

論文2001-38SP-2-8

HD Projection TV를 위한 비선형 SVM 회로의 구현

(Implementation of Nonlinear SVM for HD Projection TV)

李光淳*, 權容大*, 李健一*, 宋奎翼*, 崔德圭**,
韓纘豪**, 金銀洙***

(Gwang-Soon Lee, Yong-Dae Kwon, Kuhn-IL Lee, Kyu-Ik Sohng, Duk-Kyu Choi, Chan-Ho Han, and Eun-Su Kim)

요 약

HD ProjectionTV에서 CRT의 전자총 및 투영되는 스크린 상에서의 빔 프로파일에 의한 화질의 열화를 개선시키기 위한 방법으로는 영상신호의 진폭 변화량에 따라 수평 편향 속도를 선형적으로 변조시키는 SVM(Scan Velocity Modulation)방식이 있다. 그런데, 선형 SVM방식에서의 화질 개선은 입력 영상신호의 진폭변화에 대해 균일하지 않다. 본 논문에서는 HD Projection TV에서의 빔 프로파일의 특성을 분석하여 모델링하고, 고역의 HD 신호가 입력될 때 SVM효과를 모의실험을 통해 해석하였다. 그리고, 이를 근거로 영상신호에 따라 SVM량을 비선형적으로 조절하는 비선형 SVM방식이 HD Projection TV에서도 필요함을 이론적으로 제시하였다. 이를 바탕으로 SVM 회로를 직접 하드웨어로 제작하여 실제 TV에 장착하여 실험하였다. 실험 결과 영상 신호의 진폭이 작은 영역과 큰 영역의 경계부분에서 발생하는 화질의 열화를 거의 일정하게 개선시킬 수 있음을 확인 하였다.

Abstract

As a method to compensate the deterioration of the picture quality which was caused by beam profile characteristic in the CRT and the projection screen of HD projection TV, a linear scan velocity modulation(SVM) method has been employed, whose modulation velocity is linearly proportional to the variation in the video signal amplitude. However, the effect of picture quality improvement is not uniform with video signal amplitude in the linear SVM. In this paper, for the optimum SVM effect, we analyze the beam profile characteristic on the HD projection screen and we analyze the SVM effect as function of the differentiated pulse width, the differentiated pulse amplitude and the input signal amplitude. Finally we confirm that the nonlinear SVM method is necessary to get uniform image compensation in the HD projection TV, and we implement the nonlinear SVM circuit. The performance of the realized SVM circuit with nonlinear amplitude transfer characteristic is confirmed as uniform improvements in picture quality.

* 正會員, 慶北大學校 電子工學科
(Dept. of Electronics Engineering Kyungpook Univ.)

** 正會員, 慶雲大學校 電子工學科
(Dept. of Electronics Engineering Kyungwoon Univ.)

*** 學生會員, 慶北大學校 電子工學科
(Dept. of Electronics Engineering Kyungpook Univ.)

接受日字:2000年7月25日, 수정완료일:2001年1月13日

I. 서론

HDTV(high definition television)에서 효과적인 시청감을 느끼기 위해서는 대형 화면과 고화질이 요구된다. 이러한 필요성에 의해 널리 보급되고 있는 HD 프로젝션 (projection) TV에서, 프로젝션 CRT(cathode ray tube) 및 투영되는 스크린 상에서의 빔 프로파일 분포 폭은 빔 전류, 프로젝션 CRT 및 스크린의 크기가 증가할수록 넓어지며, 빔 중심의 밝기는 빔 전류에 따라 비선형적으로 변화한다.^[1,2] 이와 같은 빔 프로파일의 특성은 영상의 경계 부분에서 에지(edge)를 열화시켜 해상도 및 선예도를 저하시키는 중요한 요인으로 작용하고 있다. 빔 프로파일에 의한 화질의 열화를 개선시키기 위한 방법으로는 영상 신호의 진폭 변화량에 따라 수평 편향 속도를 선형적으로 변조시키는 SVM(scan velocity modulation) 방식이 있다.^[3-6] 그런데, 일반적으로 사용되고 있는 선형 SVM 방식에서는 진폭이 큰 영상 신호의 경계 부분에서 과도한 SVM이 이루어져 오히려 시각적으로 부자연스러운 화상을 만들고, SVM 양을 줄이면 진폭이 작은 영상 신호에서 SVM 효과가 잘 나타나지 않는 단점이 있다.

본 논문에서는 전자 빔 프로파일의 프로젝션 스크린 상에 투영되었을 경우, 빔 프로파일의 특성을 분석하여 모델링하고, 고역의 HD 신호가 입력될 때 미분 펄스의 폭, 진폭 및 신호의 전압 진폭에 따른 SVM 효과를 모의 실험을 통해 해석하였다. 그리고, 이를 근거로 영상 신호의 진폭이 작을 때는 SVM 양을 상대적으로 크게 하고, 신호의 진폭이 클 때는 상대적으로 SVM 양을 줄이는 하는 비선형 SVM 방식이^[7] HD 프로젝션 TV에서도 필요함을 이론적으로 제시하고, 이를 바탕으로 비선형 SVM 회로를 설계하고 제작하였다.

테스트 영상을 사용하여 제작한 회로를 실험한 결과 영상 신호 진폭이 큰 영역의 경계 부분에서 발생하는 화질의 열화를 개선시킬 수 있을 뿐만 아니라, 영상 신호 진폭이 작은 경계 부분에서도 SVM 효과가 두드러지게 나타났고, 이로 인해 화면 전체에서 해상도 및 선예도가 현저히 개선되었음을 확인하였다.

II. 빔 프로파일 모델링 및 SVM의 기본 원리

CRT에서 전자 빔 프로파일은 일반적으로 가우스 분

포를 하고 있으며, 빔 전류가 증가할수록 그 분포가 더욱 넓어진다. 스크린 상의 공간 밝기 분포는 빔의 중심에서부터 거리 r 만큼 떨어진 곳 (x, y) 의 밝기 $\rho(r)$ 은

$$\rho(r) = \rho_0 \exp\left(-\frac{r^2}{r_0^2}\right) = \rho_0 \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{r_0^2}\right) \quad (1)$$

로 주어진다.^[3] 여기서 ρ_0 는 빔 중심에서의 밝기이고, r_0 는 빔의 중심에서부터 $\rho(r)$ 값이 ρ_0/e 로 떨어지는 곳까지의 거리이며, 빔 프로파일의 분포 폭을 나타내는 요소이다. 만약 단일 빔 프로파일에 의한 누적 공간 밝기가 전체 빔 전류 I 에 비례한다면 ρ_0 는

$$\rho_0 \propto \frac{I}{r_0^2} \quad (2)$$

로 주어진다. 빔 폭 r_0 는 빔 전류에 따라 선형적으로 증가함으로 수상관의 중앙 영역에서는 근사적으로

$$r_0 = \alpha I + \beta \quad (3)$$

로 나타낼 수 있다.^[3] 여기서 α 와 β 는 상수로서 빔 전류 값에 따른 r_0 를 측정함으로써 구할 수 있다.

펄스 영상 신호에 대하여 SVM을 행하는 원리를 나타내면 그림 1에서와 같다. 그림 1 (a)에서와 같은 대역 제한된 Y 신호 전압 v 를 1차 미분하여 SVM 코일에 인가할 전류 신호로 변환하면 그림 1 (b)에서와 같은 SVM 전류 i_{VM} 이 된다. SVM 전류 i_{VM} 및 그림 1 (c)에서와 같은 수평 편향 전류 i_H 와의 등가적인 합 i_D 는 그림 1 (d)에서와 같이 나타난다. 또한 CRT 내 전자 빔의 편향 거리는 이 수평 편향 전류와 일차 비례하므로 수평 편향 속도 v_D 는

$$v_D = \frac{\partial x_D}{\partial t} = k \frac{\partial i_D}{\partial t} \quad (4)$$

로 나타낼 수 있으며 그림 1 (e)에서와 같이 나타난다. 여기서, k 는 CRT의 종류에 의해 결정되는 비례 상수이다. 빔의 편향 속도가 그림 1 (e)에서와 같이 변조되어 주사될 때, 주사 속도가 정상 속도 보다 빠른 부분의 밝기는 상대적으로 어두워지고 느린 부분은 상대적으로 밝아지므로, 그림 1 (f)에서와 같이 경계 부분의 공간 밝기의 상승거리는 SVM이 없을 때보다 짧아진다. 따라서 빔 프로파일에 의해 영상 신호의 경계 부분에서 에지가 열화되는 것을 SVM에 의해 개선시킬 수

있다.

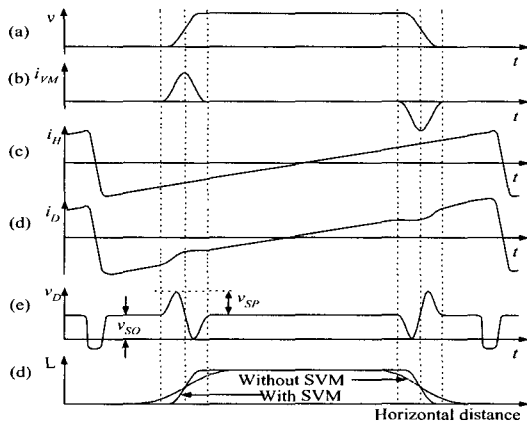


그림 1. (a) 대역 제한된 입력 전압 신호, (b) 미분된 SVM 전류 신호, (c) 수평 편향 전류, (d) 수평 편향 전류와 SVM 전류를 등가적으로 합한 신호, (e) 수평 편향 속도 및 (f) 스크린 상에서의 공간 밝기 분포

Fig. 1. (a) Band limited input voltage signal, (b) differentiated SVM current signal, (c) horizontal deflection current, (d) equivalent total horizontal deflection signal, (e) horizontal deflection velocity, and (f) spatial brightness distribution on the screen.

III. HD 프로젝션 TV용 비선형 SVM

1. 스크린 상에서의 공간 밝기 분포

7" 프로젝션 CRT(P16LFM00)에 의해 56" 스크린에 투영되는 빔 프로파일을 측정 후 계산한 식 (3)의 α 및 β 는 각각 0.138 및 1.182 이다. 식 (1), 식 (2) 및 식 (3)으로 모델링되는 빔 프로파일은 프로젝션 스크린 상에 투영되어 주사될 때 스크린 상의 공간적 밝기 특성을 조사하기 위해서 다음과 같은 실험을 하였다. 먼저 이 실험을 위해 ATSC (1080I) HDTV 규격에서 유효 수평 픽셀과^[8] 56" 스크린의 수평 길이로부터 구한 스크린 상에서의 수평 주사 속도 v_s 는 50 [km/sec]이다. 또한 픽셀 클럭 주파수가 74.25 [MHz]이므로 이론적 비디오 주파수 대역폭인 30 [MHz]로 대역 제한된 계단 신호를 테스트 영상 신호로 사용하였다.

이 시험 영상 신호가 입력될 때 프로젝션 스크린 수평 공간 상의 임의의 위치 x 에서의 밝기 $B(x)$ 는 빔이 주사 되고 있으므로

$$B(x) \propto \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \rho(r) dy dx = \int_{-\infty}^{\infty} h(x) dx \quad (5)$$

$$h(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \rho(r) dy \quad (6)$$

로 계산된다. 또한, 빔이 스크린 상에서 수평속도 v_s 로 주사될 때 이에 대응하는 스크린 공간 상의 수평거리 $x_H(t)$ 는

$$x_H(t) = v_s \times t \quad (7)$$

로 계산된다.

따라서, 30 [MHz]로 대역 제한된 계단 신호의 100 IRE에 해당하는 빔 전류를 최대로 정규화 해서 주사했을 때의 스크린 상의 공간 밝기 분포를 구하면 56" 스크린의 경우 그림 2에서와 같이 나타난다.

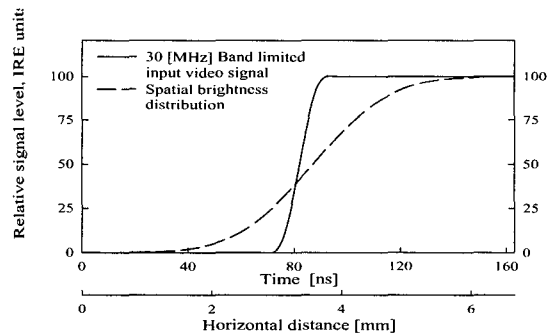


그림 2. 계단 입력 신호와 56" 스크린 상에서의 공간 밝기 분포

Fig. 2. The step input signal and the spatial brightness distribution on the screen.

이 그림에서 공간 밝기 분포의 상승거리(rising distance)는^[7] 빔 프로파일에 의해 에지가 열화 되었을 경우 2.43 [mm] 정도로 계단 신호의 대응 공간 상승거리 0.56 [mm]에 비해 크게 늘어남으로 선예도가 떨어짐을 알 수 있다.

2. 미분 펄스 폭 및 진폭 변화에 따른 SVM 효과

30[MHz]로 대역 제한된 100 IRE 계단과 영상 신호가 입력될 때 SVM에서 미분 펄스의 HAD(half amplitude duration)와 상대 진폭의 변화가 SVM 효과에 미치는 영향을 조사한 결과는 그림 3에서와 같다. 여기서, 빔 편향 시에 속도 변조도 m_s 는 정상 편향 속도 v_{30} 에 대한 순간 최대 편향 속도 V_{SP} 와의 비, 즉

$$m_s = \frac{V_{SP}}{V_{SO}} \quad (8)$$

이다.

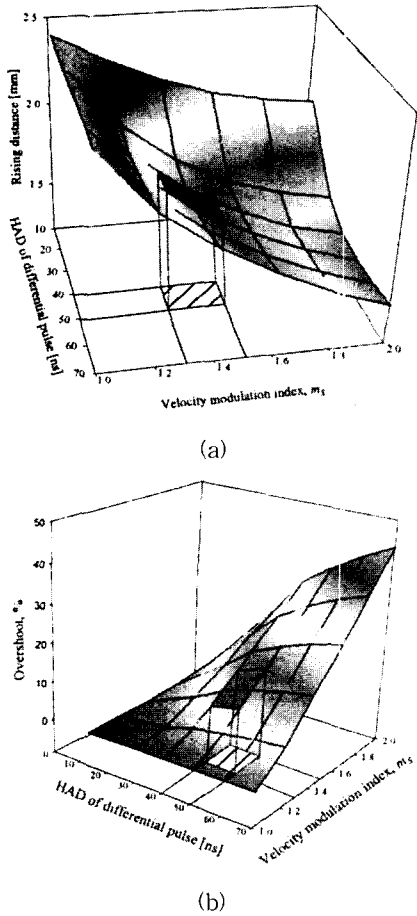


그림 3. 미분 펄스의 HAD 및 속도 변조도에 따른 상승거리의 변화 및 (b) 오버슈트량의 변화
 Fig. 3. Variation of (a) the rising distance and (b) overshoot as function of SVM pulse width and velocity modulation index.

속도 변조도 m_s 는 미분 펄스의 상대 진폭에 일차 비례하며 본 논문에서는 m_s 가 2.0 일 때 미분 펄스의 상대 진폭이 100 %에 해당한다.

그림 3으로부터 공간 밝기 분포의 상승거리는 미분 펄스의 HAD가 증가하면 감소되었다가 다시 증가하며 속도 변조도 m_s 가 증가할수록 상승거리는 감소함을 알 수 있다. 또한, 오버슈트량은 미분 펄스의 HAD 및 속도 변조도 m_s 가 증가할수록 증가함을 알 수 있다. 오

버슈트량을 10% 정도로 제한할 때 최소 상승거리의 SVM 효과를 나타내는 영역은 그림의 빗금 영역에 해당되며 미분 펄스의 HAD는 약 40에서 50 [ns] 정도이다.

3. 비선형 SVM의 입력 및 출력 전압 전달 특성

영상 신호의 전압 진폭이 변화할 때 공간 밝기 분포의 상승거리 및 오버슈트량의 변화를 조사하는 실험을 하였다. 이 때 미분 펄스의 HAD는 45 [ns]로 고정하였다. 또한 100 IRE의 영상 신호 입력에 대해 속도 변조도 m_s 가 2와 같도록 하는 SVM 회로 증폭기의 상대 이득을 100 %로 정의하였다. 시험 신호가 그림 4에서와 같이 진폭이 선형적으로 증가하면서 30 [MHz]로 대역 제한된 펄스파인 경우 이를 미분한 신호도 선형적으로 증가한다.

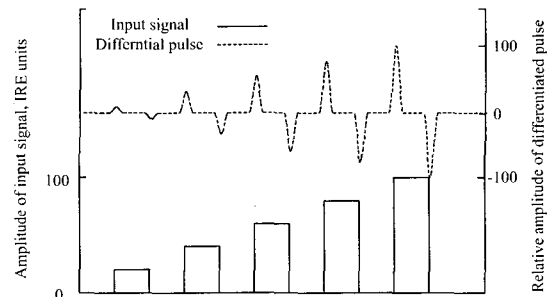
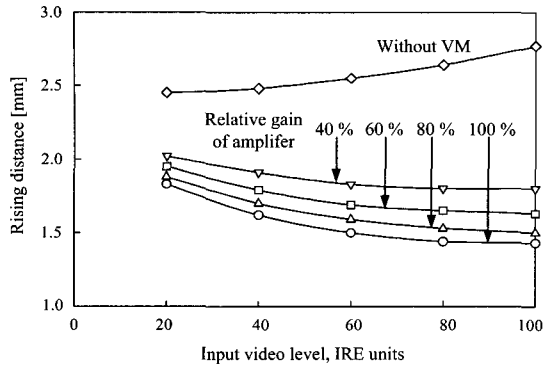
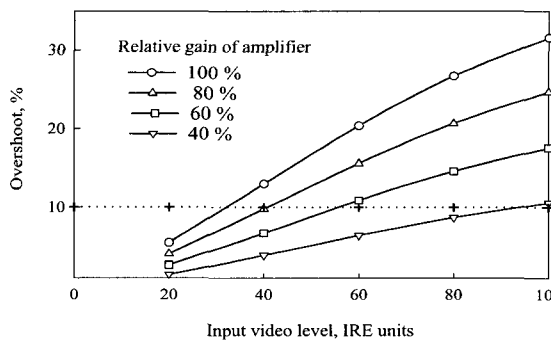


그림 4. 선형적으로 진폭이 증가하는 펄스파 입력 신호 및 이를 미분한 파형
 Fig. 4. The pulse input signal whose amplitude increases linearly and its differentiated signal.

실제 SVM 회로의 이득 특성에 대한 SVM 효과를 조사하기 위해 증폭기의 상대 이득 변화에 따른 영상 신호의 전압 진폭과 이에 대응하는 상승 거리와의 관계를 조사한 결과는 그림 5 (a)에서와 같았다. 이 그림에서, SVM이 없을 경우와 비교할 때, 전체적으로는 증폭기의 상대 이득 및 영상 신호 진폭이 클수록 상승거리가 단축되지만, 반대인 경우에는 단축 효과가 작아짐을 알 수 있다. 따라서 영상 신호의 진폭이 작은 경우에는 상대적으로 증폭기의 이득을 증가시켜야지만 SVM에 의한 동일한 상승거리 단축 효과를 얻을 수 있다. SVM에 의한 장점이 상승거리의 단축이라면 단점은 오버슈트의 증가로 인한 시각적인 화질의 열화이다.



(a)



(b)

그림 5. SVM 회로 증폭기의 상대 이득에 따른 영상 신호 진폭과 공간 밝기 분포의 (a) 상승거리 및 (b) 오버슈트와의 관계

Fig. 5. Relationship between video signal amplitude and (a) rising distance and (b) overshoot with relative gain of differentiator.

증폭기의 이득을 달리 하면서 영상 신호 전압 진폭에 따른 오버슈트량의 변화를 조사한 결과는 그림 5(b)에서와 같았다. 이 그림으로부터, 오버슈트량의 변화는 상승거리의 변화와는 서로 상반된 현상을 나타냄을 알 수 있다. 상기의 결과로부터 영상 신호의 진폭이 낮을 때는 상승거리가 넓으므로 증폭기의 상대 이득을 높여 상승거리를 단축시킬 필요가 있고, 반대로 영상 신호의 진폭이 큰 경우에는 상승거리는 좁으나 오버슈트량이 지나치게 커지므로 증폭기의 상대 이득을 낮추어 오버슈트량이 일정량을 넘지 않도록 하여야만 전체적으로 일정한 품질의 화질을 얻을 수 있다.

상기와 같은 결과를 얻기 위해서 입력 영상 신호의 진폭에 상관없이 오버슈트량을 10%로 유지하도록 증폭기의 상대적 이득을 구하여 SVM 회로의 입력 및 출력 전달 특성으로 나타내면 그림 6에서와 같다. 이 그

림에서 기울기는 증폭기의 상대 이득에 대응하며 입력 신호의 진폭이 높은 영역 보다 작은 영역에서 상대적으로 더 큰 이득이 필요함을 나타내고 있다. 비선형적인 증폭기의 입력 및 출력 전달 특성으로써 SVM을 행하였을 때의 영상 신호 진폭 변화에 따른 공간 밝기 분포의 상승거리 변화를 조사한 결과는 그림 7에서와 같다. 이 그림에서 영상 신호의 진폭이 20 IRE에서의 상승거리는 1.68 [mm] 정도이고, 100 IRE에서의 상승거리는 1.8 [mm] 정도로 거의 일정하게 유지하였다.

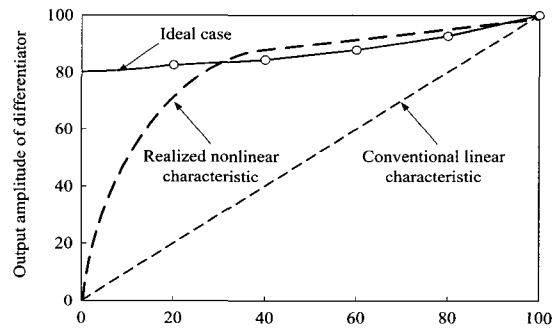


그림 6. 비선형 SVM 회로 증폭기의 입력 및 출력 전달 특성

Fig. 6. Nonlinear amplitude transfer characteristic of the SVM amplifier.

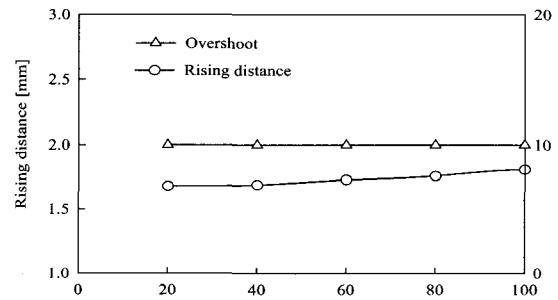


그림 7. 비선형 SVM에서의 상승거리와 오버슈트

Fig. 7. Rising distance and overshoot by the non-linear SVM.

4. 비선형 SVM 회로의 설계

1) SVM 회로의 블록도

본 논문에서는 HD 프로젝션 TV에서 고품위 화질을 구현하기 위한 비선형 SVM 회로를 설계하였다. 프로젝션 TV에서는 R, G 및 B 각각의 CRT를 사용하므로 본 논문에서 설계한 비선형 SVM 회로의 상세한 블록도는 그림 8에서와 같다. 본 논문에서 개발한 SVM 회로는 크게 미분단, 비선형 증폭단, 전류 증폭단 및 이

들의 인터페이스(interface) 버퍼로 구성된다. TV 메인 보드의 비디오 크로마 프로세서(video chroma processor)에서는 입력된 Y 신호를 미분하여 VM-OUT을 통하여 출력한다.

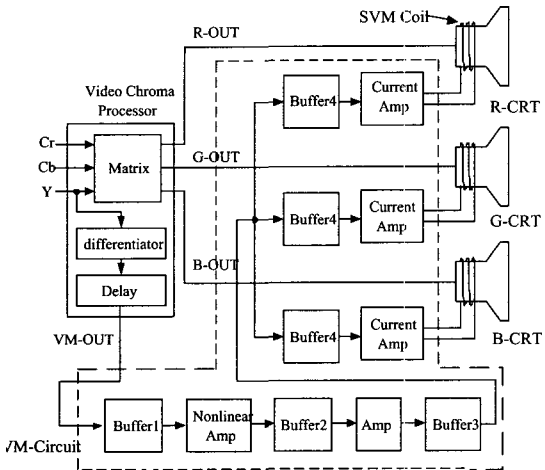


그림 8. 비선형 SVM 회로의 블록도
Fig. 8. Block diagram of the nonlinear SVM circuit.

본 논문에서는 미분된 신호를 앞 절에서 밝힌 것과 같이 모든 비디오 레벨(level)에서 일정한 화질을 유지 하도록 하기 위하여 비선형 증폭기(nonlinear amp)를 설계하였다. 또한, SVM 코일을 구동할 수 있는 전류 증폭기(current amp)를 설계하였으며, 미분단, 비선형 증폭기 및 전류 증폭기 사이에는 부하 효과를 줄이기 위해서 버퍼를 각각 사용하였다.

2. 비선형 증폭기 및 버퍼

영상 신호의 진폭에 따라 일정한 SVM 효과를 얻기 위해서, 입력 신호의 진폭에 따라 비선형 전달 특성을

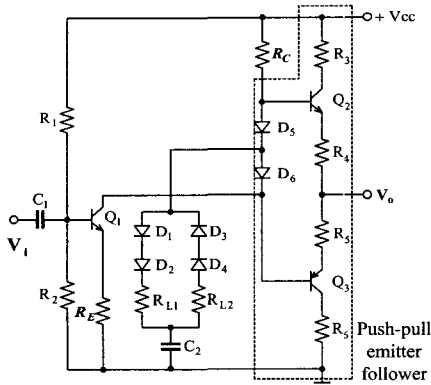


그림 9. 비선형 증폭기와 버퍼 회로
Fig. 9. Nonlinear amplifier circuit using diodes and buffer.

갖는 비선형 증폭기를 CE 증폭기, 다이오드 및 저항을 이용하여 그림 9에서와 같이 설계하였다.

이 회로에서 버퍼는 푸시풀 이미터 플로워(push-pull emitter follower)를 사용하였다. 이 회로의 출력 교류 전압의 양 (positive)의 피크 진폭이 두 개의 다이오드 D1 및 D2 의 컷 인(Cut in) 전압의 합인 +1.4 V 보다 작거나, 음(negative)의 피크 진폭이 D3 및 D4 의 컷 인 전압의 합인 -1.4 V 보다 클 때, 트랜지스터의 콜렉터 저항은 RC가 되며, 이 때의 이득 A1은

$$A_1 \cong \frac{R_C}{R_E} \quad (-1.4V < V_o < +1.4V) \quad (9)$$

가 된다. 반면에 출력 교류 전압의 양의 피크 진폭이 +1.4 V 보다 크거나, 음의 피크 진폭이 -1.4 V 보다 작을 때 트랜지스터의 등가 콜렉터 저항은 RC/RL1 또는 RC/RL2이 되며, 이 때의 이득 A2는

$$A_2 \cong \frac{R_C R_{L1}}{R_E} \quad (V_o > +1.4V) \quad (10)$$

$$A_2 \cong \frac{R_C / R_{L2}}{R_E} \quad (V_o < -1.4V) \quad (11)$$

가 된다.

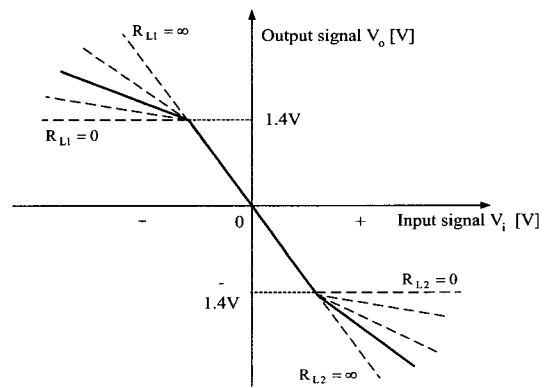


그림 10. 비선형 증폭기의 입출력 교류 진폭 전달 특성
Fig. 10. AC amplitude transfer characteristic of the nonlinear amplifier.

비선형 증폭기의 입출력 교류 진폭 전달 특성을 나타내면 그림 10에서와 같다. 이 그림으로부터 -1.4V에서 +1.4V 사이의 증폭기 출력 전압에 대응하는 입력 신호에 대한 VM 양을 조절하기 위해서 RE 및 RC를 조절하면 이득을 변화시킬 수 있다. 또한, +1.4V 보다

큰 출력 전압에 대응하는 입력 신호에 대한 SVM 양을 조절하기 위해서는 R_{L1} 을 조절하여 이득을 변화시킬 수 있고, -1.4V 보다 작은 출력 전압에 대응하는 입력 신호에 대한 SVM 양을 조절하기 위해서는 R_{L2} 를 조절하여 이득을 변화시킬 수 있다.

IV. 실험 결과 및 고찰

설계한 SVM 회로의 비선형 전달 특성을 관찰하기 위해서 테스트 신호로서 그림 4에서와 같은 진폭이 선형적으로 증가하는 영상 신호를 사용할 때, 영상 신호 파형과 SVM 회로 출력 전류 파형은 그림 11에서와 같다. 이 그림에서 설계한 SVM 회로가 작은 진폭의 신호에서도 상대적으로 큰 출력 전류를 발생시키는 비선형적인 특성이 나타남을 알 수 있다.

테스트 영상에서의 SVM 효과를 그림 12 (a) 및 (b)에서 보였다. 이 두 그림의 영상에서 가운데의 테스트 패턴은 아래로 갈수록 진폭이 감소하는 패턴으로써 큰

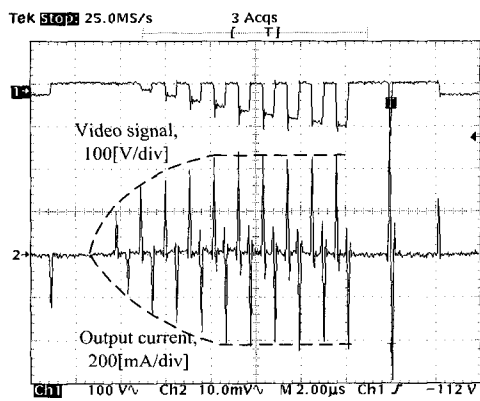
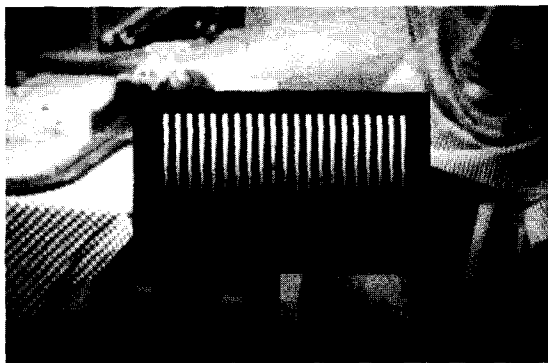
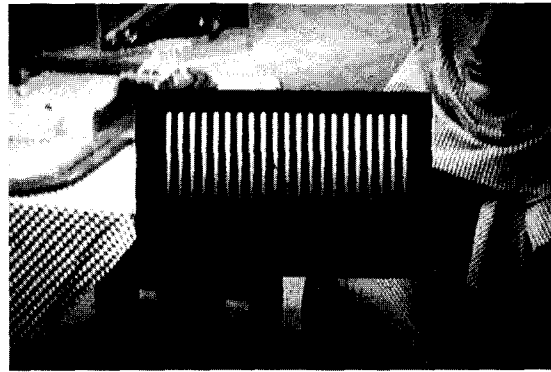


그림 11. 영상 신호 파형과 SVM 회로의 출력 전류 파형
Fig. 11. Video signal and output current of the SVM circuit.



(a)



(b)

그림 12. 테스트 영상에서의 SVM 효과 비교: SVM을 사용하지 않은 영상 사진; (b) SVM을 사용한 영상 사진

Fig. 12. Comparison of SVM effect using test pattern image: without SVM; (b) with SVM.

진폭영역에서 뿐 아니라 작은 진폭영역에서도 SVM 효과가 나타남을 보이며, SVM 효과에 의한 화질이 전반적으로 현저히 향상되어 해상도 및 선예도가 개선되었음을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 컴퓨터 모의 실험을 통해 고역의 HD 신호가 입력될지라도 빔 프로파일의 영향으로 영상의 에지 부분에서 화질이 열화되며 이에 대해 SVM 효과가 나타남을 확인하였다. 또한, 입력 영상 신호의 진폭이 작은 영역과 높은 영역에서 동일한 SVM 효과를 얻을 수 있도록 입력 신호의 진폭에 따라 증폭기의 이득 특성을 다르게 하는 비선형 전달 특성의 SVM 방식이 HD 프로젝션 TV에서도 필요함의 이론적 근거를 확립하고 SVM 회로를 설계하였다. 본 논문에서 설계한 SVM 회로를 테스트한 결과 VM level 조절에 따라 SVM을 위한 충분한 출력 전류가 SVM 코일에 인가되었다. 특히 비선형 특성에 의해 영상 신호의 진폭이 작은 영역에서도 출력 전류가 충분히 발생되었다. 자연 영상에서 테스트한 결과, 밝기 차이가 큰 영상 뿐만 아니라 작은 부분에서도 SVM 효과가 적절히 나타났으며, 흐릿한 미세한 조직이 선명하게 보임으로써 시각적으로 영상 신호의 대역이 자연스럽게 확장된 효과를 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] S. Ashizaki, Y. Suzuki, K. Mitsuda and H. Omae, "Direct-view and projection CRTs for HDTV," *IEEE Trans. CE*, vol. 34, no. 1, pp. 91-98, Feb. 1988.
- [2] M. Ohsawa, H. Yoshikawa, M. Shiomi, T. Watanabe, S. Sakurai, K. Ando, I. Yuki and T. Asano, "A high-resolution rear projection TV for home-use," *IEEE Trans. CE*, vol. 35, no. 3, pp. 325-332, Aug. 1989.
- [3] S. Yoshida, A. Ohkoshi, and K. Shinkai, "Achievement of high picture quality in color CRTs with the beam scan velocity modulation method," *IEEE Trans. CE*, vol. 23, no. 3, pp. 366-374, Aug. 1977.
- [4] S. Yoshida, A. Ohkoshi, and S. Miyaoka, "25-V inch 114-degree trinitron color picture tube and associated new developments," *IEEE Trans. BTR*, vol. 20, no. 3, pp. 193-200, Aug. 1974.
- [5] Y. Fuse, S. Yamanaka, and T. Saito, "A new trinitron color TV with beam scan velocity modulation," *IEEE Trans. CE*, vol. 22, no. 1, pp. 13-21, Feb. 1976.
- [6] G. Haenen and H. Simons, "Scan velocity modulation increases TV picture sharpness," *Electronics Components and Applications*, vol. 4, no. 1, pp. 38-41, Nov. 1981.
- [7] 안병수, 최덕규, 권기룡, 안상호, 송규익, 김덕규, 이진일, "가우시안 빔 프로파일의 CPT를 위한 비선형 주사 속도 변조," 한국통신학회 논문지, 제 20권, 제1호, pp. 265-274, 1995년 1월
- [8] R. Hopkins, "Digital terrestrial HDTV for NORTH AMERICA : The grand alliance HDTV system," *IEEE Trans. CE*, vol. 40, no. 3, pp.185-198, Aug. 1994.

저 자 소 개

李 光 淳(正會員) 第37卷 SP編 第6號 參照

金 銀 洙(學生會員) 第37卷 SP編 第6號 參照

崔 德 圭(正會員) 第37卷 SP編 第6號 參照

李 健 一(正會員) 第34卷 S編 第9號 參照

韓 纘 豪(正會員) 第37卷 SP編 第6號 參照

宋 奎 翼(正會員) 第37卷 SP編 第6號 參照

權 容 大(正會員) 第37卷 SP編 第6號 參照