

1:N 무선 통신 기반의 이동로봇 위치 추종에 관한 연구

이경수, 오성남, 김갑일, 손영의
 명지대학교 전기공학과

A research on moving robot's tracking position based on 1:N wireless communication

Gum-Su Lee*, Sung-Nam Oh*, Kab-Il Kim*, Young-Ik Son*
 Dept. of Electrical Engineering, Myongji University

Abstract - 본 논문에서는 GPS, Bluetooth 모듈을 사용하여 이동로봇의 군집이동에 관한 연구를 다루었다. 로봇 통신 모델로는 특정한 수신자가 정보를 받을 것을 기대하지 않고 통신가능 범위 안으로 들어왔을 때 상대방에게 정보를 보내는 방법인 사인보드 모델을 선택하였다. 군집간 제어를 위한 총 3대의 실외 이동용 로봇제작과 로봇의 좌표인식, 방향을 찾기 위해 GPS수신 모듈과 Bluetooth 송·수신기를 사용하였다. 실험에 쓰인 모든 이동용 로봇에 GPS수신기와 Bluetooth 송·수신기를 장착하였고, GPS수신기로부터 받은 Master-이동로봇의 위치좌표를 Bluetooth통신 영역 내에 있는 모든 이동로봇에게 송신을 한다. 각 Slave-이동로봇은 Master-이동로봇으로부터 받은 위치 좌표로 로봇간의 거리와 방향을 계산하며 이를 토대로 군집 로봇의 이동 알고리즘을 구현하였다. 본 논문에서는 군집간 제어를 위해 군집 로봇 시스템을 제작하였으며 상대적인 위치, 거리 유지, 진행방향을 계산한다. Master-이동로봇과 Slave-이동로봇 간의 1:N 실시간 통신과 일정거리를 유지함으로써 군집간 제어를 하였다.

1. 서 론

최근 로봇의 응용분야가 다양해지고 복잡해짐에 따라 로봇 시스템에 대한 연구가 많이 이루어지고 있고 로봇이 활용되어 가고 있는 범위가 점점 넓어져 가고 있다. 로봇들은 인간의 편리함과 필요에 의해 인간이 원하는 일을 대체 수행을 하거나 많은 위험한 분야에서도 사람들을 대신하여 임무를 수행하기도 한다. 또한, 근래에는 로봇이 사람을 대신하여 경비, 탐색 등 보안 시스템에 적용을 하거나 군인의 역할을 대신하여 주어진 임무를 수행하고 있다. 이러한 로봇 시스템은 기존의 한 대의 로봇을 가지고는 많은 업무를 수행할 수 없기 때문에 군집 로봇의 필요성이 증가되어져 가고 있다. 이러한 군집 로봇 시스템을 제어하기 위해서 과거에는 "중앙 집중식 제어"를 많이 사용하고 있었지만 최근 로봇시스템은 제어해야 할 로봇 제어 시스템들이 거대화 되고 복잡해짐에 여러 알고리즘이 제안되고 적용되어지고 있다. 다수의 이동로봇에 의한 효과는 크게는 군 전체의 거동을 나타내는 군 행동과 작게는 시스템내의 작업을 수행하는 협조 작업으로서 나타내게 된다. 로봇간의 협조 작업의 경우 다른 로봇의 행동을 감지하기위해 자신의 상태 및 정보를 교환함으로써 쉽게 협조 작업을 수행할 수 있다. 군 전체의 이동이나 배치 등과 같은 군 행동은 센싱 기능에 의해서도 구현이 가능하다.[1]

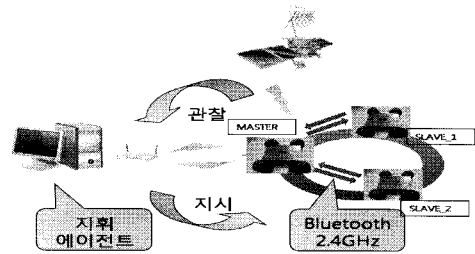
이러한 로봇들을 제어하기 위해 사용되는 센서에는 초음파 센서, 비전 센서, 가속도 및 자이로센서 등이 사용되고 로봇간의 통신을 하기 위해서는 RF통신, Bluetooth 통신 등을 사용하고 있다. 기존 로봇 시스템에서는 다수의 로봇을 제어하기 위해 비전 센서를 사용하였으며 로봇간의 위치, 거리 인식을 위해 초음파 센서를 사용하였다. 비전 센서의 경우 정확한 환경정보를 얻을 수 는 있지만 다른 센서에 비해 처리해야 하는 데이터양이 많고 데이터 처리에 있어서 고사양의 시스템을 필요로 한다. 초음파 센서 경우 측정거리가 제한되며 노이즈가 많이 생기고 주변의 장애물에 간섭을 많이 받는 단점이 있다.

본 논문에서는 주변 장애물, 노이즈 등에 간섭을 영향이 적은 GPS모듈과 Bluetooth 모듈을 사용하였다. GPS모듈은 위성으로부터 현재 위치, 방향 등 수신된 값을 계산 할 수 있고 실내에서는 사용할 수 없는 단점이 있지만 실외에서는 장애물의 간섭이 적은 장점이 있다. 로봇간의 통신은 최대 100m~1Km까지 전송이 가능하고 안정적 통신이 가능한 Bluetooth를 사용하여 로봇간 통신이 가능하도록 설계하였다. 본 논문에서는 이동로봇 간의 좌표 및 상대적 위치를 송·수신하여 상호간의 정보교환을 통해 다른 독립 물체를 추종하기 위한 위치추적 알고리즘을 제시한다.[2]

2. 본 론

2.1 전체 시스템 구성

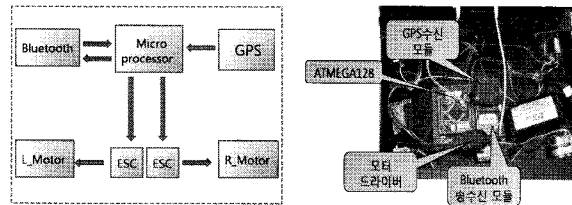
실험에 사용된 전체 시스템도는 <그림1>과 같으며, 이동로봇들 간의 통신은 GPS위성으로부터 수신 받은 좌표 값을 Bluetooth 송·수신모듈을 이용하여 통신을 한다. 각각의 로봇 간 통신을 통하여 Master-로봇의 좌표와 방향을 통신범위 내에 위치한 Slave_1, Slave_2 로봇들이 수신을 받아 탐색을 한다. Master로봇의 위치 인식 및 방향을 결정되면 위치를 추종하고 Master-이동로봇으로부터 위치 정보나 통신상태 등을 지휘 에이전트에서 확인할으로써 군집간 이동 및 제어가 가능하다.



<그림 1> 전체 시스템 구조

2.2 로봇 시스템

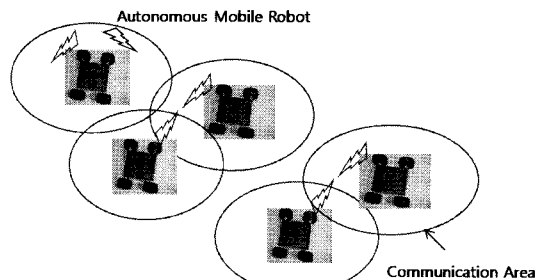
로봇시스템은 <그림2>과 같이 제어부, 구동부, 기구부로 나누어지며, 연산 처리장치인 CPU와 통신모듈, DC모터 구동에 필요한 모터 드라이버를 제작하였다. 메인 CPU는 ATmega128을 이용하여 GPS신호를 수신, Bluetooth 송·수신 처리하여 각각의 로봇을 제어 하도록 구성하였다. 각각의 이동 로봇에 Bluetooth 송·수신모듈과 GPS가 각각의 로봇에 장착되어 있으며 모터 드라이버는 듀얼채널 MOSFET을 사용하여 모터제어를 하였다. Master-이동로봇에는 2개의 MCU, 3개의 Bluetooth를 설치하였다. MCU_1에서는 Slave로봇들과 2개의 Bluetooth 이용하여 통신을 하였고, 다른 MCU_2에서는 MCU_1에서 처리한 데이터를 MCU_2를 통해 컴퓨터로 전송을 하였다.



<그림 2> 로봇 시스템도 및 내부 회로

2.3 로봇 통신 모델

로봇간의 통신은 특정한 수신자가 정보를 받을 것을 기대하지 않고 정보를 보내는 사인보드(sign board) 모델의 사용하였다. 아래 <그림 3>은 사인보드 모델의 개략도이다. 사인보드 모델(sign board model)은 자신이 가진 정보를 주변으로 내보내는 방식이다. 이때 특정한 수신자가 정보를 받을 것을 기대하지 않으며 로봇이 서로 통신 가능범위 안으로 들어왔을 때 상대방의 정보를 획득할 수 있다. 여기에 사용되는 정보는 시스템에 관계된 정보로서는 다른 로봇에게 알려야 할 필요성이 있는 내용과 다른 로봇이 행동을 예측하는데 필요성이 있는 정보 즉, 로봇의 위치, 이동방향, 상태 등이 된다. 이와 같은 사인보드 모델은 기본적인 정보전달이나 다른 로봇의 행동 예측을 위한 방식으로서 프로그래밍이 쉽고 통신 방법이 단순하며 비교적 시스템에 쉽게 적용할 수 있기 때문에 본 논문에 적용하였다.[3]



<그림 3> 사인 보드 모델

2.4 통신 시스템

로봇의 통신시스템은 로봇의 위치, 방향을 계산하기 위해 GPS모듈과 로봇간의 실시간 통신을 위해 Bluetooth 모듈을 사용하였다. 로봇간의 통신을 위해 쓰인 모듈은 2.4GHz인 블루투스 송·수신 모듈을 사용하였으며 RS232 기반의 장비에 UART 인터페이스를 통한 모듈형태이다. 통신거리는 100m, 페치안테나 적용할 경우 1km까지 송·수신이 가능한 모듈이다. <표1>은 로봇간의 통신에 사용된 Bluetooth 송·수신 모듈의 제원이다.



<그림 4> Bluetooth 송·수신모듈



<그림 5> GPS모듈

표1. Bluetooth 송·수신모듈 제원

Supply Voltage (Vdc)	Distance (meter)	Baud Rate (Kbps)	Receive Sensitivity (dBm)
3.3	30~100	1200~230	-88

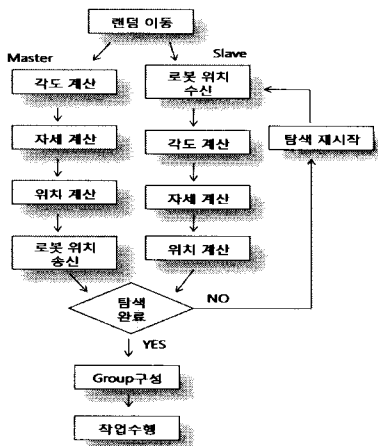
로봇의 위치 정보 및 방향 계산을 위해 쓰인 GPS수신기는 페치안테나 일체형 이며, 39mA의 낮은 전력을 사용한다. 또한, GPS의 Data를 처리하여 10여 가지의 정보를 실시간(1초 간격)으로 업데이트 되며 날짜, 시간, 속도, 위도좌표, 위성의 수 등 여러 정보를 얻을 수 있다. <표2>는 로봇의 위치 정보 및 방향을 계산하기 위해 쓰인 GPS 수신기의 제원이다.

표2. GPS 수신기 제원

Supply Voltage (Vdc)	Channels	Baud Rate (bps)	Frequency (MHz)
3.3 or 5	51	9600	1572.42

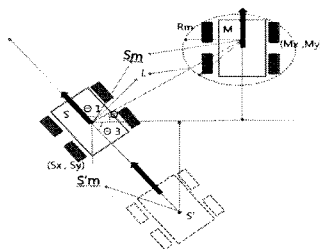
2.5 로봇 행동의 흐름도

<그림6>은 하나의 로봇이 Master-로봇을 탐지하고 팀을 구성하는 방법의 흐름도이다. Master-로봇이 임의로 움직인 상태에서 Slave-로봇이 탐색을 하다 Master-로봇을 탐지하게 되면 하나의 그룹을 형성하게 된다.



<그림 6> 로봇 그룹구성을 위한 흐름도

2.6. 위치추적 알고리즘



<그림 7> 로봇의 탐색 후 이동 경로

실험에서 Master-이동로봇을 추종하기 위한 알고리즘에는 S-로봇, S-로봇의 이전 좌표 값 S'의 좌표 값을 알아야 하며, 로봇의 반경 주위까지의 거

리를 계산을 해야 한다. 각 θ1의 값을 알 수 있다면 M-로봇에 대한 S-로봇의 방향을 설정 할 수 있다. Master로봇과 Slave 로봇의 기울기를 Sm이라고 하고 Slave와 Slave-로봇의 이동전 위치의 기울기를 Sm'이라 한다면 각도 θ1의 값은 식(1)에 의해 얻을 수 있다.

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left(\frac{Sm' - Sm}{1 + Sm \cdot Sm'} \right) \quad (1)$$

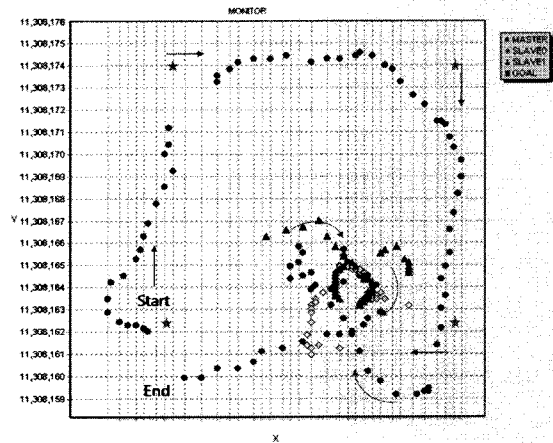
S-로봇이 M-로봇을 추적을 하기 위해서는 M-로봇의 원 주위까지 도달하면 즉 거리 L을 계산을 하게 되면 S-로봇은 M-로봇을 추적하게 되는 것이다. L의 거리를 계산하기 위한 수식은 (2), (3)과 같이 계산된다.

$$Sm = \sqrt{(Mx - Sx)^2 + (My - Sy)^2} \quad (2)$$

$$L = Sm - Rm \quad (3)$$

S-로봇과 M-로봇간의 거리인 Sm과 M-로봇의 중심으로부터 거리인 Rm의 차이가 S-로봇이 이동 하려는 거리와 위치이며 θ1의 값은 S-로봇이 하고자 하는 턴의 방향이 된다. 즉, θ1 값과 L, Sm의 값을 구하면 상대 로봇에 대한 방향과 거리를 계산할 수 있다. (1), (2), (3)의 수식으로 부터 로봇의 이동전 좌표 값, 현재 위치와 추종하려는 로봇의 좌표를 이용하여 거리와 각을 계산하면 Master-로봇을 Slave-로봇이 추종 및 이동을 할 수 있다.

2.7. 실험 결과



<그림8. Master, Slave 로봇 주행 결과>

<그림8>은 위치추적 알고리즘을 적용하여 실험한 결과이다. Master-로봇은 시작점에서 출발하여 12x12m를 주행 후 시작점으로 되돌아 온 것을 알 수 있다. 그림에서 Master-로봇과 Slave-로봇들 간의 거리차가 많을 때는 통신 두절로 인해 위치 추종이 불가능 하였지만 Master-로봇과 근접해 있을 경우는 Slave-로봇들이 Master-로봇을 추종을 하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 고성능 MTK 51채널 칩셋을 사용한 GPS와 안정적 통신이 가능한 Bluetooth 모듈을 사용하였다. 또한 로봇 통신 모델인 사인보드 모델을 적용하여 로봇의 군집 이동에 필요한 이동로봇 시스템을 구현 하였다. 로봇간의 정보 교환을 통한 다른 로봇을 추종하는 알고리즘을 구현함으로써 군집간 이동에 관한 연구에 기여를 할 것으로 여겨진다.

감사의 글

이 논문은 국방과학연구소 지원으로 수행하는 국방무인화기기술 특화연구 센터 사업의 일환 및 2008년도 정부(과학기술부)의 지원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (R11-2001-093-03005-0 (2008))

[참고 문헌]

- [1] 이동욱, "군집 로봇의 협조 행동을 위한 로봇 개체의 행동학습과 진화", 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, pp.131-137
- [2] 장성호, 이기혁, 우창현, 김동우, 윤재경, 김수용, "GPS 위성을 이용한 자동차용 자동항법장치용 소프트웨어 개발에 관한 연구", 대한원격탐사학회지, 제 9권 제2호, pp351-137
- [3] 이동욱, 심귀보 "자율이동로봇군의 협조행동을 위한 통신시스템 개발", 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, 제34호 S편 제3호, pp.307~319