

동축케이블을 이용한 HDTV신호의 Serial 전송 방식

正會員 李 鎬 雄*, 李 文 基**, 姜 哲 豪***

Serial Interface System of HDTV Signal in Coaxial Cable

Ho-Woong Lee*, Moon-Ky Lee**, Chul-Ho Kang*** *Regular Members*

要 約

이 논문은 일반적인 75 ohm 동축 케이블을 사용한 새로운 직렬 전송 시스템을 묘사하였다. 일반적으로 병렬 25pin 케이블 과컨넥터는 HDVCR, D3VTR 및 HDTV 수신기와 같은 디지털 시스템에서 데이터의 전송 및 수신 등에 사용된다. 동축 케이블은 소비자 상품의 응용 및 방송 스튜디오에서 긴 신호 경로와 Switching 등에 사용될 수 있다. 이 직렬 데이터 전송 기술은 200 feet 정도 떨어진 곳에서도 데이터의 전송 및 수신이 가능하며, 뿐만 아니라 RFPLL, SCRAMBLING, NRZI 등을 필요로 하지 않기 때문에 하드웨어가 간단하다.

ABSTRACT

This paper describes a new serial interface system which uses conventional 75 ohm coaxial cable. Typically parallel 25 pin cable and connectors are used to transfer and receive the data between digital systems such as HDVCR, D3 VTR and HDTV Receiver. The coaxial cable is more desirable for consumer product applications and also for studio applications where long signal paths and switching are required. This serial data transfer technique is thoroughly tested and utilized in the data transmission/reception between systems more than 200 feet apart. It is also cost effective because it does not require RF PLL, SCRAMBLING, and NRZI hardware.

I. 서 론

디지털 장비를 위한 직렬 인터페이스에 대한 생각은 오래 전부터 검토되어 왔었고, 유일한 해결책으로

fiber optic link 등이 사용되었다. 그러나 많은 장점이 있음에도 불구하고 프로그램 제작자는 난색을 표현하고, 궁극적으로는, 가장 일반적인 해결책으로 나온 것이 CCIR-601의 직렬 구현인 CCIR-656의 형태인데, 이 또한 진정한 의미의 직렬데이터는 아니다. 그래서 새로운 디지털 직렬 인터페이스 시스템 등이 출현하게 되었고, 이 새로운 직렬 인터페이스 시스템은 병렬 25 pin 컨넥터 및 케이블 대신에 일반적인 75 ohm 동축 케이블을 사용하여 데이터를 전송 및 수신

*대원전문대학 전자통신과

**LG전자(주) 시카고연구소

***광운대학교 전자통신공학과 신기술연구소

論文番號:95359-1014

接受日字:1995년 10월 14일

할 때 사용한다. 이들 직렬 인터페이스 시스템의 장점은 병렬 인터페이스 시스템에 비해 당연한 것이고, 이러한 장점에도 불구하고 데이터 프레임 레벨의 타이밍 복원 등 많은 어려운 문제점이 있었다. 또한 직렬 데이터를 병렬 데이터로 바꾸기 위해서는 병렬 데이터에 별도의 데이터 마커 정보를 필요로 한다.

우리가 인터페이스를 사용하는 목적은 한 시스템에서 다른 시스템으로 데이터 형태를 변환시키기 위하여 사용한다. SONY가 개발한 직렬 전송 시스템은 전송 및 수신 단에 각각 PLL을 갖는다. 특히, 수신 단에서만 보면 동축케이블로 전송할 때 생길 수 있는 손실을 보상하기 위한 케이블 동화기, 수신단에 사용되는 클럭을 제공하기 위한 VCO, 주파수대 변환기, 그리고 NRZI to NRZ 변환기들을 사용하여 구성하였으므로 하드웨어적으로 매우 복잡하였다. 지금까지 케이블로 전송할때 알려진 채널 코딩 방법으로는 NRZ(Non Return to Zero), NRZI(Non Return to Zero Inverse), Bi-phase Mark(Manchester code), Miller 코딩기법 등이 있다. 이들 코딩 기법들은 입력 데이터와 기준 클럭을 비교하여 edge정보 등을 만든 후, PLL을 구동하기 위한 정보로 사용된다¹⁾²⁾³⁾.

본 논문에서 제안한 직렬 인터페이스 시스템은 자

체 PLL없이 기준 신호를 HDTV, HDVCR 송신기 및 수신기에 보내면, 이 신호를 갖고 PLL을 구동하여 직렬 전송에 필요한 클럭을 만든다. 뿐만 아니라, 종래의 직렬 전송 방식에 비해 하드웨어 구현이 간단하며, 가격을 저렴하게 할 수 있다. 또한 종래의 인터페이스에서 필요로한 PLL을 사용하지 않고 간단한 5개 레벨 레이어 구조를 갖는 전송 형태로 구현하였으며, D3VTR을 이용해 VSB 전송 및 수신 시스템과 200 feet 떨어진 곳에서도 사용될 수 있다는 것을 하드웨어 실험을 통해 증명하였다.

본 논문은 5개 레벨 데이터 구조를 갖고 slice가 용이하게 구성하였으며, AC coupling을 고려한 필터를 사용하였다. 하드웨어에 사용된 데이터 전송 비율은 37 Mbits/second이다.

II. 본 론

그림1은 HDTV 신호원으로 부터 디스플레이 사이에 직렬 인터페이스가 사용되는 관계를 묘사한 것이며, 그림2는 일반적인 직렬전송그림이다. 입력 신호로 압축된 비디오, 오디오, 부수적인 데이터 등을 사용하여 녹화, 재생 등을 하며, 디지털 압축 신호를 복

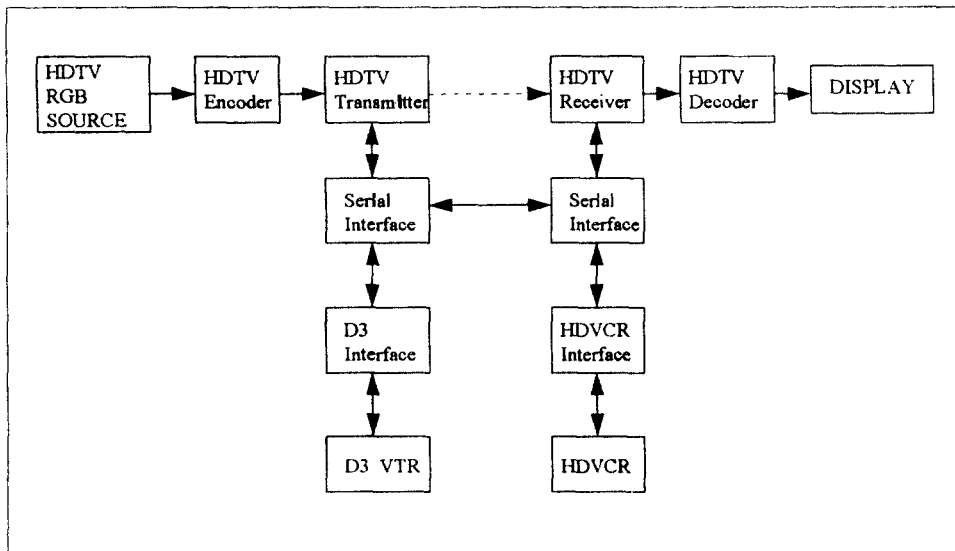


그림 1. HDTV 녹화/재생 시스템 도
Fig 1. HDTV Record/Playback System Diagram

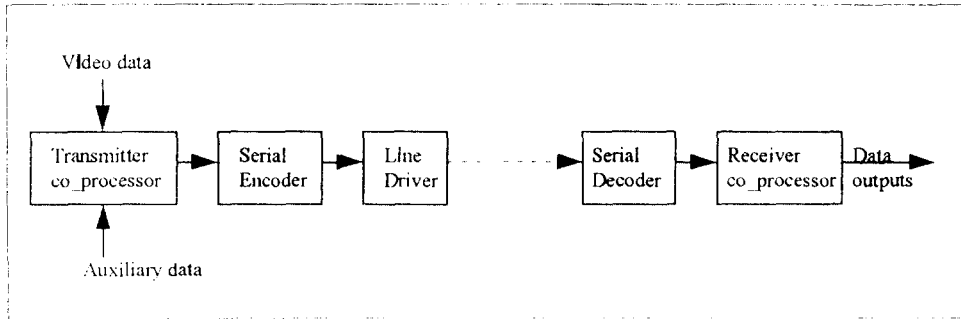


그림 2. Serial 인터페이스의 블록도
Fig. 2. Block Diagram of Serial Interface

사할 수도 있다⁴⁾⁵⁾. 병렬 데이터 구조를 갖고 개발한 방송용 D3VTR은 HDTV에 사용되는 데이터와 직접적으로 호환성이 있는 것은 아니다. 전송에서 수신까지 디지털 신호의 변환 및 가정용, 방송 장비 등은 수신단 끝단에 정확하게 시간을 복원할 필요가 있다. 즉, 녹화 장비 인터페이스에 데이터에 프레임 동기 정보를 더해 녹화한 후, 동기정보에 의해 재생 기간 동안에 전송 시간을 회복할 수 있다. 비록이 원형 데이터의 프레임 정보가 NTSC 녹화 프레임의 시간과 일치해도 이 인터페이스는 수신기 끝단에 정확하게 시간을 복원할 필요가 있다⁶⁾. 대 통합(Grand Alliance) HDTV 비트스트림에 사용될 수 있는 전송 형태 및 녹화 형태 사이에 이 인터페이스는 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

2.1 직렬 전송 블록도

그림3(a)(b)는 HDTV와 HDVCR사이의 클럭, 데이터, 프레임 기준 정보 등의 신호를 갖고 동축 케이블을 사용하여 녹화 및 재생을 하는 과정을 보여준 그림이다. 입력 신호로 사용되는 것은 37MHz 클럭, 8비트 데이터, 수직 동기 신호이며, 병렬 데이터를 직렬 데이터로 변환시킬때 수신단에서 클럭정보를 쉽게 얻기 위해 2비트 마커 정보를 삽입한다. 변환된 직렬 데이터는 고조파 성분을 제거하기위해 사용된 AC coupled된 저역 필터를 사용하여 동축케이블을 통해 전송한다.

본 논문은 D3VTR을 사용하여 VSB 전송 시스템과 200 feet 떨어진 곳으로 데이터를 전송하였는데도 잘 동작함을 보였다.

2.2 녹화 모드

그림3(a)는 HDTV수신기와 HDVCR 사이의 녹화 기능을 위한 그림이다. 직렬 전송 방식은 HDTV 수신기로부터 75MHz 클럭, 8비트 데이터, 수직 동기 신호 등을 받는다. 75MHz 증폭기는 TTL 비교기로 구성되어있으며 TTL 레벨의 클럭을 만드는데 사용된다. 75MHz 증폭기 출력을 입력으로 한 클럭 발생기는 직렬 인터페이스에 필요한 클럭을 만들어 공급하고, 이 클럭 정보에 의해 병렬 데이터를 직렬 데이터 형태로 변환시키며, 직렬 데이터에 마커 정보를 삽입한다. 여기서 마커 삽입부는 아날로그 다중채널로 구성하였다. 그림3(a)(b)에서 표시한 A, B, C는 그림4의 A, B, C 및 파형 A, B, C와 같은 의미이며, 그림4 파형A에서 보듯이 2 레벨로 전송되는데 이때 레벨 1은 'High(1)'을 의미하며, 레벨 0는 'Low(0)'을 의미한다.

파형 A는 데이터 마커를 2비트, 수직 동기 신호, 직렬 데이터 등을 나타낸 것이며, 출력신호가 필터에 입력되는데 이때 필터는 가산기, 감산기, 지연기를 사용한 AC coupling시킨 필터를 나타낸 것이다. 그림4에서 보면 필터 입력 신호에 대한 필터 출력 신호를 묘사한 것으로, 2 레벨 입력을 사용하여 3 레벨로 변환시키는 것으로 파형 B와 같은 결과가 되며, 이 의미는 데이터 마커 부분은 언제나 2 비트(HL, LH) 상태를 유지함을 의미한다. 이런 과정은 수신기 클럭 복원을 용이하게 하며, 직렬 데이터의 대역을 제한시켜 동축 케이블 전송을 쉽게 구동하기 위함이다.

필터의 출력 신호는 아날로그 스위치를 사용하여 구성된 마커 shaping에 입력되는데, 입력 신호로는 파워 신호를 사용하고 직렬 데이터를 구동부에 입력시

킨다. 파형 C는 마커 shaping출력을 의미하는 것으로, 이 출력 신호는 구동부를 통해 직렬 인터페이스의 수신기에 전송되어진다.

HDVCR측의 직렬 인터페이스 수신기는 일반적인 75 ohm 동축 케이블을 통해 전압에 따라 이득을 제어하는 증폭기 및 자동 이득 조절장치에 입력된다. 증폭기 및 자동 이득 조절 장치는 전송되어진 신호의 왜곡을 보상해 주어, slice를 잘하게 하기 위함이다. 직렬 데이터는 데이터 및 마커 부분으로 나누어 slice한다. 데이터 slicer는 5V- -5V의 진폭을 갖고 2.5- -2.5V 레벨에서 slice하며, 마커는 10V- -10V의 진폭을 갖고 7.5V- -7.5V에서 slice한다. 이 마커 정보는 171H 클럭을 만든다. 여기서 H는 NTSC 수평주파수로 15.7Khz

이며, HDTV 및 HDVCR에서 75MHz 클럭을 사용하고 있으며 VSB전송시스템에서 시스템 클럭으로 171H 및 684H를 사용하고 있기 때문에 이 클럭을 사용하여 하드웨어를 구현하였다. 이때 데이터와 클럭은 수직 동기 검출기로 보내고, 이 수직 동기 검출기는 직렬 데이터로부터 수직 동기 신호를 검출한다. 여기서 검출된 수직 동기 신호와 171H 클럭등의 기준 제어 신호를 HDVCR로 보내어, HDVCR에서 구동된 75MHz를 HDVCR로 부터 받은 후, TTL 비교기를 사용한 75MHz 증폭기에 의해 TTL 레벨의 클럭을 만든다.

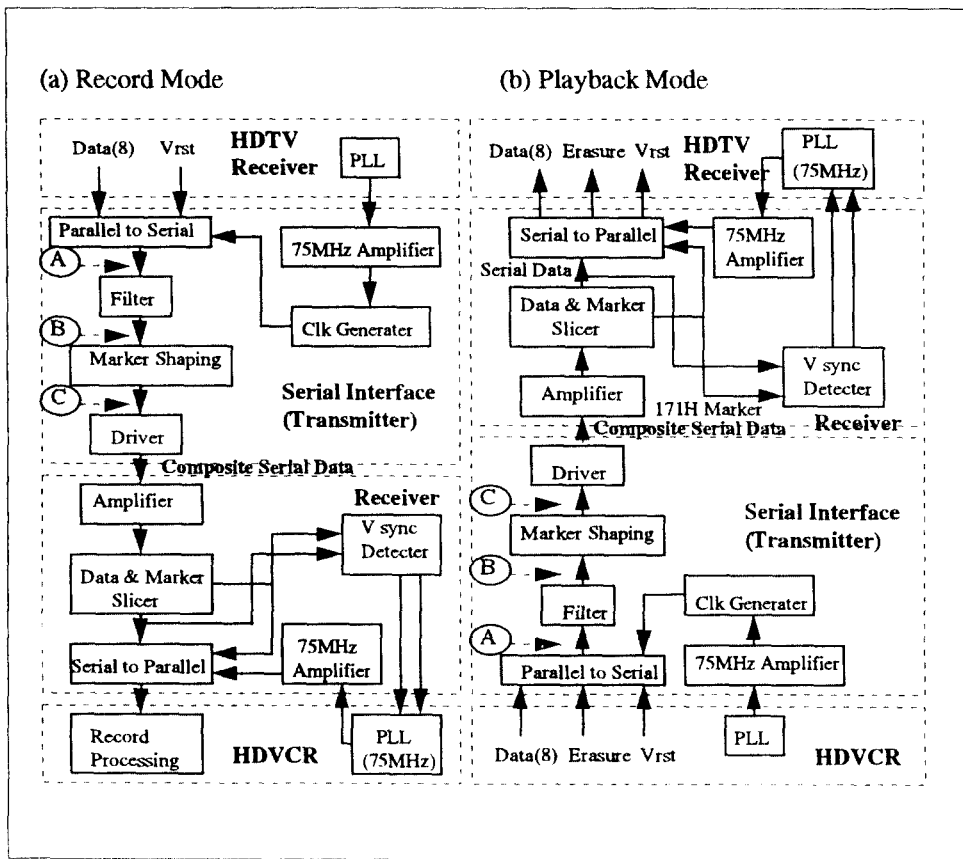


그림 3. HDTV와 HDVCR사이의 직렬 인터페이스
(a) 녹화모드 (b) 재생모드

Fig 3. Serial Interface between HDTV and HDVCR
(a) Record mode (b) Playback mode

2.3 재생 모드

그림3(b)는 재생기능을 위한 그림이며, 녹화기능을 위한 절차의 역순이다. HDVCR은 37MHz 클럭, 8비트 병렬 데이터, 2비트 수직 동기신호, 1비트 erasure 플래그를 만든다. HDVCR에서 erasure 플래그는 slicing 처리된 데이터의 애매한 상태를 나타낸 것이며, Erasure 정보는 복원된 데이터의 에러로 표현되고, 직렬 비트 스트림에서 수신기를 사용해 다중 송신된다.

RS(Reed Solomon)에러 정정은 에러 플래그에서 수신기로 정보를 제공한다. Decompression 하드웨어의 에러 매스킹 함수는 erasure 신호에 의해 되어질 수 있다.

2.4 신호 Format

그림5는 직렬 데이터의 신호 형태이다. HDTV와

HDVCR 사이의 직렬 인터페이스의 PLL응용은 병렬 데이터의 14배 데이터 비율을 사용하여 직렬 클럭원으로 사용된다. 이때 병렬 데이터는 11 비트로써 압축된 데이터 8 비트, 수직 동기 신호 2 비트, erasure 1 비트 등으로 구성되는데, 여기서 $14 \times 171H$ (H는 NTSC 수평주파수로 15.7Khz) 직렬 주파수를 사용한 이유는 HDTV에서 시스템 주파수로 $28 \times 171H$ 클럭을 사용하기 때문에 HDTV로 부터 클럭 정보를 얻을 수 있기 때문이다. 본 논문은 직렬 데이터 형태가 1 단어를 위해 14 비트를 갖는다고 가정 한 것이다. 직렬 데이터는 5개 분야로 나눌 수 있다. 즉, 데이터 8 비트, 수직 동기 신호 2 비트, erasure 1 비트, 데이터 마커 2 비트, 여분 1 비트로 구성되는데 이때 2 비트 마커는 매 14 비트 단어에 삽입되고 직렬 인터페이스 수신기 내의 slicing 이후는 171H 클럭을 사용한다.

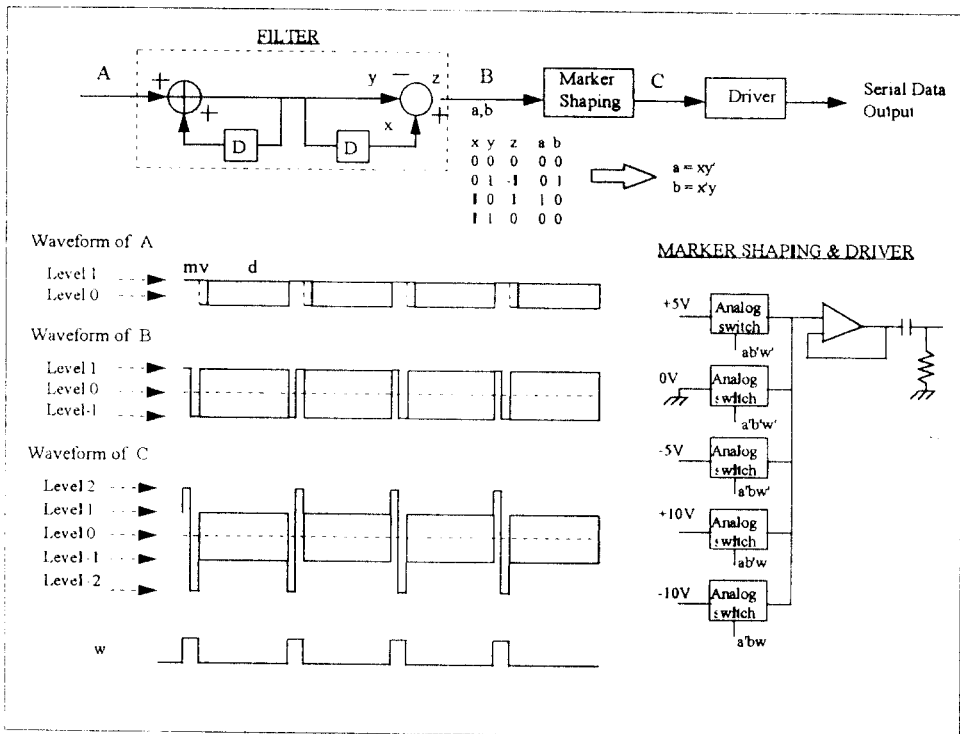


그림 4. 필터와 마커 shaping 블록도

Fig 4. Block diagram of filter & Marker shaping

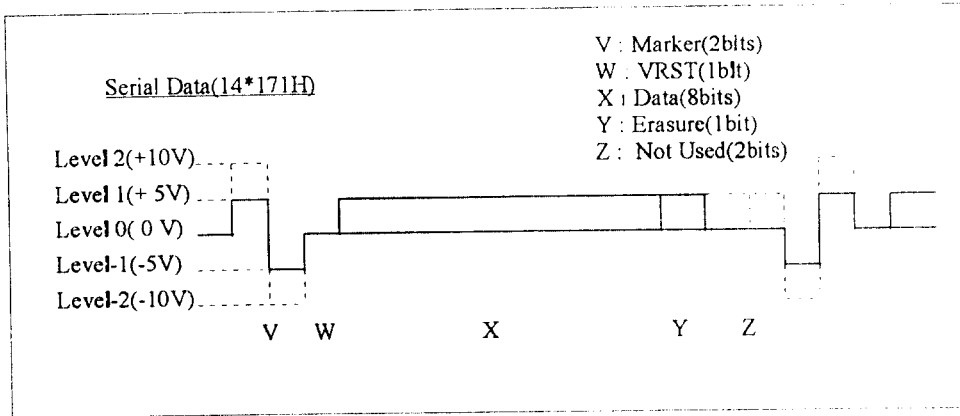
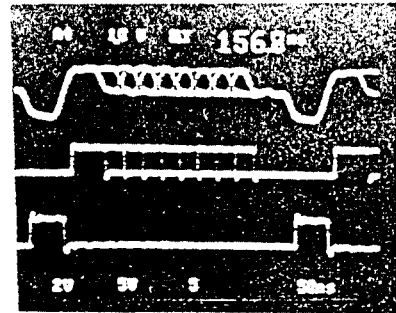


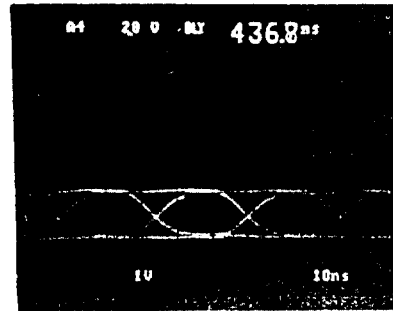
그림 5. 직렬 인터페이스의 신호 형태
Fig 5. Signal Format of Serial Interface

Ⅲ. 테스트 결과 및 검토

본 논문은 자체 PLL없이도 기준 신호를 HDTV 및 HDVCR에 보내 이 신호를 갖고 PLL을 구동하여 직렬 전송에 필요한 클럭을 만들어 구현하였다. 종래 방식에는 전송 및 수신 단에 주파수대 변환기, NRZ to NRZI, PLL, 클럭 복원단, 케이블 등화기 등으로 구성한 반면 본 논문은 5 레벨 데이터 구조를 갖는 전송형태로 구현하였다. 이와같이 5레벨로 구현한 이유는 데이터 및 클럭을 slice하기가 용이하게 하며 시스템을 보다 안정하고 신뢰성있는 시스템으로 구현하기 위함이다. 본 논문은 종래 방식 보다 하드웨어가 간단하고, RFPLL등을 사용하지 않고 구현함으로써 가격을 저렴하게 구현할 수 있다는 장점이 있다. 그림6은 D3VTR을 사용하여 VSB 전송·및 수신 시스템과 하드웨어 실험과 결과로 그림6(a)는 전송된 직렬 데이터를 나타낸 것으로 스코우프 첫번째 그림은 복합 직렬 신호로써 마커, 수직 동기 신호, 데이터 등을 나타낸 것이고, 스코우프 두번째 그림은 복합 신호를 slice한 결과 직렬 데이터 및 수직 동기 신호이고, 세번째 그림은 slice한 마커 즉, 171H클럭 정보의 출력 파형이다. 그림6(b)는 데이터 눈 패턴을 나타낸 것이다. 이상의 실험은 200 feet 떨어진 곳에서 HDVCR과 D3VTR 사이에 Belden VR 15261 동축 케이블을 사용하여 신호의 왜곡없이 안정하게 동작함을 보았다.



(a)



(b)

그림 6. 수신된 디지털 데이터 및 눈 패턴

(a)복합 직렬 데이터 및 slice된 데이터 (b)눈 패턴
Fig. 6 Received Digital Data and Eye Pattern
(a) Composite Serial data and Sliced 8bit data
(b) Data Eye Pattern

IV. 결 론

HDTV, HDVCR, D3VTR, VSB 전송 시스템 등에 사용될 수 있는 새로운 single wire에 의한 디지털 직렬 송신 및 수신 시스템을 제안하였다. 5개 레벨의 데이터 구조를 갖는 본 논문은 하드웨어가 간단하고 종전에 사용되던 RFPLL을 사용하지 않았으며 간단한 동축 케이블을 사용함으로써 소비자 및 방송 관련자의 요구를 수용할 것으로 생각된다.

본 논문에 사용되어진 데이터 전송 rate는 37MHz이고, 200 feet 떨어진 곳에서 동축 케이블을 사용하여 실험해 본 결과 잘 동작함을 보았다. 본 논문은 GA(Grand Alliance)HDTV, HDVCR, D3VTR 등에 유용하게 사용될 것으로 생각된다.

향후 본 논문에서 부가적으로 연구되어야 할 항목으로 전송되어진 데이터에 대한 클럭 jitter특성 등이 연구되었으면 한다.

參 考 文 獻

1. Proposed SMPTE Standard "Serial Digital Interface for 10-bit 4:2:2 Component and 4Fsc NTSC Composite Digital Signals," SMPTE Journal, Feb. 1993.
2. Ron Ward, "Avoiding the Pitfalls in Serial Digital Signal Distribution," SMPTE Journal, Jan. 1993.
3. Michael Tancock, "An Overview of the Serial Digital Interface," Sony Broadcast & Communications, 1990.
4. H. W. Lee and Paul Snopko, etc "HDTV Serial Interface System," Digest of Technical Papers in IEEE International Conference on Consumer Electronics, Jun. 1994.
5. H. W. Lee and Paul Snopko, etc "HDTV Serial Interface System," IEEE Trans. Consumer Electronics, May. 1995.
6. The Technical Details of the Zenith/AT&T DSC-HDTV System, Sep. 1991.
7. H. W. Lee and Paul Snopko, etc "A New Serial Interface System," U.S patent pending, Oct. 1993.

8. H. W. Lee and M. K. LEE, "A New Serial Interface System," U.S patent pending, Jan. 1995.



李 鎬 雄(Ho-Woong Lee)정회원
 1984년 2월: 광운대학교 전자통신공학과 졸업(공학사)
 1986년 2월: 광운대학교 대학원 전자통신공학과 졸업(공학석사)
 1996년 3월~현재: 광운대학교 대학원 전자통신공학과 박사과정
 1988년 4월~1996년 2월: LG전자(주) 영상미디어연구소(신입연구원)
 1990년 8월~1995년 8월: LG전자(주) 시카고연구소(신입연구원)
 1996년 3월~현재: 대원전문대학 전자통신과 전임강사
 ※주관심 분야: 신호처리, 음성인식, 디지털통신, HDTV



李 文 基(Moon-Ky Lee) 정회원
 1982년 2월: 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1984년 2월: 한양대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1984년 3월~현재: LG전자(주) 시카고연구소(책임연구원)

※주관심 분야: 신호처리, 디지털통신, HDTV

姜 哲 豪(Chul-Ho Kang) 정회원
 한국통신학회지 제20권 제5호 참조