

단일 카메라를 이용한 이동로봇의 자기 위치 추정

Self-Localization of Mobile Robot Using Single Camera

°김 명 호*, 이 례 희**

* 서강대학교 전자공학과(Tel : 81-02-704-4088; Fax : 81-02-704-4088; E-mail: toddkim@eerobot1.sogang.ac.kr)
** 서강대학교 전자공학과(Tel : 81-02-704-4088; Fax : 81-02-704-4088; E-mail: khlee@ccs.sogang.ac.kr)

Abstract : This paper presents a single vision-based self-localization method in an corridor environment. We use the Hough transform for finding parallel lines and vertical lines. And we use these cross points as feature points and it is calculated relative distance from mobile robot to these points. For matching environment map to feature points, searching window is defined and self-localization is performed by matching procedure. The result shows the suitability of this method by experiment.

Keywords : self-localization, single vision, corridor environment, mobile robot

1. 서론

최근에 기술의 발달에 따라 로봇은 많은 발전을 이루었으며 특히, 이동로봇은 생산현장에서 사용하는 무인운반차(AGV), 사람이 작업할 수 없는 위험지역에서의 작업로봇, 경비로봇, 청소로봇 등 그 용도가 점차 증대하고 있다. 이러한 이동로봇이 주어진 작업을 처리하는데 있어 자기 위치 인식은 매우 중요한 요소가 된다. 이를 위해 다양한 방법이 제시되었는데, 그중 비전을 이용한 방법은 컴퓨팅 능력의 향상에 따라 많은 연구가 진행되어 왔다[1]-[3][5]-[8].

비전을 이용한 이동 로봇의 자기 위치 인식은 주변 환경과 구분이 쉬우며 위치 정보가 파악된 지점에 인위적 표시(landmark)를 설치하고 이를 인식하여 위치를 결정하는 방법과 자연적으로 생성된 특징 지역을 인식함으로써 위치를 결정하는 방법으로 나눌 수 있다. 전자의 경우 인위적으로 표시를 설치해야 하고, 환경이 바뀌는 경우 다시 설치해야하는 번거로움이 발생하게 된다. 후자의 경우에는 제한된 환경에서만 적용이 가능하고, 또한 특징점을 추출하는데 어려움이 있다. 본 연구에서는 복도 환경이라는 제한된 환경을 사용하여 복도선의 특징점들을 추출하는 후자의 방법을 채택한다.

본 논문에서는 카메라 기구의 비용을 최소화하고 영상 처리 부하를 덜기 위해 단일 카메라를 사용한 단일 영상 시스템 [1]-[3],[5]-[8]을 사용하며, 로봇의 작업 환경이 복도라는 점에 기인하여 모델기반의 영상해석을 사용한다. 모델 기반의 인식을 적용하여 이동 로봇의 위치를 추정하기 위해서는 이동 로봇과 카메라의 위치를 정확히 알고 있어야 한다. 카메라의 위치는 이동 로봇에 고정시킴으로써 정확히 알 수 있으나, 일반적으로 로봇의 위치는 바퀴의 회전수나 속도의 변화를 이용한 내부 주행계에 의한 산산법(dead-reckoning)을 이용하여 추정하는데, 이 방법은 주행거리가 증가함에 따라 오차가 누적되어 이를 보정해 주어야 한다.

이를 위해 본 논문에서는 단일 카메라를 이용하여 복도환경에 존재하는 복도평면과 벽면의 경계선과 각 출입문의 교점을 특징점으로 추출하고, 카메라의 기하학적인 관계를 이용하여 로봇과 특징점까지의 상대적인 거리를 구하여 이동 로봇의 자기 위치를 인식하는 방법을 사용한다. 단일 카메라를 사용하기 때문에 다음과 같은 가정을 한다. 즉, 바닥은 평평하고, 바닥과 벽이 만나는 두 평행

선이 존재한다는 것과 매칭을 위한 환경 지도는 미리 주어져 있다고 가정한다. 이를 실내 복도환경에서 실험을 통해 타당성을 보였다.

2. 자기 위치 인식(Self-Localization)

일반적으로 이동 로봇 시스템에서 환경의 인식을 위해 사용되는 센서에는 초음파 센서, 적외선 센서, 레이저 거리 센서, CCD 카메라를 이용한 비전 센서 등이 있다. 이 중 비전 센서를 이용하여 외부환경을 인식하기 위해서는 영상의 기하학적 관계 및 상대적 위치에 대한 기하학적 모델링이 필요하며, 이를 통해 외부환경에 대한 실세계 좌표와 영상좌표간의 변환이 가능하게 된다. 일반적으로 단일 영상 시스템의 경우 영상 정보에 Z축에 해당하는 정보가 포함되어 있지 않으므로 거리정보를 추출하기 위해서는 제한을 두어야 한다. 즉, 거리를 추출하고자 하는 인식 대상은 복도 바닥 평면에 존재하는 것으로 가정하고 이를 통하여 복도환경에 대한 영상 시스템의 특징점을 추출하여 상대적인 위치를 결정하고 이를 바탕으로 이동로봇의 자기 위치를 결정하게 된다. 그림 1은 본 논문에서 사용한 자기 위치 인식에 대한 전체적인 블록 다이어그램을 나타낸다.

2.1 영상 전처리 및 특징점 추출

먼저 칼라 영상(640×480)을 획득하여 YIQ 모델로 변환한 후 밝기영상을 영상 처리 시간을 줄이기 위해 다운 샘플링(320×240)하여 영상처리를 하게 된다. 칼라 영상을 획득하여 사용한 것은 향후 매칭을 높이기 위해 문의 칼라 영상 정보를 활용하기 위함이다.

그림 2는 일반적인 복도 환경을 나타낸다. 본 논문에서 사용한 복도환경에서 특징점은 두 평행선과 수직선들의 교점이 된다. 일반적인 복도환경의 특징인 바닥면과 벽면이 만나는 두 평행선과 수직선을 추출하기 위해 영상을 캐니 에지 연산(Canny's edge detection)을 하고 끊어진 선분을 이어주는 연결(linking)과정을 수행하여 에지를 검출한다[4]. 캐니연산자(Canny's Operator)는 연산