

시각장애자의 보행지원에 관한 연구

함광근, 한상휘, 양승열, 김현규, 허 응
명지 대학교, 전자공학과

A study on walking aids for the blind

K.K.Ham, S.H.Han, S.Y.Yang, H.G.Kim, W.Huh
Dept. of Electronics Eng., MyongJi Univ

Abstract

We implemented an ultrasonic wave cane for the blind. The cane detect walking obstacle and provide a walking direction.

The cane used time of flight method of ultrasonic-wave for a measurement of obstacle distance and fluxgate geomagnetic sensor for guidance of walking direction.

This system can detect an obstacle of upward, forward, downward and that warn to the blind with vibration, pitch sound. And the blind can know walking direction to voice output.

As a result, the blind could efficiently avoid a exposed obstacle, obstacles beyond knee, an exposed street obstacle, a branch of tree person's height and it is usable search for surrounding land mark.

1. 서론

시각장애자는 자유로이 한 장소에서 또 다른 장소로 이동하기를 원한다. 그리고 이동간에 자신의 이동 방향을 알기를 원한다. 시각장애자가 거리를 보행하는 것은 매우힘든 일이고 숙달된 보행 기술이 요구된다.

효과적으로 이동을 하기 위해서는 보행환경에 대한 정보를 시각장애자가 다른 수단을 이용하여 인식하여야 한다.

보행에 필요한 정보는 전방, 상방, 하방에 위치한 장애물의 검지와 보행방향에 대한 정보이다.

시각장애자의 이동도구로서 지팡이가 사용된다. 이들중 전자화된 기능을 갖춘 보행장비로서는 Benjamin의 레이저 지팡이^{1, 2)}가 있다. 레이저 지팡이는 상방, 전방, 하방의 3방향으로 레이저 광을 발사 시키고, 반사광으로부터 장애물의 유무를 검지하며, 출력으로는 3종류의 피치음이 발생하며, 전방에 대해서는 촉각 진동을 병용하는 방식이다.

그러나 레이저 지팡이는 광을 이용하므로 광의 반사율이 좋지 않은 특성을 고려할때 장애물에서는 효과가 반감하는 단점이 있다. 이러한 점을 보완하기 위해서 본 연구에서는 백색 지팡이에 초음파 장치를 부착하여 상방, 전방, 하방의 장애물을 검출하고 방위각 센서를 설계하여 진행방위에 대한 정보를 제공하는 지능형 지팡이에 대하여 연구하였다.

2. 보행 장애물 검출과 방위정보 제공

시각장애자가 보행시에 가장 위험하게 느끼는 요소는 자전거, 보행인, 간판, 짐승, 돌출한 나무가지등이 있다.¹⁾ 간판이나, 차량의 후면과 같이 얼굴 위치의 높이에 있는 돌출 장애물은 얼굴 상반부에 치명적인 손상을 줄 수 있다. 또한 돌출한 장애물이나 함몰된 맨홀은 시각장애자의 중심을 잃게하여 커다란 부상이 야기된다.

1) 초음파 지팡이의 원리

전방채널은 3m이내의 장애물을, 상방 채널은 머리위 장애물(간판, 나뭇가지)을, 하방 채널은 설정된 거리보다 멀거나 가까운 것을 검출한다.

a) 전방 장애물

전방 장애물의 검출은 그림 1과 같이 법선과 90°방향으로 초음파를 방사한다. 방사된 시점과 반사된 신호의 검출 시점으로부터 거리를 계산한다.

검출된 거리는 1m이내, 1~2m, 2~3m로 구분하여 경보를 달리한다.

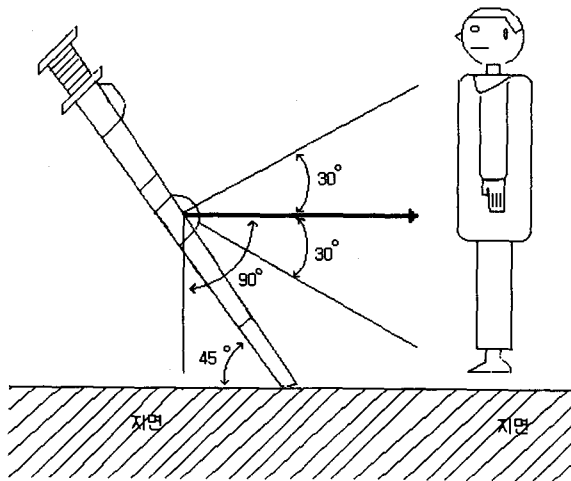


그림 1. 전방 장애물의 검지 원리

Fig.1. A principle of forward obstacle detection

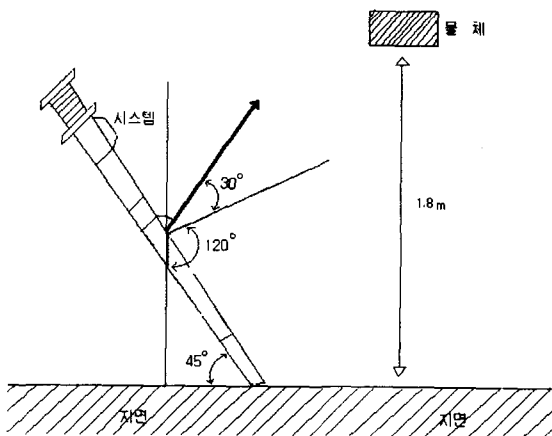


그림 2. 상방 장애물 검지 원리

Fig.2. A principle of upward obstacle detection

b) 상방 장애물 검출

상방향 장애물의 검출은 그림 2와 같이 지팡이법선과 120° 상방향으로 초음파 빔이 방출되게 하여 보행자의 키보다 낮은 위치에 존재하는 장애물을 검출한다. 검출된 거리가 설정된 사용자의 키보다 20cm 이상이면 경보를 하지 않고 20cm이내이면 경보를 한다.

c) 하방 장애물 검출

하방 장애물의 검출은 그림 3과 같이 법선과 75°방향으로 초음파를 방사하여 설정 높이보다 큰 경우와 적은 경우 경보를 하여 웅덩이와 돌출부위에 대한 경보를 한다.

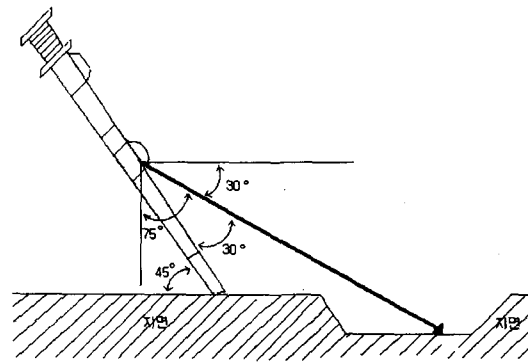


그림 3. 하방 장애물 검지 원리

Fig.3. A principle of downward obstacle detection

2) 방위각의 측정^{3),4)}

그림 4와 같이 X-방위각 검출코일과 Y-방위각 검출 코일을 포화형 코어에 설치하고 내부에는 여자 코일을 설치하여 방위각을 산출한다. 여자 코일에 펄스를 인가하면 펄스의 상승 지점에서 검출 코일에는 고조파가 검출된다.

이 고조파 성분이 자기 자오선 방향에 대해 직각인 코일에 최대값(또는 최소값)이 유도되므로 X와 Y 코일로부터 검출된 벡터량으로부터 방위각을 구한다.

그림 5는 X축과 Y축의 위상관계를 나타낸다.

3. 시스템 구성

초음파 보행지원 시스템은 초음파를 발사하고 수신하는 초음파 송·수신부, 현재의 방향을 계측하는 방위 계측부, 초음파 거리 데이터와

방위를 처리하는 마스터 마이컴부, 음성 출력, LED출력, 진동 모터, 부저를 제어하기 위한 슬레이브 마이컴으로 구성된다. RS-232C 포트는 시스템 해석을 위하여 IBM-PC와 통신을 할 수 있게 준비한 것이다.

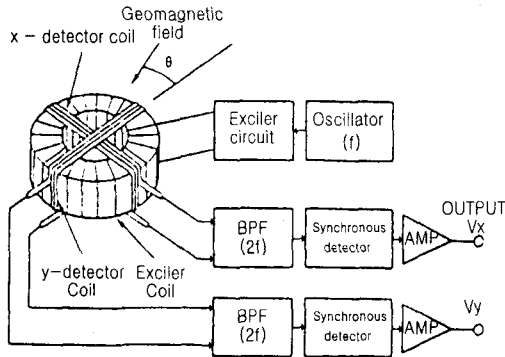


그림 4. 플럭스 게이트 자기 센서의 구동
Fig.4. A drive of fluxgate geomagnetic sensor

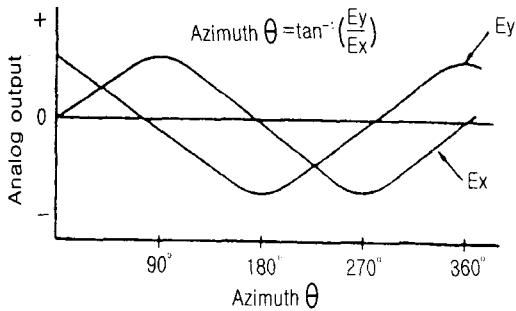


그림 5. X축과 Y축의 위상관계
Fig.5. A phase of X axis and Y axis

3-1. 하드웨어 시스템

a) 초음파 거리계측

초음파 거리 계측은 펄스를 발사하여 되돌아온 펄스의 비행시간을 이용하는 펄스방식을 사용하였다. 초음파 센서는 송수신 겸용으로 니세라제 PT40-16I(송신용)를 사용하였다..

b) 플럭스 게이트 전자 방위계 ³⁾

진행방향을 탐지하기 위해서 TOKIN사의 자기 방위 센서 TMC-2000를 사용하였다

37KHz로 코일을 여자 시킨 후, 여자된 신호의 차 X, Y를 검출하고, 검출된 X, Y출력을 컴퓨터와 디코더로 출력된 방위를 음성으로 출력한다. 출력되는 방위각은 동, 서, 남, 북이다.

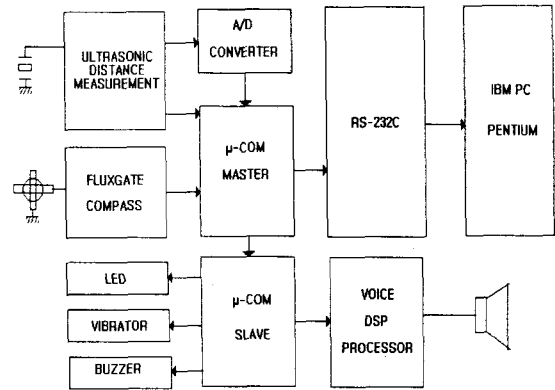


그림 6. 보행지원 시스템의 블록도
Fig.6. The block diagram of a walking aids system

c) 음성 표시부

출력되는 방위각을 표시하기 위하여 산요전기의 음성 녹음 재생 LSI로 LC85011E를 사용하였으며, 음성 칩의 구동은 ATMEL사의 마이컴 89C51를 사용한다.

4) 처리 및 출력부

현재의 진행방향을 알기 위한 키입력, 초음파 방사방향을 제어, 피치모드인지 진동 모드를 선택하는 키 입력, 그리고 유저 인터 페이스를 제공한다.

5) 데이터 로깅부

초음파를 발사하고 되돌아온 거리값 및 반사 신호는 9600 및 19200bps로 PC로 전송된다.

3-2. 소프트웨어 시스템

시스템 제어 루틴은 전방 처리 루틴, 상방 처리 루틴, 하방 처리 루틴으로 구성된다.

25ms마다 송신 루틴으로 들어가 3개의 소나를 순차로 1개만을 동작 시킨다. 방사구간은 40KHz의 주파수로 약 960μs동안 초음파를 송

신한다.

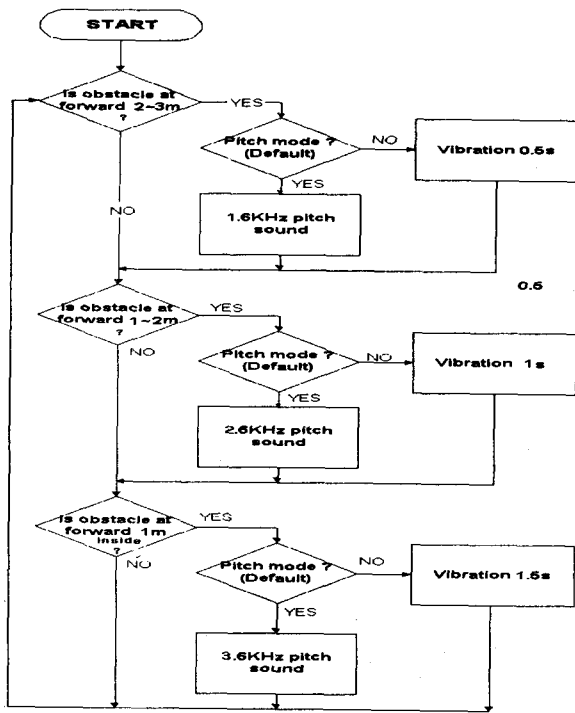


그림 7. 전방 경고알고리즘

Fig.7. A algorithm of forward warning

a) 전방 경보 루틴

각각 1m이내, 1~2m, 2~3m의 지점에 장애물이 존재하면 그림 7과 같이 설정된 모드에 따라 경보를 행한다.

전방경보는 스위치 조작에 따라 피치음 발생 및 진동 모드로 전환이 가능하다. 물체의 인식 및 경보 알고리즘은 그림 7과 같다.

b) 상방 경보 루틴

설정된 상방 거리보다 적은값이 검출되면, 4.6KHz의 피치음이 발생되며 진동출력도 제공한다.

3) 하방 경보 루틴

전방에 설정거리보다 가까운 것이 검출되면 200Hz의 피치음이 발생하며, 설정거리 보다 먼 경우는 400Hz의 피치음이 발생한다.

4. 실험 및 고찰

1) 초음파 송수신기

그림 8의 송신 파형을 보이고 있다. 첫 번째 피크는 송신 개시때의 신호이고, 두 번째 피크는 초음파 방사시 발생하는 불필요한 여진 전압이다. 그림 9는 초음파를 송신한 후 수신된 파형을 검파한 것이다.

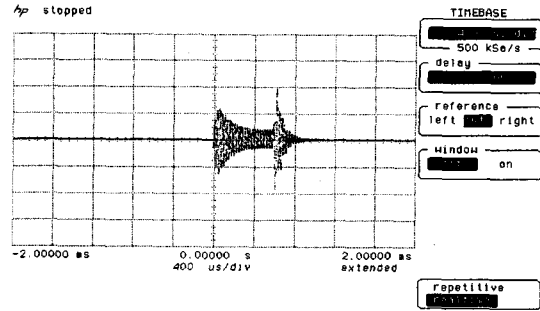


그림 8. 송신된 초음파

Fig.8. A transmitted ultrasonic wave

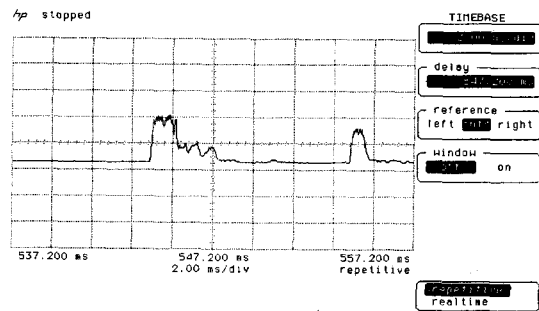


그림 9. 검출된 초음파

Fig.9. A echo signal of ultrasonic wave

2) 플럭스 게이트 방위계

지자기 센서를 구동하기 위한 드라이브 펄스는 37KHz, 12Vdc이다.

그림 10은 여자 코일을 구동하였을 때 X축에서 발생하는 전압으로서 북쪽과 코일이 90°를 이룰 때 가장 큰 첨예도를 가진다.

그림 11은 Y축 픽업 코일의 출력파형이다.

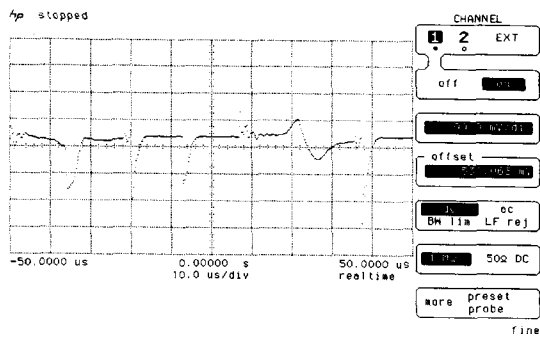


그림 10. X축 픽업 코일의 파형

Fig.10. A waveform of pick-up coil on X axis

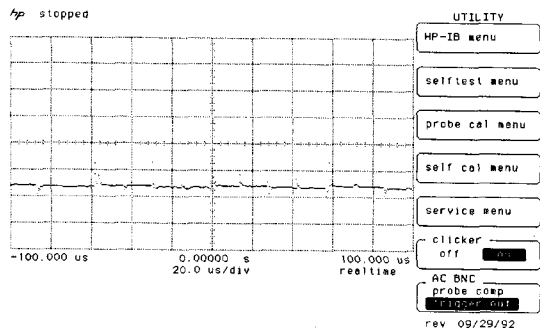


그림 11. Y축 픽업 코일의 파형

Fig.11. A waveform of pick-up coil on Y axis

3) 초음파 거리데이터

장애물에 대한 실험은 약 10초간 초음파를 송신하고 수신된 500개의 데이터를 거리별로 분석하였다.

실험에 사용된 반사물체로는 1m 거리에 대한 사람(MAN1M), 37KHz 발진시 1m×1m의 동판(HRN1M), 40KHz 발진시 1m×1m의 동판(HRN1M), 담요(BED1M), 줄(BAL1M), 20φ의 나무막대(TRE1M)를 설정하였다.

반사율이 크고 면적이 넓은 큰 벽면, 동판, 스텐레스 봉은 만족한 데이터가 수집되었으며, 흡수가 잘되는 물질 또는 면적이 작은 물체는 거리가 멀어짐에 따라 검출감도가 떨어졌다. 특히 직경이 작은 2φ 정도의 줄은 1m범위를 벗어나면 검출이 불가능하였다.

그림 12는 1m에 대한 거리 데이터로 물체에

따른 X축은 왕복시간을 Y축은 500개의 데이터 분포를 나타내며, 약 5600μs 근처에서 데이터가 집중분포하고 있다. 계측값과 계산값을 비교적 잘 일치하고 있다.

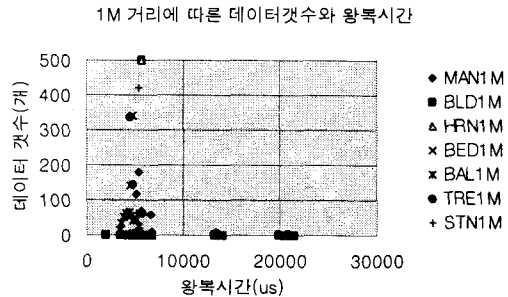


그림 12. 1m 거리 데이터

Fig.12. A distance data from 1m

5. 결론

초음파에 의한 장애물 검출은 3m이내에서는 모두 가능하였으며, 지자기 센서를 이용한 방위 검출기는 동, 서, 남,북을 이용자가 필요시에 스위치를 사용하면 음성으로 방위값이 출력되는 결과를 얻을 수 있었다.

개발된 시스템을 사용하여 지팡이에 적용하여 사용교육과 훈련을 거치면 시각장애인의 보행지원 장치로 소기의 목적을 달성할 수 있을 것으로 생각된다.

6. 참고문헌

1. L.kay, "A sonar aid to enhance spatial perception of the blind: engineering design and evaluation". The Radio and Electronic Engineer, Vol.44, No, Nov, 1974
2. Yoshiyuki Aono, Akinibu Oichi, Yoshiaki Tadokoro, "Waking Navigation system for the visually impaired using a guide stick". IEEE Japan, Vol.116-C, No.9, 196, 1997,
3. "TOKIN사 지자기 방위 센서 TMC-2000", TOKIN사 카달로그, 1993.
4. Johann Borenstein, "Navigating Mobile Robots(system and techniques)". AK Peters Wellesley. Massachusetts., 1996