

소방용 호버크래프트 성능 향상을 위한 컴퓨터 제어기

논문명*, 송호빈**, 김영춘***, 백동현****, 홍봉화*****, 주해종*****
 대원대학*, (주)휴스컴**, 공주대학교***, 경원대학교****, 경희사이버대학교*****, 동국대학교*****

Performance Computer Controller for fire Control Hovercraft

Moon-Taek Cho*, Ho-Bin Song**, Young Chun Kim***, Dong-Hyun Back****, Bong-Hwa Hong*****, Hae-Jong Joo*****
 DaeWon Univ. College*, Huscom CO.**, KongJu Univ.***, KyungWon Univ.****, KyungHee Cyber Univ.*****, DongGuk Univ.*****

Abstract - Amphibious possible, and good fuel economy, so as leisure and transport has increased the use of hovercraft. Fire started in Korea, the prevalence is increasing in demand as the trend has been increasing steadily. In this paper, the hovercraft's forward and backward direction can be controlled in order to free the reverse bucket control system was developed. Control due to development by promoting the flow of air and turn right, turn left and easy to reverse the life-saving and stable at high speed, etc. has made possible the operation of hovercraft. To prove the validity of the proposed controller in Matlab simulation and the actual delivery at the firehouse, built into a model for the demonstration test was performed.

고 수정할 수 있는 기능, 수동으로 리셋 시키는 기능, 방진 기능, 방수 기능 등을 프로세서에 퍼지 알고리즘을 이용하여 구현함으로써 프로세서가 학습을 통해 인터페이스 부를 모듈화 하여 구축하였다.

1. 서 론

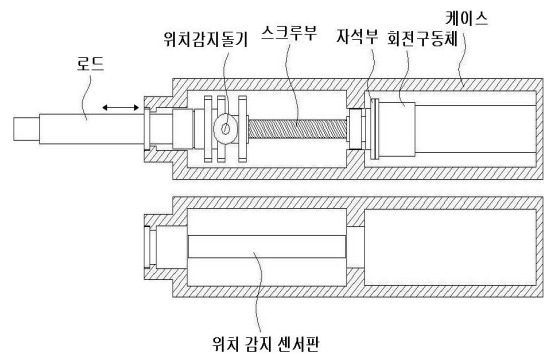
호버크래프트는 프로펠러 회전에 의해 만들어진 공기압의 일부를 선체바닥에 구비된 공기주머니로 보내 선체를 수면이나 지면에서 부상시킨 후, 선체 후단에서 발생시킨 나머지 공기 추진력으로 앞으로 나아가게 하는 원리이다. 그리고 호버크래프트는 보트와 비교하여 낮은 항력조건을 갖추고 있으며 적은 배기량을 가진 엔진 마력으로 운용될 수 있는 장점이 있다. 이것은 호버크래프트가 운용의 측면에서는 보트와 유사한 기능을 가지고 있으나 구조 형상에 있어서는 공기역학적인 항공기의 형태와 유사하기 때문이다. 호버크래프트는 유사한 수송력 또는 크기를 지닌 보트에 비하여 수륙양용으로 육지나 민물 바다 또는 갯벌 빙판 등에서 자유롭게 운용할 수 있어 사용 장소 측면이나 연비가 좋은 관계로 연료 가격의 상승과 에너지의 효율적 이용 측면에서 향후 호버크래프트는 선박의 대체 수송 수단으로 활용될 가능성이 있다. 이러한 기능적 효율에 의하여 선진국에서는 호버크래프트를 상업적 수단에 이용하고 있으며, 또한 운용상의 안정성 및 효율성을 바탕으로 여가용으로 활용되고 있다. 그러나 국내에서는 호버크래프트를 활용한 상업적 이용 실적이 없고, 여가활동에 도입되지 않은 실정에 있으나 내륙 인공호수가 위치하는 지역에서 활용 가능성이 매우 크기 때문에 국내의 소방서를 시작으로 점차 보급이 되는 추세로 수요가 점차 증가하고 있는 실정에 있다.

본 논문에서는 호버크래프트의 전진과 후진을 자유롭게 하기 위해 후진 시 방향을 컨트롤할 수 있는 후진 버킷 컴퓨터 시스템 제어기를 개발하였으며, 제어기 개발로 인해 추진 공기의 흐름을 좌우 및 역 추진이 가능하여 인명 구조시나 고속 주행 시 등에 안정된 호버크래프트의 운용을 가능하게 하였다.

2. 컴퓨터 제어 후진버킷 시스템 설계

후진 버킷 컴퓨터 제어기 시스템은 호버크래프트 선미의 양쪽에 후진 버킷 장치를 설치할 수 있도록 일정 형태로 제작하고, 두 장치가 모두 닫힐 경우 추진 공기가 100% 역추진되도록 좌·우 조향 커버 장치를 장착하고 좌·우 조향 커버를 개별적으로 컨트롤하는 전기 액추에이터 및 프로세서 시스템과 프로세서 시스템을 조정하는 핸드 클러치 시스템을 장착하여 호버크래프트를 수면 또는 지면으로부터 안정된 고속주행, 고속 주행 중 급브레이크, 후진 급 방향조정 등을 가능하도록 하는 특징이 있다.

최초 작동 시 시작원점으로 복원하는 기능, 시작과 끝점의 압력 인지 및 기억, 최초 지점과 끝지점의 위치가 물리적인 힘에 의해 변할 경우 또는 액추에이터의 오동작 시 자동으로 인식하



〈그림 1〉 액추레이터의 구조

〈그림 1〉은 액추레이터의 구성도로 몸체인 케이스와, 이 케이스에 내장되는 회전 구동체, 이 회전 구동체의 상부를 형성하는 금속에 인력에 의해 부착되는 자석부가 형성되고, 케이스의 길이 방향으로 전개되는 스크루 부를 갖는다. 여기에서 자석 부는 스크루부와 회전 구동체가 기어와 같은 맞물림 방식으로 연결하게 되면 과부하 발생 시 제어가 파손되는 경우를 미연에 방지한다. 케이스를 관통하여 스크루부의 회전에 따라 전진하는 로드와 이 로드의 위치 이동을 감지하는 위치 감지 센서부재가 액추레이터의 구성요소가 된다.

회전 구동체는 모터와 이 모터의 회전을 감속시켜주는 감속기 및 모터의 동작을 정지시키는 전자 브레이크로 구성하는데 조작력, 응답성, 크기 및 중량, 제어성 등을 고려하여 제어 전원의 전기 서브모터와 회전 감속 장치, 볼스크류를 이용하는 방식으로 하며 위치 검출 기구를 내장시켜 디지털 방식 위치 결정 제어로서 어느 지점에서든 정지가 가능하도록 하고 또한 속도 제어가 가능하도록 하고, 장치에 가해지는 힘의 직접적 변화에 의한 오동작과 전기 공급원의 상실 등에 따르는 물리적인 충격에 손상을 일으키지 않도록 동력을 전달 또는 끊는 마찰 원형의 전자 브레이크를 설치하였다.



〈그림 2〉 호버에 장착한 전자 액추레이터

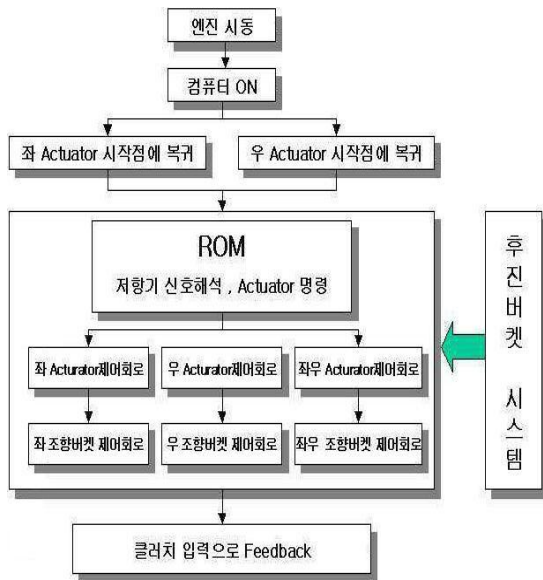
컴퓨터를 조종하는 장치인 핸드 클러치는 조종자의 편의성을 고려하여 모터사이클의 핸드 클러치를 적용하여 Rudder 조종 핸들 장치의 좌우에 설치하며 양손으로 조종을 할 수 있도록 하였다.

핸들클러치의 운동에너지를 전기 에너지로 변환시키기 위해 전위차계와 회전 장치를 구성하여 핸드클러치의 운동에너지를 전기 에너지로 변환하여 컴퓨터에 전달한다. <그림 2>는 실제 시스템에 부착한 전자식 액추레이터의 모양을 나타내고 있다.

컴퓨터의 좌·우 전위차계의 전기적인 신호를 분석하여 각각의 액추레이터에 위치 결정 신호를 전달하며 액추레이터는 직진 운동으로 볼스크류의 위치를 제어하여 후진버킷이 회전 운동을 할 수 있도록 한다. 버킷장치는 프로펠러 추진 시스템에서 발생한 추진 공기를 좌우로 분배 또는 역 추진을 시켜 호버크래프트의 회전 방향성 제어 및 이동 중 브레이크 기능을 발휘하도록 한다. 후진버킷 컴퓨터 제어기 시스템의 작동원리는 핸드클러치 →저항기→컴퓨터→액추레이터→후진버킷의 장치로 구성된다.

<그림 3>은 호버크래프트의 동작 상태를 나타낸 것으로 호버크래프트의 엔진을 시동하면, 컴퓨터 제어가 동시에 작동한다. 그 후 좌우 액추레이터가 시작점에 복귀하고, 조종간의 신호를 ROM에서 읽고 저항기 신호를 분석하여 좌우 액추레이터를 작동시키게 된다.

그리고 좌우 액추레이터의 작동에 따라 좌우 조향 버킷이 작동하게 되고 조종간의 입력신호에 의해 피드백 공정을 거침으로써 호버크래프트 추진 장치의 제어가 용이하게 이루어지게 된다.



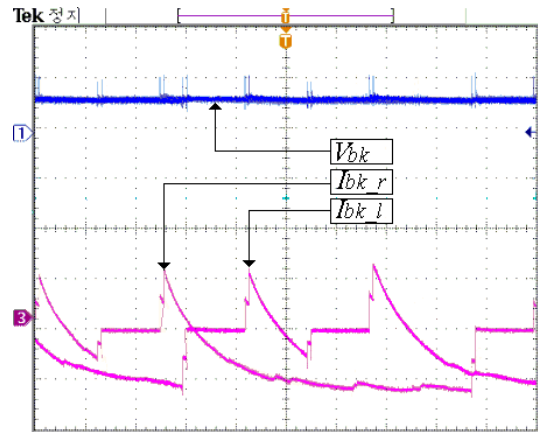
<그림 3> 제어기의 흐름도

3. 실험

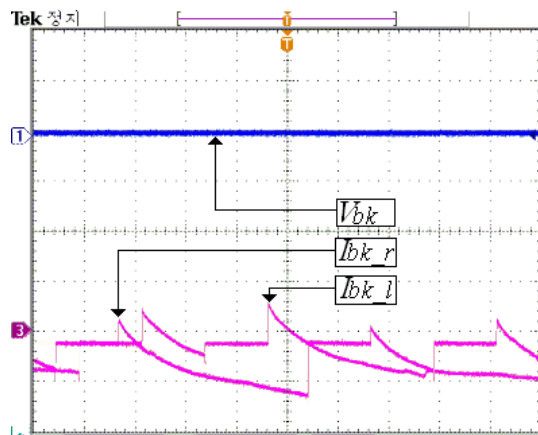
본 논문에서 제안한 호버크래프트 추진 장치의 컴퓨터 제어기의 타당성을 입증하기 위하여 실제 제어기 및 모의장치를 구성하여 실증실험을 수행하였다. <표 1>은 제어기를 적용하여 실증 실험에 사용한 호버크래프트의 제원을 나타내고 있는 것으로 현재 소방본부 등에서 실제 운용되고 있는 기종이다.

<표 1> 호버크래프트의 사양

sorting	Hovercraft
passenger	4 person(max. 340kg)
length	4166mm
width	2540mm
height	1346mm
weight	191kg±7kg
speed	forward:48km/h~90km/h back:35km/h~45km/h
wave height	within 610mm
power	65HP
driving condition	temp. : -34°C~+43°C wind : within 39km/h slope : 16.7%



(a) 핸들 드라이빙



(b) 핸들 브레이킹

<그림 4> 호버크래프트 버킷신호의 전압과 전류

$V_{bk}/Div.:20[V], I_{bkr}, I_{bkl}:5[A], Time/Div.:400[\mu s]$

또한 오른쪽, 왼쪽 버킷을 제어하기 위한 제어프로그램을 ROM을 이용하여 처리하였으며, 각종 보호회로와 신호처리 회로로 구성되어 있다.

Figure 8과 Figure 9은 본 논문에서 구상한 제어기를 실제 호버크래프트에 장착하여 동작을 수행한 실험 파형이다. Figure 8은 핸들을 좌우로 조정할 경우에 버킷의 전압과 전류 파형으로서 핸들의 동작에 따라 신속하게 반응하는 것을 볼 수 있다. Figure 9는 정상상태에서 핸들의 오른쪽 브레이크를 동작시켰을 경우의 전압과 전류 파형으로서 전압의 변동이 없이 전류의 제어에 의해 양호한 동작 특성을 나타내고 있다.

4. 결론

기존의 액추레이터는 구동 모터가 케이스 외부에 돌출되어 있는 형태로서 장착시 위치 선정할 때 불편하고, 구동 모터의 정격이 현저히 낮음으로써 강하 바람 등 외부 환경에 의한 부하에 약하며, 동작점을 찾는 센서가 외부 돌출형 이어서 수상 운전 시 방수문제와 광센서형으로 동작점 위치의 오류가 나타났다. 따라서 개발된 전기식 액추레이터는 내부 구동모터로 돌출부가 없으며, 직렬 직접 구동형 설계로 정격용량을 높였으며 내부형 센서판을 사용함으로써 외부 환경에 의한 센서오류를 제거했고, 최초 작동 시 시작원점으로 복귀하는 기능을 추가 하였다. 또한 시작과 끝점의 압력을 인지하고 기억하게 했으며, 최초지점과 끝지점의 위치가 물리적인 힘에 의해 변할 경우 액추레이터의 오동작을 수정하였다.

[참고 문헌]

- [1] Benosman, M., Lum, K.-Y., "Application of absolute stability theory to robust control against loss of actuator effectiveness", Control Theory & Applications, IET, Vol.3, pp.772-288, 2009.