

물류를 위한 자율·분산 제어시스템에 관한 연구

김 환 성* · 이 재 동** · 김 상 봉***

A Study on Autonomos Decentralized Control System for Logistics Engineering

Kim, Hwan Seong · Lee, Jae-dong · Kim, Sang-bong

Abstract

During a fast decade, an automatic control technology makes an aggressive improvement with the developments of computer and communication technology. In large scale and complicated systems, an autonomous decentralized control system is required in which the sub-systems must have some ability such that the self-judgement and self-performance functions.

In this paper, we propose an algorithm to realized these functions using micro mobile robot which is applied to a control of a warehouse for logistics engineering. The proposed algorithm is based on performance index, and the selecting rules of the task between the sub-systems are induced by the index. Also, it is effected by weighting function which is determined by environment and kind of works. To verify the effectiveness of this algorithm, we develop the simulator to implement the autonomous decentralized control and apply to the micro mobile robot on the PC machine.

1. 서 론

최근의 자동제어기술, 시스템 제어기술들의 하나의 특징은, 대상으로 하는 시스템이 복잡하고 대규모로 되어 가며, 다양성, 유연성, 신뢰성 등의 요구가 높다는 것이다. 따라서, 이에 대응하기 위해서는, 제어 시스템의 구성에 있어서 집중관리형 시스템 보다 자율 분산형 시스템이 바람직하다고 할 수 있다. 실제로, 하나의 제어기능 하에서 전체를 통괄하는 중앙집권적인 집중관리 형식으로 말단까지 완전한 제어를 행하는 것은, 공간적, 코스트적 및 신뢰성의 면에서도 한계가 있다. 그러나, 이것보다 는 각 서브 시스템에 권한(기능)을 이양하여, 전체로서 협조적으로 제어하는 지방 자치적인 자율분산

* 한국해양대학교 공과대학 물류시스템공학과 전임강사

** 부경대학교 대학원 기계공학과(학연협동과정)

*** 부경대학교 공과대학 기계·자동차공학부 교수

3. 소형 이동 로봇을 이용한 자율 분산 제어용 시뮬레이터

3.1 소형 이동 로봇 시스템의 구성

본 논문에서는 소형 이동 로봇으로서 그림 2와 같은 마이크로 마우스 로봇을 사용하였다.

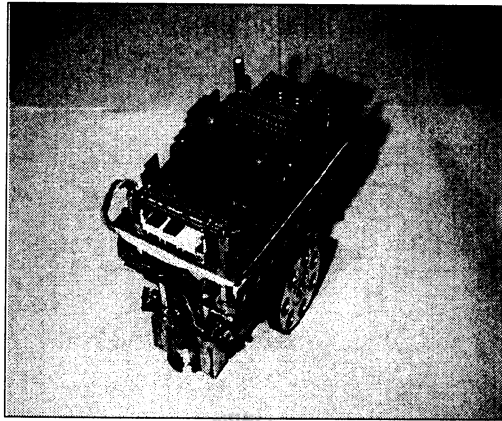


그림 2. 소형 이동 로봇

소형 이동 로봇에는 Intel 80C196KC⁽⁸⁾ 원칩 마이크로 프로세서를 사용하였다. 사용된 원칩 마이크로 프로세서는 16 bit이며 아날로그 값을 읽을 수 있는 10bit 분해능인 8개의 A/D 채널이 있으며, 또한 아날로그 출력을 할 수 있게 3개의 PWM을 가지고 있다. 각각 32Kbit의 ROM과 RAM을 사용하여 제어 알고리즘을 구현하며, 명령 데이터와 자신 및 상대방의 위치 데이터를 기억시키고 있다. 구동 장치로는 전력 소모는 많지만 정지 토크가 크고 제어와 구동이 쉬운 Stepping 모터를 사용하였다. 소형 이동 로봇의 위치 정보는 전방 3개, 후방 3개의 적외선 센서를 이용하여 벽정보를 읽어 자신의 위치를 계산할 수 있도록 구성하였다.⁽⁹⁾ 로봇은 자체 전원을 사용하였는데, 재사용이 가능한 니켈-카드뮴 전지를 사용하여 14.4V의 전원을 이용하고 있다. 또한 본 시스템에서는 데이터의 송·수신 매체로는 무선 이용하고 있다. 무선 모듈은 BIM-418-F를 사용하고, PC와 RS-232C를 통해 각각의 로봇과 데이터를 주고받게 된다.

3.2 자율 분산 제어용 알고리즘

본 논문에서는 2대의 소형 이동 로봇을 자율한 서브 시스템인 아톰으로써 정하였다. 응용 예로서는 무인 창고 관리를 대상으로 하였으며, 2대의 소형 이동 로봇은 무선을 통해 Host 컴퓨터(PC)에 위치한 데이터 필드의 데이터를 공유하면서 자율적으로 창고의 물품 관리를 행하기로 한다.

자율제어를 행하기 위해서는 현재 수행하고 있는 Task의 내용 및 진행 정도를 온라인 상으로 데이터 필드에 송신하여야 하며, 다른 데이터를 공유하여 외부의 비상사태 및 긴급 지시에 대비하도록 하

여야 한다. 그러나, 새로운 작업 Task가 지시되었을 때 각 아톰은 현재의 수행하고 있는 Task의 분량 및 작업 Task까지의 이동에 대해 자율적으로 판단·협조하여 작업을 수행하는 자율 분산제어 알고리즘이 필요하다.

본 논문에서는 이를 위해 하중치를 가진 평가 방법을 고려하기로 한다. 먼저 새로운 Task가 부여되었을 때, 각 아톰은 현재 자신이 수행하고 있는 Task의 잔량을 시간에 대한 값으로 수치화 한다. 그리고, 부가된 Task까지의 이동 거리 및 에너지 소모량을 계산하고 이동에 소요되는 시간을 수치화 하여 이들 정보를 부가된 Task에 대해 각 아톰은 평가치를 지정하기로 한다.

먼저 J_i 는 아톰이 i 번째 순위 Task의 수행에 대한 평가치를 나타내고 있으며, 이는 i 번째 이전에 대한 Task들의 평가치에 대한 합으로 구성되어 있다. K_i 는 작업 Task에의 이동시 소요되는 시간과 에너지에 대한 항을 나타내고 있다. 이들에 대한 하중치로써 Q 와 R 을 선정할 수 있으며 이들은 작업장의 구조 및 작업 내역 등에 의해 초기에 주어지는 하중치이다. 이를 수식으로 나타내면, 다음과 같다.

$$J_i = \sum (\|J_{i-1}\|_Q + \|K_i\|_R) \quad (1)$$

(단, 다른 아톰에게 예약된 Task는 제외한다)

여기서 아랫첨자 1은 현재 수행중인 Task를 나타내며, i 는 부과된 Task의 순위를 나타낸다.

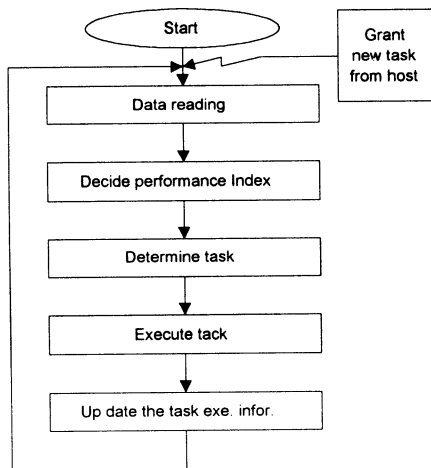


그림 3 이동로봇의 자율분산 알고리즘

각 아톰에 의해 얻어진 평가치는 각각 데이터 필드에 전송되며, 평가치가 변경될 때 온라인 상으로 데이터가 갱신되도록 한다. 이러한 데이터를 근거로 하여 평가치가 가장 낮은 아톰에게 Task는 할당되며, 다른 아톰에게는 이 할당된 Task에 대한 평가치는 삭제되어 데이터가 갱신되도록 한다. 이외

에도 비상처리시, 아톰의 고장시 등에 대한 하중치를 부여하며, 이를 평가치로 하여 각각의 아톰은 자율적으로 임무를 수행할 수 있게 한다.

위의 알고리즘을 실현하기 위해 각각의 아톰에서는 그림 3과 같은 Task를 수행하도록 하며, 데이터를 공유하도록 한다. 따라서, Host측에서는 수행되어야 할 Task만 지시하고, 작업 데이터를 감시·기록하기만 하면 된다. Task의 수행 및 우선 순위 등은 각각 독립된 아톰이 자율적으로 결정하여 수행하게 된다.

본 논문에서는 위의 알고리즘에 대해 각 아톰이 작업을 충분히 수행할 수 있는지에 대해서는 PC를 이용한 시뮬레이터를 개발한다. 또한, 시뮬레이션에서 충분한 검증을 한 후, 각 이동로봇에게 작업 지시를 하여 수행하도록 한다.

4. 이동로봇을 이용한 자율분산제어 실험

3장에서 논한 자율 분산제어 알고리즘을 각 소형 이동로봇에 프로그램화하여 그림 4과 같은 무인 창고 모형에 대한 실험을 행한다.

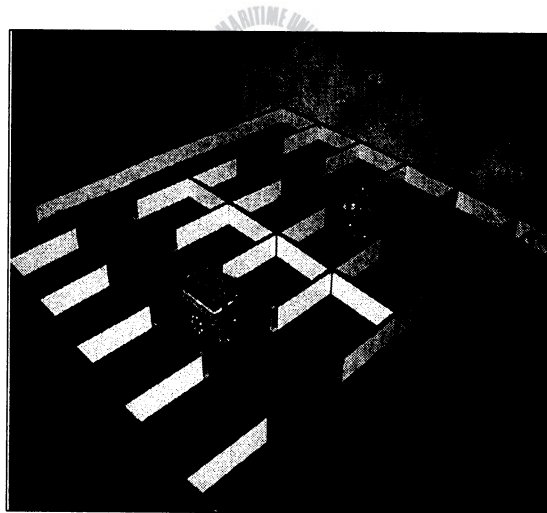


그림 4. 명령 수행 중인 소형 이동 로봇

여기서, 작업구간을 가로는 1~6까지, 세로는 A~D로 정하였다. 한 작업격자간의 거리에 대한 하중을 $Q=1.5$ 로 하였으며, 이동시 소요되는 하중을 $R=2.5$ 으로 하였고, 거리 및 에너지에 대한 평가는 같다고 가정하자. 이때, 초기값으로서 이동 로봇A는 1B에, 로봇B는 5D에 정지상태로 있다고 하자.

수행하여야 할 작업 4개가 동시에 입력되었다고 가정하자. 이런 경우 각각 이동로봇의 작업에 대한 평가치는 표1과 같이 되어 이때의 작업수행 할당이 1과 4에 대해서는 로봇A가, 2와 3에 대해서는 로

봇B가 할당된다.

표 1 작업량에 대한 로봇의 작업할당

작업	작업내용	로봇 A		로봇 B	
		평가치	수행	평가치	수행
1	2D→4C 3회	50	○	62.5	
2	3A→4B 3회	487.5		112.5	○
3	1D→6B 1회	425		378.12	○
4	3B→2A 2회	487.5	○	913.28	

5. 결 론

본 연구에서는 소형 이동로봇을 이용한 자율 분산제어용 시뮬레이터를 개발하였다. 각 아톰으로써 2대의 로봇만을 사용하여 간단한 자율 분산제어를 행하여, 아톰 스스로 자율적인 Task 수행이 이루어짐을 보였다. 금후에는 위의 자율 분산제어를 대규모의 자동화 생산라인에 투입하여, CIM과 연계하여 체계적인 자율 자동공정화에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 清水, ほか, “ヒューマンサイエンス1”, 中山書店, 1984
2. A. Koestler, “ホロン革命”, 工作舎, 1983
3. G. Nicolis and I. Prigogine, “散逸構造-自己秩序形成の物理學的基礎-”, 岩波書店, 1980
4. 西川, “大規模システムにおける動的秩序の形成をめぐって”, 計測と制御, pp. 211-216, 1986
5. B.A. Francis and W.M. Wonham, “The Internal Model Principle for Linear Multivariable Regulators”, App. Math. & Oprim., pp. 170-194, 1975
6. 김은희, 오준호, “소형 이동 로봇의 실시간 경로계획과 영상정보에 의한 추적제어”, 한국정밀공학회 '97년도 춘계학술대회논문집, pp. 25~29, 1997
7. 이동욱, 심귀보, “유전 프로그래밍에 의한 자율 이동 로봇군의 협조행동 및 제어”, 한국자동제어학술대회, pp. 1177~1180, 1996
8. “16 Bits - Embedded Control Handbook”, Intel corporation, 1991
9. “센서 인터페이싱”, 기전연구소, 1986

