

선외기 원격제어시스템에 관한 연구

안병원*·정갑동**·김현수***·배철오****

*목포해양대학교 기관시스템공학부 부교수, **북항마린 대표, ***목포해양대학교 기관시스템공학부 조교수

A Study on the Remote Control System for Outboard Engine

*, **Division of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 현재 근해어업은 기피 산업으로 어민들은 고령화, 어민의 감소로 인력을 구하기 어렵고 어로활동을 하기 위해서는 일반적으로 2명 이상이 1조로 작업이 진행된다. 따라서 숙련되지 못한 사람들이 조를 이루어 작업을 할 경우 의사전달에 시차가 생기고 한사람은 배의 조종에 종사하므로 작업의 능률이 떨어진다. 따라서 레저나 소형어선에서 1인이 선박을 조종하면서 작업이나 레저를 즐길 수 있는 선외기의 원격제어 시스템 연구의 필요성이 대두되었다. 본 연구에서는 작업의 효율을 높이고 인력을 절감 할 수 있는 선외기의 원격제어시스템에 관한 연구를 수행하였다. 선외기는 엔진의 회전수, 조타기, 정·역전 및 중립기어가 하나로 시스템으로 구성되어 있다. 소형 선외기에 이 세가지의 제어를 직류 전동기를 이용하여 위치제어와 속도제어를 하였고, 마이크로프로세서를 이용하여 통신과 엔진회전수제어를 프로그래밍 하여 어민들이 작업을 하면서 동시에 원하는 조종을 할 수 있도록 시스템을 설계 제작하였다. 시운전결과 전속에서 좌우현 조타 성능이 명량대로 잘 움직였다.

핵심용어 : 선외기, 원격제어시스템, 조타기, 위치제어, 속도제어, 마이크로프로세서

ABSTRACT : Currently offshore fisheries are one of shrinking industries and fishermen are getting older. Moreover it is difficult to work fisheries for decreasing fishermen as the time goes. Two people per a boat work together at least for proper fisheries. If the unskilled fisherman boards on boat, it will make some troubles to speak each other and diminish the efficiency of working because one person should control the boat. So it need to study the remote control system for leisure and outboard engine that can control and work at the same time. The remote control system is consisted of engine revolution, steering gear and forwardreverseneutral gear controls. These three controls are made by position and speed control using DC motor, and microprocessor is used to communicate and control the engine speed. This system can be controled and worked alone and we tested the system at sea and confirmed that the system works properly.

KEY WORDS : Outboard Engine, Remote Control System, Steering Gear, Position Control, Speed Control, Microprocessor

1. 서 론

선박의 엔진제어와 자동조타에 관한 기초연구 및 기술개발은 주로 네덜란드, 노르웨이, 일본 등 선진국을 중심으로 활발히 연구되고 있고, 최근 중국이 급성장하고 있는 실정이다.

국내에서는 몇몇 연구실차원에서 엔진제어 및 진단시스템의 연구와 자동조타에 대한 연구가 진행되고 있지만 활성화 되지는 못한 실정이다^[1]. 따라서 국내에서 사용되고 있는 장비들은 대부분 외국 기술 또는 제품에 의존하고 있으며 그 가격이 고가일 뿐만 아니라 고장이 날 경우 A/S 문제가 크다.

최근 목포를 중심으로 한 서남권은 전라남도가 실시하는 J 프로젝트나 다이아몬드 계획등과 같이 해양레저를 위한 대형 국책사업이 구상 중에 있거나 사업의 실행에 옮기려고 하고

있다. 또 전라남도도는 섬이 전국의 80[%]를 가지고 있으며 해안선 역시 길고 따라서 해양을 이용한 산업이 발달한 지역이기도 하다. 현재 전라남도의 해안선 주변은 양식과 어업이 주종을 이루고 있으며, 목포시에서 해양 레포츠의 메카로 발돋움하기 위해 대형 국책사업을 추진 중에 있다.

현재 근해어업은 기피 산업으로 어민들은 고령화, 어민의 감소로 인력을 구하기 어렵고 어로활동을 하기 위해서는 일반적으로 2명 이상이 1조로 작업이 진행된다. 따라서 숙련되지 못한 사람들이 조를 이루어 작업을 할 경우 의사전달에 시차가 생기고 한사람은 배의 조종에 종사하므로 작업의 능률이 떨어진다. 따라서 레저나 소형어선에서 1인이 선박을 조종하면서 작업이나 레저를 즐길 수 있는 선외기의 원격제어 시스템 연구의 필요성이 대두되었다.

본 연구에서는 작업의 효율을 높이고 인력을 절감 할 수 있는 선외기의 원격제어시스템에 관한 연구를 수행하였다. 선외기는 엔진부, 동력전달부, 조타부, 제어부로 나눌 수 있는데, 본 연구에서는 선외기의 엔진의 회전수, 조타기, 정·역전 및

*안병원, ds4cbt@mmu.ac.kr 061)240-7102
**정갑동, pcpc6000@hanmail.net 061)242-5070
***김현수, blue@mmu.ac.kr 061)240-7087
****배철오, baeco@mmu.ac.kr 061)240-7084

중립기어가 하나의 시스템으로 구성하여 엔진 본체와 떨어져서도 제어가 가능하도록 하였다. 실험에 사용된 선외기는 TOHATSU의 5마력짜리 엔진으로 이 세 가지의 제어를 위해 엔진을 개조하여 각 부분의 위치제어와 속도제어를 위해 직류전동기를 설치하였으며, 마이크로프로세서를 이용하여 통신과 엔진회전수제어를 프로그램화 하여 어민들이 작업을 하면서 동시에 원하는 조종을 할 수 있도록 시스템을 설계 제작하였다. 또한 제작된 시스템의 원활한 동작의 확인을 위해 해상에서 테스트를 수행하였다.

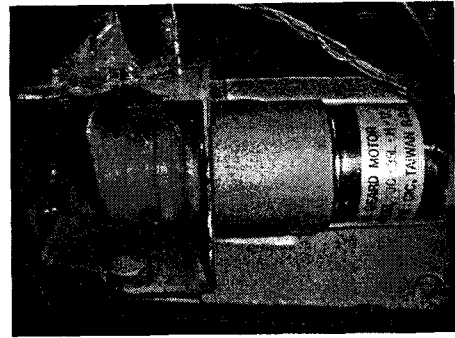
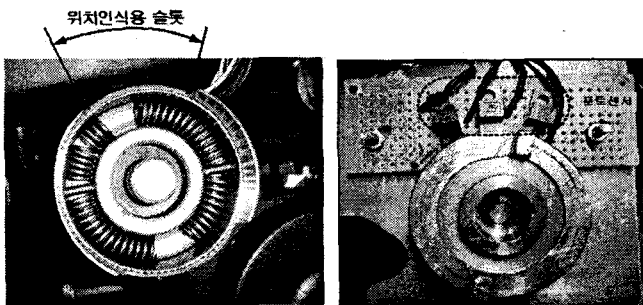


Fig. 2. Photograph of accelerator control system.

2. 선외기 원격제어 시스템의 설계

2.1 동력전달 제어장치

동력전달장치는 기계적인 완충장치와 위치 인식시스템으로 구성되어 있다. 완충장치는 Fig. 1(a)와 같이 엔진 측에 스프링을 흡에 끼우고 전동기 측에 턱을 만들어 스프링에 맞물려 돌아가도록 설계하였다. 전동기가 돌아 갈 때 에너지를 축적하고 프로펠러와 엔진축이 맞을 때 움직일 수 있도록 설계하였다. Fig. 1(b)는 돌출부가 Fig. 1(a)의 스프링 틈새에 들어가 모터가 회전할 때 스프링에 에너지를 저장하였다 전후진 기어가 맞을 때 방출하도록 되어있다. 또 기어가 어느 위치에 있는지 확인할 수 있는 시스템으로 포토센서로 기어축이 움직인 위치를 파악할 수 있도록 설계하였다. Fig. 1(a)에서 위치인식용 슬롯이 포토센서 사이에 들어가서 로직에 따라 온오프를 하게 된다.



(a) shock absorbing device (b) Photo sensor

Fig. 1. Photograph of transmission control included shock absorbing device.

2.2 액셀의 제어시스템

엔진의 회전수를 제어하기 위해서는 스로틀을 제어해야 하는데 Fig. 2와 같이 지령속도를 받으면 제어기에서 현재의 속도 위치를 받아 비교하고 비교한 값에 따라 전동기를 정·역전시켜 지령된 값과 위치 값이 같아지는 곳에서 전동기는 정지하게 된다.

2.3 조타장치

선급협회 규칙에 의하면 배가 최고 항해속력으로 항해 전진 중 최대 타각을 35도로 하고 우현에서 좌현으로 또는 우현에서 좌현으로 70도의 전타를 30초 이내에 하도록 전타속도를 규정하고 있다(전 1982, 한국선급 2003).

본 연구에서는 규정에 부합되도록 타각지령을 내리면 마이크로프로세서에서 현재의 위치와 비교하여 타각이 다를 경우 피드백 되는 것에 오차가 제로가 되도록 제어를 하여 제로가 되면 제어를 멈추는 것으로 설계하였다. Fig. 3은 제작된 타각 제어 장치를 나타내는 모습이며 직류전동기 구동축에 연결된 기어가 중앙 위치에서 최대타각 35도 좌, 우현에 도달하면 리미트 스위치에 의해 직류전동기가 정지하여 기어가 체인을 따라 더 이상 갈수 없게 된다.

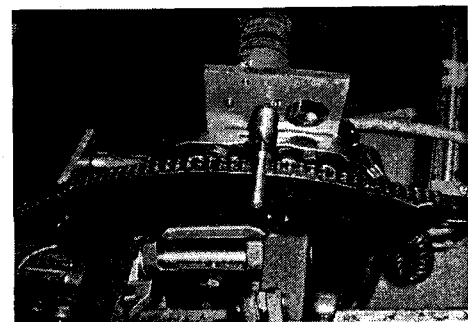


Fig. 3. Photograph of steering control system.

2.4 제어시스템

Fig. 4는 선외기의 원격제어를 위한 제어 시스템으로 직류전동기의 구동회로를 나타낸 것이다. 파워드라이버 부분은 파워 MOSFET를 이용하여 제작하였고, 직류전동기의 회전방향과 속도를 제어하는 회로로 구성하였다. A부분의 회로는 정회전과 역회전이 동시에 걸리지 못하게 하는 인터락 회로이고, B부분은 제어부와 파워부의 광분리를 하는 회로로 FET게이트 드라이버를 나타내며, C부분은 H브릿지 회로이다(안 2002). 본 연구에서 마이크로프로세서에 의해서 제어되는 것은 타각, 엔진속도이고 기어의 정·역전은 프로그램어블 논리소자로 설계하였다(차 1998, 윤 2000, 이 2002, 김 2003)

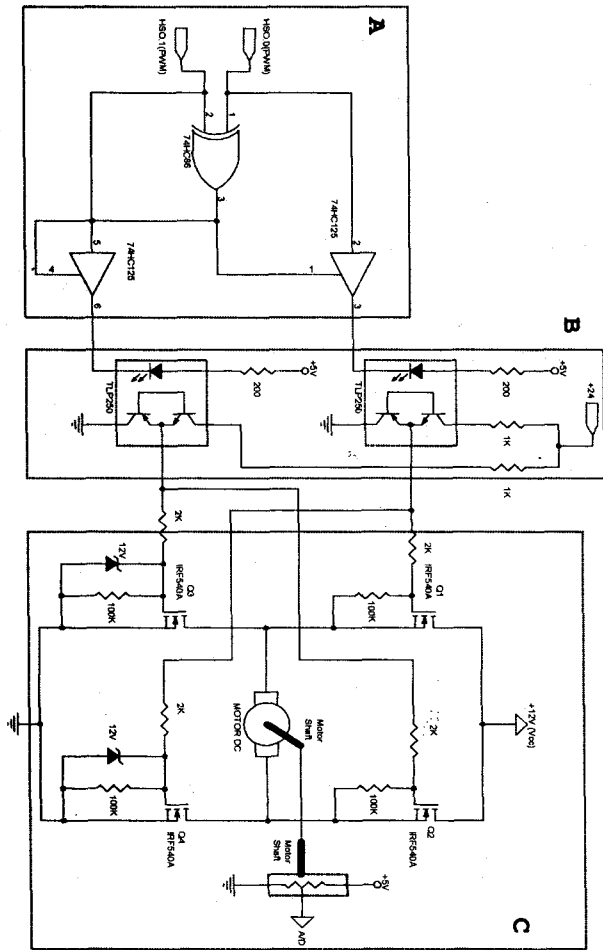


Fig. 4. Steering gear controller with motor driver circuit.

2.5 기어의 제어

기어의 변환을 위한 전체적인 모습을 Fig. 5에 나타내었으며, S/W Box에서 명령이 내려지면 프로그램어블 논리소자에서 포토센서의 입력신호 즉, 현재 기어의 상태, 위치를 파악하여 모터 드라이버에 정회전 또는 역회전 명령을 내리고 전동기 드라이버에 의해 전동기가 동작하게 된다.

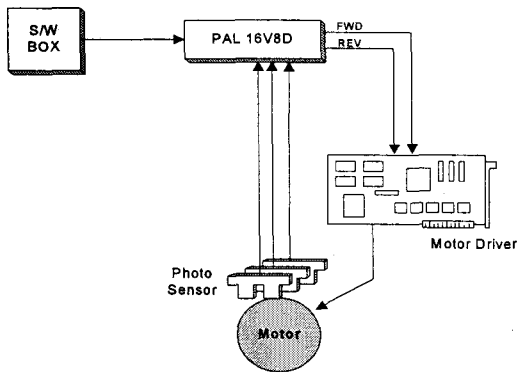


Fig. 5. Schematic diagram of gear controller.

또한 Fig. 6과 같이 전동기의 회전방향에 따라 전진, 중립, 후진이 진행된다.

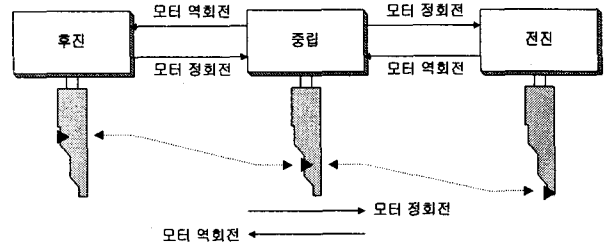


Fig. 6. Forward & reverse movement as the motor rotates.

2.6 조타장치 제어

조타장치의 제어는 Fig. 7과 같이 조타륜(퍼텐쇼미터)에서의 입력 전압과 전동기에 직결되어 있는 센서에서의 입력 전압을 비교하여 조타기 전동기가 정회전하거나, 역회전하고 좌현과 우현 끝부분에 설치된 리미트 스위치에 의해 모터가 정지된다.

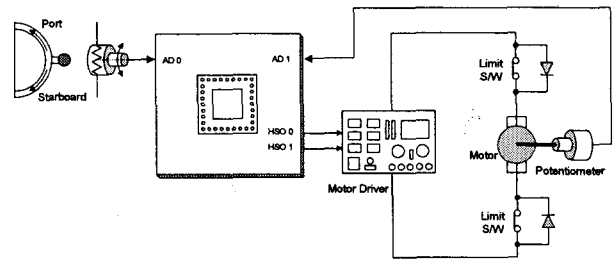


Fig. 7. Schematic diagram of steering controller.

3. 실험 및 고찰

Fig. 8은 전체적인 실험장치를 나타낸다. 원격제어를 위해 개조한 선외기와 부가된 장치 제어회로로 구성되어 있다.

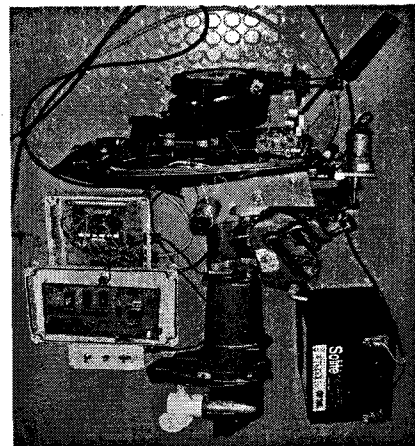
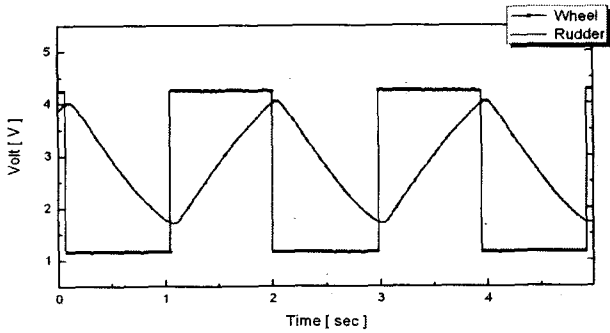


Fig. 8. Experiment equipment.

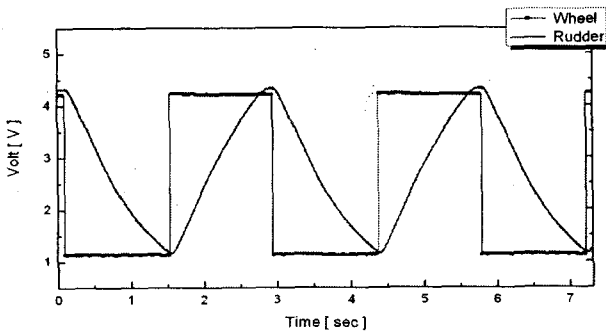
3.1 타각제어실험

조타각을 제어하기 위해 조타륜(steering wheel)을 조작하면 조타기에 설치된 퍼텐쇼미터(potentiometer)에 의해 타각을 피드백 받게 된다. 본 논문에서 설계한 타각제어 장치의 추종특성을 실험하기 위해서 함수발생기의 구형파를 제어장치에 입

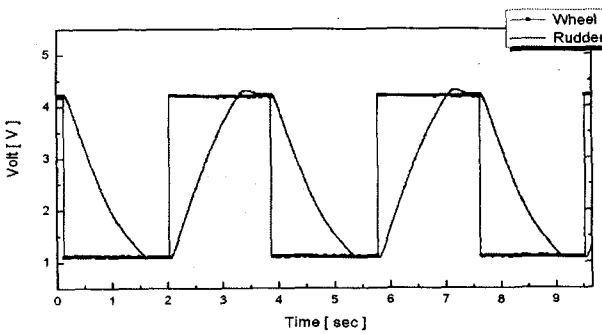
력하고 조타기에 설치된 퍼텐쇼미터에서 피드백되는 전압을 계측하여 분석하였다. 오버슈트를 관측하기 위해서 함수발생기의 파형을 1~4[V]로 제한하였다. 실험에 사용된 조타기를 구동하는 직류전동기(전격전압 12[V], 정격전류 0.5[A], 정격회전수 5000[rpm], 감속비 1:125)가 감속기를 거쳐서 회전할 때 시정수는 800[ms]이다.



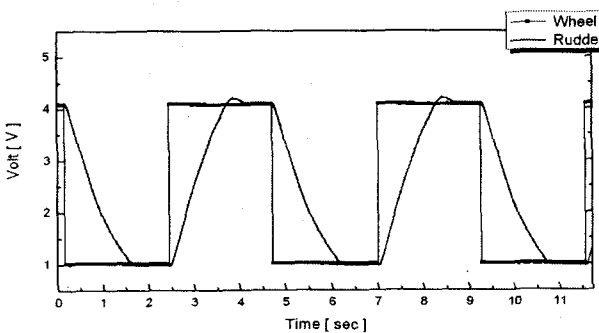
(a) T=2.0[sec]



(b) T=3.0[sec]



(c) T=4.0[sec]



(d) T=5.0[sec]

Fig. 9. Control characteristic of steering gear.

Fig. 9의 (a)와 (b)는 각각 파형의 주기를 2[sec]와 3[sec]로 했을 때의 추종 특성을 나타낸 것으로 동작지연 시간은 10[ms]였고 제어장치가 잘 추종함을 확인하였다. (b)는 주기가 3[sec]인 그래프로 4[V] 레벨 끝부분에서 정착시간(setting time)이 없는 오버슈트의 응답특성을 보였다. (c)는 주기 4[sec]에서의 추종 특성을 나타낸 것으로 동작지연 시간은 10[ms]였고 구형파의 4[V] 레벨에서 350[ms]동안 2.5[%]의 오버슈트가 발생한 후 정착되었다. (d)는 주기 5[sec]에서의 추종 특성을 나타낸 것으로 동작지연 시간은 10[ms]였고 구형파의 4[V] 레벨에서 300[ms]동안 2.0[%]의 오버슈트가 발생한 후 정착되었다. 또한 상승구간과 하강구간에서의 추종특성이 약간씩 다르게 나타났는데 이것은 전동기가 감속기의 정·역전 특성이 달라 일어나는 현상으로 사료된다.

4. 결론

선외기에 전자장치를 부가하여 엔진 회전수 제어와 좌·우현 조타, 전·후진 정지의 명령을 원격으로 조정할 수 있는 장치를 설계 제작하여 소형 선외기(도하츠 5마력)에 설치하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 원격으로 선외기가 전·후진 및 정지 좌·우현 조타 엔진의 회전수 제어가 명령대로 동작됨을 확인하였다.
2. 조타기가 추종실험 결과 구형파에서 오버슈트가 2[%]가 발생하였고, 동작지연 시간은 10[ms]였다.
3. 소형선외기 선박에서 1인이 저속운항하면서 작업을 동시에 할 수 있어 작업의 효율을 높이고 인력을 절감할 수 있으며, 레저용 보트, 인명구조용 보트, 일정하게 반복되는 작업을 하는 어로작업용 소형선박에 도움이 될 것이라 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 전효중(1982), 박용보기, 일중사, pp. 255
- [2] 한국선급(2003), 선급 및 강선규칙 제5편 기관장치, pp. 92
- [3] 안병원(2002), 이론과 실험을 위한 전기기기, pp.253 ~ 307.
- [4] 차영배(1998), 기초부터 응용까지 MICROCONTROLLER 90196, 다다미디어
- [5] 윤덕용(2000), 80c196KC 마스터(I), OHM사
- [6] 이상락 외(2002), C언어로 쉽게 쓰는 80C196KC, 브레인 코리아
- [7] 김도현 외(2003), 제어시스템 공학, 홍릉과학출판사