비전을 활용한 사람을 따라다니는 로봇의 실내측위에 관한 연구

전봉기*

The Study on Indoor Localization for Robots following Human
using Vision Applications

Bong-Gi Jun*

요 약

주인을 스스로 따라다니는 로봇 캐리어가 등장하여 화제가 되었다. 최근에는 사람을 따라다니는 청소기가 로봇 청소기가 출시되었다. 로봇 휠체어 등 주인이나 빔을 인식하여 따라다니는 로봇들이 다양한 응용에서 사용되고 있다. 본 연구에서는 로봇이 물건을 싣고 주인을 따라다니는 로봇을 개발하는 과정에서 로봇의 귀환문제를 다루고자 한다. 이 논문에서는 영상처리기술을 이용하여 로봇의 위치를 파악할 수 있는 실내 측위 방법을 제안한다.

ABSTRACT

The suitcase can follow its owner all on its own via the Bluetooth connectivity in your phone. A robotic vacuum cleaner than can understand voice commands and even follow homeowner. Robots are used in a variety of applications such as a robot wheelchair. In this paper, I focus the problem of automatic return to the base in the process of developing the moving robot for loading things. In this paper, I propose the indoor localization method which is able to determine the position of the robot in the building by using image processing techniques.

키워드

실내측위, 주행로봇, 자율주행, 영상처리

Key word

Indoor Localization, Robotic vehicle, Autonomous Navigation, Image Processing

* 종신회원 : 신라대학교(bgjun@silla.ac.kr)

접수일자 : 2013. 05. 01

심사완료일자 : 2013. 05. 24

I. 서 론

주인 뒤꽂무니를 ‘줄줄’ 따라다니는 캐리어, 들고 다닐 필요가 없는 주인 따라다니는 가방, 사람이 움직이는 대로 따라다니는 청소기 등이 등장하여 화제가 되었다. 비전기술과 로봇기술의 발달로 다양한 로봇들이 발표되고 있는데 본 논문에서는 마이크로소프트(MS)가 선보인 ‘MS 로보틱스 개발자 도구4’[1]에서 소개한 로봇에 쟁반을 받쳐두면 물건을 실어 나르는 로봇을 구현하려 한다. 이 과정에서 본 논문에서는 로봇의 귀환 문제만을 다루며 이를 해결하기 위한 실내 위치 인식 문제의 한 가지 해결책을 제안한다.

로봇의 귀환 문제에서 로봇이 지금까지 이동해 온 경로를 그대로 따라 가는 것은 불필요한 이동일 수 있다. 이런 문제를 해결하기 위해서는 지도와 측위기술이 필요하다. 하지만 실내에서는 GPS 신호를 수신할 수 없기 때문에 다른 방법[2, 3]을 찾아야 한다. 이 논문에서는 영상처리 기법을 이용한 위치식별 방법을 제안한다.

II. 로봇의 귀환 문제

공장에서 주인을 로봇 캐리어(HOP)은 주인의 스마트폰의 신호를 계산하여 일정한 거리를 유지하면서 따라다닌다. 이 논문에서 제안하는 주행로봇이 그림 1과 같이 주인을 따라서 이동하였다고 가정하자. 그림 1은 제작된 주행로봇이 이동해야 하는 강의동 6층의 실내 도면이다.

그림 1. 주행로봇의 이동 경로
Fig. 1 Robot's path

주행로봇의 주인은 목적지인 618호 강의실로 가기 전에 학과사무실과 학생들이 있는 팀실을 들러서 최종 목적지에 도착하였다. 이 때 주행로봇은 강의에 필요한 서적과 노트북 등을 실고 주인을 따라 다닌다. 강의실 618호에 도착한 주인이 실어온 물건을 설치하고 로봇에게 605호 연구실로 돌아갈 것을 명령한다면 로봇은 지금까지 이동한 경로를 따라서 돌아가야 할 것이다.

이를 실현하기 위해서는 지금까지 방문한 모든 방의 출입문이 열려있어야 하고, 그렇게 이동하는 것도 바람직하지 못하다. 주행로봇의 귀환 경로는 그림 2와 같아야 한다. 출발지인 618호 강의실에서 최종 목적지인 505호 연구실까지의 최단 경로로 귀환해야 한다.

그림 2. 주행로봇의 귀환 경로
Fig. 2 Robot's return path

주행로봇이 최단 경로로 귀환하기 위해서는 2가지 기술이 필요하다. 이는 실외에서 사용하고 있는 네비게이션 기술과 동일하다. 첫째, 지도가 있어야 한다. 건물 내에서 이동을 전제로 한 지도 데이터베이스가 제작되어야 한다. 둘째, 측위기술이 필요하다.

널리 보급되어 사용되고 있는 차량용 네비게이션들도 이미 제작된 도로지도를 이용하여 최단 경로 또는 최적 경로를 계산하여 안내한다. 실내 주행을 위해서 지도 제작이 필요한 것은 당연하고 대부분의 건물들은 도면이 있기 때문에 지도 제작이 간단하다. 단지 별도의 좌표계가 없기 때문에 표준화는 어렵다.

측위문제에서 실외에서는 GPS를 사용할 수 있지만, 실내에서는 GPS 위성으로부터 신호를 수신할 수 없기 때문에 별도의 방법을 찾아야 한다.

III. 실내 위치 인식

실내측위를 위해서 ZigBee나 UWB와 같이 별도의 장치를 설치하여 위치정보를 습득하는 방법[3]을 사용할 수 있으나, 본 연구에서는 고려하지 않았다. 간단한 로봇을 만들기 위해 이동 가능한 건물내 공간에 별도의 장치들을 설치하는 것 보다 영상처리 기법을 사용한 자율주행 로봇을 개발하는 것이 이 논문의 목적이다.

3.1. 천장의 모서리를 이용한 실내위치 인식

(a) (b)

(c) (d)

그림 3. 강의실의 가운데서 촬영한 모서리 사진

- (a) 전면좌측 모서리 (b) 전면우측 모서리
(c) 후면좌측 모서리 (d) 후면우측 모서리

Fig. 3 Photos of ceiling corners taken at the central position of the classroom

- (a) The upper left corner (b) The upper right corner
(c) The lower left corner (d) The lower right corner

건물 내에 WiFi 무선 AP가 설치되어 있기 때문에 이를 이용하여 주행 로봇의 위치를 구할 수 있다. 하지만 건물 내의 벽이나 칸막이 등에 의해서 간섭으로 인해 10m 정도의 오차가 발생할 수 있다. 로봇의 주행을 위해서 보다 정확한 위치정보 습득이 필요하다.

그림 3은 그림 1의 618호 강의실 중앙에서 촬영한 모서리 사진들이고, 그림 4는 강의실 왼쪽 뒤편에서 촬영한 모서리 사진들이다.

(a) (b)

(c) (d)

그림 4. 강의실의 왼쪽 뒤편에서 촬영한 모서리 사진

- (a) 전면좌측 모서리 (b) 전면우측 모서리
(c) 후면좌측 모서리 (d) 후면우측 모서리

Fig. 4 Photos of ceiling corners taken at the left back side of the classroom

- (a) The upper left corner (b) The upper right corner
(c) The lower left corner (d) The lower right corner

그림 5는 그림 3과 그림 4에서 추출된 모서리 선분들이다. 그림 5(a)에서 알 수 있듯이 강의실 중앙에서 촬영한 사진에서 모서리들은 중심의 수평선이나 수직선과의 각도가 일정하다.

(a)

(b)

그림 5. 추출된 모서리 선분들

- (a) 그림 3의 사진에서 추출된 모서리 선분들
(b) 그림 4의 사진에서 추출된 모서리 선분들

Fig. 5 Extracted corner lines from images

- (a) Corner lines from images in Fig. 3
(b) Corner lines from images in Fig. 4

그림 5(b)에서 다음과 같은 조건이 성립함을 알 수 있다. 그림 5(b) 선분으로 좌측에 가깝고 뒤에서 촬영되었다는 것을 알 수 있다.

- (조건1) 면에 가까울수록 수직선과 이루는 각도가 크다.
(조건2) 모서리와 가까울수록 수직선과 이루는 각도가 크다.

3.2. 모서리 선분들의 각도와 위치와의 관계

강의실 내에서 로봇의 위치를 파악하기 위해서는 다음과 같은 3가지 단계를 수행해야 한다.

첫째, 무선랜(WLAN)을 통해 실내에 설치된 무선 AP의 신호를 이용하여 로봇의 위치를 대략적으로 파악한다. 펄거프린팅 방법[4]이 주로 사용된다. 로봇이 있는 방의 식별할 수 있어야 방에 대한 정보를 이용할 수 있다.

둘째, 지자기 센서(Geo-magnetic Sensor)를 이용하여 로봇의 방향을 알아야 한다. 현재 로봇의 방향과 첫 단계에서 구한 방의 정보(방의 모양, 천장 높이, 문의 위치)를 이용하여 모서리의 방향을 계산한다.

셋째, 모서리를 촬영하여 로봇이 방의 어느 위치에 있는지 계산한다. 모서리를 이용한 위치계산 바엌은 그림 6과 같다.

그림 6. 2개의 모서리 선분을 이용한 위치 계산
Fig. 6 Location calculation using two corner lines

그림 6의 (a)와 (b)는 그림 3에서의 강의실 가운데서 촬영한 사진의 모서리 선분들이다. 수직선과 이루는 좌우의 선분이 이루는 각을 비율로 모서리와 사진을 촬영한 로봇의 시점을 그림 6(c)와 같이 선분을 그릴 수 있다. 2개의 모서리를 이용하면 강의실내에서 로봇의 위치를 계산할 수 있다.

IV. 주행로봇

주행로봇은 방향센서를 설치해야 하며 360도 회전 가능하여야 한다. 카메라가 장착되었으며 제작한 로봇은 (주) 엔티렉스의 STELLA 시리즈[5]로 실내환경에서 주행이 가능한 이동형 로봇 플랫폼이다. 다음과 같은 스펙이다.

- 중간판 및 상판을 조립한 상태
- 속도 지령 : 각 휠은 지시 받은 속도로 주행
- 위치 지령 : 로봇의 관점으로 지시 받은 회전각도, 이동 거리 만큼 회전 및 주행

그림 7. 구현된 주행로봇
(a) 로봇의 앞면 (b) 로봇의 뒷면
Fig. 7 A robotic vehicle
(a) The front of a robot (b) The back of a robot

V. 결 론

주행로봇은 주인의 물건을 싣고 주인을 따라다니는 기능을 가지고 있으며, 주인의 명령에 의해 정해진 위치로 귀환할 수 있는 기능을 추가하고 있다. 귀환 문제는 실내주행 문제로 실내측위 기술이 중요하다. 기존의 실내측위 기술은 사용자의 위치를 파악하는 기술로 오차범위 내에서도 서비스가 가능하였으나, 실내 주행을 위해서는 보다 정확한 위치인식 기술이 필요하였다.

본 논문에서는 귀환 문제의 시작인 사각 공간내의 시작 위치만을 파악할 수 있는 방법을 제안하였으며 문을 통과하기 위해서는 별도의 영상처리 기법이 필요하다.

참고문헌

- [1] <http://www.microsoft.com/robotics/>
- [2] 김현욱, “관성센서 위추의 하이브리드 실내측위 기술”, 정보통신산업진흥원 주간기술동향, p1-14, 2011.12
- [3] 안효성, 이재영, 유원필, 한규서, “지능형 로봇 공간을 위한 실내 측위기술”, 전자통신동향분석, 제22권, 제2호, 2007.04
- [4] P. Bahl and V. N. Padmanabhan, “RADAR : An In-Building RF-based User Location and Tracking System”, IEEE INFOCOM, p774-784, 2000
- [5] <http://www.ntrexgo.com/>

저자소개

전 봉기(Bong-Gi Jun)

1991년 부산대학교 컴퓨터공학과
공학사

1993년 부산대학교 컴퓨터공학과
공학석사

2003년 부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사

1993년 ~ 1998년 한국통신 연구소 전임연구원

2003년 ~ 현재 신라대학교 컴퓨터정보공학부 조교수

※관심분야: 데이터베이스, 공간 데이터베이스,
이동체 데이터베이스.