

원격 탐사 영상을 이용한 화재 현장 탐사 로봇 시스템

박성준[○], 윤희용^{*}

[○]*성균관대학교 정보통신대학

e-mail: skoop89@gmail.com[○], youn7147@skku.edu^{*}

Inspection Robot System using Remote Sensing Images of Fire Scene

Senog Joon Park[○], Hee Yong Youn^{*}

[○]*College of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

● 요약 ●

최근 원격 탐사를 이용한 사람이 탐사하기 어려운 환경을 대신 탐사 할 수 있는 로봇의 필요성이 두각 되고 있다. 그 중에 화재 현장 탐사 로봇은 일부 지형의 협소함 탓에 사람의 탐사를 대신하기 위한 목적으로 지속적인 개발이 이루어지고 있다. 이 로봇은 아두이노(Arduino) 보드를 기반으로 하여 현장에 있는 탐사로봇으로 지형에 대한 정보 및 영상을 사용자에게 전송함으로써 사람의 탐사현장 투입을 대체한다. 탐사로봇은 거리가 멀어질수록 혹은 장애물이 많은 공간일수록 통신 신호가 약해지거나 이동의 어려움 때문에 성능저하가 우려된다. 또한 센서 및 모터제어와 영상 송출이 각각의 프로그램을 통해 동작하므로 일일이 실행하여 사용에 번거롭다는 문제가 있다. 이러한 문제점들은 통신 거리가 긴 dongle을 설치하여 통신장애를 해결하고 캐터필러의 사용으로 이동성을 향상하였다. 마지막으로 여러 프로그램을 하나의 프로그램으로 새로 구현하여 편리성을 높였다.

키워드: 원격 탐사(Remote Sensing), 탐사로봇(Inspection Robot), 아두이노(Arduino), 칼만필터(Kalman Filter)

I. 서론

최근 사람이 접근하여 탐사하기 어려운 환경에 주목하여 다양한 탐사 환경에서의 탐사를 목적으로 하는 로봇 개발이 활발히 이루어지고 있다. 그 중에서도 화재 현장 탐사 로봇은 지하공간이나 좁은 공간등 사람이 활동하기 어려운 공간에 대신 투입하여 탐사를 대신 할 수 있다는 장점을 가지고 있다[1].

이 로봇은 아두이노(Arduino) 보드를 기반으로 하여 현장으로부터 온도 센서, 자이로 센서의 데이터 값, Wi-Fi 카메라 영상 정보를 받아온다. 주행 중 차체 균형에 관해서는 자이로 센서를 통해 일정 각도 이상에서는 알람을 받아 속도를 줄여 차체 전복을 방지한다. 또한, 온도센서를 통해 일정 온도 이상의 지형에 접근하면 정지하도록 한다. 그리고 센서로 대처하지 못하는 것들을 위해서 WIFI로 영상을 제공받아 실시간으로 보면서 컨트롤을 하도록 한다. 위의 이러한 정보들을 하나의 프로그램에 취급하여 종합적인 정보를 받는다.

탐사 로봇의 경우 블루투스 통신 기반이라 사방이 막힌 협소한 공간에서 통신 지연 또는 끊김 현상이 발생하고, 현장의 특성상 장애물이 많은 공간을 탐사하게 되는데 이 때, 바퀴에 장애물이 걸려 이동에 제약이 발생한다. 또한 센서 및 모터제어에 필요한 프로그램과 영상 송출에 필요한 프로그램이 별도로 존재하여 각각 실행해서 사용해야 하는 불편함이 존재한다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 통신문제의 경우 dongle을 설치하여 신호강도를 강하게 해주고, 통신거리도 늘려준다. 마찬가지로 앞뒤 바퀴에 내열성이 강한 캐터필러를 설치하여 이동성 해결방법을 제시한다. 각각의 프로그램은 여러 기능을 합친 새로운 프로그램을 개발하여 편리성을 높인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 핵심 구성에 대한 소개를 기술하고, 3장에서는 그에 대한 총체적 시스템과 결과를 제안한다. 4장에서는 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. 온도센서

본 연구에서는 두 가지의 센서를 사용한다. 그 두 가지는 온도센서와 자이로 센서로 그 중 온도 센서는 주변 온도를 측정하는 용도로 사용한다. 온도센서에는 다양한 종류가 있으나 본 논문에서 사용할 방식은 측정 온도 범위는 좁더라도 정밀하게 사용할 수 있는 서미스터 방식을 채택해 구현한다[2]. 출력은 아날로그 출력이며 측정 범위는 근방 10m, 온도 범위는 -55℃ ~ +150℃ 까지 가능하다.

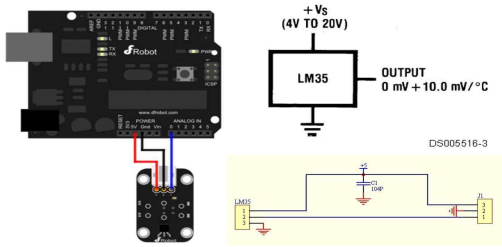


그림 1. 온도센서 회로도
fig 1. Temperature Architecture

2. 자이로 센서

탐사 로봇에서 사용하는 자세제어측정 장치는 자이로센서를 사용한다. 자이로센서는 이동하는 물체의 각속도를 검출하는 센서로 각도의 변화량을 x,y,z축 각각의 변화량인 RAW형태로 받아온다. 자이로센서만을 사용하여 축 변화값을 구할 경우, 각을 구하면서 오차가 누적되고, 센서의 노이즈도 같이 적분되며 누적되기 때문에 점점 마이너스 방향으로 그래프가 그려진다.

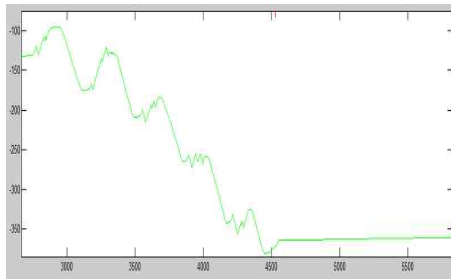


그림 2. 자이로센서만의 그래프
fig 2. Gyro Sensor Graph

이에 대한 해결책으로 찾은 방법이 '칼만필터'의 사용이다. 칼만필터는 외부 관측치를 기반으로 시간에 따라 시스템 상태를 순환 추정한다. 칼만 필터는 시스템과 관측 모델이 선형이며 가우시안 분포를 가진 시스템의 필터링에 대한 해석해를 제공한다[3]. 본 연구에서는 가속도센서의 장점과 자이로센서의 장점을 모아서 보정해주는 역할을 한다.

가속도 센서는 그림3과 같이 시간이 지나면서 꾸준한 값을 유지해 오차에 강하고, 실제의 각과 거의 같은 각 출력이 가능한 움직임 후 원래의 자세가 되면 같은 값을 출력한다.

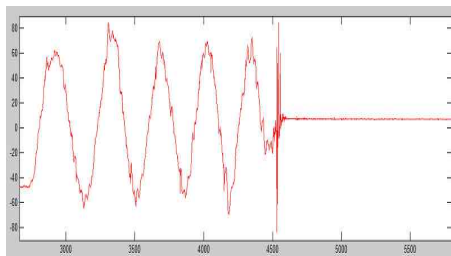


그림 3. 가속도센서만의 그래프
fig 3. Acceleration Sensor Graph

칼만필터를 이용해 가속도 센서와 자이로센서의 값을 보정한 후, 오차는 더욱 줄어들고, 노이즈도 줄어들어 더욱 깔끔한 값이 나온다.

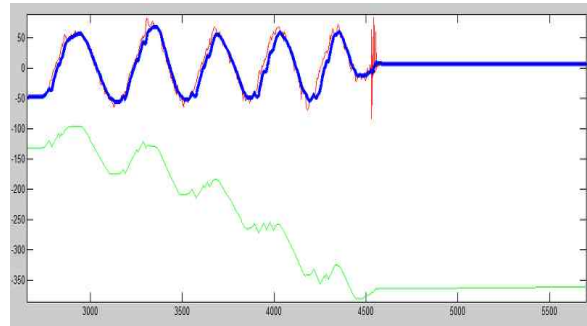


그림 4. 두 센서의 보정 그래프 (파란색)
fig 4. Two Sensor's Revision Graph(Blue)

3. 모터 제어

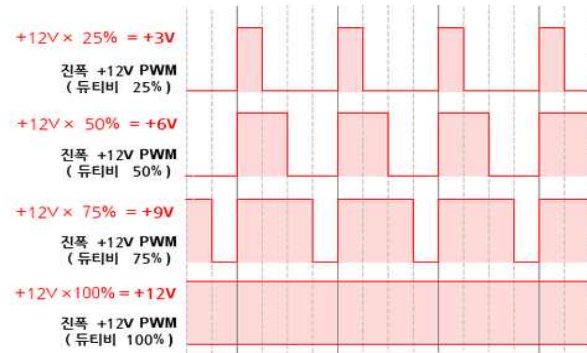


그림 5. 모터 듀티 사이클
fig 5. Motor Duty Cycle

모터제어는 모터제어보드 DRI0009를 통해 두 개의 모터를 사용한다. 구동 방식은 PWM방식을 채택하고, 외부전원을 통해 모터를 제어한다. 그림5는 넣어준 전력에 따라 얼마나 힘을 받아 속도를 내는가를 나타낸 것으로 스위치가 on 되어 전원이 공급되는 시간을 스위칭 주기로 나눈 비를 듀티비(Duty Cycle)라고 한다. 이 듀티비가 50%(색칠한 사각형의 면적이 스위칭 동작없이 연속공급한 경우, 즉 듀티비 100%인 경우 의 1/2)라는 것은 결국 전체 동작 시간의 50%동안은 전원이 공급되지 않았다는 뜻이고, 결국 평균 값인 공급전압 $12V \times 50\%$ (듀티비) = $6V$ 를 끊임없이 공급한 것과 같다. 공급전압은 변하지 않았지만 그 펄스폭의 변화가 전압의 변화와 같은 효과를 가지게 되어, 모터의 회전속도를 제어한다. 즉, 12V에서 최대치의 속도를 낼 수 있으므로 이 이상 초과하는 전압에 대해서는 비효율적인 것임을 알 수 있다. 그렇기에 모터제어보드에서는 초과되는 전압에 대해 7~12V 사이로 잡아준다.

III. 본 론

1. 시스템 구성

본 연구에서는 아두이노(Arduino) 보드에 자이로센서, 온도센서, Wi-Fi 카메라를 연결하여 데이터 값과 영상을 노트북에 보내고, 사용자는 탐사 영상을 보면서 모터제어를 한다. 이 때, 통신에 장애가 없도록 통신 세기가 강한 동글(dongle)을 장착하고, 탐사 로봇 이동시 장애물에 따른 움직임 방해를 막기 위해서 내열성이 높은 캐터필러를 장착하여 이동성을 높인다.

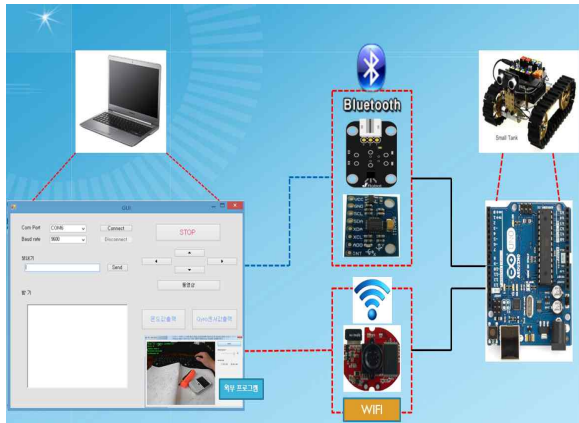


그림 6. 시스템 구성도
fig 6. System Architecture

2. GUI(Graphic User Interface) 구현

탐사로봇의 경우 각각의 장비들이 별도의 동작 프로그램을 가지고 있기 때문에 탐사 환경 측정을 위해서 각각의 프로그램을 실행시킬 경우 상당한 번거로움이 발생한다. 이에 각 기능을 한데 모아 하나의 GUI를 구현함으로써 편리성을 높인다.

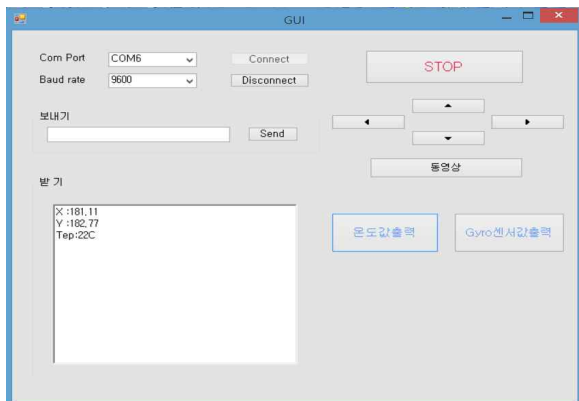


그림 7. GUI 구현
fig 7. GUI Realization

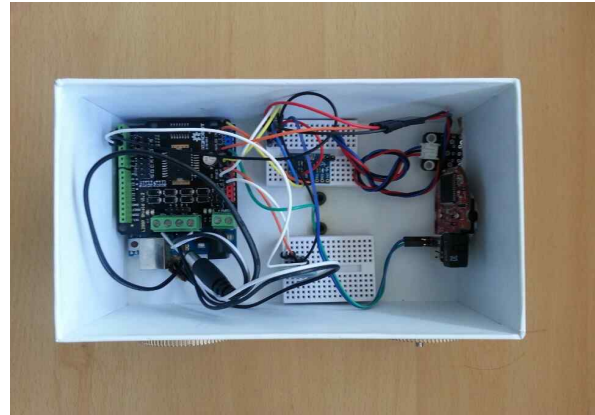


그림 8. 차체 내부 조형
fig 8. Robot Inner Architecture

IV. 결 론

본 연구에서는 온도센서와 자이로센서를 통한 원격로봇의 능동적 동작을 구현하고, 통신거리로 인한 통신장애와 장애물로 인한 이동의 불편함을 해결한다. 또한 GUI를 구현하여 영상을 통한 원격제어를 하고자 하는데 의의가 있다. 다만, 이러한 문제들을 해결하기 위한 장비의 가격이 몇 배로 늘어나 제작 단가에 맞지 않는다. 향후 단가 문제를 해결할 경우 다양한 용도로 많은 이용이 될 거라 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 BK21+사업, 한국연구재단 기초연구사업 (2012R1A1A2040257), (2013R1A1A2060398), 삼성전자(S-2014-0700-000), 미래창조과학부 및 정보통신기술연구진흥센터의 정보통신-방송 연구개발사업 (1391105003)의 일환으로 수행하였음.

참고문헌

- [1] Pyung-Hun Chang, Kyung-Bin Park and Gun-Rae Cho, "A Vision Enhancement Technique for Remote Control of Fire Fighting Robots" Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering
- [2] Hyoung-pyo Kim, and Sekwang Park, "Temperature Sensor Design and Fundamental Experiment Using RTD " Proceedings of 1991 STRC Meeting on Sensor Technology, Vol. 4, No. 1, pp132-136, 1991
- [3] Jay-Hyoun Kwon, Jong-Ki Lee, and Ji-Sun Lee, "The Unscented Kalman Filter Based Backward Filters for the Precise INS/GPS System "Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, Vol. 13, No. 2, pp157-167