

자율 주행 시스템의 구현

오세영 · 이진수

포항공과대학교 전자전기공학과 / 뇌과학연구센터

Realization of Human-Like Autonomous Navigation Systems

Se Young Oh · Jin Soo Lee

Department of EE & Brain Science Research Center / POSTECH

초록 : 인간의 시각 인식 메커니즘을 모사한 인공 Landmark 기반의 visual servoing 시스템을 개발하였다. 그리고 이동 로봇의 기본 행동 모듈을 정의하고 그것을 상위에서 조율하는 방법을 이용해 목적지에 도달하는 동안 장애물을 회피하는 주행 시스템을 개발하였다. 또한 다중 센서 융합을 통해 인간의 기하학적 지도 작성법을 모방한 알고리즘을 개발하였다.

Abstract : A landmark based navigation algorithm has been developed that mimic human-like visual servoing. In addition, to reach the target without collision with static and dynamic obstacles, we defined the basic behavior modules and coordinated those output in the upper level. Finally, human-like topological map building algorithm using mutli-sensor fusion has been developed.

연구 배경

주어진 환경 내에서 주행을 위해 인간은 일반적으로 지도나 환경모델을 만들고 이를 적용하여 경로를 계획하고, 경로 내의 장애물을 회피하면서, 최종적으로 목표지점에 도달한다. 이러한 과정에서 인간은 주로 시각 정보에 의존하여 추상적으로 지도를 만들고 이를 이용하지만, 로봇 시스템의 경우 3차원의 환경 지도를 만들기 위해 Laser range finder나 Sonar sensor를 함께 이용하는 것이 더욱 효과적이다. 본 연구에서는 Vision 과 Sonar sensor를 융합하여 자율 주행 시스템의 정확성과 효율성, 강건성을 높였다.

Landmark Based Navigation(Visual Servoing)

일반적으로 Visual Servoing은 Position based visual servoing(PBVS)과 Image based visual servoing(IBVS)으로 나눈다. 각각의 방식이 장점을 포함해, 단점 또한 가지고 있지만, 일반적으로 둘 중 한 가지 방

식이 선택적으로 적용된다. 본 연구에서는 PBVS과 IBVS를 Fuzzy 제어를 통해 융합한 Hybrid 방식을 적용하여 주행 성능을 높였다. 또한, 신경망을 이용한 Landmark 예측 알고리즘을 이용하여 조명의 변화나 가려짐 등의 환경적 요소들에 더욱 강건한 시스템을 구현하였다.

장애물 충돌 방지 및 자율주행 알고리즘

장애물을 감지하기 위해서는 센서를 이용해서 환경을 인식하여야 한다. 장애물을 감지하여 충돌을 회피하기 위해서 아래 그림 3과 같은 계층적 구조의 퍼지 시스템을 구현하였다. 맨 왼쪽의 각 FIM(Fuzzy inference module)들은 로봇의 기본 행동들을 구현한다. 즉, move



그림 1. Hybrid position and image based visual servoing



그림 2. Experimental results

forward, move left, move right의 행동을 담당한다. 이 모듈들을 이용해서 장애물 감지 및 충돌 회피를 하는 시스템을 구현하기 위해 상위의 FC(Fuzzy Coordinator)는 FIM들의 출력을 조율한다. 이렇게 계층적 구조를 가짐으로써 원하는 기능을 수행할 수 있게 조정해야 하는 파라미터의 개수를 현저히 줄일 수 있다. FC의 파라미터는 앞에서 다룬 MEP방법으로 최적값을 찾는다.

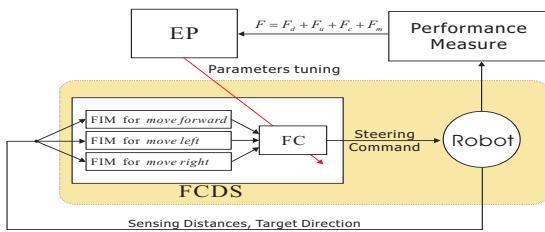


그림 3. Fuzzy Cooperative Decision Strategy

Human-Like Topological Map Building

기하학적 환경 지도를 만들기 위해, 특정 장소를 다른 장소와 구분 짓고 각 장소들 사이의 관계를 구하는 것이 선행되어야 한다. 본 연구에서는 Sonar sensor와 Mono-vision sensor를 융합한 Feature 추출을 통해 각 장소를 구분 지었다. Sonar sensor를 이용한 신경망 알고리즘을 통해 그림 4와 같이 환경을 16가지 다른 형태로 표준화하였다. 그리고 그림 5와 같이 Mono-vision system을 통해 얻은 이미지에 Canny edge

detection 알고리즘과 Hough transform을 적용하여 Vanishing line이나 Vanishing point를 구하였다. 이렇게 구분된 각 장소는 다른 장소와 공간적으로 연결되고, 최종적으로 각 장소들을 부분적으로 그룹화하고 각 그룹 간의 계층적 연관 관계를 나타냄으로써 기하학적 환경 지도를 구할 수 있다.

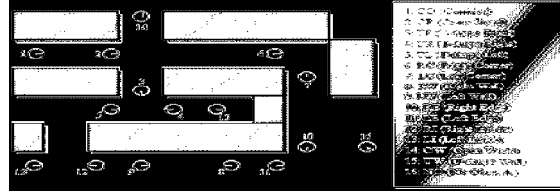


그림 4. 16 Prototype Environments

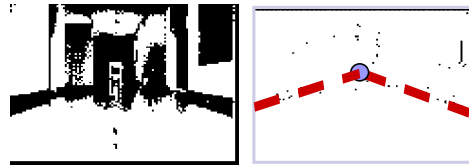


그림 5. Vanishing points and Boundary Lines

참고문헌

- [1] Kuipers, B. and Byun, Y. T. "A Robot Exploration and Mapping Strategy Based on a Semantic Hierarchy of Spatial Representation", *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 8, 1991, pp. 47-63.
- [2] Nolfi S. and Floreano D., *Evolutionary Robotics*, The MIT Press, 2000.
- [3] Soo-Hwan Oh and Se-Young Oh, "Image-based visual servoing for mobile robots using neural networks and fuzzy-evolutionary methods", *Proceedings of the 2002 International Joint Conference on Neural Network*, vol. 2, pp. 1367-1372, 2002.