

RISC 구조 프로세서 및 CMOS이미지 센서를 이용한 영상신호처리 시스템 개발

윤수정, 김우식, 김응석
한라대학교 로봇&제어공학과

Development of the Image Capture System Using and RISC Type CPU

Su-Jeong Yoon, Woo-Sik Kim, Eung-Seok Kim
Department of Robot and Control Engineering, Halla University

Abstract - In this paper, we develop the on board type image processing system using the CMOS sensor and the RISC type main processor. The main processor transmits YUV 4:2:2 type raw data captured by a CMOS image sensor to another processor(such as motion controller, PC, etc) via serial communication (rs232, SPI, I2C, etc). The role of another processor is line and obstacle detecting in image data received from the image processing board developed in this paper.

1. 서 론

최근 들어 사람이 작업하기 힘든 작업 공간에서 사람을 대신하여 작업을 수행할 수 있는 무인화에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 무인화 설비의 핵심으로 사용되는 로봇에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 작업 환경이 열악하여 사람이 작업을 수행하기 어려운 작업장을 이동하며 작업을 수행할 수 있는 무인 이동 로봇(autonomous mobile robot)에 대한 연구의 필요성이 증가하고 있다. 이동 로봇의 종류는 생산 현장에서 많이 볼 수 있는 자제 운반용 무인운반차(AGV; Automatic Guided Vehicle), 위험성이 높은 지역에서 사용되는 작업 로봇, 사람이 작업할 수 없는 환경에서 사용되는 작업 로봇, 사무용 빌딩에서 문서 운반용으로 사용되는 로봇 등 매우 다양하다. 이러한 이동로봇들이 이동하는 경로에는 여러 가지의 장애물이 있을 수 있다. 로봇은 이들 장애물에 의해 이동 중에 큰 피해를 입을 수 있으므로 이들을 피해야만 한다. 이동로봇이 장애물 탐지하는데 사용되는 센서는 초음파 센서, 레이저 센서, 비전 센서 등이 가장 광범위하게 사용된다. 여러 가지 센서들 중 비전 센서로는 CCD 이미지 센서와 CMOS 이미지 센서가 있다. CCD 이미지 센서로 제작한 카메라는 소비전력이 크고, 제어기에 A/D 변환기능과 영상 de-coder가 필요하여 영상처리 보드에 직접 인터페이스가 어렵다. 반면에 CMOS 이미지 센서로 제작한 카메라는 소비전력이 작으며, 제어기와 인터페이스가 간단하여 구현을 손쉽게 할수 있다는 장점이 있다.

따라서, 본 논문에서는 CMOS 이미지 센서의 장점을 활용하여 모노 및 스테레오 영상처리가 가능한 Image Capture Board를 개발하고자 한다. 기존에 많이 사용되어 온 DSP영상처리 프로세서 대신에 가격대비 성능이 우수한 RISC 구조의 8BIT 프로세서를 사용하고자 한다. 본 논문에서 개발하고자 하는 Image Capture Board는 독립형(Stand Alone)구조로서 모바일 시스템에 장착이 가능한 형태로 개발하고자 한다.

2. 영상신호처리 보드 설계

2.1 Cmos Image Sensor DRIVER

이미지 센서에는 실리콘 반도체를 기반으로 한 CCD와 CMOS로 분류된다. 각각의 특징을 살펴보면 CCD는 CMOS에 비해 노이즈가 적고 이미지 품질이 우수하다. 이에 반해 CMOS는 대체적으로 CCD에 비해 생산단가와 소비전력이 낮고 주변회로 칩과 통합하기 쉽다는 장점이 있다. 특히 일반적인 반도체 제조기술로 생산, 증폭 및 신호처리와 같은 주변 시스템과 통합이 용이해 생산 원가를 낮출 수 있다. 게다가 처리속도가 빠르면서 CCD의 1% 정도로 소비 전력이 낮은 것이 특징이다. 두 Sensor는 출력 방식이 각각 Analog와 Digital이다. 그래서 CCD sensor에서 영상을 얻으려면 Grabber Board를 제작하여야 하지만 8비트는 무리이다. 뿐만 아니라 가격도 상대적으로 비교가 안 될 정도로 고가이다. 그림 1에 본 논문에서 사용한 Image Sensor를 나타내었고, 센서의 사양은 표1에 주어져 있다.



그림1. HYNIX사의 HYCA3 Module.

표1. HYNIX사의 HYCA3 Module spec[1]

Active pixel resolution	652X488
Sub-sampling Modes	1/4, 1/16
Frame Rate	30f s at 25Mhz HBLANK =208, VBLANK 8
Operating Voltage Range	2.6V 3 0V
	1/4 inch optical format Micro-lens for high sensitivity On-chip 10bit ADC 3X3 Color interpolation Color space conversion from RGB to YCbCr Automatic Exposure Control Automatic White Balance Control

본 논문에서 사용한 CMOS Image Sensor의 영상 정보는 Sync신호에 맞춰서 8bit data bus를 통해서 출력이 된다. 그리고 카메라의 설정은 I2C I/F를 통해서 가능하다. 메모리의 용량에 대한 제약으로 인해 이번 논문에서는 1/16subsampling을 하여 해상도 160x120의 흑백 영상을 Grab하였다. Image Sensor의 Sync 정보는 모두 세 가지이다. 프레임의 시작을 알리는 VSync, 가로줄의 유효한 영상 정보임을 알리는 HSync, 마지막으로 데이터 출력을 알리는 Vclk이다. 이 세 가지 정보를 RISC processor의 외부인터럽트를 이용해 입력받고, 입력된 영상 데이터를 External SRAM에 저장한다. 저장한 영상 데이터는 외부 기기로부터 전송요청이 있거나 미리 전송할 것을 설정해놓으면 rs232, SPI, I2C 방식을 이용해 송신한다. 이해를 돕기 위해 Image Sensor Board의 System Block Diagram[그림 2]과 Image Sensor의 output timing[그림 3]을 도시한다. 그림에서는 PC로 전송하는 경우에 대해서만 나타내고 있다.

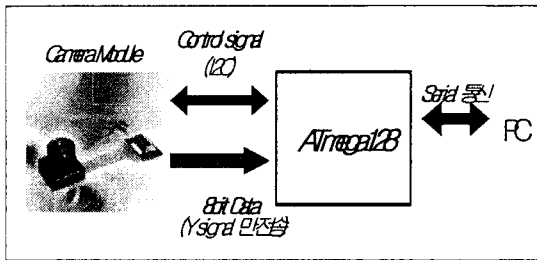


그림2. Image Sensor Board Block Diagram[2].

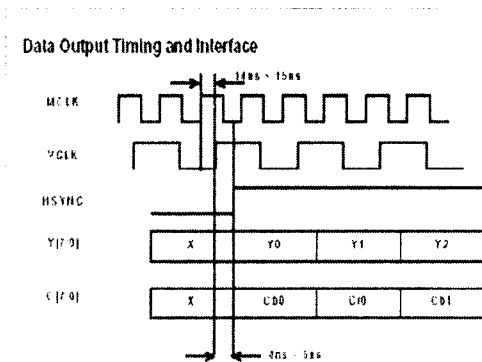


그림3. Image Sensor Output Timing[1].

영상을 얻기 위해 첫 번째 해야 할 일은 Image Sensor의 초기화이다. Sensor의 Control register 들은 I2C I/F를 통해서 제어가 가능하다. 본 논문에서 사용한 RISC processor인 ATMEL사의 ATmega128L은 I2C I/F[3]를 제공하고 있어서 쉽게 Sensor를 설정해 줄 수 있다. 본 논문에서 사용한 설정은, YUV 4:2:2타입이며 8비트 data output이다. 해상도는 전송속도와 8비트 마이컴의 확장 메모리 사이즈를 고려하여 160X120으로 결정하였다. I2C 방식을 이용해서 Image Sensor의 초기화를 수행한 후에는 실제 영상을 획득하기 위한 작업이 들어간다. 본 논문에서 사용한 CMOS Image Sensor는 세 가지의 Sync 신호들에 맞추어서 유효한 영상 데이터가 8bit bus를 통해 나오도록 되어 있다. CMOS 센서로부터 출력되어 나오는 세 가지의 Sync 신호를 main CPU(ATmega128L)의 외부 인터럽트 기능을 이용해 입력받아 유효한 영상 데이터를 SRAM에 저장한다. 1-frame의 Image를 모두

Grab하게 되면 외부기기로 영상데이터를 송출할 준비가 되었음을 알려준다. 이때부터 외부기기는 본 논문에서 개발한 영상보드로부터 한번에 1-frame씩의 영상데이터를 수신하게 된다.

2.2 영상신호 처리부 설계

전체 보드는 ATmega128L과 CMOS Image Sensor 그리고 외부기기(모바일 로봇, 원격제어장치, 기타 시리얼 통신포트가 있는 여타의 장치들)와의 송수신을 위한 시리얼 포트를 가지고 있다. 본 논문에서 개발한 영상신호 처리 및 저장을 위한 영상캡처보드의 전체 하드웨어 구성은 그림 4의 블록도로 나타내었으며, 그림 5는 실제 영상처리보드의 사진이다.

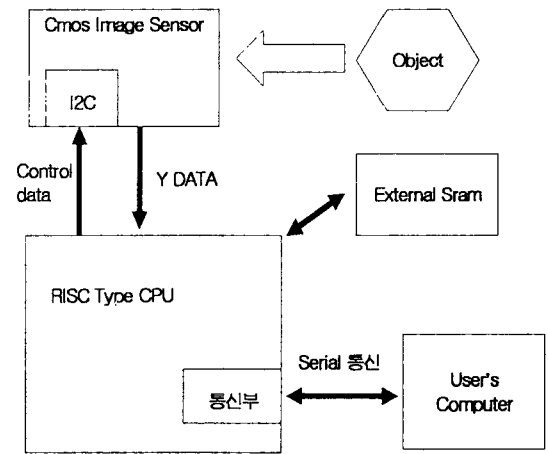


그림4. 전체 하드웨어 Block Diagram.

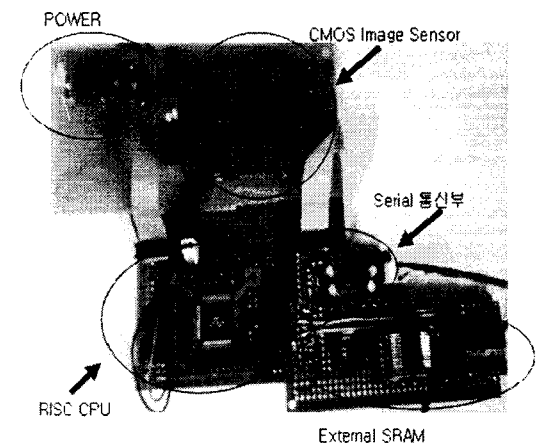


그림5. 전체 하드웨어 구성.

3. Line 및 장애물 Sensing 알고리즘

그림 6은 라인 및 장애물 인식에 대한 전체적인 영상 처리의 순서도를 나타낸다. CMOS Image Sensor로부터 들어온 RAW 데이터들 중 Y(luminance)데이터만을 사용하여 이 영상데이터에 에지 검출[4]. 라인을 검출하기

위한 임계값 계산, 라인 후보 점 검출 등의 전처리 과정을 거친다. 이렇게 전처리 과정을 거친 영상 데이터의 정중앙을 목표점으로 잡은 후 라인 판단 알고리즘에 따라 목표점의 위, 아래, 좌, 우를 스캔하여 라인을 인식한다. 그리고 전방의 장애물을 판단하는 것은 주행 라인 내에서의 수평에지를 검출함으로써 가능하다.

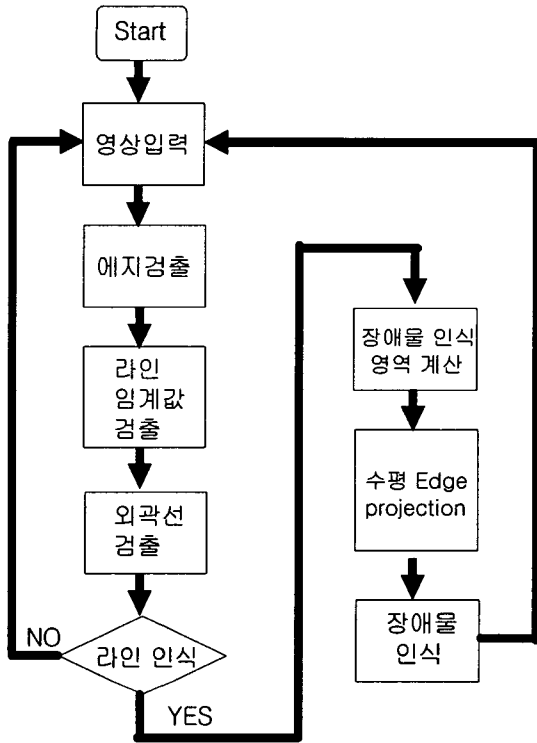


그림6. line 및 장애물 인식처리 순서도.

4. 결 론

본 논문에서는 기존에 많이 사용되어온 DSP 영상처리 프로세서 대신에 가격대비 성능이 우수하고 개발환경이 간단한 RISC 구조의 8BIT 프로세서와 CCD 이미지 센서에 비해 소비전력이 작으며, 제어기와 인터페이스가 간단하여 구현을 손쉽게 할 수 있는 CMOS Image Sensor의 장점을 활용하여 모노 및 스테레오 영상처리가 가능한 Image Capture Board를 개발하였다. 본 논문에서 개발한 Image Capture Board는 독립형(Stand Alone)구조로서 모바일 시스템에 장착이 가능한 형태이다. 개발한 Image Capture Board는 CMOS센서로부터 입력된 영상신호를 YUV 4:2:2 타입의 RAW 데이터 형태로 출력하도록 설계하였다. 데이터의 출력방식은 rs232, SPI, I2C 등으로 구현하였다. 앞으로는 USB 2.x, IEEE802.11b/g 등의 데이터 송출 기능을 구현함으로써 모바일 시스템의 효율성을 높이는 데 기여하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] HV7131GP_ver2[1]2 Datasheet, Hynix, 2003
- [2] HYCA3- TH00 Datasheet, Hynix,
- [3] ATmega128 Datasheet, ATMEL, 2002
- [4] 장동혁, Visual C++을 이용한 Digital Image Processing 디지털 영상처리의 구현, 정보게이트, 2003.