

초음파센서를 이용한 지능형 자동문시스템 개발

(Development of an Intelligent Automatic Door System Using Ultrasonic Sensors)

송동혁* · 장병건

(Dong-Hyuk Song · Byong-Kun Chang)

요 약

본 논문은 기존의 자동문시스템의 단점을 개선하여 보다 지능적인 기능을 추가함으로써 통행자에게 편의를 제공하고, 전력손실을 낮추는 보다 효율적인 초음파센서 기반의 지능형 자동문 시스템을 제안한다.

기존의 자동문시스템에서는 물체 및 인체 감지 기능 센서로서 원적외선 열선 감지센서와 근적외선 반사식 감지센서를 사용해 왔다. 기존의 방식은 상황에 맞지 않는 문닫힘에 의한 전력손실, 빠르게 다가오는 물체에 대한 적용 부족, 그리고 안전에 대한 문제점이 있었다.

제안된 초음파센서를 이용한 지능형자동문 시스템은 기존의 자동문시스템에 비교하여 필요없는 문닫힘 방지에 의한 전력손실 방지와 빠르게 접근하는 물체에 적응적으로 자동문이 빠르게 열릴 수 있게 하며, 안전도를 높여 기존 방식의 자동문보다 운용적, 경제적, 안정 면에서 성능을 개선하였다.

Abstract

This paper proposes an ultrasonic sensor based intelligent automatic door system which improves the performance of conventional door systems by adding more intelligent functions such that it offers more convenience to passersby and reduces power loss.

The conventional automatic door systems employed passive and active infrared sensors for detecting objects and human bodies. But, they have problems such as power loss in door closing, not sensing fast approaching objects, and safety.

The proposed automatic door system with ultrasonic sensors prevents unnecessary door closings to save the power and senses fast approaching objects to open the door at proper time, and improves safety. Thus, the proposed system improves the performance of the conventional systems in terms of operation, economy, and safety.

Key Words : Automatic Door System, Active Infrared Sensor, Passive Infrared Sensor, Ultrasonic Sensor

* 주저자 : 인천대학교 전기공학과 석사
Tel : 032-770-4324, Fax : 032-765-8118
E-mail : Eley98@gmail.com
접수일자 : 2009년 3월 9일
1차심사 : 2009년 3월 16일
심사완료 : 2009년 4월 23일

1. 서 론

자동문은 광전관(적외선 센서 및 열전도 센서)을 이용하여 직접 손을 문에 대지 않고 단추를 누르거나 문 앞에 서면 자동으로 문이 열리고 문을 통과하면 자동으로 닫히게 함으로써 사용자에게 편의를 제공하게 된다.

기존 자동문 시스템은 적외선 반사식 센서 및 열센서와 바닥에 플로어 박스를 추가하여 구성한 제품이 주를 이루고 있다. 이 시스템에서의 문제점은 태양 빛(적외선 및 자외선)에 의한 미작동 및 오작동할 수 있으며 빠르게 다가오는 물체에 대해 반응 할 수 없고 자동 문닫힘에 의하여 전력 손실을 가져 오게 된다. 또한 정지된 물체 미감지로 문이 닫히는 안전상의 문제점이 있다.

초음파를 이용한 지능형 자동문 시스템은 송수신 초음파센서를 사용함으로써 수신센서 간 시간차를 측정하여 목표물의 거리를 추정하고 목표물의 위치와 속도를 감지하여 다가오는 물체에 대하여 능동적으로 반응할 수 있다[1].

근접한 물체를 감지하여 문 닫힘을 방지함으로써 전력 손실을 방지 할 수 있으며, 빠르게 다가오는 물체에 대해 적응적으로 작동하여 통행자에게 편리함을 제공하고 문 근접지역 감지에 의한 문 닫힘 방지 안전 제어를 함으로써 사용자에게 보다 안전한 시스템을 제공할 수 있다. 또한, 초음파는 인체에 무해함이 의학적으로 입증되어 통행자의 건강에는 아무 문제가 없다.

본 논문에서는 기존 자동문시스템의 작동상의 문제점을 보완하기 위하여 초음파 센서를 이용하여 보다 효율적인 지능형 자동문 시스템을 개발하고자 한다.

2. 본 론

2.1 지능형 자동문 시스템의 동작 원리

지능형 자동문 시스템의 동작 원리는 그림 1과 같이 마이크로컨트롤러에서 40[kHz]의 신호를 만들어 Max232 IC를 통해 +12~-12볼트로 변환한 신호를

초음파 송신 센서로 내보내게 된다.

송신된 초음파 신호가 감지 물체로부터 반사되어 수신된 신호를 상단의 두 개의 초음파 수신 센서로 받아 물체의 거리 및 방향을 알 수 있게 된다. 하단의 송수신 센서는 문닫힘 방지 안전장치를 위하여 사용된다.

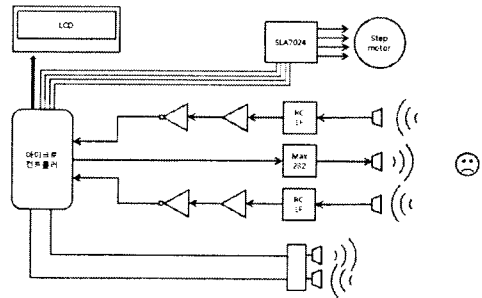


그림 1. 지능형 자동문 시스템의 전체 구조
Fig. 1. Overall structure of the intelligent automatic door system

반사된 수신신호는 초음파 신호의 특성상 여러 방향으로 부터의 다반사 신호로 인해 고주파의 신호의 성격을 갖게 되는데 이때 저역통과필터를 이용하여 다반사 신호 및 기본 잡음을 제거하게 된다. 이렇게 얻어진 데이터는 OP-AMP로 증폭되고 7414 IC에 의해 변환 되어 마이크로컨트롤러로 입력된다.

입력된 신호로부터 송신과 수신 시간을 측정하여 거리를 추정하며 시간데이터를 LCD에 표시하게 된다. 감지물체의 속도를 추정하여 적절한 시간에 자동문을 열기위하여 스텝모터 드라이브 SLA7024로 신호를 보내게 된다.

순간 속도는 두번째 입력되어 들어오는 시간지연의 값과 첫 번째 지연 시간의 값과 차이를 이용하여 측정하였다. 초음파 센서로 인하여 얻어진 시간 지연 값은 거리에 비례하므로 아래 식을 이용하였다.

$$\nabla y = x_{(t)} - x_{(t-1)} \quad (1)$$

여기서 $x_{(t)}$ 는 시간지연을 나타낸다.

정상속도의 값은 처음 입력되어 들어오는 시간 지연 값과 마지막 시간지연 값의 차이의 변화를 속도 측정에 이용하였으며 식으로 표현하면 아래와 같다.

$$y = x_{(t)} - x_{(t-9)} \quad (2)$$

물체의 방향은 감지 물체로 인해 반사되어 왼쪽과 오른쪽의 초음파 수신센서로 입력되어 오는 신호의 시간 차이를 이용하였으며 아래와 같이 표현된다.

$$\theta_H = x_{R(t)} - x_{L(t)} \quad (3)$$

감지물체의 거리 L은 마이크로컨트롤러(AT89C51)의 타이머로 감지물체의 반사로 인하여 생긴 시간차를 계산하여 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$L = (331.5 + 0.6T) \frac{12}{C_{Hz}} l_t \frac{1}{2} \quad (4)$$

여기서, $331.5 + 0.6T$ 는 온도 T 에서 초음파의 속도이며, $\frac{C_{Hz}}{12} l_t$ 는 초음파 센서로부터의 송신파와 수신파의 시간차를 타이머로 측정한 값이며, C_{Hz} 는 마이크로컨트롤러 오실레이터의 주파수이며, l_t 는 신호 송신부터 수신까지의 타이머의 카운트 수이다.

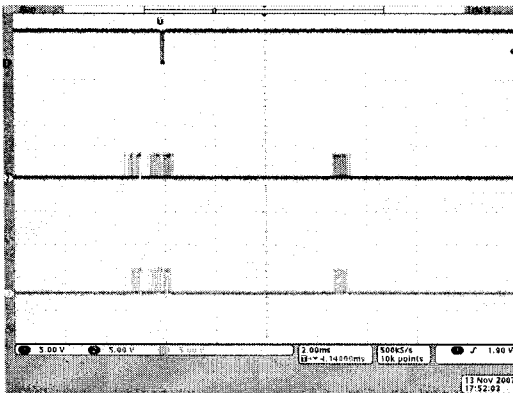


그림 2. 초음파 송신센서의 신호와 반사되어 돌아오는 두 개의 수신 센서 출력

Fig. 2. Ultrasonic signal from a transmitting sensor and reflected signal at two receiving sensors

- ① Trigger output signal
- ② Echo pulse: input signal at left sensor
- ③ Echo pulse: input signal at right sensor

감지물체가 지능형 자동문 센서로 접근 할 때의 시간지연 값을 레지스터에 저장하고 지능형 자동문

센서로 부터의 거리가 사전에 주어진 거리와 일치 할 때 지능형 자동문 시스템이 동작하여 열리게 된다. 시스템에서는 시간정보를 이용하여 거리를 단계 별로 나누어 물체를 감지하였다. 그림 2는 송신된 초음파 신호와 왼쪽, 오른쪽 센서에서 수신된 신호를 보여 주고 있다.

2.2 센서의 동작

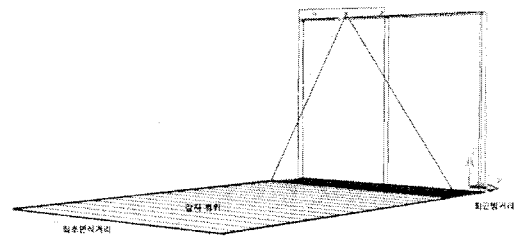


그림 3. 센서의 동작 범위

Fig. 3. Operation range of sensor

센서의 동작범위가 그림 3에 나타나 있다. 최초 인식거리는 초음파 송신 센서로부터 정해진 감지 범위 내에서 처음 인식 되는 거리이다. 인식거리는 소프트웨어적으로 설정이 가능하며 만약, 이 최초인식 거리 밖에 있는 물체는 반사 신호가 없으므로 무신호(OUT OF SIGNAL)상태가 된다. 최초 인식 거리와 감지 범위 내의 물체의 인식은 송신 신호가 물체에 의해 반사되어 수신 센서에서 감지된 신호에 의하여 이루어진다.

거리는 송신 후 지연시간에 비례하므로 연속적으로 감지되어 열게 되는 시간지연의 값이 10개의 레지스터 메모리에 표 1과 같이 저장된다.

최초 시간데이터는 처음 레지스터에 저장되며 일정시간 후에는 첫 번째 시간데이터가 두 번째 레지스터로 이동하게 된다. 이와 같이 하여 시간데이터가 연속적으로 10개의 레지스터에 저장된다.

표 1. 레지스터의 데이터 이동

Table 1. Data movement in register

1 레지스터	2 레지스터	3 레지스터	...	10 레지스터
$x_{(t)}$	$x_{(t-1)}$	$x_{(t-2)}$		$x_{(t-9)}$

초음파센서를 이용한 지능형 자동문시스템 개발

감지범위는 타이머 모드 1의 2^6 카운트를 15개의 단계로 나누어 물체의 세로선 통과시 거리상의 위치를 감지하게 된다.

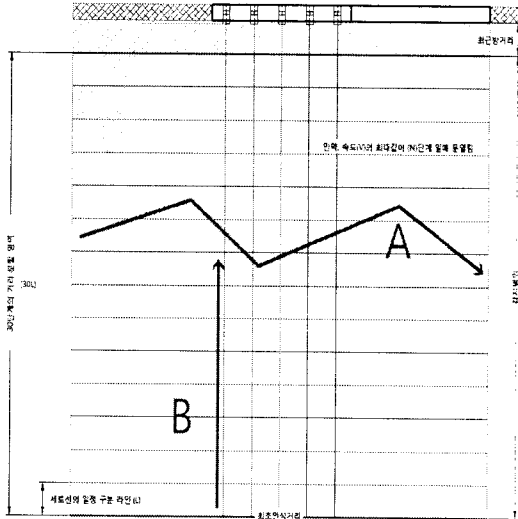


그림 4. 세로경로(A)와 가로경로(B)의 접근
Fig. 4. Vertical and horizontal approach of an object

자동문 감지범위 내 접근 단계가 그림 4에 나타나 있다. 첫 번째 레지스터와 마지막 레지스터의 값의 차이를 측정하여 주어진 시간에 이동한 평균 거리를 구할 수 있게 된다. 이 값으로 일시적 속도를 파악하여 적응적으로 자동문을 제어할 수 있게 된다. 감지 물체가 최 근방 거리로부터 일정거리 떨어진 단계에 접근하게 되면 문열림 동작이 이루어진다. 그리고 최근방 거리지역(노란색 영역)내에서 물체가 감지되면 자동문은 항상 열리게 되어 있다.

자동문에 접근하는 물체의 가로 경로와 세로 경로를 보여 주고 있다. 그림에서 물체 B가 세로 경로로 진입해 올 때 정상적인 속도로 접근하게 되면 최근방거리지역에 도달하게 되면 문이 열리게 된다. 물체가 빠른 속도로 접근하는 경우에는($y \geq 6$) 최근방거리지역 이전에 빠른 속도가 인지되는 시점에서 문이 열리게 된다. 물체 A가 가로 경로로 이동할 때 왼쪽과 오른쪽 센서의 신호의 수신시간 차이에 따라 거리를 추정하여 정면으로 접근하지 않음을 인지하고 문을 열지 않게 된다.

2.3 센서의 감지 범위

감지 범위는 그림 5에 나타나 있다. 위치 A는 수신되는 두 개의 센서의 거리가 같으므로 중앙으로 인식하게 되며, 위치 B는 왼쪽 센서보다 오른쪽 센서까지의 거리가 더 멀기 때문에 신호가 왼쪽 센서에 먼저 수신되며 오른쪽 센서에 수신된 신호와의 시간 시간차이를 확인하여 왼쪽 방향에 있음을 알 수 있게 되며, 위치 C는 그와 반대로 신호가 오른쪽 센서에 먼저 수신되므로 오른쪽의 방향에 물체가 위치함을 알 수 있게 된다. 그러나, 위치 D는 송신센서의 감지 범위 밖에 있으므로 수신 신호의 값이 없게 되며 감지할 수 없게 된다.

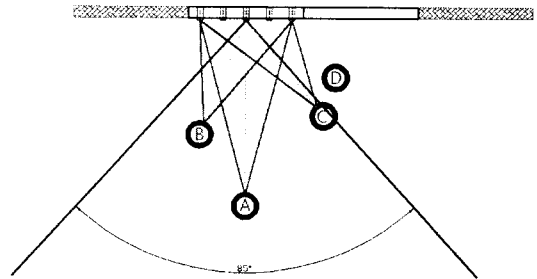


그림 5. 센서의 감지 범위
Fig. 5. Detection range of sensor

2.4 문닫힘 방지 안전장치

문닫힘 방지 안전장치는 문이 닫히기 시작할 때 문입구 상단에 위치한 초음파센서로부터 감지 영역 내에서 어떤 물체가 있음이 감지되면 그 물체의 안전을 위하여 문이 다시 열리게 된다.

초음파 모듈(SRF04)을 사용하여 물체를 감지하고 문의 동력장치로 이용된 스텝모터의 스텝 구간 사이의 시간지연 동안 물체를 감지하게 된다. 스텝 모터가 작동 중에 SRF04의 송신 및 수신 데이터의 확인 결과 물체가 감지되면 문닫힘을 정지하고 문을 열어 주게 된다. 그러기 위하여는 스텝핑 모터의 4극의 신호를 3회 입력할 때 마다 한번 씩 물체를 점검하는 동시적 수행을 하게 된다.

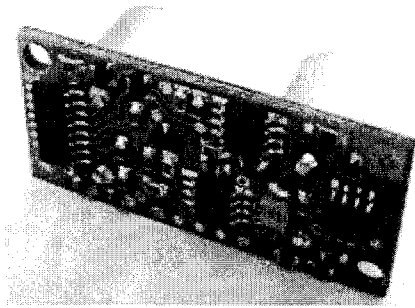


그림 6. SRF04 초음파 모듈
Fig. 6. SRF04 ultrasonic module

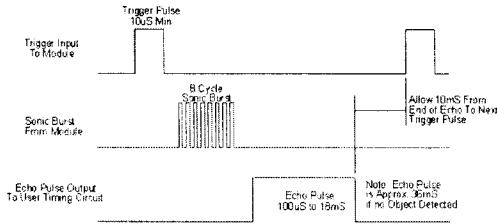


그림 7. SRF04 초음파 모듈의 타이밍 다이어그램
Fig. 7. Timing diagram of ultrasonic module SRF04

그림 6은 사용된 초음파 모듈의 외형이며 그림 7은 초음파 모듈의 타이밍 다이어그램이다.

그림 8에서 오실로스코프상에 나타난 신호로 보면 1번 신호는 SRF04의 초음파 트리거 신호이며 2번 신호는 반사 신호 길이가 된다. 3번 신호는 스텝 모터의 1극 신호이며 4번 신호는 스텝모터의 4극 신호이다. 스텝모터의 4극 신호가 끝난 뒤 반사 신호의 유무를 확인한다.

문 아래에 물체가 없으면 스텝 모터의 4극 신호 이후 반사 신호는 high가 된다. 그러나 문 아래에 물체가 있게 되면 반향 신호의 폭이 짧아지게 되며 반사 신호는 low가 된다. 반사신호를 3회 확인하여 low로 확인되면 물체가 있음을 감지하게 된다. 3회를 거쳐 검사하는 이유는 외부 잡음 신호로 인하여 오류가 생길 수 있기 때문이다. 이와 같이 자동문이 닫히게 될 때 물체의 유무를 확인하여 물체를 확인하면 스텝모터는 반대방향으로 회전하게 되어 닫히고 있는 문은 열리게 된다.

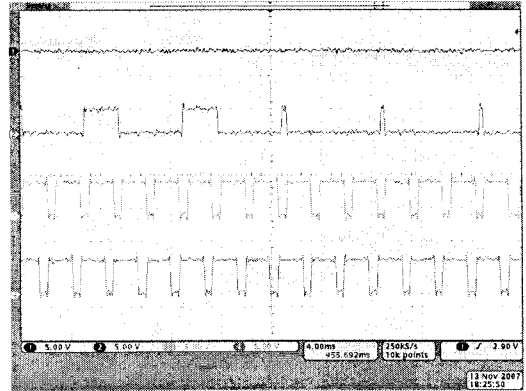


그림 8. 물체가 감지되었을 때 반사 신호가 축소되어 감지된 경우
Fig. 8. The case that the echo signal is reduced
① Trigger Input to module
② Echo pulse: output to user timing circuit signal
③, ④ Stepping Motor Signal

2.5 수신 필터 설계

송신된 초음파 신호와 반사되어 증폭된 수신신호의 파형이 그림 9에 나타나 있다.

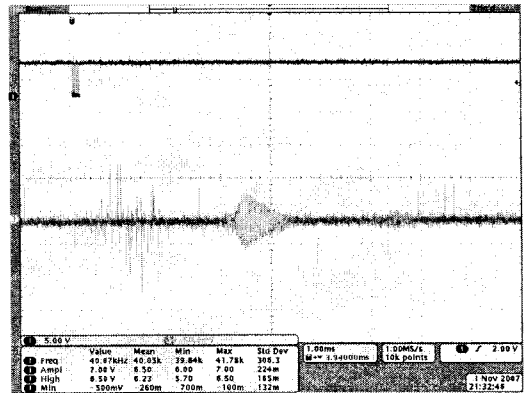


그림 9. 송신신호와 수신신호
Fig. 9. Noise signal in received wave
① Trigger output signal
② Echo pulse: input signal at left sensor

수신된 신호의 크기는 mV 단위로 크기가 매우 작으며 신호간의 간섭과 다반사로 인해 고주파의 잡음 신호가 생기게 된다. 수신신호는 OP-AMP로 증폭되기 때문에 잡음신호 또한 증폭된다. 이와 같은 잡

초음파센서를 이용한 지능형 자동문시스템 개발

음 신호는 지능형 자동문 시스템에 오동작을 일으키게 함으로써 운용상 문제점으로 나타났다.

이 문제를 해결하기 위하여 저역통과필터 또는 대역통과필터를 사용할 수 있는데, 원하는 신호의 주파수성분(40[kHz])을 이용하여 설계할 수 있다. 1.5 [kΩ]의 저항과 2,200[pF] 커패시터(222)를 직렬로 연결하여 임계주파수가 약 48[kHz]인 저역통과필터를 적용함으로써 이 문제를 해결할 수 있었다.

2.6 시스템 구성 및 인터페이스

2.6.1 구성

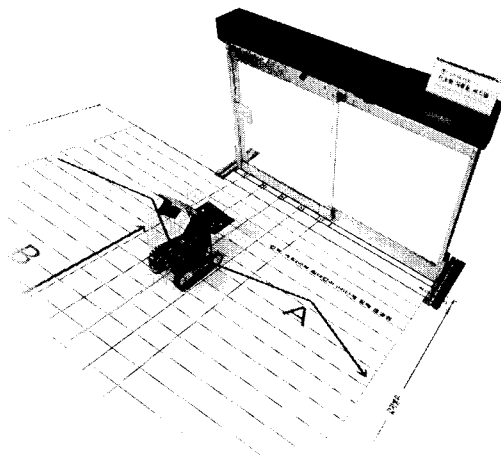


그림 10. 지능형 자동문 시스템의 구성
Fig. 10. Intelligent automatic door system

8-bit 마이크로컨트롤러를 이용하여 자동문을 제어하며 스텝모터를 제어하기 위해 모터 드라이브 칩(SLA7024)를 이용하여 미니어치인 자동문 슬라이드 구동부를 작동시킨다. 디스플레이 부분은 16x2라인 캐릭터 그래픽 모듈을 사용했으며 초음파센서(400ST, 400SR)를 이용하여 물체 상태를 감지한다. 움직이는 물체는 라인트래서 모형(가로 경로)과 적외선 무선 제어 탱크 모형(세로 경로)을 사용하였다. 전체 시스템 구성은 그림 10과 같으며 사용된 부품 및 기기는 아래와 같다.

- 마이크로컨트롤러(AT89C51) 메인 보드

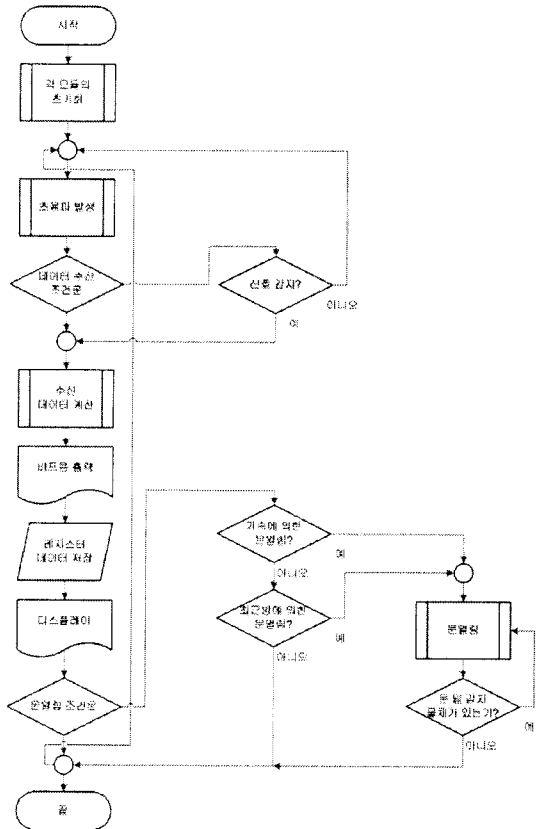


그림 11. 중요기능의 흐름도
Fig. 11. Flowchart of main functions

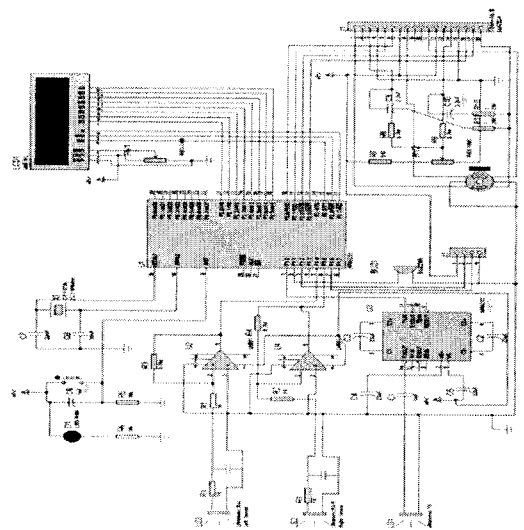


그림 12. 메인보드 회로도면
Fig. 12. Circuit diagram of main board

- 모터드라이브 및 스텝모터
- 초음파 송수신 센서 및 캐릭터 LCD
- 감지 물체(적외선 무선 제어 탱크 라인트레이서) 프로그램 모듈별 중요 기능들의 흐름도는 그림 11과 같고 메인 보드의 회로 도면이 그림 12에 나타나 있다.

2.6.2 시스템 인터페이스

2.6.2.1 신호 미감지 표현

물체를 감지하기 위하여 40[KHz]의 초음파 신호를 송신하며 일정 시간이 초과되어도 응답이 없으면, 물체에 반사되어 돌아오는 신호가 없다고 가정한다. 이때 캐릭터 LCD에는 신호가 없음을 OUT OF SIGNAL로 표현되며 그림 13에 나타나 있다.

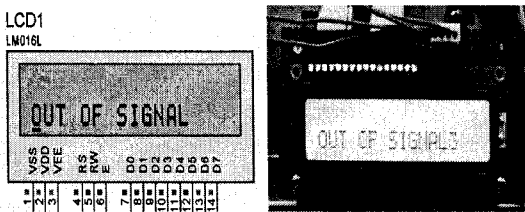


그림 13. 신호 미감지 표현
Fig. 13. Indication for no reflected signal

2.6.2.2 신호 감지 표현

송신부에서 신호를 내보낸 후 물체로부터 반사되어 돌아오는 신호에 대한 정보를 그림 14와 같이 6개 영역으로 표현하게 된다.

- 1번 영역 : 그림의 상단 왼쪽 부분은 초음파를 송신 후 왼쪽 센서에서 받은 반사 신호에 대한 타이머의 카운트 수의 상위 4비트 수치의 연속적인 10개 신호에 대한 값을 16진수로 출력한 것이다. 표현된 수치는 문에서부터의 거리를 신호가 최초 감지된 부분까지의 시간지연을 단계적으로 나타낸 것이다. 왼쪽의 첫 번째 수는 첫 번째 탐지로부터 얻은 값이며, 맨 오른쪽 10번째 수치는 10번째 탐지로부터 얻은 값이 된다. 이때, 첫 번째 수치가 갱신되면 10번째 수치는 버리게 된다. 처음 탐지와 두 번째 탐지의 시간 은 약 70[msec]가 걸리게 되며, 처음 들어온 데

이터는 0.7초 동안 표현되게 된다.

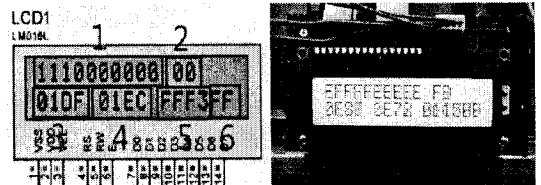


그림 14. 신호 정보 표현
Fig. 14. Indication for signal information

- 2번 영역 : 상단 오른쪽 부분에 표현되는 부분은 첫 번째 탐지와 두 번째 탐지의 데이터 값의 차이이다. 이 값이 4(단계)를 넘게 되면 보다 가까운 다른 물체가 접근하는 것으로 인식하고 가까운 물체에 대한 값으로 10개의 모든 데이터의 값이 초기화 된다. 이 영역은 최소의 거리의 물체를 인식하는데 그 의미가 있다.
- 3번 영역 : 하단 왼쪽 첫 번째 부분은 초음파를 발생한 후 왼쪽 센서로부터 물체까지의 시간지연 수치이다.
- 4번 영역 : 하단 왼쪽부터 두 번째 부분은 초음파를 발생한 후 오른쪽의 센서로부터 물체까지의 시간지연 수치이다.
- 5번 영역 : 하단 왼쪽부터 세 번째 부분은 3번과 4번 영역 수치의 차이를 나타낸다. 이 값은 정면에서 신호가 들어오면 0의 값을 갖게 된다. 이때, 물체가 왼쪽으로 이동 하였을 때 0에서 음수의 값으로 나타나게 된다. 또, 중앙에서 오른쪽으로 물체가 이동했을 때는 양수의 값으로 나타나며 그 이동 거리의 정도만큼 증가하게 된다.
- 6번 영역 : 하단 왼쪽부터 마지막 부분은 1번 영역의 첫 번째 데이터의 값과 열 번째 데이터의 값을 비교한 값이다. 0.7초 사이에 움직이는 물체의 변화 값을 확인하여 속도를 추정하게 된다. 속도가 일정 이상 값이 되면 문은 빠르게 열리게 되어 있다.

2.6.3 개발 환경

- 마이크로컨트롤러 : AT89C51(22.184MHz)[5]
- 사용언어 : Assembly Language

조음파센서를 이용한 지능형 자동문시스템 개발

- 프로그램 설계 소프트웨어 : Keil Software
- 하드웨어 시뮬레이션 프로그램 : PROVSM
- 하드웨어 설계 도구 : MDA-Multi Training kit
- 기계설계 프로그램 : AutoCAD2007
- 계측기 및 기타 장비 : Oscilloscope, DC Power supply, ROM Writer

3. 실험결과

기존 자동문 시스템에 대한 실험은 5곳에서 실시하였으며, 설치장소는 나은병원, 부평CGV 3층, 5층, 음식점, 인천공항 이다. 각 자동문의 특징이 표 2에 나타나 있다.

표 2. 기존 자동문 시스템의 목록표
Table 2. List of conventional automatic door systems

순번	설치장소	설치지역	문구조	센서방식	구조방식
1	나은병원	인천 서구 가좌2동	양쪽	적외선	1중구조
2	부평CGV	인천 부평구 청천 1동 5층	양쪽	적외선	1중구조
3	부평CGV	인천 부평구 청천 1동 4층	단쪽	열선	1중구조
4	음식점	인천 서구 도화2동	단쪽	적외선	1중구조
5	인천공항	인천 중구 운서동	양쪽	적외선	2중구조

기존 자동문에 대한 실험결과 비슷한 성능으로 동작하는 것으로 관찰되었다. 대부분 사람이 일정 구간내의 범위에 진입하면 무조건 문이 열리는 방식이었으며, 문 사이의 문 근접 지역 안전 제어 시스템은 문이 사람의 몸에 부딪히고 나서야 모터의 이상전류를 점검하여 다시금 열리는 방식이 대부분이었다. 인천 국제공항에서의 자동문 시스템은 현 시스템 중 가장 좋은 성능을 보였다. 문 틈 사이에 초음파 센서를 사용함으로써 문 닫힘 방지 안전제어로 문이 사람의 몸에 부딪히지 않도록 하였고 2열 감지 방식을 이용하여 두 단계의 센서 점검을 거쳐야 문이 열리게 작동하였다. 그러나, 빠르게 다가오는 감지 물체에 대해 반응 하지 못하였고, 근 적외선 반사 방식을 사용하여 문 앞에 사람이 서 있었을 경우 일정 시간이 지나면 문이 자동으로 닫히는 문제점이 발견되었다.

제안된 초음파센서를 이용한 지능형 자동문 시스템의 실험에서는 그림 4의 B처럼 세로로 근접하는 무선제어 탱크의 위치정보를 10개의 레지스터의 데이터 값으로 측정하여 다가오는 물체의 평균속도를 추정하여 탱크가 천천히 다가올 때는 노란색 영역에 진입할 때 문이 열렸으며, 탱크가 빠르게 다가오는 경우에는 미리 문을 열어 주는 실험 결과를 얻을 수 있었다. 최근방거리지역인 노란색의 영역에서는 탱크가 정지 하였을 때 문이 열리며 정지시간이 지연 되어도 초음파 센서로 물체 위치를 감지하여 문이 자동으로 닫히는 것을 방지 할 수 있었다. A와 같이 라인트레이서가 가로로 횡단할 때 초음파의 위치 거리 정보가 줄지 않고 왼쪽과 오른쪽의 초음파 신호의 수신 차이에 따라 라인트레이서가 문의 정면으로 다가오지 않음을 인지하여 문을 열지 않음을 확인할 수 있었다.

문닫힘 방지 안전장치에 대한 실험은 자동문 입구 상단 틈사이에 송수신 초음파 센서를 사용하여 수행하였다. 접근 물체 감지를 위한 초음파 신호가 닫지 않는 영역인 자동문입구의 문틀 하단에 탱크가 정지할 경우에 이것을 감지하여 문이 닫히다가 다시 열려 탱크의 안전을 보장하였다. 따라서 탱크가 문입구를 천천히 지나갈 때 문닫힘이 없이 안전하게 이동할 수 있음이 실험을 통하여 확인되었다.

제안된 지능형 자동문 시스템의 성능을 기존의 자동문과 비교하는 실험을 통하여 초음파를 이용한 지능형 자동문 시스템의 성능의 우수성을 확인하였다. 실험결과에 대한 비교 수치가 표 3에 나타나 있다.

표 3. 실험결과와 비교
Table 3. Comparison of experimental results

실험내용	나은병원	CGV 5층 로비	CGV 3층 로비	식당 정문	인천국제공항	지능형 자동문 시스템
최초 감지거리 (정방향) [mm]	560	1300	820	700	850	8400
좌우범위 (측방향) [mm]	920	1100	990	1500	1200	3000
안전센서 방식	접촉 후 열림	접촉 후 열림	접촉 후 열림	접촉 후 열림	있음 (미접촉)	있음 (미접촉)

실험내용	나은 병원	CGV 5층 로버	CGV 3층 로버	석당 정문	인천국제 공항	지능형 자동문 시스템
가속도 감지	없음	없음	없음	없음	없음	있음
세로로의 움직임 감지	오작동 무감지	오작동 무감지	오작동 무감지	오작동 무감지	오작동 무감지	감지 열리지 않음
검출방식	근 적외선 반사 방식	근 적외선 반사 방식	원 적외선 열선 방식	근 적외선 반사 방식	근 적외선 반사 방식	초음파 반사 방식
감지범위 방식 (1열, 2열)	1열 방식	1열 방식	1열 방식	1열 방식	2열 방식	15열 감지 방식
정지시간 (문열림후) [sec]	1.17	1.07	1.03	1.4	1.5	1.92
응답시간 [sec]	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.1
정지감지 가능[sec]	없음	없음	없음	없음	없음	있음
문 틈새사이 감지 가능	없음	없음	없음	없음	초음파 감지식	초음파 감지식
문의크기 (넓이x높이 [mm])	1800 x 2400	1800 x 2700	1800 x 2400	1000 x 2100	1800 x 2500	1200 x 1500
문 열리는 시간[sec]	3.2	4.69	4.24	2.88	2.7	4.8
문 닫히는 시간[sec]	5.1	5.88	6.05	4.92	4.1	4.5

4. 결 론

본 논문에서는 기존의 자동문 시스템에 비하여 성능이 향상된 초음파 센서를 이용한 지능형 자동문 시스템을 개발 하였다.

기존의 근적외선 반사 방식과 원적외선 열선 방식의 근접 지역에 감지 물체가 접근하면 문이 열린 후 자동으로 닫힘으로써 전력손실의 원인이 되며, 빠르게 다가오는 사람에 대하여 적응적으로 반응하지 못하므로 통행자에게 불편함을 제공하였다.

제안된 초음파센서를 이용한 지능형 자동문 시스템은 문에 접근하는 사람을 감지하여 필요 없는 문 열림을 방지하여 전력 손실을 줄일 수 있다.

정상적인 속도로 접근하는 사람에 대하여는 문에 어느 정도 가까이 접근하였을 때 열려 통행을 가능하게 하고, 빠르게 접근하는 사람에 대하여 접근 속도를 추정하여 적응적으로 자동문이 빠르게 열릴 수 있게 함으로써 통행의 편리함을 제공한다. 또한 문

닫힘을 방지하여 통행자의 안전을 보장할 수 있다.

따라서 제안된 지능형 자동문 시스템은 기존의 자동문 시스템보다 운용직, 경제적 및 안정성 면에서 성능이 개선되었다.

지능형 자동문 시스템에 센서 어레이를 적용하여 다경로에 대한 보상 문제와 방향 탐색 성능을 개선한다면 물체 추적이 가능한 보다 지능적인 자동문 시스템을 개발할 수 있을 것이다.

References

- (1) 한인환(한국기술 연구회), "알기 쉬운 초음파 응용 8", 기문사, 1988.
- (2) 윤덕용, "어셈블리와 C언어로 익히는 8051 마스터", ohm사, 2005.
- (3) Charles E. Stewart, Jr, "The 8051 Microcontroller and Embedded Systems", Prentice hall, 2000.
- (4) Intel 80C32 DataSheet "8XC52/54/58 CMOS SINGLE-CHIP 8-BIT MICROCONTROLLER".
- (5) Atmel AT89C51-12 DataSheet "8-Bit Microcontroller with 4K bytes Flash".
- (6) 김원희 · 김준식, "자동화를 위한 센서 공학", 성안당, 2002.
- (7) 네이버 백과 사전, "http://100.naver.com/100.nhn?docid=131285"
- (8) (주)도어닉스 홈페이지 제품설명 "http://www.doornics.co.kr/"
- (9) 초음파의 속도 "http://myfile.hanafos.com/~lysws/graduation/dho2.hwp"

◇ 저자소개 ◇

송동혁 (宋東熾)

1979년 5월 12일생. 2004년 인천대학교 전기공학과 졸업. 2008년 인천대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2008년~현재 (주)아티스 연구원.
[주 관심분야] 마이크로컴퓨터응용, 적응신호처리
Tel : (032)770-4324
Fax : (032)765-8118
E-mail : eley98@lycos.co.kr

장병건 (張炳健)

1951년 9월 30일생. 1975년 연세대학교 전자공학과 졸업. 1985년 5월 미국 University of Iowa 전기 및 컴퓨터 공학과 졸업(석사). 1991년 5월 미국 University of New Mexico 전기 및 컴퓨터공학과 졸업(박사). 1997~2004년 인천대학교 멀티미디어연구센터 소장. 1994~현재 인천대학교 전기공학과 교수.
[주 관심분야] 적응신호처리, 마이크로컴퓨터응용, 어레이신호 처리, 어레이빔패턴설계 등
Tel : (032) 770-8436
Fax : (032) 765-8118
E-mail : chang@incheon.ac.kr