

3차원 포인트클라우드 기반 단면 정보 추출 기술 개발

김희민¹, 전성국¹, 김운용¹, 윤정록¹
¹한국광기술원

mildhoe@gmail.com, k612051@kopti.re.kr, kuy7023@kopti.re.kr, justin182@kopti.re.kr

A Study on Cross-section Extraction Method based on 3D Point Cloud Data

Hoe-Min Kim¹, Sungkuk Chun¹, Un-Yong Kim¹, Jeongrok Yun¹
¹Spatial Optical Information Research Center,
Korea Photonics Technology Institute

요 약

본 연구는 3차원 포인트클라우드로부터 단면 정보를 자동으로 추출할 수 있는 알고리즘에 관한 것이다. 3차원 스캐너로부터 획득한 포인트클라우드 데이터는 다양한 제조 공정의 결과물인 산업 제품의 접합 상태를 파악하는데 자주 사용된다. 하지만 많은 노이즈를 포함하는 포인트클라우드 데이터로부터 제조 상태에 대한 수치적인 결과를 반복적으로 획득하기에는 많은 비용이 수반된다. 따라서 본 연구는 산업 제품의 접합부에 대한 포인트클라우드로부터 단면 정보를 자동으로 추출할 수 있는 알고리즘을 소개하고자 한다.

1. 서론

3차원 스캐너는 산업 제품의 품질을 평가하는데 자주 사용된다[1]. 또한 자동차, 조선, 2차전지, 건축 등 다양한 산업 분야에 접합 공정이 빈번하게 포함되며, 제품의 접합부를 3차원 스캐닝한 후 품질을 판단하기 위한 유용한 정보를 추출하게 된다. 접합부의 경우, 주어진 모재의 형태가 일정하며 주로 평면과 평면 사이에 접합부가 존재하게 된다. 본 연구는 각 평면 사이에 위치한 접합부의 3차원 정보를 자동으로 추출한 후 단면을 획득함으로써 접합부의 기하정보를 수치적으로 기록할 수 있는 기술을 소개하고자 한다.

2. 포인트클라우드 기반 기하 정보 획득

3차원 포인트클라우드로부터 단면 정보를 취득하기 위해서는 우선 접합부로 추정되는 포인트를 제외한 모든 포인트를 노이즈로 간주하고 삭제한다. 이 과정에서 평면 형태로 가정되는 모재들에 대한 포인트들은 사라진다. 남겨진 포인트들을 원점 이동 후 접합부의 길이 방향을 중심으로 회전시킨다. 접합부의 길이 방향을 따라 다시 한번 노이즈 필터링과 단면 정보 추출 과정을 진행하면 접합부에 대한

품질을 평가할 수 있는 유용한 단면 정보들만 남겨지게 된다.

주어진 접합부의 포인트클라우드 데이터로부터 단면 정보를 자동으로 추출하기 위한 과정을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 비접촉식 3차원 스캐닝 및 메쉬 정보 생성
- (2) 메쉬 기반 개별 포인트의 법선 벡터 계산
- (3) 법선 정보 그룹핑으로 평면들의 법선 계산
- (4) 각 평면들과 일정 거리 이내에 위치한 포인트를 삭제하여 접합부 포인트 데이터 획득
- (5) 포인트 데이터 원점 이동 및 회전
- (6) 각 평면의 교차 지점을 따라 가상 단면 생성
- (7) 가상 단면과 임의 거리 이하 포인트를 수집하여 단면 생성



(그림 1) 접합부 3차원 형상 취득 개요

3. 포인트클라우드 및 단면 정보 추출 결과

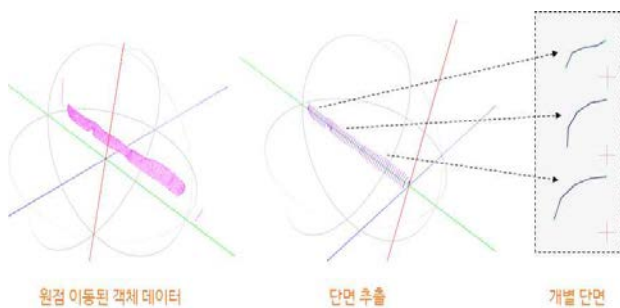
그림2는 모재와 접합부에 대한 포인트클라우드 정보에서 접합부에 대한 포인트 데이터만을 취득하는 과정을 보여주고 있다. 포인트들의 법선 벡터를 계산한 뒤, 모재 평판의 개수만큼 법선 벡터를 기준으로 그루핑하여 각 평판에 소속되는 포인트들을 구분한다. 각 평판에 소속된 포인트들은 평판과의 거리 정보를 기준으로 순차적으로 제거된다.



(그림 2) 접합부 포인트클라우드 자동 추출 결과

그림3은 접합부에 대한 포인트클라우드로부터 개별 단면 정보를 추출하는 과정을 보여주고 있다. 이전 과정을 통해 남겨진 접합부의 3차원 포인트들은 원점으로 이동된 후, 접합부의 길이 방향(Y축)을 기준으로 회전 변환된다. 따라서 X축은 단면의 넓이 방향이 되며, Z축은 단면의 높이 방향이 된다. 이후 Y축을 따라 일정한 간격으로 포인트 데이터를 샘플링하여 단면 정보를 취득하게 된다.

길이 방향을 따라 단면 정보를 취득하는 과정에서 각 단면 위치에서 수집된 포인트가 일정 개수 이하가 되면 단면 정보 수집을 멈춘다. 스캐닝된 전체 포인트클라우드에서 접합부에 소속된 포인트들만을 추출하는 단계에서 함께 남아있던 노이즈 포인트들은 이 과정에서 사라지게 된다.



(그림 3) 포인트클라우드 기반 자동 단면 추출 결과

4. 결론

3차원 포인트클라우드로부터 접합부에 대한 단면 정보를 획득하는 모든 과정은 자동으로 수행되며 계산 시간은 수초에 불과하다. 기존에 반복적으로 수행되었던 접합부에 대한 품질 평가 방식은 획기적으로 개선되었다. 더불어 평가자 변경 혹은 측정자의 실수와 같은 휴먼에러를 최소화할 수 있는 추가적인 장점을 갖고 있다.

제안하는 접합부 자동 단면 정보 취득 기술로 획득한 데이터는 향후 빅데이터와 인공지능 기술과 결합하여 제조 공정을 자동 평가하고 개선하는데 활용될 수 있을 것으로 기대한다[2,3].

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술평가관리원의 2022년도 현장지식 자산화 및 노동력 증강 기술개발사업(1415179484)의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

[1] M. Schweizer et al., "Adhesive bonding of CFRP: a comparison of different surface pre-treatment strategies and their effect on the bonding shear strength," *Journal of Adhesion Science and Technology*, 31:23, pp.2581-2591, 2017

[2] J. Xiong et al., "Modeling of bead section profile and overlapping beads with experimental validation for robotic GMAW-based rapid manufacturing," *Robotics and Computer integrated Manufacturing*, 29, pp. 417-423. 2013

[3] Won-Bin Oh et al., "A study on the prediction of real-time bead width using a DNN algorithm in GTA welding," *Journal of Welding and Joining*, vol.38, pp. 593-601. 2020