

Bluetooth를 이용한 적외선 센서의 특성에 관한 연구

박선진* · 정중수**

요 약

본 논문에서는 광기전력 효과를 이용한 적외선 센서(SHARP사의 GP2D12)모듈의 거리에 따른 센서의 감도와 물체와 센서가 이루는 각도의 변화에 대한 센서의 감도를 측정하여 측정된 센서 값을 블루투스를 이용해서 근거리에서 있는 PC로 전송하고 전송된 값을 프로그램에 의하여 분석하였다. 분석한 결과 적외선 센서의 특성을 프로세서에서 바로 측정하였을 때와 측정된 값을 블루투스 통신을 이용하여 전송하였을 때 비교 값에 차이를 나타내지 않았다. 따라서 블루투스를 이용하여 100m이내의 근거리에서 있는 물체를 적외선 센서로 측정 할 수 있음을 알 수 있었다.

A Study on Characteristics of an IR Sensor with Bluetooth

Sun Jin Park* · Jung Su Jeong**

ABSTRACT

This paper studies the sensitivity analysis of an infrared rays (IR) sensor (SHARP-GD2D12) with bluetooth communication. To evaluate the performance of the IR sensor-bluetooth module, the distance and angle data between the sensor and the fixed object are measured with an IR sensor and the measured data are transferred to PC via bluetooth within 100 meters. This experiment shows that the IR sensor-bluetooth system can be used to measure the distance and angle for a fixed object within 100 meters.

Key words : Bluetooth, IR Sensor

* 한국폴리텍VI대학 전자통신학과 교수

** 안동대학교 정보통신학과 교수

1. 서 론

오늘날 대부분의 모니터링 시스템에서는 유선에 의한 계측 시스템을 사용하고 있다. 그러나 이러한 유선 계측 시스템은 높은 초기 비용이 필요하고 계측 시스템의 변경과 추가에 있어서 많은 비용과 시간이 소요되고 주변 환경에 의한 잡음이 문제점으로 지적되고 있다[1]. 그러므로 최근에는 많은 연구자들이 무선 센서 시스템에 대한 연구를 활발히 하고 있다.

또한 최근에는 센서가 로봇의 시각이나 근접각 센서로서, 또는 인공위성에서의 사진촬영, 인체 센서에 까지 그 활용 영역이 확대되고 있습니다[2].

본 논문에서는 광기전력 효과를 이용한 적외선 센서(SHARP사의 GP2D12)모듈의 거리변화에 따른 센서의 감도와 물체와 센서가 이루는 각도의 변화에 대한 센서의 측정값을 블루투스를 이용해서 100m 이내의 근거리에서 있는 서버로 전송하고 전송된 값을 프로그램에 의하여 분석하였다.

분석한 결과 정확한 물체와의 거리 측정값이 얻어지지 않았다. 그래서 오차를 줄이기 위한 개선 방안을 연구하고, 근거리에서 있는 적외선 센서의 성능을 검증하기 위한 방법으로 적외선 센서의 특성을 프로세서에서 바로 측정하였을 때와 측정된 값을 블루투스 통신을 이용하여 근거리에서 전송하였을 때를 비교하여 봄으로써 앞으로 적외선 센서를 이용한 근거리의 물체 인식에 많은 도움이 될 것으로 본다.

2. 적외선 센서의 특성

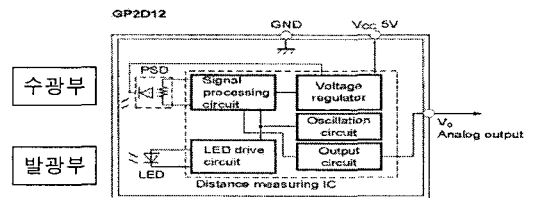
2.1 적외선 센서의 개념 및 특징

적외선 센서는 대상물이 가지고 있는 적외선의 정보를 감지하는 소자로서 검출 방식에 따라 양자 감지형과 열 감지형이 있다. 양자 감지형은 광도전, 광기전력의 효과를 이용하여 빛을 양자로서 감지

한다. 양자형 센서에는 광기전력 효과를 중심으로 한 포토다이오드, 광도전 효과를 중심으로 한 PbS, CdS 셀 등이 있다. 특징으로는 감도나 응답 속도는 좋지만, 열 잡음을 줄이기 위해서 저온 상태로 유지할 필요가 있고, 또 파장에 대하여 선택성이 강하여 검출할 파장을 확인하여 센서를 선택하여야 한다. 열형은 흡수된 적외선을 열로 변환하여, 온도 변화에 의한 재료의 물리량의 변화를 이용한다. 열형 센서에는 열기전력 효과를 중심으로 한 서모파일, 초전효과를 중심으로 한 PZT계(지르콘 산티탄산납), LiTaO3계(탄탈산리튬)등이 있다. 특징으로는 감도가 낮고, 응답이 늦지만 파장 전역에 걸쳐 감도가 거의 변화하지 않는다는 것이다[3].

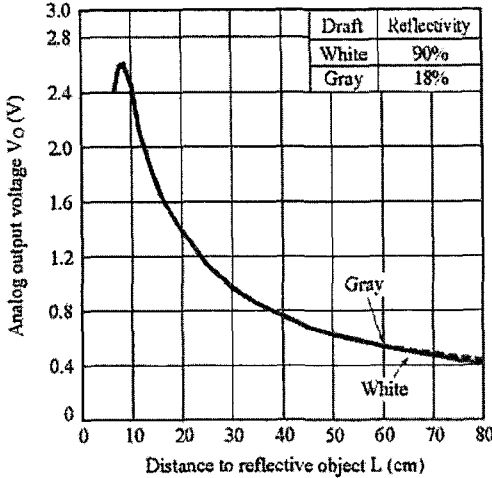
2.2 적외선 센서의 동작 원리

(그림 1)은 적외선 센서(GP2D12)의 내부 Block Diagram을 나타내고 있다. 발광부는 전원단자에 저항을 연결하여 전류를 흘리면 적외선을 발사한다. 그러나 이렇게 할 경우 센서의 지속적인 구동으로 센서의 수명이 단축되게 된다. 그래서 NE555를 사용한 펄스 구동회로를 사용하여 일정 주파수의 펄스로 On/Off 시키면서 적외선 펄스광을 내보내게 된다. 수광부는 발광부에서 발사한 적외선 펄스광이 반사되어오는 것을 감지하여 Op-Amp를 사용하여 수광값을 증폭하고 전압으로 변환하여 아날로그 출력값으로 나타낸다.



(그림 1) 적외선 센서의 내부 회로

다음은 적외선 센서의 거리에 따른 센서의 성능에 대해 논의해 본다.



(그림 2) 센서의 거리에 따른 출력 전압

(그림 2)는 목표물과 적외선 센서의 거리에 따른 출력 전압의 특성을 그래프로 나타낸 것이다. 그래프에서 알 수 있듯이 목표물과의 거리가 멀어질수록 출력되는 전압이 줄어드는 것을 알 수 있다. 출력 전압의 변화가 비선형적으로 변화되고 있다. 따라서 추후 센서의 효율성을 높이기 위해 출력 전압의 변화가 선형적으로 되기 위한 연구가 필요하다.

2. 블루투스 통신의 특성

2.1 블루투스 통신의 개념 및 특징

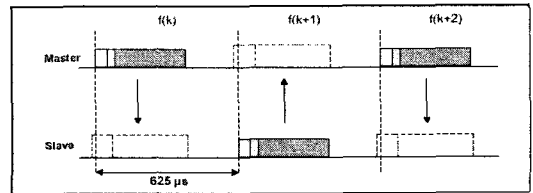
원래 블루투스(Bluetooth)는 10세기 스칸디나비아 반도의 덴마크 및 노르웨이를 통일한 바이킹 헤랄드 블루투스 (Harald Bluetooth : 910~985)의 이름에서 유래가 되었다. 헤랄드 블루투스가 스칸디나비아 반도를 통일한 것처럼 다른 통신 장치 기기들간의 연결을 통일하자는 의미로서 북유럽에 기반을 둔 Ericsson 사가 있는데 1994년 Ericsson Mobile Communications의 사내 프로젝트에서 처음 사용했던 프로젝트 명이 지금은 Brand 이름으

로까지 확정된 상태이다.

블루투스 통신은 휴대전화나 컴퓨터 등 개인정보기기들을 선 없이 전파를 이용하여 가까운 거리에서 통신하도록 하는 기술로 1998년부터 대두된 신기술이다[4].

블루투스는 근거리(Short Range), 저전력(Low Power), 저가(Low Cost) 무선 인터페이스라고 할 수 있다. 사용하는 주파수 대역은 2.4GHz의 ISM (Industrial Scientific Medical)밴드로, 이 밴드의 장점은 별도의 라이선스를 받을 필요가 없다는 것이다. 또 1MHz의 대역폭으로 79개의 채널로 나누어 각 채널을 호핑하는 FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum)방식을 택하였다. 블루투스 초기에는 프랑스 등의 몇몇 국가의 경우 내부 규제로 23개의 채널 밖에 사용하지 못하는 경우도 있었으나, 현재 대부분의 국가들이 ISM 밴드에 대한 규제를 완화하고 있다.

블루투스의 전송범위는 파워클래스에 따라 10~100m의 근거리이며, 최고 전송 속도는 1Mbps(실제 723.2kbps)이다. MAC은 TDD(Time Division Duplex) 방식으로 625μs의 타임슬롯을 기반으로 하며, Round Robin 방식으로 다바이스 패킷을 교환한다. 또 각 타임 슬롯은 Pseudo Random 방식으로 초당 1600번 주파수를 호핑한다.



(그림 3) TDD 방식과 주파수 호핑 방식

또 블루투스는 ACL 링크와 SCO 링크라는 두 개의 물리 링크를 제공하여 데이터와 음성을 모두 지원한다. 이러한 링크는 다수의 다바이스 사이에 네트워크로 구성될 수 있는데 이것을 피코넷(Piconet)이라 한다. 피코넷은 ‘마스터(Master)-슬레이브(Slave)’

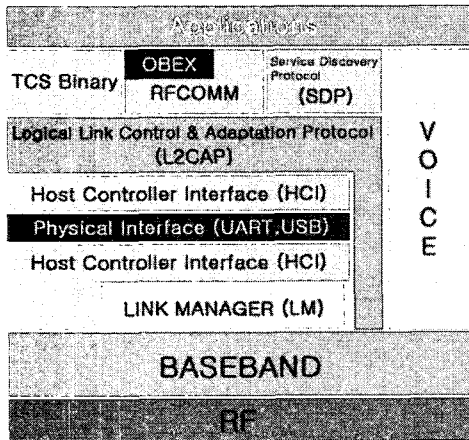
방식의 네트워크로 마스터 하나 당 7개의 슬레이브를 연결할 수 있다. 또 이러한 피코넷이 여러 개가 계층적으로 연결되어 스캐터넷(Scatternet)이라는 대규모 네트워크를 구성할 수도 있다.

〈표 1〉 블루투스 주파수 채널 할당 표

주파수(MHz)	대역(MHz)	채널(MHz)	
2400~2483.5	83.5	$f=2402+k$	$k=0\cdots78$

블루투스 프로토콜 스택의 형태는 (그림 4)에 도시한 바와 같다. 블루투스의 프로토콜 스택은 크게 세 가지로 나눌 수 있다.

HCI(Host Controller Interface)와 HCI를 기준으로 하여 하위 계층프로토콜(Baseband, Link Manager), 상위계층프로토콜(L2CAP, RFCOMM, SDP, TCS)로 나눌 수 있다.



(그림 4) 블루투스 프로토콜 스택

일반적인 블루투스 펌웨어[10]는 다음과 같이 구성된다.

- 베이스밴드 프로토콜 : 블루투스 하드웨어의 핵심이 될 수 있는 베이스밴드 하드웨어를 직접 제어한다.
- LM(Link Manager) : 블루투스 시스템이 통신시

링크 관리부이다.

- LMP(Link Manager Protocol) : 링크 관리를 위한 프로토콜이다.
- HCI(Host Controller Interface) 제어기 : UART나 USB로 접속되어 PC에 로딩된 블루투스 애플리케이션 소프트웨어에서 수신되는 HCI 명령을 해석하여 LM과 연동해 적절한 명령을 수행한다.
- UART/USB 인터페이스 : 호스트와 데이터를 주고받는 인터페이스 하드웨어를 직접 제어하는 부분이다. 그러나 블루랩 사용을 위한 BCSP02 펌웨어[11]는 다음과 같은 기능이 기존의 펌웨어[6]에 추가된다.
- HCI 호스트 : 블루투스 모듈에 탑재된 HCI 펌웨어와 표준 인터페이스 방법을 정의하고 있다.
- L2CAP(Logical Link Control Adatation Protocol) : 블루투스 환경에서 논리적인 커넥션을 만들어 주고, 커넥션시 데이터를 전송하는 기능을 한다.
- SDP(Service Discovery Protocol) : 블루투스 디바이스가 제공하는 서비스의 종류를 검색할 수 있는 방법에 관한 프로토콜이다.
- RFCOMM : 시리얼 포트 시뮬레이션을 위한 기능이다.

2.2 블루투스 동작원리

몇 개의 디지털 디바이스들을 하나의 셀로 묶는 최소 단위를 피코 넷이라고 부르며, 피코 넷 안에서 반드시 하나의 디바이스는 마스터가 되고 그 외의 디바이스들은 슬레이브가 되어 연결을 유지한다. 동작을 단계별로 살펴보면 다음과 같다.

- ① 모든 디바이스들은 대기 모드에서 1.28초마다 주기적으로 메시지를 받는다. 마스터가 망 안의 디바이스를 찾기 위해 조회(Inquiry) 명령을 보낸다. 주변의 디바이스들은 모두 응답을 보낸다.
- ② 마스터는 선택된 접속 포인트(Access Point)인 슬레이브와 동기를 맞추기 위해 호출 신호를

보내고, 접속 포인터와 베이스밴드 ACL 링크를 형성한다.

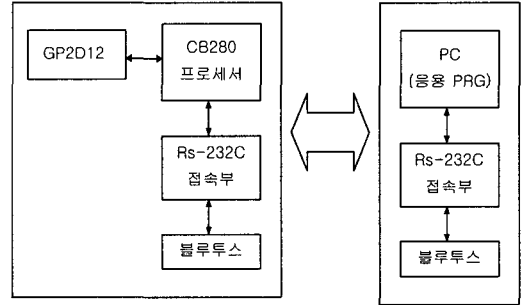
- ③ 슬레이브는 LAN 접속 서비스를 받기 위해 SDP를 사용한다.
- ④ 마스터는 L2CAP 채널을 설정하기 위해 서비스 정보를 사용한다. L2CAP 채널이 설정되면 RFCOMM 연결을 위해 다시 서비스 정보(SDP)를 사용한다.
- ⑤ 슬레이브의 security는 디바이스 사이의 호출(Paging) 수행을 요구하여 다시 베이스 밴드 링크의 encryption을 요구한다.
- ⑥ 이제 PPP 소프트웨어가 사용될 수 있는 상태이고, PPP 세션이 형성된다.
- ⑦ 마지막으로 디바이스 내에서 네트워크 프로토콜에 의해서 데이터 패킷이 송수신 될 수 있게 된다.

블루투스 통신 접속에는 7가지의 모드가 있다. 대기(standby), 조회(inquiry), 호출(page), 접속상태(active) 그리고 접속 상태의 저전력 소비모드인 파크(park), 홀드(hold), 스니프(sniff)모드가 있다. 피코넷을 구성하고 있는 상태에서 파크, 홀드, 스니프 접속 모드에서의 데이터 통신은 이루어지지 않는다.

3. 센서의 성능 측정 및 분석

(그림 5)는 적외선 센서의 특성 측정을 위한 시스템을 나타내고 있으며 (그림 6)은 센서의 특성 측정하는 실험 장치이다. 본 연구에서는 적외선 센서의 발광부에서 적외선이 방출되어 수광부로 들어온 아날로그 데이터를 Op-Amp를 사용하여 증폭하여 A/D변환하여 10bit의 디지털 값으로 바꾸어 근 거리에 있는 서버로 블루투스로 전송한다. 이때 정확한 값을 전송하기 위하여 블루투스의 마스터와 슬레이브 사이에는 통신을 방해하는 매체가 없는 조건에서 전송한다.

본 연구에서는 거리 측정을 위하여 적외선 센서

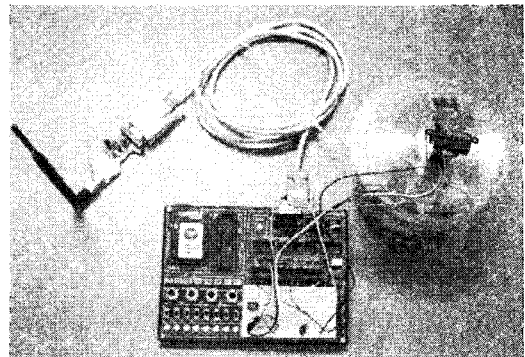


(그림 5) 센서의 특성 측정 시스템

(GP2D12)를 사용하였으며 센서의 측정값을 서버로 전송하기 위하여 16bit 마이크로 프로세서를 사용하였으며 블루투스 송수신기는 2.4GHz의 주파수 대역의 가시거리 100m인 블루투스 칩을 사용하여 센서쪽 마이크로프로세서를 마스터로 하고 PC서버를 슬레이브로 하여 네트워크를 구성하여 실험하였다.

[실험 1]

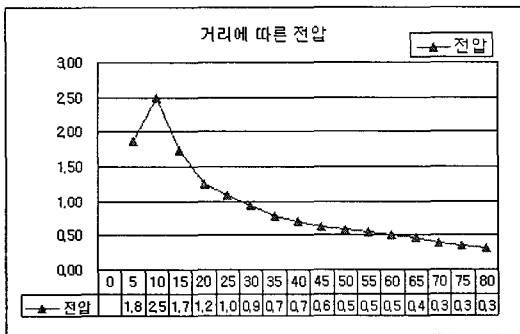
센서의 아날로그 출력 값을 측정하기 위해 우선 목표물을 센서로부터 5cm 간격으로 80cm 까지 발광부에서 빛을 주고 수광부에서 목표물에 반사되어 오는 아날로그 출력값을 검출하였다. 이때 아날로그 출력값을 디지털로 변환하는 과정에서 오차를 줄이고 데이터의 정확도를 높이기 위해서 동일한 거리 간격 조건에 10회씩 측정한 후 측정값의 평균값을 적용하였다.



(그림 6) 센서의 특성 측정 장치

물론 그 평균값은 블루투스 1.1 규격으로 PC 서버로 전송하였다. 그 결과 (그림 7)과 같은 그래프를 얻었다.

그래프를 분석하면 초기에 센서의 발광부와 수광부가 이루는 각에 의해 10cm까지는 증가하지만 이후 거리가 멀어질수록 전압 값이 점점 줄어드는 것을 확인하였다. 수신값이 줄어드는 이유는 거리가 멀어질수록 수광부에 입사되는 빛의 양이 줄어들기 때문이다. (그림 2)와 (그림 7)을 비교해 보면 출력의 변화가 거의 없는 것을 확인 할 수 있다.



(그림 7) 거리에 따른 센서의 전압

[실험 2]

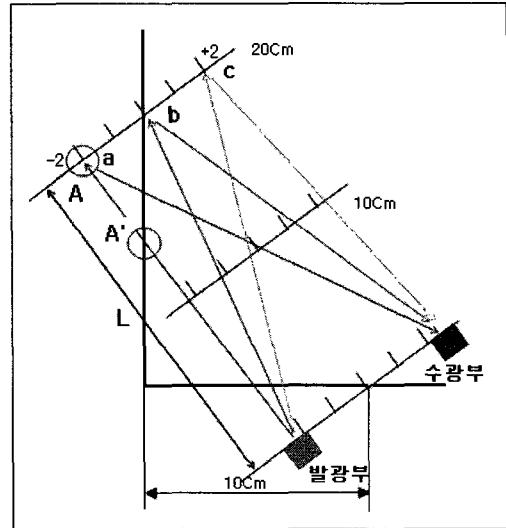
목표물과 센서 각도를 변화시키면서 아날로그 출력값을 측정하였다.

$$L = \frac{m}{\cos \theta} \quad (1)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{m}{L} \right) \quad (2)$$

식 (1)과 식 (2)는 센서와 목표물과의 각도와 거리와의 상관관계를 나타내는 식으로 센서와 목표물이 이루는 각도를 알고 있으면 센서와 목표물간 거리를 알 수 있다. 또한 센서와 목표물과의 거리를 알고 있으면 각도를 알 수 있다.

여기서 θ 는 센서와 목표물이 이루는 각도, L은 센서의 중앙으로부터 목표물과의 거리, m은 센서와 목표물과의 각도가 0°일 때의 초기 거리 값이다.



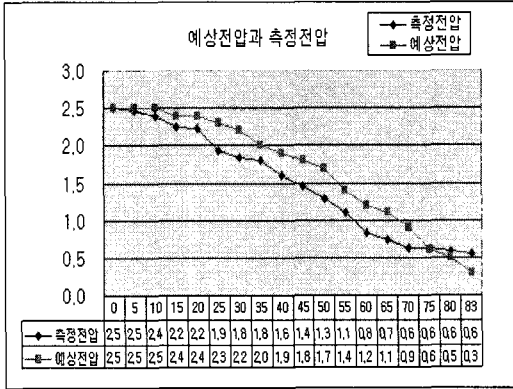
(그림 8) 목표물과 센서 각도 변화에 따른 측정도

(그림 8)은 센서의 각도 변화에 대한 반사 값을 측정하기 위한 측정도이다. 위와 같은 방법으로 측정한 결과 처음 실험에서 물체의 각도 변화에 따라 전압의 양이 발광부에서 나온 적외선이 수광부로 돌아오는 과정에서 손실이 크게 발생할 것으로 예상하였으나 결과는 반대의 현상이 일어났다. 예상했던 측정값보다 높게 나왔다. 그 원인을 분석한 결과 다음과 같았다.

발광부에서 방출된 빛이 b점에서 반사되어 수광부로 들어올 것으로 예상되었지만 빛이 a, b, c 점 중 어느 곳에서 반사되어 들어오는 가를 예상하기가 어려웠다. 그래서 발광부에서 수광부로 들어오는 측정값을 10번 측정하여 평균값을 구하였다.

발광부에서 방출된 빛이 b점에서 반사되어 수광부로 들어올 것으로 예상되었지만 빛이 a, b, c 점 중 어느 곳에서 반사되어 들어오는 가를 예상하기가 어려웠다. 그래서 발광부에서 수광부로 들어오는 측정값을 10번 측정하여 평균값을 구하였다. 그 결과 (그림 9)와 같은 그래프를 얻었다.

위의 실험 결과 센서와 목표물과 이루는 각도가 0° 일 때 전압이 가장 높고 각도가 커질수록 전압 값이 점점 줄어드는 것을 알 수 있다.



(그림 9) 각도변화에 따른 센서의 출력 값

위에서 언급된 예상전압은 거리에 따른 수광부의 아날로그 전압 값을 나타낸다.

예상전압과 측정전압을 비교한 결과 측정전압이 예상전압 보다 조금 낮게 나오는 것을 알 수 있었다. 그 이유는 센서와 목표물과의 이루는 각도 변화에 따라 반사되는 양이 줄어들기 때문이라는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

시스템의 구현 과정 및 적외선 센서의 특성 실험에서 적외선 센서의 측정값은 발광부에서 빛을 보내 물체에서 반사되어 돌아오는 빛을 아날로그 양으로 나타내기 때문에 근거리에서 서버에 블루투스를 이용하여 정확한 값을 전송하기 위하여 아날로그정보를 디지털로 변환할 필요가 있었다. 또한 디지털로 변환된 값을 주기적으로 PC 서버에 전송하여야한다. 본 연구에서는 100m 이내의 근거리 블루투스 통신으로 마스터와 슬라브 사이에 통신을 방해하는 요인이 없는 조건에서 실험하였다.

실험 결과를 분석하면 적외선 센서와 목표물과의 거리에 따라 측정값이 변하는 것을 알 수 있다. 거리가 멀어질수록 적외선 센서가 돌아오는 양이 점차

줄어드는 것을 알 수 있었다. 또한 물체와 센서가 만나는 각도 변화에 따라 적외선 양이 많은 변화를 보였다. 예상치와 측정치를 비교한 결과 측정치가 조금 줄어드는 것을 알 수 있었다. 이는 적외선이 물체와 이루는 각 때문에 적외선의 손실이 발생했기 때문이다. 또한 블루투스를 통해 100m 이내의 근거리에서 센싱값을 전송하였을 때는 측정된 측정값과 수신된 측정값에는 변화가 없었다.

본 실험에서 사람이 직접 접근하여 측정하기 위험한 곳이나 유선을 이용 하여 측정하기 어려운 100m 이내의 근거리에서는 블루투스를 이용하여 센서 값을 실시간으로 측정할 수 있으며 적외선을 이용 직접 거리를 측정할 수 없는 곳에서 목표물과의 거리를 측정하였다.

실험결과를 이용하여 근거리의 목표물과의 거리 측정을 블루투스에 전송하여 결과를 분석해야 하는 이동형 지능 로봇에 장착하여 로봇의 시각이나 근접각 센서로서 거리 측정을 할 수 있는데 많은 도움이 될 것으로 본다.

추후 블루투스통신의 장애가 있는 곳에서 측정값을 정확하게 전송하는 방법과 이동하는 물체에 대하여 적외선 센서를 이용하여 거리를 측정하고 그 결과를 분석하여 오차의 범위를 줄이고 정확한 거리를 측정할 수 있는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] E. G. Straser, A. S. Kiremidjian, T. H Meng and L Redlefsen, 1998. "Modular, wireless network platform for monitoring structures", Proceeding of the International Modal analysis Conference-IMAC, pp. 450-456.
- [2] 한국전자통신연구원, "MEMS 기술을 이용한 초전형 적외선 어레이 센서 기반기술", 2003. 2.
- [3] 김준식, "센서공학", 한국산업인력공단.
- [4] 정광욱, 정중수, 박성진, 2004.4. "블루투스 통

신실함” 구미출판사.

- [5] 김성태, “초전형 적외선 소자를 이용한 이동 물체 인식 및 추적 제어 시스템 구현”, 공주대학교 석사학위 논문.
- [6] 김명준, “자기 센서 방식 자율 주행 차량의 경로 인식 성능 개선”, 센서학회지, 2003. 9.
- [7] 임일선, “무인반송차의 경로추적 및 안정도에 관한 연구”, 인하대학교 박사학위 논문.
- [8] SHARP Inc, “GP2D12 Data Sheet”
- [9] 하윤수, “이동로봇용 적외선 레인지 파인더센서의 특성 분석 및 비선형 편향 보정에 관한 연구”, 한국박용기관학회지, 2003.
- [10] HCI-HCIStack1.1v1x.x Firmware Manual, CSR Company, 2000(예 : 1x.x는 15.3등의 버전 명입).
- [11] BCSP02 Firmware Manual, CSR Company, 2001.



박 선 진

1981년 인천기능대학 제관용접과 (교사과정)
 1987년 창원기능대학 용접공학과 (기능장과정)
 1998년 상주대학교 컴퓨터공학 (공학사)

2000년 안동대학교 컴퓨터공학(공학석사)

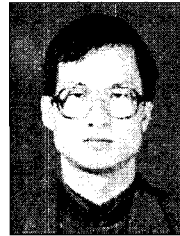
2003년~2005 안동대학교 정보통신공학(공학박사 수료)

1987년~1992년 LG전자 물적자원개발

1992년~2005 한국산업인력공단 영주직업전문학교 산학협력부 부장

2006년~현재 한국폴리텍VI대학 전자통신학과 부교수

관심분야 : 지능형 로봇, 인터넷 통신, 무선통신



정 중 수

1981년 영남대학교 전자공학과 (공학사)

1983년 연세대학교 전자공학과 (공학석사)

1993년 연세대학교 전자공학과 (공학박사)

1983년~1994년 ETRI 연구원, 선임연구원

1987년~1989년 벨지움 Alcatel/Bell Telephone사 객원연구원

2000년~2001년 미국 UMASS/Lowell 전산학과 객원교수

1994년~현재 국립 안동대학교 공과대학 전자정보 산업학부 부교수

관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 인터넷 통신, 무선통신