

적외선 거리 센서를 이용한 지능형 화면회전 블랙박스

Intelligent Black Box with Rotating Screen using Infrared Distance Sensor

이 유 진*★

Eugene Rhee*★

Abstract

To overcome the problems of the existing black box which is exposed to the risk of blind spots in the imaging of a fixed front and rear views of an object, this paper suggests a new intelligent black box that can detect and shoot side views of an object. This paper proposes an algorithm of the intelligent black box with a rotating function in order to compensate for the side blind spot of the vehicle. This intelligent black box with rotating screen adopts the infrared distance sensor to sense an object which approaches to the vehicle and rotates automatically towards the object.

요 약

본 논문에서는 고정된 전후방의 영상 촬영으로 사각 지대의 위험에 노출된 기존의 블랙박스가 가지고 있는 한계를 극복하고자 측면의 물체를 감지하여 촬영할 수 있는 새로운 지능형 블랙박스를 제안한다. 차량의 측면 사각지대 촬영을 보완하기 위해서 적외선 거리 센서를 이용하여 차량에 접근하는 물체를 감지하고 블랙박스가 자동으로 해당 대상물을 향해 회전하는 지능형 블랙박스의 알고리즘을 제안한다.

Key words : Black Box, Infrared Sensor, Image, Algorithm, Rotation

* Dept. of Electronic Engineering, Sangmyung University

★ Corresponding author

E-mail: eugenerhee@smu.ac.kr, Tel: +82-41-550-5413

※ Acknowledgment

.This work was supported by Research Funds of Sangmyung University.

Manuscript received Mar. 13, 2018; revised Mar. 16, 2018 ; accepted Mar. 19, 2018

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

현재 많은 차량에 차량 사고로 인하여 발생할 수 있는 인명과 재산 피해를 줄이기 위해서 차량에 다양한 센서와 카메라 등을 이용한 많은 시스템이 개발되었다. 하지만 이러한 시스템의 발전에도 불구하고 차량의 사고율은 점차 증가하고 있다. 대부분의 자동차 사고의 경우가 사고현장의 증거들을 획득하기가 어려우며 정확한 사고원인 또한 확인하기가 매우 힘들기 때문에 차량 사고분석에 있어서 목격자의 진술이 가장 큰 부분을 차지한다

. 하지만 목격자의 확보 역시 어려운 경우가 대부분이다. 따라서 차량에 블랙박스를 설치하는 사람들의 수는 날로 급증하고 있으며 그 중요성과 필요성 또한 높아지고 있다.

블랙박스란 주로 비행기에서 사용되던 장치로써 비행기가 추락하거나 사고가 발생하였을 경우 당시의 상황을 알기 위해서 비행기의 고도와 속도, 관제탑과의 교신내용, 조종석의 음성정보 등을 기록하여 비행기 사고의 원인 규명을 위한 단서로 사용되었지만 이러한 기술을 이제는 차량에 적용하여 자동차 사고의 원인을 규명하는데 적극적으로 활용하고 있다. 차량용 블랙박스는 사고 순간의 영상, 시간, 충격량 등의 정보를 기록하여 사고 발생 시 원인을 규명하기 위한 용도로 외에도 안전한 주행과 주차 등을 위한 차량에 관련된 다양한 시스템들과 연동하여 발전되고 있다. 그러나 이러한 블랙박스 시스템의 발전에도 불구하고 기존의 블랙박스는 많은 문제점이 발생하고 있다. 주차장에 차량을 주차했을 때 2채널 블랙박스에 사각지대가 있어서 사고 장면을 녹화하지 못하는 경우나 4채널 블랙박스의 과도한 배터리 사용으로 차량 배터리가 방전되는 사례를 볼 수 있다[1-4].

본 논문에서는 사각지대 촬영이 불가능한 기존의 2채널 블랙박스가 가지는 문제점을 보완하기 위해서 적외선 센서를 사용하여 물체를 인식하고 그 방향으로 자동으로 회전을 하는 지능형 화면 회전 블랙박스 시스템을 제안한다. 본 논문에서 설계한 지능형 화면회전 블랙박스 시스템은 차량 내의 블랙박스가 180° 범위에서 접근하는 물체를 감지하고 물체가 있는 방향으로 자동적으로 회전을 하여 주차 중에 차량에 접근하는 물체를 녹화가 가능하도록 한다.

이러한 지능형 화면회전 블랙박스 시스템은 주차 시에 보다 사고 현장의 증거들을 충분히 획득하기에 도움을 주고 측면의 사고 위험에 노출되어 있는 기존의 2 채널 블랙박스가 가지는 문제점을 해결할 수 있을 것으로 예상된다.

II. 블랙박스 회전 시스템

1. 블랙박스 회전 시스템의 구조 및 원리

그림1은 블랙박스 회전 시스템의 구조도를 보여주며 이와 같이 센서부에서 4 개의 적외선 거리 센서가 접근하는 사물에 반사된 신호를 읽고 아날로그 전압 값을 출력한다. 마이크로프로세서인 아두이노(Arduino)는 물체와의 거리를 세로축과 가로축으로 나누어 출력된 전압 값을 비교하여 데이터의 값에 따라 디지털 신호를 출력하여 2 개의 서보모터를 제어한다.

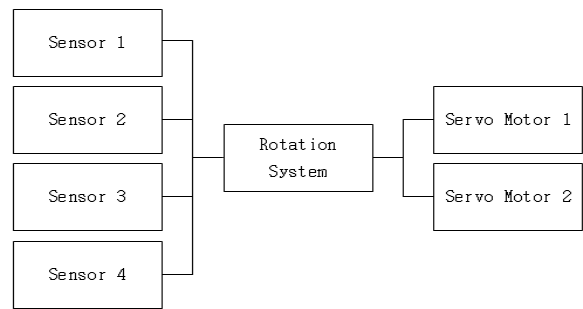


Fig. 1. Schematic of the rotation system.

그림 1. 회전시스템의 구조도

블랙박스 회전 시스템의 구조는 적외선 거리 센서로 물체를 인식하는 센서부와 서보모터를 이용하여 블랙박스를 회전하는 작동부로 구성된다. 물체를 인식하기 위한 센서 부분은 총 4 개의 적외선 거리 센서로 구성이 되고 [그림 1]과 같이 위치한 4 개의 적외선 거리 센서가 블랙박스를 중심으로 물체와의 거리를 측정하여 물체의 위치 정보를 읽는다. 이 때 상단과 하단에 위치한 거리 센서는 물체의 좌표에 대해 세로축의 위치를 결정하고 좌와 우에 위치한 센서는 가로축의 위치를 결정한다. 결과적으로 한 축에서 근접한 2 개의 적외선 센서가 작동범위 내에서 물체와의 거리를 측정하고 그 값의 차이에 따라 물체의 위치를 파악하는 것이다. 이러한 블랙박스 회전 시스템에서 물체를 인식하기 위한 센서의 선택은 매우 중요하기 때문에 본 논문에서는 구조적으로 복잡하지 않고 신호처리 기능이 포함되어 있는 근접거리 측정이 매우 용이한 적외선 거리 센서인 GP2Y0A21YK를 사용한다. 이 센서를 이용할 경우에 회전 시스템과 물체간의 거리가 약 80 cm 이내에 근접하게 되면, 신호의 감지가 가능하고 약 10 cm ~ 80 cm 범위 내에서 동작을 한다.

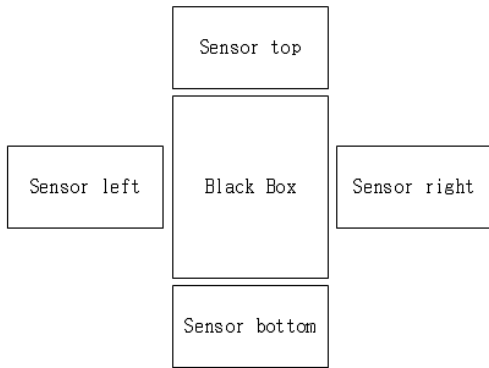
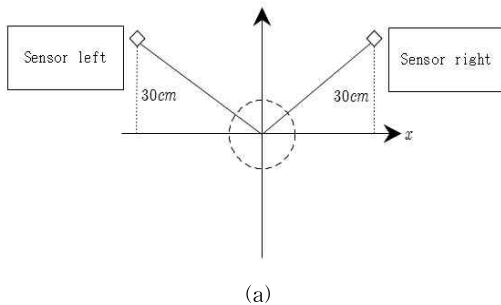


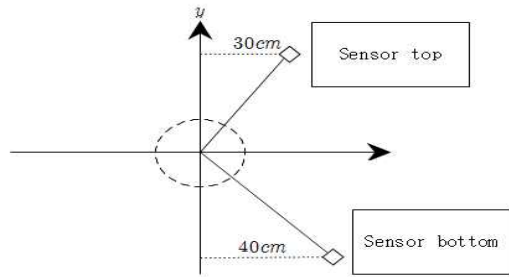
Fig. 2. Location of infrared distance sensors.
그림 2. 적외선 거리 센서의 위치

적외선 거리 센서를 장착한 블랙박스가 접근하는 어떤 물체를 녹화하기 위해서는 블랙박스의 방향을 물체의 방향으로 바꿔주어야만 한다. 따라서 블랙박스가 물체를 감지한 방향을 촬영할 수 있도록 서보 모터를 이용하여 블랙박스를 가로축과 세로축으로 회전을 한다. 즉 블랙박스 회전 시스템의 작동 부분은 2 개의 서보모터로 구성되며 하나의 서보모터는 180° 범위 내에서 작동한다.

[그림 3-A]은 적외선 거리 센서와 서보모터가 가로축에서 작동하는 범위를 보여주며, [그림 3-B]는 세로축의 범위를 보여주고 있다. 이 때 프로그램에서 상단에 위치한 거리센서의 작동 범위를 하단에 있는 거리센서 보다 길게 설정한 이유는 기본적으로 차량의 블랙박스 위치는 외부에 서있는 사람의 높이보다 낮기 때문에 영상에서 사람의 얼굴을 확인할 수 있도록 위함이다 [5-8].



(a)



(b)

Fig. 3. Range of the rotation system.
그림 3. 회전 시스템의 범위

2. 블랙박스 회전 시스템의 알고리즘

회전 시스템의 알고리즘은 [그림4]에서 보여주는 것과 같다. 블랙박스를 중심으로 가로축과 세로축으로 4 개의 적외선 거리 센서가 물체에 대한 데이터를 측정한다. 상단과 하단에 위치한 적외선 거리 센서는 물체의 세로축 위치를 결정하고 좌와 우에 위치한 적외선 거리 센서는 가로축의 위치를 결정하게 된다. 만약에 물체가 상단 쪽에 위치하게 되면 세로축에서 상단에 있는 적외선 거리센서의 측정값은 작아지게 되고 반대로 하단에 있는 측정값은 커지게 된다 [4].

이와 같이 적외선 거리 센서가 가로축과 세로축으로 출력한 아날로그 전압 값으로 마이크로프로세서는 그 값을 비교하여 디지털 값을 출력한다. 세로축의 경우에 상단과 하단의 적외선 센서의 아날로그 입력 값을 읽고 프로그램은 상단에 위치한 적외선 거리 센서와 물체와의 거리가 30 cm보다 크면 디지털 값으로 1을 출력을 하고 하단의 적외선 거리센서와의 거리가 40 cm보다 크면 디지털 값으로 -1을 출력을 하도록 프로그램 한다. 그리고 입력 신호가 상단과 하단의 거리 센서의 작동 범위보다 모두 크거나 그 외의 경우에는 디지털 값을 0을 출력하여 서보모터를 제어한다.

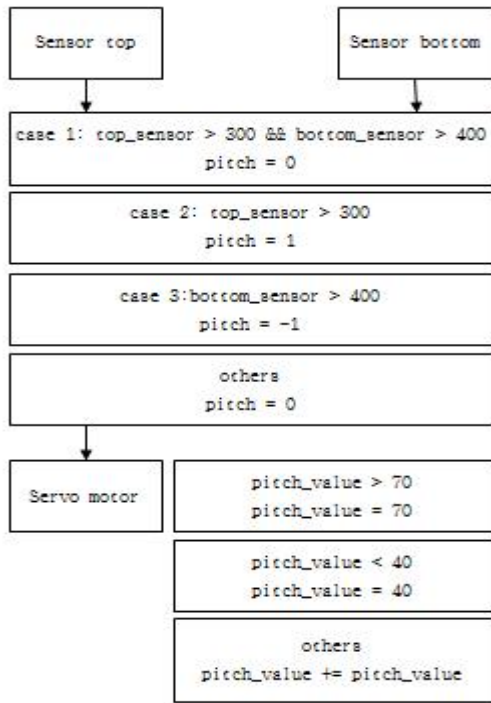


Fig. 4. Algorithm of the rotation system.
그림 4. 회전시스템의 알고리즘

이 때 프로그램은 출력한 디지털 값(-1, 0, 1)에 따라 세로의 값(Pitch)을 결정하고 서보모터를 -1 과 1 방향으로 회전을 시키거나 또는 움직이지 않도록 설정을 한다. 결과적으로 적외선 센서에서 출력한 디지털 값이 -1인 경우 서보모터는 왼쪽으로 작동을 하게 되고 1인 경우에는 서보모터가 반대로 오른쪽으로 작동을 하게 된다.

세로에서 작동하는 서보모터의 회전각 (Pitch_value)은 세로축의 물체와 적외선 센서 상단과 하단의 거리 차이에 따라 출력한 디지털 값 (Pitch)으로 물체의 세로 위치가 결정이 되고 이에 따라 서보모터가 움직이도록 설정을 한다. 이는 물체의 좌표가 가로축으로 이동한 경우 좌와 우에 위치한 적외선 거리 센서와 서보모터에도 동일하게 적용하고 이 때에는 동작 범위를 같게 설정한다.

III 블랙박스 회전 시스템의 제작

1. 블랙박스 회전 시스템의 회로 설계

[그림 5]는 설계한 블랙박스 회전 시스템의 회로도를 보여주며, [표 1]은 연결한 핀의 상태이다. 센서부의 회로 설계를 위해서 적외선 센서에서

거리에 따른 출력 결과는 아날로그 신호이기 때문에 아두이노의 ADC 단자인 A0 ~ A5 단자에 연결한다. 이 때에 적외선 거리 센서에 연결된 빨간 선은 , 검은 선은 GND, 노란 선은 센서의 전압 값을 의미한다. 따라서 4 개의 적외선 거리 센서의 노란 선을 아두이노의 아날로그 입력 핀에 상단 - A0, 하단 - A1, 좌 - A2, 우 - A3에 각각 연결을 하고 프로그램에서 top_sensor = analogRead(0), bottom_sensor = analogRead(1), left_sensor = analogRead(2), right_sensor = analogRead(3)으로 설정한다 [4-5].

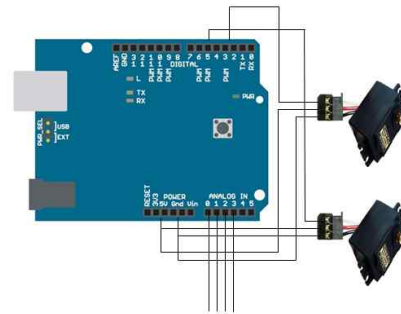


Fig. 5. Circuit diagram of the rotation system.
그림 5. 회전 시스템의 회로도

Table 1. Connect pins in the circuit.
표 1. 회로에서 연결한 핀

Signal	Specifications	Pin No
Analog Signal	Sensor(Top)	0
Analog Signal	Sensor(Top)	1
Analog Signal	Sensor(Top)	2
Analog Signal	Sensor(Top)	3
Digital Signal	Sensor(Top)	4
Digital Signal	Sensor(Top)	5

작동부의 회로 설계는 서보모터 라이브러리를 불러온 후 세로와 가로의 서보모터를 제어해야 하기 위해서 pitchservo와 yaw servo로 2개의 서보모터를 선언하고 아두이노의 출력 핀 3번과 5번에 연결을 한다.

2. 블랙박스 회전 시스템의 프로그램 설계

설계한 블랙박스 회전 시스템의 아두이노 프로그램 세부 내용은 다음 [그림 6]과 같다. (A)는 세로축이고 (B)는 가로축의 프로그램이다.

pitch	<pre> if(top_sensor > 300) && (bottom_sensor > 400) pitch = 0; else if(top_sensor > 300) pitch = 1; else if(bottom_sensor > 400) pitch = -1; else pitch = 0; if(pitch_value > 70) pitch_value = 70; else if(pitch_value < 40) pitch_value = 40; else pitch_value += pitch </pre>
-------	--

(a)

yaw	<pre> if(left_sensor > 300) && (right_sensor > 300) yaw = 0; else if(left_sensor > 300) yaw = 1; else if(right_sensor > 300) yaw = -1; else yaw = 0; if(yaw_value < 0) yaw_value = 0; else if(yaw_value > 140) yaw_value = 140; else yaw_value += yaw </pre>
-----	---

(b)

Fig. 6. Program of the rotation system.
그림 6. 회전 시스템의 프로그램

IV 구현 및 실험

테스트에는 차량에 접근하는 물체에 대한 영상 촬영을 제한적으로 구현하고 실험을 해보았다. 카메라 회전 시스템의 작동을 확인하기 위해서 차량 내부에 회전 시스템을 설치한 카메라와 태블릿 컴퓨터를 연결하고 손의 위치를 이동해 보았다. 그 결과, 적외선 거리 센서의 범위 내에서 물체의 위치에 따라 카메라가 가로와 세로 방향으로 회전함을 확인하였고 블랙박스가 차량의 측면 사각지대까지 촬영이 가능함을 알 수 있었다.

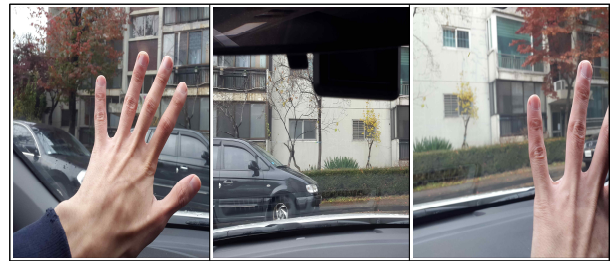


Fig. 7. Video rotation system.
그림 7. 영상 회전 시스템

V 결론

본 논문에서 제안한 카메라 회전 시스템은 일정한 거리에서 물체를 인식하고 그 방향으로 회전하는 것을 실험결과로 확인 할 수 있었다. 따라서 본 논문에서 제안한 카메라 회전 시스템은 차량 주변에서 일어날 수 있는 사고의 증거자료를 보다 효율적으로 수집할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 다른 기능과 응용하여 다양한 분야에 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

References

[1] J. D. Vincent, S. E. Hodges, J. Vampola, M. Stegall and G. Poerce, *Fundamental of Infrared Operation and Testing*, WILEY, 1990.

[2] H. Kim, C. Kim, and H. Shin "Battery Lifetime Estimation Considering Various Power Profiles in Wireless Sensor Node," *J. of the Institute of Electronics Engineers of Korea*, vol. 46, no. 12, pp. 43-49, 2009.

[3] C. Lee, and Y. Hong, "A Low-Power Design and Implementation of the Portable Device for Measuring Temperature and Humidity Based On Power Consumption Modeling," *J. of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 15, no. 2, pp. 1027-1035, 2014.

[4] M. Kang and H. Shin, "Analysis of Low Power and Channel Interferences for Zigbee," *J. of the Korea Society for Internet Information*, vol. 11, no. 3, pp. 33-41, 2010.

- [5] S. Kim, J. Park, S. Go, and H. Ro, "Design and Development of Strain Measurement System Based on Zigbee Wireless Network," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 7, no. 3, pp. 585-590, 2012.
- [6] C. Choi and D. Lee, "Design and Implementation of the Localization System Using Distance Identification Code in Wireless Sensor Network," *J. of the Korea Institute of Communication and Information Sciences*, vol. 34, no. 8, pp. 575-582, 2009.
- [7] G. Kim, "Implementation of Real-time Sensor Monitoring System on Zigbee Module," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 6, no. 2, pp. 312-318, 2011.
- [8] K. Lee, H. Sim, and J. Oh, "The Design and Implementation of Intruder Access Control System by based of Ubiquitous Sensor Network," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 7, no. 5, pp. 1165-1171, 2012.

BIOGRAPHY

EugeneRhee(Member)



2001 : BS degree in Electronic Engineering, Hanyang University.

2003 : MS degree in Electronic Engineering, Hanyang University.

2010 : PhD degree in Electronic Engineering, Hanyang University.

2012~present : Assistant Professor, Sangmyung University.