

지능형 휠체어의 장애물 감지를 위한 초음파 센서의 배열

김태의*, 권경수**, 박세현*,
 *대구대학교 정보통신공학부
 **경북대학교 컴퓨터공학과
 e-mail:sehyun@daegu.ac.kr

Array of Ultrasonic Sensor for Obstacle Avoidance of Intelligent Wheelchair

Tae-Ui Kim*, Kyung-Su Kwon**, Se-Hyun Park*

*School of Communication and Information Engineering, Daegu Univ.

**Department of Computer Engineering, Kyungpook National Univ.

요 약

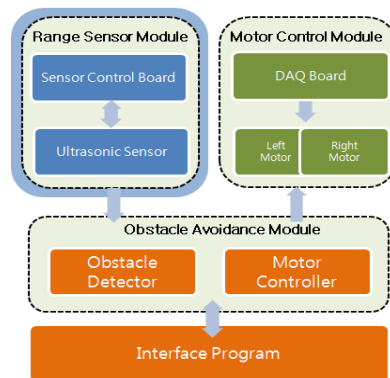
지능형 휠체어 구현에 있어 초음파 센서의 배열은 전동휠체어가 장애물을 감지할 수 있는 능력을 결정한다. 따라서 본 논문에서는 지능형 휠체어의 장애물 감지를 위한 초음파 센서의 효과적인 배열 방법을 제안한다. 초음파 센서 모듈은 총 10개의 4개 세트로 구성되어 있다. 전동 휠체어의 전방, 좌, 우측에는 각각 3개의 센서를 48도씩 중첩되게 겹쳐 하나의 세트로 구성하고, 후방에는 하나의 센서를 구성한다. 지능형 휠체어는 사용자 인터페이스, 장애물 회피 모듈, 모터 제어 모듈, 초음파 센서 모듈로 구성된다. 사용자 인터페이스는 정해진 명령을 하달 받고, 모터 제어 모듈은 하달된 명령과 센서들에 의해 반환된 장애물과의 거리 정보로 모터제어보드에 연결되어 있는 두 개의 좌우 모터들을 조종한다. 센서 모듈은 전동휠체어가 움직이는 동안에 주기적으로 센서들로부터 거리 값을 반환 받아 벽 또는 장애물을 감지하여 장애물의 위치를 사용자 인터페이스를 통해서 알려 주고, 또한 장애물 회피 모듈에 의해 장애물을 우회 하도록 움직인다. 제안된 방법의 센서 배열은 실험을 통해 지능형 휠체어가 임의로 설치된 장애물을 효과적으로 감지하고 보다 정확하게 장애물을 회피 할 수 있음을 보였다.

1. 서론

최근 노인의 수가 증가하고 삶의 질적인 향상이 요구되는 시점에서 노인과 장애인의 안전을 위한 복지 시스템에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그중에서 전동휠체어는 스스로의 힘으로 이동하기 어려운 노인이나 장애인을 위해 개발된 보조 장치로써 주요 이동수단이 되고 있다. 그러나 일반적인 전동휠체어는 사용자의 세밀하고 정확한 수준의 제어를 계속적으로 필요로 한다. 하지만 노인과 장애인의 경우 장애물 회피를 위해 전동휠체어를 정확히 조작하기 어렵다. 전동휠체어는 대부분의 사용자가 거동하기 힘든 노인이나 장애인이므로 사용자의 안전에 대한 고려가 매우 중요한 설계 논점이다.[1] Borenstein, J은 30도의 초음파 센서 24개를 사용하여 센서 한 개를 한 섹터로 나누었고[2], 김호덕은 15도의 초음파 센서 12개를 사용하여 이동로봇을 만들었다.[3]

본 논문에서는 이러한 전동휠체어의 문제점을 해결하기 위해 사용자는 단순화된 명령으로 전동휠체어를 조작하고

이 때 발생할 충돌에 대비하여 장애물을 초음파 센서를 이용하여 감지하기 위한 초음파 센서의 효과적인 배열 방법을 제안한다. 제안된 센서의 배열 방법은 총 10개의 센서로 48도씩 중첩되게 겹쳐 24도씩의 5섹터로 나누어 장애물의 위치를 정확히 알아내는 방법에 대해서 제안한다. 이러한 센서 배열로 구현된 지능형 휠체어는 사용자 인터페이스, 장애물 회피 모듈, 초음파 센서모듈, 모터 제어 모듈로 시스템을 구성한다. 그림1은 구현된 지능형 휠체어의 센서 측정과 모터 제어를 위한 시스템 구성도이다.

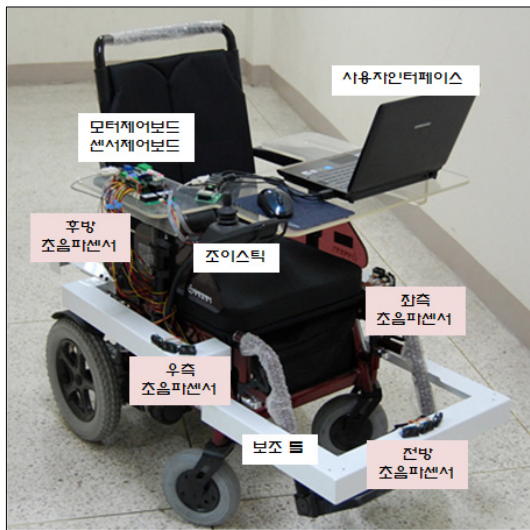


(그림 1) 시스템 구성도

♣ 이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국 학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-314-D00378)

2. 시스템 개요

지능형 휠체어는 명령을 하달받기 위한 사용자 인터페이스, 장애물 감지 시 장애물 회피를 위한 장애물 회피 모듈, 주변의 장애물을 감지하는 초음파 센서 모듈, 전동휠체어의 모터를 제어하기 위한 모터 제어 모듈로 구성된다. 먼저 사용자 인터페이스를 이용하여 정해진 9가지 명령어 중 하나를 선택할 수 있게 한다. 모터 제어 모듈은 모터 컨트롤 보드에 연결되어 있는 두 개의 좌우 모터들을 명령어에 따라 정해진 방향으로 이동하도록 작동된다. 이때 센서 컨트롤 보드는 전동휠체어 주변에 부착된 센서들을 통해 주기적으로 벽 또는 장애물과의 거리를 측정하게 되고, 장애물의 위치를 사용자 인터페이스를 통해서 알려 주면서 동시에 장애물 회피 모듈을 동작시켜 장애물을 회피하게 된다. 그림2는 구현된 전체 모듈 구성을 보인 지능형 휠체어이다.



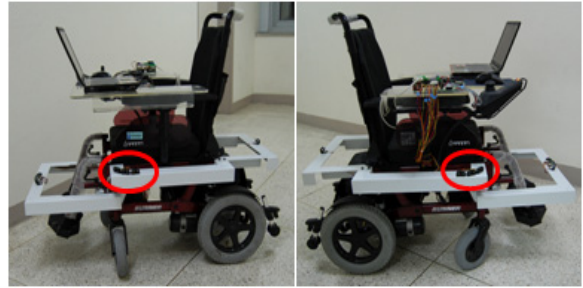
(그림 2) 지능형 휠체어

3. 초음파 센서의 배열

초음파 센서는 Devantech사의 SRF10을 사용하였다. 측정범위는 6cm ~ 600cm 까지 거리 측정이 가능하다. SRF10은 I2C bus방식으로 통신을 하고, 각 센서에 사용자가 (E0, E2, E4, E6, E8, EA, EC, EE, F0, F2, F4, F8, FA, FC, FE)16개의 address 중에서 선택하여 바꿀 수 있다. 그러므로 16개의 센서를 한꺼번에 사용할 수가 있다. 본 논문에서는 E0 ~ F2까지 10개의 초음파 센서를 사용하였다.



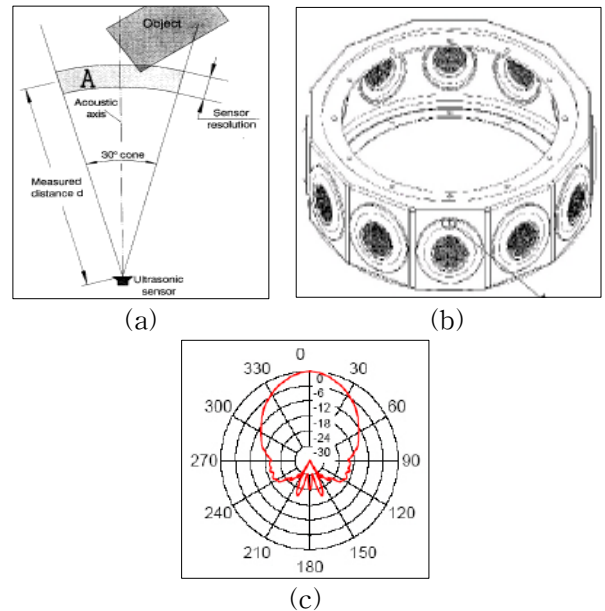
(1) 앞, 뒤쪽 센서의 위치



(2) 좌, 우측 센서의 위치

(그림 3) 센서부착위치

그림3은 초음파 센서의 부착 위치이다. 정면을 향하여3개, 좌, 우측을 향하여 각각 3개, 뒤를 향하여 1개를 부착하였다. 센서 부착을 위해 그림2에서 보는 것과 같이 보조틀을 제작하여 연결하였다.

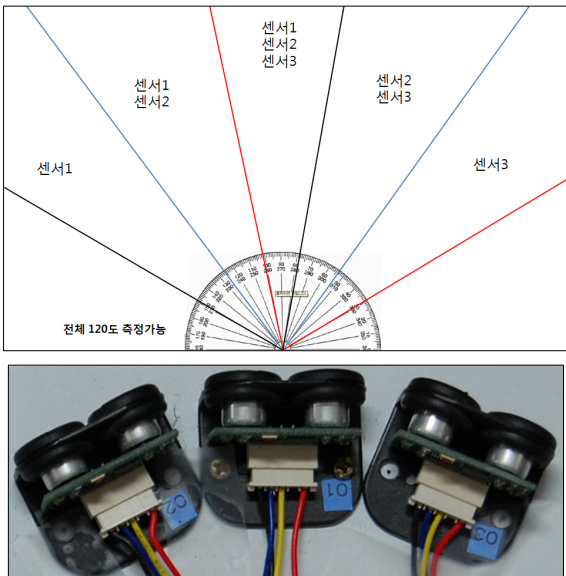


(그림 4) 초음파 센서의 빔 (beam) 각도

그림4(a)는 빔 (beam)의 각도가 30도인 초음파 센서 24개를 사용하여 장애물을 감지하고, 히스토그램을 그려 장애물을 회피한다.[2] 그림4(b)의 초음파 센서는 폴라로이드사의 6500시리즈를 사용하였고 이 초음파 센서는 송신과 수신에 하나의 트랜스듀서에서 가능하다. 그리고 구동주파수는 50kHz이며, 15도의 지향 특성을 가지고 있다. 따라서 그림4(b)와 같이 초음파 센서 12개를 사용해서 전방위로 측정할 수 있게 배치하여 주변 360도에 대한 거리 정보, 주변의 물체의 위치 등의 주변 환경 정보를 획득하였다.[3]

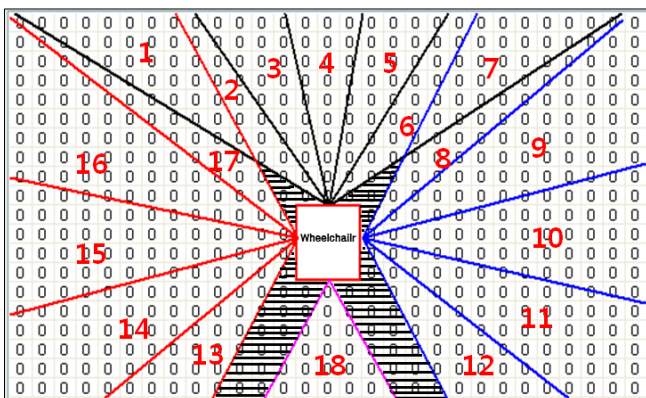
본 논문에서 사용한 초음파 센서는 그림4(c)에서 보는 것과 같이 빔의 각도는 72도이다. 한 센서에서 얻어진 초

음과 정보만을 이용할 경우 초음파 센서의 넓은 각도 정보로 인해 측정된 장애물의 위치가 초음파 빔의 어느 지점인지 정확히 알 수 없게 된다. 작은 범위의 빔을 가진 초음파 센서를 사용하면 좀 더 정확한 위치를 찾을 수 있게 된다. 그래서 그림5에서와 같이 72도의 빔을 가진 초음파 센서 3개를 48도씩 중첩되게 겹쳐 24도씩의 5섹터로 나누어서 측정을 하여 장애물의 위치를 보다 정확하게 찾을 수 있게 된다.



(그림 5) 센서 3개로 나눈 섹터

좌, 우측면도 같은 방법으로 하여 그림6과 같이 앞쪽 5섹터와 겹쳐 총 18섹터로 만들어 보다 정확하게 장애물의 위치를 파악 할 수 있게 하였다. 그림6에서 보면 빗금 친 부분에 사각 지대가 생기게 되는데 이곳은 사각 지대에 장애물이 들어오기 전에 표시가 되기 때문에 아무런 문제가 되지 않는다. 뒤쪽의 사각 지대는 뒤로 갈 때 보다 앞으로 갈 때가 더 많고 뒤쪽에 장애물이 발생하면 멈추게 되어 있어서 고려사항이 되지 않는다.

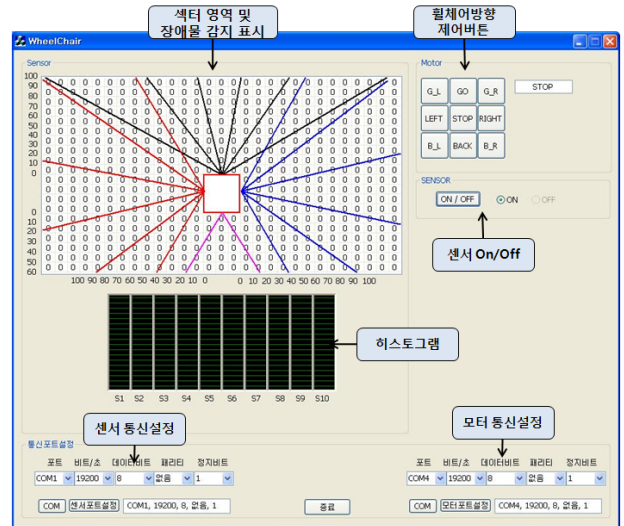


(그림 6) 센서10개로 나눈 섹터(18섹터)

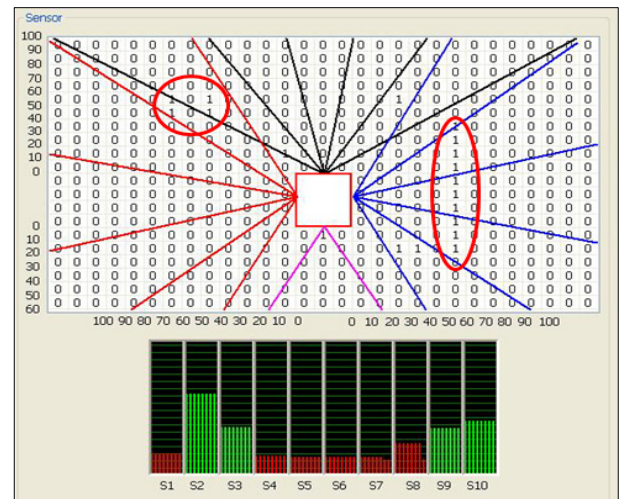
이렇게 하여 초음파 센서의 개수를 줄이면서 전동휠체어의 모든 방향의 장애물을 감지하고, 장애물을 회피하여 전동휠체어를 사용자가 원하는 방향으로 이동 할 수 있게 된다.

4. 사용자 인터페이스

사용자 인터페이스는 사용자와 전동 휠체어 간에 상호작용을 주관한다. 본 논문에서 구현한 사용자 인터페이스 화면은 그림7과 같다. 사용자 인터페이스는 크게 두 부분으로 나누어진다. 그림7에서 좌측은 센서측정 부분이고, 우측은 모터제어 부분이다. 센서측정 부분은 초음파 센서의 측정 범위를 18섹터로 나누어서 장애물의 위치를 알아낼 수 있다. 전체 셀은 20 × 23으로 되어 있고 각각의 셀에 장애물이 나타나면 숫자 1로 표시를 하여 장애물이 있는지 없는지 판단을 하게 된다. 하나의 셀은 10cm이고, 전체 화면에서 100cm까지 사용자 인터페이스에 표시된다. 셀의 아래 부분은 거리에 대한 히스토그램을 나타낸다. 100cm이하이면 적색으로 표시하고, 100cm이상이면 녹색으로 표시하여 안전한 곳을 알 수 있게 하였다. 그림8에서 보면 우측에 장애물이 있는 것으로 나타난다.



(그림 7) 사용자 인터페이스



(그림 8) 센서 측정 화면

모터제어 부분은 9가지의 명령어와 명령어를 선택 했을 때 어떤 명령어가 전달되는지 표시를 해주고, 장애물 감지를 위해 센서를 ON/OFF를 할 수 있다. 표1은 본 논문에서 구현된 전동휠체어의 사용 가능한 9개의 명령어들을

보여준다.

<표 1> 명령어 정의

명령어	내용
STOP	멈춰라
GO STRAIGHT	진진하라
BACK STRAIGHT	후진하라
TURN LEFT	제자리에서 왼쪽 돌아라
TURN RIGHT	제자리에서 오른쪽으로 돌아라
GO LEFT	진진하면서 왼쪽으로 돌아라
GO RIGHT	진진하면서 오른쪽으로 돌아라
BACK LEFT	후진하면서 왼쪽으로 돌아라
BACK RIGHT	후진하면서 오른쪽으로 돌아라

5. 기타하드웨어

1) 센서 컨트롤 보드

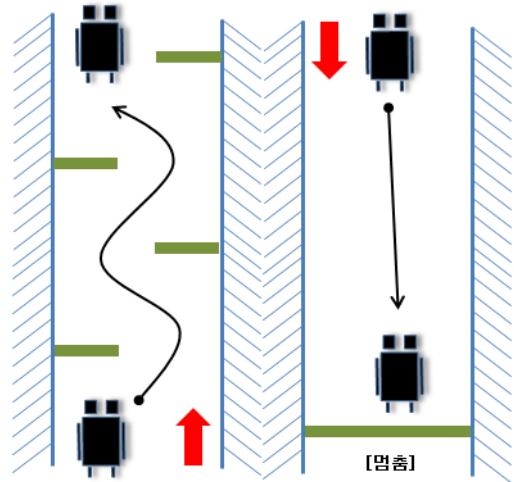
센서 컨트롤 보드의 마이크로 컨트롤러는 ATMEL사의 ATmega128모듈을 사용하였다. ATmega128 마이크로 컨트롤러는 저가이면서 고속인 유사 RISC 칩으로써, CMOS 형태로 이루어진 8bit 마이크로 컨트롤러이다. 초음파 센서 10개의 스캔된 데이터를 사용자 인터페이스로 전송한다.

2) 모터 컨트롤 보드

모터 컨트롤 보드로는 SDQ-DA04EX 보드를 사용하였다. SDQ-DA04EX 보드는 디지털신호를 아날로그신호로 바꾸어주는 역할을 한다. 사용자 인터페이스에서 정의된 명령어 중 하나를 선택하면 그 명령어에 해당하는 디지털 신호를 모터를 움직이기 위한 아날로그신호(전압 값)로 변환시켜 전동휠체어로 전달되고 전동휠체어를 움직이게 된다.

6. 실험 및 결론

실험은 그림9와 같이 복도에서 임의의 장애물을 설치하여 구현된 지능형 휠체어가 장애물을 감지하고 회피함을 보였다. 앞으로 갈 때는 장애물이 감지되면 오른쪽과 왼쪽의 거리 데이터를 이용하여 오른쪽으로 회피할지 왼쪽으로 회피 할지를 결정하게 된다. 뒤로 갈 때는 장애물을 감지하면 일정거리가 되면 멈춘다. 실험은 총 5회를 실행 하여 5회 모두 장애물을 잘 피해서 목적지까지 이동 하였다.



(그림9)실험환경

본 논문에서는 지능형 휠체어의 장애물 감지를 위한 초음파 센서의 배열 방법으로 초음파 센서 3개를 48도씩 중첩되게 겹쳐 24도씩의 5섹터로 나누어 장애물의 위치를 정확히 알아내는 방법을 제안 하였다. 이러한 센서 배열로 구현된 지능형 휠체어는 사용자 인터페이스, 장애물 회피 모듈, 초음파 센서모듈, 모터 제어 모듈로 시스템을 구성하고, 실험을 통하여 장애물을 회피하는 것을 보였다.

향후 연구 과제로는 보다 다양한 환경에서 장애물을 회피할 수 있게 하는 것이다. 그리고 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)을 이용하여 지능형 휠체어가 알려지지 않은 장소를 이동 할 때 이동 경로의 지도를 생성하고, 보다 안전하게 충돌 없이 이동 할 수 있게 하는 것이다.

참고문헌

[1] A. Lankenau and T. Röfer, "A versatile and safe mobility assistant," IEEE Robotics & Automation Magazine, pp. 29-37, Mar. 2001.
 [2] Borenstein, J., and Koren, Y., "The Vector Field Histogram - Fast Obstacle Avoidance for Mobile Robots", IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol. 7, No. 3, pp. 278-288, June 1991.
 [3] 김호덕, 서상욱, 장인훈, 심귀보, "전자 나침반과 초음파 센서를 이용한 이동 로봇의 Simultaneous Localization and Mapping", 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, Vol.17, No. 4, pp.506-510, 2007.