Gyro Sensor 제어용 Servo Motion 제어기 개발

이원부* · 박수홍**

Development of the Servo Motion Controller using Gyro Sensor

Won-bu Lee* · Soo-hong Park**

요 약

선박의 실시간 좌표변환 구현하였고, DC Servo Motor의 Motion Control 알고리즘을 개발하였다. Servo Control 회로설계 및 PCB를 제작하였고, 이를 3-axis Gyro Sensor based Servo Motion Control 제어장치에 적용하여 시스템을 개발하였다. 또한 선박운동을 시뮬레이터하기 위해서 6자유도를 가진 선박용 시뮬레이터를 개발하였다. 개발된 시뮬레이터에 장착된 카메라를 이용하여 선박운동을 추척하는 시험을 한 결과 원하는 오차내에서 추적결과를 보여주었다.

ABSTRACT

Real time coordinate conversion of vessel was realized, we developed motion control algorithm of DC Servo Motor. We made servo control circuit and PCB, also We developed the system using 3-axis Gyro Sensor based Servo Motion Controller. For ship's movement simulation, we made the ship simulator of 6 degree of freedom. With a mounted camera on developed simulator, We tested the desired ship's movement, and the desired result of error tolerance was obtained.

키워드

Gyro Sensor, Servo Motion, 카메라제어, 선박추적

Ⅰ. 서 론

해상용 Multi Sensor Surveillance System은 다양한 기술의 복합체로서 Gyro Sensor based Servo Motion Control 알고리즘은 선박의 6자유도운동을 분석하여 그에 대응 할 수 있는 Motion Control 동요안정화제어장치를 개발한 것이다. 이러한 기술과 장비들은 각 수요자의 요구 성능에 적합하게 하나의 통합된 시스템으로 완성하여 최종적으로 한국선급협회등 공인 인증기관의 형식승인을 득하여 해상용 Multi Sensor Surveillance System으로 개발하였다. 본 연구에서 선박운동에 대응할 수 있는 Gyro Sensor based Servo Motion Control 알고리즘은 Gyro Sensor 신호처리기술, Servo Motion Control 기술, 동요안정화 제어기술, 모터제어기술 및 Software기술 등을 필요로 하며, Nano Driving Precision Pan-Tilt/Gimbals System은 기구역학, 동역학, PID입력제어, 3차원 초정밀설계 및 가공 기술, 초정밀 자이로센서 신호처리기술 등 다양하고 복합적인 기술의 총합을 필요로 한다. 국내에서 항공기용 동요안정화 제어장치가 군사용 무인항공기, 헬기 등에 탑재하여 정보획득 임무장비로서 국방과학연구소와 삼성탈레스(삼성전자와 프랑스탈레

* (주)마린크래프트(wonboolee@hotmail.com) ** 교신저자: 동서대학교 메카트로닉스공학과(shpark@dongse.ac.kr)
접수일자 : 2010. 09. 05 심사(수정)일자 : 2010. 09. 30 게제확정일자 : 2010. 10. 15

스 합작사)가 공동으로 개발하여 국내 자체개발한 무인항공기에 적용이 되고 있으나 핵심 부분인 안정화 알고리즘, Gyro Sensor등은 전적으로 해외 도입에 의존하고 있는 실정이며 특수한 환경에서 운용되는 해상용으로 개발되지 못하였다. 본 연구의 궁극적인 목표인 Surveillance System은 다수의 개별 장비를 하나의 체계로 통합하는 Total System Engineering 으로서 국내 기술 경험이 거의 없는 상황이나 현재의 관련국내 기술만으로도 기술개발을 성공적으로 완성할 수 있다고 판단된다.

외국의 경우 각 분야별로 세분화된 업체들이 상호 협력관계를 유지하면서 국제적인 경쟁력을 갖추고 있으며, 국외 관련기술 현황을 살펴보면 미국, 러시아, 이스라엘, 프랑스 등 소수의 나라에서만 보유한 고도의 기술과 복합적인 기술을 요하는 제품으로 기술유출 등을 엄격히 규제하고 있으며 전문 기업인 미국의 FLIR System사, APS사, Raytheon사, 프랑스 SOFRADIR사, 이스라엘 CONTROP, SCD사, 독일 iMAR사 등이 핵심 기술을 보유하고 있으며 해상용, 항공용, 함정용, 방산용등 다양한 형태의 다양한 상품에 적용되고 있으며 각국에서 철저하게 기술에 대한 보안을 유지 하고 있다. [1],[2]

본 연구는 선박의 운동특성을 분석하고 자이로센서를 이용한 제어용 서보모션제어알고리즘을 개발한 후, 개발된 모션알고리즘을 선박의 운동을 구현하기 위한 모션 시뮬레이터에 적용하였다. 선박에 장착되는 카메라가 실제 해상에서의 파도 등의 외란에도 카메라가 타켓에 잘 추적할 수 있도록 갸발된 알고리즘을 적용한 후, 임의로 인가되는 외란 속에서도 잘 목표를 추적함을 보여주었다.

II. 선박의 운동특성 분석

운항중인 선박은 그림 1과 같이 6자유도(6-Degree) 운동을 하게 된다. 이 운동은 선박의 중심에 직교 좌표축을 일치시켰을 때, 선박의 운동성분 중 병진 운동은 서어징(Surging), 스웨잉(Swaying) 및 히이빙(Heaving)등 3성분으로, 회전 운동은 롤링(Rolling), 피칭(Pitching) 및 요잉(Yawing) 성분으로 구성된다.

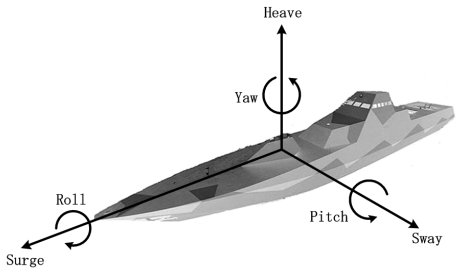

그림 1. 6-degree Motions of ship
Fig. 1 6-degree Motions of ship

선박에서 목표를 지향할 경우, 회전운동 성분은 지향각에 절대적인 영향을 미치게 된다. 특히 회전운동 중 롤링과 피칭성분은 Pedestal의 수평오차를 요잉 성분은 방향오차를 발생시키는 요인이 된다. 선박에 장착되는 Night Vision 시스템용 Pedestal은 선박의 6자유도(6-Degree) 운동을 실시간으로 보상하여 목표물을 추종하고, 원거리에 있는 목표물을 지향하기 위한 고정도 안정화(Stabilization) 기능을 가져야 한다. 따라서 롤링과 피칭에 대한 Pedestal의 실시간 수평유지와 요잉에 대한 방위각 유지를 위한 메카니즘 및 제어구조가 Night Vision 시스템의 Pedestal 개발의 중요한 기능이다.[1],[2]

III. 3-Gyro Sensor 제어용 Servo Motion Control 알고리즘 개발[1],[2]

3-Gyro Sensor 제어용 Servo Motion Control 알고리즘 개발을 위해서

- 구동 프로파일 유도 및 성능 개선
- Line of Sight 메카니즘 개발
- 시험을 위한 Control unit, PCB등 제작하였다.
  또한 Auto tracking을 위해서
- 이미지 안정화 보드
- Video Tracking H/W 보드 제작
- 영상추적 알고리즘 개발
- 화면의 밝기정보와 움직임정보를 사용하는 영상 영역화 알고리즘
- 목표물을 배경으로부터 구분하기 위해 목표물의 변위와 각 화소의 변위 비교를 통한 Classification

- Tracking Window를 사용하여 다양한 크기의 목표물 추적
- Edge Tracking 알고리즘을 수행하였다.

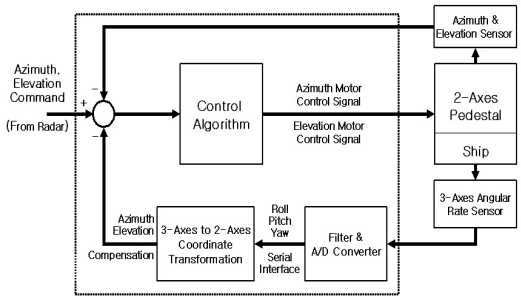

그림 2. 자세안정화 시스템
Fig. 2 Motion stabilization system

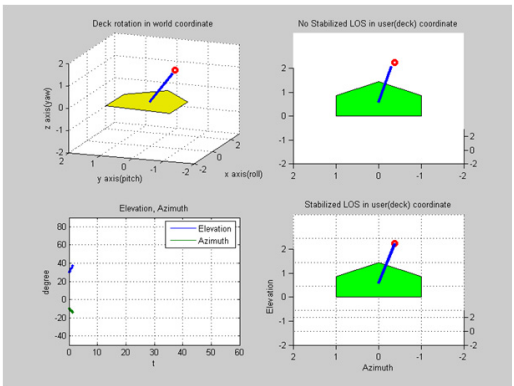

그림 3. Matlab을 이용한 알고리즘 검보정
Fig. 3 Algorithm test using Matlab

Ⅳ. 성능 평가

실제 선박항해모션캡처를 실험실내에서 재현하기위하여 스튜디오모션플랫폼을 6축선박시뮬레이터 운동해석용으로 제작하여 카메라를 부착하여 실험을 수행하였다. [3],[4]

- 실제 선박에 FOG 센서를 장착운항 실시간 선박모션변화 가속도 실시간 data 기록 저장
- 후처리 변환 표로그램을 통한 가속도 이중 적분 후 프래폼 변위 계산
- 변위 계산된 실제 선박운항데이타를 스튜디오플래폼에 선형 프로그램 UPLOAD, 선박모션 플래폼 모션 PLAY
- 스테빌라이져 카메라 탑재 장착하여 시험 검정 수행

그림 4. 6축 선박 시뮬레이터
Fig. 4 6-axis ship simulator

선박용 카메라의 속도와 안정화조건 및 운용스펙은 실제 해안경찰등에서 사용할수 있는 운동조건을 고려하여 아래와 같이 진행하였다.

- velocity 0.01~45도 : pan/tilt 를 초당 0~45도 까지 선형, 비선형 모션변화 시 카메라 prime focus 관측 측정
- 측정 방법 : 비디오 녹화를 통한 레이져 포인터의 좌표 지정점을 frame 단위로 측정 기록 Stabilization Accuracy ±0.5°연속 측정 기록
- 좌표 원 (지름50mm)에서 레이져포인트까지 거리는 0.5도인경우 5.72m

아래 그림은 레이저포인터로 운동표시점을 표현하여 카메라로 추적하는 그림이다.

그림 4.에서처럼 카메라하단의 6축 시뮬레이터가 선박운동을 구현하는 자유운동을 수행하는 과정에서 시뮬레이터에 장착된 레이저포인터를 구동하는 과정에서 카메라가 자동 추적하도록 시스템을 구성하였다.[2]

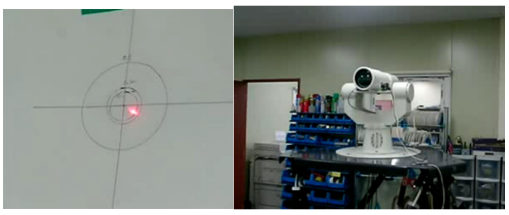

그림 5. 카메라 추적 시뮬레이터
Fig. 5 Camera tracking simulator

카메라추적의 결과 다음과 같은 추적결과를 얻었다. 아래와 같은 추적결과는 Azimuth의 경우 0.1도내에서의 추적변화를 안정하게 보여주었고, 나머지의 운동에서도 안정하게 카메라가 타켓을 추적하고 있음을 보여주었다.

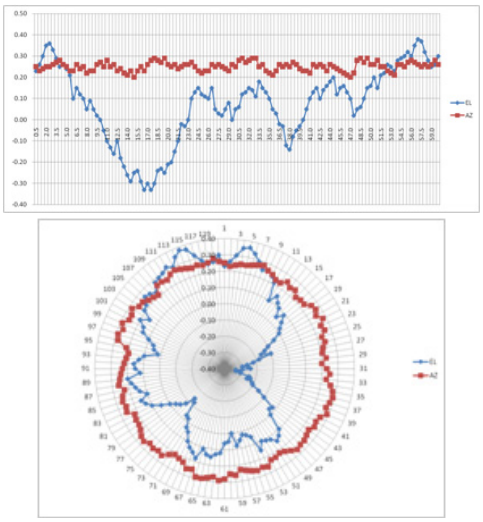

그림 6. 카메라추적결과
Fig. 6 Result of camera tracking

그림 6. 과 같이 카메라하단에 구성된 선박운동을 구현하는 시뮬레이터를 자유구동할 때, 카메라의 안정화 정밀도는 0.5도내의 오차를 가진다.

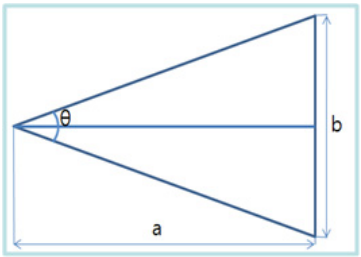

그림 7. 카메라 각도계산
Fig. 7 Camera angle

FOV = Θ

$\tan(\Theta / 2) = (b / 2) \div a$

$\therefore \quad \Theta = \mathrm{atan}((b / 2) \div a) \times 2$

선박 추적 영상에서의 선박의 길이는 약 50mm였고, 선박과의 거리가 약 717m 이므로, 다음과 같이 목표치인 1/250을 만족한다.

$\Theta = \mathrm{atan}((50 / 2) \div 717000) \times 2$

$\Theta = \mathrm{atan}(25 \div 717000) \times 2$

$\Theta = 0.003995522 \leq 1 / 250$

V. 결 론

본 논문에는 선박의 실시간 좌표변환 구현, DC Driver Motor의 Servo Motion Control 알고리즘을 개발, Servo Control 회로설계 및 PCB를 제작하여 3-axis Gyro Sensor based Servo Motion Control 제어장치를 개발하였다. 본 연구는 수입에 의존하고 있는 해경, 해군, 세관, 여객선 그리고 일반 상선 등에 적용가능하며 보안, 방위, 의료 및 각종 공정검사 등의 분야에도 곧바로 응용이 가능한 고부가가치적인 기술이다. 본 연구는 국내 일반선박, 함정, 경비정, 순찰선, 지도선 등의 해상용은 물론 일반산업용에 적용하여 수입품을 대체할 수 있으며, 선박, 항공기 등 이동체용 촬영 장비 고성능 감시기기의 형태로 개발응용이 가능하다.

감사의 글

본 논문은 지식경제부 동남경제권 기술개발사업인 2010년도 차세대 소형선박용 디지털 레이더 시스템 개발사업으로 (주)신동디지텍 및 마린크래프트의 지원으로 이루어졌습니다. 또한 동서대학교 2010년도 연구지원으로 이루어졌습니다.

참고 문헌

[1] 장철순, 임종석, 이원부“ 해상용 Nano-Driving Multi-Sensor Surveillance System 개발", 지식경제부 지역산업혁신기술과제개발 3차년도 최종보고서 , 2009.11.

[2] 장철순, 임종석, 이원부“ 해상용 Nano-Driving Multi-Sensor Surveillance System 개발", 지식경제부 지역산업혁신기술과제개발 2차년도 최종보고서 , 2008.11.

[3] ATR 시스템과 영상처리기법, KAIST 김성대 2002. 10
[4] Raytheon Vision Systems, Raytheon company, 2004. 11

저자 소개

이원부(Won-bu Lee)

2008년 2월 동서대학교 메카트로닉스공학과 졸업 (공학사)
2010년 2월 동서대학교 대학원 정보시스템공학과 졸업(공학석사)
동서대학교 대학원 박사과정
(주) 마린크래프트 대표
※ 주관심분야 : 해양통신시스템, 제어자동화

박수홍(soo-hong park)

1986년 2월 부산대학교 정밀기계공학과 졸업 (공학사)
1989년 2월 부산대학교 대학원 기계공학과 졸업(공학석사)
1993년 2월 부산대학교 기계공학과 졸업(공학박사)
동서대학교 메카트로닉스공학과 교수
※ 주관심분야 : 제어 자동화, 로봇공학