

## DSP(TMS320C6211)를 이용한 영상 처리 보드의 설계 및 응용

박 무 열, 최 중 경, 구 본 민, 류 한 성, 권 정 혁, 하 홍 수, 김 진 에  
창원국립대학교 전자공학과 산업전자제어 연구실  
전화 : 055-281-9343 / 핸드폰 : 016-849-6641

### Design of an Image Processing Board Using DSP(TMS320C6211) and Its Applications

Mooyurl Park, Jungkeying Choi, Bonmin Koo, Hansung Ryu,  
Junghyuck Kwon, Hongsoo Ha, Jinae Kim  
Dept. of Electronics, Changwon National University  
E-mail : winmain@hitel.net

#### Abstract

In this paper, we designed and made an image processing board that converts analog NTSC CVBS from CCD camera into digital image, stores it in a memory and accomplishes an appropriate digital image processing suitable to our application. And then loaded it on the self-controlled mobile vehicle and verified its performance by controlling the self-controlled mobile vehicle to avoid obstacles and arrive at the destination through various digital image processes.

From the result, the self-controlled mobile vehicle system avoided obstacles and got the destination correctly. We knew that designed image processing board is enough to realize the real-time control system.

입력되는 영상을 이용하는 무인 이동 시스템은 매우 흥미로운 주제이다.

이와 같은 시스템은 카메라의 입력 아날로그 영상신호를 디지털 영상신호로 변환해주고 이것을 응용 목적에 맞게 처리할 수 있는 영상 처리 보드와 이동체의 제어를 위한 프로세서 등으로 구성된다. 그런데 기존의 시스템은 대부분 PC에 장착되는 형태의 영상 처리 보드를 사용하여 PC에서 디지털 영상처리를 수행하고 이동체의 제어는 독립적인 프로세서를 추가하여 제어하기 때문에 가격이 비싸지며 PC를 배제하기가 힘들다는 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 DSP(TMS320C6211) 하나만을 사용하여 영상처리와 이동체의 제어를 동시에 수행하는 영상처리 시스템을 설계·제작하고 영상 처리를 통해 제한된 공간상에서 장애물을 회피하며 초기에 지정한 목표지점까지 도달하는 시스템에서 제작된 시스템의 성능을 확인해 보고자 한다.

#### I. 서론

근래에 고속의 신호처리 전용 마이크로 프로세서가 등장함에 따라 영상을 이용한 실시간 제어(Real-Time Control)에 대한 연구 및 응용의 폭이 넓어지고 있다. 특히 최근에 산업용 로봇의 제어를 위하여 카메라에서

#### II. NTSC 복합영상신호

복합영상신호(Composite Video Burst Synchronous: CVBS)란 컬러 영상의 전송에 필요한 여러 신호를 하나의 신호에 서로 겹치지 않게 교묘히 중첩시켜 만든

신호를 말하며 나라마다 서로 다른 표준의 복합영상신호를 사용하고 있다. 우리나라는 1953년 미국의 텔레비전 방송규격 심의회(National Television System Committee: NTSC)에서 채택한 NTSC 방식을 채택하고 있다. NTSC 복합영상신호는 휘도신호(Luma signal), 수평·수직동기신호(Horizontal·Vertical Sync signals), 색신호(Chroma signal)들과 색부반송파로 구성되며 그림 1은 전형적인 NTSC 복합영상신호를 보여준다.

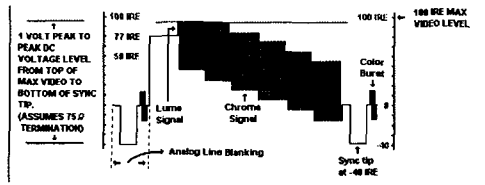


그림 3. NTSC 복합영상신호

NTSC 방식의 특색은 인간의 눈이 미소면적에 대해서는 색채를 거의 느끼지 못하는 점을 이용하여 비교적 큰 면적의 신호(약 500KHz)는 3원색을 충실히 전송하고, 중간 면적의 신호(500KHz - 1.5MHz)에 대해서는 색채의 포화도를 낮게, 휘도는 정확히 전송하며, 미소면적의 신호(1.5MHz 이상)에 대해서는 휘도 신호만을 전송한다는 생략법을 실시하고 있는 점인데, 이에 따른 재현 화상의 색채상의 불편은 사실상 일어나지 않는다. 그림 2는 휘도신호(Y)와 색신호(I, Q)의 작성을 중점적으로 나타낸 NTSC 복합영상신호 인코더를 나타낸다.

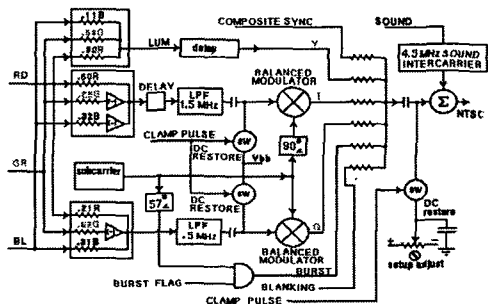


그림 4. NTSC 복합영상신호의 인코더

### III. 비디오 디코더 SAA7111A

#### 3.1 SAA7111A의 특징

SAA7111A는 크게 아날로그 입력 처리부, 색신호 처리 및 명암/대비/채도 제어부, 휘도신호 처리부, 동기신호 출력부, YUV-to-RGB 변환 및 출력 데이터 포맷 제어부,  $I^2C$ -bus 인터페이스부, 클럭 발생부로 구성되어 있으며 그림 3은 SAA7111A의 블록 다이어그램이다.

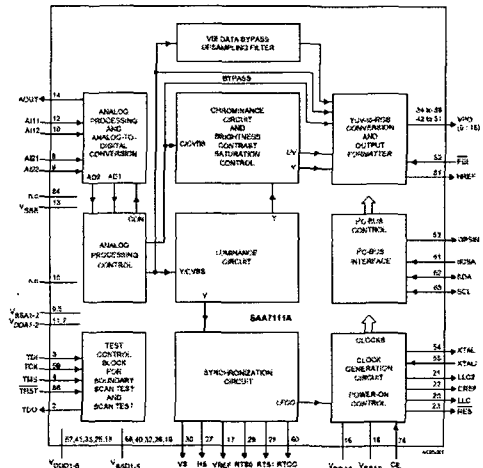


그림 5. SAA7111A의 블록 다이어그램

아날로그 입력 채널의 Gain은 임의로 설정하거나 또는 AGC(Automatic Gain Control)를 사용할 수도 있고 수평·수직 동기 신호를 검출하며 각각의 CVBS 표준에 맞게 색신호와 휘도신호를 처리할 수 있다. PAL과 NTSC를 자동으로 스위칭하며 필드 주파수 50Hz와 60Hz를 자동으로 검출할 뿐 아니라 다양한 형태의 출력 데이터를 제공하고 필립스  $I^2C$ -bus를 통해 칩의 동작을 제어한다.

#### 3.2 $I^2C$ -bus 통신

SAA7111A 칩은 내장된 여러 개의 레지스터에 적절한 값을 설정하여 다양한 기능을 사용할 수 있는데 이들 레지스터에 접근하기 위해  $I^2C$ -bus 통신을 사용한다.  $I^2C$ -bus는 필립스에서 제안한 IC간의 통신 방식으로 클럭(SCL)과 데이터(SDA)의 오직 두 라인만을 사용하는 양방향 동기 통신 버스이다. 버스에 연결된 각 장치는 고유의 어드레스를 가지며 필요에 따라 수신장치(receiver) 또는 송신장치(transmitter)로서

동작한다. 표준 모드에서 최고 100Kbps, 고속 모드에서 최고 400Kbps의 전송속도를 가질 수 있다.

$I^2C$ -bus 통신에서 송신장치는 데이터를 전송하는, 수신장치는 데이터를 수신하는 장치이다. 또한, 마스터(master)는 전송을 개시하는 장치로서 클럭 신호를 만들고 전송을 종료하는 역할을 하며, 슬레이브(slaver)는 마스터가 전송하는 어드레스에 반응하는 장치를 말한다. 마스터는 송신장치가 되거나 수신장치가 될 수도 있다. 동일하게 슬레이브도 송신장치가 되거나 수신장치가 될 수도 있다. 표 1은  $I^2C$ -bus 용어를 정의한 것이고, 그림 4는  $I^2C$ -bus에서의 데이터 전송을 나타낸 것이다.

TERM	DESCRIPTION
Transmitter	The device which sends the data to the bus
Receiver	The device which receives the data from the bus
Master	The device which initiates a transfer, generates clock signals and terminates a transfer
Slave	The device addressed by a master
Multi-master	More than one master can attempt to control the bus at the same time without corrupting the message
Arbitration	Procedure to ensure that if more than one master simultaneously tries to control the bus, only one is allowed to do so and the message is not corrupted
Synchronization	Procedure to synchronize the clock signals of two or more devices

표 1.  $I^2C$ -bus 용어 정의

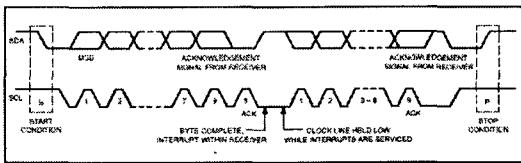


그림 4.  $I^2C$ -bus에서의 데이터 통신

#### IV. 영상 처리 보드의 제작

본 논문에서는 시중에 많이 사용되고 있는 필립스사의 전용 비디오 디코더 SAA7111A와 비디오 디코더에서 출력되는 디지털 영상데이터를 저장하기 위한 필드 메모리(field memory)로 삼성 4M-bit SRAM을 사용하여 영상 획득 보드를 제작하였으며, 필드 메모리의 데이터를 처리하기 위해서 TMS320C6211 DSP를 사용하였다. 영상 획득 보드와 DSP 사이의 인터페이스뿐만 아니라 부수적인 로직들은 회로의 단순화를 위하여 ALTERA사의 EPLD(EPM7128AELC) 두 개로 모두 구현하였다. TMS320C6211은 I/O 레벨이 3.3V 디바이스이므로 모든 하드웨어는 3.3V 디바이스를 사용하여 시스템을 구성하였다.

##### 4.1 AT89C2051을 이용한 SAA7111A 설정

본 논문에서는 실험을 통해 SAA7111A의 특성과 동작을 충분히 이해하기 위해 PC 쪽에서 RS232 직렬 통신 방식으로 8 비트 마이크로 컨트롤러 AT89C2051로 SAA7111A 내부 레지스터의 설정값을 전송하고 AT89C2051은  $I^2C$ -bus 통신 방식으로 SAA7111A의 내부 레지스터에 이 값을 기록하는 프로그램을 작성하였다(그림 5). 그림 6에 직접 제작한 SAA7111A와 AT89C2051의 회로도를 나타내었다.

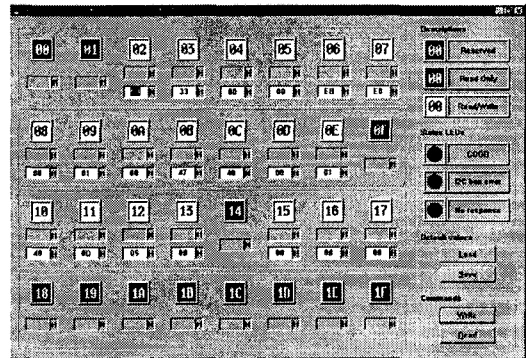


그림 5. SAA7111A 레지스터 설정 예

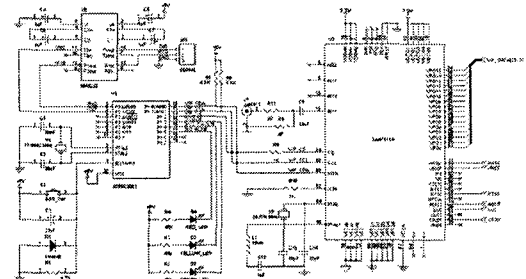


그림 6. SAA7111A와 AT89C2051의 회로도

##### 4.2 EPLD를 이용한 SAA7111A와 DSP의 메모리 인터페이스

SAA7111A는 아날로그 영상신호를 디지털 데이터로 변환해서 출력하지만 이것을 메모리에 저장하려면 SAA7111A에서 데이터가 출력되는 타이밍을 분석해서 적절한 타이밍에 메모리 제어신호를 발생하고 어드레스 신호를 발생시켜주는 제어신호/어드레스 신호 발생 회로가 필요하며, 메모리의 제어신호 라인과 어드레스 라인은 SAA7111A와 디지털 영상처리를 담당하는 DSP가 공유하기 때문에 멀티플렉스 회로도 필요하다.

본 논문에서는 메모리 제어신호/어드레스 신호 발생

회로와 제어/어드레스/데이터 라인의 멀티플렉스 회로는 EPLD 두 개를 사용하여 구현하였다.

멀티플렉스 회로는 SAA7111A의 데이터가 메모리에 적재되는 동안에는 메모리의 모든 제어, 어드레스, 데이터 라인을 SAA7111A와 연결하고, 적재가 중단되면 이 라인들을 DSP의 외부 메모리 인터페이스 신호들과 연결한다. 그림 7은 EPLD로 구현한 제어신호/어드레스 신호 발생 회로, 메모리의 제어/어드레스 라인에 대한 멀티플렉스 회로와 데이터 라인에 대한 멀티플렉스 회로를 나타낸 것이다.

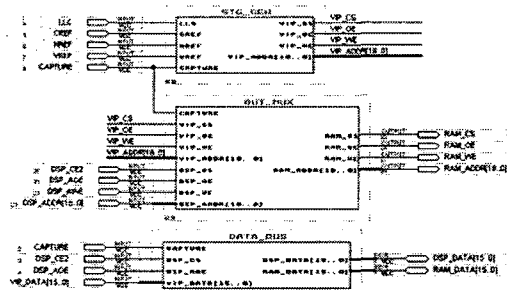


그림 7. 제어/어드레스/데이터 라인 멀티플렉스 회로 및 제어/어드레스 신호 발생 회로

#### 4.3 제작된 영상 처리 보드와 응용 시스템

그림 8은 아날로그 영상을 디지털로 변환하기 위한 SAA7111A, 변환된 데이터를 저장하기 위한 메모리, 저장된 디지털 영상 데이터에 적절한 영상 처리를 수행할 수 있는 DSP(TMS320C6211), 칩들의 인터페이스를 위한 EPLD로 제작된 영상 처리 보드이며 그림 9는 제작된 보드를 탑재하여 영상처리를 통해 장애물을 회피하며 목적지까지 도달하는 무인 이동 시스템이다.

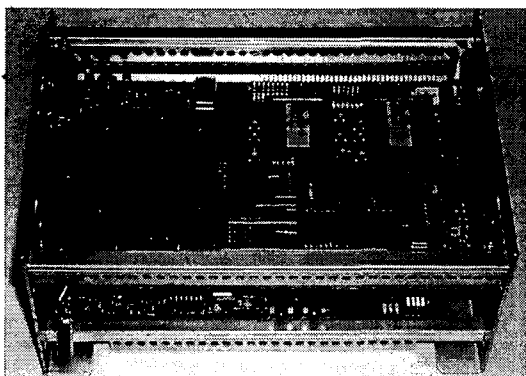


그림 8. 완성된 영상 처리 보드

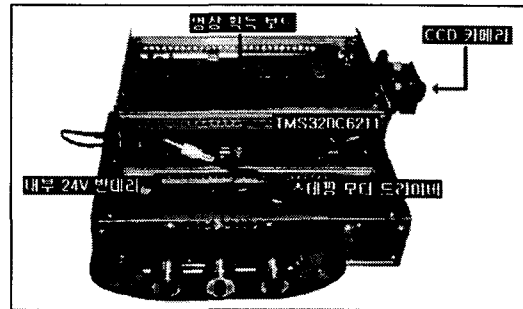


그림 9. 영상 처리 보드를 탑재한 무인 이동체

#### IV. 결론

본 논문에서는 CCD 카메라로부터 입력되는 아날로그 영상을 디지털 영상으로 변환하여 메모리에 저장하고 원하는 디지털 영상처리를 수행할 수 있는 영상 획득 보드를 직접 제작하였으며, 이를 자율 이동 차량에 탑재하여 획득된 영상에 적절한 영상 처리 알고리즘을 적용한 후 장애물을 회피하며 목적지까지 도달하는 시스템을 구현하여 제작된 보드의 성능을 확인하였다. 실제 장애물을 인식하기 위해서 복잡한 영상 처리 알고리즘을 사용하기보다는 간단하면서도 효율적인 영상 처리 알고리즘을 사용하여 차량의 실시간 제어에 중점을 두었다. 본 논문의 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

CCD 카메라로 입력되는 아날로그 영상신호를 디지털로 바꾸어서 메모리에 저장하는 영상 획득 보드를 설계, 제작하여 기존의 PC에 의존하던 영상처리를 탈피하였으며, 고속의 프로세서 TMS320C6211 DSP에 의한 영상처리 시간의 단축으로 시스템의 실시간 제어에 응용할 수 있는 가능성을 제시하였다.

#### 참고문헌(또는 Reference)

- [1] SAA711A Enhanced Video Input Processor Product specification. Philips Semiconductors, 1998 May 15.
- [2] The  $I^2C$ -bus and how to use it (including specifications), Philips Semiconductors, 1995 updated.
- [3] TMS320C6000 Peripherals Reference Guide (SPRU190D), Texas Instruments, 2001 Feb 2 updated.
- [4] Kevin Skahill, "VHDL for PROGRAMMABLE LOGIC", Addison Wesley, 1996.