

AV용 적외선 송수신장치를 이용한 디지털 비트스트림 무선 통신 시스템

최 덕 규*, 한 찬 호**, 홍 영 호*

*경운대학교 전자공학과

**경운대학교 소프트웨어공학과

Wireless Digital Bit Stream Communication System Using AV Infrared Communication System

Duk-Kyu Choi*, Chan-Ho Han**, and Young-Ho Hong*

*Department of Electronic Engineering, Kyungwoon University

**Department of Software Engineering, Kyungwoon University

요 약

본 논문에서는 기존의 AV용 적외선 송수신 시스템을 중간 매체로 이용하고, 그의 대역내에서 디지털 비트스트림을 고속으로 송수신할 수 있는 적외선 무선 데이터 통신 시스템을 제안 및 구현하였다. 제안한 시스템의 송신측에서는 디지털 비트스트림을 NTSC 비디오 신호 규격과 유사한 형태의 아날로그 신호로 변환하고, 이를 기존의 적외선 송신기로 무선 전송한다. 수신측에서는 기존의 적외선 수신기로 아날로그 신호를 수신하고, 이를 다시 디지털 비트스트림으로 변환한다. 본 논문의 결과는 다양한 AV시스템에서 적외선을 이용한 고속 무선 데이터 송수신에 응용될 수 있을 것이다.

I. 서 론

PDP (plasma display panel)와 같은 벽걸이용 TV를 멀티미디어 디스플레이로 활용할 경우 기존의 VTR에서 재생된 신호와 PC (personal computer)의 디지털 영상신호 등과의 인터페이스에 다수의 유선 신호선들이 연결되어야 한다. 그러나 이는 시청자가 바라보는 벽면의 미관을 해치게 하고, 신호원 (VTR, PC등)이 놓이는 장소를 제약하게 하므로 신호원과 디스플레이 사이의 전송로

를 와이어리스(wireless)화 할 필요가 있다.

와이어리스 전송 방법으로써 RF (radio frequency) 대역을 이용하는 방법과 빛을 신호 전송 매체로 이용하는 적외선 (infrared) 송수신 시스템 등을 고려할 수 있다. 이 두 방법 중 적외선 송수신 시스템의 장점은 적외선을 사용하여 신호를 전송하므로 전파관리법의 적용 범위가 아니기 때문에 자유로이 설치 운용이 가능하고, 장애물을 통과하지 못하고 전송거리가 짧아 이웃집과의 보안성을 유지하며, 레이저광과 같이 인체에 해를 주지

도 않는다는 것이다.^{[1],[2]}

적외선 송수신 시스템은 리모컨 (remote control), 코드리스 헤드폰, 무선 A/V 전송 등에 가진 제품에 응용되고 있으며, 또한 무선랜 (wireless LAN)이나 IrDA (Infrared Data Association) 등 무선 데이터 전송에 활용되고 있다. 현재 상용화된 비디오 전송 적외선 송수신 시스템은 주로 NTSC급의 아날로그 화상 신호를 전송하고 있다.

본 논문에서는 기존의 AV용 적외선 송수신 시스템을 중간 매체로 이용하고, 그의 대역내에서 디지털 비트스트림을 고속으로 송수신할 수 있는 적외선 무선 데이터 통신 시스템을 제안 및 구현하였다. 제안한 시스템의 송신측에서는 디지털 비트스트림을 NTSC 비디오 신호 규격과 유사한 형태의 아날로그 신호로 변환하고, 이를 기존의 적외선 송신기로 무선 전송한다. 수신측에서는 기존의 적외선 수신기로 아날로그 신호를 수신하고, 이를 다시 디지털 비트스트림으로 변환한다. 본 논문의 결과는 다양한 AV시스템에서 적외선을 이용한 고속 무선 데이터 송수신에 응용될 수 있을 것이다.

II. 적외선 송수신 시스템

적외선 송수신 통신 시스템은 광공간 전송용 소자로 발광 다이오드 (LED)와 수광 소자 (PD)를 조합한 것이 사용되고 있으며, 이의 대략적인 블록도는 그림 1에서와 같다. 이 전송방법에는 베이스 밴드 신호를 직접 광변조 시키는 방법과 베이스 밴드 신호를 부반송파로 변조시킨 후 광변조시키는 방법이 있다. 베이스 밴드 신호를 직접 광변조시키는 방법은 LED와 PD소자의 주파수 한계내에서 광대역 고속으로 전송할 수 있다는 장점이 있으나, 적외선 와이어리스 전송을 응용하는 제품군 (리모컨, 코드리스 헤드폰 등등)간의 혼선을 야기시키고, 또한 태양광 및 형광등 등의 주위 환경에 의해 발생하는 노이즈 영향을 받기 쉬운 단점이

있다. 따라서 적외선 와이어리스 전송에는 노이즈의 영향을 줄이고, 수신 감도를 올리기 위해 부반송파로 변조 방법을 주로 채택하고 있다. 이에 EIAJ(일본전자기계공업회)에서는 사용 용도에 따른 반송파 주파수 대역을 할당하여 표준화 하였다. 이를 그림 2에 나타내었다.

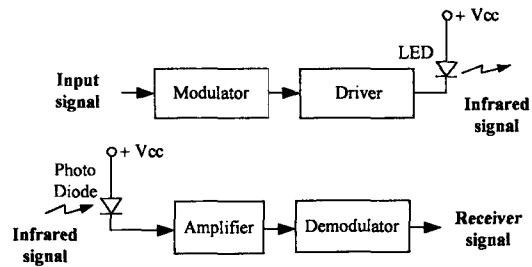


그림 1. 적외선 전송시스템 기본 개념도

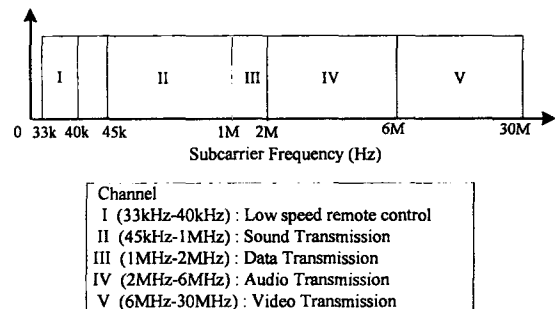


그림 2. 부반송파 주파수 대역의 할당

2.1 AV용 적외선 송신 시스템

기존의 AV용 적외선 송수신 시스템에서 송신부의 구체적인 블록도는 그림 3에 나타내었다. 이 송신부는 비디오, 오디오, 혼합기 및 LED 드라이버 블록으로 구성된다. 입력은 L/R 오디오 채널과 영상 신호이고, 출력은 LED 적외선 광이다. 각각의 입력 신호들은 FM변조된 후 혼합되어 적외선으로 출력된다. 변조된 주파수 스펙트럼의 분포는 그림 4에 나타내었다.

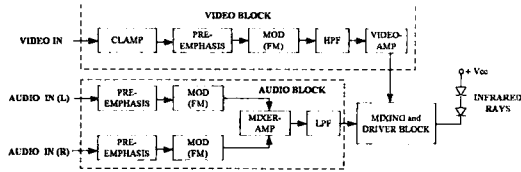


그림 3. 기존 AV용 적외선 송신 시스템의 송신부의 블록도

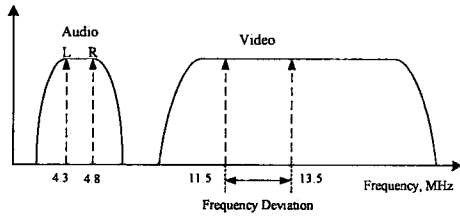


그림 4. 변조된 주파수 스펙트럼의 분포

2.1.1 Video block

영상신호는 먼저 H-SYNC 레벨로 클램프한 후 S/N을 개선하기 위해서 pre-emphasis시키고, 반송주파수 (H-sync: 11.5 MHz, white peak: 13.5MHz)로 VCO에 의해 FM 변조한다. 그리고 오디오 대역과의 간섭을 막기 위해 불필요한 side-band 신호는 HPF에 의해 제거된다.

2.1.2 Audio block

이 블록에서는 오디오의 L 과 R 채널을 각각 입력받아 pr-emphasis시키고, 각각 반송 주파수 (LCH: 4.3MHz, RCH: 4.8MHz)로 VCO에 의해 FM 변조시킨다. 그리고 FM 변조된 L/R 채널 신호는 혼합된다. 또한 비디오 대역과의 간섭을 막기 위해 불필요한 side-band 신호는 LPF에 의해 제거된다.

2.1.3 Driver block

5미터 이상의 거리에 송신 신호의 저하 없이 신호를 전송할 수 있도록 LED를 구동하는 블럭이다. 가능한 고역의 전달 특성과 저소비 전력특성을 가지도록 설계한다.

2.1.4 LED

적외선 발광소자 선정시 광대역이므로 가능한 응답속도가 우수한 소자의 사용이 필수적이며, 고출력의 소자를 사용하여야 한다.

2.2 AV용 적외선 수신 시스템

수신부 구체적인 블록도는 그림 5에서와 같으며, 광검출 블럭, 비디오 블럭 및 오디오블럭으로 구성된다. 수신된 적외선 신호를 원래대로 복원하기 위해서는 송신기와 동일한 광대역의 특성이 필요하며 복조기의 주파수-전압 변환 특성은 우수하게 설계되어야 한다. 또한 태양광 및 실내 조명등에 의한 노이즈는 수광소자 앞에 광학 필터를 부착함으로써 어느 정도 해결하고 있다.

2.2.1 Photo Diode

수광 소자는 P형과 N형에 진성(intrinsic)부분을 삽입한 PIN 타입의 PD를 주로 사용한다. 이는 양호한 전류-전압 변환 특성과 주파수 특성을 가지고 있다. 수광 감도를 높이기 위해서는 여러 개의 Photo Diode와 lens가 필요하다.

2.2.2 Pre-Amplifier

PD에서 검출된 신호는 전류-전압으로 변환되고 일정한 레벨로 증폭시켜야 한다. 비디오 및 오디오 블럭의 복조기는 변조된 신호를 원래의 베이스밴드 신호로 충실히 복조하며, de-emphasis 에 의해 pre-emphasis된 신호가 복원 된다.

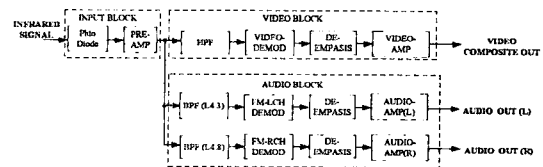


그림 5. 기존 AV용 적외선 송신 시스템의 수신부의 블록도

III. 제안한 시스템

기존의 비디오용 적외선 송수신 시스템은 아날로그 비디오 신호의 무선 전송이다. 그러나, 오늘날 디지털 기술의 발전으로 PC 영상신호를 비롯한 멀티미디어 신호들이 디지털 신호로 다루어지고 있다. 따라서 본 논문에서는 그림 6에서와 같이 기존의 아날로그 비디오 적외선 송수신 시스템을 중간 매체로 활용하고, 그의 대역내에서 디지털 비트스트림을 고속으로 송수신하는 시스템을 제안하였다.

이를 위해서 송신측에서는 디지털 비트스트림을 NTSC 비디오 신호 규격과 유사한 형태의 아날로그 신호로 변환하고, 이를 종래의 적외선 송신기로 무선 전송한다. 수신측에서는 종래의 적외선 수신기로 아날로그 신호를 수신하고, 이를 다시 디지털 비트스트림으로 변환하여야 한다

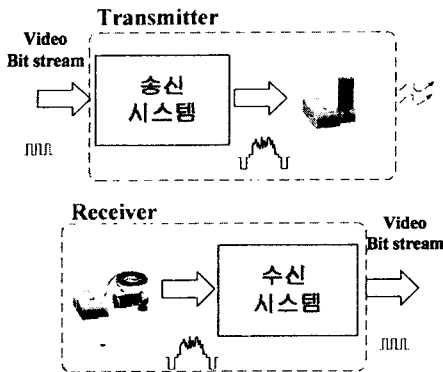


그림 6. 제안한 시스템의 기본 블록도

3.1 송신부 시스템

입력되는 디지털 비트스트림을 NTSC 비디오 신호 규격과 유사한 형태의 아날로그 신호로 변환하기 위한 송신 시스템의 블록도를 그림 7에 나타내었다. 이 시스템은 먼저 입력되는 비트스트림에 서 연속된 3 비트의 데이터를 한 개의 심벌 즉, 8

레벨로 심벌 매핑한다. 그리고 수신시스템에서 정확한 symbol을 추출하기 위한 클럭 신호를 생성할 목적으로 송신 신호에 sync 신호를 주기적으로 삽입한다. 이렇게 sync 신호가 삽입된 심벌 신호를 D/A 변환함으로써 아날로그 비디오 신호로 변환시킨다. 마지막 단계에서 이 아날로그 신호를 FM 변조시켜서 적외선으로 송신하게 된다.

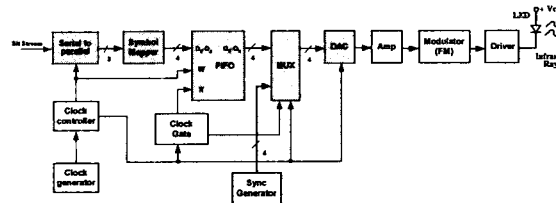


그림 7. 제안한 송신 시스템

3.1.1 Symbol Mapper

그림 7에서 Serial to parallel부는 시리얼로 입력되는 비트스트림을 입력받아 parallel신호로 변환하여 Symbol Mapping부에 입력한다. 이 Symbol Mapper부는 입력받은 3bit의 Parallel신호를 4bit의 심벌신호로 변환한다. 심벌 매핑에 대한 규칙을 그림 8에 나타내었다. 이 그림에서 3비트 데이터를 심벌로 만들기 위해서는 8레벨의 심벌이 필요하겠지만, 아날로그 AV 적외선 송수신기와의 호환을 유지하기 위한 sync신호 때문에 16레벨의 심벌을 사용하였다. 여기서 위해 유효 데이터 레벨과 sync 레벨의 비는 NTSC 신호의 비율과 거의 비슷하게 하였다.

한 개의 심벌로 매핑할 직렬 bit의 수가 많아질수록, 즉 맵핑 레벨의 수가 많아질수록 시스템의 전송율은 높아지겠지만, 수신 시 S/N비가 낮아져 decision level이 상대적으로 줄어들게 되므로 전송 데이터의 에러율이 높아진다. 따라서 송신 채널의 SNR 특성을 고려하여 맵핑 레벨 수를 결정하면 된다.

3.1.2 FIFO와 Clock Controller

일정한 레이트로 입력되는 심벌에 주기적으로 sync 신호를 삽입하려면 비동기 (asynchronous) 입출력이 가능한 FIFO (first in first out)가 필요하다. 송신부에서는 FIFO에 입력되는 심벌의 레이트보다 출력되는 심벌의 레이트가 높아야 한다. 이의 관계를 그림 9에 나타내었다.

각 디지털 소자에 필요한 클럭은 Clock Controller가 Clock Generator의 입력을 받아 Clock를 변환하고 공급한다. Clock Gate부는 FIFO에서 읽어낼 심벌을 MUX부로 출력할 것인지 sync 신호 삽입기간 동안 읽기를 멈출 것인지를 제어하는 FIFO 읽기 (read) 클럭 신호를 발생한다. 이 Clock Gate부는 MUX가 동기신호를 삽입할 수 있는 시간을 만들기 위해 FIFO(3)에서 읽어내는 (read) Clock rate를 쓰는(write) Clock rate보다 특정 비율(N:M)으로 높게 한다.

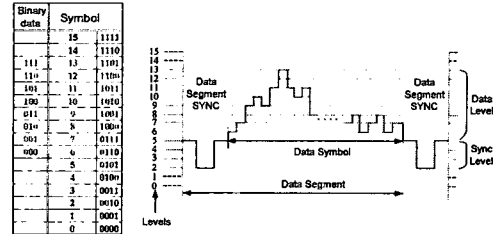


그림 8. 8레벨 전송 신호 포맷

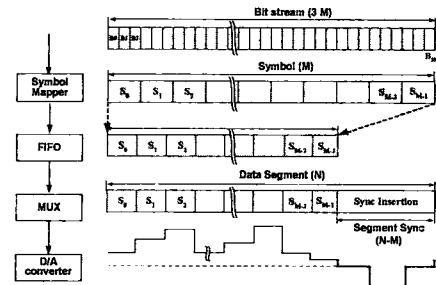


그림 9. 송신 시스템 타이밍도

3.1.3 DAC와 Modulator 및 Driver

MUX부에서 합성된 심벌과 sync 신호는 DAC 부를 거치면서 아날로그 신호로 변환되고, NTSC 신호 규격에 맞도록 AMP부에서 증폭되어 기존의 AV용 적외선 송신기에 입력된다. 이때 기존의 AV용 적외선 송신기는 본 논문에서 Modulator부와, Driver부의 역할을 담당한다.

3.2 수신부 시스템

제안한 시스템의 수신부는 적외선을 수광소자로 입력받은 후 FM복조 과정을 거치게 되고, 수신된 아날로그 비디오 신호의 sync 신호를 토대로 Clock 복구부에서 Clock을 복구하게 된다. 그 후 수신부 시스템은 송신부의 역 과정으로 비트스트림을 복원하며, 이를 그림 10에 나타내었다.

적외선 송신된 신호는 Photo Diode로써 수신한 후 Demodulator부에서 복조과정을 거친다. 이때 Photo Diode 및 Demodulator는 기존의 AV용

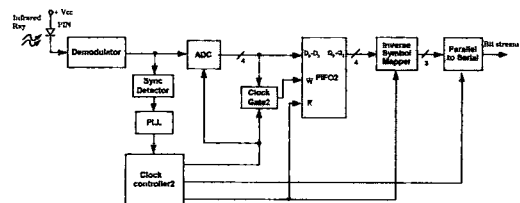


그림 10. 제안한 수신 시스템

적외선 수신기에서 담당하고 있다. 이 수신기에 의해 출력되는 아날로그 신호는 ADC부와 Sync Detector부에 입력된다.

3.2.1 ADC부

ADC부는 입력받은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 FIFO2부와 Clock Gate2부에 입력한다.

3.2.2 Sync Detector와 Clock controller2

Sync Detector부에서는 아날로그 신호에 포함되어 전송된 동기 펄스를 찾아내고, 이 펄스 신호는 다시 PLL에 입력되어 원하는 주파수의 클럭 펄스를 생성한다. 여기서 생성된 클럭 펄스는 Clock controller2에 입력된다. Clock controller2부는 A/D 변환기, Clock Gate2, 및 FIFO2 등에 사용할 clock 신호를 출력한다.

수신부에서는 삽입된 동기 펄스를 제거하여야 하기 때문에 FIFO에 입력되는 심벌의 레이트보다 출력되는 심벌의 레이트가 낮아야 한다. 이의 관계를 그림 11에 나타내었다.

Clock Gate부에서는 유효 데이터의 심벌인지 sync 신호의 심벌인지를 미리 정해진 레벨로써 판별하며, 유효 데이터 심벌만 FIFO2에 저장 (write) 하도록 한다.

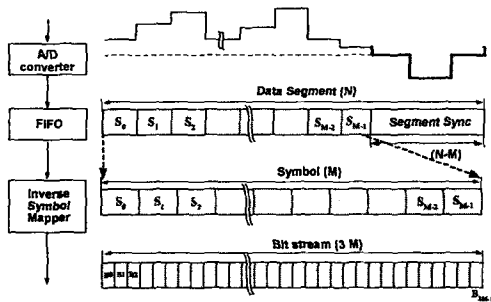


그림 11. 수신 시스템의 타이밍도

3.2.3. Inverse Symbol Mapper 및 Parallel to Serial

Inverse Symbol Mapper부는 송신부의 Symbol Mapper의 역 과정으로 4bit의 심벌신호를 3bit의 Parallel 신호로 변환한다.

Parallel to Serial부는 3bit의 Parallel 신호를 송신부에서 전송한 디지털 비트스트림으로 완전 복원하여 출력한다.

IV. 제안한 시스템의 구현 및 성능 실험

본 논문에서 제안한 시스템을 그림 12에서와 같이 구현하였으며, 표 1에 각 소자별 제안한 시스템의 블록도에서 담당한 기능을 나타내었다.

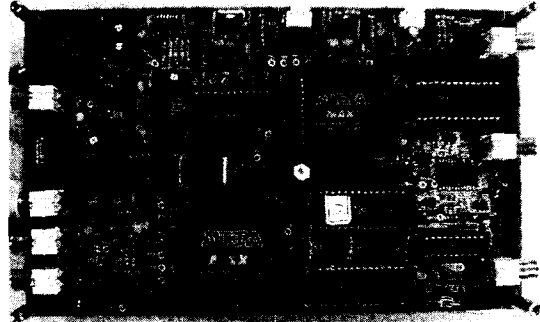


그림 12. 구현한 시스템

표 1. 구현한 시스템에 필요한 소자 및 기능

Device	Functions	
	Transmitter	Receiver
ICS 1223 (PLL)	Clock Generator	Clock Generator
CY7C460A	FIFO	FIFO2
ALTERA (FPGA)	Serial to Parallel Symbol Mapper Clock Controller Clock Gate Sync Generator MUX	Clock Controller2 Clock Gate2 Parallel to Serial Inverse Symbol Mapper
CXA 1175A	-	ADC
CXA 1096P	DAC	-

구현한 시스템의 성능을 평가하기 위해 기존의 AV용 적외선 송수신기는 Sharp사의 AN-AV300T (송신기), AN-AV301R (수신기)를 사용하였다. Sharp사의 AN-AV300T와 AN-AV301R로 구성된 AV용 적외선 송수신기의 아날로그 비디오 입력에 대한 아날로그 비디오 출력의 대역 (bandwidth)은 약 2.2MHz로 조사되었다. 통상 아날로그 대역이 BHz로 대역제한될 때, 디지털 비트스트림은 아날

로그 대역의 3배 정도로 전송할 수 있는 것으로 알려져 있다.^{[3],[4]} 따라서 본 논문에서는 6Mbps의 전송율을 갖도록 구현하였으며, 제작된 시스템의 동작 파형을 그림 13에 나타내었다.

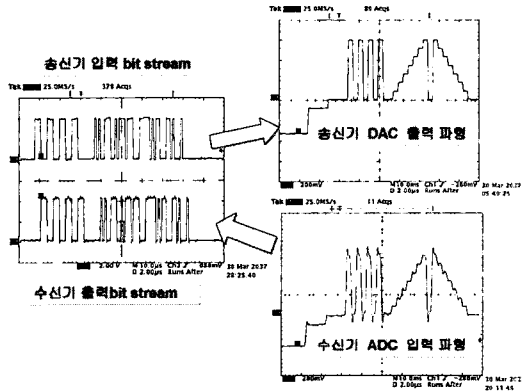


그림 13. 제작된 시스템의 동작 파형

V. 결론

본 논문에서 기존의 AV용 적외선 송수신 시스템을 중간 매체로 이용하고, 그의 대역내에서 디지털 비트스트림을 6Mbps의 전송율로 송수신할 수 있는 적외선 무선 데이터 통신 시스템을 구현하였다. 제안한 시스템의 송신측에서는 디지털 비트스트림을 NTSC 비디오 신호 규격과 유사한 형태의 아날로그 신호로 변환하고, 이를 기존의 적외선 송신기로 무선 전송한다. 수신측에서는 기존의 적외선 수신기로 아날로그 신호를 수신하고, 이를 다시 디지털 비트스트림으로 변환한다. 본 논문의 결과는 다양한 AV시스템에서 적외선을 이용한 고속 무선 데이터 송수신에 응용될 수 있을 것이다.

향후의 과제는 적외선 송수신의 단점인 전송 채널이 인위적인 물체에 의하여 차단되었을 때 버스트(burst) 에러 발생에 대한 대처 방안을 강구하는 것이다.

참고 문헌

- [1] 박선호 편저, *적외선 공간통신과 원격제어시스템*, 국제테크노정보연구소, 2000.
- [2] 박선호 편저, *IrDA규격 해설과 적외선 데이터 통신 설계*, 국제테크노정보연구소, 2000.
- [3] M. Robin and M. Poulin, *Digital Television Fundamentals*, McGraw-Hill, 1998.
- [4] J. Whitaker, *DTV: The Revolution in Electronic Imaging*, McGraw-Hill, 1998.