

Hough Transform을 이용한 이동 로봇의 물체 추적

정경권* · 신현수* · 이현관** · 엄기환*

*동국대학교, **호남대학교

Object Tracking of Mobile Robots using Hough Transform

Kyung Kwon Jung* · Heon Soo Shin* · Hyun Kwan Lee** · Ki Hwan Eom*

*Dongguk University, **Honam University

E-mail : kwon@dgu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 CHT(Circular Hough Transform)을 이용한 이동 로봇의 물체 추적 방식을 제안한다. 제안한 방식은 연산 속도를 높이기 위해 1차원 투영방법을 이용하여 움직이는 객체의 영역을 추출하고, CHT를 적용하여 원형의 물체를 검출한다. 제안한 방식의 유용성을 확인하기 위하여 CMOS 카메라를 장착한 ARM 프로세서 기반의 이동로봇을 설계하여 공 모양의 이동 물체 추적 실험을 수행한다.

ABSTRACT

In this paper, we propose an object-tracking of mobile robots using CHT(Circular Hough transform) algorithm. The proposed method extracts the region of moving objects using 1-D projection algorithm, and detects circular objects using CHT. In order to verify the effectiveness of the proposed tracking method, we perform experiments of ball shape object-tracking using mobile robot based on ARM processor with CMOS camera.

키워드

Mobile robots, Robot vision, Object tracking, Hough transform

1. 서 론

자율이동로봇이란 자신의 위치, 거리 등의 주변상황을 스스로 인식 및 판단하여 움직이는 지능형 로봇이다. 자율이동로봇의 종류에는 주어진 규칙의 미로벽 정보를 인식하여 최단거리를 판단하고 목표점에 이르는 마이크로 마우스, 카메라를 이용하여 자신의 위치와 공의 위치 등을 판단하여 상대의 골대에 골을 넣는 축구 로봇, 애완 로봇, 청소용 로봇, 군사용 로봇 등 다양한 형태의 로봇들이 있다. 자율이동로봇의 주변상황 인지를 담당하는 센서 부는 적외선센서, 초음파센서, 터치(touch)센서 등이 주로 사용되고 있다. 그러나 이러한 센서들은 감지 범위가 지엽적이고 외란에 약해 많은 정보를 추출하기에는 미약한 면이 있다. 이러한 이유로 한번에 넓은 범위를 정확하게

추적할 수 있는 비전(vision)센서의 카메라를 이용한 위치판단, 주변 상황 판단 등이 최근 연구의 대상이 되고 있다[1-3].

움직이는 물체의 추적은 일반적으로 실시간 객체 검출을 하여 추적하는 방식으로 카메라나 레이다 또는 다른 감지 센서로부터 전송되는 입력 신호를 이용하여 움직이는 객체의 현재 위치를 파악하고 객체의 이동 방향 및 속도 등과 같은 이동 정보를 추적한다. 최근의 객체 추적방식은 다양한 응용을 위해서 활발히 연구가 진행 중이며, 특히 서비스 로봇 분야에 광범위하게 응용될 수 있다[4-5].

본 논문에서는 이동 로봇에 적용하기 위해 잡음의 영향을 줄이고 비교적 적은 계산 시간으로 실시간 구현하는 방식을 제안한다. 제안한 방법은 실시간으로 구현을 위해 연속적인 영상에 형태학

적 알고리즘을 이용하여 움직이는 객체를 검출하고, 검출된 객체에 대하여 CHT(Circular Hough Transform)을 이용하여 객체를 추적한다. 제안한 방식의 유용성을 확인하기 위하여 CMOS 카메라를 장착한 ARM 프로세서 기반의 이동로봇을 설계하여 구 모양의 이동 물체 추적 실험을 수행한다.

II. 본 론

실험을 위해 제작한 전방향 이동 로봇의 사진은 그림 1과 같다.

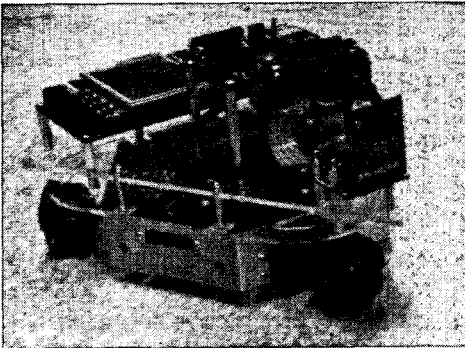


그림 1. 전방향 이동 로봇

본 논문에서는 빠른 물체 추적을 위해서 차체를 틀지 않고도 자유자재로 이동이 가능한 구동부를 그림 3과 같은 특수한 바퀴 3개를 이용하여 그림 4와 같이 대칭적으로 구성하였다.

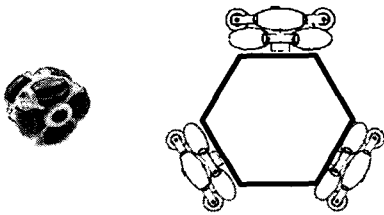


그림 2. 구동 차체

전방향 이동 로봇은 CMOS 카메라와 ARM 보드를 사용하였으며, 그림 3은 CMOS 카메라로 매그너칩반도체사의 HV7131GP 이미지 센서 모듈이 사용되었다. HV7131GP는 최대 640*480 크기의 영상을 얻을 수 있다[6]. 그림 4는 ARM 보드로 삼성전자의 S3C2440 프로세서를 사용하였다 [7].

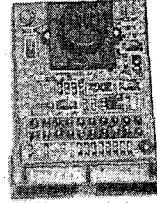


그림 3. 카메라 모듈

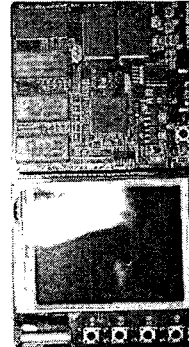


그림 4. ARM 보드

그림 5는 TFT LCD에 표시되는 영상으로 320*240크기의 LCD를 반으로 나누어 아래쪽에는 카메라에서 들어오는 영상을 표시하였고, 위쪽에는 연산 결과를 출력하였다.

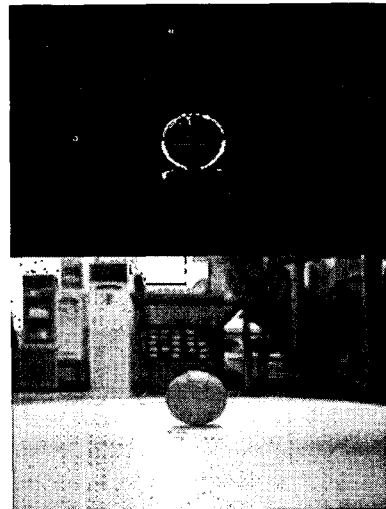


그림 5. TFT LCD 표시 영상

III. 제안한 영상처리 방식

영상 신호에서 물체의 움직임을 추적하는 방법이 많이 제안되어 왔으나 대부분이 많은 계산을 요하므로 실시간 구현이 용이하지 않고 또한 잡

음에 매우 민감한 결과를 나타낸다. 따라서 본 논문에서는 이동 로봇에서의 움직임 추적 시스템에서 배경에 대한 잡음의 영향을 줄이고, 짧은 계산 시간으로 실시간 구현을 용이하게 하는 방식을 제안한다.

제안한 방식은 일정 시간을 두고 측정된 두 영상을 이용하여 배경 잡음을 최소화하기 위해 차분영상을 구한다. 1차원 투영방법을 이용하여 연속된 프레임에 대하여 변화하는 영역을 추출하고, CHT를 이용하여 원형 물체(공)를 검출한다[4-5].

CHT는 직선이나 원을 검출하는 알고리즘으로 검출하고자 하는 중심이 (a,b) 인 원에 대하여 원 위의 점 (x,y) 를 중심으로 하는 여러 개의 원을 그린다. 중심 좌표는 다음과 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} a &= x - d \cos \theta \\ b &= y - d \sin \theta \end{aligned} \quad (1)$$

여기서 d 는 반지름이고, θ 는 (x,y) 와 (a,b) 에서 그려지는 원 위의 점과의 각도이다.

반지름 d 를 소거하여 (a,b) 에 대한 공간으로 표현할 수 있다.

$$b = a \cdot \tan \theta - x \cdot \tan \theta + y \quad (2)$$

(a,b) 에 해당하는 누산 배열(accumulator array) $A(a,b)$ 을 구성하여 그려지는 원에 대해서 구해진 위치에 '1'을 누적시킨다. $A(a,b)$ 에 대해서 $\max(A)$ 로 원의 중심을 구한다.

IV. 실험 결과

본 논문은 제안한 객체 검출 및 추적 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 ARM 보드 환경에서 ARM Developer Suit v1.2 개발 툴을 사용하여 물체 추적 시스템을 구현하였다.

본 논문에서는 실제 CMOS 카메라 영상 신호를 캡처한 칼라 영상을 8 비트 흑백 영상으로 변환한 640*480 크기의 영상을 240*160 크기로 변환하여 사용한다.

먼저 CMOS 카메라로부터 입력되는 YCbCr 디지털 신호에서 흑백신호인 Y 신호만을 선택하여 처리한다. 물체가 감시 영역 내에서 움직이는 상황으로 설정하고 실험환경에서 실험한 결과를 그림 7에 나타내었다.

그림 6은 측정된 두개의 영상이고, 그림 7은 gray 레벨로 변환시킨 영상을 반전하여 차분영상을 구한 것이다. 차분 영상을 구해서 배경에 대한 영향을 최소화 하였다.



그림 6. 측정 영상

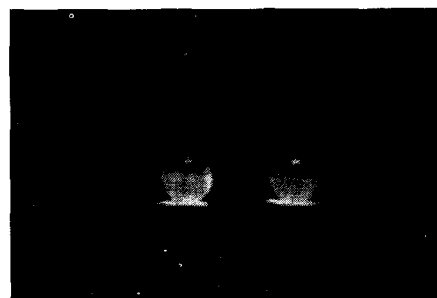


그림 7. 차분 영상

그림 8은 차분 영상을 이용하여 에지 검출을 한 결과로 Canny 방법을 이용하였다[4].



그림 8. 에지 검출 영상

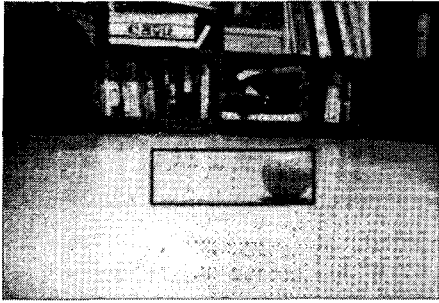


그림 9. 움직임 영역

그림 9는 그림 8의 결과로부터 연산 시간을 줄이기 위해 움직임이 발생한 부분의 영역을 검출하였다. 에지 검출 영상을 x방향과 y방향으로 각각 투영하여 누적시킨 픽셀값이 기준치 이상인 영역을 만들고 그 영역에서만 CHT를 수행하였다.

그림 10은 CHT의 결과로 공을 정확하게 검출하였다.

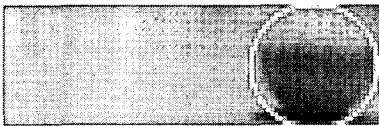


그림 10. 검출된 공

그림 11은 누적 배열 $M(a,b)$ 를 나타낸 것으로 그림 12와 같이 중심에 해당하는 부분의 누적값이 커지게 된다.



그림 11. 누적 배열 영상

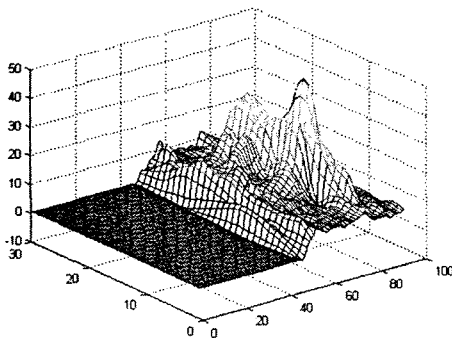


그림 12. 누적 배열 값

V. 결 론

본 논문에서는 움직이는 물체를 추적하기 위해 CHT(Circular Hough Transform)를 이용한 이동 로봇의 물체 추적 방법을 제안하였다. 연산 속도를 높이기 위해 형태학적 알고리즘을 이용하여 움직이는 객체를 검출하였다. 카메라에서 측정된 영상에서 움직이는 객체 영역을 추출하고, 그 영역에 대해서 CHT를 적용하여 원형의 물체를 검출하였다. 제안한 방식의 유용성을 확인하기 위하여 CMOS 카메라를 장착한 ARM 프로세서 기반의 이동로봇을 설계하여 공 모양의 이동 물체 추적 실험을 수행하였다.

참고문헌

- [1] John M. Holland, Designing Autonomous Mobile Robots: Inside the Mind of an Intelligent Machine, Newnes, 2003.
- [2] Myke Predko, Programming Robot Controllers, McGraw-Hill, 2002.
- [3] Thomas Bräunl, Embedded Robotics: Mobile Robot Design and Applications with Embedded Systems, Springer, 2006.
- [4] J. R. Parker, Algorithms for Image Processing and Computer Vision, Wiley, 1996.
- [5] E. R. Davies, Machine Vision : Theory, Algorithms, Practicalities, Morgan Kaufmann, 2004.
- [6] <http://www.samsung.com/>
- [7] <http://www.magnachip.co.kr/>