

초음파 센서를 이용한 시각장애자용 보행유도 지팡이에 관한 기초연구

김성용, 김동욱
순천향대학교 공과대학 정보기술공학부

A Basic Study of Cane To Assist Blind Walker with ultrasonic Sensor

S. Y. Kim and D. W. Kim
Division of Information Technology Engineering Soonchunhyang University

ABSTRACT

In this paper we researched about the ultrasonic cane which aids the blind to walk. We used ultrasonic in recognizing the object and implemented pulse counting method in measuring the distance.

The distance measuring system consists of transmitter unit, receiver unit and micro-processor. We used broadband ultrasonic sensors in transmitter unit and receiver unit.

The blind is able to recognize the distance between obstacles and himself as it used a vibration system.

보행유도 지팡이의 구성

본 연구에서는 장애물의 존재를 파악하기 위하여 40kHz 대 초음파 센서를 사용하였다. 초음파 센서 발신부에서 내보낸 40kHz 초음파가 장애물을 맞고 수신부에 돌아오는 시간을 마이크로 프로세서(CPU)를 통해 카운트하여 정지된 장애물의 유/무 및 장애물과 시각 장애자 사이의 거리를 판단하여 일정거리에 도달하면 진동을 통하여 시각장애자에게 장애물의 정보를 알려줌으로서 보행을 보조하는 장치이다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 보행유도 지팡이는 초음파 센서부, 마이크로 프로세서, 촉각자극기 부분으로 이루어져 있다. 초음파 센서로는 일본의 무라다사 제품인 MA40B8S(발신용), MA40B8R(수신용)을 사용하였다.

서 론

시각 장애자들은 이동시 주변 환경에 대한 정보를 얻을 수 없으므로 보행시 많은 불안감을 느끼게 된다. 보행을 위해 사용하는 흰 지팡이는 감지거리가 약 1.5m정도로 상당히 짧기 때문에 시시각각으로 변하는 주변 상황을 미처 감지하지 못해 사고를 당하는 예가 빈번하다. 따라서, 흰 지팡이에만 의존하는 시각장애자들에게 좀더 원거리의 장애물을 미리 감지하고 대처할 수 있는 보행 지원장치의 필요성이 요구되었다.

다른 센서들에 비해 초음파 센서는 한번에 하나의 정보밖에 취득할 수 없지만 정보의 취득과 처리에 있어 수십 밀리초 밖에 소요되지 않으며, 다른 방식의 제어회로에 비하여 간단하고 무게가 가볍다는 장점을 지니고 있다. 그러므로 휴대용으로 제작하여 사용하기에 적격이다.

본 논문에서는 롤러 형식의 지팡이에 초음파 센서를 부착하여 전방의 물체위치에 대한 보행 정보를 제공할 수 있는 장치에 대하여 연구하였다. 장애물에 대한 보행 정보는 초음파 센서가 발신되어 물체에 반사되어 돌아오는 시간을 거리로 환산되며, 거리정보를 제공하기 위해 진동 경보방식의 지원방법을 사용하였다.

진동 경보방식은 입력된 거리정보에 따라 진동의 강약이 변하는 방식으로 거리가 가까워지면 진동이 강해지고 멀어지면 약해지게 된다.

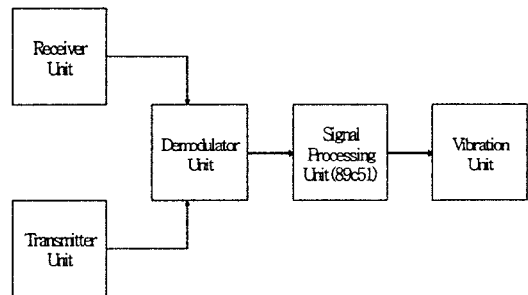


그림 1 보행 유도 지팡이의 구성도

본 연구에서 사용된 거리측정 방법은 송·수신기 분리형 반사 방식으로 이 방식은 송·수신기 사이의 간섭이 적은 장점이 있는 반면 감지 정보량이 많아 정확한 물체의 위치를 파악하기 위한 시간적 노력이 필요하다는 결점이 있다. 초음파는 타원형태로 방사되며, 사이드 로브(side lobes)가 발생하는데, 이것은 예코신호를 수신하는 수신부에 간섭을 발생시켜 오동작을 유발하기도 한다. 이것을 방지하고 지향성을 향상시키기 위하여 혼(horn)을 사용하였다.

거리측정방식

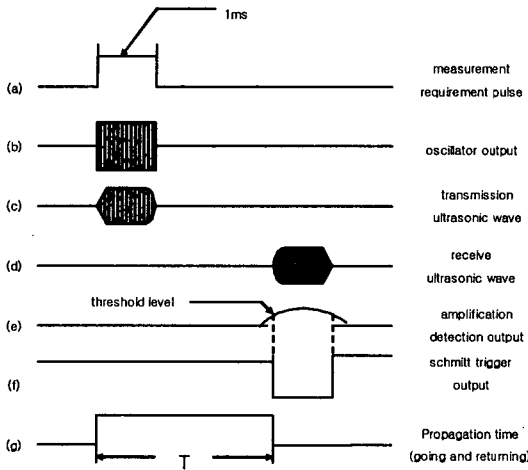


그림 2 초음파 지팡이의 타이밍 (펄스방식)

보행유도 지팡이는 거리측정을 위해 펄스방식을 사용하였다.

발신부는 두 개의 클록발진기(NE555)와 4069(CMOS 인버터)로 구성되어 있으며, NE555는 저항과 커패시터의 값을 조절하여 (a)발진주기와 (b)주파수 결정을 하고, 4069 인버터는 임피던스 정합문제를 해결한다. (d)초음파는 공진 특성을 가지기 때문에 구형파를 센서에 입력하여도 출력은 소신호(수십mV~수백mV)사인파로 반사되어 돌아오게 되는데, 장애물에 반사되어 돌아온 소신호는 op-amp에서 60[dB] level로 증폭이 되고 (e)다이오드 (shottky barrier diode)와 커패시터를 통과하면서 반파 정류되며, 초음파의 직류성분은 제거된다. 이렇게 반파 정류된 신호는 비교기(LM393)를 통해 기준입력신호(V_{ref})와 (-)입력을 비교하여 기준입력신호(V_{ref})보다 높으면 0V가 되고 이 시점까지가 수신부의 거리측정 시간이다.

이때 초음파의 속도와 발신에서 수신까지 걸린 시간으로 식(1)에 적용하면 대상물체까지의 거리를 구할 수 있다.

$$L = \frac{T \times V}{2} [M] \quad (1)$$

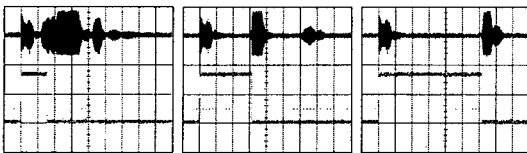


그림 3 장애물과 50cm 거리 그림 4 장애물과 1m 거리 그림 5 장애물과 2m 거리

온도의 영향을 고려하면 $V = 331.5 + 0.6 \times t$ [m/s]이며 대상 물체까지의 거리: L[m], 측정된 시간: T[s] 음속: V[m/s], 기온: t[°C](본 연구에서는 20°C로 가정했다.)이다.

그림 3, 4, 5 는 각각 초음파 센서와 장애물과의 거리가 변함에 따라 발-수신 시간이 비례하여 증가하는 것을 나타낸다.

오실로스코프의 time-division은 2ms로 50cm일 때는 3ms, 1미터일 때는 6ms, 2미터일 때는 12ms로 표시된다. 초음파 센서와 장애물과의 거리가 비례하면 초음파 센서의 발-수신 시간도 함께 비례함을 볼 수 있다.

시각장애인이 보행시의 장애물 지각 실험

시각장애자가 가지고 있는 장애물 지각 능력을 시험하기 위하여, 장애물로부터 약 10m 떨어진 곳에서 장애물을 향하여 걷도록 하였다. 이때, 장애물의 존재를 처음으로 느끼는 시점 (first perception)에 일단 정지하도록 하며, 그 후 다시 보행을 시작, 장애물에 충돌할 위험을 느끼는 위치(final appraisal)에서 정지하도록 하여 거리를 측정한다. 실험을 통하여 얻은 결과를 표1에 나타내었다.

이 실험 결과로부터, 보행시의 장애물 지각에서 first-perception은 약 2.5m에서 final appraisal은 약 40cm 근방에서 존재하는 것을 확인할 수 있었다.

이 결과를 바탕으로 장애물을 감지하였을 때 시각장애인에게 장애물의 정보를 진동을 통하여 알려주는 시점으로 5m, 2.5m, 40cm로 설정하였다.

표1 보행시의 장애물 지각 실험의 결과 (20회 시험의 평균과 표준편차)

피험자	first perception (m)		final appraisal (m)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
피험자A	2.79	0.84	0.39	0.19
피험자B	1.59	0.71	0.41	0.25
피험자C	2.62	0.96	0.23	0.15

본 연구에서는 시각장애자가 장애물을 지각하는데 있어서 청각을 활용한다고 하는 것을 상기의 실험을 통하여 알 수 있었기 때문에 시각장애자에게 장애물에 대한 정보를 알려주는 방법으로는 청각정보를 사용하는 것을 지양하고, 촉각을 통한 진동자극을 부여하기로 하였다.

장애물의 거리에 따라서 다음의 3가지 모드를 사용하였다

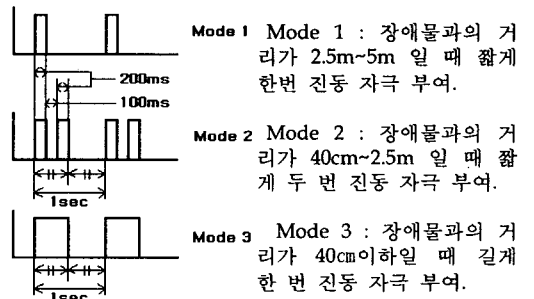


그림 6 진동 주기

장애물 통과 실험

장애물 통과 실험은 그림4와 같이 폭 2.5m인 복도에서 실시하였으며 5m의 간격으로 가로 세로 높이가 모두 30cm인 장애물 3개를 설치하고 안대로 눈을 가린 5명의 일반인이 보행유도지팡이를 사용하여 통과하도록 하였다.

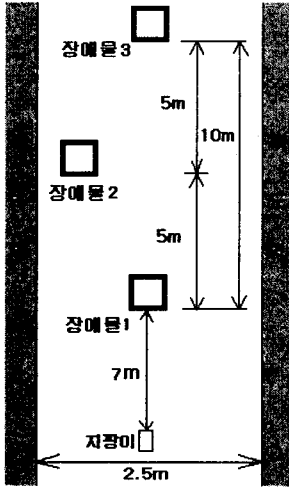


그림 7 장애물 위치도

실험의 내용은 장애물의 거리에 따른 진동자극을 피험자에게 부여하고, 피험자는 이 정보에 의지하여 장애물을 통과하는 실험으로 이때, 피험자가 장애물에 걸리거나, 벽에 부딪혔을 경우는 실패로 간주하였다.

피험자 한사람 당 10번의 실험을 하였으며 결과는 표 2 와 같다. 표에서 보면 1번 장애물은 98% (error=1)의 높은 통과율을 보였으나 2번과 3번 장애물은 86%(error=7), 88%(error=6)의 비교적 낮은 통과율을 보였다. 오차율이 높아진 이유는 사용자 움직임에 따른 거리측정오차와 진동주기의 오차 때문인 것으로 분석됐다.

요철이 없는 지면 위의 간단한 장애물은 지팡이를 사용하여 통과가 가능하였다. 그러나 지팡이를 사용하여 계단이나 턱의 보행 가능여부와 정지된 물체가 아닌 이동하는 물체감지의 가능여부에 대한 실험을 앞으로 완료해야만 완벽하게 장애인을 인도할 수 있을 것이다.

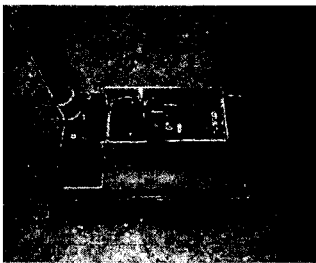


그림 8 보행유도 지팡이의 위에서 본 모습

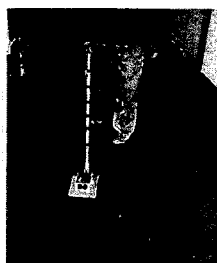


그림 9 피험자를 통한 실험모습

표2 장애물 통과 실험결과

○: 장애물통과 x: 장애물에 걸리거나 벽에 부딪힘

피험자	장애물	실험회수									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
피험자1	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	x	○	○	○	x	○	○
	3	○	○	○	○	x	○	○	○	○	○
피험자2	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	x	○	○	○
	3	○	○	○	x	○	○	○	○	○	○
피험자3	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	x	○
	3	○	○	x	○	○	○	○	x	○	○
피험자4	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	x	○	○	○	○	○	○	x
	3	○	○	○	○	○	x	○	○	○	○
피험자5	1	○	○	○	○	○	○	○	x	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	x	○
	3	○	○	○	x	○	○	○	○	○	○

결론

본 연구에서는 초음파 센서를 유도지팡이 전방에 설치하여 피험자의 앞에 있는 장애물에 대한 정보를 실험하였다.

초음파 센서의 거리측정이 정확하게 이루어지면 피험자에게 진동전달이 올바르게 되는 것을 확인하였고, 전방에 있는 장애물의 매질과 불규칙한 정도, 장애물과 센서와의 반사각, 보행자의 속도에 따라서 거리측정에 오동작을 일으켰다.

보다 더 안전하게 시각 장애인을 안내하기 위해서는 더 많은 센서를 사용하여 시각장애인의 정지되어 있는 장애물은 물론 이동하는 장애물과 턱과 같은 장애물의 종류, 위치 및 거리에 대해 정확하게 판단하여 시각 장애인에게 정확하게 전달하는 것이 필요하다.

참고 문헌

1. 신대섭, 이상봉 "8051 C언어를 이용한 - 초보자가 만드는 로봇", p160-173.
2. 조영일 "센서 인터페이스" No.3 p119-130, 機電研究社, 1986.
3. 박홍준 "센서활용의 전자회로", 技文社, p286-304, 1992.
4. 박동균 "초음파 지팡이 구현에 관한 연구" 명지대학교 대학원 석사논문.
5. 이병식 "메카트로 센서 활용 핸드북"세운출판사 p140-154, 1992.
6. http://www.interq.or.jp/japan/se-inoue/e_srm1.htm.