

LCD 이송장치의 그립퍼부 시그마 기반 강건설계

정원지(창원대 기계설계공학과), 정동원*(창원대 대학원 기계설계공학과)
 김호종, 윤영민((주)신성ENG)

Six Sigma based on Robust Design of Gripper for LCD Transfer System

W. J. Chung(Mecha. Design. Eng. Dept. CNU), D. W. Jung(Mecha. Design. Eng. Dept. CNU),
 H. J. Kim, Y. M. Yoon(Shinsung Engineering Co., Ltd.)

ABSTRACT

This paper presents the robust design of gripper part for a high-speed LCD (Liquid Crystal Display) transfer system. In this paper, the 1st DOE (Design of Experiment) is conducted to find out main-effect factors for the design of gripper part. Thirty-six experiments are performed using ANSYS[®] and their results are statistically analyzed using MINITAB[®], which shows that the factors, i.e., First-width, Second-width, Rec-width, and thickness of gripper part, are more important than other factors. The main effect plots shows that the maximum deflection and mass of gripper part are minimized by increasing First-width, Second-width, Rec-width and thickness. The 2nd DOE is conducted to obtain RSM (Response Surface Method) equation. The CCD (Central Composite Design) technique with four factors is used. Optimum design is conducted using the RSM equation. Genetic algorithm is used for optimal design. Six sigma robust design is conducted to find out a guideline for control range of design parameter. To obtain six sigma level reliability, the standard deviations of design parameters are shown to be controlled within 5% of average design value..

Key Words : Six Sigma Robust design(식스시그마 강건설계), DOE(실험계획), RSM(반응표면법), Gripper part (그립퍼부), ANSYS[®], iSIGHT[®], LCD Transfer System(LCD 이송장치), Genetic Algorithms(유전자 알고리즘)

1. 서론

메모리 산업에 이어 LCD 는 우리나라 산업의 매우 중요한 부분이 되었다. LCD 산업의 경쟁이 치열해 짐에 따라 LCD 원판 유리의 크기는 점점 대형화 되어가고 있다. 이처럼 LCD 원판이 커짐에 따라 LCD 이송장치의 그립퍼부도 대형화 되었다. 경량화 되면서 동시에 강성이 높은 LCD 이송장치의 그립퍼부를 설계하기 위해서는 많은 설계변수가 필요하다. 설계변수는 크게 탄성계수, 인장강도강도 등의 재료변수와 단면형상등의 설계변수로 나눌 수 있는데, 여기서는 재료변수는 일정하다고 가정하고 형상의 설계변수만을 고려하였다. 신뢰도가 높은 그립퍼부를 제작하기 위해서는 설계변수 중 주요한 설계변수가 어떤 값을 가지고 어떻게 관리 되어야 하는지 파악하는 것이 중요하다.

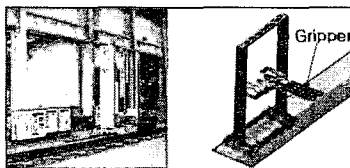


Fig. 1 LCD Transfer Crane and its simplified model

단순히 강성이 높은 그립퍼부를 제작한다면 크고 두껍게 제작하면 되지만 실제 제작에 있어서는 치수 안전성이나 용량에 대한 안전성 등으로 무조건 크고 두껍게 제작하는 것이 타당하지 않다. 본 연구에서는 실험계획법(design of Experiments, DOE)을 이용하여 LCD 이송장치의 그립퍼부 설계에서 주요한 변수를 도출해 내고, 반응 표면법(Response Surface Method, RSM)과 유전자 알고리즘을 사용하여 그립퍼부의 처짐을 최소화 하고 동시에 경량화 할 수 있는 설계변수를 도출 하였다. 또한 식스 시그마 강건설계(Six sigma Robust Design)를 이용하여 설계 값이 어느 정도로 관리 되어야 식스 시그마 수준을 달성 할 수 있는지 산출하였다.

2. LCD 이송장치 및 그립퍼 부

Fig. 1 은 실제 LCD 이송장치와 해석에 사용될 형상과 특성이 반영된 간략화 모델을 나타내고 있다. 이송장치는 약 4m 높이의 2 개의 column 과 Dual Arm 입출 로봇을 탑재하고 있다. 여기서 그립퍼부는 입출 로봇의 Arm 끝단에 연결되어 있다. Fig. 2 는 그립퍼부의 개략도이다. 형상은 직사각형 형태이며 경량화를 위한 사각형 홈이 있다.

형상변수는 Fig. 2 에서 보이는 것과 같이 First-width, Second-width, Rec-width, Middle-width, Sup-width, Thickness, Sup-thickness 의 7 개의 형상변수로 하여 실험계획을 수행하였다.

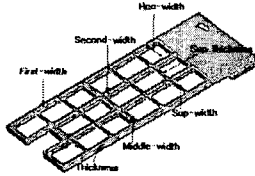


Fig. 2 Schematic diagram of gripper part

3. 실험계획 및 최적설계

주요변수 도출을 위한 1 차 실험계획은 7 개의 인자 2 수준으로 실험 하였으며 총 36 번의 해석을 수행하고 결과를 미니탭을 이용하여 분석 하였다. 또한 본 연구에서는 ㈜Engineous사의 iSight[®]와 회귀 모형을 구하여 이를 이용하여 최적설계를 수행 하였다. 회귀모형을 구하기 위하여 1 차 DOE에서 구한 4 개의 주 인자를 설계변수로 하고 응답변수는 최대 처짐과 무게로 정의하여 2 차 실험계획을 수립하였다.

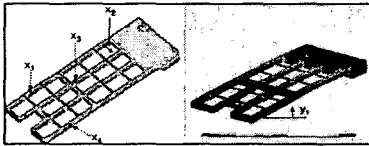


Fig. 3 Design variables & Response variables

최적 설계에 사용한 알고리즘은 iSight[®]에서 제공하고 있는 Genetic algorithm 을 이용하였다. 그리퍼의 처짐과 무게는 First-width, Second-width, Rec-width and thickness의 길이가 각각 31.686, 175.131, 32.798, 59.749mm일 때 최소가 되었으며 이 때 최대 처짐은 1.7mm 이고 무게는 77.3kg으로 나타났다.

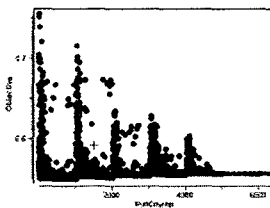


Fig. 4 Optimization result

4. 식스시그마 강건설계

일반적으로 최적설계에 구해진 값들은 하나로 나타나는 결정론적인 값들이지만 실제 현장에서 적용할 때는 설계값이 어느 정도 편차를 가지게 된다.

본 연구에서는 최적설계에 사용된 4 개의 주인자를 강건설계에 이용하였다. 각 설계변수의 표준편차는 평균값의 1~10% 범위에서 변동 시켰으며 어떤 정도로 표준 편차를 관리 할 때 식스 시그마 수준을 달성 할 수 있는지 알아 보았다. 여기서는 최대 변형이 2mm 이내로 되는 것을 기준으로 두고 해석을 수행 하였다. 이런 기준들은 오랫동안 생산이나 품질 관리를 통해서 결정되는 값이다.

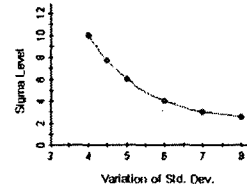


Fig. 5 Sigma level according to variation of Std. Dev.

허용 최대 처짐의 기준치인 2mm 를 기준으로 설계변수의 편차 변동에 따른 시그마 수준을 나타내면 Fig. 5 와 같다. Fig. 5 에서와 같이 식스 시그마 수준의 신뢰성을 확보하기 위해서는 설계변수의 표준편차가 평균의 5%이내에 관리 되어야 함을 알 수 있다.

5. 결론

(1) 본 연구에 LCD 이송장치 그리퍼부의 처짐을 최소화 하고 경량화 하기 위한 설계인자 중 First-width, Thickness, Rec-width and Second-width 등의 설계변수가 주요한 인자로 나타났다.

(2) 그리퍼부의 식스 시그마 강건설계 process 를 확보하였으며 이를 통해 식스 시그마 수준의 신뢰성을 확보하기 위한 설계변수의 관리 범위 까지 찾아내었다.

후 기

본 연구는 창원대학교 공작기계기술 연구센터, 에너지관리공단의 에너지 절약 기술개발 프로젝트형 사업의 지원 및 ㈜신성이엔지의 지원으로 수행된 연구결과 임을 밝힙니다.

참고문헌

- Nam, H.W., "Six sigma Robust Design of Composite Hand for LCD Glass Transfer Robot" Journal of KSME, vol.29, pp. 455 - 461, 2005.
- Myers, R. H, and Montgomery, D. C., Response surface Methodology John wiley & Sons Inc. New York. 1995.
- Gen, M. and R. Cheng., Genetic Algorithms And Engineering Design. A Wiley-Interscience Publication JOHN WILEY & SONS, INC, 1997.