

이동로봇의 주행성능 개선을 위한 맵 빌딩 알고리즘

김종화* · 김진규** · 임재권*** · 한승봉****

*한국해양대학교컴퓨터·제어·전자통신공학부, **대전·충남중소기업청 기술지원과, ***한국해양대 박사과정, ****삼성전자 DM연구소

A Map Building Algorithm for Improving Traveling Performance of a Mobile Robot

Jong-Hwa Kim* · Jin-Kyu Kim** · Jae-Kwon Lim*** · Seong-Bong Han****

*Division of Computer, Control and Communications Engineering, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**Regional Office of Daejeon-Chungnam, SMBA

***Graduate School of Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

****DM Research Center, Samsung Electronics Co. Ltd.

요 약 : 모바일 로봇이 알려지지 않거나 불확실한 환경 하에서 주행하기 위해서는 환경에 대한 정보를 가지고 있어야 하는데, 모바일 로봇이 환경정보를 수집하는 방법으로는 다양한 종류의 센서가 사용될 수 있다. 환경정보 수집 수단으로 초음파센서를 사용할 경우에는 비전센서나 레이저센서를 사용할 경우에 비하여 보다 저렴하게 환경인식시스템을 구성할 수 있다. 본 논문에서는 초음파센서를 사용하여 환경정보를 수집하는 맵 빌딩 알고리즘을 제안하고 이를 기반으로 한 주행알고리즘을 제안한다. 제안된 주행알고리즘을 로봇이 주행하기 위하여 부가적으로 요구되는 위치보정 알고리즘에 대해서도 논의한다.

핵심용어 : 모바일 로봇, 맵 빌딩 알고리즘, 위치보정 알고리즘

ABSTRACT : In order for a mobile robot to move under unknown or uncertain environment, it must have an environmental information. In collecting environmental information, the mobile robot can use various sensors. In case of using ultrasonic sensors to collect an environmental information, it is able to comprise a low-cost environmental recognition system compared with using other sensors such as vision and laser range-finder.

This paper proposes a map building algorithm which can collect environmental information using ultrasonic sensors. And also this paper suggests a traveling algorithm using the map building algorithm for environmental information. In order to accomplish the proposed traveling algorithm, this paper additionally discusses a position revision algorithm.

KEYWORDS : mobile robot, map building algorithm, position revision algorithm

1. 서 론

이동로봇이 주어진 임무를 원활히 수행하기 위해서는 목표지점까지 정확하게 이동할 수 있는 주행기능, 동작환경에서 임무수행과 관련하여 새롭게 얻어진 정보를 바탕으로 로봇의 주행 조건을 결정할 수 있는 인공 지능적 기능, 이동환경이나

작업 환경을 정확하게 인식할 수 있는 환경 인식기능 등이 필요하고 이의 선행 조건으로서 맵 빌딩이 이루어진다면 좀 더 완벽한 이동로봇의 성능을 예상할 수 있을 것이다[1]-[3].

요즘 각광받고 있는 청소로봇을 예로 들면, 센서를 통하여 주변 환경을 인식하기 때문에 사용자의 도움 없이 청소, 장애물 회피 등의 기능을 수행할 수 있다. 하지만 청소로봇의 환

* kimjh@hhu.ac.kr

** kimjk74@smba.go.kr

*** jackson76@dreamwiz.com

**** seungbong.han@samsung.com

경 인식기능은 전체적인 공간에 대한 인식이라기보다 청소로봇이 놓여 있는 순간에 대한 인식이다. 이러한 점 때문에 기존의 청소로봇은 전체적인 공간을 염두에 둔 주행이나 청소를 수행하기 힘들었고, 이로 인해 매우 비효율적인 청소나 주행을 수행하는 경우도 쉽게 찾아볼 수 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 이동로봇이 존재하는 전체적인 공간에 대한 인식을 위한 환경 인식기능이 반드시 선행되어야 할 것이며 그로 인해 완벽한 맵 빌딩이 이루어 질 수 있을 것이다.

이에 본 논문에서는 환경 인식기능을 수행하기 위한 맵 빌딩(Map building) 알고리즘을 제안하고 시뮬레이션을 통해 그 타당성과 유효성을 검증하고자 한다.

2. 맵 빌딩 알고리즘

2.1 맵 빌딩의 필요성과 방법

2.1.1 맵 빌딩의 필요성

이동로봇이 다양한 환경에서 주어지는 목표점까지 자율적으로 이동하기 위해서는 환경에 대한 지도정보가 필요하다. 이러한 지도는 주어진 환경을 미리 입력하는 방법이 일반적이거나, 사람의 접근이 어려운 방산능 유출지역 등과 같이 위험에 노출된 특수 환경에서는 장애물 등의 정확한 위치정보를 사전에 입력하는 것이 쉽지 않다. 또한 로봇의 사용 환경이 시간에 따라 변화하는 경우에는 입력한 위치정보의 수정작업이 불가피하다. 따라서 이동로봇은 임무완수의 효율성을 위해 이러한 위험 지역이나 동적 환경 속에서도 자율적으로 이를 인지하여 지도를 형성할 수 있어야 한다. 또한 이동로봇이 존재하는 환경에 대한 정보를 이동로봇 스스로가 인지할 수 있도록 하는 것이 시간에 따른 환경 변화에 이동로봇이 쉽게 적응할 수 있는 방법이라 할 수 있다[2][3].

2.1.2 맵 빌딩 방법

기존에 사용되고 있는 이동로봇의 센서를 이용한 환경 지도 작성 방법에는 크게 두 가지가 있다. 특징 추출법과 격자식 방법이 그것이다. 특징 추출에 의한 지도 작성은 주어진 환경의 평면(Plane), 구석(Corner), 모서리(Edge) 등을 검출하여 이를 트리(Tree) 등의 형태로 저장하는 방법이다. 평면, 구석, 모서리와 같은 특징점에 대한 비교적 정확한 정보를 얻을 수 있으나 반대로 특징점만을 기준으로 하여 환경 정보를 획득하기 때문에 이를 이용한 장애물 회피, 경로설정 등의 응용에 어려움이 따른다. 격자식 방법은 주어지는 환경을 2차원 또는 3차원 격자로 나눈 후 해당되는 셀(Cell)에 가중치를 부여하여 표현하는 방법이다. 셀의 크기에 따라 정밀성과 계산 시간이 결정되는 한계가 있는데 그 대표적인 경우를 마이크로 마우스의 예를 통해 확인할 수 있다[4][5].

본 논문에서는 위 두 가지 방법의 장점을 모두 응용한 방법을 이용하여 맵 빌딩을 수행하고자 한다. 최초 이동로봇에

부착되어 있는 초음파 센서를 통해 획득되는 거리 및 방향 정보를 바탕으로 평면, 구석, 모서리 등을 검출하고 이를 특징 추출법처럼 단순히 트리 등과 같은 저장 공간에 저장하는 것이 아니라 격자식 방법처럼 환경을 2차원 격자 형태로 나누고 그 2차원 격자의 각 셀에 가중치를 주어 저장하는 것이다. 이렇게 함으로써 평면, 구석, 모서리 등을 상세히 표현할 수 있다는 장점을 유지하면서 2차원 격자 형태로 그 정보를 저장함으로써 특징 추출법에서 단점으로 지적되었던 장애물 회피, 경로설정 등의 문제를 해결할 수 있다. 그리고 2차원 격자에서 단점으로 지적되었던 셀의 크기로 인한 한계점 등은 셀의 크기를 충분히 작게 설정함으로써 정밀성을 높여 극복하고자 하였다.

3. 맵 빌딩

3.1 맵 빌딩 수행 환경

맵 빌딩은 초음파 센서를 이용해 이루어지는데, 전방에 4조, 좌우측면에 각 2조씩 총 세 방향에 총 8조를 배치하여 이동로봇 주변의 환경 정보를 수집하게 되고 이를 바탕으로 맵 빌딩을 수행하게 된다. 초음파 센서는 2조를 한 쌍으로 하여 2조의 초음파 센서가 동일한 지점에서 90°의 각을 이루고서 서로 다른 방향을 바라보도록 배치한다.

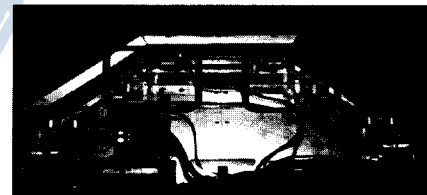


Fig. 1 Ultrasonic sensors arranged like the sector shape

그리고 전방에 위치한 2쌍의 초음파 센서는 평행하게 배치하고 좌우측면에 배치된 2쌍도 서로 평행하게 배치되 전방에 배치된 초음파 센서보다는 뒤쪽에 배치하여 Fig. 1과 같이 전체적으로 방사형을 이루도록 하였다. 전체적인 모양에서는 방사형을 이루고 부분적인 지점에서는 90° 각도를 이루고서 2개의 초음파 센서를 배치함으로써 이동로봇의 전방 180° 내의 환경 정보를 손쉽게 확인할 수 있도록 하였다. 또한 좌우측면과 달리 전방에 2쌍의 초음파 센서를 배치한 이유는 전방에 위치한 장애물이 평면, 구석, 모서리인지를 확실히 구분하기 위함이다.

3.2 맵 빌딩 수행 과정

이동로봇은 인지하지 못한 공간에 위치하고 있기 때문에 공간에서 가운데 위치하고 있다고 가정하고 출발하게 된다.

이동로봇이 출발과 동시에 초음파 센서를 통해 주변 환경 정보를 수집하여 가장 가까운 벽이나 장애물이 위치한 곳으로 이동하게 된다. 되도록이면 이동로봇이 최초 향해 있던 방향을 선택하게 되는데, 이는 이동로봇의 특성상 방향전환(Turn)을 수행할수록 오차가 발생할 확률이 높기 때문이다. 가까운 벽이나 장애물로 이동한 이동로봇은 벽과 이동로봇의 좌우측면을 평행하게 유지한 상태에서 이동로봇이 이동하게 된다. 이동로봇이 벽을 따라 이동하면서 전방과 좌우측면에 위치해 있는 총 8조의 초음파 센서를 통해 주변 환경 정보를 수집하게 된다. 이동로봇이 벽을 따라 이동을 하면서 방향 전환을 수행해야 할 경우에는 방향 전환에 따른 오차를 최소화하기 위해 15°를 기준으로 하여 방향 전환을 수행한다. 벽을 따라 이동로봇의 이동 및 방향 전환 등의 반복적 수행을 거치게 되면 이동로봇은 최초 출발한 위치에 도달하게 된다. 그리고 이러한 사실은 이동로봇이 그린 궤적이 폐곡선(Closed-loop)인지를 통해 확인할 수 있다. 이동로봇은 벽을 따라 이동하면서 일정 거리 간격으로 인덱스(Index)를 지정하고 벽을 따라 이동하면서 부여된 인덱스를 확인함으로써 폐곡선이 생성된 것을 확인할 수 있다. 폐곡선이 생성될 때까지 이동 및 방향 전환 등의 반복적 수행을 하다가 폐곡선이 생성된 후에는 폐곡선 내부의 탐색 유무를 점검하게 된다. 벽을 따라 이동을 하면서도 벽과 반대 방향에 위치해 있는 초음파 센서는 내부 공간을 탐색하고 있기 때문에 작은 크기의 공간에서는 폐곡선 내부 공간에 대한 별도의 탐색이 필요 없지만, 큰 공간에서는 내부 공간에 대한 별도의 탐색이 필요하기 때문이다. 폐곡선 생성 후 내부 공간에 대한 탐색이 완료되어 있지 않다면 이동로봇은 폐곡선 내부로 이동하여 인식되지 못한 주변 환경에 대한 탐색을 수행하게 된다. 벽을 따라 이동하며 완성한 공간에 대한 윤곽과 내부 공간에 대한 탐색이 모두 완료되고 나면 일련의 맵 빌딩은 완료된다.

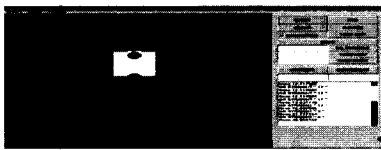


Fig. 2 Start the map building



Fig. 3 The mobile robot moving along the wall

맵 빌딩을 수행할 때 역할에 있어 크게 두 부분으로 나누어 볼 수 있다. 맵 빌딩 과정 중 벽이나 장애물을 찾아 이동하여 벽을 따라 이동하면서 초음파 센서를 통해 정보를 수집하는 단순 반복적인 작업과 이렇게 수집된 주변 환경에 대한

정보를 바탕으로 맵을 그리고 폐곡선의 유무나 탐색 완료 여부 등을 점검하는 응용 부분으로 나누어 생각해볼 수 있는데, 두 부분의 유기적인 결합을 통해 맵 빌딩이 이루어지게 된다.

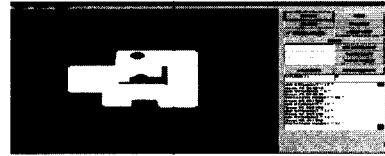


Fig. 4 Complete the closed-loop



Fig. 5 The mobile robot scanning the inside



Fig. 6 Complete the map building

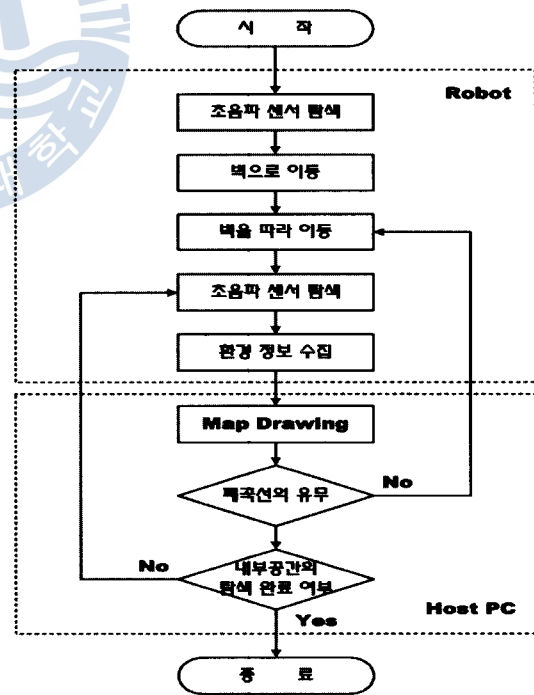


Fig. 7 Flowchart of the map building algorithm

Fig. 2 ~ Fig. 6은 맵 빌딩 초기부터 완료할 때 까지를 시뮬레이션 한 것이고, Fig. 7은 지금까지 설명한 맵 빌딩 알고리즘을 순서도로 간략화 하여 나타낸 것이다.

4. 위치 보정 알고리즘

4.1 위치 보정 알고리즘의 필요성

맵 빌딩 알고리즘을 수행하는데 있어 가장 기본이 되면서도 가장 중요한 점이 이동로봇의 수평 유지이다. 하지만 여러 가지 요인들로 인해 유지에 많은 문제점이 발생하게 되는데 이를 보완하기 위해 위치 보정 알고리즘이 필요하게 된다. 수평 유지에 있어 문제점으로 작용하는 것 중에는 다음과 같은 것들이 있다. 이동로봇의 제작이 정밀한 설계를 바탕으로 하였음에도 정확한 좌우 대칭을 이루지 못해 장거리 이동시 좌우의 이동거리차가 발생하게 되고, 동일한 DC 기어 모터와 엔코더를 사용하여도 동일한 PWM 입력에 대해 미세하게 다른 값을 출력하는 경우가 있다. 또한, 동일한 모터 출력 값에 대해서도 미세하게 다른 엔코더 피드백 값을 출력하는 경우도 있다. 이러한 차이가 아주 작은 차이일지라도 이동거리가 길어질수록 차이는 누적되어 맵 빌딩 과정에 영향을 미치게 된다. 이뿐만 아니라 DC 모터의 특성상 기동 전류로 인한 급작스런 동작, 정지할 때에 발생하는 DC 모터의 슬립 현상 등으로 인해 이동로봇의 수평이 흐트러지는 경우가 발생하게 된다.

4.2 위치 보정 알고리즘

위치 보정 알고리즘은 크게 4가지 경우에 맞추어져 구성하였다. 첫 번째는 이동로봇이 출발할 때에 가장 가까운 벽으로 이동하거나 폐곡선의 생성을 완료하고 내부 공간에 존재하는 장애물에 대한 탐색을 수행하는 경우에 유용하게 사용할 수 있는 위치 보정 알고리즘이다.

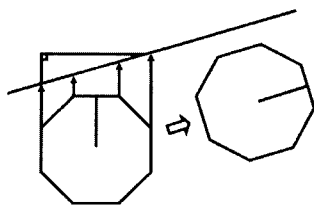


Fig. 8 The position revision algorithm deciding a rotating angle

즉, 이동로봇이 전방에 벽이나 장애물을 감지하여 방향 전환을 수행해야 하는 경우이다. 방향 전환을 수행하기 전 이동로봇 전방에 배치되어 있는 4개의 초음파 센서를 통해 각각의 거리 값을 획득한다. 그리고 거리 값을 이용하여 Fig. 8과 같이 한 변의 각이 90°인 직각 삼각형을 구성하여 이동로봇과 벽, 장애물이 이루고 있는 각도를 계산한다. 이렇게 계산되어진 각도는 15° 단위 기준으로 이동로봇의 방향 전환에 활용하게 되는 것이다. 두 번째는 장애물을 기준으로 방향 전환을 수행해야 하는 경우에 유용하게 사용할 수 있는 위치 보정 알

고리즘이다. 이동로봇이 좌우측으로 방향 전환을 수행해야 하는 경우 Fig. 9처럼 좌우측면에 위치한 초음파 센서를 통해 이동로봇과 장애물 간의 거리 값을 획득하고 이동로봇의 크기를 고려하여 방향 전환을 수행하게 된다. 초음파 센서를 통해 거리 값을 확인하고 위치 보정 알고리즘을 이용해 방향 전환을 수행함으로써 방향 전환 후에 장애물과 수평을 유지하기 위해 거리나 위치를 수정하는 추가적인 작업이 불필요하게 된다.

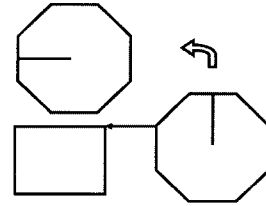


Fig. 9 The position revision algorithm deciding a direction change

세 번째는 이동로봇의 슬립 현상과 같은 DC 모터 특성이나 이동로봇의 좌우 비대칭으로 인해 이동로봇의 방향이 틀어질 경우에 유용하게 사용할 수 있는 위치 보정 알고리즘이다.

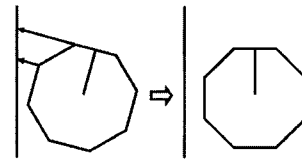


Fig. 10 The position revision algorithm maintaining a horizontality against the wall

벽과 수평을 유지한 채 이동하는 과정에서 이동로봇의 좌우측면에 각기 위치한 2개의 초음파 센서를 통해 벽과의 거리 값을 확인하게 된다. 2개의 초음파 센서 값이 틀릴 경우 첫 번째 위치 보정 알고리즘에서처럼 직각 삼각형을 구성하는 방식을 통해 이동로봇과 벽이 이루고 있는 각도를 계산할 수 있다. 또한 첫 번째 위치 보정 알고리즘에서와 마찬가지로 이동로봇과 벽이 15° 이상의 차이를 보일 경우 Fig. 10과 같이 15° 단위로 이동로봇의 위치를 보정하게 된다.

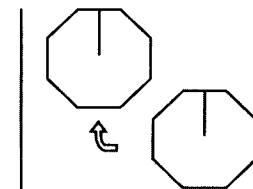


Fig. 11 The position revision algorithm maintaining a valid distance

마지막은 이동로봇에 배치된 초음파 센서 값의 유효 거리를 유지하는데 유용하게 사용할 수 있는 위치 보정 알고리즘이다. 초음파 센서는 일반적인 경우 최대 4m까지 거리 측정이

가능하지만 환경에 따라 일정 거리 이상 멀어질 경우 초음파 간 간섭, 경면 반사 등으로 인해 그 유효성이 훼손될 수 있다. 따라서 환경이나 상황에 맞게 특정 거리 안의 센서 값만 유효한 값으로 활용하기 위한 유효 거리 지정이 필요시 된다. 즉, Fig. 11과 같이 이동로봇의 좌우측면에 배치된 초음파 센서의 센서 값을 확인하여 사용자가 지정한 유효 거리 이상으로 간격이 발생하게 되면 그 간격을 유효 거리 이내로 조정하기 위해 위치 보정 알고리즘을 수행하게 된다.

5. 시뮬레이션

본 논문에서 제안한 맵 빌딩 알고리즘과 주행 알고리즘의 타당성과 유효성을 검증하기 위해 시뮬레이션을 구성하여 결과를 확인하였다.

5.1 시뮬레이션

5.1.1 시뮬레이션의 구성

시뮬레이션은 가상의 맵을 탐색하는 이동로봇의 모습을 화면에서 확인할 수 있고, 다양한 명령어 버튼을 이용해 이동로봇을 제어할 수도 있다. 그리고 콘솔 창을 통해서도 이동로봇의 현재 상태나 센서 값 등을 확인할 수 있도록 구성되었다.

5.1.2 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 환경은 실제 환경과는 달리 이동로봇의 주행에 있어 센서의 오차나 구동부의 오차를 배제할 수 있기 때문에 좀 더 정확한 형태로 완성된 맵 빌딩 결과와 주행 결과를 얻을 수 있다.

첫 번째로 가장 기본적인 형태의 맵에서 실험을 수행해 보았다. 맵의 형태는 직사각형들이 연결된 형태로 폐곡선을 이루고 있으며 90°의 방향 전환점만을 가지고 있다. 그리고 내부에는 아무런 장애물도 존재하지 않는다. 15°를 기준으로 방향 전환을 수행하는 이동로봇의 특성상 90°의 방향 전환점은 오차를 가장 줄이면서 방향 전환을 수행할 수 있는 각도 중에 하나라고 할 수 있다. 그리고 내부 장애물이 존재하지 않기 때문에 공간에 대한 폐곡선의 산출과 내부 공간에 대한 탐색만 이루어지면 된다. 이렇듯 맵의 환경이 매우 단순하게 구성되어 있어 본 논문에서 제안한 맵 빌딩 알고리즘의 기본적인 성능을 테스트 하는데 매우 적합하다고 할 수 있겠다.



Fig. 12 Start the mobile robot

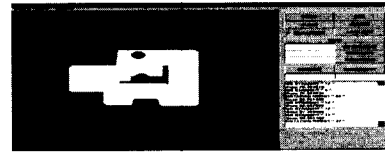


Fig. 13 Complete the closed-loop

이동로봇이 맵 빌딩을 시작하게 되면 Fig. 12에서 보는 바와 같이 초음파 센서를 통한 탐색을 바탕으로 가장 가까운 벽으로 이동하게 된다. 벽으로 이동한 후에는 이동로봇의 측면과 벽을 수평으로 한 채 벽을 따라 이동하면서 맵을 탐색하게 된다. 벽을 따라 이동하는 과정 중에 인덱스를 확인하여 최초의 출발 위치에 도달하게 되면 Fig. 13과 같이 잠시 정지하여 폐곡선의 생성 유무를 확인하게 된다. 출발지 인덱스 값의 확인 및 폐곡선의 생성이 확인되고 나면 내부의 공간에 대한 탐색 유무를 확인하게 된다. 탐색이 이루어지지 않은 공간이 존재한다면 내부 공간에 대한 탐색도 추가적으로 실시한다. 이러한 과정을 거쳐 완성된 맵의 형태는 Fig. 14에서 확인할 수 있다. 이렇게 맵을 완성한 후에는 완성한 맵을 바탕으로 하여 주행을 실시해 보았다. 내부 공간에 장애물이 존재하지 않기 때문에 방향 전환점이 비교적 적어 간단히 최단 경로를 생성하고 주행을 수행할 수 있으며 그 예를 Fig. 15에서 확인할 수 있다.



Fig. 14 Complete the map building



Fig. 15 Execution example of the traveling algorithm

두 번째로는 폐곡선이 정사각형 형태로 첫 번째 실험에서와 마찬가지로 90°의 방향 전환점만을 가지고 있는 맵에서 실험을 수행하였다. 그리고 내부에는 다각형의 장애물 4개가 존재하는 맵이다. 맵의 폐곡선은 정사각형 형태로 간단한 구조를 이루고 있어 탐색에 큰 어려움이 따르지 않지만 내부에는 4개의 서로 다른 모양의 다각형을 포함하고 있어 탐색에 많은 시간을 필요로 하게 된다. 전체적으로 맵의 폐곡선 형태는 단순하나 내부에 다양한 형태의 다각형이 존재하기 때문에 본 논문에서 제안한 맵 빌딩 알고리즘과 이동로봇의 위치 보정 알고리즘에 대한 성능을 테스트 하는데 매우 적합하다고 할 수 있겠다.

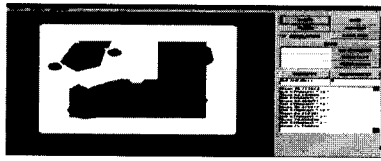


Fig. 16 Search an obstacle 1



Fig. 17 Search an obstacle 2

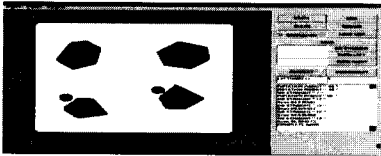


Fig. 18 Complete the map building



Fig. 19 Execution example of the traveling algorithm

이동로봇이 맵 빌딩을 시작하고 난 후 인덱스 확인을 통해 폐곡선의 생성 유무를 확인하는 과정, 탐색되지 않은 내부의 공간을 추가적으로 탐색하는 과정까지는 앞선 첫 번째 실험과정과 동일하다. 앞선 실험과 달리 내부 공간을 탐색하는 과정에서 장애물을 발견하게 되면 장애물에 대한 폐곡선 생성을 위해 벽을 따라 이동하는 것과 동일하게 장애물을 따라 움직이면서 탐색을 계속 수행하게 된다. 이때 벽을 따라 탐색하며 폐곡선을 생성할 때와 차이점은 회전 방향뿐이다. Fig. 16과 Fig. 17에서 이러한 과정을 확인할 수 있고, 완성된 맵의 형태는 Fig. 18에서 확인할 수 있다. 맵을 완성한 후에는 완성한 맵을 바탕으로 하여 주행을 실시해 보았다. 내부 공간에 장애물이 존재하기 때문에 장애물의 위치 등을 고려하여 최단 경로를 생성하고 주행을 수행할 수 있었고 그 예를 Fig. 19에서 확인할 수 있다.

마지막으로 실험을 수행할 맵은 두 번째 실험에서 사용된 맵과 동일하게 90°의 방향 전환점만을 가지고 있는 정사각형 형태의 맵이다. 그리고 내부에는 다각형의 장애물 5개가 존재하는 맵이다. 하지만 두 번째 실험에 사용된 맵과 가장 큰 차이점은 이동로봇이 출발할 때 가장 먼저 탐색하게 되는 것이 벽이 아니라 장애물이라는 것이다. 이 차이점으로 인해 두 번째 실험에서는 이동로봇이 정상적으로 폐곡선을 생성한 후 내부 공간에 대한 탐색을 수행하였지만 이번 실험에서는 폐곡선의 생성이 내부 공간의 일부 장애물에 대한 탐색 후에 이루어

지게 된다. 이동로봇에 의해 탐색되는 벽과 장애물의 순서를 이렇듯 바꾸어 봄으로써 본 논문에서 제안한 맵 빌딩 알고리즘의 유연성 및 활용도를 테스트 하는데 매우 적합하다고 할 수 있겠다. 이동로봇이 맵 빌딩을 시작하게 되면 가장 가까운 벽으로 이동하게 되고 이것은 실제 벽이 아니라 벽과 이동로봇 사이에 존재하는 장애물이다.



Fig. 20 Recognize an obstacle

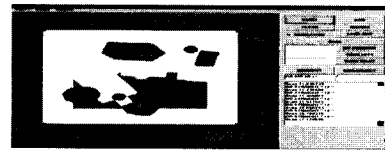


Fig. 21 Search an obstacle



Fig. 22 Complete the map building

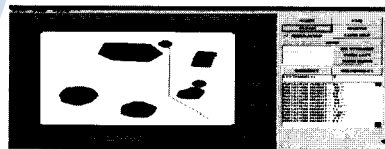


Fig. 23 Execution example of the traveling algorithm

장애물을 따라 이동로봇이 이동하고 난 후 Fig. 20과 같이 장애물에 대한 폐곡선이 완성되고 나면 이동로봇도 벽이 아니라 장애물임을 확인하게 된다. 장애물 확인 후 맵 빌딩을 계속 수행하기 위해 다시 가까운 벽으로 이동하게 된다. 물론 다시 이동한 벽도 장애물일 가능성은 충분히 가지고 있다. 벽으로 이동한 후부터 다시 맵 빌딩을 시작하게 되는데, 맵 빌딩 과정 중 인덱스 확인을 통해 폐곡선의 생성 유무를 확인하는 과정, 탐색되지 않은 내부의 공간을 추가적으로 탐색하는 과정까지는 앞선 첫 번째, 두 번째 실험과정과 동일하다. 두 번째 실험과정에서와 마찬가지로 내부 공간을 탐색하는 과정에서 장애물을 발견하게 되면 장애물에 대한 폐곡선 생성을 위해 장애물을 따라 움직이면서 탐색을 계속 수행하여 Fig. 21에서 이러한 과정을 확인할 수 있으며 이런 과정을 거쳐 완성된 맵의 형태는 Fig. 22에서 확인할 수 있다. 이렇게 맵이 완성된 후에는 완성된 맵을 바탕으로 하여 주행을 실시해 보았다. 장애물의 위치 등을 고려한 후 최단 경로를 생성하여 주

행을 수행하고 그 예를 Fig. 23에서 확인할 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 초음파 센서를 이용하여 다양한 형태의 이동로봇에 적용할 수 있는 맵 빌딩 알고리즘을 구현하여 이동로봇 스스로 환경 정보를 획득할 수 있는 방법을 제안하였다.

초음파 센서를 통한 정보 값을 바탕으로 특징 추출법, 격자식 방법을 혼용한 맵 빌딩 알고리즘으로 맵을 완성하였고 이러한 맵 빌딩 알고리즘을 수행함에 있어 발생하게 되는 오차를 최소화하기 위해 위치 보정 알고리즘도 구현하여 적용시켰다. 제안한 맵 빌딩 알고리즘은 시뮬레이션 프로그램을 통해 테스트함으로써 알고리즘의 성능과 타당성을 검증하였다.

본 논문에서는 초음파 센서만을 고려하였으나 경제적 측면을 고려할 필요가 없는 경우에는 비전이나 레이저 레인지 센서 등을 추가하여 좀 더 정확한 환경 정보의 수집과 활용이 가능할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 김현희, "적외선 레인지파인더 센서를 이용한 이동로봇용 환경지도 작성", 한국해양대학교 석사논문, 2002.
- [2] 문승욱, 지용관, 박장현, "정적 RFID 수동태그와 이동로봇의 상대위치인식에 대한 기법 연구", 한국정밀공학회, 학술대회지, pp. 892- 896, 2005.
- [3] 최창혁, 송재복, 김문상, "초음파센서를 이용한 자율 이동로봇의 위치추적", 한국정밀공학회, 학술대회지, pp. 666-669, 2000.
- [4] H. Moravec and A. Elfes, "High Resolution Maps from Wide Angle Sonar", Proc. IEEE Int. Conf. On Robotics and Automation, pp. 116-121, 1985.
- [5] A. Howard and L. Kitchen, "Generating Sonar Maps in Highly Specular Environments", Proc. of the 4th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision, pp. 637-642, 1996.
- [6] 김덕곤, "초음파 센서를 이용한 이동로봇용 환경인식시스템개발에 관한 연구", 한국해양대학교 석사논문, 2001.
- [7] 한영준, 한헌수, "2쌍의 초음파 센서를 이용한 측정 면의 위치추정 및 종류 분류 기법", 제어자동화시스템공학회논문지, Vol. 4, No. 6, pp. 747-752, 1998.

원고접수일 : 2007년 12월 10일

원고채택일 : 2008년 01월 23일

