

재사용 가능한 모듈로 구성된 이동로봇의 하이브리드 제어구조 설계

남화성*(고려대학교), 송재복(고려대학교 기계공학과)

주제어: 이동로봇, 제어구조, 하이브리드 제어

인간과 로봇이 공존하는 불확실하고 예측이 어려운 복잡한 환경에서 로봇이 원하는 목적지까지 안전하게 주행하고, 원하는 작업을 수행하기 위해서는 로봇의 인지능력, 판단능력 및 강인한 적응능력이 요구된다. 이러한 로봇을 구성하는데 있어서 시스템의 통합, 즉 제어구조의 설계는 매우 중요하다.

고전적인 제어구조의 형태는 각각 단편화된 deliberative 구조이거나 reactive 구조였다. deliberative 구조는 센서 데이터를 이용한 환경 모델링을 통해 복잡한 환경에서 로봇의 임무수행과 인간과의 의사전달을 가능하게 하였다. 그러나 복잡하고 많은 연산량이 로봇의 실시간 반응행동을 어렵게 하였고, 센서부와 구동기 사이의 밀접하지 않은 구조적 문제는 센싱-구동 시스템을 불안정하게 만들었다. 뿐만 아니라, 복잡한 시스템 구성에 따른 소요비용의 큰 증가를 야기시켰다. 이에 비하여, reactive 구조는 즉각적인 반응행동을 가능하게 하였고, 복잡한 환경 모델링을 배제함으로써 시스템을 단순화시킬 수 있었다. 그러나 이 구조를 이용한 로봇의 전역적인 실행계획 작성과 임무수행에서 비효율적인 문제점이 드러났고, 이에 따라 위의 두 구조를 통합한 하이브리드 deliberative/reactive 제어구조가 나타나게 되었다. 하이브리드 deliberative/reactive 제어구조는 주어진 환경에 대한 수학적인 모델링을 통하여 상황을 인지하고 판단할 수 있는 능력뿐만 아니라, 전형적인 AI와 결합하여 강인한 적응능력까지 갖게 되었다. 이러한 이유로 오늘날 하이브리드 deliberative/reactive 구조에 대한 연구가 활발히 진행 중이다.

본 연구에서는 3개의 계층으로 구성된 하이브리드 deliberative/reactive 구조를 제안하였다. 각각의 계층은 Fig. 1에서와 같이 Reactive Layer, Task Execution Layer, Deliberative Layer로 구성되어 있다. Deliberative Layer는 사람과 로봇 사이의 의사전달을 담당하는 HRI(Human Robot Interaction)와 부여 받은 명령을 인지하여 로봇의 실행계획을 작성하는 Planner로 구성되어 있다. 이 계층에서는 로봇의 임무에 대한 분석 및 전체적인 실행계획을 작성하게 되며, 하위 계층인 Task Execution Layer에 task 단위로 명령을 내리게 된다. Task Execution Layer는 상위계층으로부터 받은 task 단위의 명령을 수행할 수 있도록 프로세스를 유지하고 관리하는 Task Execution Manager를 갖고 있다. Task Execution Manager는 task를 분석하여 Navigation Manager 혹은 Manipulation Manager에 프로세스를 위임하게 된다. Reactive Layer는 센서로부터의 입력 데이터 및 환경 데이터와 로봇의 내부 정보를 관리하고, 로봇의 반응행동 및 구동기가 포함된 실질적인 로봇의 행위모듈을 담당하게 된다. 이 제어구조는 재사용 및 유지, 관리가 필요한 각각의 계층 내부에 Manager라는 소규모의 독립적인 시스템 관리자 개념을 사용하여 설계되었다. 따라서, 전체 시스템의 범용화 및 안정화를 유지할 수 있다는 특징을 갖고 있다. 본 논문에서는 위에 기술한 하이브리드 제어구조를 소개하고 그 특징과 응용에 대해 기술하였다.

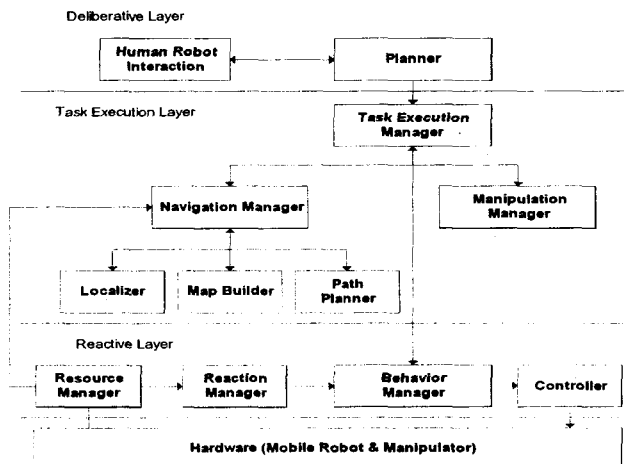


Fig. 1 Hybrid deliberative/reactive control architecture