

## 화상회의를 위한 자동추적 카메라 제어시스템 개발

한병조, 황찬길, 황영호, 양해원  
한양대학교 전자전기제어계측공학과

### Development of Auto Tracking Vision Control System for Video Conference

Byung-Jo Han, Chan-Gil Hwang, Young-Ho Hwang, Hai-Won Yang  
Dept. of Elec. Elec. Con. & Inst. Eng. Hanyang Univ.

**Abstract** - In this paper, we develop the vision control systems of auto tracking based on image processing techniques for video conference. The developed auto tracking vision control system consists of control hardware including vision, two dc motors and dc motor drivers. Image processing techniques are used to pixel of two images. Motion detection algorithm is applied to eliminate the noise. Experiment results are presented to illustrate the effectiveness and the applicability of the approaches proposed.

#### 1. 서 론

국내 중소 규모 이상 기업 중 화상회의를 도입한 곳이 불과 20%도 되지 않는다는 사실은 화상회의 시장이 그만큼 성장 가능성이 높다는 것을 의미하는 동시에 시장 진입 장벽 또한 높다는 의미도 내포되어 있다. 하지만 최근 들어 화상회의 시스템이 기술적으로 진보하면서 시장 진입 장벽은 많이 낮아진 상태다.

기존의 카메라는 대상을 인식하기 위해서 다양한 종류의 센서 정보를 이용한다. 이 방법은 대상을 인식하기 위해 많은 센서가 필요하고 실시간 제어가 가능하려면 연산이 많아져 추가적인 하드웨어 구성이 요구된다. 또한 대상을 추적하기 위한 범위가 적고 외부의 환경에 민감하여 센서의 민감도에 영향을 미치게 되는 단점이 있다[1].

본 논문에서 범용 제어기 설계 및 PC 기반의 모션 제어 시스템 구성에 관한 것으로 카메라의 영상정보를 활용하여 대상을 인식하고[2],[3] 저장할 수 있도록 카메라에서 얻어지는 디지털 이미지를 이용하여 영상처리 알고리즘을 바탕으로 화상 회의시 발언자의 움직임을 포착하여 발언자를 자동추적 할 수 있는 카메라 제어 시스템을 개발하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 USB 카메라를 이용한 영상 획득

카메라 영상을 캡처하여 화면에 디스플레이하기 위해서는 Direct Show나 VFW(Video for Windows)를 이용하게 되는데 그 중 VFW 라이브러리를 이용하여 카메라 영상 획득 알고리즘을 구현하였다.

VFW는 마이크로소프트사에서 자사의 운영체제인 윈도우 제품군에서 동영상과 오디오를 효과적으로 처리하기 위해서 개발한 윈도우 확장부를 뜻하는 것으로 멀티미디어 처리를 위한 라이브러리이다. VFW 라이브러리는 비디오 캡처를 위해서 먼저 캡처 윈도우를 생성하고 이 윈도우와 캡처 드라이버를 연결 한다. 그리고 캡처된 비디오 프레임을 캡처 윈도우에 보여주기 위해서는 한 프레임이 캡처 될 때마다 특정 함수를 호출하여 그 프레임을 화면에 출력한다.

캡처 윈도우 생성 함수를 이용하여 영상의 위치와 가로 세로 크기(320\*240)를 조절하였고 동영상으로 구현하는데 캡처 프레임 비율은 15fps로 정하였으며 캡처가 수행되는 동안 키보드나 마우스에 의해서 종료가 되지 않도록 하였다. 또한 카메라를 이용하여 오버레이 모드와 프리뷰 모드가 모두 구현이 가능하였지만 프레임 연산 처리를 이용하였기 때문에 프리뷰 모드를 이용하여 영상을 화면에 디스플레이 하였다.

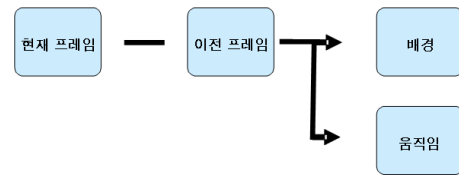
##### 2.2 픽셀 기반 영상 처리

픽셀 기반 처리는 영상 변환, 영상 개선, 영상 합성 등의 많은 분야에서 가장 널리 사용되어지며 두 이미지간의 산술 뺄셈 연산과 영상의 이진화 기법, 그리고 영상의 밝기 조절 등을 사용하였다.

##### 2.2.1 산술 뺄셈 연산(차 영상)

산술 뺄셈 연산은 카메라로부터 얻은 이미지를 이용하여 이전 프레임과 현재 프레임의 RGB 색상 정보를 각각 버퍼에 저장시킨 후 RGB색상별로 차 연산을 수행하여 결과 영상의 색상 정보를 버퍼에 저장시킨다. 또한 영상의 명암도를 낮추어서 영상을 어둡게 만드는 역할도 하지

만 전후 프레임 간의 차 영상을 통하여 배경과 움직이는 물체를 분리해 내는데 사용되었다.



<그림 1> 산술 뺄셈 연산 구조

##### 2.3 영상의 이진화

이진화 처리에서는 임계값 이상의 값을 255로 변환하고 임계값(Threshold) 보다 작은 값은 0으로 변환한다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다. 여기에서 T는 임계값을 나타낸다.

$$P'(x,y) = \begin{cases} 255 & P(x,y) \geq T \\ 0 & P(x,y) < T \end{cases} \quad (1)$$

움직이는 물체의 식별을 보다 용이하게 하기 위해 이진화 기법을 이용하였으며 움직이는 물체는 흰색(255), 움직이지 않는 배경은 검은색(0)으로 표현하였다.

##### 2.4 노이즈 제거를 위한 형태학적 모션 추출 알고리즘

영상의 이진화를 통하여 얻은 이미지는 노이즈가 제거되지 않아서 정확한 영상을 얻을 수가 없다 따라서 영상의 기본적인 특징을 유지하면서 형태에 변화를 주는 처리를 해야한다. 대표적인 형태학적 연산은 침식 연산, 팽창 연산, 열림 연산, 닫힘 연산이 있다. 이들 연산은 영상 내의 객체 형태를 변형시킬 수 있어서 영상 분석에 널리 사용된다.

##### 2.4.1 침식 연산과 팽창 연산

침식 연산은 물체의 크기를 축소하고 배경을 확장하는 역할을 한다. 팽창 연산은 물체의 크기를 확장하고 배경을 축소하는 역할을 한다. 이진화된 움직임이 나타난 영상을 보다 확실히 구별하는 데 이용되었다.

##### 2.4.2 열림 연산과 닫힘 연산

열림 연산은 침식 연산을 적용한 다음에 팽창 연산을 적용하는 연산으로서 영상에서 약한 부분을 잘라내는 역할을 한다. 그리고 닫힘 연산은 열림 연산과 반대로 먼저 팽창 연산을 적용한 다음에 침식 연산을 적용하는 연산으로서 분리된 물체를 결합하는 역할을 한다. 본 논문에서는 열림 연산을 수행하여 잡음이 많은 영상에서 약한 부분을 잘라내고 뚜렷한 움직이는 물체의 영상을 얻을 수 있었다.

##### 2.5 움직임 중심 좌표 설정

움직이는 물체의 위치 정보를 하드웨어 부에 전송하기 위해서는 물체의 중심 좌표를 구해야 하는데 여기서는 면적 중심법을 이용하였다. 면적 중심법은 가로축 픽셀의 좌표와 세로축 픽셀의 좌표를 각각 더한 다음 픽셀의 개수로 나누어 주어 중심의 좌표를 구하는 방식을 이용하였다.

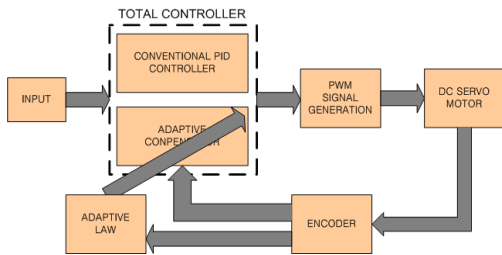
##### 2.6 적응 PID 제어기 구현

모터의 회전각 지령을 받아 DC 서보 모터 제어 보드 상에 적재 되어 있는 ATmega 128 내부에서 적응 PID 제어 알고리즘에 의해 제어 신호를 생성해 내어 DC 서보 모터 드라이버 보드로 전송하는 역할을 수행하게 설계하였다. DC 서보 모터 제어 보드 상의 MCU인 ATmega 128

은 DC 서보 모터 제어 신호(PWM신호)를 생성해 내기 위해 산업용 제어기에 가장 많이 사용되는 적응 PID 제어 알고리즘을 사용하여 설계하였으며 다음 식(2)과 같이 표현 할 수 있다.

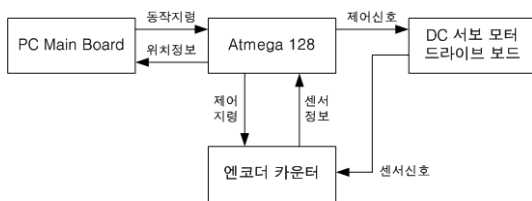
$$u = K_p e + K_i \int e dt + K_d \frac{de}{dt} \quad (2)$$

위와 같은 형태의 제어 기법은 페루프를 구성하기 위한 폐환 신호가 매우 중요한 역할을 하기 때문에 통상적으로 DC 서보 모터의 위치 및 속도 정보를 전송하기 위한 엔코더를 부착하게 되며 DC 서보 모터 제어 보드 상의 엔코더 카운터 칩을 통해 DC 서보 모터의 엔코더 신호를 폐환 시켜 이를 제어 신호 생성에 이용하도록 설계하였다 아래 <그림 2>는 DC 서보 모터 제어 알고리즘을 도식화 한 것이다.



<그림 2> DC 서보 모터 제어 알고리즘

PC를 이용한 화상회의용 자동추적 카메라 시스템은 향후 새로운 영상 관리 시스템을 위한 기반이 되는 기술이다. 따라서 하드웨어 모듈화를 통해 새로운 컨텐츠로 확장이 가능하도록 설계하였다. DC 서보 모터 제어를 위한 보드와 드라이브 보드를 각각 별도로 설계하였고 이를 아래 <그림 3>과 같이 PC와 인터페이스 시켜 DC 서보 모터 제어 시스템을 구성 하였다.



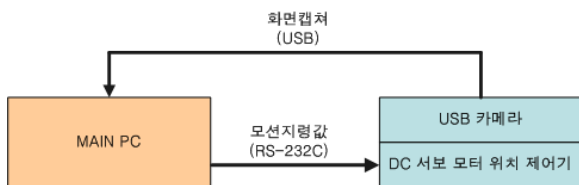
<그림 3> DC 서보 모터 제어 시스템 구조

### 2.7 하드웨어간 통신 인터페이스

전체 하드웨어는 메인 PC와 USB 카메라, DC 서보 모터 위치 제어기 등으로 구성되어 있으며 USB 통신을 통해 카메라로부터 받은 영상을 메인 PC에서 인식하여 영상처리 후 RS-232 통신으로 모션 지령값을 DC 서보 모터 위치 제어기에 보낸다. DC 서보 모터 제어 보드는 PC에서 상위 레벨의 지령을 받아 해당 모터를 제어하기 위한 제어신호를 생성하는 역할을 수행하도록 설계하였다. 따라서 PC와 DC 서보 모터 제어 보드간에 RS-232 통신을 통해 상호간의 정보 교류가 이루어지도록 설계하였다.

모터를 원하는 각만큼 회전시키기 위해서 움직이는 물체의 좌표를 모터에 전송할 데이터 값으로 변환하여야 한다. 사용된 Data 전송 방법은 매 프레임이 캡처될 때마다 시스템이 콜백 함수를 호출하게 되며 그 때마다 데이터 값을 시리얼 포트를 통하여 하드웨어로 전송한다. 콜백 함수가 호출될 때마다 데이터를 전송해야 함수는 곧 윈도우 운영체제에서 특정한 사건이 발생하면 운영체제로부터 호출되는 함수를 말한다.

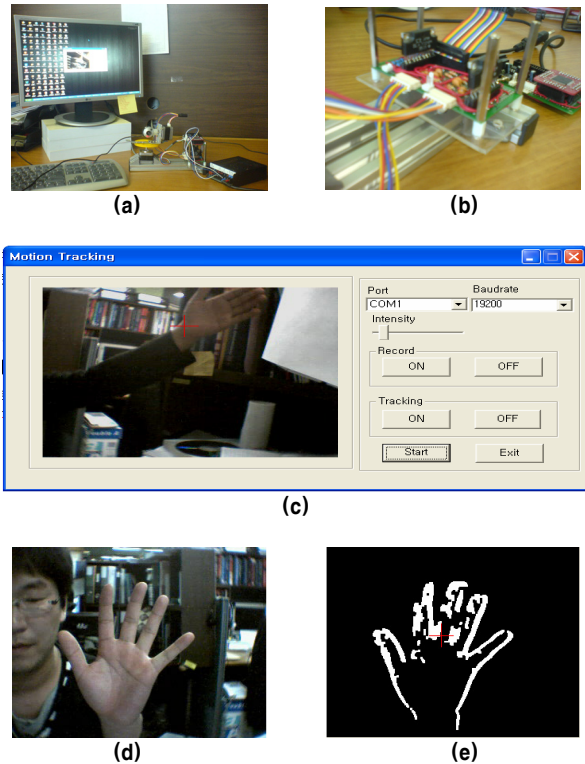
Timer는 SetTimer를 0.5초 간격으로 설정하여 OnTimer() 함수를 호출하여 지령값에 따른 위치로 모터를 회전시켜 발원자를 정확히 추적한다.



<그림 4> Main PC, USB 카메라, DC서보 모터 위치 제어기 간의 통신 인터페이스

### 3. 실 험

카메라로부터 얻은 이미지를 이용하여 320x240의 크기로 영상을 얻었으며 산술 쉐플 연산을 수행후 영상의 이진화 처리에서 임계값을 20으로 정의하였다. 임계값이 20보다 작아질 경우 미세한 움직임에도 카메라가 반응을 하여 추적하게 된다. <그림 5> (c)는 손을 좌우로 흔들어 카메라의 입력 영상을 만든것이며 <그림 5> (d)는 입력 영상에 대한 출력 영상으로 픽셀기반 처리 영상의 이진화 및 노이즈 제거를 위한 모션추출 알고리즘을 적용한 후의 자동추적 카메라의 출력영상을 나타낸 것이다.



<그림 5> (a)전체 자동추적 카메라 시스템 구성, (b)모터구동을 위한 드라이버, (c)GUI 인터페이스 응용 프로그램, (d)자동추적 카메라의 입력영상, (e)2진화된 자동추적 카메라의 출력영상

### 4. 결 론

본 논문에서는 화상회의를 위해서 영상처리 기반의 자동추적 카메라 제어시스템을 개발하였다. 영상처리 방법은 두 이미지의 픽셀을 기반으로 한 연산과 영상의 이진화 방법, 그리고 노이즈 제거를 위한 모션 추출 알고리즘을 통하여 구현하였으며 하드웨어는 PC를 기반의 DC 모터와 드라이버를 이용하였다.

### [참 고 문 헌]

[1] 이봉규, 양요한, "David : 일반화된 영상처리 개발 툴", 대한전기학회 논문지, Vol. 52 No. 2, pp. 35-43, 2003.  
 [2] Joon Woong Lee, "Lane Recognition Algorithm by an Image Processing" Journal of Control, Automation, and Systems Engineering Vol. 4, No. 6, pp. 759-764, December, 1998.  
 [3] Jin-Ho Suh, Sung-Wook Kim, and Sang-Bong Kim, "Development of Displacement Measurement System of Structures Using Image Processing Techniques" Journal of Control, Automation, and Systems Engineering Vol. 10, No. 8, pp. 673-679, August, 2004.