 80386)를 이용

하였다. SVP CORE는 SIMD 아키텍처를 형성하는 PEs(Processing Elements)의 1차원 배열로 되어 있으며, 1024개의 PEs가 실시간 에뮬레이터로 이용되었다. 본 연구에서는 성능 비교의 대상으로 Rossi 방식, Nakajima 방식, 프레임간 콤팩터 방식을 채택하였다. 이들 방식을 비교대상으로 선택한 이유는 Rossi 방식과 Nakajima 방식은 현재 디지털 TV에 적용되고 있는 대표적인 방식으로, Rossi는 S/N이 우수한 방식이므로 본 방식과 S/N을 비교하기 위하여 사용되었으며, Nakajima 방식은 2차원 처리 방식 중 인접 영상신호의 상관관계를 이용하는 방식으로 휘도누설을 완벽하게 제거하는 우수한 방식이기 때문이다. (색차누설은 제거하지 못함) 그리고, 프레임간 콤팩터 방식은 정지화에서 거의 완벽한 성분분리를 수행하기 때문에 알고리즘과 성능비교를 위해서 사용되었다.

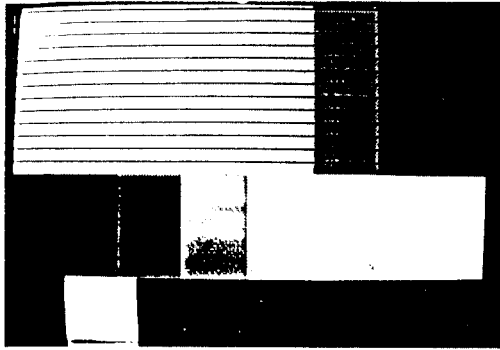
그림 14은 SVP 시스템에 의해 처리된 각 방식의 결과를 나타낸것이다.

- a)는 Rossi 적응형 콤팩터 방식
- b)는 Nakajima 적응형 콤팩터 방식
- c)는 제안한 방식
- d)는 프레임간 콤팩터 방식이다.

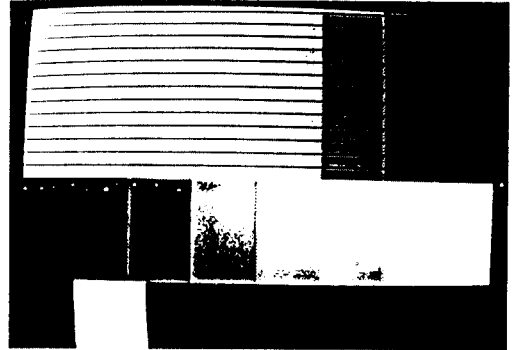
b)에 비해 c)에서는 휘도누설, 색차누설이 현저히 줄어듬을 알 수 있다.

휘도누설은 도트 크롤링(dot crawling)이라 불리며 a), b)에서 처리 패턴의 경계부에서 수직방향으로 꿈틀거리는 것처럼 나타나며, 색차누설은 행잉 도트(hanging dot) 이라고도 부르며, 패턴의 경계부에서 수평방향으로의 화질열화이다. 그림 15은 그림 14와 다른 칼라바(color bar) 영상을 입력으로 각 방식에 대하여 처리한것을 확대한 것이다.

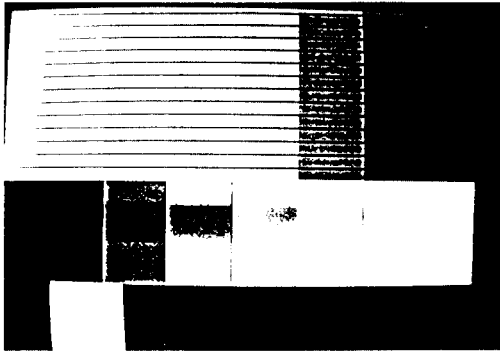
c)와 d)에서도 금방 알 수 있듯이 이러한 화질열화는 거의 눈에 띄지 않는다. d)에 비해 제안한 방식 c)는 입력영상에 따라 화질열화가 국부적으로 발생하기도 하지만 a), b)의 방식에 비해 휘도누설과 색차누설은 상당히 개선 됨을 알 수 있다.



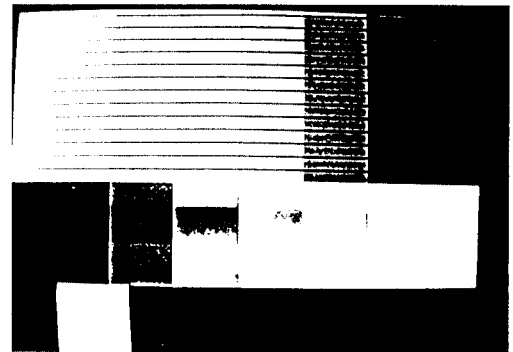
a) Rossi 적용형 콤팩터 방식



b) Nakajima 적용형 콤팩터 방식



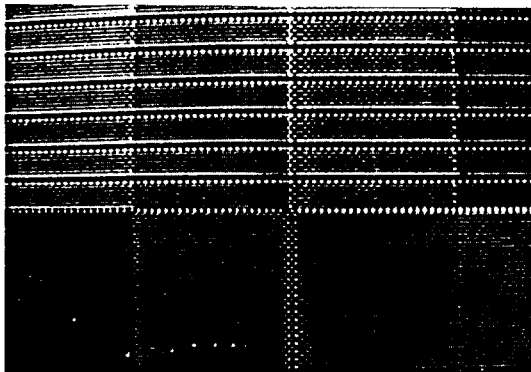
c) 제안한 방식



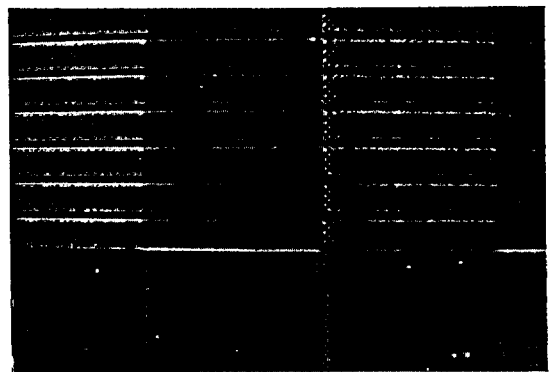
d) 프레임간 콤팩터 방식

그림 14. SVP에 의한 성능비교

Fig. 14. The comparison by using SVP system



a) Rossi 적용형 콤팩터 방식



b) Nakajima 적용형 콤팩터 방식

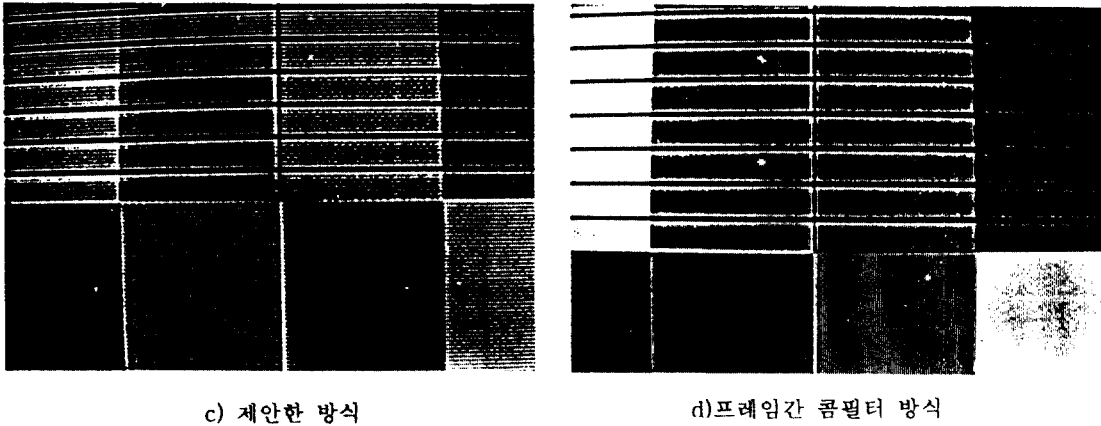


그림 15. SVP에 의한 성능비교
Fig. 15. The comparison by using SVP system

VI. 결 론

본 논문에서는 수평 및 수직 필터군의 적응적 선택에 의한 NTSC 칼라영상신호에서 Y/C 신호를 분리하는 방식을 제안하였다. 기존의 방식인 Pritchard, Rossi, Nakasima 방식과 비교해 볼때 SNR과 block 오차가 향상됨을 알 수 있었으며, 또한 주관적 평가를 위해 SVP시스템으로 시뮬레이션해 본 결과, 부적합한 Y/C 분리시 나타나는 행잉도트와 도트 크롤링을 현저히 개선할 수 있음을 눈으로 확인할 수 있었다. 그러나 프레임간의 콤팩터를 이용하는 방식보다는 객관적, 주관적 평가에서 모두 성능이 떨어지는 것으로 나타났지만, 실제 주관적 평가에서 SVP 시스템에 의한 시뮬레이션에서는 그 차이를 눈으로 거의 식별할 수 없었다. 따라서, 본 방식은 프레임 메모리를 사용하지 않고 2개의 라인 모메리 만으로도 기존의 시간축 처리 방식인 프레임간 콤팩터 방식에 근접하는 성능을 가지므로 시스템 설계시 비용을 절감하면서 성능은 3차원 처리에 근접하는 2차원 처리 방식을 입증할 수 있었다. 본 방식의 단점으로 제어부의 회로구성이 복잡한 것을 들 수 있지만, 시스템 구현시 ASIC을 이용한다면 이 문제는 쉽게 해결될 수 있으리라 예상된다.

참 고 문 헌

1. M. S. Kilver, Color Television Fundamentals,

Mc-Graw Hill, 1964.

2. C. P. Markhauser, "NTSC Image Improvements using Basic Inter and Intr signal processing," IEEE Trans. C.E, Vol. CE-35, pp.863-871, NOV. 1989.
3. K², IEEE Trans. on COMM., Vol. Com-26, No. 5, May 1978.
4. Eric Dubois, "Effects of Digital Demodulation on Component Coding of Color Signal," IEEE Trans. on Commun., Vol. COM 27, No.9, Sep. 1979.
5. D. H. Pritchard, "A CCD Comb Filter for Color TV Receiver Picture Enhan," RCA Review, 1980.
6. David A. Border, "An Allpass Filter Design For Luminance and Chrom Separation of NTSC Signal," GLOBECOM-83, pp.174-178, 1983.
7. Dakashi Okada, et al., "New Filter Technology in Picture Processing" International Conference on Consumer Electronics, June, 1982.
8. Y. Nakajama, et al., "Improvement of Picture Quality for NTSC and PAL by Digital Signal Processing," IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. CENOV. 1985.
9. C. E. Li, K.R.Rao, "Composite-Component Transformation and Predictive of the Component TV Signal," IEEE Journal on Selected Areas in

Communi Vol. SAC-2, No.2, March. 1984.

- 10. D. Teichner, "Three dimensional Pre and Post Filtering for PAL TV Si IEEE Trans. c.e., Vol. BC-34, pp.205-226, Feb. 1988.
- 11. 平野裕弘, 石倉和夫, "動物體嶺域に着目したテレビ信號の動の検出," テレビジョン學會誌 Vol.44, No.8, pp.1084-1089. 1990.



權炳憲(Byong Hwon Kwon) 정회원
 1964년 8월 28일생
 1987년 2월 : 한국항공대학 항공전자공학과 졸업(공학사)
 1989년 2월 : 한국항공대학 대학원 항공전자공학과 (공학석사)

1991년 3월 ~ 1994년 2월 : 한국항공대학 대학원 항공전자공학과 박사과정 수료
 1989년 1월 ~ 현재 : (주)금성사 영상미디어 연구소 주임연구원

※주관심분야 : 동영상 신호처리, ASIC 설계 video signal processing



黃秉元(Byong Won Whang) 정회원
 1947년 2월 2일생
 1972년 2월 : 한국항공대학 항공전자공학과 졸업(공학사)
 1981년 3월 : 일본 동경대학 대학원 전기공학과(공학석사)
 1984년 3월 : 일본 동경대학 대학원 전기공학과(공학박사)

1973년 3월 ~ 1984년 4월 : 연세수산전문대학 전임강사
 1984년 5월 ~ 1985년 3월 : 국방과학연구소 선임연구원
 1985년 4월 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공전자공학과 부교수
 1993년 9월 ~ 현재 : 일본 동경대학 전기공학과 교환교수
 ※주관심분야 : 영상처리 및 인식, 동영상신호처리