

## 고화질 TV를 위한 디지털 화상 처리 기술

羅鍾範\*, 魯勇滿\*\*

韓國科學技術院 電氣 및 電子工學科 副教授\*, 博士過程\*\*

### I. 서 론

최근 기존 TV의 화질을 열화시키는 여러가지 요인, 예를 들어 휘도, 색신호 중첩, 비월주사에 의한 라인 펄림, 고스트 발생등을 제거하고 또한 화면의 aspect 비를 확장시키고 해상도도 기존 TV보다 좋게 하는 HD-TV에 대한 연구가 활발히 진행중에 있다. 이런 고화질·고해상도의 HD-TV는 기존의 TV 방식과 호환성을 갖는 방식과 전혀 새로운 방식으로 나눌 수 있는데 어떠한 방식이든 현재 TV가 가지고 있는 여러가지 열화 요인을 적절한 디지털 화상처리로써 고화질의 TV 영상을 얻는 데 그 기본을 두고 있다. 최근에는 디지털 필터의 발달로 인하여 이러한 HD-TV에서 요구되는 화상처리가 디지털 신호처리 기술의 응용으로 더욱 편리하게 되었으며 또한 디지털 IC 기술의 발달로 고정밀 고속 소자들이 많이 출현하여 이런 화상처리를 적정가격에서 실현시킬 수 있게 되었다.

본고에서는 HD-TV 신호의 주파수 스펙트럼의 분석과 조합에 기초가 될 수 있는 일반 TV 신호의 스펙트럼의 삼차원적 해석 방법과, ID-TV와 ED-TV에서 응용되고 있고 또한 현재 제안되고 있는 여러 종류의 HD-TV에서도 이용될 수 있는 화상처리 기술로써 휘도, 색신호 중첩 제거를 위한 필터링 기법과 aliasing을 제거하기 위한 보간 필터링 그리고 동영상일 때의 적응성 필터와 고스트 제거에 대하여 언급하려고 한다.

### II. TV 스펙트럼과 삼차원 분석

컬러 TV 시스템의 제한된 스펙트럼 범위내에서 가장 효율적으로 영상신호를 보내기 위해서는 현행 NTSC 컬러 TV 시스템의 신호 스펙트럼을 정확히 이

해하는 것이 필요하다. 현행 NTSC 컬러 TV 시스템에서 해결해야 할 점 중 가장 중요한 것은 휘도신호와 색신호의 중첩을 제거하는 일이다. (색신호 중첩은 직물과 같은 영상에서 무지개 빛이 나타나는 현상이고 휘도 신호 중첩은 컬러 물체의 끝부분에서 점들이 끌리는 듯이 보이는 것이다.) 이런 문제를 해결하고 TV신호의 스펙트럼을 정확히 이해하기 위해서 우선, 이 장에서는 TV 스펙트럼에 대해 살펴보고자 한다.

TV 신호는 일차원적인 신호로써 2차원 화면에 일차원 신호를 주사(scanning)함으로써 영상을 얻는다. 주어진 기본주파수 대역을 유용하게 쓰기 위해 TV 신호는 일차원 스펙트럼으로 보인 그림 1 과 같이 휘도 신호의 고역성분에 색신호를 중첩하여 구성한다. 그러나 TV 신호가 궁극적으로 수평(h), 수직(v), 시간(t) 방향으로 변화하는 3차원 정보이기 때문에 TV 신호를 3차원으로 해석하고 이해하는 것은 영상신호를 인코딩하고 디코딩 하는데 쓰이는 여러가지 기술들을 분석하고 설계하는데 편리하다. 다음은 현행 TV 시스템의 스펙트럼을 3차원 공간에서 분석한 것이다.<sup>(1)</sup>

#### 1. 수직, 시간축에서의 샘플링

우선 스펙트럼을 3차원으로 보기에 앞서 수직, 시간축인 이차원 공간에서 살펴보기로 한다. 수직축으로 512 라인을 갖고 있는 영상을 순차주사(progressive scan)할 때 수직, 시간 샘플링 구조는 그림 2 (a)와 같다. 여기서 실제 수직 샘플 샘플링율은 480 active lines/picture height(1ph), 시간축의 샘플링율은 60 frames/sec이고  $v_1, v_2$ 는 V-T(수직, 시간축) 공간에서 샘플링 격자의 기본 벡터들을 나타낸다. 또한 V-T 샘플들이 불연속적이기 때문에 3차원 아날

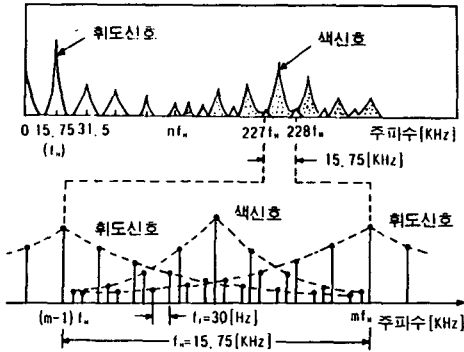


그림 1. 일차원 TV 신호 스펙트럼

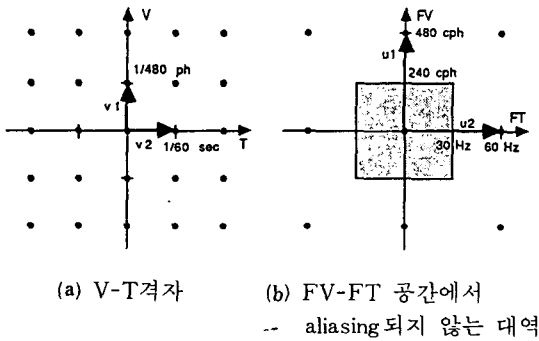


그림 2. 순차 주사 방식 샘플링

로그 기본대역 영상 스펙트럼은 V-T의 푸리에 영역인 FV-FT 공간에서 무한히 연속적으로 반복된다 (그림 2 (b)). 여기서 FV는 수직주파수, FT는 시간 주파수를 나타내며 이러한 반복되는 스펙트라의 위치는 V-T 공간상에서 기본 샘플링 행렬인 V의 인버스의 트랜스포즈(inverse transpose) 행렬인 U로써 나타나고 식으로 쓰면 다음과 같다.

$$V = \begin{bmatrix} 0 \text{ sec, } 1/60 \text{ sec} \\ 1/480\text{ph, } 0 \text{ ph} \end{bmatrix}$$

$$U = \begin{bmatrix} 0 \text{ Hz, } 60 \text{ Hz} \\ 480 \text{ cph, } 0 \text{ cph} \end{bmatrix}$$

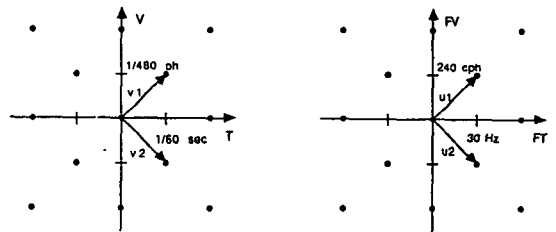
여기서 행렬 U의 행벡터인 u1, u2는 반복되는 스펙트럼의 위치를 나타내며 그림 2 (b)의 빗금친 부분은 aliasing이 일어나지 않는 기본 대역 스펙트럼을 나타낸 것이다.

현행 TV의 2:1 비월주사 방식을 살펴보면 수직, 시간축에서 기본 샘플링 구조와 푸리에 영역의 반복되는 스펙트럼은 위에서 언급한 것과 같은 방법으로 다음과 같이 나타낸다.

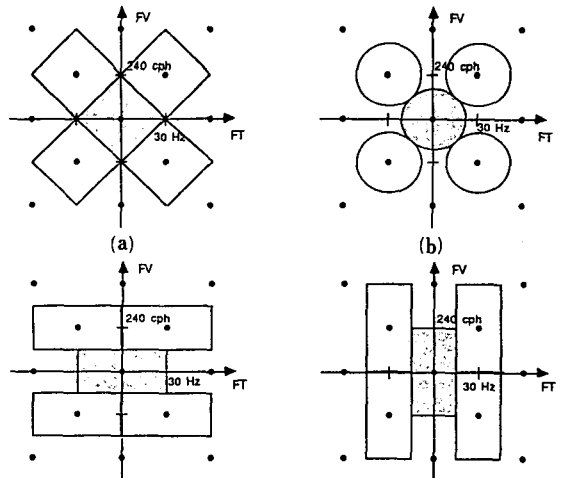
$$V = \begin{bmatrix} 1/60 \text{ sec, } 1/60 \text{ sec} \\ 1/480 \text{ ph, } -1/480 \text{ ph} \end{bmatrix}$$

$$U = \begin{bmatrix} 30 \text{ Hz, } 30 \text{ Hz} \\ 240 \text{ cph, } -240 \text{ cph} \end{bmatrix}$$

그림 3은 이 방식의 V-T 영역에서 샘플링 구조와 FV-FT 영역에서 스펙트럼의 위치를 나타낸 것이다. 이러한 비월주사 방식으로 주사했을 때 aliasing이 일어나지 않도록 기본 대역을 제한해야 하는데 그림 3 (c)는 FV-FT 영역에서 스펙트럼의 위치에 맞추어 여러가지 가능한 기본 대역들을 보여준 것이다.



(a) V-T 샘플링 격자 (b) FV-FT 공간에서의 스펙트럼 위치

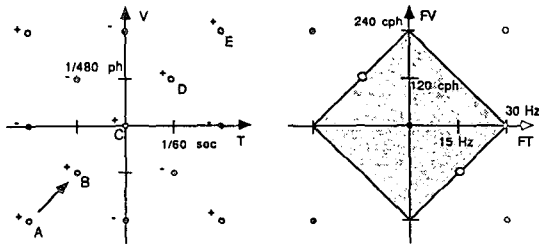


(c) 여러가지 가능한 기본 대역

그림 3. 비월 주사 방식

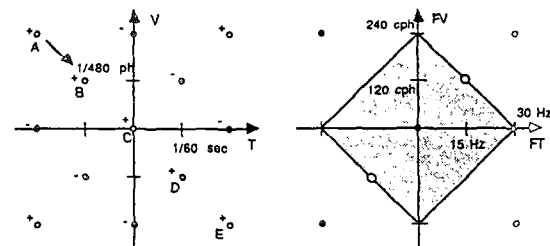
그리고 기존 NTSC의 색신호 반송파는  $FSC = 455 \cdot FL/2$ 의 주파수를 가지며 그림 4 (a)와 같은 위상 패턴을 갖는다. 여기서 FL은 수평라인 율을 나타내며 색신호를 수식으로 표현하면  $x(t) = A \cdot \cos(2\pi \cdot FSC \cdot t + \phi)$ 와 같다.

이 반송파는 FV-FT공간에서 그림 4 (a)의 원과 같이 기본대역 내에서 aliasing이 일어나지 않는 한계점에 위치해 있다. 또한 이 색신호 반송파가 들어간 위치와 위상만 다른 위치에도 스펙트럼이 존재할 수 있는데 이것을 PAF라고 한다. V-T공간에서 PAF (phase alternative frequency)는 그림 5 (a)와 같으며 PAF는 색신호 주파수와 위상이 정반대이므로 FV-FT 상에서의 위치는 그림 5.(b)에서 나타난 것과 같다. 이와같이 색신호와 대응되게 들어갈 수 있는 또 다른 스펙트럼 영역을 Fukinuki hole 이라고도 하는데, 이 hole은 ED-TV에서 휘도 스펙트럼 확장용으로 사용한다.<sup>[5]</sup>



(a) 비월된 주사수의 V-T샘플 (b) FV-FT 공간

그림 4.

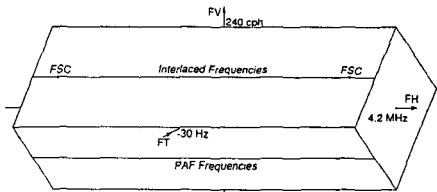


(a) PAF 주파수의 V-T 샘플 (b) FV-FT 공간

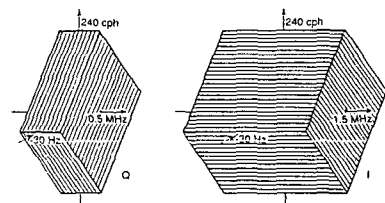
그림 5.

2. 기본대역 영상신호의 3차원 스펙트럼

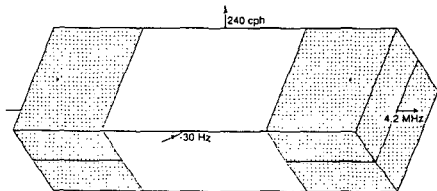
영상신호를 표현하는데 있어 수평쪽을 더하여 생각하면 그림 6과 같이 비월주사 방식의 기본대역 휘도 신호를 3차원으로 투영하여 생각할 수 있다. 신호는 수평쪽으로는 4.2 MHz의 대역폭을 갖는 연속적인 아날로그이고 수직, 시간축으로는 A절에서 설명한 바와같이 FV-FT 공간에서 Nyquist 대역폭을 갖는다. 그림에서 보듯이 3차원 공간에서 색신호 반송파는  $(FH, FV, FT) = (\pm 3.58 \text{ MHz}, 120 \text{ cph}, -15 \text{ Hz})$ 와  $(\pm 3.58 \text{ MHz}, -120 \text{ cph}, 15 \text{ Hz})$ 에 위치한다. 여기서 Nyquist volum은 비월주사 방식 신호가 aliasing 되지 않는 주파수 범위를 나타낸 것으로써 3차원 power 스펙트럼을 나타낸 것은 아니다. 실제로 power 스펙트럼은 소스 신호와 관계되며 보통 영상에서는 대부분의 에너지는 원점 가까이에 몰려있고 고대역에는 신호가 작다.



(a) 비월 주사된 휘도신호의 Nyquist volume



(b) 비월 주사된 색신호의 Nyquist volume



(c) 색, 휘도 신호 중첩 현상을 보이는 3차원 NTSC 스펙트럼

그림 6.

1) 기존 NTSC TV의 인코딩과 디코딩에서 영상 처리 기술, 일차원 처리기술

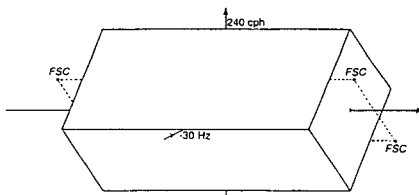
가장 간단한 방법으로서 휘도와 색 신호의 중첩현상을 줄이기 위하여 수평쪽으로 일차원적인 필터링을 한다. 우선, 휘도신호를 그림 7(a)에서처럼 3MHz로 대역제한을 하고 색신호인 Q와 I신호는 그림 7(b)에서 같이 0.5MHz로 대역제한을 한다. 그리고 이 색신호를 변조한 다음 3.08-4.08MHz의 대역범위를 가지고 최종적으로는 그림 7(c)에서 나타내는 것과 같은 휘도신호와 합하여 합성스펙트럼(composite spectrum)을 만든다.

이 스펙트럼은 휘도와 색 신호가 서로 분리되어 존재하기 때문에 디코더에서 정합필터에 의해 완전히 분리 가능하게 된다. 리시버에서는 휘도신호를 복귀시키기 위하여 3MHz 저역통과 필터를 사용하고 수직, 시간중첩현상이 전혀 없는 변조된 색신호를 복원하기 위해  $3.58 \pm 0.5$  MHz의 대역필터를 사용하면

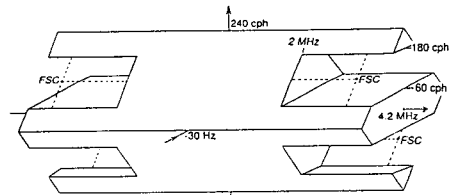
된다. 물론 수평축의 중첩현상은 수평 필터의 설계의 정도에 따라 좌우되고 이러한 일차원적 필터링은 휘도신호와 색신호를 각각 3MHz와 0.5MHz로 제한하므로 상대적으로 해상도가 떨어진다. 이것 때문에 2차원, 3차원 영상처리를 할 필요가 있다.

2) 2차원 처리 기술

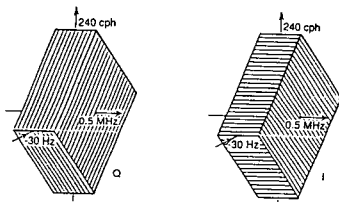
이 방법은 우선 휘도신호를 처음 2MHz 이상의 1H, 2H 또는 다중 탭 라인 콤펠터를 써서 그림 8(a)와 같이 2MHz 이상의 수평 주파수 스펙트럼에서 수직축으로 60-180 cph 범위의 주파수 대역은 제거한다. 즉 정신호와 동신호의 대각선 해상도는 감소되나 순수하게 수평 해상도는 높인다는 것이다. 색신호도 또한 수직축으로 필터링하여 전체 합성 스펙트럼을 그림 8(c)와 같이 만든다. 이 스펙트럼도 역시 휘도와 변조된 색신호는 리시버의 라인 콤펠터에 따라 분리할 수 있다.



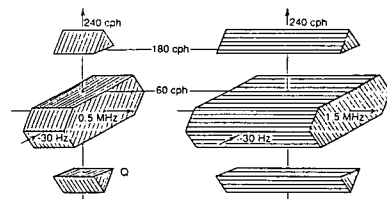
(a) 3MHz로 대역 제한된 휘도 신호



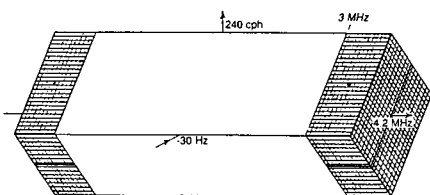
(a) 2MHz 이상 수직축으로 필터링한 휘도 신호



(b) 0.5MHz로 대역 제한된 색신호

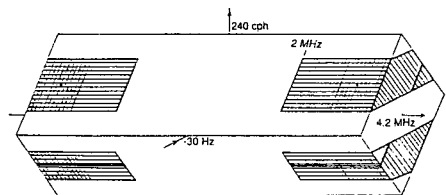


(b) 수직축으로 필터링한 색신호



(c) 일차원 필터링한 3차원 NTSC스펙트럼

그림 7.



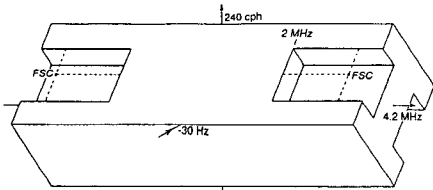
(c) 2차원 필터링한 3차원 NTSC스펙트럼

그림 8.

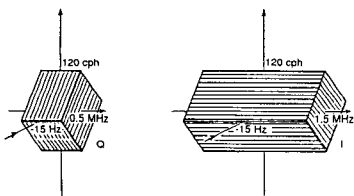
3) 3차원 처리기술

인간의 눈이 색신호에 대해 해상도 감지력이 낮기 때문에 그림 9 (a)와 같이 수직, 수평시간의 3차원 대역 정지 필터를 이용한다. 2MHz 이상의 휘도 신호 스펙트럼 대역에서 색신호 반송과 주위의 대역을 제거한다. 즉, FT=0Hz인 면은 손대지 않고 동영역의 신호를 부분적으로 제거한다. 특히 대각선 방향으로 움직이는 부분의 스펙트럼을 제거한다.

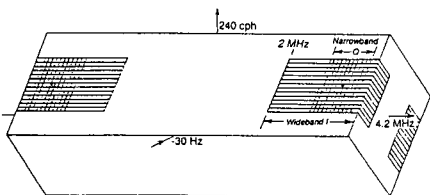
이것은 동 영상에 약간 blurring 효과를 주지만 사람의 눈의 특성상 감지가 어렵다. 이렇게 필터링된 휘도 신호처리에 그림 9 (c)에서 보듯 색신호를 변조하여 넣으면 합성신호가 된다. 이러한 대역 제한된 색신호의 해상도의 감소는 보통 영상을 크게 변질시키지 않는다. 합성 스펙트럼의 그림에서 수평으로 그은 것은 변조된 I 신호를, 수직으로 그은 것은 변조된 Q 신호를 나타낸다. 리시버에서 정합된 3차원



(a) 2MHz 이상 수직 시간축으로 필터링한 휘도 신호



(b) 수평, 수직, 시간 축으로 필터링한 색신호



(c) 3차원 필터링한 3차원 NTSC 스펙트럼

그림 9.

대역 통과 필터로 이 변조된 색신호는 휘도신호로부터 분리될 수 있다. 이와같은 3차원 필터링은 복잡한 반면, 중첩현상을 크게 감소시킬 수 있다. 다음은 이런 영상처리 필터들을 자세히 살펴보기로 한다.

III. 디지털 필터링

1. 휘도 신호, 색신호 분리 필터(Y-C 분리필터)

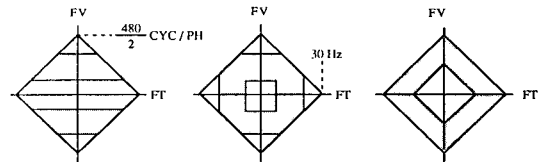
현행 NTSC TV 신호에서 색신호와 휘도신호가 중첩되어 나타나는 영상의 변질은 영상신호를 카메라에서 얻거나 리시버에서 영상을 재현할 때 불완전한 휘도와 색신호의 분리로 인하여 생긴다. 따라서 인코더와 리시버에서 이런 중첩된 신호를 제거한 영상신호를 만드는 처리가 필요하게 된다.

이러한 신호처리의 일환으로 여러가지 라인, 프레임, 필드 콤(comb)필터를 사용한다.<sup>2)</sup> 다음은 각 필터의 응답과 특징을 살펴보도록 한다.

1) 수직축 라인 콤 필터

그림 10(a)는 저역통과 라인 콤 필터링이 색신호인 I, Q 기본 대역 신호에 어떤 영향을 주는지를 나타낸 것이다. 이 그림에서 다이아몬드형 영역은 NTSC 비월주사 방식(interlace scan)에서 영상신호의 수직, 시간 스펙트럼 영역을 나타낸다. 수직축은 영상의 수직 주파수를 수평축은 영상의 시간 주파수를 나타낸다.

그림 4 (b)에서 보듯이 영상의 수직 해상도는 영상이 움직일수록 감소하고 aliasing이 일어나지 않는 최대 시간 주파수는 30 cycles/sec이다. 이런 색신호 스펙트럼을 가진 신호에 라인 콤 필터를 쓰면 그림 10 (a)에서 보이듯 다이아몬드 영역내에서 빗금친 부분은 정지 영역으로 수직 해상도는 원래의 기본대역보다 4배 감소된다. 이 색신호와 대응하여 휘도신호는 2MHz 이상의 신호를 라인 콤 필터를 이용하여 색신호인 I, Q 신호가 변조되어 실릴 수 있는 공간을



(a) 라인콤 필터링 (b) 라인/프레임 콤 필터링 (c) 대칭 필드콤 콤 필터링

그림 10. I, Q 신호 스펙트럼의 여러가지 필터링

제공하기 위하여 수직 방향으로 필터링 한다.

이런 필터링된 휘도 신호는 제거하고자 하는 휘도 신호를 따로 뽑아 원래의 휘도 신호에서 빼주면 된다. 제거하고자 하는 휘도 신호는 다음과 같이 얻는다. 우선 2MHz 이상의 휘도 신호를 얻기 위해 고역 통과 필터링을 한다. 그 다음 라인 콤 필터를 사용하여 수직축으로 필터링한다. 이때 색신호에서 필터링 한 것과 반대로 필터링 한다. 그러나 이렇게 해서 만들어진 휘도신호는 2MHz 이상의 스펙트럼에서 해상도를 상실하므로 결점이 있다.

2) 라인/프레임 콤 필터(시간, 수직축 콤 필터)

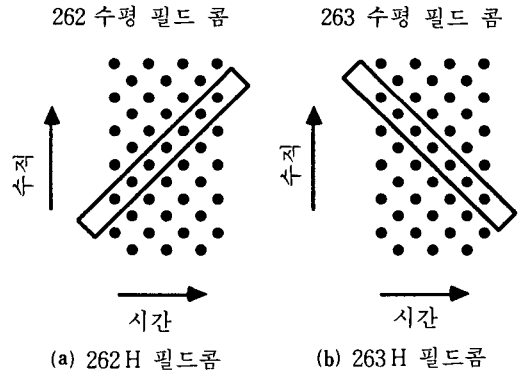
라인/프레임 콤 필터 저역통과 필터링은 수직축으로 라인 콤 필터된 색신호에 프레임 방향으로 저역 통과 필터링을 한 것이다(그림10(b)). 따라서 라인/프레임 콤 필터링을 하면 색신호의 시간축 해상도도 수직축과 같이 4배 감소된다. 휘도신호는 2MHz 이상의 동 영상의 대각선 방향의 해상도만 제거되므로 좋은 편이나 라인 콤 필터와 비교해 볼 때 색신호의 시간 축 대역폭이 4배가 감소하여 동 영상에서는 blurring 되는 효과를 가져온다.

3) 대칭 필드 콤 필터

이 필터는 라인 프레임 콤 필터에 비해 색신호의 주파수 영역이 2배나 되고 스펙트럼도 구석에 존재하지 않아 반복되는 스펙트럼으로 인한 aliasing 효과도 제거할 수 있다. 그림10(c)에서 보듯이 이 필터의 특징은 기본대역 I, Q신호에 대칭적으로 저역 부분을 통과시킨다. 263H 필드 콤과 262H 필드 콤을 연결함으로써 이 필터를 실현시킬 수 있다. 휘도신호에 필드 콤 필터링되고 변조된 색신호를 삽입하기 위해서는 휘도신호도 필터링해야 하는데 이것은 우선 263H 필드 콤 고역통과 필터를 통해서 2MHz를 통과시키고 다음 262MHz 필드 콤 저역통과 필터를 통과함으로써 얻을 수 있다.

4) 필드 콤 필터의 구현

필드 콤 필터의 구성은 그림11(a)와 (b)에 나타나 있다. 여기서 점들은 TV신호의 주사 라인을 나타내며 262H(그림11(a))와 263H(그림11(b))는 2차원 필터로써 수직 시간축의 성분을 가지고 있는 필드 콤 필터이다. 그림11(a)는 5-탭 FIR 필터로써 이것은 구현하기 위해서 6장의 시간적으로 다른 필드들이 필요하다. 이 FIR 필터의 응답은 중심계수를 반대로 함으로써 저역통과 필터에서 고역통과 필터로 바꿀 수 있다. 또한 이 필터를 제작하는데 있어서 필요한 필드 수를 줄이는 것은 리시버의 값을 줄이는



$$\begin{aligned}
 \text{OUT} &= 5 \times \text{IN}(Y, T) \\
 &\pm 3 \times [\text{IN}(Y-1, T-1) + \text{IN}(Y+1, T+1)] \\
 &+ 7.05 \times [\text{IN}(Y-3, T-3) + \text{IN}(Y+3, T+3)] \\
 \text{OUT} &= 5 \times \text{IN}(Y, T) \\
 &\pm 3 \times [\text{IN}(Y+1, T-1) + \text{IN}(Y-1, T+1)] \\
 &+ 7.05 \times [\text{IN}(Y+3, T-3) + \text{IN}(Y-3, T+3)]
 \end{aligned}$$

그림11. 필드 콤 필터의 구현

중요한 요인이 된다.

5) 소스 신호 처리와 리시버 신호 처리

완벽한 Y-C분리를 위하여 전송신호와 수신 신호 모두 Y-C분리를 위한 필터링을 해 주어야 한다. 그림12는 소스에서 전송신호를 필드 콤 필터링하는 것을 보여준다. 카메라로부터 나온 RGB 신호는 YIQ 신호로 바뀌고 I, Q는 각각 1.5, 0.6 MHz로 저역통과 필터링한다. 다음 저역통과 필터인 263H 필드 콤 필터와 263H 필드 콤 필터를 거치면 그림11(c)와 같은 스펙트럼을 갖는 색신호를 얻는다. 휘도신호는 우선 앞서 설명했듯이 제거하고자 하는 신호를 필터링한 후 원래 신호에서 이 신호를 빼면 되는데 제거하고자 하는 휘도 신호는 다음과 같은 3단계로 얻을 수

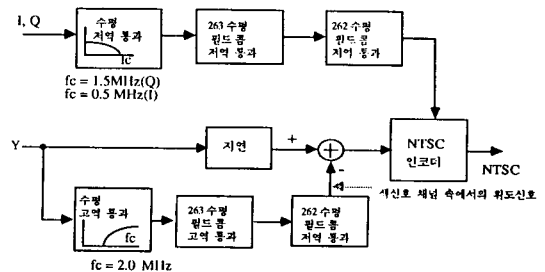


그림12. 필드 콤 필터의 전송 측 처리

있다.

- (1) 수평 방향으로 고역 통과(2HMz 이상)
- (2) 263 H 필드콤폴을 써서 고역통과 필터링을 한다. 이 방향은 색신호가 들어갈 반송파의 위치와 같기 때문에 먼저 수행한다.
- (3) 262 H 필드콤폴 필터를 써서 저역통과 필터링 한다.

리시버에서는 그림 13에서 보듯이 소스 신호처리의 역순으로 하면 된다.

2. 주사선 변환 보간 필터

현재 사용되고 있는 TV의 주사 방식은 비월 주사

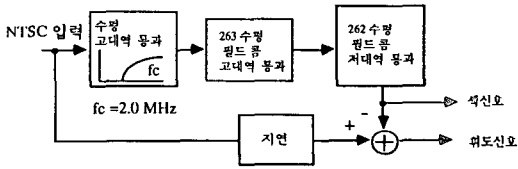


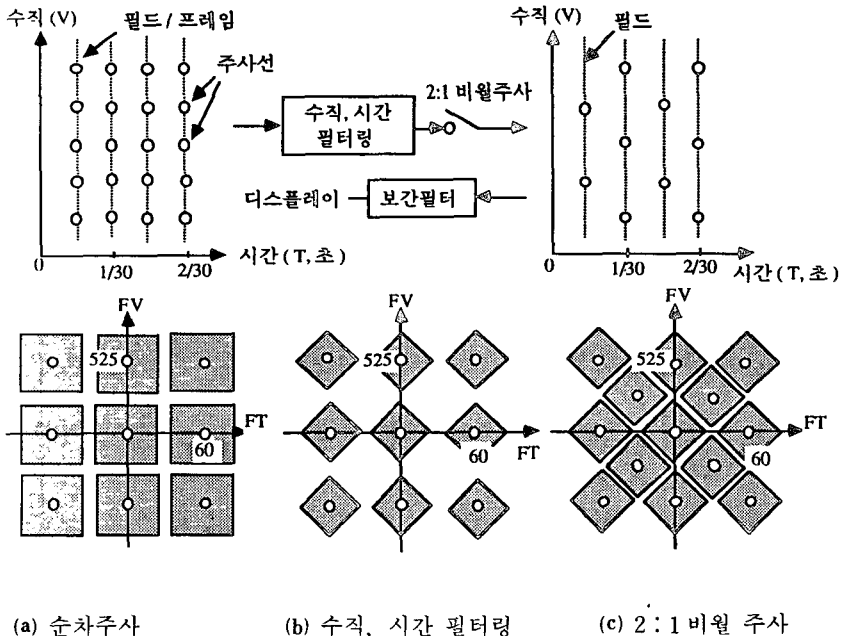
그림 13. 수직축 처리

방식이 사용되고 있는데 이 방식은 순차적으로 보낸 것에 비하여 전송 신호의 주파수 대역을 반으로 줄일 수 있는 반면 주사선의 플리커(flicker) 현상과 켈 팩터(Kell factor)에 의해 실제적 해상도가 떨어지는 등 화질을 나쁘게 하는 요인이 된다. 따라서 비월주사 방식으로 전송되는 신호를 순차적 방법으로 변환함으로써 화질을 개선할 수 있다.

그런데 비월주사 신호를 만들 때 aliasing 되지 않는 신호를 만들기 위하여 그림14와 같이 수직, 시간 축 필터를 사용하여 그림14(b)와 같이 대역을 제한을 시키고 이것은 2:1 비월방식을 통하여 그림 14(c)와 같은 신호로 보낸다. 리시버에서는 보간 필터를 사용하여 그림14(b)와 같이 만들어 순차주사 방식에 의해 영상을 구성한다.

IV. 동 영역 보상 필터

앞서 설명했던 휘도, 색신호 분리 필터링은 모두 정지 영역에서 분리가 완벽히 이루어진다. 하지만 동 영상일때 본래 불연속적인 스펙트럼은 영상이 움직이기에 따라서 스펙트럼이 퍼지게 되므로 휘도 신호와



(a) 순차주사

(b) 수직, 시간 필터링

(c) 2:1 비월 주사

그림 14. 주사방식 변환

색신호를 구별하기가 점점 어렵게 된다. 따라서 움직이는 영상에 대해 특별히 보상해 주는 필터링이 필요하게 된다.<sup>[3,5]</sup>

1. 동 적응 휘도, 색 신호 분리

그림 6에서 보듯이 TV신호는 수평(h), 수직(v), 시간(t)을 변수로 하는 3차 함수이며 색신호 반송파의 위상은 그림 15와 같다. 이 반송파의 시간, 수직축의 관계에 의하여 색신호는 시간차(Dt) 또는 수직차(Dv)로 구할 수 있다.

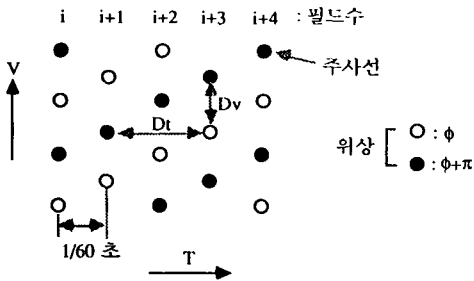


그림 15. 부분송파의 위상 관계

시간차에 의하여 얻어진 색신호는 수식으로

$$Dt = \{x(h, v, t) - X(h, v, t - 1/30)\} / 2 \text{ 로 표현되며}$$

이것의 주파수 특성은  $H_{Dt}(FT) = \left| \sin\left(\frac{\pi}{30} \cdot FT\right) \right|$  이다.

정지 영상( $FT=0$ )인 경우 색신호는 정확히 프레임임차에 의해 얻어지고 이상적으로 휘도, 색신호분리는 시간축만으로 처리하여 분리할 수 있다. 그러나 동 영상일 경우 시간 주파수가 0에서 프레임 주파수 만큼 분포되어 있으므로 프레임 차만으로 휘도, 색신호를 분리하기는 어렵다. 따라서 움직이는 영상일 때는 휘도, 색신호 분리로 한 필드내에서  $Dv$ 를 이용하는 것이 적합하다.  $Dv$ 는 두 라인간의 평균값의 차를 얻음으로써 구할 수 있는데 식으로 쓰면 다음과 같다.

$$Dv = \left\{ 2 \cdot x(h, v, t) - x\left(h, v - \frac{1}{262.5}, t\right) - x\left(h, v + \frac{1}{262.5}, t\right) \right\} / 4$$

주파수 특성은  $H_{Dv}(FV) = \sin^2\left(-\frac{\pi}{262.5} \cdot FV\right)$  이다.

따라서 물체의 움직임에 따라서 필터가  $Dt$  또는  $Dv$ 로 적응적으로 대응해야 하는데 이 적응 필터는 움직임을 나타내는 계수  $K$ 를 정의함으로써 실현할 수 있다. 여기서  $K$ 는 움직이는 물체에 따라 1에서 정지물체 0까지의 값을 가지며 영상에 따라 변한다. 동 검출은 그림 16과 같이 한 프레임간 또는 두 프레임간의 차이에 의하여 구할 수 있으며 한 프레임간의 차는 정확도가 떨어지므로 두 프레임 간의 차로 보상을 한다. 이렇게 구한  $K$ 는 동적응 휘도, 색신호 분리를 위하여 다음과 같이 프레임간의 차와 라인간의 차의 조합에 의해 구성되는 동 적응 필터 구성에 이용된다.

$$Da = K \cdot Dt + (1-K) \cdot Dv$$

그림 17은 최종적인 동적응 휘도, 색 분리 필터를 나타낸 것이다.

2. 동 적응 라인 보간 필터

비밀 주사된 신호를 순차적 주사 신호로 바꾸기 위하여 보간 필터를 해야 한다. 정지 영상인 경우 시간축 스펙트럼은 0Hz 이므로 그림 18(a)의 필드간 보간에 의하여 주사 방식을 바꾼다. 즉 보간된 라인신호는

$$L_1(h, v, t) = \left\{ 2 \cdot x(h, v, t) + x\left(h, v, t - \frac{1}{60}\right) + x\left(h, v, t + \frac{1}{60}\right) \right\} / 4$$

이다.

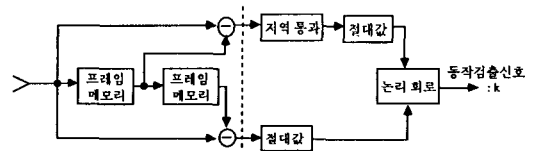


그림 16. 동검출 회로

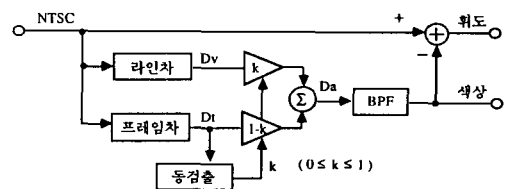


그림 17. 동 적응 Y-C 분리 필터



이것의 주파수 특성은  $H_{L_v}(FT) = \cos^2\left(\frac{\pi}{60} \cdot FT\right)$  이

고 그림18(b)에서 빗금친 부분이 통과 대역을 나타낸다. 반면 움직이는 영상인 경우 시간 스펙트라가 프레임 주파수까지 퍼져 있으므로 공간적 처리가 적당하다. 즉 그림19(a)와 같이 필드내에서 보간을 해야 한다. 필드내 보간된 신호는

$$L_v(h, v, t) = \{2 \cdot x(h, v, t) + x(h, v - \frac{1}{525}, t) + x(h, v + \frac{1}{525}, t)\} / 4$$

이고 주파수 특성은  $H_{L_v}(FV) = \cos^2\left[\frac{\pi}{525} \cdot FV\right]$

이다.

그림19(b)의 빗금친 부분은 이 필터의 통과 대역을 나타낸 것이다.

동 영상 적응 보간 필터의 경우도 움직임을 나타내는 계수 K를 이용하여 다음과 같은 프레임과 필드

내의 보간 필터의 조합으로 표현된다.

$$L_a = K \cdot L_v + (1-K)L_h$$

그림 20은 이와같이 얻은 동적응 라인 보간 필터의 구성을 나타낸 것이다.

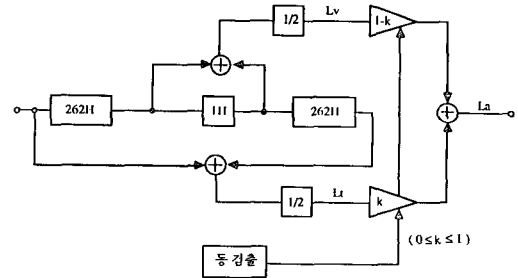
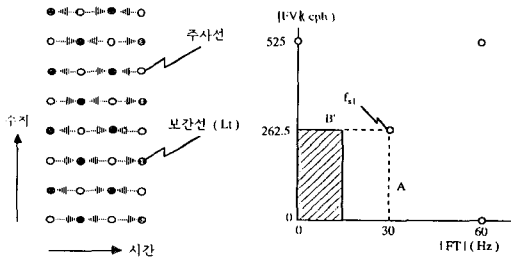


그림20. 동적응 보간 필터



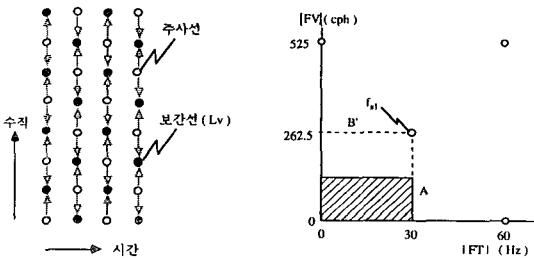
(a) 실제영역 (b) 주파수 영역

그림18. 필드간 보간

### V. 고스트 제거

지상 방송을 기본으로 하는 HD-TV 방식의 경우에는 현재 TV에서와 같이 송신안테나를 통하여 수신하는 직접파와 지상의 건물이나 산등에 반사되어 수신되는 반사파를 리시버에서 동시에 수신하기 때문에 본래 TV신호의 시간지연, 감소 그리고 왜곡에 의해 화면에 고스트가 생긴다. 이 고스트를 제거하기 위하여 고스트 제거필터가 필요한데 이런 필터를 트랜스버설 필터라고 한다.<sup>[6]</sup> 그림21은 기본적인 트랜스버설 필터의 구조를 나타낸 것으로서 시간 지연 회로와 여러가지 계수를 가진 감쇄기로 되어 있다.

이 트랜스버설 필터의 동작은 그림22, 23과 같이 고스트를 포함한 시간지연의 신호를 적당한 감쇄계



(a) 실제영역 (b) 주파수 영역

그림19. 필드 내 보간

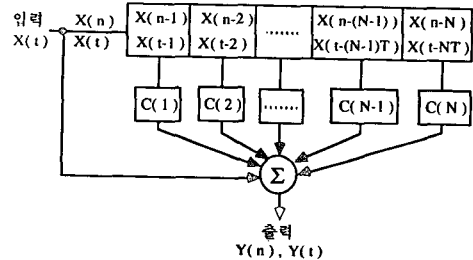
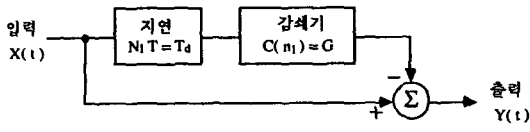
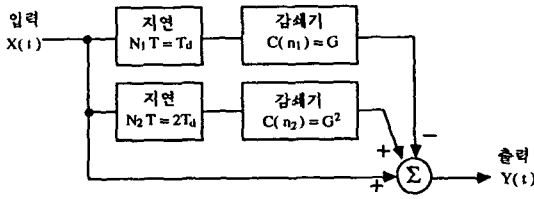


그림21. 고스트 제거 필터



(a) 수신신호의 고스트를 제거하기 위한 트랜스버설 필터의 한 탭(C(n1))



(b) 일차·이차의 고스트를 제거하기 위한 트랜스버설 필터의 두 탭(C(n1), C(n2))

그림 22.

수를 통해 원래 신호와 합성하여 고스트 신호를 제거할 수 있으며 이 과정에서 새로 생긴 이차적 고스트는 그 다음의 시간 지연 회로와 감쇄기에서 제거하는 방법으로 최종적으로 남은 여분의 고스트 신호가 트랜스버설 필터의 고스트 제거 영역내를 벗어날 때 까지 같은 방법으로 계속된다.

VI. 결 론

앞에서 우리는 HD-TV에서의 화상처리를 위한 기초로서 TV스펙트럼의 3차원적 해석과 현 NTSC-TV에서 스펙트럼을 효율적으로 쓰는 방법과 색·휘도 신호 분리를 위한 필터와 그 밖의 다른 필터에 대해 살펴보았다. 앞서 언급한 방법들은 기존 TV와 호환성을 유지하면서 발전하는 HD-TV기술<sup>[7,8]</sup>에 매우 유용하게 응용할 수 있으며 또한 어떤 방식의 HD-TV가 제안되어도 스펙트럼의 효율적인 사용이라는 차원에서 응용될 수 있으리라 생각된다.

參 考 文 獻

- [1] M.A. Isnardi, Multidimensional interpretation of NTSC encoding and decoding, *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 34, no. 1, pp. 179-193, Feb. 1988.
- [2] C.H. Strolle, Cooperative Processing for Improved NTSC Chrominance/Luminance Separation, *SMPTE Journal*, pp. 782-789, Aug. 1986.
- [3] M. Achiha, et al., A Motion-Adaptive High-Definition Converter for NTSC Color TV Signals, *SMPTE Journal*, pp. 470-476, May 1984.
- [4] K. Kawai, et al., ID TV receiver, *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. CE-33, no. 3, pp. 181-191, Aug. 1987.
- [5] T. Fukinuki, et al., Extended definition TV fully compatible with existing standards, *IEEE Trans. on Communication*, vol. COM-32, no. 8, pp. 948-953, Aug. 1984.
- [6] W. Ciciora, et al., A tutorial on ghost canceling in television systems, *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. CE-25, pp. 9-44, Feb. 1979.

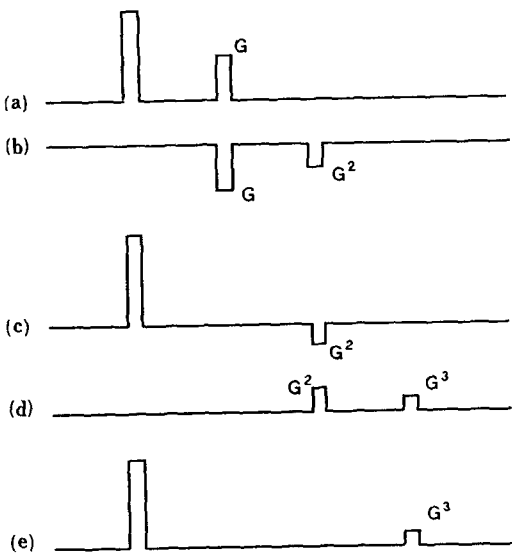



그림 23. (a) 고스트가 포함된 입력 신호  
 (b) 탭 C(n1)에서의 출력신호  
 (c) 일차 고스트가 제거되고 이차 고스트가 발생된 출력 신호  
 (d) 탭 C(n2)에서의 출력신호  
 (e) 일차·이차 고스트가 제거된 출력 신호

[7] T. Fujio, High definition television systems; Desirable standards, signal forms, and transmission system, *IEEE Trans. on Communication*, vol. COM-29, no. 12, pp. 1882-1891, Dec. 1981.

[8] M. Tsinberg, et al., Introduction of an NTSC compatible HDTV system-HDS/NA, *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 35, no. 3, pp. 216-226, Aug. 1989. 

筆者紹介



羅 鍾 範

1953年 5月 23日生  
 1975年 서울대 공대 전자공학과 졸업  
 1977年 한국과학기술원 전기 및 전자공학사(석사)  
 1983年 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학박사)

1977年~1980年 광운공대 전자공학과 전임강사  
 1983年~1987年 미국 Columbia 대학교 Associate Research Scientist  
 1987年~현재 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 부교수

魯 勇 滿

1962年 9月 4日生  
 1985年 연세대 공대 전자공학과 졸업  
 1987年 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사)

1987年~1989年 미국 Columbia 대학 연구원  
 현재~한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사과정