공간분포 장애물 검출 및 맵핑
Detection and mapping of obstacles distributed in space

*#유기호 [1], 윤명종 [2]
*#K. H. Yu(yu@chonbuk.ac.kr)[1], M. J. Yoon[2]
[1] 전북대학교 기계항공시스템공학부, [2] 전북대학교 대학원 메카트로닉스공학과

Key words : Obstacle detection, space grid map, ultrasonic sensor, walking guide robot, the blind

1. 서론

보행중인 시각장애인에게 필요한 정보로는 보행경로 상의 장애물, 요철을 포함한 보행로의 상태, 다른 보행자의 위치 등이다. 이 중 시각장애인에게 가장 중요하며 필요로 하는 정보는 보행경로 상의 장애물의 공간분포라 할 수 있다. 보행중인 시각장애인이 보행경로상에 있는 장애물의 공간분포를 인지할 수 있다면, 그 정보를 바탕으로 스스로 판단하여 안전한 경로로 보행을 할 수 있을 것이다. 장애물 정보를 주로 청각을 통해 전달하는 기존의 보행 안내 장치(ETA, Electronic Travel Aid)들의 문제점을 해결하고자, 시각의 대체감각인 촉각을 통하여 장애물의 공간분포 정보를 전달하는 시각장애인용 보행 안내 장치의 개발이 본 연구의 최종 목표이다[1].

본 연구에서 제안하는 촉각을 통한 장애물의 공간분포 정보 전달 방법 개념도를 Fig. 1 에 나타내었고, 그 절차는 다음과 같이 가정하였다. 첫째, 장애물의 공간분포 정보 획득은 기존의 모바일(mobile) 로봇에서 사용하고 있는 기술들을 적용 및 응용한다[2]. 예로서, 보행중인 시각장애인에게 필요한 매달린 형태의 물체를 포함한 장애물 공간분포 정보를 획득하기 위해서 다수의 거리 센서를 이용한 3 차원 장애물 위치 정보 획득 방법을 적용할 수 있다. 둘째, 장애물 공간 분포 정보를 표현하기 위해서 일반적으로 모바일 로봇 기술에서 쓰이는 격자지도 방법을 응용한 공간격자지도(space grid map) 방법을 적용한다. 셋째, 공간격자지도 방법을 통해 얻은 장애물 공간분포 지도와 촉각제시장치의 촉각자극요소와의 맵핑(mapping)을 통하여 촉각을 통한 장애물 공간분포 정보 전달을 구현한다.

기존의 모바일 로봇의 경우 평면 2 차원 장애물 분포 정보만 요구되었으나 보행중인 시각장애인의 경우 기존의 평면 장애물 분포 정보로는 얻을 수 없는 간판 등 매달린 형태의 장애물이나 차단봉 등과 같이 옆으로 돌출된 형태의 장애물 등은 안전한 보행을 위해 꼭 필요한 정보이다. 그러므로 본 연구에서는 장애물의 3 차원 정보 즉, 공간분포 정보 획득이 중요하다고 판단되어 거리 센서를 이용하여 이를 구현하고자 한다. 이를 위해서 본 논문에서는 다수의 초음파 센서를 이용한 공간분포 장애물 검출 및 검출된 공간분포 장애물 정보를 바탕으로 공간격자지도를 구성하는 방법을 제안하고, 제안한 방법을 평가하기 위해서 실험을 수행하고자 한다.

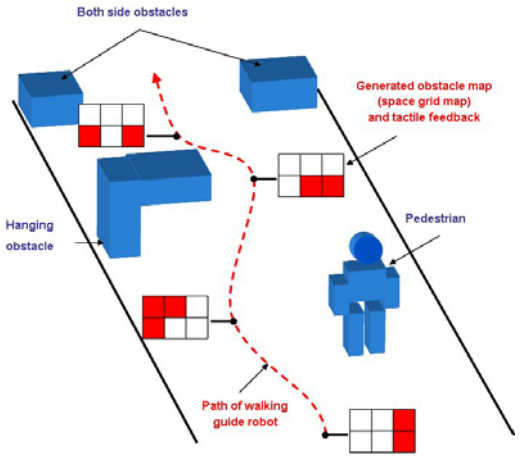


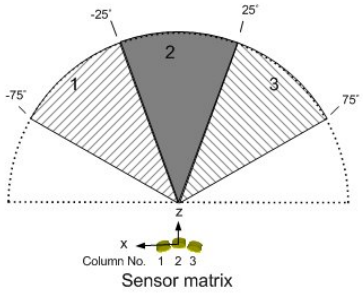
Fig. 1 Concept of tactile feedback for transfer of obstacle information

2. 공간분포 장애물 검출 및 맵핑 방법

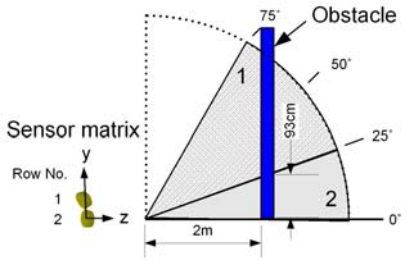
2.1 공간분포 장애물 검출

공간상에 분포한 장애물을 검출하기 위해서 다수의 초음파 센서를 사용한다. 사용된 초음파 센서의 측정원리는 일반적으로 널리 쓰이는 TOF(Time Of Flight) 방법을 사용한다. TOF 는 초음파의 송신 시간과 송신된 초음파가 물체에 반사되어 수신된 시간의 차를 이용하여 거리를 계산하는 방법이다.

Fig. 2 는 6 개의 초음파 센서를 이용하여 공간분포 장애물을 검출하는 기본 개념을 나타내고 있다. 본 논문에서는 장애물의 공간분포를 6 개의 영역으로 나누고, 각 영역을 6 개의 초음파 센서가 각각 검출하도록 한다. 6 개의 초음파 센서는 2×3 의 센서 매트릭스를 구성한다. Fig. 2 (a)는 센서 매트릭스 중 각 column 센서들의 검출 영역을 나타내고 있다. 횡방향(azimuth direction)의 전체 검출 범위는 약 150 ° 이며, 각 센서의 검출 범위는 약 50 ° 이다. 각 column 센서들의 지향각은 왼쪽부터 -50 ° , 0 ° , 50 ° 이다. 공간상의 장애물 중 매달린 형태나 혹은 1m 이상의 높이에 존재하는 장애물을 검출하기 위해서 종방향(elevation direction) 센서들 중 첫번째 row 센서들의 지향각이 50 ° 를 이루도록 한다.



(a) Azimuth direction



(b) Elevation direction

Fig. 2 Detection of obstacle distribution in space

2.2 공간격자지도

다수의 초음파 센서를 이용하여 검출된 공간상의 장애물 분포 정보를 촉각제시장치를 통해서 전달하기 위해서는 두 정보 사이의 적절한 맵핑 과정이 필요하다. 본 논문에서는 맵핑 방법으로 기존의 모발일 로봇에서 사용하는 격자지도 방법을 응용한 공간격자지도 방법을 제안하며, Fig. 3 에 나타내고 있다. 공간격자지도는 2×3 의 매트릭스로 구성되며, 수직면에 대한 격자지도를 진행방향으로 확장하여 일정한 공간 내에 존재하는 장애물 정보를 제공한다.

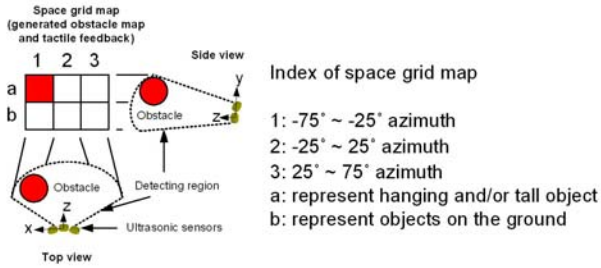


Fig. 3 Space grid map

3. 실험 및 고찰

3.1 실험 방법

제안한 공간분포 장애물 검출 및 맵핑 방법을 평가하기 위해서 실험을 수행하였다. 실험에 사용된 초음파 센서는 Devantech 사의 SRF05 송수신분리형 6 개를 사용하였으며, 신호 획득 및 처리를 위해 National Instruments 사의 PCI-6221 DAQ 보드 및 LabVIEW 프로그램을 이용하였다.

Fig. 4 는 실험에 사용된 알고리즘의 구성도를 나타내고 있다. 먼저 DAQ 보드의 2 개의 DIO port 를 이용하여 2 개의 그룹으로 된 6 개의 초음파 센서들의 구동을 위한 2 개의 트리거 신호를 순차적으로 발생시키고, 각각의 센서들로부터 출력되는 에코 펄스를 DAQ 보드의 6 개의 카운터 포트를 이용하여 TOF 를 측정하였다. 측정된 TOF 로 장애물과의 거리를 계산하였으며, 측정된 데이터를 바탕으로 공간격자지도를 구성하여 PC 화면에 나타내었다. 센서간의 간섭 및 오류를 최대한 줄이기 위해 비교적 검출 영역이 서로 다른 센서들을 3 개씩 2 개의 그룹(SET ⓐ, ⓑ)으로 나누어 각각 구동 시켰다. 그 결과 초당 약 12 개의 공간격자지도 데이터를 얻을 수 있었으며 일반적인 보행속도를 고려하면 장애물의 실시간 처리가 가능한 수준이다.

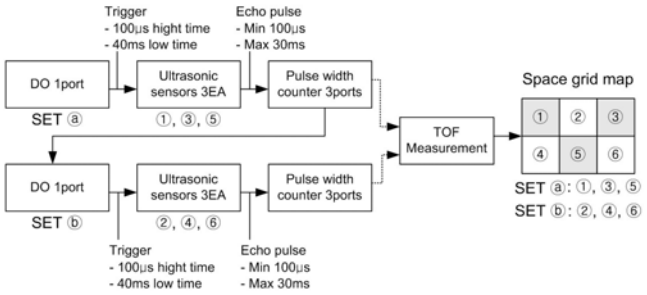
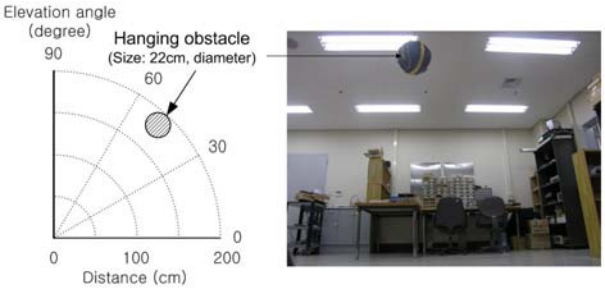


Fig. 4 Block diagram of experimental method

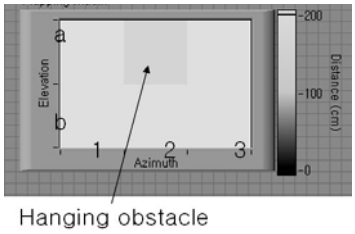
3.2 실험 결과 및 고찰

Fig. 5 와 6 은 실험을 통해 얻은 결과들의 대표적인 예이며, 매달린 형태의 장애물 검출 결과 및 복수의 장애물 검출 결과를 각각 나타내고 있다. Fig. 5 (a)는 실제 장애물의 평면 분포 정보와 사진을 나타내고 있으며, Fig. 5 (b)는 실험장치를 통해서 얻은 결과인 공간격자지도를 나타내고 있다. 공간격자지도에서 각 요소의 위치는 공간분포 장애물을 나타내고 있으며, 장애물과의 거리는 각 요소의 명암의 차이로 표시하고 있다.

실험을 통해서 공간상의 장애물 분포를 적절히 검출함을 확인함으로써 시각장애인용 보행안내장치로의 적용 가능성을 보였다.

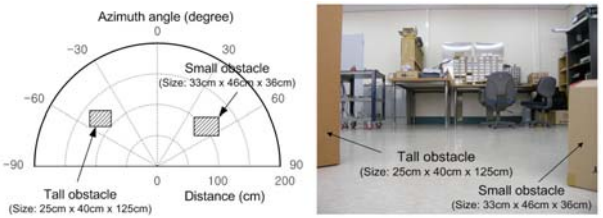


(a) Obstacle distribution

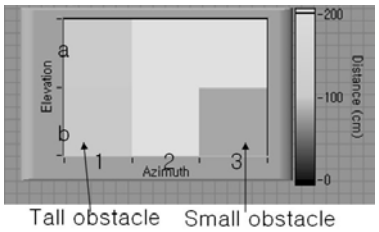


(b) Space grid map

Fig. 5 Experimental result by hanging obstacle



(a) Obstacle distribution



(b) Space grid map

Fig. 6 Experimental result by both side obstacles

4. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 다수의 초음파 센서를 이용하여 공간분포 장애물을 검출하고 검출된 정보를 바탕으로 공간격자지도를 구성하는 방법을 제안하였으며, 제안된 방법을 평가하기 위해서 실험을 수행하였다. 실험을 통해서 고정된 장애물의 분포를 적절히 검출함으로써 시각장애인용 보행안내장치로의 적용 가능성을 보였다.

현재, 고정된 장애물뿐 아니라 움직이는 장애물과 계단 형태의 지형을 검출(step detection)하고 그에 따른 정보를 적절히 촉각으로 전달할 수 있는 방법을 연구 중에 있다. 향후, 개발 중인 촉각제시장치와 연동하여 시각장애인용 보행안내장치를 개발할 예정이다.

참고문헌

1. M. J. Yoon and K. H. Yu, "A Study of walking guide for the blind by tactile display," Journal of Control, Automation, and Systems Engineering, **13**, **8**, 783-789, 2007.
2. 최병준, 김수일, 김춘승, 이연정, 이상룡, "자율이동로봇을 위한 초음파 센서 응용기술," ICASE MAGAZINE, **8**, **5**, 31-42, 2002.