

# CRT 프로젝션 TV에서의 Convergence 보정 알고리즘

강석판, 정창기, 최두현  
경북 대학교 대학원 전자공학과

## A Convergence Compensation Algorithm for A CRT Projection TV

Seok-Pan Kang, Chang-Gi Jung, Doo-Hyun Choi  
Department of Electronics Graduate School, Kyungpook National University, Korea  
LG Electronics  
E-mail: stonekang@lge.com

### Abstract

Basically, the mis-convergence, which is inevitable in CRT Projection TV, is the degree of deviation of red and blue from green beam. The cause of mis-convergence is the change of magnetic field and electrical characteristic in deflection circuits and convergence amplification circuit. A new and easily implementable mis-convergence compensation algorithm is presented in this paper. The proposed algorithm does not needs any compensation devices. It uses only TV OSD and a remote controller and anyone who wants to compensate can easily correct the mismatch. Through real compensation experiments, it is found that the proposed algorithm is useful and effective one.

### I. 서론

최근 HD 방송의 본격적인 보급과 생활 환경의 변화로 좀 더 큰 화면을 갖는 TV의 보급이 급격히 늘고 있다. 대화면 TV에서 아직까지 시장 경쟁력을 갖고 있는 CRT 프로젝션 TV에서 가장 중요한 부분 중에 하나인 컨버전스(Convergence)의 틀어짐을 보정하는 것은 좀 더 선명한 화질을 얻기 위한 기본적인 조건이다. Projection TV는 적, 황, 청 3개의 CRT의 형광면에 맺힌 상을 렌즈를 이용하여 확대한 것을 거울로 반사시켜 전면의 대형 스크린에 영상이 나타나도록 하는 대형 TV이다. CRT 프로젝션에서는 그림 1과 같이 크게 2가지 종류의 화면 왜곡이 발생된다. CRT와 렌즈에 의해 발생하는 핀쿠션(pincushion) 왜곡과 거울을

통한 반사의 결과로 인해 발생하는 키스톤(keystone) 왜곡이 있다.

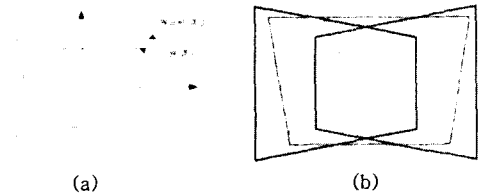


그림 1. CRT 프로젝션 TV에서의 왜곡 (a) 핀쿠션 왜곡선, (b)키스톤 왜곡

Fig. 1. Distortions in a CRT projection TV: (a) Pincushion distortion, (b) keystone distortion.

CRT 프로젝션 TV는 전자총에서 발생된 전자빔이 편향 요크(Deflection Yoke)에서 발생된 전자장에 의해 그 경로가 변경되어 한 화면을 구성하게 된다. 핀쿠션 왜곡은 전자총에서 발생된 전자빔의 이동 경로가 화면 중앙에서 멀리 떨어질수록 그 거리가 증가하면서 발생하는 왜곡이다. 프로젝션 TV에서는 거울의 반사를 이용하여 대형 화면을 구현하는데, 이 과정에서 렌즈의 반사점의 차이와 화면까지의 이동경로가 달라져 직사각형 영상이 사다리꼴의 형태로 왜곡되는 현상이 발생되는데 이를 키스톤(Keystone) 왜곡이라고 한다. 3개의 CRT가 갖는 기하학적 구조, 즉, 3개의 CRT가 동일한 위치에 있지 않고 수평으로 나란하게 배열되는 것이 원인이 되어 실제에서는 그림 2와 같이 두 가지 왜곡이 혼합되어 좀 더 복잡한 형태를 갖게 된다. 이러한 왜곡은 지구를 감싸고 있는 지자계의 영향도 받게 되며 TV 수상기가 설치되어 있는 지정학적인 위치의 영향도 받게 된다. 그리고, 편향을 구현하는 회로의 열적도 변화도 화면 왜곡을 시간적으로 변화하게 만드는 요소 중에

하나이다.

다양한 형태의 왜곡을 보정하기 위해 편향 요크에 부가적으로 별도의 복잡한 비선형적인 보정 전류를 흘려 전자 빔의 이동경로를 보정하여 화면 왜곡을 보정하게 한다. CRT 프로젝션 TV를 생산할 때 그 기준 조건 하에서 RGB 각각의 색을 일치시키는 컨버전스 조절을 수행하게 되는데, 이러한 조절은 화면의 영상정보를 얻기 위한 고 해상도 카메라와 그 카메라로부터 얻은 정보를 바탕으로 왜곡을 보정하기 위한 보정 데이터를 생성하는 컴퓨터, 보정 정보를 전기신호로 변환시키는 제어부, 제어부에서 발생한 전류를 증폭하여 컨버전스 요크에 인가할 수 있을 정도로 충분히 증폭된 신호로 변환하기 위한 증폭회로 등이 필요로 한다. 특정 조건 하에서의 조정 데이터에 의한 보정 전류는 지자계의 영향이나 편향 제어부의 특성변화, 컨버전스 증폭부의 특성변화 등에 의해 미세하게 변화하여 시청자가 실제 화면을 수신할 때는 공장에서 출하한 것과 같은 조정상태를 유지하기는 매우 힘들다. 본 논문은 소비자가 직접 가정에서 복잡한 기계를 사용하지 않고 왜곡을 보정할 수 있게 하는 알고리즘을 제안한다.

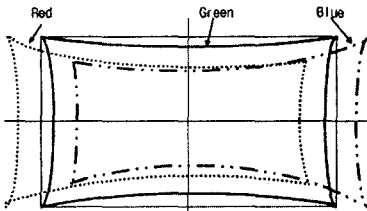


그림 2. 실제의 화면에서의 왜곡  
Fig. 2. Real distortion in a CRT Projection TV

## II. 컨버전스 보정 및 재보정 필요성

그림 3에 디지털 CRT 프로젝션 TV 시스템의 컨버전스 보정 부를 나타내었다. 지자계에 의한 전자 빔의 이동경로의 변화, 편향 회로부나 컨버전스 회로부의 열적 특성 변화, 전기적 특성의 변화를 보정하기 위해서, 전체 화면에 그림 4와 같이 여러 보정점을 두고 각 점마다 컨버전스 요크에 흐르는 전류를 제어하여 핀구선과 키스톤 왜곡을 보정한다. 정적 보정은 보정점 전체에 일정한 전류를 추가하거나 빼는 것으로, 그림 4의 경우 전체  $16 \times 13 = 208$  보정점에 동일한 보정 데이터를 제시한다. 동적 보정은 각 보정점에 대해 카메라로 읽

은 위치 정보와 기준 패턴간의 차이에 해당하는 보정 전류를 생성하게 된다. 따라서, 전체적으로 208개의 데이터마다 각각 수직방향, 수평 방향의 데이터를 가지게 되어 총 416개의 데이터를 메모리에 저장하게 된다. 그림 4는 세분화된 208개의 보정점을 나타낸다.

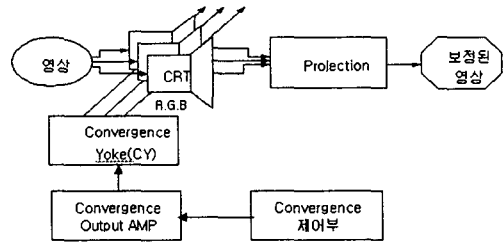


그림 3. CRT 프로젝션 TV의 컨버전스 보정  
Fig. 3. Convergence compensation of a TV

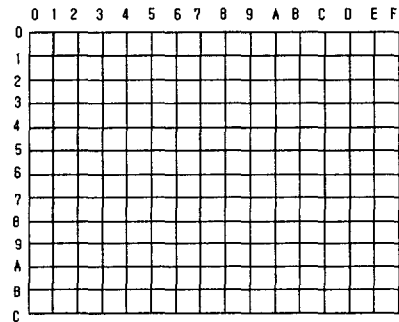


그림 4. 208개의 보정점  
Fig. 4. 208 compensation points

공장에서 설정된 컨버전스 보정은 정해진 기준점에서의 보정으로 TV 수신기의 사용 장소가 바뀌거나 부품의 특성이 변화할 경우 재조정이 필요하다. 지자계에 의한 변화나 전기적 특성에 의한 변화는 국부적인 변화보다는 일정범위에서 균일한 인자를 가지고 영향을 받게 되므로 매번 재조정할 필요는 없다. 본 논문에서는 사용자가 재보정을 쉽게 할 수 있게 하는 방법을 제시하고자 한다.

## III. 사용자에게 의한 컨버전스 보정 기법

영상에서의 컨버전스 틀어짐은 결과적으로 수직 방향, 수평 방향 모두의 해상도 열화를 가져와 화질에 상당히 나쁜 영향을 미치는데, 본 논문에서는 사용자가 직접

컨버전스를 보정하는 방법을 제시하고자 한다. 사용자에게 의한 조정 방법은 가장 효과적이면서도 실용적인 제어 방법으로 그림 5 와 같은 16×13의 세분화된 화면을 4 개의 영역(8×7=56)으로 분할한 후, 분할된 영역의 모서리에 보정을 위한 기준값을 얻을 수 있는 검출점을 설정하였다. 이 검출점의 기준은 영상신호에서 분리해낸 수직 및 수평 동기 신호가 기준신호가 되며, 동기신호에 동기된 시간 정보가 검출점의 위치가 된다.

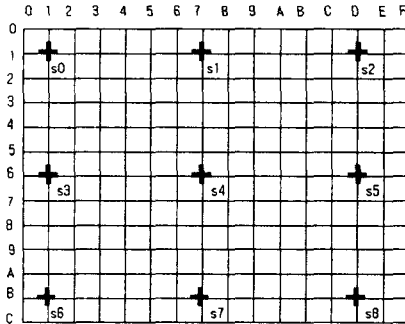


그림 5. 4 영역과 기준 검출점  
Fig. 5. 4 regions and sensing points

제안된 알고리즘은 전체 화면에 대해 8 번의 측정으로 컨버전스 보정을 하고자 하였다. 영역당 56 개의 보정점에 대해 가장 가까운 2 개의 검출점의 정보와 보정점의 정보를 이용하여, 양선형 변환(Bilinear Transform)으로 해당 보정점의 보정 데이터를 계산하여 실제 보정에 이용한다. 즉, 그림 5 의 s0 와 s1 간의 수평방향의 보정은 s0 의 수평방향 보정량과 s1 의 수평 방향의 보정량을 이용해서 계산하고, 그사이의 보정점은 양선형 변환으로 계산하게 된다. 그림 5 의 붉은색 검출점 (s0~s8)은 컨버전스가 완전하게 일치하는 경우에는 흰색의 십자선이 된다. 만약, 컨버전스가 일치하지 않으면, 그림 6 과 같이 RGB 각각의 색이 보여지게 된다. 검출점 사이의 보정점에 사용될 보정량의 연산은 광학적 입사각이 가장 적은 G 를 기준으로 한다. 사용자는 리모콘의 기 할당된 특정한 코드를 이용하여 R 과 B 색을 G 에 일치시키면 검출점의 십자선은 백색이 된다. 이러한 동작을 9 개의 검출점 마다 수행하게 되면 전체 화면에 대해 9 개의 수직 및 수평방향의 보정 데이터를 얻을 수 있다. 이 보정 데이터는 리모콘 키입력 횟수와 키 입력 당의 절대 보정량을 알고 있으면 쉽게 구해줄 수 있다.

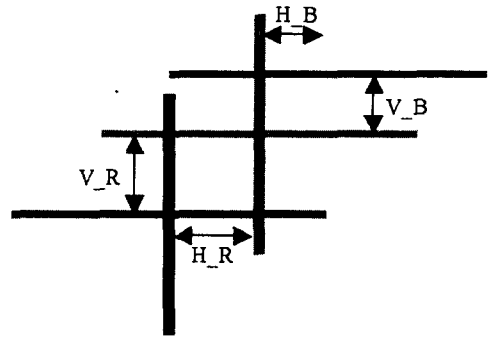


그림 6. 컨버전스 불일치  
Fig. 6. Mis-convergence

#### IV. 구현 및 보정 결과

3 장에서 제안된 보정 방법을 실제 CRT 프로젝션 TV 의 보정에 적용하였다. 그림 7 은 제안된 알고리즘에 의한 보정 작업의 진행 과정을 나타낸 것이다. 사용자의 리모콘 키 입력에 의해 컨버전스 보정 작업이 시작된다. 보정 4.1.5 가 실행되면 입력된 키 값을 큐에 저장하고, 보정 4.4.1 에서 공장에서 조정하여 저장한 동적 컨버전스 조정 초기 데이터나 이전에 저장된 데이터가 출력된다. 보정 4.4.2 에서 보정에 필요한 OSD 등의 출력되고, 보정 4.1.5 에서 입력되는 키 값에 따라 보정량이 결정된다. 보정 4.4.3 에서 실제적인 보정값이 계산되고, 이 데이터는 보정 4.4.4 에 의해 EEPROM 에 저장된다. 이 데이터가 최종 컨버전스 조정 데이터가 되는데, 컨버전스 출력 증폭기에 의해 증폭되어 컨버전스 요크를 구동하여 실제적인 화면상의 보정이 이루어지게 된다.

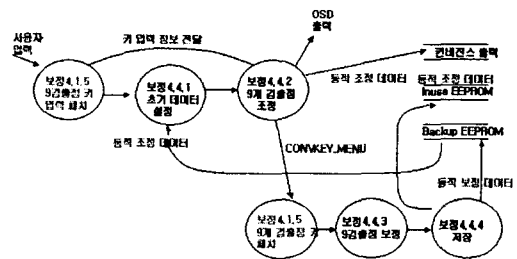


그림 7. 컨버전스 보정 과정  
Fig. 7. Convergence compensation procedure

그림 8 은 각 검출점에 대해서 그림 6 과 같은 컨버

전스 불일치를 보정한 후, 각 보정점의 보정 데이터를 계산한 결과를 나타낸 것이다. 이는 보정 4.4.3의 결과로 보정 4.4.4에 의해 EEPROM에 저장된 정보이다. 그림 10은 제안된 알고리즘에 의한 컨버전스 보정의 최종 결과를 보여주는 것이다. 그림 10(a)는 컨버전스가 불일치된 화면으로, 불일치로 인해 해상도가 저하됨을 알 수 있다. 컨버전스가 정확히 일치하면 원래는 흰색으로 나타나야 할 패턴의 위쪽이 적색으로 나타나고, 오른쪽으로는 청색의 불일치를 확인할 수 있다. 이 화면에 대해 제안된 알고리즘을 적용한 결과, 그림 10(b)와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 컨버전스의 틀어짐이 심한 모서리 부분에서 제안된 알고리즘이 불일치 현상을 개선할 수 있음을 확인할 수 있다.

H / U	H / U	H / U	H / U	H / U	H / U
54	36	50	38	44	35
37	48	54	42	23	54
54	51	38	34	42	38
53	36	57	40	42	38

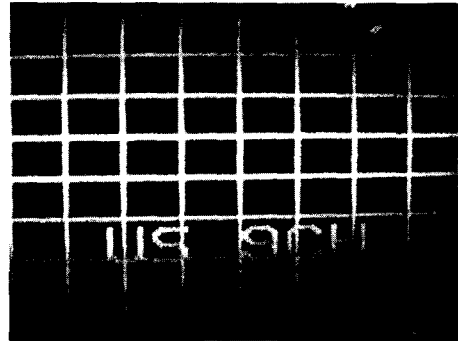
그림 8. 실제 보정 데이터 예

Fig. 8 An example of compensation data

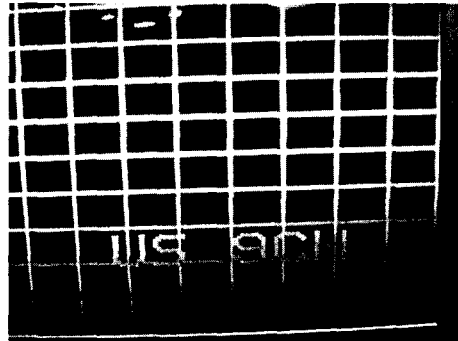
#### IV. 결론 및 향후 과제

TV의 대화면화가 빠른 속도로 진행되고 있는데, 이런 대화면의 프로젝션 TV 중에서 가장 저렴한 재료비로 구성할 수 있는 CRT 프로젝션 TV 시장도 급격하게 성장하고 있다. 그러나, CRT 프로젝션 TV만이 갖고 있는 시스템적인 문제점인 컨버전스의 틀어짐은 가장 심각한 품질상의 문제이며, 문제가 발생하였을 때 컨버전스 조정기를 사용하지 않고 조정하는 것은 시간적으로나 품질적으로 대응하기가 상당히 어렵다. 본 논문에서는 별도의 센서나 부가적인 회로 없이 이미 사용하고 있는 컨버전스 회로를 이용하여 사용자가 쉽게 컨버전스를 조정할 수 있는 방법을 제시하고, 실제 TV에 적용하여 그 효과를 확인하였다. 제안된 알고리즘을 적용하면, 실제 사용 환경에서 발생할 수 있는 컨버전스 틀어짐에 의한 화질의 열화를 방지할 수 있고, 다양한 조건 하에서도 우수한 컨버전스 특성을 유지할 수 있다. 추후, 공장에서 사용하는 컨버전스 보정 방법과 제안한 알고리즘의 의한 보정 방법을 비교하여 그 가능성을 확

인한다면 모든 디스플레이 장비의 생산 공정에 확대 적용할 수도 있을 것이다.



(a)



(b)

그림 10. 컨버전스 보정 예 (a) 컨버전스가 틀어진 화면, (b) 컨버전스 보정 후의 화면

Fig. 10. An example of convergence compensation: (a) A screen having mis-convergence, (b) Compensated screen of (a)

#### 참고 문헌

- [1] K. Matsumi et al., "Digital convergence system for home use", ITEJ Technical Report vol. 13, no. 19, pp. 3-8, ED' 89-20, Mar. 1989.
- [2] B. Prescott and G. F. Mclean, "line-based correction of radial lens distortion", Graphical Model and Image Processing, vol. 59, no. 1, pp. 39-47, Jan. 1997.
- [3] S. Ashizaki, Y. Suzuki, K. Mitsuda, and H. Omae, "Direct-view and projection CRTs for HDTV," IEEE Trans. CE, vol. 34, no. 1, pp. 99-98, Feb. 1988.