

색상별 물체 분류기

전재영, 최민순, 황석중, 김종국
고려대학교 전기전자전파공학부
e-mail:cool92-3@korea.ac.kr, jongkook@korea.ac.kr

Machine Classifying Object by Color

Jae-Yung Jun, Min-Soon Choi, Seok Joong Hwang and Jong-Kook Kim
School of Electrical Engineering, Korea University

요 약

본 논문에서는 영상처리를 이용해서 물품을 색상별로 분류하는 로봇 개발에 대해 기술한다. 그동안 로봇에서 획득한 영상 데이터를 고성능 host PC에 보내어 처리하고 로봇은 그 결과만을 받아 사용하는 것이 일반적이었으나, 최근에는 embedded CPU의 비약적인 발전에 따라 영상을 로봇 자체에서 영상 처리 하는 것이 점점 더 용이해지고 있다. 따라서 본 논문에서 기술하는 색상별 물체 분류기 로봇 개발을 통하여 로봇에서의 영상 처리 가능성을 알아보고자 한다.

1. 서론

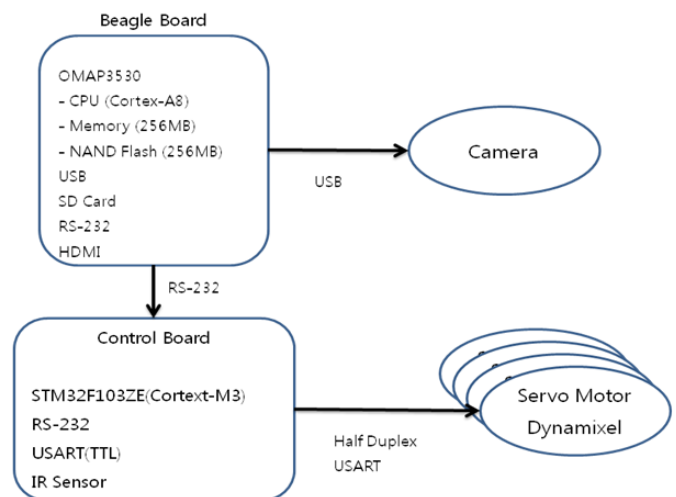
로봇 스스로를 제어하는 자율로봇은 영상 등의 다양한 센서 데이터 처리가 필수적이다. 본 논문에서는 영상처리에 대해 기술하며, 여기서 영상처리는 로봇에게 사람의 눈에 해당하는 카메라로부터 얻은 영상 데이터로부터 사물을 식별하는 능력을 부여하여 로봇이 이에 따른 다양한 작업을 수행할 수 있는 기반이 된다.

그동안 영상처리가 고성능 신호처리 능력을 요하기 때문에 로봇에서 획득한 영상 데이터를 host PC에 보내어 처리하고 로봇은 그 결과만을 받아 사용하는 것이 일반적이었다. 하지만, 최근에는 embedded CPU의 비약적인 발전에 따라 영상을 host PC에 보내서 처리하는 것이 아닌, embedded system(로봇) 자체에서 영상 처리 하는 것이 점점 더 용이해지고 있는 추세이다.

따라서 본 논문에서는 embedded system에서 영상 처리의 가능성을 알아보기 위해 영상처리를 이용한 색상에 따른 물품 분류기를 만드는 것에 대해서 설명한다.

2. Hardware Structure

그림 1에서 보듯이 논문에서는 두 종류의 computing processor를 사용한다. Beagle board[1]는 최근에 스마트폰에 사용되는 CPU를 장착한 board이다. 보드에 장착된 CPU는 ARM Cortex-A8 architecture를 기반으로 Texas Instrument사에서 제작하였으며, embedded CPU중에서는 높은 computing power를 갖고 있을 뿐만 아니라, CPU 자체에 메모리(DRAM + Nand flash)를 내장하고 있어 board 크기가 상당히 작다. 따라서 Beagle board는



(그림 1) Hardware Block Diagram

computing power로 host PC에서 가능한 영상처리를 구현하는 역할을 수행하도록 하였다.

하지만 Beagle board는 peripheral device interface가 이미 board 내부에 다른 장치와 연결되어 있어서 peripheral device에 대한 높은 확장성을 기대하기 어렵다. 따라서 real-time 로봇의 제어에 필요한 높은 확장성을 갖는 MCU(microprocessor unit)를 포함한 control board를 추가적으로 장착하였으며, Beagle board와 control board는 RS-232 통신으로 필요한 작업을 주고 받는다.

Control board에 장착된 MCU는 ARM Cortex-M3 기반으로 ST Microelectronics사의 STM32F103ZE 칩을 사용하였다[2]. 이 MCU에는 다수의 ADC(analog-to-digital converter), timer 및 peripheral device와 통신 가능한 여러 종류의 통신 interface를 갖고 있다.

카메라는 USB interface로 streaming되는 webcam을 사용하였고 Beagle board에 Linux를 설치하고 webcam에 필요한 device driver로 영상 정보를 얻어 낸다.

모터는 Robotis사에서 제작한 servo 모터인 Dynamixel을 이용하였다[3]. Dynamixel은 다음과 같은 장점을 갖는다. USART통신 line을 공유하기 때문에 여러 개의 모터를 이용하더라도 기존의 PWM(pulse-width modulation) 방식의 servo 모터보다 간편하게 제어할 수 있다. 또한 기존의 servo 모터가 기본적으로 위치 제어만 가능한 반면에 Dynamixel은 속도 제어, overvoltage & undervoltage protection, torque 제한 등 다양한 기능을 내장하고 있다. 그리고 제어 가능한 servo 모터의 동작 범위가 기존의 servo 모터는 180도인 반면에 Dynamixel은 300도 까지 제어 할 수 있으며 무한 바퀴 모드로 전환하여 바퀴로도 사용 가능하다.

로봇에 사용된 Dynamixel은 총 5개 이며, 2개는 무한 바퀴 모드로 동작하여 로봇의 위치 제어에 사용되고, 3개는 로봇이 물건을 집어 올리기 위한 집게로 사용되었다.

전체적인 로봇의 작동 과정을 보면 다음과 같다. Beagle 보드가 webcam으로부터 USB를 통해 영상을 받아서 영상처리를 하고 물체를 인식한다. 해당 위치로 가기 위한 명령어를 RS-232통신으로 control board로 보낸다. control board는 로봇의 원하는 동작을 구현하기 위해서 Dynamixel로 servo 모터의 제어 명령을 내린다. 위의 과정을 반복하면서 제어에 필요한 feedback을 과정을 구현한다.

3. Embedded Image Processing

Embedded 환경에서 영상 처리를 구현하는데 두 가지의 제약이 있다. 먼저, 영상 자체를 얻어오기 쉽지 않다. 대부분의 webcam은 PC의 windows 환경에 맞는 device driver만 제공하고 Linux용 device driver를 제공하는 webcam은 제한적으로 존재한다. 게다가 제공되는 device driver가 embedded Linux에서 제대로 작동하는 것을 보장하지 않는다. 따라서 이미 사용이 가능하다고 알려진 webcam과 Linux version을 사용하는 것이 개발 속도 측면에서 유리하다. 현재 Beagle board에는 Ubuntu 10.10(Maverick)[4]이 설치되어 있는 상태이며, device driver 또한 설치하여 영상을 얻어오고 있다[5].

두 번째로, webcam으로부터 얻은 영상을 처리하기 위한 computing power가 충분하지 않을 수 있다. 현재 사용하는 webcam은 HD(720p)화질 까지 지원하기는 하나 얻은 영상의 화질을 보면 노이즈가 상당히 많이 들어가 있다. 이러한 영상을 그대로 사용하거나 filtering 또는 resizing을 하기보다 기본 카메라 해상도를 적정 수준에서 줄이는 것이 필요하다. 여기서 어느 정도 까지 카메라 해상도를 조절하는 것이 적절한지에 대해서는 좀 더 연구가 필요하다. 카메라 해상도를 줄이면 데이터 전송량이 줄어들어 영

상을 빨리 받아들일 수 있고 더 높은 frame rate로 영상 처리를 더 높은 빈도로 할 수 있지만, 의미 있는 픽셀 정보가 사라져 버릴 수 있다. 본 논문에서 사용 되는 로봇에서 필요한 영상 처리는 비교적 단순해서 해상도를 QVGA 이하로 낮추어도 충분히 동작 가능하였다.

Embedded system에서는 PC보다 computing 자원이 부족하므로 다음과 같은 작업도 필요하다. OS level에서 영상 정보를 latency없이 DMA(direct memory access)를 이용해서 얻어올 수 있는지 알아봐야하며, 만약 latency가 너무 길다면 device driver에서 double buffering과 같은 방법으로 영상을 얻도록 수정하는 것도 필요하다. 또한 이미 다양한 목적을 위한 영상처리 알고리즘이 이미 구현되어 있으므로 computing 자원을 고려해서 알고리즘을 선정해야 할 것이다.

4. 향후 연구 방향

기술의 발전으로 로봇을 비교적 간편하게 만들 수 있게 되었고, 특히 embedded system의 발전은 영상처리까지 쉽게 적용하게 만들었다. 이러한 기반이 갖추어져 있으므로 로봇은 더욱더 복잡한 작업을 수행할 수 있어야 한다. 이러한 목적에 반드시 필요한 것이 영상처리이다. 사람의 움직임이 눈에 의존적이듯이, 로봇의 제어가 점점 더 영상처리에 의존적인 방향으로 나아가야 한다고 생각한다. 따라서 장기적으로 embedded 영상 처리의 최적화와 영상 처리로 얻은 정보로 로봇을 어떻게 제어할 것인가에 대해서 연구를 진행해 나갈 것이다.

참고 문헌

- [1] "Beagle Board" <http://beagleboard.org/>
- [2] "Cortex-M3 Reference Manual" <http://www.st.com>
- [3] "Dynamixel Manual" <http://support.robotis.com/ko/>
- [4] "Beagle Board Ubuntu" <http://elinux.org/BeagleBoardUbuntu>
- [5] "Device Driver for Linux" http://www.linuxtv.org/wiki/index.php/How_to_Obtain_Build_and_Install_V4L-DVB_Device_Drivers