

# 초음파 센서를 이용한 시각 장애인용 보행지팡이에 관한 연구 Research for Blind People's Walking Stick using Ultrasonic Sensor

\*이창조<sup>1</sup>, 강태화<sup>2</sup>, 김성현<sup>2</sup>, 양승만<sup>2</sup>, 이정광<sup>2</sup>, 김종준<sup>2</sup>, #최영휴<sup>3</sup>

\*C. J. Lee<sup>1</sup>, T. H. Kang<sup>2</sup>, S. H. Kim<sup>2</sup>, S. M. Yang<sup>2</sup>, J. K. Lee<sup>2</sup>, J. J. Kim<sup>2</sup>, #Y. H. Choi(yhchoi@changwon.ac.kr)<sup>3</sup>

1 창원대학교 대학원 기계설계공학과, 2 창원대학교 기계설계공학과, 3 창원대학교 기계설계공학과

Key words : Sensor Stick, F.E.M, Blind people

## 1. 서론

우리는 일상생활에서 시각 장애인이 지팡이나 안내견을 데리고 길을 걸어 가거나 횡단보도, 계단 등을 걸어가는 것을 보는 것은 그리 어렵지 않다. 시각장애인들은 안전한 보행을 위해 일반적으로 지팡이나 고도의 훈련을 받은 안내견을 이용한다. 그러나 일반 보조지팡이의 경우, 보행자의 감각에 의존하여 보행자가 위험 수준을 판단하고 대처해야 하는 단점이 있다. 그렇기 때문에 갑작스러운 장애물 출현 및 측면에 있는 위험요소는 보행자의 안전을 위협할 수 있다. 이에 반해 안내견은 보행자에게 위험을 알려줄 수 있다는 장점은 있지만, 안내견이 출입할 수 없는 장소가 존재하고, 안내견의 속도에 맞추어 이동함으로써 오는 행동의 제약이 있다. 또한 안내견을 관리하는 등의 불필요한 기회비용이 요구 된다. 따라서 본 연구에서는 일반적으로 시각 장애인들이 사용하는 지팡이와 달리 초음파 센서를 부착하여 사물을 인식 할 수 있고, 장애인 전방이나 측면의 위험요소나 장애물을 감지하여 좀 더 신속하고 안전하게 불의의 사고를 예방하는 초음파 센서 보행지팡이(초음파센서 지팡이)에 관한 연구를 하였다. 그리고 초음파 센서지팡이에 사용된 초음파 센서 제원을 설명하고 지팡이의 정적 해석을 통해 구조의 안전성을 평가해 보았다.

## 2. 초음파 센서 지팡이 설계 및 해석

초음파 센서를 이용한 시각 장애인용 보행지팡이의 CAD 모델링을 Fig. 1(a)에 실제 완성된 제품을 Fig. 1(b)에 나타내었다.

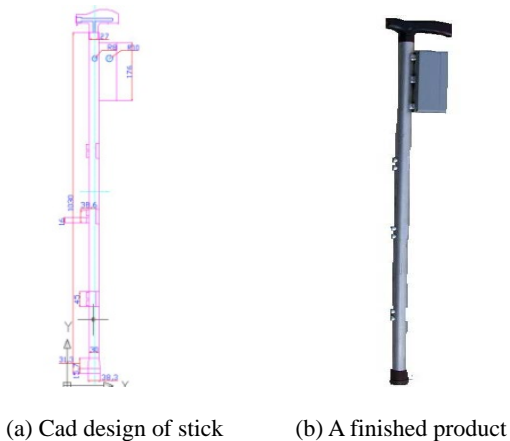


Fig. 1 Design process of the stick

지팡이의 무게를 경량화하기 위하여 재질은 AL-6061-T6을 사용하였으며, 이에 대한 물성치를 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Al-6061-T6 property

Modeling data	Value
Density	2700(kg/m <sup>3</sup> )
Young's modulus	68(GPa)
Poisson ratio	0.3

지팡이의 안정성을 평가하기 위하여 ANSYS를 사용하여 정적구조해석을 수행하였다. 이를 위해 Fig. 2와 같이 FEM 모델링을 하였다.

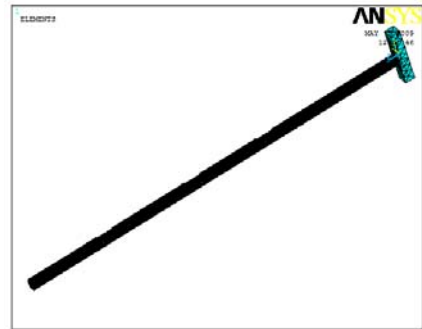


Fig. 2 FEM modeling

지팡이의 손잡이 부분을 완전구속하고, 성인의 체중을 고려하여 지팡이 밑바닥에 60kg, 70kg, 80kg, 90kg에 해당하는 압력을 주었다. 지팡이에 대한 정적 해석결과를 Fig. 3에 나타내었다.

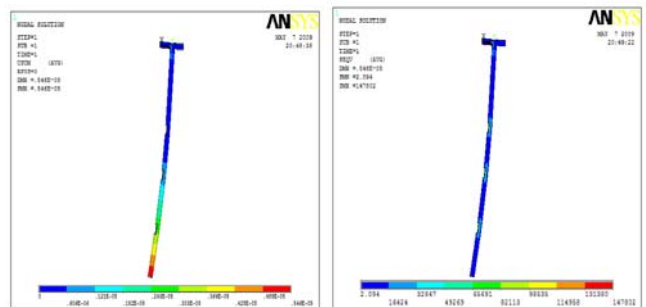


Fig. 3 The result of static analysis(90kg)

정적 해석 결과에 대한 결과값은 Table 2에 나타내었다.

Table 2 The results analysis corresponding loads

Structure weight (kg)	Maximum displacement (mm)	Maximum stress (Pa)
60	0.36e <sup>-5</sup>	98535
70	0.42e <sup>-5</sup>	114951
80	0.48e <sup>-5</sup>	131366
90	0.55e <sup>-5</sup>	147802

AL6061-T6의 경우 항복강도가 241MPa이다. 해석결과, ANSYS 프로그램을 사용하여 60kg ~ 90kg의 해석 값을 비교해 보았을 때 가장 무거운 90kg에서의 응력이 147802 Pa 처짐이 0.36e<sup>-5</sup> mm 이므로, 항복강도 및 사람이 느낄만한 변형에 크게 못 미치는 것으로 나타났다. 따라서, 사람의 무게에 의한 지팡이의 파손 및 변형은 무시 할만하다.

### 3. 초음파 센서 및 작동원리

초음파 센서 지팡이의 상, 중, 하 각각에 센서를 부착하여 좀 더 효율성이 높게 제작하였고 센서가 감지할 수 있는 각도와 거리도 각 센서당 90cm, 70cm, 50cm, 90°, 70°, 90° 로 다르게 설정하여 안전성과 감지능력을 높였다. 그리고 지팡이에 사용된 센서, 배터리, 모터, 몸체재질 등 부품들도 고가의 부품이 아닌 주변에서 쉽게 구할 수 있는 부품들을 사용하여 고장이 발생했을 때 사용자가 좀 더 편리하고 빠른 시간 안에 부품교체 및 수리를 할 수 있도록 제작되었다.

지팡이에 사용된 센서는 영국 Robot Electronics 의 초음파 거리감지 센서(SRF04)이다. 모듈 내부에 마이크로 프로세서에서 타이머 기능을 이용하여 거리를 측정한다. 초음파 센서 지팡이에 사용된 센서의 제원은 Table 3에 나타내었다.

Table 3 Sensor specification

Specification	Data
Voltage	5V
Current	30mA Typ. 50mA Max
Frequency	40KHz
Max Range	3m
Min Range	3cm
Sensitivity	10uS Min. TTL level pulse
Input Trigger	Detect 3 cm diameter broom handle at > 2m
Echo Pulse	Positive TTL level signal, width proportional to range
Size	43mm × 20mm × 17mm height

다음 그림은 센서의 Timing Diagram 과 실제 모듈을 나타낸 그림이다.

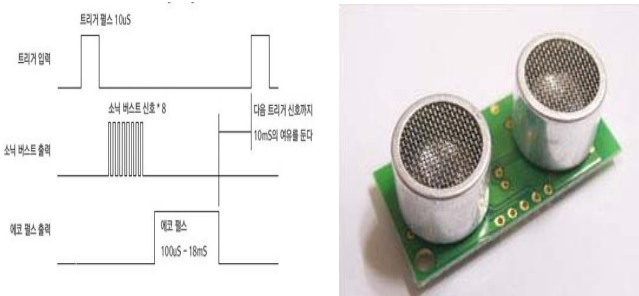


Fig. 4 Sensor module and timing diagram

각 부품의 무게는 Table 4에 나타내었다.

Table 4 Comparison of measured roughness data

Part	Weight(g)
Body	1000
Motor	30
Battery	10
Sensor	60
Control box	600
Total	1700

지팡이의 무게가 상당히 가볍다는 점을 생각하여 초음파 센서지팡이에 사용된 부품들도 무게가 가볍고 비용이 저렴한 것으로 선택하여 제작을 하였다.

다음은 각 부품 사진이다. 초음파 센서지팡이에 사용된 보드는 ATmega128 CPU 모듈이다.



Fig. 5 ATmega128 CPU

ATmega128 CPU는 ATmega128 16A U AVR 마이크로 컨트롤러를 사용하며 2 줄짜리 2.54 Header Pin 이 양쪽으로 32PIN 씩 배치되어 있다. MAX32 내장으로 RS-232 통신이 가능하며 ISP 커넥터, 16MHz X-tal, Reset S/W, 전원 LED가 내장되어 있다. 다음 사진은 초음파 센서지팡이에 사용된 부품사진이다.

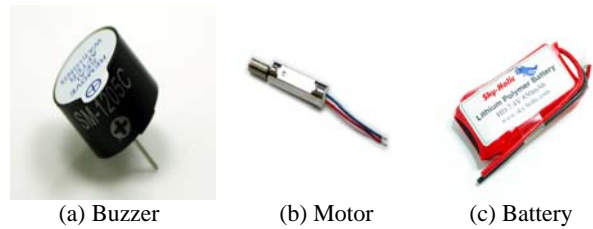


Fig. 6 Part of signal set

### 4. 결론

본 논문을 통하여 시각장애인들이 사용할 수 있는 초음파 센서를 이용한 지팡이를 설계하였다. 그리고 유한요소 해석프로그램을 이용하여 지팡이를 사용함으로써 걸릴 수 있는 최대 하중을 예상하여 정적 해석 결과를 도출하여 보았다.

지팡이를 제작하여 제작자들이 실험을 해 본 결과 일반 지팡이 사용시에는 직선구간은 어느 정도 보행이 가능하였지만 커브, 장애물 등이 있을 때에는 많은 어려움이 있었다. 그에 반해 초음파 센서를 이용한 보행 지팡이는 센서의 부착 위치에 따른 방향 감지를 통해 곡선 구간도 쉽게 감지하여 방향 전환을 할 수 있었다. 그리고 무게에 따른 어려움이 있을 줄 알았지만 일반 지팡이와는 다르게 지면을 치거나 전방에 장애물이 있다는 것을 확인 할 일이 상당히 줄어들기 때문에 시각 장애인이 느낄 수 있는 피로감은 상당히 줄어들었다.

추후 연구에서 초음파 센서 지팡이의 구조 최적화를 통해 중량을 감소 시키고 센서의 부착 위치 최적화 및 모듈 부분을 간소화 시킨다면 보다 경량하고 넓은 범위를 감지할 수 있는 시각 장애인용 보행 지팡이를 제작 할 수 있을 것이다.

### 후기

본 논문은 누리 메카노 21 사업단의 일반 캡스톤디자인의 지원으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. 한상일, "시각 장애인을 위한 보행 안내에 관한 연구," Proceedings of KIIS Fall Conference, 2008.
2. 정우영, "제자리 회전이 가능한 장애인용 차량 개발," 한국정밀공학회, 2008.
3. 태성에스엔이 FEA 사업부, "유한요소해석 입문과 선행 해석," (주)태성에스엔이, 2008.