

카메라를 이용한 선박의 축동력 계측에 관한 연구

† 정정순 · 김영복* · 최명수** · 최세철***

† 부경대학교 대학원 제어기계공학과

* 부경대학교 기계시스템공학과 부교수

** 전남대학교 해양경찰학과 조교수

*** (주)하영 대표이사

요 약 : 선박 추진축계의 동력을 계측하기 위해서는 일반적으로 스트레인 게이지를 이용한 방법이 널리 사용된다. 이러한 방법의 경우 스트레인 게이지 외에도 많은 부품들을 축에 장착해야 하며 전원을 공급하기 위해 별도의 장치를 필요로 하는 등 설치 시 매우 복잡하고 섬세한 작업이 요구된다. 뿐만 아니라 계측신호를 취득하고 분석하기 위해서도 고도의 전문성이 요구되기 때문에 운전 중의 실시간 계측을 통한 모니터링 목적이 아니라 시험 및 검증용에 사용될 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 이와 같은 단점들을 보완하면서도 추진축계의 동력을 비교적 용이하게 계측하기 위한 새로운 방법을 제안하고자 한다. 본 연구에서 제안하는 계측기법은 카메라를 사용하여 축동력을 계측하는 방법으로 실험결과를 통해 유효성을 확인하였으며 항해 중 실시간 모니터링이 가능한 감시 시스템을 구축할 수 있는 새로운 계측기술이라 할 수 있다.

핵심용어 : 비틀림 각, 축동력 측정, 카메라, 이미지 센서, 감시 시스템

1. 서 론

선박에 있어서 추진축은 엔진구동력을 프로펠러에 전달하는 구성 요소이다. 이와 같은 축계는 동력을 전달하는 과정에서 부하가 작용하고 부하에 의해 비틀림이 발생한다. 항해하는 동안 축에 작용하는 부하는 해상상태, 선박 속도, 엔진 구동력 변화 등의 운전환경에 의해 달라진다. 특히 기상조건의 악화로 인해 선박이 격한 피칭운동을 할 경우 프로펠러 일부 또는 전부가 해수면 위로 노출되어 공전을 일으키는 프로펠러 레이싱(propeller racing) 현상이 발생할 수도 있다. 프로펠러 레이싱은 추진축에 급격한 부하 변동을 발생시키게 되므로 심한 경우 추진축 파단 등의 심각한 문제가 발생할 수도 있다. 따라서 선박의 안전성 측면에서도 항해 중에 이러한 부하 변동을 실시간으로 측정하고 감시하는 일은 매우 중요하다.

추진축계의 동력을 계측하기 위해서 일반적으로 스트레인 게이지를 이용한 방법이 널리 사용된다. 예를 들면 Fig. 1과 같이 스트레인 게이지를 사용하는 경우 많은 장치들을 축에 장착해야 하고, 또한 토크 측정기에 전원을 공급하기 위해 배터리도 필요하게 된다. 이러한 장치는 센서로부터 계측신호를 취득하는 것도 어려우며 계측 데이터의 신뢰성도 떨어지는 것이 일반적이다. 이러한 형태의 계측장치는 고가임에도 불구하고 설치가 어렵고 회전하는 축계의 비틀림을 측정하는 것이 쉽지 않다.

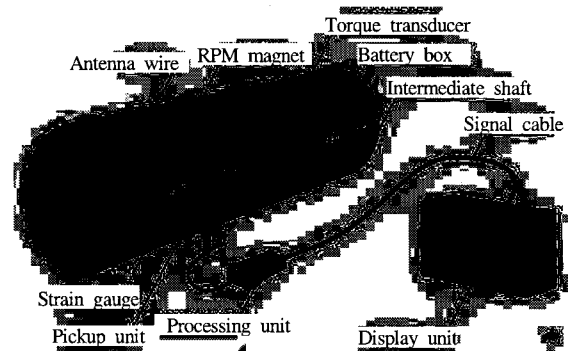


Fig. 1 The measurement using strain gauge.

예를 들어 계측장치를 추진축에 설치하여 항해 중에 지속적으로 부하를 측정하는 것은 거의 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 이러한 단점을 해결할 수 있는 새로운 계측기법을 소개한다.

2. 축동력 측정시스템을 위한 실험장치

본 연구를 위한 실험장치는 모터, 부하발생장치, 화상 처리장치, 카메라, 근접센서, 시편, 그리고 본 연구의 결과를 비교하기 위한 토크센서로 구성하였다. 선박 엔진을 대신하여 동력구동원으로서 모터를 사용하였고 타이밍 벨트를 이용하여 동력을 전달한다. 부하측에는 부하를 조절할 수 있도록 유압식 브레이크를 설치하였다. 그리고 본 연구의 결과를 검증하기 위해 축의 중심부에 스트레인 게이지형 토크센서를 설치하였다. 시편으로 사용하는 축의 양단에 플라이휠을 장착하여 플라이휠의 표면에

† 교신저자 : 학생회원, fuheaven@nate.com 017)564-0129

* 정희원, kpjiwoo@pknu.ac.kr 051)629-6197

** 정희원, engine@chonnam.ac.kr 061)659-3183

*** 정희원, hy@hayoungcat.com 051)413-1558

크기가 1mm인 + 형태의 화상 처리용 마크를 부착하고 이를 정밀하게 촬영하기 위해 마이크로 렌즈를 장착한 카메라를 설치하였다. 두 개의 마크를 동시에 촬영하기 위한 트리거신호 발생 장치로서 트리거 마크와 근접센서를 사용하였다. 설치 시 발생할 수 있는 초기 위상 오차를 제거하기 위해 근접센서와 별도로 임의로 트리거신호를 생성할 수 있도록 버튼을 추가하여 축이 회전을 하지 않을 때에도 촬영이 가능하도록 하였으며 정지 상태에서 촬영한 화상을 이용하여 초기오차를 계산하였다.

실험을 위해 모터를 구동시키면 근접센서는 트리거 마크를 검출하여 트리거 신호를 발생하며 트리거 신호에 의해 각각의 카메라에서 동시에 촬영된 화상 정보는 화상 처리 장치에 전달된다. 그러면 화상 처리 장치는 각각의 화상 정보에 대해 템플릿 매칭(template matching) 방법을 사용하여 화상 처리용 마크의 위치를 계산한다. Fig. 2와 Fig. 3은 본 논문에서 제안하는 계측 시스템을 위한 계략도를 보여준다.

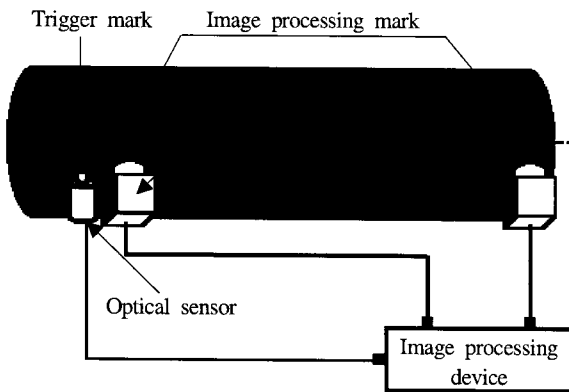


Fig. 2 The schematic for measuring torque.

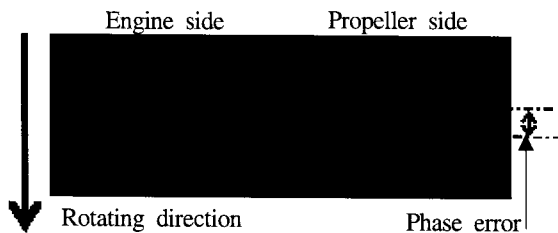


Fig. 3 Captured Images when torsional angle occurs.

3. 실험 결과

화상의 분해능은 640×480[pixel]이며 촬영범위는 약 2.4×1.8[mm]이다. Fig. 4~Fig. 6은 각각 200, 150, 50 [RPM]으로 축을 회전시켰을 때, 구동축에서 촬영된 화상 처리용 마크의 y축 좌표와 부하축에서 촬영된 화상 처리용 마크의 y축 좌표의 차이값을 토크센서와 함께 표시하였다. 그래프에서 보듯이 카메라를 이용한 계측값이 토크센서의 출력에 대응하여 변화됨을 알 수 있으며 이러한 실험결과로부터 본 연구에서 제안하는 새로운 계측기법의 유용성을 확인하였다.

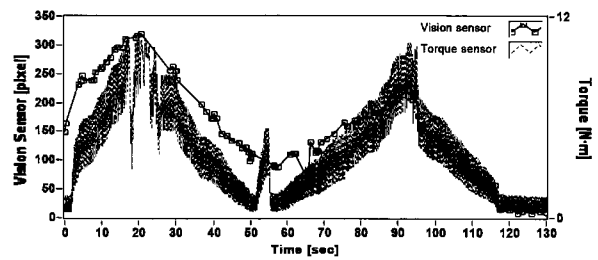


Fig. 4 Trends of vision sensor and torque transducer when motor run at 200 RPM.

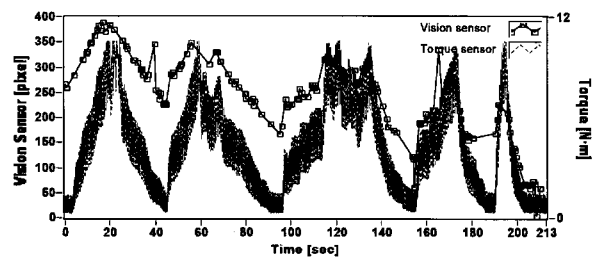


Fig. 5 Trends of vision sensor and torque transducer when motor run at 150 RPM.

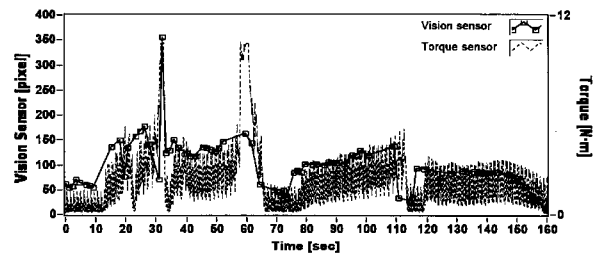


Fig. 6 Trends of vision sensor and torque transducer when motor run at 50 RPM.

후 기

본 연구는 국토해양부 소관 연구개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] Masakazu Akatsuka et al.(2004), "Advanced Technologies That Support Printing Machinery", Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Technical Review, Vol. 40, No. 6, pp. 37 0~372.
- [2] 남택근 외 4인 (2006), "축계 마력 측정 시스템의 개발에 관한 연구", 2006년도 해양환경안전학회 춘계학술발표회논문 pp. 213~216.
- [3] 이돈출 외 2인 (2008), "선박에서 스트레인지지를 이용한 디젤엔진의 축동력측정에 관한 연구", 2008년도 한국마린엔지니어링학회 공동학술대회논문집, pp. 25~31