

색 감지 알고리즘을 이용한 무인 사고방지 아두이노 로봇 개발

이호정

(부산일과학고등학교) (지도교사 : 박소영)

Unmanned accident prevention Arduino Robot using color detection algorithm

Ho-Jeong Lee

Busan il science highschool

E-mail : dearshawn@naver.com

요약

본 연구는 이동수단의 기술적 발전에도 불구하고 교통사고로 인한 물적, 인적 피해가 감소하지 않는 문제에 대한 관심에서 출발했다. 현재 생산되고 있는 차량은 전후방 센서에 의해 객체의 근접도만을 감지하여 운전자에게 알려주고 있는데 본 연구는 색 감지 알고리즘, 원모양인식 알고리즘, 거리인식 알고리즘을 구현하여 객체가 감지되면 해당 객체를 회피하거나 차량을 정지시켜주도록 하여 사고감지를 넘어선 사고방지 시스템을 구축한 것이다. 시뮬레이션을 위해 소형무선통신 카메라를 장착한 아두이노 차량 로봇을 직접 제작하여 모의 도로 주행에서 로봇이 성공적으로 객체를 회피하거나 로봇 차량이 정지하는 것을 확인하였다.

ABSTRACT

This study was started with concern about problem of increasing physical and personal injury caused by traffic accidents, despite of technological advances in transportation. As the vehicles, which is currently produced, informs the driver only detecting the proximity of an object by the front and rear sensor, this study implemented the color detection algorithm, the circular shape recognition algorithm, and the distance recognition algorithm and built the accident prevention beyond accident perception, which commends to avoid the object or to stop the robot, if object was detected by algorithms. For the simulation, we made the Arduino vehicle robot equipped with compact wireless communication camera and confirmed that the robot successfully avoids an object or stops itself in simulated driving.

키워드

거리 감지, 색 감지, 원 인식, 도로 주행

I. 서론

최근 유인 운송수단에 의한 사고가 빈번히 발생하고 있는데 이러한 사고들 대부분이 인간 감각의 한계와 판단 실수로 인한 것이며 수많은 기업과 연구소에서 무인 운송 수단 및 이동 수단 개발에 막대한 예산을 투자하고 있다. 본 논문은 사고 발생확률을 줄일 수 있는 영상처리 알고리즘(색 감지, 원모양 인식, 거리감지)을 제안하여 구현하였고 이를 아두이노 로봇에 적용하여 사고방지 시스템을 제작 및 시연하였다. 본 연구를 통하여 사고 방지 로봇 개발에 작은 보탬이 될 수 있으며 궁극적으로 안전과 편의를 갖춘 자동 운전 차량 개발에 활용되어 대한민국을 비롯한 전 세계의 교통사고 피해를 낮추고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 아두이노

아두이노는 마이크로프로세서의 한 종류이다. 오픈 소스를 지향하는 마이크로 컨트롤러(micro controller)를 내장한 기기 제어용 기판으로써 이 기판에 다양한 센서나 부품 등의 장치를 연결하여 확장할 수 있다. 컴퓨터와

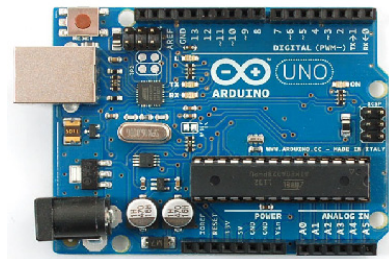


그림 1. 아두이노 우노(Uno)

연결해 프로그램을 로드하면 원하는 동작을 하게 할 수 있어서 제어용 전자 장치뿐 아니라 로봇 등을 만들 수 있는 '오픈소스 하드웨어'라고 할 수 있다. 자유 소프트웨어 운동에서 출발한 오픈 소스라는 개념을 하드웨어 부문까지 확산시킨 것이다.

아두이노에는 다양한 브레드 보드(Bread Board)가 있다. 브레드 보드에 도선 및 부품들을 연결함으로써 마치 컴퓨터와 같은 역할을 하게 수 있다. 브레드 보드는 가로 줄과 세로줄 즉 그라운드 버스와 파워 버스로 나뉘어져 각각에 서로 다른 도선과 장치를 연결하게 된다.

아두이노에는 artmel사의 AVR이라는 8bit의 마이크로컨트롤러가 내장되어있고 일반적인 기기에 사용될 때에는 사람의 뇌와 같은 중추적 역할로써 사용할 수 있으며 일반인도 쉽게 사용할 수 있다는 장점이 있다. 코딩을 한 후 컴파일(스케치)하고 컴퓨터의 USB를 통해서 업로드하면 그에 따라 실행된다. 아두이노는 우리의 삶에서 다양하게 활용되고 있으며 최근에는 교육용으로도 사용되고 있다. 본 연구에서는 [그림1]의 아두이노 노드를 이용하여 로봇동작을 제어한다.

2. 영상인식프로그래밍

영상인식은 일정한 방식의 그림으로 된 정보를 컴퓨터를 이용하여 처리하는 기법으로 영상처리(Image processing) 또는 화상처리라고도 한다. 영상인식은 넓게는 입출력이 영상인 모든 형태의 정보 처리를 가리키며, 사진이나 동영상을 처리하는 것이 대표적인 예이다. 대부분의 영상 처리 기법은 화상을 2차원 신호로 보고 여기에 표준적인 신호 처리 기법을 적용하는 방법을 쓴다. 이러한 영상처리는 Microsoft Visual Studio를 통하여 작업을 할 것이며 64비트 운영체제를 사용할 경우 기존의 32비트 프로그램보다 빠르게 실행된다. 영상 인식작업은 고도의 그래픽 기술과 함께 인공지능적인 요소가 포함되어야 하는 분야로, 아직까지 영상을 인식하는 능력은 컴퓨터가 인간에 비하면 많이 떨어진 다. 그러나 문자 인식, 지문 인식 등의 몇몇 분야에서는 실용화되고 있으며 앞으로는 더욱 많은 영상인식 기법이 개발될 것이다.

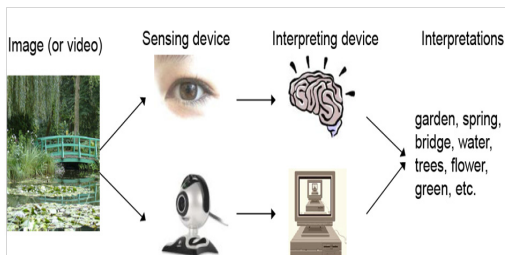


그림 2. 영상인식의 구조도

[그림2]는 영상인식이 이루어지는 과정을 사람이 사물을 인식하게 되는 과정과 비교하여 나타낸 것이다. 영상인식 카메라는 사람의 눈의 역할을 하고, 처리하고 인식하는 컴퓨터는 사람의 뇌의 역할에 해당한다. 처리된 결과는 다양한 영상에 대한 정보들이다. 그림 3.1에서와 같이 한 장면의 이미지를 인식한 뇌는 그에 대해서 ‘정원, 봄, 다리, 물, 나무, 꽃, 초록색 등의 여러 가지 판단을 하게 되는데 이와 같은 정보출력을 컴퓨터가 하도록 만드는 것이 영상처리 프로그래밍의 목표이다.

3. MFC 프로그래밍

MFC는 Microsoft foundation class (마이크로소프트사의 윈도우 응용 프로그램 개발용 클래스 라이브러리)의 줄인 말로써, 이 라이브러리는 윈도우용 응용 프로그램의 통합 개발 환경인 마이크로소프트 비주얼 C++에 속하는 클래스 라이브러리이다.

윈도우에서 실행되는 대부분의 윈도우용 실행파일은 이 라이브러리를 통해 만들어지며 이 라이브러리를 활용할 경우 간단한 버튼, 메뉴, 바 등을 추가시키는데 용이하다. 현재 영상인식, 물리, 화학, 천문학, 생명공학, 네트워크 통신, 게임 등 다양한 분야에서 이 라이브러리가 사용되고 있다.

4. ZIGBEE 통신

‘Zigzag’ 와 벌을 뜻하는 ‘Bee’ 의 합성어로 벌이 꽃을 쫓아 옮겨 다니듯이 여기저기 구석구석 움직이며 통신한다는 뜻을 담고 있다. 250Kbps 이하의 저속 국제 표준인 IEEE 802.15.4 물리계층 기반의 무선 네트워킹 기술로 저전력, 저비용, 저속이 특징이다. 반경 30m 내에서 20~250kbps의 속도로 데이터를 전송하며 하나의 무선 네트워크에 최대 255대의 기기를 연결할 수 있다. 작은 크기로 홈네트워크 등 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 핵심 기술로 각광받고 있다. 무선 센서망 구축을 통해 홈오토메이션, 산업용기기 자동화, 물류 및 환경 모니터링 등에도 활용될 수 있다.



그림 3. Zigbee 수신기 그림 4. Zigbee 송신기

[그림 3]와 [그림 4]는 본 연구에서 사용된 ZigBee 송·수신기이다.

III. 연구방법 및 절차

1. 탐구의 설계

카메라를 통하여 영상 정보가 입력되고 그 영상 값은 스테이션을 통하여 컴퓨터로 전송된다. 컴퓨터에서 영상 처리, 객체 및 감지 감지, 사고방지 알고리즘을 거쳐서 수행해야 할 명령들을 나타내는 시리얼 값을 지그비 송수신기를 통하여 전송한다. 아두이노 키트로 만든 로봇에서 받아들인 시리얼 값을 분석하여 이에 따른 동작을 시행한다. 예시로 객체가 전면에서 출현 후 멀어지면 전진, 좌측으로 멀어지면 좌회전 후 전진, 우측으로 멀어지면 우회전 후 전진, 다가오면 후진을 작동하도록 아두이노 프로그램을 스케치한다. 로봇에는 자동차와 같이 바퀴가 장착되어 있으므로 명령에 따라 전진, 후진 그리고 좌우로 회전이 가능하다.

2. 탐구의 과정

가. 객체 감지 및 사고방지 알고리즘
본 연구의 연구 목표 중 하나인 객체 감지를 연구하기 위하여 본 연구에선 OPENCV를 활용하여 영상처리 프로그램을 제작한다. 원 인식 알고리즘, 특정 색 감지 및 거리 감지 알고리즘, 사고방지 알고리즘들이 이에 해당한다.

1) 색 감지 알고리즘 구현

색 감지 알고리즘은 색상의 RGB값(0~255)을 추출한

뒤 그 값을 255로 나누어 (0~1)의 값 범위로 변환시킨다. 이후 3가지 값들의 관계를 나타내는 관계식을 세운다. 예시로 빨강색일 경우 RGB(255, 0, 0)값이 추출된다면 r,g,b 각각의 값을 255로 나누어 (r = 1, g = 0, b = 0)으로 변환하게 된다. r,g,b의 3가지 값에 관한 관계식을 $r = g+1$, $r = b+1$ 으로 세운 후, 이러한 식이 충족될 경우만 인식하도록 하면 빨강색의 값만 추출할 수 있게 되는 것이다. 이와 같이 검지하고자 하는 색의 RGB값을 알아내어 그 값의 관계를 식으로 나타내어 감지하도록 만드는 것이 색 검지에 관한 연구이다. 본 연구에서 검지하고자 하는 객체의 색 계열은 피부색에 가장 가까운 주황색 계열이다. 이는 이후 차량 운행의 적용될 때 이동하는 사람을 회피하고자 함이다.

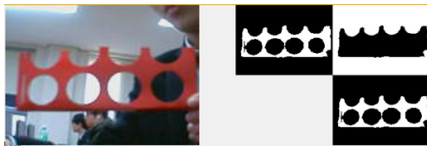


그림 5. OPENCV로 구현한 영상인식 프로그램

[그림5]은 OPENCV로 구현한 영상처리 프로그램으로 주황색 계열의 색을 검지하는 화면이다.

2) 원 인식 알고리즘 구현

검지하고자 하는 색들이 밀집된 곳은 거의 원에 가까운 형태(얼굴)이므로 원으로 인식하도록 한다. 인식한 원의 중심이 이동되는 경로를 알아낸다면 움직이는 객체의 움직임을 추정할 수 있게 될 것이므로 본 연구에서는 이를 위한 원 인식 알고리즘을 구현하였다.

본 연구에서 구현한 원 인식 알고리즘의 원리는 색 검지 알고리즘을 통하여 특정 색의 객체를 검지하여 해당 객체의 중심점을 OpenCV라이브러리 함수를 통해 찾아낸다. 검지한 특정객체의 끝 부분들을 파악하여 중심점과 끝 부분들의 거리가 일치한다면 해당 객체를 원으로 간주하여 중심점을 붉은 색으로 표시하고 원을 노랑색 테두리의 정사각형으로 둘러싼다.

이후 해당 객체의 움직임을 파악할 때는 객체의 중심점과 객체를 둘러싼 정사각형의 크기를 이용하여 움직임을 파악한다. 간단히 말해 중심점이 좌측으로 이동한다면 해당 객체가 왼쪽으로 이동하였다 판단하고 객체를 둘러싼 정사각형의 크기가 커진다면 객체가 가까워졌다고 판단한다.

```

1. for(blob_it = vt_blob.begin(); blob_it != vt_blob.end(); blob_it++)
2.     {
3.         if(blob_it->m_area < cmin)
4.             continue;
5.         if(blob_it->m_area > cmax)
6.             continue;
7.         if (blob_it->m_area > minmin) {

```

```

6.         minmin =
7.             blob_it->m_area;
8.         maxCenterPoint =
9.             blob_it->m_center;
10.        }
11.        int radius = blob_it->m_width
12.        / 2;
13.        if (abs(1 - ((double)blob_it->m_width / blob_it->m_height))
14.            <= 0.3 &&
15.            abs(1 - (blob_it->m_area / (CV_PI * std::pow((double)radius, 2))))
16.            <= 0.7)//0.7 : 이 값이 1에 가까울수록 원형이다.
17.        {
18.            rectangle(
19.                segmented,
20.                blob_it->m_rect.tl(),
21.                blob_it->m_rect.br(), Scalar(0, 255, 255), 3);
22.            circle(segmented, blob_it->m_center, 2,
23.                Scalar(0, 0, 255), CV_FILLED, 8, 0);
24.        }
25.        HDrawColor(&dc, segmented.data,
26.            segmented.cols, segmented.rows,
27.            segmented.rows/2,
28.            segmented.cols/2,
29.            segmented.rows/2,
30.            segmented.cols/2);

```

그림 6. 원 인식 프로그램의 일부

[그림6]은 구현한 원 인식 프로그램 소스의 일부이다.

3) 거리 감지 알고리즘 구현

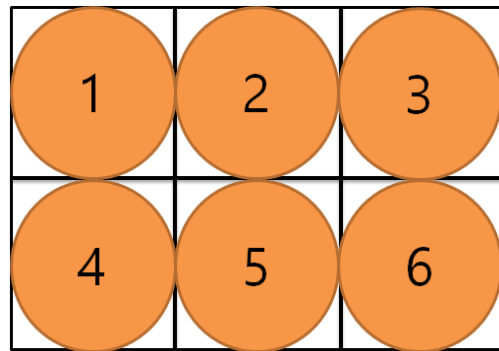


그림 7. 거리 감지 알고리즘 참고

거리 감지 알고리즘은 카메라를 통해 받아낸 영상정보를 분석하여 객체와 로봇간의 거리를 추정하는 알고리즘이다. 객체가 좌측에 멀리 떨어져 있다면 [그림 7]처럼 1번 자리에 객체가 인식될 것이며 정면에 멀리 떨어져 있다면 2번, 우측이라면 3번 자리에 객체가 인식될 것이다. 마찬가지로 가까운 위치에 객체가 출현한다면 4,5,6번 자리에 객체가 감지될 것이다. 객체의 위치가 파악된다면 그에 알맞은 사고방지 알고리즘을 실행할 것이다.

4) 사고방지 알고리즘 구현

먼저 MFC프로그램에서 영상처리를 통해 특정 색의 원을 검지하고 그 원의 위치에 따라 사고방지 알고리즘이 실행되도록 하였다. 그 원이 갑자기 팽창하거나 수축하는 경우를 제외하고는 이동시 원의 중심 역시 함께 이동할 것이므로 이른 바탕으로 원의 중심의 위치를 파악하여 그에 따른 사고방지 알고리즘을 가동하였다.

앞서 구현한 거리감지 알고리즘으로부터 객체의 거리를 파악한 후 객체의 거리가 로봇으로부터 거리가 멀다면 로봇에게 후진 후 객체의 방향과 반대방향으로 회전하여 객체를 회피하도록 로봇에 명령을 보낸다. 반대로 객체가 로봇과의 거리가 가깝다면 로봇에 즉시 정지하라는 명령을 보낸다. 이를 통하여 로봇이 상황에 맞는 적절한 반응을 보였다.

아두이노 프로그램은 지그비에서 받은 시리얼 값에 따른 다양한 명령을 수행할 수 있도록 제작한다. 정지, 전진, 후진, 좌회전, 우회전과 같은 로봇의 움직임을 기본적으로 왼쪽, 정면, 오른쪽에서 이동해오는 객체에 대한 회피 및 정지를 구성하였다. 기본 움직임에서 오차가 생기게 될 경우 보호에 문제가 생길 수 있으니 본 연구는 여러 번의 실험을 통하여 최적의 값을 찾아낼 수 있도록 하였다.

나. 로봇제작

기본적인 아두이노 보드는 Uno를 사용하였으며 Parallax Robot kit라는 아두이노 쉘드 로봇은 교육용 및 응용 로봇이 많이 사용되며 본 연구의 로봇에 무선 통신 카메라와 지그비 통신 송수신기를 부착하여 사고방지 로봇을 제작하였다.

본 연구의 로봇은 컴퓨터에서 부팅시킨 아두이노 스케치에 따라 전진 후진 좌회전 우회전 등 다양한 명령을 자유롭게 수행하며 아두이노 특성에 따른 추가 부품 장착 시 더욱 더 다양한 명령을 시행할 수 있어 본 연구가 종료된 후에도 다양한 연구를 지속적으로 진행할 수 있다. 본 연구에 맞게 로봇은 수신되는 지그비 시리얼 값에 따라 회피 정지 등을 시행하게 제작할 계획이며 많은 실험을 통하여 안정성을 높인다.

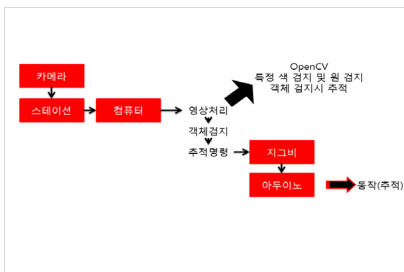


그림 8. 로봇 작동 절차

[그림 8]은 본 연구의 부품간의 통신을 나타낸 그림으로, 조립된 아두이노 로봇에 무선카메라를 연결하는 하드웨어적인 부분과 영상 값을 송신하는 스테이션과 아두이노 스케치 프로그램 및 지그비 통신으로 이루어진 소프트웨어적인 두 부분으로 나뉘게 된다. 카메라에서 영상을 입력받으면, 컴퓨터와 연결되어 있는 스테이션에 그 데이터가 전송되게 되고, 컴퓨터에서 각종 작업(영상처리, 객체검지, 사고방지)등을 완료한 후, 지그비 송·수신기를 거치게 된다. 지그비 송신기에서 아두이노 로봇으로 가공된 자료를 보내게 되고 아두이노 로봇과 연결된 바퀴가 전달된 명령에 따라 회전하게 된다.

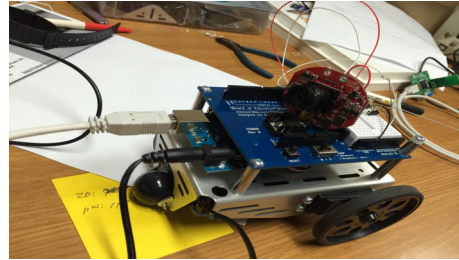


그림 9. 아두이노 쉘드 로봇

[그림9]는 본 연구에서 제작한 로봇의 사진이며 로봇의 상단에 카메라가 부착되어있는데 해당 카메라를 통하여 영상값을 주고 받는다.

다. MFC 프로그램 제작

카메라로부터 받은 영상정보를 처리하고 다시 지그비 송수신기로 시리얼 값을 전달해주기 위한 MFC 프로그램을 제작한다. 본 프로그램에는 앞서 구현한 객체 검지 알고리즘을 넣어 실시간으로 객체를 검지할 수 있는 대기상태로 제작한다.

라. ZIGBEE 통신

ZIGBEE 통신을 통하여 영상처리 결과를 직접 보내는 것은 아니지만 영상처리 결과를 나타내는 정수 값을 지그비 무선 통신을 통하여 전송한다.

마. 시뮬레이션

알고리즘 구현과 로봇 제작이 완료된 후 시뮬레이션을 통해 제작된 사고방지 로봇이 적절하게 대응하는지 테스트하였다. 해당 시뮬레이션은 시중에서 판매하는 무선 조종 자동차에 본 연구에서 제작한 로봇이 인식할 수 있는 객체(주황 탁구공)를 장착하여 진행하였다.

IV. 연구 결과 및 분석

1. 결과 및 분석

본 연구에서 제작한 사고방지 로봇의 카메라는 특정 객체를 컴퓨터로 송신하여 실시간으로 모니터링이 가능했다. 컴퓨터로 송신된 데이터는 실시간 영상처리 알고리즘을 통해 특정 색(주황색)을 검지하였으며 인지하고자 하는 모양(원)을 찾았고 거리를 정확하게 감지하였다.

이 객체의 위치에 따라 로봇은 회피나 정지가 가능했다. 다만 본 연구에서 제작한 로봇은 지나치게 빠른 속도의 객체는 회피하지 못하였으며 위험하다고 생각되지 않는 부분에서도 회피나 정지를 시도하였다.

V. 결론 및 논의

1. 탐구 결론

본 연구를 통하여 객체 인식 및 사고방지 알고리즘을 적용한 안전 로봇을 제작하였다. 본 연구를 통해 제작한 안전 로봇은 MFC를 이용하여 제작된 프로그램과 IDE로 제작한 프로그램으로 제어되었다.

2. 오차 발생의 원인 및 개선점

먼저 본 연구에서는 원을 검지하되 완전한 구형을 검지하지는 못하였고 특정 주황색을 검지하는 데 있어서 오차가 발생하였다. 먼저 원 검지의 오차는 제작한 알고리즘의 오차이며 알고리즘의 구현을 재검토하며 오류를 수정하면 될 것이다. 색 검지 알고리즘의 오류는 본 연구에서 발견한 rgb값들의 관계식을 이용한 색 검지의 오차일 것이고 이를 해결하고자 한다면 성공확률이 높은 HSV 변환 후 색검지 인식 연구를 진행하여 개선해야 될 것이다. 또한 거리 감지 알고리즘에서 원근법을 이용하였는데 객체의 크기가 작은 경우에는 가까이 있는 경우에도 먼 곳에 있는 객체라고 잘못 인식하는 경우가 있는데 이는 원 크기 인식 알고리즘을 추가하여 수정하여 할 것이다. 사고방지 알고리즘 실행에선 비교적 오류가 없었지만 지나치게 빠른 객체의 경우에는 아두이노 성능의 한계로 인해 추적하지 못하며 추적하는 과정에서 인식 지연 현상이 발생하였다. 이를 해결하고자 한다면 아두이노 브레드보드 자체의 사양을 높여 주고 MFC프로그램에서의 쓸데없는 메모리를 제거해 주어야 할 것이다.

3. 전망 및 활용성

사고 발생 위험 시 로봇은 회피하거나 정지하여 로봇을 안전하게 지킬 것이며 이 연구는 추후 객체만을 인식하는 것이 아닌 사람 얼굴 인식을 통해 사람을 인식한 후 사람을 검지하게 한다면 연구된 알고리즘과 같은 사고 방지 알고리즘을 개선해 실제 자동차에 적용되어 사고를 방지할 수 있게 될 것이다.

이와 같은 분야에 대한 활발한 연구는 운전이 힘든 상황에 있는 사람들이나 운전이 서툴러서 운전을 기피해 온 사람들도 안전하게 자동차를 운전할 수 있게 될 것이다. 그리고 우주에 보내는 무인 탐사선이나 무인 정찰기 등으로 사용할 수 있는 활용성이 높은 유도 전망한 기술에 적게나마 보탬이 될 것이다.

참고 문헌

- [1] OpenCV 2 Computer Vision Application Programming Cookbook(Robert Laganière, 2011)
- [2] 패턴인식개론(한학용, 2009)
- [3] 레시피로 배우는 아두이노 쿡북 (마이클 마골리스, 2012)
- [4] 열혈강의 영상 처리 프로그래밍 (이희석, 2013)
- [5] Visual C 2010 MFC Programming (정일홍, 2013)