

수질측정을 위한 원격조종 채수로봇 개발 Development of Water Pumping Robot for Water-Quality Measurement

이진이¹, 유은주¹, *박영우², #노명규²

J. Y. Lee¹, E. J. Yoo¹, *Y. Park², # M. Noh² (mnoh@cnu.ac.kr)

¹충남대학교 메카트로닉스 공학 전공, ²충남대학교 메카트로닉스 공학 전공

Key words : GPS, Water-Quality Measurement Robot, Water Pumping Robot, Solar Cell

1. 서론

지구온난화로 인한 수온의 급격한 상승, 과도한 영양염류의 유입으로 인해 폐쇄성 수역인 댐에서의 녹조 현상이 급격하게 증가하고 있다. 현재까지는 댐의 수질측정을 위해 주로 선박을 이용하여 인력에 의한 상시 수질 측정을 하는 것이 일반적이며, 깊은 수심에 대한 수질변화를 고려해 고정된 지점 및 수심에 대해 월 1회의 수질 측정망을 운영하고 있다. 하지만 이러한 수질측정은 많은 인력과 시간이 요구되고 수동측정이기 때문에 시간적으로 단편적이며 불규칙한 불연속 측정치를 제공한다. 따라서 이러한 방법으로는 정확한 수질 경향을 파악하기 힘들어 수질 사고에 대한 신속한 대처를 할 수가 없다. 때문에 수질 모니터링 시스템에 대한 새로운 기술 개발이 시급하다. 지금까지 많은 연구가 되고 있는 고정형 수질 측정 시스템의 경우 악천후 시에 손실의 위험과 고장의 위험이 크고, 복잡한 전처리 과정 등이 필요하게 되므로 유지보수에 상당한 비용이 요구 된다⁽¹⁾. 또한 고정된 위치에 있기 때문에 사용자가 원하는 다양한 장소에서의 데이터를 확보하기 어려운 측면에서 볼 때, 고정형 수질 측정 시스템만으로는 댐 전체의 수질을 파악할 수 없다. 이에 본 연구에서는 많은 인력이 필요치 않고 유지보수가 용이하며, 주기적 또는 비주기적으로 원하는 지점에서의 수질샘플을 채집할 수 있는 원격조종 채수로봇을 개발하고자 한다.

2. 원격조종 채수로봇 및 모니터링 시스템

2.1 시스템 구성

수질 측정을 위한 원격조종 채수로봇은 원격조종을 위한 위치 검출용 GPS, GPS 정보 및 Joystick 으로부터 주어지는 사용자의 명령을 무선으로 전송할 Bluetooth System(Firmtech社 FB151AS), 수질 검사용 수질 샘플을 취득하기 위한 채수 펌프, 전방의 상황을 사용자에게 알려 줄 영상 전송 카메라(Varram System社 DRC), 안정적인 전력 공급을 위해 태양전지 충전 시스템으로 구성된다. 사용자가 로봇의 위치를 파악하고 원하는 위치로 로봇을 조종하여 샘플을 취득하기 위해 Host PC가 제공하는 지도상에 로봇의 현재 위치뿐 아니라 이동 경로를 표시할 수 있고 실시간 모니터링이 가능하게 하였다. Fig. 1은 본 시스템의 구성도이고, Fig. 2는 수질측정을 위한 원격조종 채수로봇이다.

2.2 GPS 측위 및 오차 보정

시스템의 원격조종을 가능하게 하기 위해서는 로봇의 위치 측정이 무엇보다 중요하기에 이를 위해 GPS System(UIGOODS社 UIGGUB01-R003)을 사용하였다. 하지만 저가형 GPS의 경우 절대 오차가 30m 이상으로 이는 대기의 굴절에 의한 오차이다⁽²⁾. 굴절 오차는 대기 상태에 따라 불규칙적으로 변하며

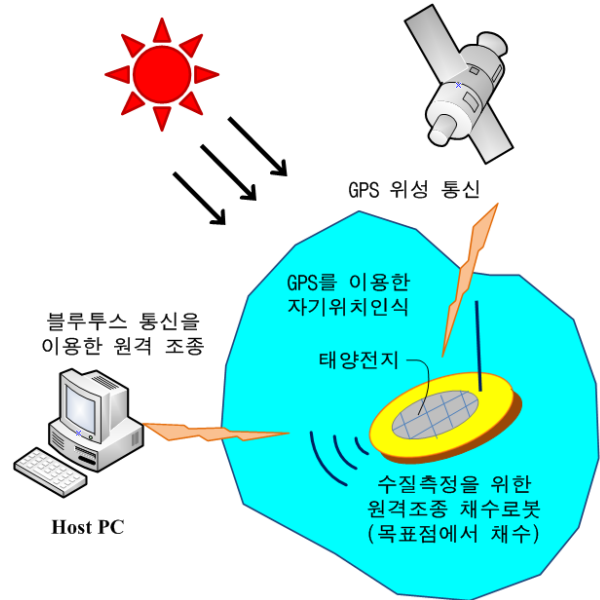


Fig.1 The Final System Diagram



Fig.2 Water Pumping Robot for Water-Quality Measurement

로 이를 보정하기 위해서는 고가 장비인 DGPS (Differential GPS)를 사용하여 오차를 수 cm 이하로 줄일 수 있지만 오차범위가 5m 정도면 적당한 시스템의 경우 저가형 GPS 2 개로 DGPS의 원리를 적용하여 대기의 굴절오차를 실시간으로 보정하여 사용할 수 있다. 이 방법을 이용하면 GPS 오차를 5m 이내로 줄일 수 있고, 이는 광범위한 댐의 크기를 고려할 때 채수로봇에 요구되는 정밀도를 만족한다.

동일한 굴절오차를 갖는 GPS 2 개 중 하나를 절대 위도와 경도 값을 알고 있는 위치에 고정시켜 절대 위치와 실제 GPS 정보와 비교하여 굴절오차를 구하고, 이 오차를 로봇에 장착한 GPS의 값에 보정을 해준다. 이는 아래와 같이 정리할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{위도오차} &= \text{절대위도} - \text{고정 GPS 위도} \\ \text{경도오차} &= \text{절대경도} - \text{고정 GPS 경도} \\ \text{보정위도} &= \text{Robot GPS 위도} + \text{위도오차} \\ \text{보정경도} &= \text{Robot GPS 경도} + \text{경도오차} \end{aligned}$$

본 채수로봇에 사용한 GPS 수신모듈은 약 2.5m의 정확도를 가지고 있다. Fig. 3은 고정 GPS와 로봇 GPS 간의 거리를 5m로 유지하여 반경 5m의 원으로 Tracking 한 실험결과로 GPS에서 나온 값과 로봇의

실제 위치 사이의 차이는 2.5m 이하로서 이는 사용한 GPS 수신모듈의 정확도와 일치한다.

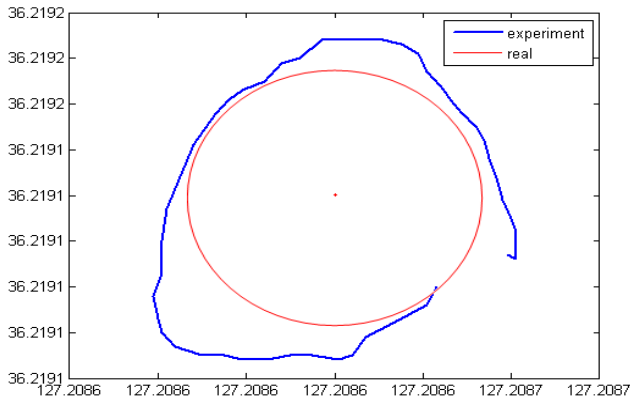


Fig.3 The result of GPS receive module test

2.3 태양전지 충전 시스템

본 시스템은 야외에서 구동하므로 장시간 전력을 공급해줄 수 없다. 만약 배터리만으로 구동하게 되면 일정시간마다 지속적으로 배터리를 교체해주어야 하기 때문에 유지관리가 상당히 번거로울 것이다. 따라서 본 시스템에서는 자체 충전이 가능한 태양전지 충전 시스템을 보트에 탑재하여 유지관리를 용이하게 하였다. 태양전지의 각 Cell은 8V, 150mA로 로봇에는 7 개를 병렬로 연결하여 사용하였다. 에너지 효율을 높이기 위해 로봇의 전면부 상단에 설치하여 태양 에너지를 수직으로 받을 수 있게 하였다. 태양전지 충전 시스템은 날씨의 변화에 유연하게 대처 할 수 있도록 총 3 가지 모드로 동작한다. 전원의 각 모드 별 특성 및 사용시기는 Table 1 과 같다. 사용하는 배터리는 Ni-MH(7.2V, 3600mAh)이다.

Table 1 The Specific of Solar Cell's modes

모드	기능 & 사용시기
모드 1	태양전지 충전 + 배터리 전원 => 일반 모드, 장시간 구동 시 사용
모드 2	태양에너지만 사용 => 매우 맑은 날씨에 사용, 단시간 동안 사용
모드 3	배터리 전원만 사용 => 날씨가 흐려서 충전이 불가능할 시 사용

2.4 로봇의 구동 방식

본 시스템은 무인선이므로 손쉬운 유지보수와 저 전력 구동이 무엇보다 중요한 이슈이다. 기존 Screw type 의 구동방식은 장시간 운전시 수채 속의 이끼나 불순물이 Screw 에 걸려 정상작동을 할 수 없게 된다. 따라서 사용자가 지속적으로 로봇의 상태를 점검해야 한다. 또한 Screw type 은 물을 직접 가르기 때문에 구동속도는 빠르지만 물의 강한 저항을 받기 때문에 구동전력이 많이 요구된다. 본 시스템은 채수와 수질 모니터링을 목적으로 하고 있어 고속의 움직임이 아닌 저속으로 안정적인 주행이 요구되므로 Screw type 의 구동방식에서 풍력을 구동력으로 사용하는 RC 용 Ducted Fan 을 로봇의 후면 상단 부에 장착하여 물속의 불순물로 인한 유지보수가 불필요하게 하고, 작은 저항으로 전력소모를 줄여 무인화 및 저전력 시스템을 가능하도록 개조하였다.

2.5 수질샘플을 위한 채수

호소의 오염도를 측정할 수 있는 data 에는 센서에 의해 바로 측정이 가능한 data 와 시간을 두고 측정해야 나오는 data 가 있어 이 두 가지 data 를 모두 측정해야 수질의 상태를 정확하게 알 수 있다. 따라서 수질 모니터링에 있어서 채수는 필수불가결한 요소이다. 본 시스템은 로봇에 펌프를 부착하여 목표점 즉 수질 data 를 원하는 지점에 도착하면 채수할 수 있도록 구성하였다.

3. 결 과

GPS 오차 보정 알고리즘을 검증하기 위해 실험을 수행하였다. Fig. 4 의 (a)는 보정이 되지 않은 GPS data 를 tracking 한 결과 이고, (b)는 오차 보정 알고리즘을 통하여 나온 보정 신호를 tracking 한 결과이다. 오차를 보정하기 전에는 무려 20m 이상의 오차를 보였지만 오차 보정을 실시한 결과 5m 이하의 위치 오차 결과를 확인할 수 있다. 채수로봇의 크기는 70×30×20 cm 이고, 로봇이 작동될 호소 또는 댐은 상당히 넓은 지역으로 위의 실험결과인 5m 이하의 위치 오차는 상당히 신뢰성이 있다 판단된다.

태양전지의 태양열에너지로 니켈수소전지(Ni-MH 7.2V, 3600mAh)의 충전 실험을 한 결과 약 4 시간의 태양에너지 충전 시, 배터리는 완충되었고, 완충된 배터리로 약 3 시간 동안 로봇으로 사용할 보트 구동이 가능한 것을 확인하였다. 또한, 태양에너지가 강한 오전 11 시부터 오후 5 시까지(8 월 기준) 모드 1 을 사용하여 완충되어있는 Ni-MH 배터리에 태양전지로 충전하면서 보트구동 실험 결과 무리 없이 배터리의 전원을 사용하여 보트를 구동하는 것을 확인하였다. 이는 반영구적이고 자연으로부터 에너지를 얻는 친환경적 시스템임으로 사용이 가능함을 입증하였다 할 수 있다.

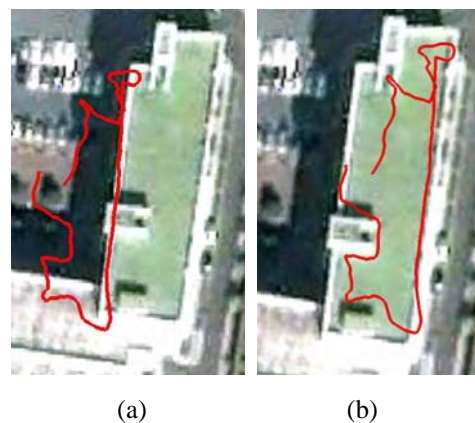


Fig.4 The result of GPS data compensation

참고문헌

1. Dongil Seo and E. H. Lee, "Development of Vertical Automatic Water Quality Monitoring System(VeMAS) For Lake Water Quality Management," The 7th International Symposium on Advanced Environmental monitoring, 2007
2. 김진완, 김영배, "GPS 를 이용한 자율 주행 로봇 자동차 연구," 한국자동차공학회 2004 년 춘계 지부 학술대회 논문집(광주.호남), 2004.4