

진동신호를 이용한 LCD 반송용 로봇의 상태감시 방법 제안

Propose the Method for Monitoring of LCD Conveyance Robot Condition using Vibration Signal

장준혁*. 이규호**. 정원영**. 정진태†

Jun Hyuk Jang, Kyu Ho Lee, Wonyoung and Jintai Chung

1. 서 론

최근 스마트폰과 태블릿PC 등 모바일기기의 대중화와 스마트TV와 3DTV 등 TV시장의 확대에 의해 이들의 주요 부품인 액정 디스플레이(LCD)에 대한 시장의 규모가 커지고 있다. 이에 따라 액정 디스플레이 제조회사들은 생산성을 높이기 위하여 제조공정의 무인 자동화에 대한 투자를 높이고 있다. 이러한 무인 자동화 공정의 주요 기계설비들의 고장으로 인한 불량제품 발생 및 생산성 저하로 인한 피해를 최소화하기 위하여 액정 디스플레이 제조 기계설비의 상태감시 시스템(Condition Monitoring System)의 도입이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 액정 디스플레이 제조 기계설비중 하나인 반송로봇의 고장빈도가 가장 높은 주행감속기의 진동특성을 실험을 통해 분석하고 이를 이용하여 상태감시 방법을 제안하고자 한다.

2. 주행감속기의 진동특성 분석

공정 자동화 기계설비중 하나인 반송로봇은 크게 주행부, 이재부, 승강부로 나눌 수 있다. 특히 고장의 빈도가 가장 높은 주행부는 전동기를 이용하여 바퀴를 회전시켜 로봇을 주행하는 역할을 한다. 주행부는 반송로봇의 높은 자중과 1개월 평균 40,000회에 달하는 많은 운행 등으로 인해 고장이 빈번하게 일어난다.

이러한 주행부 감속기에 대한 상태감시 시스템

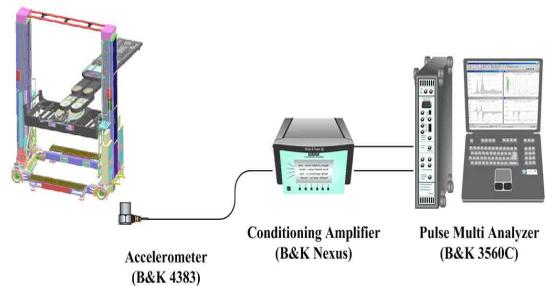


Fig. 1 Experimental setup for the analysis of the vibration of robot system

구축을 위해 진동 실험을 수행하였다. 주행부 감속기는 2단 감속방식으로 1단 감속부는 유성기어감속, 2단감속부는 베벨기어감속으로 이루어져 있다. 감속기의 진동특성을 분석하기 위하여 실험을 수행하였다. 가속도계(B&K 4383)를 반송로봇의 하단에 있는 주행부 감속기의 전면에 부착하고 주파수 분석기(B&K 3560C)를 이용하여 주파수 분석을 수행하였다. 반송로봇의 운행속도는 실제 작업 시의 속도인 150m/min로 실험을 하였다. Fig. 1은 실험 장치도이다.

Fig. 2와 Fig. 3은 진동 실험결과이다. 시간영역에서의 진동신호에서 주파수 분석을 위해 등속구간에 대한 고속 푸리에 변환(FFT)를 수행하였다. 주파수 분석 결과 주파수영역에서 1단 감속부의 기본 차수 성분인 $28.8\omega_m$ 과 배수성분들이 나타났다. 또한 베벨기어 감속부의 기본성분인 $2\omega_m$ 이 나타났다. 이를 통해 주행부감속기에서 나타나는 진동특성을 파악하였다. 여러 연구자들의 연구를 통해 기어들의 조합으로 이루어져 있는 기어 시스템에서 고장 발생 시 기어물림주파수(gear mesh frequency, GMF)와 전동기의 회전속도에 해당하는 대역에서 고장특징이 나

† 교신저자; 정희원, 한양대학교 기계공학과
E-mail : jchung@hanyang.ac.kr

Tel : (031)400-5287, Fax : (031)406-6964

* 한양대학교 일반대학원 기계공학과

** 한양대학교 일반대학원 기계공학과

탄한다고 밝혀졌다. 따라서 기어물림주파수와 전동

감시에 사용하였다.

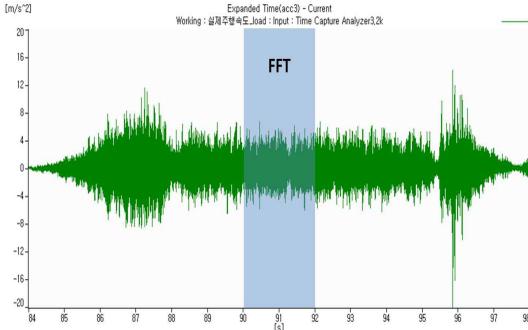


Fig. 2 Time capture analysis

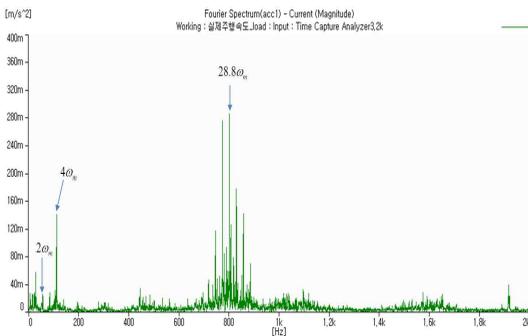


Fig. 3 Spectrum analysis

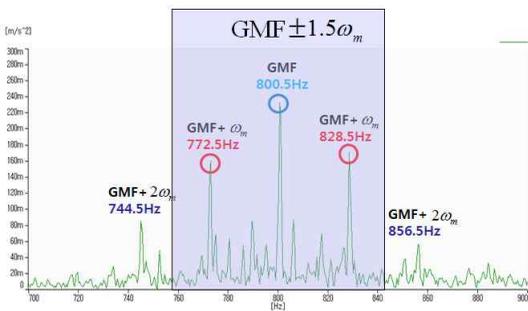


Fig. 4 Monitoring parameter of the speed reducer

기의 회전주파수에 해당하는 측대역(Sideband)을 포함하는 대역을 선정하고 그 대역의 가속도 값들의 실효값(RMS value)을 구하여 감시 파라미터로 선정하였다. 반송로봇의 경우 유성감속부의 1차 기어물림주파수인 800Hz를 중심으로 28Hz인 전동기의 기본 주파수에 해당하는 측대역성분이 나타났다 따라서 Fig. 4와 같이 기어물림 주파수와 측대역을 1.5개를 포함하는 대역을 선정하고 대역에 포함하는 가속도값들의 실효값을 이용하여 주행부감속기의 상태

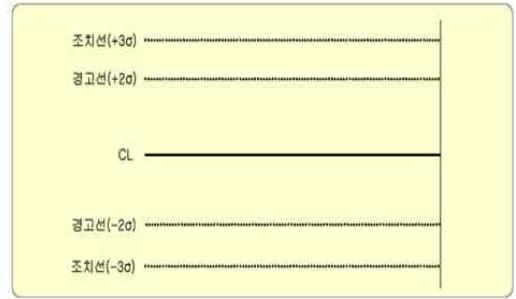


Fig. 5 Monitoring method using 3-sigma line

3. 상태감시 방법 제안

기계시스템의 상태감시 방법에는 여러 가지 방법이 있지만 본 논문의 연구대상인 반송로봇과 같이 실제 현장에서 사용되고 있는 시스템에 상태감시 시스템을 적용하기 위해서는 경향관리를 통한 상태감시 방법을 사용하는 것이 일반적이다. 우선 일정기간동안의 감시파라미터 값을 취득한 후 그 값들의 평균값을 기준선으로 선정하고 값들의 표준편차(Sigma)를 구하여 표준편차의 2배를 경고선, 표준편차의 3배를 조치선으로 선정하여 제한선을 작성한다. 제한선의 경우 기계시스템의 진동특성에 따라 적절하게 조절하여 사용하여야 고장감지율을 높일 수 있다.

3. 결 론

진동신호를 이용하여 자동화 기계설비의 상태를 감시하기 위하여 고장빈도가 높은 주행부 감속기의 진동특성을 분석하였다. 분석결과 기어물림주파수와 전동기의 기본주파수에 해당하는 측대역 성분을 포함하는 대역을 선정하고 상태감시 파라미터로 선정하였다. 상태감시 파라미터 값으로 기준선을 선정하고 표준편차를 이용한 제한선을 선정하여 자동화 기계설비의 파라미터 값의 경향을 확인하는 상태감시 방법을 제안하였다.