

블루투스 및 초음파 센서를 이용한 위험감지 음성 시스템 설계

박준훈, 김진민, 박민규
충주대학교

Design of voice warning system using bluetooth and ultrasonic sensor

Joon-Hoon Park, Jin-Min Kim, Min-Kyu Park
Chung-Ju National University

Abstract - 본 논문은 앞을 볼 수 없는 시각 장애인의 보행 시 장애물에 대한 안전을 고려한 시스템으로 보행 시 전방에 보행 장애 물체가 나타날 경우 초음파 센서가 장애물의 위치거리를 측정하고 측정된 거리 데이터를 근거리 무선통신을 통해 송·수신하여 이를 최종적으로 사용자인 시각 장애인에게 음성으로 사전 경고함으로써 발생할 수 있는 위험 요소를 대처하는데 기여할 수 있도록 설계하였다. 설계된 시스템은 IT관련 기술을 활용함으로써 휴먼 IT기술을 구현하고자 하였다.

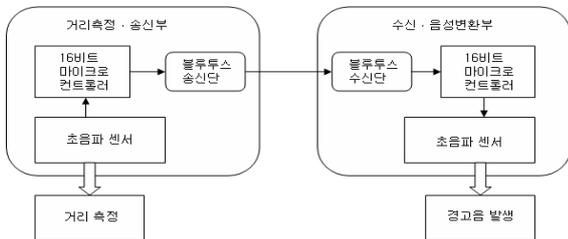
1. 서 론

본 논문에서는 입체 변위 센서를 이용해 사용자와 장애물 사이의 거리를 측정하여 이를 근거리 무선 통신을 통해 전달하고 최종적으로 측정된 결과를 음성으로 변환하여 소형 스피커를 통해 경고 메시지와 함께 알려주는 시스템을 구현하였다. 이를 위해 초음파 센서의 펄스를 시간 축으로 계산하여 거리를 확인하고, 근거리 무선통신을 통해 초음파 센서의 계산된 거리를 송·수신하며 수신 모듈이 데이터를 음성변조(TTS, Text To Speech)를 하도록 구현하였다. 초음파 입체 변위 센서를 이용한 측정처리를 실시간 자동 거리 측정이 가능한 시스템으로 구현하고 나아가 USN(Ubiquitous Sensor Network)기술을 기반으로 근거리 무선 통신에 의한 실시간 자동 경고 시스템을 구축함으로써 보행 장애 위험물 감지가 보다 효율적으로 이루어지도록 디지털화된 시스템으로 개선하였다.

2. 시스템 설계

2.1 시스템 구성

본 시스템은 초음파 거리측정부와 이를 송·수신하는 블루투스 기반의 근거리 무선통신부, 시스템을 제어하는 제어부 및 음성 변환부로 구성하였고 이를 그림 1에 나타내었다. 입체 변위 센서인 초음파 센서로 거리를 측정하고 이 측정된 거리가 마이크로컨트롤러인 ATmega128에서 데이터를 저장 및 계산되고 계산된 값은 근거리 무선 통신인 블루투스를 통하여 송신단에서 수신단으로 무선 전송된다. 수신단에서는 송신단에서 보낸 데이터를 ATmega128를 활용하여 음성 경고음으로 변환하여 스피커를 통하여 소리로 전달 되도록 한다.



〈그림 1〉 전체 시스템 블록 다이어그램

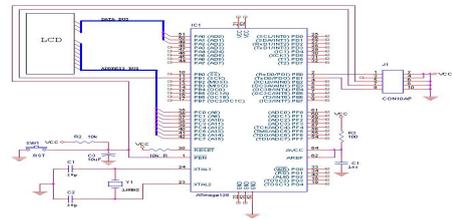
2.2 중앙 제어부 설계

2.2.1 ATmega 128

ATmega128 외부 소자는 64핀의 TQFP 패키지와 MLF 패키지가 있고, TQFP형이 널리 사용되며 MLF형은 패키지만 다를 뿐 핀 번호와 기능은 동일하다. 또한 ATmega128 내부 소자는 하드웨어 구조라는 특징을 가지므로 내부 버스가 2가지로 구성되어 있다. ATmega128의 프로그램 메모리는 소자의 내부에만 존재하므로 이를 위한 버스도 내부에만 있게 되고 버스가 바로 프로그램 액세스용 버스에 해당한다.[1]

2.2.2 제어모듈 설계

ATmega128도 일반 마이크로컴퓨터와 같이 CPU, 프로그램 메모리, 일반 데이터 메모리, EEPROM 데이터 메모리, I/O포트, 직렬 포트, 타이머/카운터, Compare/Capture/파형 생성 모듈, 아날로그 비교기, AD변환기 등으로 구성된다. ATmega128에 LCD모니터와 블루투스 칩셋, 초음파 센서를 각각 연결하였다. 이를 그림 2에 보였다.



〈그림2〉 ATmega128를 이용한 중앙제어 회로도

2.3 초음파 센서부 설계

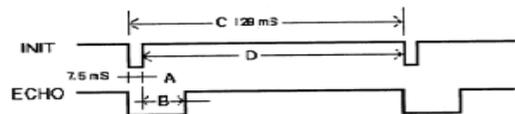
2.3.1 초음파 센서 SE-600-1

입체 변위 센서 중 초음파 센서는 음파가 물체에 반사되어 돌아오는 시간을 측정하여 음파의 속도를 이용하여 거리를 측정하며[2], 직접 반사형은 ECHO PULSE를 받아 출력을 내보내고 투과형은 검지 각도를 자유로이 설정할 수가 있어 설계가 쉽다. 음파의 속도는 $331.5 + 0.61T$, 여기서 $T = \text{온도}(^{\circ}\text{C})$, 즉 상온(25°C)에서 약 340m/s 이다. 송신기와 수신기 사이의 반사거리를 L , 음파의 속도를 c 라고하면 초음파가 물체에 닿고 돌아오는 시간 T (왕복시간)과 거리의 관계는 $L = Tc \frac{\cos\theta}{2}$ 로 표현된다. 사용된 초음파 센서 SE-600-1의 규격을 표 2-1에 정리하였다.[3]

〈표 2-1〉 초음파 센서 SE-600-1 특징

| | | | | | |
|---------|-------|------|-----|------|-------|
| 초음파 주파수 | 50Khz | 측정오차 | ±1% | 공급전력 | 6~30V |
| 빔각도 | 15° | 분해능 | 1mm | 소비전력 | 60mA |

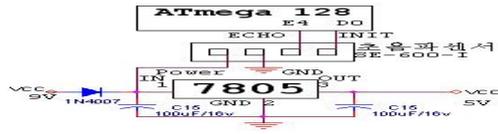
그림 3은 초음파 센서의 TTL 호환에 따른 신호로 A는 Low에서 High로 상승할 때 초음파를 발사하고 외부 트리거 신호 인가시 7.5ms보다 크도록 한다. B는 측정거리에 비례하며 3.5ms~50ms가 된다. 또한 C는 측정반복 주기로 내부 트리거 모드시 128ms, D는 120.5ms가 되도록 설계한다.[4]



〈그림 3〉 초음파 센서의 TTL compatible level 신호

2.3.2 초음파 센서모듈 설계

초음파 센서 SE-600-1에 9V 전압을 흘려주고 이 전압에 역전압이 흐르지 않도록 1N4007 다이오드를 설치하였다. SE-600-1은 9V전압으로 에코(echo)를 발생하고, 마이크로컨트롤러인 ATmega128(PORT E.4)에서 펄스를 내보내 에코로 거리를 측정한다. 이 측정된 펄스 값은 INIT(PORT D.0)로 들어오게 되고 거리 변환시 계속 LCD 모니터에 나타나게 되며 센서 모듈 회로도를 그림 4에 보였다.



〈그림 4〉 초음파 센서 회로도

2.4 근거리 무선통신

2.4.1 Bluetooth

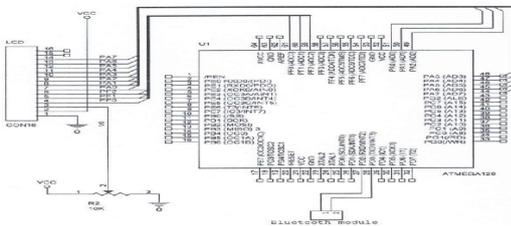
블루투스는 '근거리, 저 전력 무선 인터페이스로 1MHz의 대역폭으로 29개의 채널로 나누어 각 채널을 호핑하는 FHSS 방식을 택하였고, TDD(Time Division Duplex)방식으로 625μs의 타임슬롯을 기반으로 하며, 라운드 로빈 방식으로 디바이스 패킷을 교환한다. 블루투스의 사양은 표2-2에 나타내었다.[5]

〈표 2-2〉 블루투스의 사양

| | |
|-----------|--|
| 이용 주파수 대역 | 2.4GHz ISM Band |
| 데이터 전송 속도 | 1Mbps |
| 확산 변조 방식 | 주파수 호핑 스펙트럼 확산 방식 |
| 주파수 호핑 속도 | 초당 1600회 |
| 음성 채널 | SCO 링크 지원 |
| 변조 방식 | GFSK |
| 최대 전송 파워 | 100mW(Class1), 2.5mW(Class2), 1mW(Class3) |
| 네트워크 지원 | 피코넷 |
| | 스캐터넷은 대규모 네트워크로 확장 가능 |
| 보안 | Authentication(128bit), Encryption(8-128bit) |

2.4.2 근거리 무선통신 모듈 설계

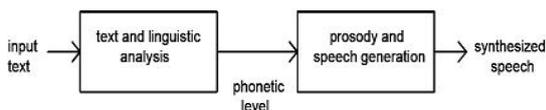
그림 5는 근거리 무선 송·수신 모듈 회로도이다. 본 논문에서 송신측 모듈의 입체센서를 이용한 거리측정기에서 거리 측정을 하고 측정된 거리를 마이크로프로세서가 부피를 계산하여 결과값을 LCD에 디스플레이 한다. 송신측 모듈이 디스플레이 된 값은 블루투스 모듈을 통해 송신측 모듈로 수신하고 수신된 값을 수신측 마이크로프로세서가 처리하게 시스템을 구성하였다.



〈그림 5〉 블루투스 송·수신 회로도

2.5 음성 변환

그림 6의 TTS 합성과정에서 보인바와 같이 음성변환(TTS)은 입력 텍스트를 전자회로나 컴퓨터를 이용하여 자동으로 음성 파형으로 변환시켜 주는 기술로 다른 음성 관련 기술들보다 가장 먼저 구현된 기술이다. 음성 합성 방식에는 포먼트 주파수를 공진 회로로 모델링한 포먼트 합성방식(formant synthesis)을 비롯하여, 조음기관을 모델링하여 합성하는 조음합성방식(articulatory synthesis), 그리고 녹음된 음편(speech segment)을 연결하여 합성음을 생성하는 연결합성방식(concatenative synthesis)이 있다.[6]



〈그림 6〉 TTS 합성 과정

음성 부호기 및 음성 부호기를 구동시키기 위한 파라메타 열로 이루어져 있다. 합성하고자 하는 어휘들을 미리 분석하고 파라메타로 저장하였다가 이들의 조합으로 음성 부호기를 구동하여 음성을 합성하는 방법을 이용하였다.

3. 실험 및 고찰

3.1 초음파 센서 거리 측정 실험

거리측정 실험은 안식각에 의한 거리 폭을 기준으로 측정을 하였다. 초음파 센서가 어느 정도 안식각을 만들어 퍼지는 현상이 있기 때문에 폭에 관한 실험을 하였다.

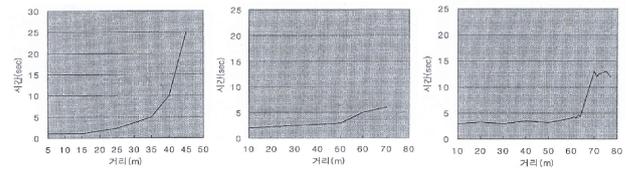
〈표 2-3〉 폭에 관한 거리 측정

| | | | | | | | | |
|----|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| 폭 | 측정횟수 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1m | 측정거리 (m) | 3.53 | 3.52 | 3.53 | 3.53 | 3.53 | 3.53 | 3.54 |
| 폭 | 측정횟수 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2m | 측정거리 (m) | 7.11 | 7.10 | 7.11 | 7.11 | 7.11 | 7.11 | 7.11 |

표2-3에서 확인한 결과 초음파 센서는 거리에 비해 폭이 좁을수록 거리 측정이 짧아짐을 알 수 있다. 이 데이터는 초음파 센서가 약 15°정도의 각을 형성하면서 퍼져 나감을 알 수가 있고 폭에 관하여 간섭을 받을음을 알 수가 있었다.

3.2 블루투스 거리측정 실험

본 실험은 송신부에 탑재되어 있는 거리측정기의 거리 측정, 블루투스 모듈을 이용한 송·수신부의 거리별 데이터 정확률, 모듈별 인식 시간을 측정 한다. 블루투스 실험에 있어서는 전파 간섭에 따라 어떤 변화가 생기는지 보기위해 건물 복도, 건물 옥상 및 운동장에서 실험을 하였다. 통신 실험에 있어서 차폐물 즉 장애물이 있을 경우 장애물의 종류에 따라 송신 신호가 감쇄되거나 제한을 받을 수 있으므로 장애물은 없는 상태에서 실험을 하였다.



〈그림 7〉 블루투스 운동장·건물 복도·건물 옥상 실험

실험 결과 그림 7에서 보듯이 운동장 보다는 건물에서의 인식이 좋을 수 있었다. 인식 범위를 보면 야외 예서는 최대 44m까지 인식할 수 있었지만, 실내에서는 최대 72m 까지 인식할 수 있었다. 그림 7에서 건물 안 보다는 옥상에서의 인식구간이 더 넓다는 것을 알 수가 있다. 전체 적인 인식 시간은 건물 안이 더 안정적이긴 하지만 거리 면에서는 옥상에서의 인식이 더 좋았다. 실험에서 보듯이 높은 곳에서는 전파의 영향을 받거나 높은 곳에서 더 좋은 통신이 이루어진다 할 수 있겠다.

3. 결 론

본 논문에서 구현한 블루투스 및 초음파 센서를 이용한 위험감지 음성 시스템은 시각장애인을 위해 장애물 탐지와 회피를 가능하게 하는 것으로 휴먼 IT 기술을 접목하고 구현하였다. 초음파 센서를 이용한 거리 측정모듈에서는 15°정도의 안식각으로 인해 측정 폭에 따라 측정거리 제한이 생겨 좁은 복도나 버스 경우 거리 측정에 어느 정도 제한이 있을 것이다. 또 블루투스의 전송거리는 30m라고 하지만 실험에서 그 이상의 경우에도 통신이 안정적으로 인식이 됨을 알 수가 있었다. 따라서 장애물 발생 시 초음파 센서로 장애물을 감지하고 감지된 장애물의 위치거리 데이터를 송·수신하는데 있어 폭에 관한 제한을 배제하고는 큰 문제가 없음을 알 수가 있었다. 따라서 공간이 넓은 곳에서 사용자의 정면에 있는 장애물을 미리 알고 대처하고자하는 시스템의 구성 및 동작이 안정적으로 이루어짐을 알 수가 있었고 실용성을 고려한 추가적인 시스템 보완이 요구된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 윤덕용, AVR ATmega 128 마스터, P22~23, 2006년도
- [2] 알기쉬운 초음파응용, 전자기술연구회,P43~44, 1989년도
- [3] 김대현, 블루투스를 이용한 원격 silo 레벨 측정 및 모니터링 시스템, p14~15, 2007년도
- [4] 초음파센서 SE-600-I specification
- [5] 블루투스 시스템 설계기술, 국제 테크노 정보 연구소, 2002년도
- [6] 오영환, 음성 언어 정보처리, 홍릉 과학 출판사, P211~225, 1998년도