

논문 2017-54-3-17

단일 CCD 카메라를 이용한 신장 인식 시스템 개발

(A System for Estimating Height of Person Using Single CCD Camera)

조도현*

(Do-hyeoun Cho[©])

요약

다양한 신장에 따라 높이가 조절되는 저비용 멀티미디어 전자 교탁 시스템을 개발한다. 사용자를 인식하기 위하여 단일 CCD 카메라와 초음파 센서를 이용한다. CCD 카메라로 얻어진 사용자의 이미지로부터 신장을 추정한다. 또한 효과적으로 추정하기 위하여 이미지로부터 신장영역 분할 인식 방법을 사용한다. 추정된 신장에 따라 전자교탁의 높이가 조절되는 제어시스템을 구현하였다.

Abstract

Considering the various user height, we develop a low-cost multimedia electronic podium system for height adjustment. In order to recognize the user utilizes height of a single CCD camera and the ultrasonic sensor. It estimates the height from the user of the image obtained by the CCD camera. Also it uses renal region division method from the image recognition in order to effectively estimated. According to the estimated height, we implemented the control system for the height control of the electronic podium.

Keywords : Height of person, region division method, CCD Camera, electronic podium

I. 서론

최근 멀티미디어 기기와 스마트 기기의 사용이 편리하도록 강의실이나 세미나실 등에서 강의를 위하여 멀티미디어 전자 교탁이 도입되어 사용되고 있다. 전자교탁은 일반적으로 사용자가 서서 강의하는 것을 기준으로 고정된 높이로 제작되어 있다. 이로 인하여 사용자에게 신체적인 피로도가 높아지며, 사용자가 교탁의 고정된 높이에 맞추어 사용하게 되어 불편하다. 더욱이 전자교탁이 다양한 공간에서 보편적으로 활용되면서 정상적인 신장을 갖지 않는 휠체어 사용자나 어린이 등을 위한 배려가 필요하다.

사람의 신장은 일반적으로 다수의 카메라를 사용하거나 단일 카메라로 영상처리 기법을 적용하면 비교적 정확하게 추정할 수 있지만 영상처리 등을 위한 고사양의 프로세서 성능이 수반되어야 한다.

본 논문은 전자교탁에 적용할 수 있는 저비용의 전자교탁에 사용자 신장 인식 시스템을 제안하고자 한다. 초음파 센서와 저가형 CCD 카메라를 사용하여 멀티미디어 전자 교탁에서 높이가 사용자의 신장에 따라 자동으로 조절되는 자동인식 높이 조절 시스템을 구현한다.

II. 본론

카메라로 사람의 신장을 인식할 수 있는 방법은 다양하다.^[1] 더욱이 최근 스마트 기술의 발달에 힘입어 좋은 성능을 가진 영상기기들이 개발되어, 단순한 영상의 녹화나 감시에서 얼굴인식이나 생체인식과 같은 영역으로 확대되고 있다. 이러한 기술은 보안 감시 영역에도 활용되어 카메라를 사용한 추적 대상의 체형이나 신장 등

* 정희원, 인하공업전문대학 디지털전자과 (Dept. of Digital Electronics, Inha Tech. Col.)

© Corresponding Author (E-mail : dhcho@inhatec.ac.kr)

※ 이 논문은 2016학년도 인하공업전문대학 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

Received ; November 15, 2016 Revised ; December 8, 2016

Accepted ; January 10, 2017

과 같은 신체적 특징과 같은 중요한 정보를 활용할 수 있게 되었다.^[1] 또한 CCTV 관제 업무의 활용도를 높이기 위하여 지능형 영상 분석 기술의 메타데이터를 분석하여 사람의 키와 몸무게를 추정하여 저장 영상 검색의 효율성을 증가시키는 연구도 있다.^[2~4]

단일 카메라를 이용하여 신장을 인식하는 방법은 하나의 카메라 뷰를 사용하여 개체의 높이의 추정을 방법으로 지면에 대한 카메라의 높이와 피치 각도를 이용하여 조적 환경에 관계없이, 카메라의 상대 거리와 카메라의 초점 길이를 활용하는 방식이다.^[5~8] 그러나 전자교탁의 높이를 조절하기 위해서 사용자의 정확한 신장을 인식할 필요는 없다. 즉 사용자의 신장에 대한 정보가 수 cm 단위로 정밀하지 않아도 사용에 불편하지 않을 정도로 높이가 조절되면 되며, 오히려 미세한 차이에 반응하여 높이 변하게 되면 사용에 불편할 수 있기 때문이다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 그림 1과 같은 구조의 높이 조절 전자교탁 시스템을 개발하였다. 저비용의 사용자 신장을 예측하기 위하여 1개의 범용 CCD 카메라를 사용하고 사용자의 신장 인식은 일정한 범위를 인식하는 방법을 적용한 알고리즘으로 단순화하였다.



그림 1. 높이 조절을 위한 전자교탁 시스템 구조
Fig. 1. Electronic podium system structure for the height adjustment.

전자교탁 전면부에 초음파 센서를 장착하여 사용자의 접근을 인식한다. 일정한 거리에 사용자가 위치하면 CCD 카메라로 사용자를 촬영하고, 촬영된 영상에서 사용자의 신장 영역 정보를 얻어 전자교탁의 높이조정 장치에 전달하는 방식을 적용한다. CCD 카메라를 이용한 신장 측정 동작 개요는 다음과 같다.

먼저 신장예측을 위하여 그림 2와 같이 전자교탁의 전면에 초음파 센서를 설치한다. 전자교탁과 사용자의 거리를 인식하기 위하여 초음파 센서를 이용한다. 전자교탁에 초음파 센서를 설치하면 H1의 높이는 결정되며, 그림 2와 같이 초음파 발신 유닛 및 수신 유닛에서 수발신된 초음파를 이용하여 전자교탁 및 전자교탁에 서 있는 사용자 사이의 거리L과 초음파 센서에서 사용자 머리 끝 사이의 각도 θ 를 기초로 $H2 = L \times \tan\theta$ 를 얻으면 사용자의 키 H를 다음 식 (1)을 통해 구할 수 있

다.

$$H = H1 + H2 = L \times \tan\theta + H2 \tag{1}$$

초음파 센서 만으로는 H2부분을 측정할 수 없으므로 CCD 카메라를 활용하여 H2부분 정보를 추출한다.

다음으로 초음파 센서로 전자교탁의 사용자가 정의한 거리 L의 위치에 도달한 것을 인식하면, 전자교탁에 설치된 CCD 카메라로 사용자를 촬영한다.

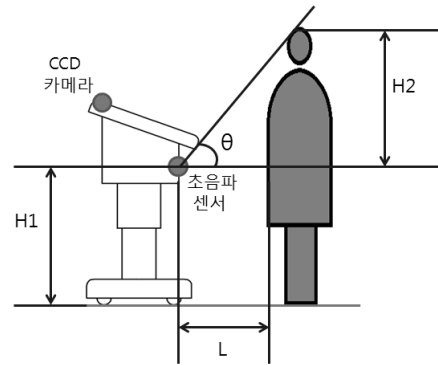


그림 2. 초음파센서 및 카메라 설치도
Fig. 2. Configure of an ultrasonic sensor and a camera.

촬영된 사용자의 이미지는 그림 3과 같이 CCD카메라 이미지 영역S에서 사전에 정의된 영역 A~D 범위 가운데 어느 영역에 해당하는지를 검출하게 된다. 여기에서 영역 A~D는 전자교탁의 높이 조절 단계를 사용자의 신장에 적절하도록 선택한 것으로 더 세분화 시키거나 줄일 수 있다. 한국인의 체형을 기준으로 실험 적용한 결과 4단계 조절이 가장 적절하였다.

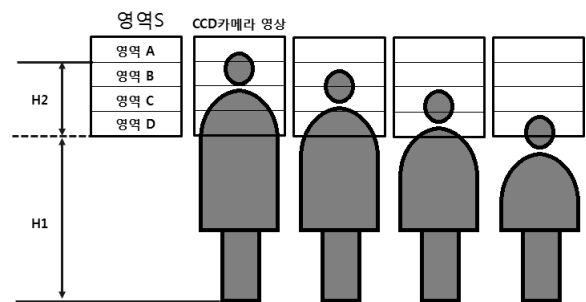


그림 3. 신장 예측 개념
Fig. 3. Height prediction concept.

CCD카메라 이미지 영역S에 대하여 사전에 정의된 영역 A~D 범위로 분할하여 각 영역에서 변화가 없는 기반 영상(background image)과 비교를 통하여 촬영된 사용자의 신장이 어느 영역에 해당하는지를 검출하게

된다. 영상의 비교는 상위 영역(영역 A)부터 이루진다.

CCD 카메라를 통하여 얻어진 영역S의 정보로 얻어진 H2를 카메라 인식 기준 위치인 H1에 반영하여 사용자의 신장인식 데이터를 생성하여 전자교탁 높이 제어 장치에 전달하여 높이를 제어한다. 여기서 H1은 전자교탁의 초기 위치로 너무 낮게 설정하면 교탁의 이동 범위가 커져서 높이 조정 반응이 느리게 된다. H2는 카메라 촬영이 이루어지는 사용자 위치 L과 카메라의 설치 위치에 따라 얻어진다.

그림 4는 전자교탁에 적용한 초음파 센서와 CCD 카메라를 이용한 신장 측정용 블록도이다.

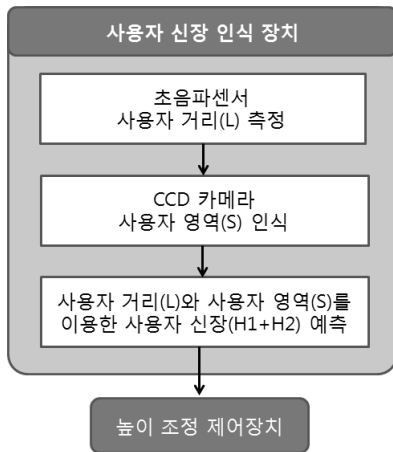


그림 4. 신장 인식 블록도
Fig. 4. A flowchart for the height recognition.

전자교탁의 높이조정을 위하여 적용한 전체적인 구조는 그림 5와 같다. 지문인식, 리모컨, 터치판넬과 스마트기기 등을 통한 외부 정이나 자동인식에 의하여 높이 정보를 받아 액추에이터를 제어하여 교탁의 높이를 제어한다^[9].

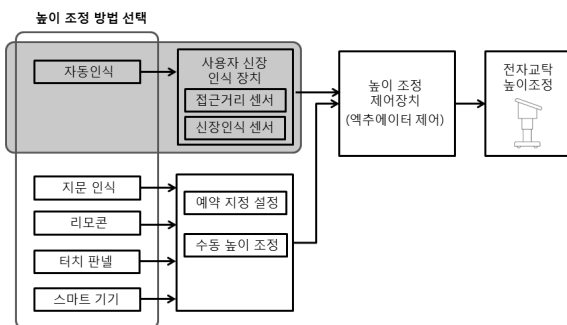


그림 5. 전자교탁의 높이조정 시스템
Fig. 5. Height adjustment system for electronic podium system.

III. 제작 및 실험

시스템 구현을 위하여 거리 측정용 초음파 센서는 범용 HC-SR04를 사용하고 카메라는 CCD 카메라 일체형 모듈타입의 UC2500WG를 사용하였다. 그림 6은 초음파 센서의 거리 정보와 사용자의 이미지로 신장을 예측하는 신장인식 모듈의 구성과 교탁의 높이를 제어하는 구성도로 인식된 사용자 이미지를 확인하기 위한 테스트용 모니터 등의 관계를 나타낸 것이다. 그림 7은 신장인식을 위하여 제작된 초음파 모듈과 CCD 카메라 모듈이다.

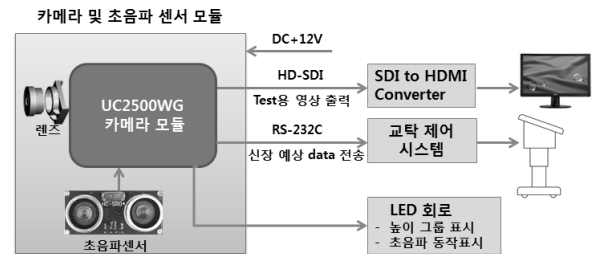


그림 6. 구현된 전자교탁의 높이조정 시스템 구성도
Fig. 6. The implementation of height adjustment system block diagram for electronic podium system.



그림 7. 신장인식 초음파 모듈과 CCD 카메라 모듈
Fig. 7. Ultrasonic Module and CCD Camera Module.

그림 8은 실험을 위하여 제작된 모듈이다. HD-SDI Tx/Cable driver를 갖는 Mega-pixel Camera ISP인 UC2500WG를 적용한 카메라 모듈은 2백만 화소 이미지 센서로 자동노출, 자동 색상 조정이 가능하고 움직임 감지와 윤곽 신호처리 기능이 있다. Full HD (HD-SDI format) 및 CVBS 영상 출력을 제공하고 있어서 시스템 구현에 편리하며 임베디드 8051 MCU 코어를 가지고 있다.

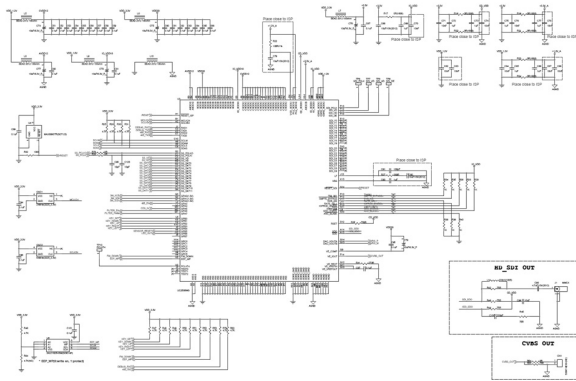


그림 8. UC2500WG를 사용한 회로 설계
Fig. 8. Circuit design using UC2500WG.

그림 9는 제작된 카메라 및 초음파 센서 모듈로 신장 인식 모듈에서 RS-232C로 전자교탁의 높이제어 시스템에 신장예상 데이터를 전달한다. 전원 DC+12V를 보드에 인가하고 안정된 동작 상태가 되면 적색 LED가 ON 또는 OFF 상태가 된다. 초음파센서로 감지된 거리가 1.5미터 이상이면, 카메라는 움직임 감지를 하지 않고 적색 LED ON되고, 감지된 거리가 1.5미터 이내이면 감지된 높이 그룹(영역 A~D)에 따라 황색, 녹색 LED가 On된다. 초음파 감지 거리는 FW에서 수정하여 업그레이드 가능하도록 하였고 움직임에 대한 카메라 모듈의 감도는 FW에서 수정하여 업그레이드 가능하다.

그림 10에는 각 모듈간의 신호 처리 구조를 나타내었다.

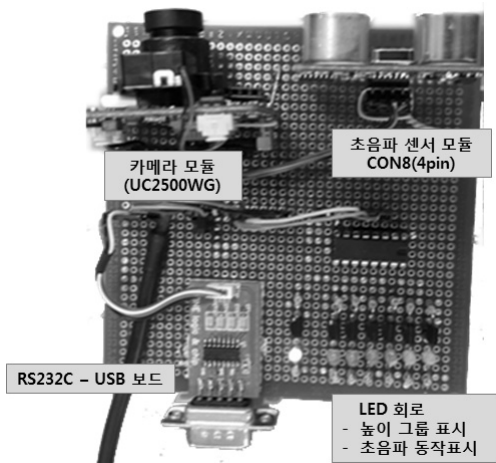


그림 9. 제작한 카메라 및 초음파 센서 모듈
Fig. 9. The implementations of an ultrasonic sensor module and a camera module.

그림 11은 신장인식 모듈에서 인식한 높이 그룹을 Test용 모니터에 출력한 것이다. 모니터에 카메라가 인

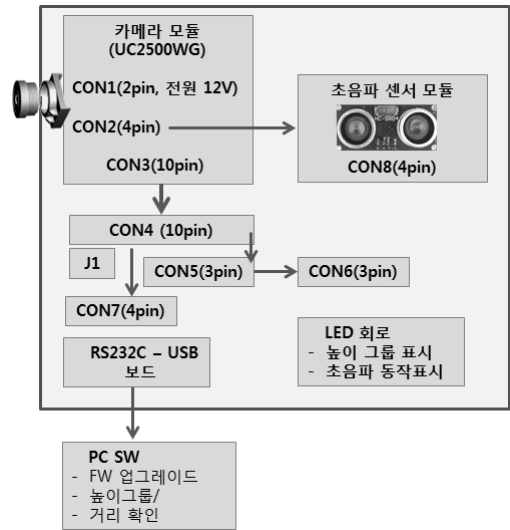


그림 10. 각 모듈간의 신호 처리 구조
Fig. 10. Signal processing structure between modules.

Connector	핀 수	기능
CON1	2핀	전원
CON2, 8	4핀	GND, Echo, Trigger, +5V
CON3, 4	10핀	KEY_UP, DN, SET, RxD, TxD, FW
CON5, 6	3핀	KEY_UP, DN, SET
CON7	4핀	3.3V, RxD, TxD, GND
J1	2핀	다운로드 점퍼(점퍼 연결)

식한 부분을 적색 색상 띠로 나타내고 있다.



그림 11. 신장인식 모듈의 Test영상 출력
Fig. 11. Test video output of the height recognition module.

전자교탁의 사용자가 교탁으로 접근하여 설정된 위치에 도달하면 초음파 센서가 CCD카메라를 동작시켜 촬영된 이미지를 그림 3의 영역 가운데 하나로 판별하고 식 (1)을 활용하여 사용자의 신장 정보를 계산한다.

이렇게 얻어진 사용자의 신장 정보를 가지고 전자교탁의 높이를 사용이 편리한 높이로 조절한다.

한편 사용자가 편리한 전자교탁의 높이는 다양한 형태의 사용자를 대상으로 실험하여 평균적으로 가장 편리하게 느끼는 높이를 데이터베이스로 활용하였다.

IV. 결 론

전자교탁은 사용자 서서 강의하는 것을 기준으로 제작되어 있는 고정형이 대부분이다. 사용자의 신장에 따라 전자교탁의 높이를 조절하게 되면 휠체어를 사용하거나 어린이 등 정상적인 신장을 갖지 않는 사용자들이 편리하게 사용할 수 있다. 그러나 수동으로 그 높이를 조정하게 되면 사용이 불편하고 전자기기 사용에 익숙하지 않은 사람들은 사용하기가 어렵다. 사용자의 신장을 인식하여 자동으로 높이가 조절되도록 하면 편리하다. 카메라를 사용하여 신장을 인식하는 기존의 방법들은 다수의 카메라를 활용하거나 복잡한 영상처리 기법을 활용하기 위하여 신호처리 프로세서 등을 활용한다. 이러한 방식은 단순한 전자교탁을 구조적으로 복잡하게 만들거나 고비용을 초래하게 된다. 본 논문은 전자교탁에 적용할 수 있는 초음파 센서와 단일 카메라를 활용하고 카메라로 얻어진 이미지의 영상역역을 단순하게 분할하여 인식하는 방법을 활용하여 저비용의 전자교탁에 사용자 신장 인식 시스템을 제안하였다.

REFERENCES

- [1] Kispál, István, and Ern Jeges. "Human height estimation using a calibrated camera." Proc. CVPR. 2008.
- [2] Y.C. Kim, Study on the search image storage efficiency which used to Height, Weight Estimation of person on based fixed CCTV Video, Chonnam N. U. Master Thesis, 2015.
- [3] J.S. Kim, et al., "Video annotation system with automatic human detection from video surveillance data" Journal of KIISE, JOK, 808-812, 2012.
- [4] S.M. Kim, et al. "Height Estimation using Kinect in the Indoor" KIECS, 343-350, 2014.
- [5] N. Dalal, B. Triggs, "Histograms of oriented gradients for human detection." Computer Vision and Pattern Recognition, IEEE Computer Society Conference, 2005.
- [6] Momeni-K, Mahdi, et al. "Height Estimation from a Single Camera View." VISAPP (1). 2012.

- [7] Mahdi Momeni-K, Sotirios Ch. Diamantas, Fabio Ruggiero and Bruno Siciliano, "HEIGHT ESTIMATION FROM A SINGLE CAMERA VIEW", VISAPP 2012 - Proceedings of the International Conference on Computer Vision Theory and Applications 01/2012; 1:358-364.
- [8] Ye-Peng Guan, "Unsupervised human height estimation from a single image", Journal of Biomedical Science and Engineering, 2, 425-430.
- [9] D.H. Cho, et al., Multimedia electronic desk with automatic recognition height adjustment, Koera Patent 2014-0003239, 2014.

본 논문은 '단일 CCD 카메라를 이용한 신장 인식 알고리즘 개발'에서 논문제목이 변경되었음.

저 자 소 개



조 도 현(정회원)

1990년 광운대학교 전자공학과 석사 졸업.

1998년 광운대학교 제어계측공학과 박사 졸업.

1991년 LG전자 중앙연구소 근무

1998년 삼성종합기술원 근무

현재 인하공업전문대학 디지털전자과 교수

<주관심분야: 제어계측공학, 로봇제어, 회로 및 시스템 설계>