

# CAD 정보를 이용한 3D X-ray 영상의 위치 정보 추정에 관한 연구

## Study on Pose Estimation of 3D X-ray image based on CAD data.

\*조성만<sup>1</sup>, 심혁훈<sup>2</sup>, 송춘삼<sup>3</sup>, #김종형<sup>4</sup>

\*S.M. Cho<sup>1</sup>, H.H. Shim<sup>2</sup>, C.S. Song<sup>3</sup>, #J.H.Kim<sup>4</sup> (johnkim@snut.ac.kr)

<sup>1</sup> 서울산업대학교 나노생산기술연구소, <sup>2</sup> 서울산업대학교 메카트로닉스공학과, <sup>3</sup> 서울테크노파크, <sup>4</sup> 서울산업대학교 기계설계 자동화공학부

Key words :3D X-ray image, CAD data, Pose estimation,

### 1. 서론

최근 전자 부품의 소형화와 생산이 자동화됨에 따라 각종 전자 부품들에 대한 정밀한 검사가 중요한 문제로 대두되고 있으며 많은 관련연구가 진행되고 있는 추세이다.

일반적으로 레이저 및 정밀현미경에 의한 검사 및 측정기술이 연구되고 활용되고 있다. 그러나 기존의 검사 방법과 같은 외관 검사의 경우 여러 부품이 결합되어 조립 완료된 상태에서 검사를 수행하는 경우 내부에 위치한 부품의 경우는 검사가 불가능하며 또한 다른 부품들이 존재하는 상황에서 시야 확보에 어려운 경우가 있으므로 정확한 검사 수행이 어렵다.(1,2,3)

따라서 이러한 외관 검사의 단점을 극복하고 제품내부의 검사를 수행하기 위해 X-ray를 이용한검사가 요구되는 추세이다. X-ray 검사방법 중에서도 3차원 X-ray 즉, CT를 이용한방법이 많이 대두되고 있다. 현재 기업 및 연구소등에서는 3차원 X-ray데이터를 이용한 대상 시료의 내부를 시각화 하고 검사 및 측정을 연구 개발 하고 있으며 더 나아가 대상 시료의 X-ray데이터를 CAD 모델링화 하여 비교함으로써 제품의 길이나 사용자가 원하는 단면의 형상 및 불량 유무를 확인할 수 있는 장점이 있다.

본 논문에서는 이러한 3차원 X-ray데이터와 CAD 모델링된 데이터를 이용하여 3차원 X-ray CT 영상의 매칭을 통하여 위치 정보를 찾고자 한다.

### 2. 시스템 구성

본 연구에서의 X-ray 영상 획득 시스템은 X-ray 발생 장치인 X-ray 튜브, 투과 X-ray의 강도를 검출하여 가시 광선화 해주는 X-ray 검출기, X-ray 검출기에 맞힌 상을 데이터 어레이로 받아들이는 CCD 카메라로 구성되며, X-ray원과 검출기 사이에 검사할 대상 물체의 여러 가지 자세를 주기 위한 스테이지로 구성되어 있다. 연구에 사용된 X-ray 시스템은 테크벨리 사의 TVX-IMT90CT를 사용하였고 시스템의 구성요소는 Fig.1 와 같고, 실험 장치는 Fig.2와 같다.

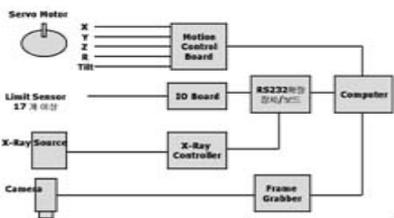


Fig.1 System components

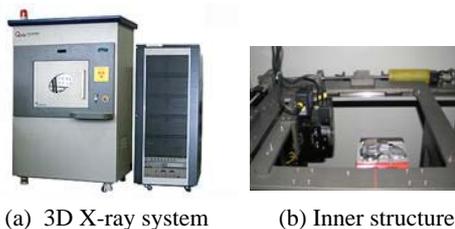


Fig.2 X-ray system device

Table 1. X-ray system specification

|              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| Max. Tube Kv | 90KV                        |
| Focus Size   | 5 $\mu$ m                   |
| Detector     | Image Intensifier           |
| Axis         | X,Y,Z,R axis n x 360 degree |
| Radiation    | <1uSv/hr                    |
| Power Supply | AC200V                      |

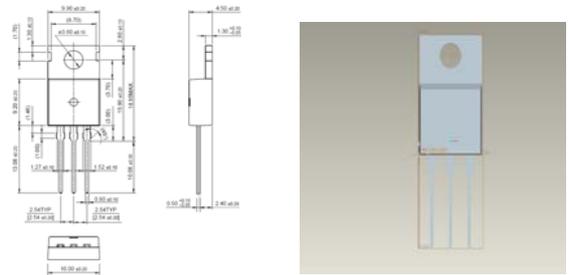


Fig.3 7805 Regulator dimension and CAD data(Pro-E)

실험에 사용된 재료는 7805 레귤레이터이고, Fig.3은 사용된 재료의 CAD 데이터 이다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

본 연구에서는 3차원 X-Ray를 이용하여 전자부품(7805 Regulator)의 CT데이터를 획득하고, 매칭 시스템을 프로그래밍 하여 CT데이터를 매칭하고 display하였다.

실험은 Fig.4와 같은 프로세스로 진행되어 X-ray CT영상을 획득하고 CAD데이터와의 매칭을 통하여 위치정보를 추정한다. 그림에서와 같이 Display된 영상을 이용하여 Surface 데이터를 획득한다. 이때 정확한 Surface 데이터 추출을 위해 영역 필터링을 사용하여 noise 제거를 하였다. Fig.5는 획득된 CT영상과 영역 필터링을 이용한 노이즈 제거 영상이다. 노이즈가 제거된 영상을 바탕으로 원하는 iso-value를 입력받아 iso-surface를 생성한다. 7805 레귤레이터를 이루고 있는 부품의 재질별로 density 값이 다르므로 해당하는 부품의 density 값을 iso-value로 입력하여 surface를 추출한다. iso-value는 0~255의 값을 가지며 iso-value 125의 값에서 최적의 surface를 찾아낼 수 있었다.

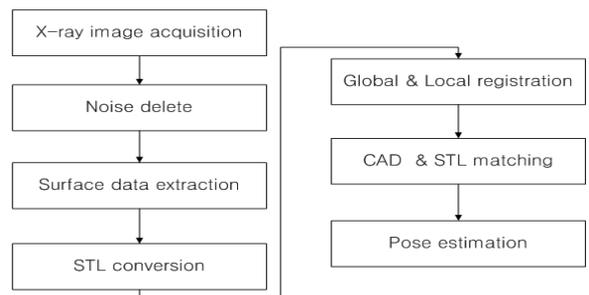


Fig.4 Pose estimation process

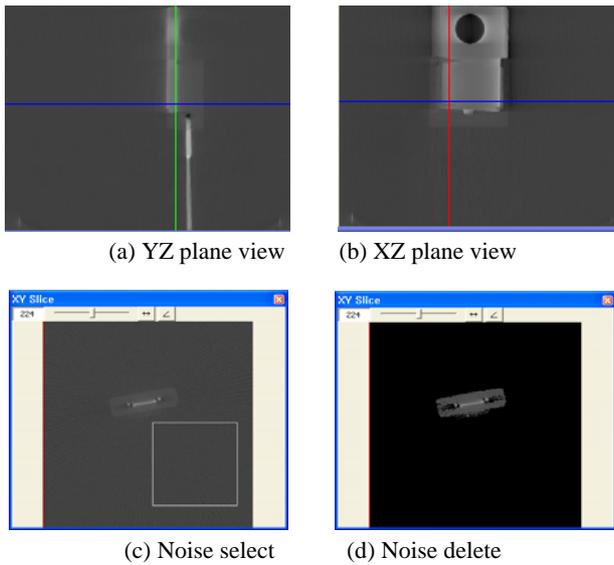


Fig.5 X-ray image acquisition & noise delete

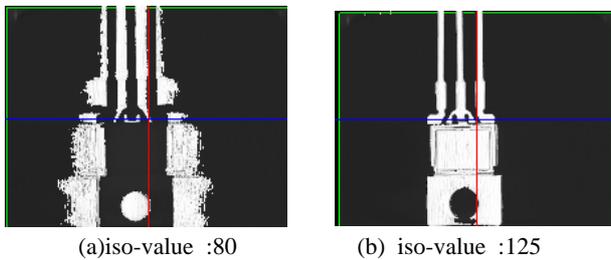
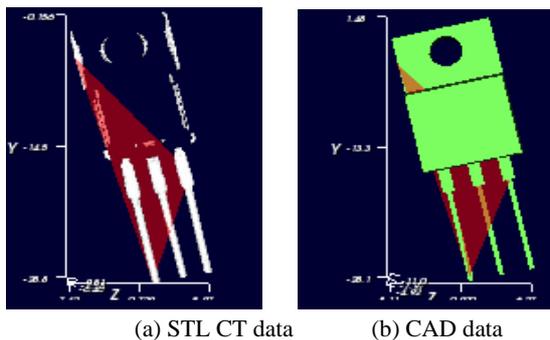
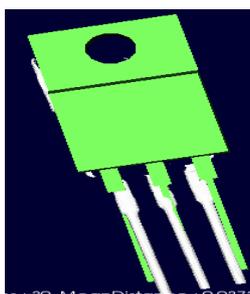


Fig.6 Surface data extraction

Surface 데이터 영상을 CAD 데이터와의 매칭 및 위치 추정을 하기 위하여 STL 파일로 전환하였다. 전환된 STL 파일과 CAD 데이터를 이용하여 registration 작업을 수행한다. Registration 작업은 설계된 CAD 데이터와 CT데이터를 통하여 얻게 된 surface 영상간의 좌표를 일치 시키는 작업이다. 본 연구에서는 global 및 local registration 작업을 수행한다.



(a) STL CT data (b) CAD data



(c) Complete registration

Fig.7 STL CT data & CAD data registration

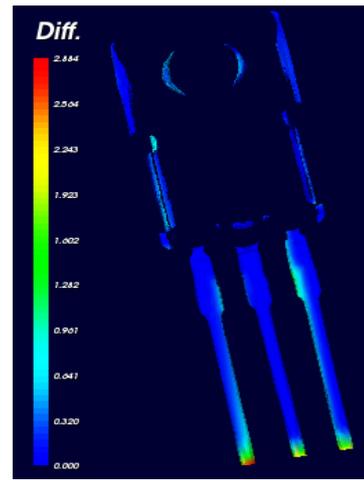


Fig.8 Measurement error

먼저 두 데이터를 정확하게 일치시키기 전 대략적인 위치를 일치시키기 위하여 Global registration을 한다. 이때 CAD 와 CT 두 데이터에서 각각 세 점을 선택하여 이를 두 데이터에 대해 각각 매칭 시키고 Procrustes 알고리즘<sup>(4)</sup>을 이용하여 registration 작업을 수행한다. 따라서 local registration 수행 시 반복 횟수 및 오차를 줄일 수 있다. Global registration을 통해 매칭된 CAD 데이터와 CT데이터간의 정밀 매칭 작업은 Iterative Closest Points (ICP) 기법을 이용하여 점간 거리를 최소화 하였다. 이때 반복횟수는 30번으로 제한하여 수행 하였고, 이렇게 좌표계가 매칭된 두 데이터를 이용하여 오차분석을 하였다. Fig.7은 registration된 영상이다.

Fig.8은 매칭된 두 데이터간의 정합 오차를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 최대 오차는 약 2mm로 나타났다. 추출된 surface 데이터는 7805 레귤레이터의 금속부분인 반면에 CAD 데이터는 7805 레귤레이터의 몰드 부분이 포함된 전체 크기에 대한 데이터이기 때문에 global registration 작업 시 선택된 세 점간의 위치 오차가 발생되었다고 사료된다.

#### 4. 결론

본 연구를 통하여 CAD 데이터와 3차원 CT 데이터간의 매칭을 통해 3차원 CT 데이터의 위치를 추정하는 실험을 수행 하였다. iso-value 125의 값에서 최적의 surface를 추출 할 수 있었고, 추출된 데이터를 통해 CAD 데이터와의 매칭 할 수 있었다. 이 때 두 데이터 간의 정합 오차를 알 수 있었다. 따라서 3차원 X-ray CT 데이터와 CAD 데이터 간의 매칭 신뢰도를 높여 반도체 등의 전자부품에 대한 비파괴 검사에 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

#### 후기

본 연구는 서울산업대학교의 서울시 산학연 협력사업(10890)의 지원을 받았다.

#### 참고문헌

1. Richard C. , jaeger, " Introduction To Micro electronic Fabrication", pp.209~226, 2002.
2. Lim, S. H. , vatec company, " X-ray based PCB Inspection System development" pp.12~29, 2003.
3. H. S. Na., " Inspection of surface-Mounted Component / Assembly", VISION'86 Conf. Proc., June3-5 ,1986
4. R. J. Hanson and M. J. Noriss, "Analysis of measurement based on the singular value decomposition", SIAM J. Science and Statistical Computing, vol. 2, no. 3, pp. 363-373, 1981.