

Task-Oriented Manipulability Measure를 이용한 이동매니플레이터의 연속작업 수행

Continuous Task Performance for Mobile Manipulator Using Task-Oriented Manipulability Measure

°진기홍*, 강진구*, 주진화**, 허화라***, 이장명*

* 부산대학교 전자공학과 (Tel:051-510-1696; Fax:051-515-5190; E-mail:khjin99@home.pusan.ac.kr)

** 국민체육진흥공단 체육과학연구원 (E-mail:jinhju@sports.re.kr)

*** 송호대학 (E-mail:hrhur@songho.ac.kr)

Abstract: A mobile manipulator—a serial connection of a mobile robot and a task robot—is redundant by itself. Using its redundant freedom, a mobile manipulator can move in various modes, and perform dexterous tasks. An interesting question, “how the mobile manipulator can be controlled optimally for the various tasks?” is not easy to be answered. In this paper, assuming the specific tasks to be performed are pre-determined, a solid and complete solution for the optimal control of the mobile manipulator is proposed based on a divide-and-conquer scheme. First of all, a mobile manipulator is virtually divided into a mobile robot and a task robot, and all the tasks are also divided into task segments that can be performed by only the task robot. An optimal configuration of the task robot is defined by the task-oriented manipulability measure for a given task segment. Assuming the task segment can be performed by the task robot, the objective of the mobile robot is to carry the task robot to the best position and orientation for the given task segment. A sequence of this alternating task execution scheme enables the mobile manipulator to execute various tasks efficiently. The proposed algorithm is experimentally verified and discussed with a mobile manipulator, PURL-II.

Keywords : Mobile Manipulator, Task Segment, TOMM, Cooperation Control

1. 서론

이동로봇은 작업 공간만을 늘려 주며, 작업로봇은 고정 베이스 구조이므로 작업 공간이 제한적이다. 이러한 한계점을 극복하고자 본 연구에서 이동매니플레이터(Mobile Manipulator) 시스템을 구성하여 잉여로봇의 잉여관절을 효율적으로 사용하고 다음 작업에 적합한 자세를 갖추어 작업을 수행하도록 제어하였다. 본 연구에서는 이동매니플레이터란 이동능력과 작업능력을 가지고 여러 가지 작업을 수행할 수 있는 로봇이라 정의한다. 이동매니플레이터는 6자유도 이상을 가지는 고정베이스 구조의 잉여로봇과는 다른 특이한 기구학적인 잉여 자유도를 발생시킨다. 따라서 이동성과 작업성을 결합하여 여러 모드의 환경조건에서 효율적 작업을 수행하기 용이한 이점을 가진다. 그러나 하나의 작업에 대한 많은 해(Solution) 중에서 작업에 적합한 해를 구하기가 어려우므로, 제어방법에서의 어려움이 있다[1].

그림 1은 본 논문에서 제작, 실험한 이동매니플레이터(PURL-II)다. 이동로봇은 구동륜(Wheel-driven) 방식이고, 이동로봇의 무게 중심에 플랫폼이 상하로 움직일 수 있다. 작업로봇의 1축은 플랫폼의 중심에 고정되어 있다. 작업로봇은 5축을 가지고 있지만 위치를 결정하는 1축, 2축, 3축만 제어하고, 이동로봇과의 동적 협동을 통한 작업로봇의 최적자세를 고찰하였다. 본 연구방향은 TOMM를 이용하여, 작업로봇이 최적의 자세로 분할된 작업영역을 연속적으로 수행할 수 있도록 제어하는데 있다[3].

2. 이동매니플레이터

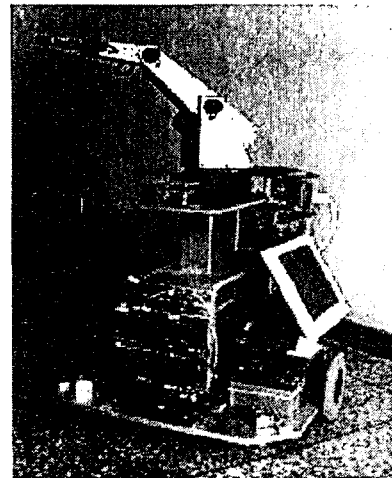


그림 1. 이동매니플레이터 PURL-II.

Fig. 1. Mobile Manipulator PURL-II.

2.1. 이동매니플레이터의 기구학적 해석

독립적인 목적으로 설계된 두 개의 로봇을 결합하여 하나의 작업수행을 위하여 각각의 로봇은 동시에 제어되어야 하므로 전체시스템의 기구학을 해석하여 이동매니플레이터가 제어되어야 한다. 이동로봇은 Nonholonomic 시스템이고, 작업로봇은 Holonomic 시스템이므로 이동매니플레이터의 기구학은 속도기구학을 통해 이동로봇과 작업로봇을 결합한다[1]. 기구학 해석은 그림 2와 같이 기준좌표계 {W}가 정해지면, 이동로봇의 두개의 구동륜에 의해 이동로봇 좌표계 {P}가 생성되고, 선형링크인 J_p 를 따라 작업로봇 베이스 좌표계 {B}가 생성된다. 그리고 좌표계 {B}를 베이스로 하는 작업로봇의 End-effector의 좌표계 {E}가 생성된다. 전체의 변환행렬은