

다중 센서를 이용한 해양 생체 로봇의 정밀 자세 제어 연구

김민* · 손경민* · 박원현* · 김관형** · 변기식*

*부경대학교 제어계측공학과

**동명대학교 컴퓨터공학과

Study precision attitude control of marine biological robot which utilizes a plurality of sensors

Min Kim* · Kyung-Min Son* · Won-hyun Park* · Gwan-Hyung Kim** · Ki-sik Byun*

*Dept. of Control & Instrumentation, Pukyong National Univ.

**Dept of Computer Engineering, Tongmyong Univ.

E-mail : kmmate@gmail.com

요약

무인 잠수정은 자율 무인잠수정(이하 'AUV' 또는 '자율무인잠수정'을 혼용)과 원격조정잠수정(이하 'ROV'로 지칭)으로 분류를 할 수 있다. ROV는 테더 케이블로 인한 작업 범위의 한계와 운동성능 효율이 떨어지는 단점을 지니고 있어, 테더 케이블이 필요 없는 AUV에 대한 필요성이 증대되고 있다.

추측 항법 시스템인 관성 항법 시스템(inertial navigation system, 이하 'INS'로 지칭)은 외부 도움 없이 관성측정 장치(inertial measurement unit, 이하 'IMU'로 지칭)를 활용하여 구성된 시스템을 말한다. IMU는 자이로 스코프(gyroscope), 가속도계(accelerometer), 지자기(magnetic)센서로 구성된 측정 장치로 3개의 센서를 사용하여 상호 보정을 통한 기동체의 위치, 속도 및 자세 정보를 제공한다.

복합항법시스템은 추측항법시스템이 가지는 누적오차와 측위 항법시스템이 가지는 외부환경에 대한 단점을 상호 보완하는 방법으로 연구가 진행 중이다. 하지만 심해서 또는 해양의 특성에 따라 측위 시스템이 사용되지 못하기 때문에 추측 항법시스템의 다양한 관성 센서를 활용한 상호 보완과 신호처리 방법을 통한 연구 개발이 진행 중이다. 다양한 센서 정보를 통합하는 목적으로 칼만 필터와 같은 최적 필터기법이 보편적으로 사용되고 있다. 칼만 필터는 확률 선형 시스템에 대하여 공정잡음 및 측정 잡음이 가우시안 확률 분포를 따를 때 최적의 추정자가 된다. 또한 가우시안 조건을 만족하지 않는 경우에도 선형 추정자 중에 추정 오차의 분산이 가장 작은 추정자이다. 칼만 필터가 최상의 성능을 발휘하려면 공정잡음과 측정 잡음의 실제 값을 정확히 알아내는 것이 중요하다. 잡음 수준에 대한 정보가 부정확 할 경우 칼만 필터는 발산 할 수 있기 때문에 시스템에서 잡음 수준의 공산은 칼만 필터의 최적 이득을 결정하는 중요한 요소로 추정치에 큰 영향을 준다. 따라서 칼만 필터를 추측항법시스템에 적용 시킬 경우 실제 모델의 잡음 공분산을 정확히 추정할 수 있는 기법이 요구된다. 추측항법시스템은 다양한 센서를 활용하기 때문에 움직이는 기동 표적에 적용시 잡음공분산이 변하기 때문에 항법시스템이 저하 될 수 있다. 본 연구에서는 다양한 센서를 융합하여 해양 생체 로봇의 정밀 자세 제어가 가능한 시스템을 제안하고자 한다.

키워드

AUV, ROV, INS, IMU, 측위 항법시스템

1. 서론

무인 잠수정은 자율 무인잠수정(이하 'AUV' 또는 '자율무인잠수정'을 혼용)과 원격조정잠수정(이하 'ROV'로 지칭)으로 분류를 할 수 있다. ROV는 테더 케이블로 인한 작업 범위의 한계와 운동성능 효율이 떨어지는 단점을 지니고 있어, 테더

케이블이 필요 없는 AUV에 대한 필요성이 증대되고 있다.

추측 항법 시스템인 관성 항법 시스템(inertial navigation system, 이하 'INS'로 지칭)은 외부 도움 없이 관성측정 장치(inertial measurement unit, 이하 'IMU'로 지칭)를 활용하여 구성된 시스템을 말한다. IMU는 자이로 스코프(gyroscope),

가속도계(accelerometer), 지자기(magnetic)센서로 구성된 측정 장치로 3개의 센서를 사용하여 상호 보정을 통한 기동 체의 위치, 속도 및 자세 정보를 제공한다.

복합항법시스템은 추측항법시스템이 가지는 누적오차와 측위 항법시스템이 가지는 외부환경에 대한 단점을 상호 보완하는 방법으로 연구가 진행 중이다. 하지만 심해성 또는 해양의 특성에 따라 측위 시스템이 사용되지 못하기 때문에 추측항법시스템의 다양한 관성 센서를 활용한 상호 보완과 신호처리 방법을 통한 연구 개발이 진행 중이다. 다양한 센서 정보를 통합하는 목적으로 칼만 필터와 같은 최적 필터기법이 보편적으로 사용되고 있다. 칼만 필터는 확률 선형 시스템에 대하여 공정잡음 및 측정 잡음이 가우시안 확률 분포를 따를 때 최적의 추정자가 된다. 또한 가우시안 조건을 만족하지 않는 경우에도 선형 추정자 중에 추정 오차의 분산이 가장 작은 추정자이다. 칼만 필터가 최상의 성능을 발휘 하려면 공정잡음과 측정 잡음의 실제 값을 정확히 알아내는 것이 중요하다. 잡음 수준에 대한 정보가 부정확할 경우 칼만 필터는 발산 할 수 있기 때문에 시스템에서 잡음 수준의 공산은 칼만 필터의 최적 이득을 결정하는 중요한 요소로 추정치에 큰 영향을 준다. 따라서 칼만 필터를 추측항법시스템에 적용 시킬 경우 실제 모델의 잡음 공분산을 정확히 추정할 수 있는 기법이 요구된다. 추측항법시스템은 다양한 센서를 활용하기 때문에 움직이는 기동 표적에 적용시 잡음공분산이 변하기 때문에 항법시스템이 저하 될 수 있다. 본 연구에서는 다양한 센서를 융합하여 해양 생체 로봇의 정밀 자세 제어가 가능한 시스템을 제안하고자 한다.

II. 본 론

본 연구는 자율무인 잠수정이 기동 시 추측 항법시스템을 적용하여 주행경로 인식을 검증한다. 추측항법시스템의 다중 센서 신호를 처리하기 위하여 칼만 필터 사용시 기동 마다 변화하는 잡음 공분산에 대하여 fuzzy rule을 적용하여 계산, 위치 및 이동 거리, 자세 인식을 시뮬레이터와 실제 자율 무인 잠수정을 사용하여 검증하도록 한다.

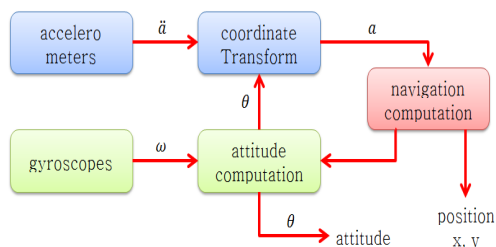


그림 1. 다중센서 블록 다이어그램

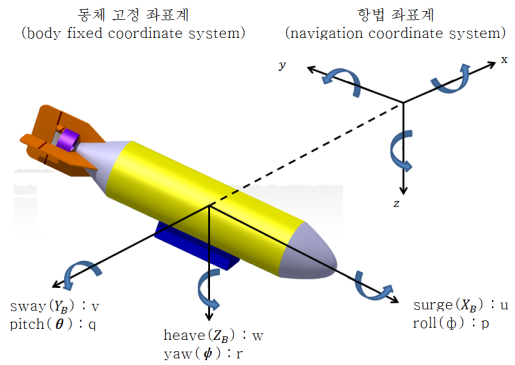


그림 2. AUV 좌표계

다중 센서를 통한 자세추정 알고리즘을 사용한 yaw와 pitch에 대한 작은 그림 3과 같이 확인할 수 있다.

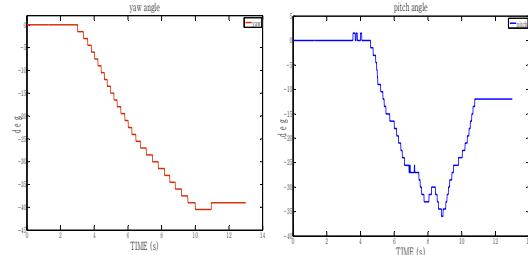


그림 3. yaw와 pitch에 대한 출력

III. 결 론

본 연구에서는 시뮬레이션을 바탕으로 AUV를 사용하여 실제 실험 환경에서 주행 후 AUV의 주행 종료 지점의 측정된 실제 값과 센서 측정값을 계산하여 주행 경로에 대하여 비교 하였을 때, 근사치에 가까운 주행 경로 인식 성능을 보였다. 향후 실제 환경의 외란에도 강인한 주행 경로 인식을 통한 AUV의 자율 움직임이 가능한 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] Chang-Min Kim, "A Study on the 6 D.O.F. Modeling and Simulation of An Autonomous Underwater Vehicle through Fluid Drag Force Calculation", Master of Engineering Thesis, 2012.
- [2] Soon T. Kwon, " Controller design for the AUV's way-point tracking", Master of Engineering Thesis, 2012.
- [3] Jo. G. N, "(A)study of an adaptive receding horizon Kalman filter for underwater navigation systems", Ph. D. Dissertation, Seoul National University, 2007