

3차원 거리 측정 장치 기반 이동로봇용

비선형 도로 인식

김종만, 김원섭, 신동용

*남도대학 컴퓨터응용전기과, **제주한라대학 방사선과

3D Depth Measurement System-based Nonlinear Trail Recognition for Mobile Robots

* Jong-Man Kim, *Won-Sop Kim, ** Dong-Yong Shin

*Namdo Provincial College, ** Cheju Halla College

Abstract: A method to recognize unpaved road region using a 3D depth measurement system is proposed for mobile robots. For autonomous maneuvering of mobile robots, recognition of obstacles or recognition of road region is the essential task. In this paper, the 3D depth measurement system which is composed of a rotating mirror, a line laser and mono-camera is employed to detect depth, where the laser light is reflected by the mirror and projected to the scene objects whose locations are to be determined. The obtained depth information is converted into an image. Such depth images of the road region represent even and plane while that of off-road region is irregular or textured. Therefore, the problem falls into a texture identification problem. Road region is detected employing a simple spatial differentiation technique to detect the plain textured area. Identification results of the diverse situation of Nonlinear trail are included in this paper.

Key Words : road detection, mobile robot, depth measurement, structured lighting

I. 서론

로봇이 고정된 테이블에서 작업했던 공간 제약적 기능으로부터 탈피하여 능동적으로 이동하며 임무를 수행하는 방향으로 진화하고 있다고 할 수 있다. 이러한 자율 이동 로봇의 원활한 이동을 위해서는 장애물 인식이 필수적 요구사항이다. 로봇 주변의 물체에 대한 인지뿐만 아니라 어느 정도의 높이로 어느거리만큼 떨어져 있는지를 정확하게 인식하는 일과 도로의 평탄성 여부도 중요하다.

물체의인식하는 방법으로는 초음파 기반 측정 방식이 많이 사용되는데 [1][4], 초음파 방식은 한정된 방향성과 좁은 측정 각도 및 주변 물체에 의해 난반사되는 왜곡으로 인한 오차가 발생하는 단점이 있다. 스테레오 비전 방식은 간단하게 두 대의 카메라로 구성할 수 있지만 카메라의 정렬 상태 및 두 영상의 유사성에 따른 정합 포인트 결정이나 정합오류로 인하여 거리 측정 오차가 크다는 단점 등이 있다[2]. 이러한 문제를 보완하기 위한 기술로 능동 비전(Active Vision)기술이 제안되었다[3]. 본 연구는 회전 평면경 이용방법의 응용으로서 거리측정 장치를 이용하여 얻은 거리 영상에서는 평탄한 도로와 도로밖의 영상 텍스처가 판이하게 다르다는 특징을 이용하여 도로를 검출하는 방법이다. 이 시스템에서는 적외선 레이저 빔이 평면경에 반사된 후, 측정하고자 하는 물체에 투사되고 그 상이 거울에 다시 투영되어 맞은편의 카메라에 포착되어 영상화된다. 또, 평면경이 회전하기 때문에 거의 모든 방향

의 거리 측정이 가능하고, 선형의 적외선 레이저를 사용하므로 한 번의 스캔으로 3차원 정보를 측정할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 기존의 구조적 조명방법(structured lighting)에 비해 레이저빔 영상의 블러(blur)가 거의 없고, 회전평면경의 각이 거리계산에 포함되지 않으므로 평면경의 회전 각도 측정값 오차에 따른 거리 값 오차가 존재하지 않게 된다.

2. 시스템 구현 및 실험

제안한 거리측정 장치에 의한 도로인식 시스템의 구조는 그림 1과 같이 거리 측정 부분, 데이터를 처리하고 명령을 주는 컴퓨터 부분, 명령을 받아 처리하고 데이터를 수집하는 제어 보드부분으로 되어있다. 거리측정 시스템 부분은 회전 거울과 이를 구동하는 모터, 카메라 및 적외선 레이저 광원으로 구성된다.

컴퓨터에서 시리얼 통신을 이용하여 제어 보드에 거울 회전 명령을 인가하면 스텝모터는 거울을 제어하여 규정 속도로 회전시킨다. 거울의 초기위치는 포토인터럽트를 통하여 전달 받으며 거울의 각도는 인크리멘탈 엔코더를 통하여 마이크로컨트롤러에 전달된다.

회전평면경을 통하여 카메라로 들어오는 영상은 컴퓨터에 장착된 프레임그래버를 거쳐 응용 소프트웨어에 전달되고 입력된 영상 안에서 적외선 레이저 빛의 위치를 찾아(7)에 의해 3차원 거리를 측정한다.

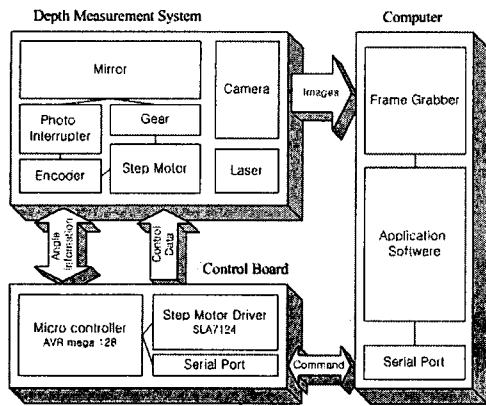
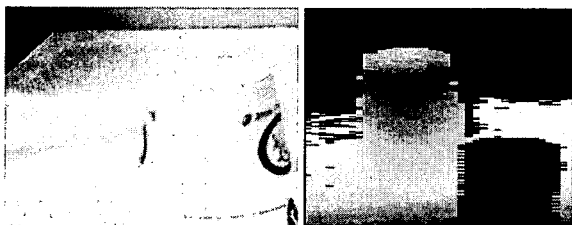


그림 1. 도로 인식 시스템의 블록다이어그램

3. 결과 및 고찰

회전 평면경 기반의 거리측정 장치를 사용하여 비포장 도로인식 실험을 하였다. 실험은 일반적인 실내 바닥에서 물체가 널려있는 환경과 야간에 운용되는 로봇이 비포장 도로에서 경계업무를 수행하는데 필요한 도로 인식실험이다. 실내 환경의 바닥은 대부분 평탄하지만, 예기치 않은 물체가 바닥에 떨어져 있을 경우가 많다.

그림 2는 실내 환경에서 로봇의 진로 상에 물체가 놓여 있을 경우, 이에 대한 인식 실험 결과이다. 거리 영상에서 동일한 색은 동일한 거리임을 나타낸다. 실험에서 평탄한 바닥을 측정하게 되면 거리 값 영상은 평탄함을 유지하게 된다. 만약 바닥이 평탄하지 않거나, 장애물이 존재하는 경우는 거리값이 변할 것이며, 이에 따라, 색도 변한다. 이러한 특성을 이용하면 수평 방향에서 색의 변화가 검출 될 경우 물체가 존재한다고 판단할 수 있다. 그림2는 두 장애물이 존재함을 알 수 있었다.

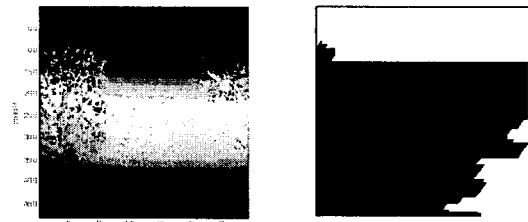


Paper cups

그림2. 실내 바닥에 놓여있는 소품의 인식. (좌는 영상, 우는 거리측정 장치에 의해서 측정된 거리영상)

그림3(a)는 일반적인 비포장 도로 영상의 측정된 거리 영상이다. 측정 결과에서 도로 경계 밖의 부분은 데이터의 복잡도가 높지만 소로 안쪽은 거리에 따른 점진적인 변화만 보인다. 이와 같은 현상은 소로의 경계에는 둔덕이나 풀이 있어서 거리 값이 급변하거나 돌출되기 때문으로서 거리 영상의 텍스처가 도로명과 비 도로면 간에 현저히 다르다. 이러한 특성을 가진 도로 부분은 수평방향의 미분과 필터링을 취함으로써 구할 수 있다. 그림 3(b)는 거리영상

에서 수평방향의 미분을 취하고 필터링을 하여 얻은 영상으로서 로봇이 이동할 수 있는 도로의 범위를 보여준다



(a) 선택 영상

(b) 필터링 결과

그림 3. 이동 로봇의 비포장 도로 인식 실험 결과

4. 결론

이 연구에서 사용한 거리 측정시스템의 측정된 거리 값을 영상으로 변환하면, 이 거리 영상에서는 평탄한 도로면과 장애물 혹은 도로 밖 영역의 텍스처에 현저한 차이가 있으므로 텍스처 분류법에 의해 이들 차이를 인식할 수 있다.

이 방법의 효용성을 검토하기 위해서, 실내 바닥에 작은 소품이 떨어져 있는 경우와 요철이 있는 비포장 도로, 비포장 도로상에 돌출이 있는 경우 및 비포장도로 내의 영역 인식 실험등을 수행하였다. 실험 결과 도로 상의 장애물뿐만 아니라 도로의 요철 및 도로내외의 구분이 명확하게 수행될 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 제한한 3차원 거리측정장치에서 선형레이저를 적외선 타입으로 사용할 경우, 인간의 눈에 포착되지 않게 되므로 로봇의 야간 경계용으로도 효과적으로 사용할 수 있을 것이다

참고 문헌

- [1] Probir Kumar Ray and Ajay Mahajan, "A genetic algorithm based approach to calculate the optimal configuration of ultrasonic sensors in a 3D position estimation system," *Robotics and Autonomous Systems*, Volume 41, Pages 165-177, Issue 4, 31, Dec 2002.
- [4] M.El Ansari, L. Masmoudi, and L.Radouane, "A new region matching method for stereoscopic images," *Pattern Recognition Letters*, vol. 21, pp. 283-294, April 2000.
- [8] K. Pulli and L. G. Shapiro, "Surface reconstruction and display from range and color data," *Graphical Models*. vol. 62, pp. 165-201, 2000.
- [2] F. Figueroa, A. Mahajan, "A robust navigation system for autonomous vehicles using ultrasonics," *Control Engineering Practice*, Vol 2, pp855858, Issue 5, October 1994.