

초음파 센서를 이용한 이동표적 위치추적 시스템 설계

임중수*

*백석대학교 정보통신학부

e-mail: jslim@bu.ac.kr

A Design of Position Tracking System for Moving Targets with Ultra-Acoustic Sensor

Joong-Soo Lim*

*Division of Information and Communication, Baekseok
University

요 약

본 논문에서는 초음파 센서를 이용하여 이동하는 표적의 위치를 실시간으로 추적하는 위치추적 시스템을 개발하였다. 위치 추적 시스템은 4 개의 초음파 센서를 이용해서 각 센서에서 탐지되는 표적까지의 거리 정보를 이용하여 이동하는 표적의 위치좌표(x,y)를 구하였다. 특히 초음파 센서가 가지고 있는 빔폭 특성을 고려하여 4 개 센서 중 2개 센서에만 표적이 탐지될 경우 표적의 위치를 최적화하는 방안을 제시하였으며 개발된 알고리즘을 하드웨어에 장착하여 감시시스템이 실시간 양호하게 구동하는 것을 확인하였다.

1. 서론

최근 무선통신 기술이 발달함에 따라 기존에 구현되었던 유선 방식의 감시시스템이 점차 무선방식으로 변화하고 있다. 무선 통신 방식은 기존의 방식과는 달리 고주파(RF)신호를 이용하여 공기 속으로 정보를 전송하므로 유선통신 선로가 없어서 설치가 용이하고, 유지비용이 적게 드는 장점을 가지고 있다.

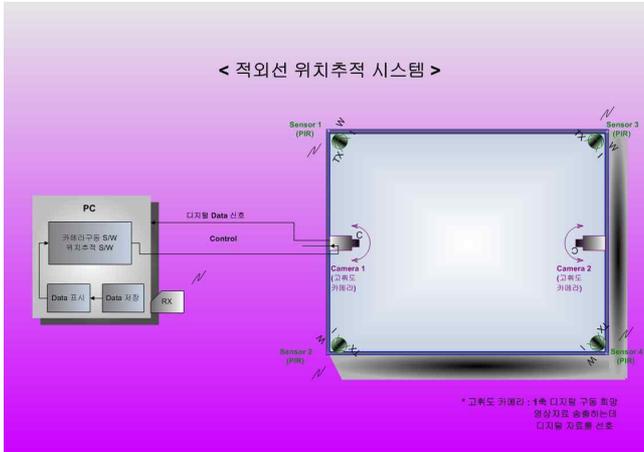
또한 초음파센서, 고주파 센서, 적외선 센서 등 각종 센서 기술이 발달하여 이동하는 표적의 거리 정보를 쉽게 획득할 수 있게 되었다. 센서에서 표적이 움직이는 방향을 알기 위해서는 센서의 안테나를 회전시키거나 또는 배열안테나를 이용하여 표적의 방향을 식별하는 방법을 쓴다. 그러나 이 경우에는 하드웨어가 복잡해지고 가격이 비싸지므로, 본 연구에서는 4 개의 고정형 초음파 센서를 이용하여 높은 감시확률로 표적위치를 간단하게 확인하는 시스템을 개발하였다.

표적의 위치가 확인되면 방위각 방향으로 360 도 구동이 가능한 적외선 카메라를 이용하여 표적을 추적할 수 있는 표적 추적 시스템을 개발하였다.

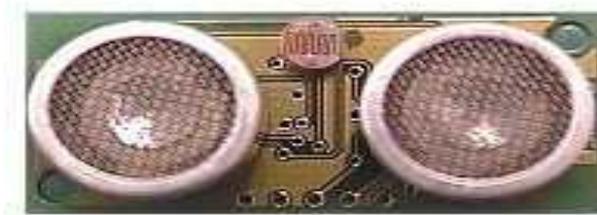
2. 감시 시스템 구성

감시시스템은 그림 1과 같이 적외선 무선 카메라 (IRCAM01) 2세트, 초음파 센서 모듈(RB-SRF08) 4 세트, 지그비 멀티 무선 모듈(X-BEE) 1세트, 시스템 제어 컴퓨터 1세트로 구성되어 있다.

외부에서 물체가 감시 시스템에 침입하면 4 개의 초음파 탐지 센서는 표적까지의 거리 R_1, R_2, R_3, R_4 값을 얻어서 무선 모듈을 이용하여 센서번호와 표적 거리 정보를 시스템 제어컴퓨터로 전송한다. 제어컴퓨터는 이 이용하여 물체의 x 좌표 값과 y 좌표값을 구한다. 또한 물체의 좌표값은 감시카메라가 설치된 위치를 기준으로 방위각으로 환산되어 감시카메라를 구동하여 물체를 추적한다.



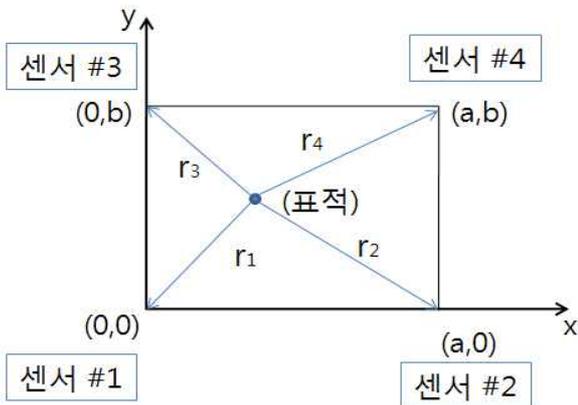
[그림 1] 초음파센서 위치추적 시스템 구성도



[그림 2] 초음파 센서 모듈(RB-SRF08)

3. 위치추적 알고리즘 개발

시간차 측정기법은 신호를 발사한 뒤 돌아오는 신호의 도착시간을 이용하여 표적의 위치를 측정하는 방법으로, 본 연구에서는 그림 3과 같이 총 4개의 센서를 이용하여 각 센서들로부터 목표물(표적)의 거리를 탐지 할 수 있게 하였다. 센서들로부터 들어온 4개의 거리정보를 토대로 위치를 측정 할 수 있는데, 4개의 거리 정보 중 가장 작은 거리값(r)을 가지고 있는 2개의 센서정보를 이용하여 목표물의 x-좌표와 y-좌표를 구한다.



[그림 3] 초음파센서 배치 좌표

각 센서에서 목표물까지 측정 거리를 이용하여 원의 방정식을 만들 수 있다. 예를들어 센서 1과 2에서 목표물 까지 거리가 r_1, r_2 이면, 두 개의 센서로부터 얻어진 원의 방정식은 식 (1), (2)와 같다.

$$x^2 + y^2 = r_1^2 \quad (1)$$

$$(x - a)^2 + y^2 = r_2^2 \quad (2)$$

식 (1)과 (2)를 이용하여 표적의 좌표를 구하면 식 (3)과 같다.

$$x = \frac{r_1^2 - r_2^2 + a^2}{2a}$$

$$y = \sqrt{r_1^2 - x^2} \quad (3)$$

또한 센서 3과 4에서 목표물 까지 거리가 r_3, r_4 이면, 각 센서로부터 얻어진 원의 방정식은 식 (4), (5)와 같다.

$$x^2 + (y - b)^2 = r_3^2 \quad (4)$$

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r_4^2 \quad (5)$$

식 (4)과 (5)를 이용하여 표적의 좌표를 구하면 식 (6)과 같다.

$$x = \frac{r_3^2 - r_4^2 + a^2}{2a}$$

$$y = b - \sqrt{r_3^2 - x^2} \quad (6)$$

4. 위치추적 시스템 개발 및 시험

본 연구에서는 목표물의 거리측정을 위해서 초음파 센서를 4개 사용하였다. 거리를 측정하기 위해 두 개 이상의 센서가 동시에 초음파를 보낼 경우 두 개 신호가 부딪혀 되돌아오게 되면 정확한 거리 정보를 측정 할 수 없다. 따라서 각 초음파 센서의 동작시간을 다르게 하여 초음파 신호가 서로 부딪히지 않도록 한다.

측정된 목표물의 거리 값을 무선으로 제어 컴퓨터에 전달하는 신호는 지그비 방식을 사용하여 2.4GHz의 주파수로 전송한다. X-BEE 수신기는 동일 주파수는 전부 받아들이기 때문에 신호 방해가 있을 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 지그비 기반의 무선 통신 기술을 활용하고, 초음파 센서를 이용한 위치 추적 S/W를 개발하여, 독립 플랫폼이 탑재된 카메라를 구동하여 목표물 영상을 실시간으로 촬영할 수 있는 시스템을 개발하였다.

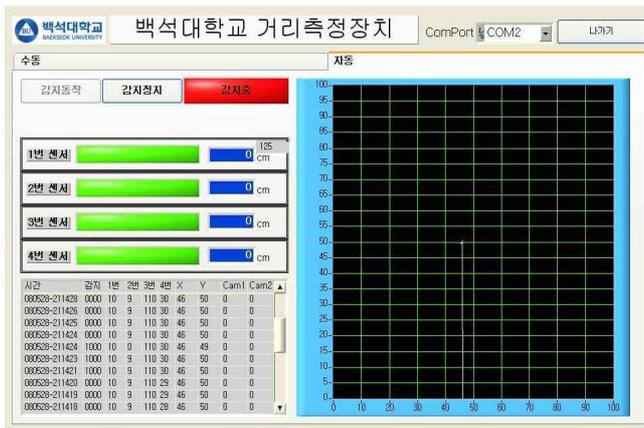
본 연구에서 개발된 위치추적 알고리즘은 간단하면서도 표적의 위치를 정확하게 추적할 수 있어서 양질의 표적 영상을 획득할 수 있었다. 또한 지그비 기반의 데이터 전송 방식이 기존의 유선 방식에 비하여 설치가 용이한 장점이 있어서 사무실이나, 주요 건물, 주요 문화재의 감시에 사용할 수 있고, 그 외에 소방시스템, PC기반 감시장치에 사용할 수 있다.

향후 과제로는 초음파 센서의 초음파 탐지 범위를 어떻게 하면 좀 더 확장시켜 측정 할 수 있을지에 대한 연구와 탐지할 물체가 한 개가 아닌 여러 개일 경우 위치 탐지기법의 특성을 살려 여러 개의 위치를 정확히 탐지 할 수 있는 알고리즘의 연구가 필요하다.



[그림 4] 위치추적시스템 제어기

그림 5는 감시 시스템에 물체가 침입했을 때 각 센서에서 측정된 거리 좌표와 이것을 이용하여 물체의 위치를 x, y좌표로 나타낸 그래프와 센서로부터 측정된 거리가 시간에 따라서 실시간으로 저장되고 있는 것을 나타내고 있다.



[그림 5] 위치 추적 S/W 실행화면

참고문헌

- [1] Mote System, <http://www.xbow.com/>
- [2] TinyOS, <http://www.tinyos.net/>
- [3] 남상엽 외 1, MOTE-KIT를 이용한 무선센서 네트워크 활용, 2006. 2, 상학당.
- [4] Wendi B. Heinzelman et al., "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks," IEEE Trans. on Wireless Communications, Vol. 1, NO. 4, Oct. 2002, PP. 304-309.