

PALplus TV용 디지털 디코딩 시스템의 개발

정희원 김정훈*, 이명호**

Development of Digital Decoding System for the PALplus TV

Jeong-hoon Kim*, Myoung-ho Lee** *Regular Members*

요약

PALplus 시스템은 새로운 방식의 유럽형 16:9 와이드 스크린 TV로써 기존의 표준 PAL 방식과 완전한 호환성을 유지하며 크로스 칼라와 크로스 루미넌스를 제거할 수 있도록 하여 화질의 향상을 도모할 수 있도록 하였으며 PAL 시스템의 수평 휘도대역을 최대로 사용할 수 있도록 한 시스템이다. 본 논문에서는 TI사의 SVP(Serial Video Processor) IC와 고역 정보 신호(Helper)용 복조부를 구현하여 16:9 PALplus(625/50Hz/2:1)방식의 디코딩 시스템을 구현하였다.

ABSTRACT

PALplus system is a new European 16:9 wide screen TV format which has a full compatibility with standard PAL and the system has a advantage of improving picture quality by the reduction of cross color and cross luminance as well as making use of the full horizontal luminance bandwidth of the PAL system.

This paper deals with the implementation of the European 16:9 PALplus Digital decoder(625/50Hz/2:1) system using TI SVP(Serial Video Processor) IC and discrete helper demodulator.

I. 서론

1. 도입 배경

유럽의 TV 시스템 방식중 하나인 PAL 시스템이 도입된 이후 15년 전부터 많은 연구원들이 PAL 규격의 성능 개선을 위해 노력해왔다. 1988년에는 신호처리 기술의 발전과 콤(Comb) 필터 디코더 기술의 채용으로 휘도와 칼라 신호간 간섭 효과를 줄일 수 있게 되었으며 이러한 기술의 발전은 위성 방송을 위한 MAC(Multiplexed Analog Components) 시스템의 개발로 더욱 활기를 띄게 되었고 16:9 와이드 스크린 TV의 가정내 보급을 위한 규격 제정을 위한 노력을 통해 더 한층 발전할 수 있는 계기가 되었다. 유럽내 PAL 시스템의 개선을 주도적으로 이끈 국가는 독일로써 이후 많은 방송국과 TV 수신기 업체중 Grundig, Nokia, Philips, Thomson

등이 가세하면서 16:9 와이드 TV와 기존의 4:3 TV와의 호환성을 유지하는 측면을 고려한 PALplus TV개발을 위한 협회가 본격적으로 활동을 하게 되었다. 후발 업체로는 일본의 Sony(1993년)와 한국의 Samsung(1994년) 이 수신기 업체로 가입하였으며 현재 유럽의 PALplus TV는 독일과 여러 인접 국가에서 실험방송중으로 1994년말 Nokia에서 상용 TV가 처음 시판된 이후 현재는 협회 가입 업체가 공히 PALplus TV 수신기를 유럽 시장에 출하하였고 향후 유럽내에 HDTV가 도입되기 이전의 16:9 시장을 점점 석권할 것으로 예측된다^[1].

2. PALplus TV의 개발목적 및 기본 사양^[2]

PALplus 시스템의 개발 목적중 가장 중요한 것은 기존의 지상파 방송을 시청하는 4:3 TV 수상기 소유자들을 만족시킬 수 있는 16:9 방송과 4:3 방송과의 호환성 유지였으며 기본적인 시스템의 사양은

* 신홍대학 전자통신과(jhkim@shinheung-c.ac.kr)

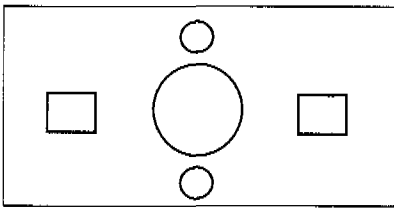
** 연세대학교 공대 기계 전자 공학부

논문번호 : 99002-0304, 접수일자 : 1999년 3월 4일

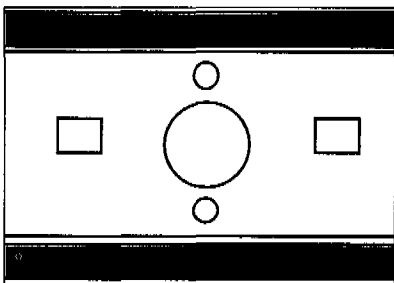
다음과 같다.

- 1) 표준 PAL 시스템과의 완전한 호환성 유지
- 2) 세계적으로 인정되는 16:9 와이드 스크린 포맷의 완벽한 지원
- 3) PAL 시스템의 휘도 수평 대역을 완전히 사용하는 동시에 크로스 칼라(Cross color) 및 크로스 루미넌스(Cross Luminance)등을 제거함으로써 화질 개선 추구

PALplus 방식은 1)항의 호환성 유지를 위해 그림 1 (b)와 같이 4:3 수상기의 상,하에 흑대가 보이도록 하여 16:9 방송을 4:3 수신기에서 시청할 수 있도록 하는 레터 박스(Letter box)변환 기법을 사용하였다. 그림 1 (a)는 16:9 PALplus TV를 사용하였을 때의 화면 모습으로 PALplus 디코더가 수직 신장을 하여 화면을 가득 채운 모양이며 WSS (Wide Screen Signalling Bit)라는 신호 구별용 비트를 23번째 라인에 삽입함으로써 수신기에서 이 신호를 인식하여 자동적으로 PALplus 처리를 할 수 있도록 하였다.



(a) PALplus 수신기에서의 16:9 디스플레이 처리



(b) 4:3 디스플레이 수상기에서의 PALplus 처리

그림 1. 기존 TV와PALplus TV의 호환성

II. 시스템 규격

표 1은 표준 PALplus 시스템 규격중 인코딩 (Encoding) 블럭의 수행 기능이며 표 2는 디코딩

(Decoding) 블럭의 수행 기능을 각각 나타낸다^[3].

• 표 1. 인코딩 블럭의 수행 기능

기능	동작	비고
Vertical Conversion	16:9 576 lines --> 16:9 430 lines + Vertical Helper출력	필수
Vertical Helper Encoding	Helper modulation, Companding	필수
Motion Adaptive Color Plus	Improved Sepation of Y/C	필수
Reference Signals	Y및 Vertical Helper의 정확한 Level 설정	필수
Wide-Screen Signalling (WSS)	전송화상의 정보 및 상태	필수
Echo Cancellation	고스트 제거	선택

그림 2는 PALplus 인코딩 처리 과정의 개요이고 그림 3은 PALplus 디코딩 처리과정의 개요이다. PALplus용 초기 인코더의 입력과 디코더의 출력 신호는 16:9 종횡비에 625/50Hz/2:1 이며 HDTV 이미지도 625/50Hz/2:1로 다운 컨버전(Down Conversion) 후에 사용할 수 있다. PALplus 방식에서 와이드 스크린 영상은 기존의 4:3 수상기와 호환성을 유지하기 위해 레터 박스(Letter box) 형태로 전송되며 수직 해상도(유효 주사선 567라인 대비)의 감소는 레터 박스 영역의 상,하 흑대부에 수직 헬퍼 (Helper)라는 고역 정보를 사용하여 최소화 된다.

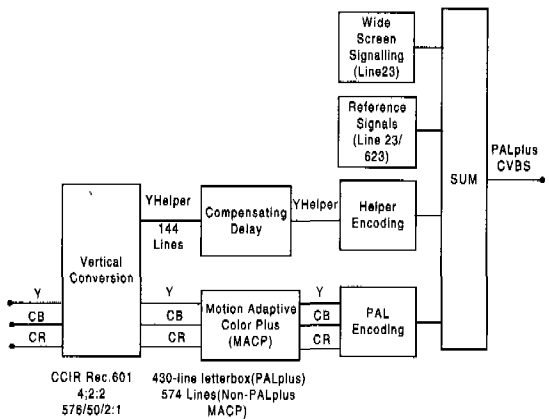


그림 2. PALplus 인코딩 과정

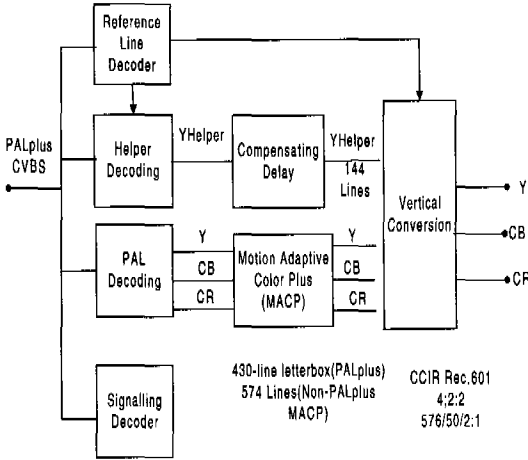


그림 3. PALplus 디코딩 과정

PALplus 시스템은 두 가지의 동작 모드를 갖는다. 첫 번째는 필름 모드(Film mode)라는 영화 필름원에 대한 것이고 다른 하나는 카메라 모드(Camera mode)로 보통 50Hz 영상 이미지에 사용하는 것이다. 앞서 언급한 두 가지 동작 모드는 수직 해상도를 증대시키는 레터박스 변환 및 휘도/칼라 분리에 사용되는 동작적응형 칼라플러스(MACP: Motion Adaptive Color Plus) 기능 모두에 적용적으로 사용되어 최적의 성능을 제공토록 한다.

표 2. 디코딩 블록의 수행기능

기능	동작	비고
Vertical Conversion	16:9 430 Lines + 144 Vertical Helper Lines --> 16:9 576 Lines	필수
Vertical Helper Decoding	Helper Demodulation, Decompanding	필수
Motion Adaptive Color Plus	Improved Separation of Y/C	필수
Reference Signals	Y 및 Vertical Helper의 정확한 레벨 설정	선택
Wide-Screen Signalling	전송화상의 정보 및 상태 이용	필수
Receiver Display Upconversion	50Hz Progressive, 100Hz Interlace	선택
Delay in audio paths	To compensate for Vision Processing	선택

1. 수직 변환(Letter box Conversion)

1) 개요

CCIR Rec. 601(13.5MHz 샘플링)규격에 의한 프레임당 576 유효 주사선수의 625/50/2:1, 4:2:2 (Y:U:V) 디지털 컴포넌트 입력신호를 이용하여 430 라인의 유효 주사선으로의 수직 압축 처리가 선행된다. 입력 영상 이미지가 50Hz 움직임 신호일 경우(카메라 모드), 상기 변환은 동작 노이즈를 피하기 위해 필드내 처리를 하게 되고 25Hz의 동작(필름 모드)인 경우는 필드간 처리를 한다^[4]. 대역 분할시 손실이 적은 QMF(Quadrature Mirror Filter) 처리를 통해 상,하 혹은 대역으로 전송될 수직 휘도 신호인 수직 헬퍼(Helper) 신호는 컴팽딩(Companding), 클리핑(Clipping), 코어링(Coring) 등의 비선형 처리를 하고 칼라 서브캐리어중 U축에 잔류측대역 압파(Vestigial Sideband Suppressed Carrier)방식으로 변조되어 300mV의 최대 진폭을 가지고 전송된다. 디코더에서는 수직 고역 신호인 헬퍼(Helper) 신호의 복조를 위해 일반적인 칼라 복조 방식을 U축을 사용하여 수행하며 역시 비선형 처리를 한 후, 수직 고역 정보의 복원 방식을 취하는 데, 복원시도 레터박스 변환 기법으로 수직 저역 정보와 가산되어 수직적으로 전 신호를 복구하게 된다. 그림 4의 우측부는 헬퍼신호의 파형을 나타내며 그림5는 휘도 신호의 수직복원 QMF 모델이다.

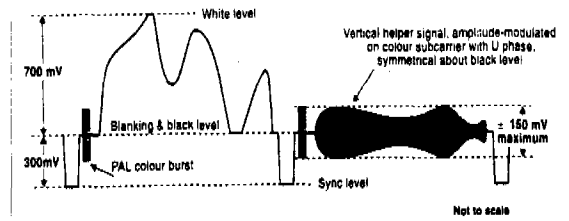


그림 4. 수직 고역 정보인 Helper 신호의 파형

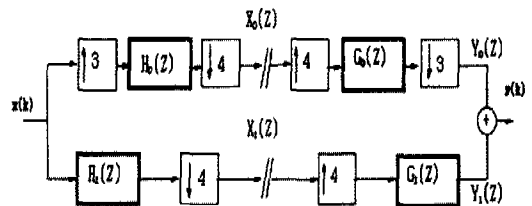


그림 5. 휘도신호의 수직복원 QMF 모델

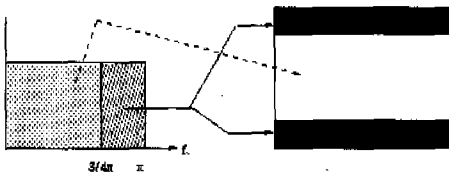
2) 동작

① 엔코더(Encoder) 측면

휘도의 경우, 576라인의 수직 라인을 그림 6(a)와 같이 3/4 비율로 축소하여 전송하며, 이 때 상실되는 휘도의 수직 고해상도(3/4이상) 영역을 분리하여 그림 6(b)와 같이 수직 헬퍼(Helpler)로서 화면의 상하단에 흑대(blank bar) 영역을 통하여 전송한다.



(a) 휘도 신호의 수직 변환(주사선 관계)



(b) 휘도의 수직 변환(주파수 대역)

그림 6. 휘도 수직변환도(엔코더측)

한편 칼라 신호의 경우는 수직해상도가 수평해상도에 비해 높기 때문에 따로 수직 헬퍼(Helpler)는 전송하지 않고 그림 7처럼 주사선수의 감소 변환만 수행한다.

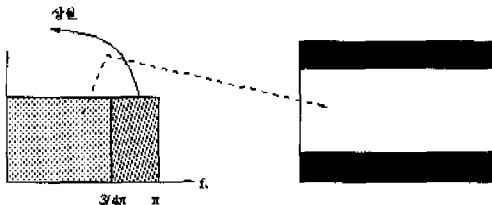
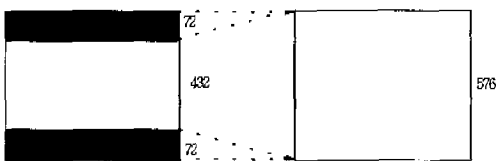
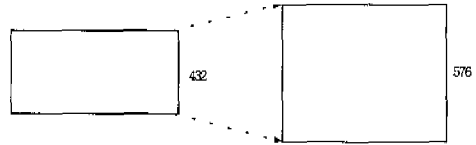


그림 7. 칼라의 수직 변환도(엔코더측)

② 디코더(Decoder) 측면



(a) 휘도신호의 복원



(b) 칼라 신호의 복원

그림 8. 휘도및 칼라 신호의 수직복원도

휘도 신호는 그림 8(a)와 같이 저역 3/4 화면과 고역인 수직 헬퍼(Helpler)로부터 원화면을 복구하며 칼라 신호는 그림 8(b)와 같이 3/4화면으로부터 단순 보간(Interpolation) 하여 복구한다.

2. 동작 적응형 휘도/칼라 분리

(Motion Adaptive Color Plus)

PAL방식에서 휘도/칼라 신호의 상호 간섭(Cross artifacts)은 동작적응형 칼라플러스(MACP)라는 송, 수신단의 기술로 제거되며 MACP 기술은 사용 가능한 수평 해상도를 증가시킨다. 휘도 신호의 진폭/주파수 특성은 0에서 5.5MHz 까지 원칙적으로 일정하며 전송되는 휘도/칼라 신호는 전송 시스템의 특성에 의해 제약을 받을 수 있다⁵⁾.

필름 모드의 경우, 고정된 칼라분리(Fixed color plus)라는 프레임내 PAL 엔코딩과 디코딩 기법을 사용한다. 한편 카메라 모드의 경우는 동화일 경우, 저역에 휘도 신호를 고역에는 칼라 신호만을 콤포넌트 형식으로 중첩후 분리하도록 한다. 동작 적응형 처리를 위해 송,수신단 모두 동작 검출기를 가지고 있으며 화소 단위로 처리되며 동작원리는 칼라 서브캐리어가 매 필드마다 반전되는 성질을 이용하여 현재의 신호와 312라인 이후의 신호를 가감산하여 휘도 고역 신호와 칼라 신호를 각각 구한다.

3. 와이드 스크린 식별 신호

(WSS : Wide Screen Signalling bit)

PALplus TV시스템은 유럽의 방송 규격 제작 협의체인 EBU/ETSII에서 작성한 와이드 스크린 식별 신호(WSS) 시스템(draft prETS 300294) 규격을 사용하며 그림 (9)와 같은 파형으로 수직 주사 라인중 23라인의 상반부에 실려있다 이 신호는 전송되는 프로그램의 종횡비나 센터, 자막의 위치등의 상태(status)에 대한 정보 전달을 하는 것으로 동작 모드와 입력 영상의 분별을 통해 수상기에 표시되는 화면의 위치 및 종횡비(Aspect ratio)의 자동 조정을 수행할 수 있다.

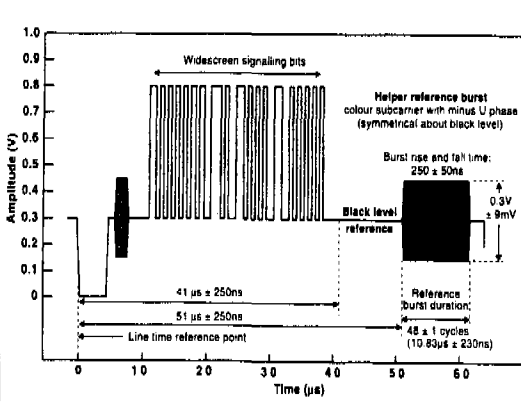


그림 9. WSS 신호의 파형도

PALplus 처리를 하지 않은 경우로써 그냥 레터박스(letter box) 형태에 옆으로 펼쳐진 모양이고 그림 12는 PALplus 처리를 하여 수직 신장된 모습으로 진원이 만들어진 것을 볼 수 있다.

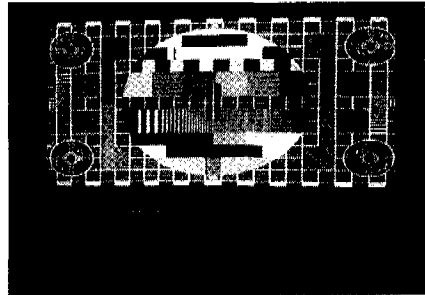


그림 11. PALplus 처리를 않는 모드

III. 시스템 성능

그림 10은 본 연구에서 개발한 전체 디코더의 블록도이다.

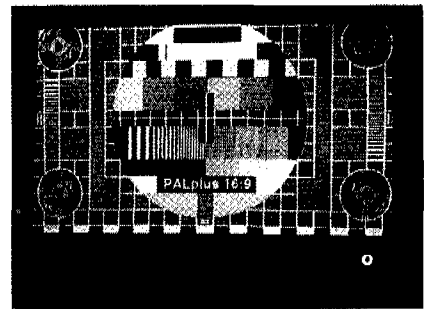


그림 12. PALplus 처리 모드

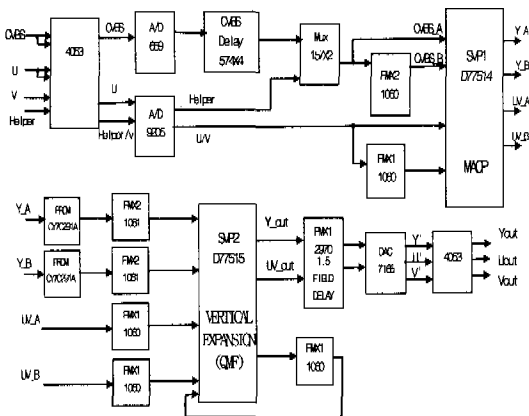


그림 10. 개발된 디코더 시스템의 블록도

개발된 디코딩 시스템의 입력은 수신된 CVBS와 복조된 수직 고역 정보(Helper), 그리고 동정보 검출을 위해 이날로그 디코더에서 검출된 U, V 신호이다. SVP1은 동작 적응형 칼라 플러스(MACP)기능, SVP2는 수직 변환(QMF)를 위한 기능을 수행하며 PALplus 처리에서 발생하는 1.5 필드 지연을 조정하기 위한 필드메모리가 SVP2 뒷단에 놓이게 된다. 본 시스템에서 사용된 총 필드메모리는 13Mbit이다. 다음의 그림 11에서 그림 16은 PALplus 시스템의 성능에 대한 결과 사진들로써 성능평가를 위해 Philips사의 PALplus 패턴 제너레이터(PMS699)를 사용하였다. 그림 11은 PALplus 신호원임에도

그림 13과 그림 14는 칼라 플러스(Color Plus)에 대한 결과를 비교해주는 사진으로써 그림 13은 칼라 플러스 처리를 하지 않았을 때의 크로스 칼라(Cross Color)가 잔존하는 모습이고, 그림 14는 칼라 플러스 처리, 즉 3차원 동작 적응형 휘도/칼라 분리를 통해 크로스 칼라가 완벽히 제거된 모습으로 휘도의 고역부 성분을 관찰할 수 있다.

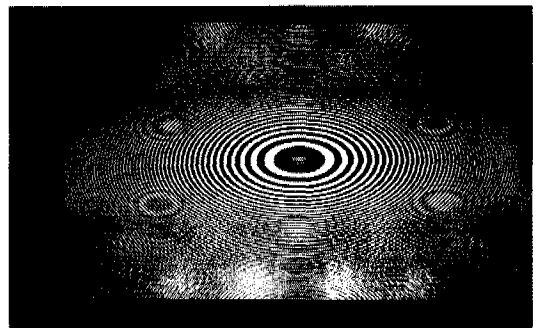


그림 13. 크로스 칼라를 보여주는 PALplus zone plate pattern

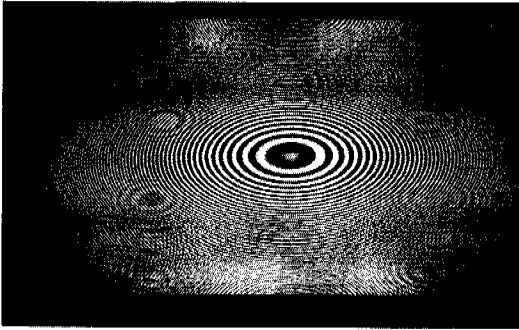


그림 14. MACP에 의해 크로스 칼라가 제거된 모습

그림 15와 그림 16은 레터박스 변환중 수직 고역 정보인 헬퍼(Helpler)의 효과를 보여 주는 사진으로써 그림 15는 헬퍼 게인(Helpler Gain)을 영(0)으로 하였을 때의 결과 영상이고 그림 16은 헬퍼 게인(Helpler Gain)을 '1'로 놓았을 경우의 결과 영상으로 수직 고역 정보에 의해 수직 해상도가 상당부분 향상된 것을 알 수 있다. 그림 17은 헬퍼(Helpler) 복조기까지 포함된 본 연구에서 개발한 PALplus 디지털 디코더 보드이다.

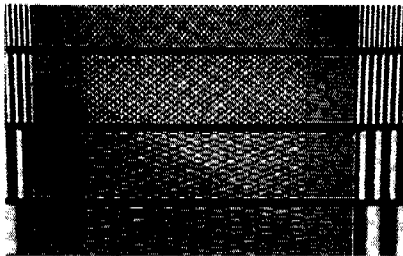


그림 15. 헬퍼 게인이 영(0)인 수직 변환

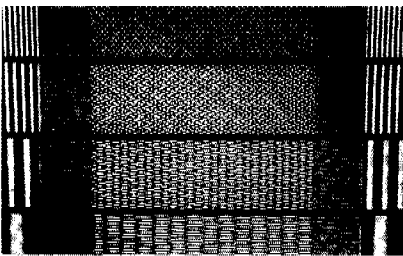


그림 16. 헬퍼 게인이 1인 수직 변환

IV. 결론

본 논문은 유럽향 2세대 와이드 TV용 PALplus 디지털 디코더 시스템의 개발에 관한 것으로써 625/

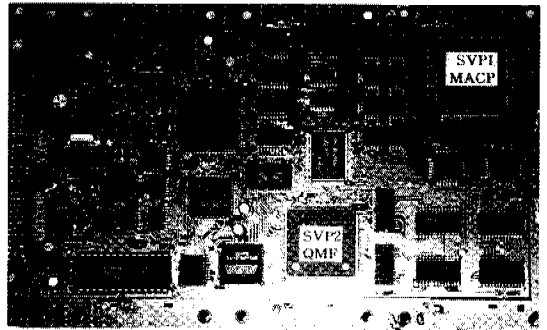


그림 17. 개발된 PALplus 디지털 디코더 보드

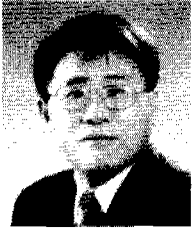
50Hz/2:1 시스템을 TI사의 SVP(Serial Video Processor)와 아날로그 헬퍼(Helpler) 복조회로를 이용 구현하였다. 본 시스템은 기존 4:3 시스템과의 호환성을 특징으로 하며, QMF 필터링을 이용하여 레터박스(letter box) 변환을 휘도와 칼라에 대해 각각 수행하였고 크로스 칼라와 크로스 루미넌스를 줄이기 위해 동작적응형 칼라 플러스(MACP)를 수행하였다. WSS 와이드 스크린 식별 신호 정보를 송수신함으로써 수상기에서 화면 정보의 최적화를 자동으로 절환하는 계기를 이루었으며 이의 확대를 통해 향후 많은 발전의 가능성을 제시하였다고 하겠다. 향후 유럽내 16:9 PALplus TV의 장래는 HDTV의 도입 시기와 그 이전의 수상기 제조업체의 품질향상 및 가격 저하노력, 그리고 방송국의 프로그램 증대와 소비자의 16:9 방송 프로그램 수용도에 달려있다고 하겠다.

참고 문헌

- [1] Jeong-hoon Kim, "Development Report for PALplus Digital Decoder Board", Samsung Electronics Multimedia Center, Signal Processing Lab, 1996.
- [2] PALplus Consortium, "PALplus System Specification", 1984.
- [3] R J G Ellis, "The PALplus Project", Proc. IBC94, IEE Conference Publication No.397, pp8-19, 1994.
- [4] Rudolf Mausl, "Fernsehtechnik", Huchig, pp. 103-113, 1995.
- [5] M. Silverberg, "The Concept of Motion Adaptive Colorplus Encoding", IEE Colloquim, No, 187, ch3, 1994.

김 정 훈(Jeong-hoon Kim)

정회원



1987년 2월: 연세대학교 전기공
학과 졸업

1989년 2월: 연세대 대학원 전기
공학과 졸업(공학석사)

1999년 2월: 연세대 대학원 전기
및 컴퓨터 공학과
박사과정 수료

1989년 2월~1996년 2월: 삼성전자 멀티미디어 센
터 신호처리 연구소 선임연구원

1996년 3월~현재: 신홍대학 전자통신과 조교수
<주관심 분야> 디지털 영상처리, 스테레오 비전, 3
차원 의료영상, 방송방식

이 명 호(Myoung-ho Lee)

정회원



1972년 2월: 연세대학교 전기공
학과 졸업

1974년 2월: 연세대 대학원 졸업
(공학석사)

1978년 2월: 연세대 대학원 졸업
(공학박사)

1978년 3월~1980년 2월: 홍익대 공대 전기공학과
조교수

1980년 3월~현재: 연세대학교 공대 기계 전자 공
학부 교수

1984년 1월~1985년 2월: University of Wisconsin-
Madison 교환교수

1996년 3월~현재: 연세대 의료기기기술연구소 소
장

<주관심 분야> 의용계측제어, 의료진단자동화, 생체
신호처리, Telemedicine, Brain
System