

자동 미끄럼 이동 로봇의 경로 추종을 위한 LMI 최적 제어 기법

A Linear Matrix Inequality Optimal Control for the Tracking of an Autonomous Gliding Vehicle.

이진우*

* 한국과학기술원 기계공학과 (Tel : 82-042-869-5223; Fax : 82-042-869-3095; E-mail: ljw@ohzlab.kaist.ac.kr)

Abstract : Applications such as unmanned aerial vehicles (UAVs), autonomous underwater vehicles (AUVs) and the time varying nature of their navigation, guidance and control systems motivate an integrated approach to trajectory generation and trajectory tracking for autonomous vehicles. In this paper, an experimental testbed was designed for studying this integrated trajectory control approach. In this paper we apply the separating approach to an autonomous nonlinear vehicle system. A new linear matrix inequality based H_{∞} control technique for periodic time-varying systems is applied to the role of trajectory tracking. Trajectory generation is accomplished by exploiting the differential flatness property of the vehicle system; this allows production of desired feasible nominal or reference trajectories from certain "flat" system outputs. Simulation and experimental results are presented showing stable tracking of a periodic circular trajectory.

Keywords : time-varying system, trajectory tracking, LMI, H_{∞} control, flat system

1. 서론

본 연구에서는 자율 이동 로봇(AGV: Automated Guided Vehicles), 무인 잠수정(AUV: Autonomous Underwater Vehicles), 무인 항공기(UAV: Unmanned Aerial Vehicles) 등과 같은 이동 로봇에 대해 경로 생성을 포함한 경로 추종 제어를 궁극적 목적으로 한다. 이들 연구에 대한 시작 연구로서 항공기나 잠수정과 같이 프로펠러에 의한 추진력으로 이동하는 로봇을 대상으로 경로 추종 제어를 한다.

이를 위해 그림 1과 같은 이동 로봇 및 이동 환경을 제작하였다. 이동 경로를 포함하여 로봇을 모델링함으로써 시변 시스템(Time-Varying System) 방정식을 도출됨을 보이고 이의 견실제어를 위해 H_{∞} 에 근거한 새로운 LMI(Linear Matrix Inequality)를 제시하고 이를 통해 경로 추종 제어를 구현하였다.

본 연구는 시변 시스템을 대상으로한 제어라는 특이점 외에도 프로펠러의 추진력으로 미끄럼 이동하는 로봇을 대상으로 하였기 때문에 로봇 자체의 관성력에 따라 급격한 회전, 가감속에서 매우 큰 구동 시스템을 요구한다. 이는 현실적으로 제약이 따르는 부분으로 이를 감안한 제어 시스템의 구성이 필요하게 된다. 또한 표면과의 불균질한 마찰력은 시스템 모델 및 제어 성과에 큰 영향을 주므로 정확한 시스템 분석을 통한 제어가 요구되는 분야이다.

본 연구에서는 이와 같은 제어 목적을 구현하기 위해 실제 로봇 및 이동 환경을 제작하였고 이에 대한 실험을 통해 제어기를 평가함으로써 관련 응용 분야로의 접목이 가능한 제어 시스템의 기반을 마련하였다.

2. 시스템의 구성

그림 2에서 보는 바와 같이 전체 시스템은 크게 로봇과 그 로

봇의 이동 환경으로 구성된다. 로봇은 2차원 평면상에서 이동하며 표면과의 마찰을 최소화하도록 설계되었다. 위치 및 속도 측정을 위해 외부에 Vision 시스템을 장착하였고 제어 명령 전달을 위한 무선 통신 모듈을 포함한다.

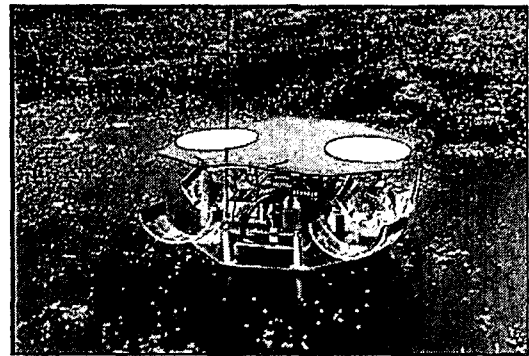


그림 1 제작된 로봇 및 이동 환경

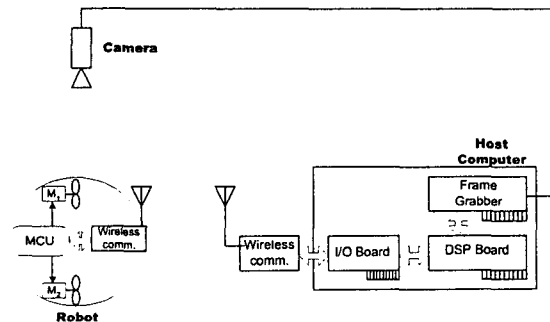


그림 2 전체 시스템의 개략도