

페트리넷을 이용한 자율 이동로봇의 운용

Operation Method For AMR(Autonomous Mobile Robot) Using Petri Net

°이 석 주*, 이 병 주**, 박 귀 태***

* 고려대학교 전기공학과(Tel:082-02-3290-3673; Fax:81-02-921-3673 ; E-mail:gidug@elec.korea.ac.kr)

** 고려대학교 전기공학과(Tel:082-02-3290-3673; Fax:81-02-921-3673 ; E-mail:sseng@elec.korea.ac.kr)

*** 고려대학교 전기공학과(Tel:082-02-3290-3218; Fax:81-02-921-3673 ; E-mail:gtpak@elec.korea.ac.kr)

Abstract : This paper purposed that verify the validity of Petri Net method for control progressive increase of system complexity, before extend the realized single robot system to multi-robot system. An autonomous mobile robot(AMR) needs decision making, motion control, path planning, tracking a path, obstacle avoidance, and sensor fusion, to complete its task. An AMR integrates and operates these technics through a consistent command system. An error in a command hierarchy which is like duplication or omission of a control command hierarchy for each module results in serious problems. This paper minimizes the error by modeling each module and whole system using Petri Net graphical representation and applies it to the exploration task of an AMR

Keywords : mobile robot, Petri Net, explore task

1. 서론

페트리넷은 이산 이벤트 시스템의 동적인 상태를 그래픽적으로 모델링함으로써 가시적인 효과에 의해 현재 작업상황을 쉽게 파악할 수 있으며 따라서 다른 작업으로의 전환계획이나 제어명령 구조의 형성이 용이하다. 또한 하부 작업의 제어 알고리즘을 페트리넷으로 설명할 경우 총체적인 제어에서부터 하부작업에서의 세부 동작에 이르는 제어계획의 일원화와 체계화를 이루어 낼 수 있다는 장점을 지니고 있다[3]. 이러한 특성 때문에 페트리 넷의 실제 시스템에의 적용은 유연성을 필요로 하는 공정계획이나 시스템 제어에서 주로 연구되고 진행되어 왔다.[8][9].

시스템의 복잡성이 증가하고 의사결정의 난해함이 맞물려 증가되면서 자율 이동 로봇 시스템에서도 조건부 명령형태로 해결하기 난해한 불확실성이 증가되어 의사결정에 대한 연구가 진행되고 있다[10]. 자율이동 로봇은 의사 결정보다 실제 환경에서 환경을 인식하고 주어진 작업을 수행하기 위하여 센서의 데이터 처리, 지도의 작성, 장애물회피, 경로추종, 경로계획, 모션제어등의 많은 세부 작업 또한 필요로 한다. 각각의 세부작업에 대한 문제점들을 해결하기 위한 많은 연구가 진행되고 있고 또한 진행되어 왔다. 자율이동 로봇을 운용하기 위해서는 이러한 세부 작업에 대한 연구와 더불어 세부작업과 총괄제어 및 의사결정을 하나의 명령체계로 운용하는 것이 필요하다. 이를 위해 로봇의 세부 시스템과 시스템 통합 [1][2]이나 로봇의 벽 추적과 같은 작업에 대한 모델링[4]같이 부분적인 모델링을 통한 연구가 시뮬레이션을 통해 진행되어 왔다.

본 논문에서는 전체 시스템에 시뮬레이션이 아닌 실제 자율이동 로봇을 운용하기 위하여 단일 로봇에 의한 작업을 향후 다수 로봇의 시스템으로 확장을 목적으로 하는데 있어 시스템의 복잡성이 기하급수적으로 늘어나는 것을 제어하기에 페트리 넷의 타당성을 단일 로봇으로 검증하고자 한다. 이를 위하여 각각의 하부 시스템과 의사결정 및 시스템의 통합과 주어진 작업 수행에 각각 페트리 넷을 적용하여 전체 시스템과 작업 제어를 모델링하여 체계적

인 명령 체계를 구성하였다. 자율이동 로봇을 운용함에 있어 명령 체계의 누락과 중복과 같은 오류는 작업 수행에 있어 심각한 오류를 초래할 수 있으므로 각각의 세부 작업 및 의사결정 및 작업수행 명령체계를 사전에 모델링하고 검증하는 것이 효과적이다. 본 논문에서는 제어계획의 체계화와 시스템의 확장을 위하여 자율 이동로봇 하부 작업과 의사결정에서 필요한 명령체계를 페트리 넷을 통한 간단한 모델링을 통해 사전에 검증하여 의사결정에 있어 발생할 수 있는 오류를 최소화하고 실제 자율 이동 로봇의 탐색작업에 적용하여 타당성을 검증하였다. 현재 실험에 사용된 자율이동 로봇은 Active Media의 Pioneer2-CE의 로봇몸체에 전원부와 데스크탑용 PC와 LRF 센서를 이용하여 구성된 로봇이다.

2. 페트리 넷

2.1 페트리 넷의 구조

페트리넷은 이산 시스템의 상태 천이를 모델링하는 방법으로 사건과 상태에 의해 병렬성과 동기화, 시스템의 자원과 정보의 흐름을 모델링하는 방법이다. 페트리넷은 $PN = \langle P, T, I, O \rangle$ 으로 대표되며 $P = \{ p_1, p_2, p_3, \dots, p_n \}$, $n \geq 0$ 는 유한한 플레이스들의 집합을, $T = \{ t_1, t_2, \dots, t_m \}$, $m \geq 0$ 는 유한한 트랜지션들의 집합을 나타내며 $P \cap T = \emptyset$ 이다. $I: T \rightarrow P^\infty$ 는 입력함수를 $O: T \rightarrow P^\infty$ 는 출력함수를 나타낸다.

2.2 기본적인 개념

- 사건(event) : 시스템의 상태를 대신하는 실행을 말하며 각각의 사건은 전후 조건으로 연결되며 transition으로 대표된다.
- 조건(condition) : 시스템의 상태를 논리적 표현이나 단정으로 나타내는 것으로 전후 조건으로 분리하며 Place로 대표된다.
- 점화가능(enable) : 어떤 트랜지션에 입력으로 들어오는 플레이스들 모두 토큰이 존재할 때 그 트랜지션은 점화 가능하다