

대 면적 부품 고 정밀 측정을 위한 5자유도 정합알고리즘 평가

Evaluation of 5 degrees of freedom stitching algorithm for high precision large surface texture

*안정화¹, 이동혁¹, 김민규¹, 백소영¹, #조남규²

*J. H. Ahn¹, D. H. Lee¹, M. G. Kim¹, S. Y. Baek¹, #N. G. Cho(ngcho@hanyang.ac.kr)²

¹한양대학교 대학원 기계설계-메카트로닉스공학과, ²한양대학교 기계공학과

Key words : stitching algorithm, high precision large surface texture

1. 서론

최근 고 정밀 부품의 정밀 측정은 광학식 측정 방법을 이용하여 미세형상을 측정하는 경우가 급속도로 증가하고 있다. 특히, 대 면적 측정이 필요한 형상의 3차원 미세형상측정에는 대부분의 광학식 측정기에 이미지 센서가 활용되어 지고 있다. 이러한 센서의 활용은 측정영역 내의 모든 데이터를 한 번에 측정할 수 있는 장점을 가지고 있지만, 대물렌즈의 배율에 따라 측정영역 및 횡 방향 분해능의 제한을 받는다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 여러 개의 고 정밀 단일 측정영역을 병합하는 소프트웨어적 정합(stitching)방법을 들 수 있다.^{1,2} 하지만 정합(stitching) 방법에 대한 연구는 간접계를 이용한 대 면적의 광학부품에 대한 연구로 거의 한정되어 있고 공 초점 현미경과 같은 광학현미경을 이용한 대 면적 고 정밀 부품 측정에 대한 연구는 아주 미비한 실정이다. 본 논문에서는 광학현미경을 이용한 대 면적 고 정밀 부품 측정 정합알고리즘에 대한 연구를 진행하였다. 기존의 최소제곱법을 이용한 3자유도 정합 알고리즘을 확장하여 스테이지의 이동에 의한 오차까지 보정하는 5자유도 정합알고리즘을 개발하였고 알고리즘에 대한 평가를 진행하였다.

2. 정합(stitching) 알고리즘

2.1 3자유도 정합 알고리즘

인접한 평면들과 공통영역을 가지도록 측정하여 얻은 데이터 값을 사용하며 공통영역에서의 측정값의 오차들을 최소화되도록 하여 정합을 수행하는 최소제곱법(Least Squares Method) 알고리즘을 사용한다.³ 단일 측정 데이터들의 x, y축 회전

(tilt)량, z축 병진 이동량 오차에 대한 보정을 수행한다.

2.2 5자유도 정합 알고리즘

측정 시 스테이지의 x, y축 이동에 의해 여러 단일 데이터들을 얻게 된다. 이때 각 단일 측정데이터에는 스테이지이동오차가 포함되게 된다. 이 오차를 보정하기 위해서 인접한 두 평면 간 상관관계를 이용한다. 기존의 3자유도 알고리즘 적용 전에 x, y축 병진 오차에 대한 보정을 먼저 시행하여 스테이지에 의한 구동오차를 줄임으로써 더 정확한 정합 데이터를 얻을 수 있다.

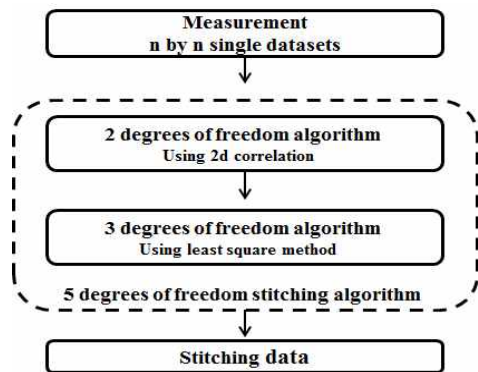


Fig. 1 Flow chart of 5 degrees of freedom stitching algorithm

3. 정합 알고리즘 평가

5자유도 정합알고리즘의 대한 평가는 CLSM (Confocal Laser Scanning Microscope)을 사용하여 측정된 LCD시료를 사용하여 진행 하였고 x, y축 병진 이동 량에 대한 2자유도 평가와 x, y축 회전량

및 z축 병진 이동량에 대한 3자유도평가로 나누어 진행 하였다. 또한 정합이 이루어지는 공통영역에 대한 오차분포도 산출을 통해 공통영역 내 오차 RMS(Root mean square)값을 구하여 평가하였다.

3.1 2자유도 정합알고리즘 평가

공통영역 30% 일 때에 대해 노이즈 진폭을 0 ~ 75 nm까지 변화해가며 각각 100개의 data를 추출하여 오차에 대한 RMS값을 산출하였다. Fig.2에 노이즈에 따른 에러의 RMS값의 그래프를 나타내었다.

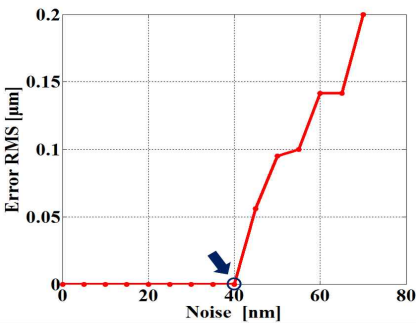


Fig. 2 2 degrees of freedom error RMS

2유도 정합 알고리즘 평가 결과 진폭 40 nm의 노이즈까지도 강건하게 정합됨을 알 수 있었다.

3.2 3자유도 정합알고리즘 평가

2자유도와 같은 조건에서 최대 Z값 오차에 대한 평가를 진행하였다. Fig.3에 노이즈에 따른 최대 Z값 오차 그래프를 나타내었다.

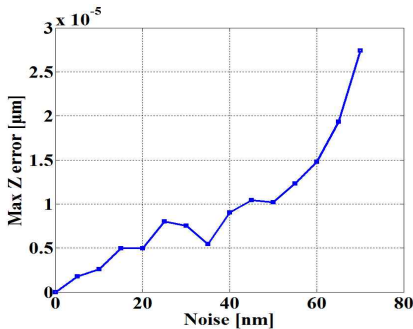


Fig. 3 3 degrees of freedom error standard deviation

3자유도에 대한 정합알고리즘 평가 결과 노이즈

진폭 75 nm까지 모두 강건함을 볼 수 있었다.

3.3 공통영역 내 오차 분포 평가

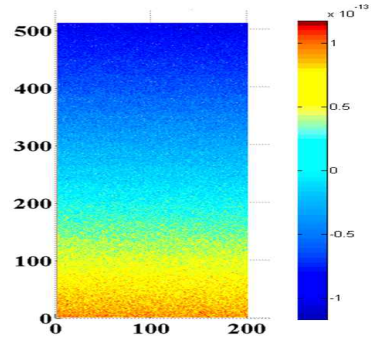


Fig. 4 5 degrees of freedom overlap area error map

공통영역 내 오차 분포를 평가한 결과 오차들의 RMS 값은 0.4061×10^{-13} 로 나왔다.

4. 결론

공통영역 비율 30%일 때 노이즈 진폭 40 nm 내에서 5자유도 모두 강건하게 정합이 이루어짐을 알 수 있었다. 또한 공통영역 내 오차의 RMS값은 0.4061×10^{-13} 로 5자유도 정합이 잘 이루어졌음을 알 수 있었다.

후기

본 연구는 지식경제부 기술혁신사업(첨단연구장비 경쟁력향상사업, 10038752)으로 지원된 연구임.

참고문헌

- Xu, Z., S. Li, et al., "Three-dimensional profile stitching based on the fiducial markers for micro-fluidic devices.," *Optics Communications*, **282(4)**, 493-499, 2009.
- Kim, C. J., " Polynomial fit of interferograms.," *Applied Optics*, **21(24)**, 4521-4525, 1982.
- Otsubo, M., K. Okada, et al., "Measurement of large plane surface shapes by connecting small-aperture interferograms.," *Optical Engineering*, **33(02)**, 608-613, 1994.