

코일 선적 자동화를 위한 정밀한 3차원 위치 측정 precise 3D position measurement for coil shipment automation

*김경일¹, #김경수¹, 김수현¹

*K. I. Kim¹, #K. S. Kim(kyungsookim@kaist.ac.kr)¹, S. H. Kim¹

¹한국과학기술원 기계공학과

Key words : 3D measurement, Shipment Automation, Coil, Pallet, 3D Laser Scanner

1. 서론

현재 항만에서 반자동 및 수동으로 이루어지고 있는 크레인에 의한 코일(coil) 선적 작업을 자동화하기 위해서는 우선 해결되어야 할 것들이 여러 가지가 있는데, 그 중 하나가 선적 크레인의 자동화이다. 현재 컨테이너를 대상으로 하는 야드 크레인의 경우에는 상당한 수준의 자동화가 이루어졌으나[1][2], 이마저도 제품을 선적하는 부분에 있어서는 작업공정의 특성 및 센서의 정밀도 오차로 인해 아직까지 자동화가 미미한 실정이다[2][3].

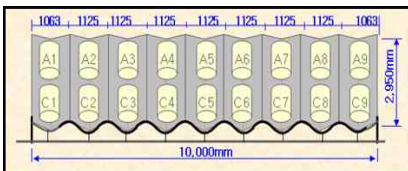
본 논문에서는 특수 대상인 코일의 향후 선적 자동화를 위하여 3차원 레이저 스캐너를 이용하여 지상에 있는 코일의 정밀한 3차원 위치 정보를 추출하는 방법을 제안한다.

2. Pallet 및 Coil 측정 알고리즘

일반적으로 코일은 코일을 운반하기 위한 전용 팔레트(pallet)위에 놓이게 되고, 이 팔레트는 ETCAR라는 차량에 의해 선적크레인이 있는 장소로 운반된다.



(a)



(b)

Fig. 1 (a) ETCAR (b) Pallet and Coil

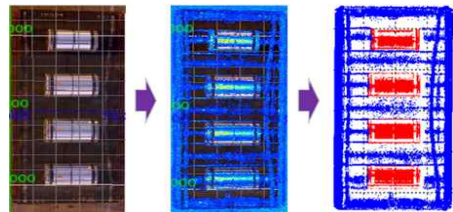


Fig. 2 3D Scanning for Pallet and Coil

현장에서 사용되는 팔레트는 코일의 적재 형태에 따라 종류가 구분되며, 그림 1은 하나의 예를 보여준다. 코일과 접촉하는 팔레트의 윗부분은 골(valley)이 형성되어 있어 코일이 안전하게 위치할 수 있다. 따라서 선적 크레인을 이용하여 코일을 들어올리기 위해서는 코일의 내부 홈의 중간지점에 대한 정확한 3차원 좌표가 필요하다. 3D 레이저 스캐너는 선적크레인의 윗부분에 장착되며, 크레인 하부 작업영역에 있는 팔레트와 코일을 스캔하면 그림 2와 같다. 그림 2에서 우측은 3차원의 점으로 이루어진 점군(point cloud) 데이터이다. 이 점군 데이터는 3차원 좌표(x,y,z)값을 가지기 때문에 높이에 따른 다중 문턱값(multi-threshold)을 이용하면 팔레트와 코일 데이터를 분리해 낼 수 있다.

2.1 팔레트 정보 추출

팔레트 데이터를 분리하였을 때 데이터중에는 때때로 팔레트와 비슷한 높이의 주위 각종 기구물 및 장애물들이 함께 포함되는 경우가 발생한다. 따라서 먼저 필터링 작업을 통해 온전한 팔레트 데이터를 추출해야 하고, 그 다음에 코일과 접촉하는 부분 즉 골의 깊이를 산출하는 과정이 필요하다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 팔레트를 폭 방향으로 6등분하여 각각의 위치에서 길이 방향으로 데이터를 취득한 후 이 값을 하나로 합쳐 평균화 처리하므로써 팔레트 위에 코일이

있어도 마치 코일이 없는 상태에서 골 데이터를 얻은 것 같은 효과를 얻을 수 있었다. 이로부터 골의 꼭짓점 데이터를 추출하고 curve fitting을 통하여 팔레트 골의 기울기 및 깊이(z)를 구하였다.

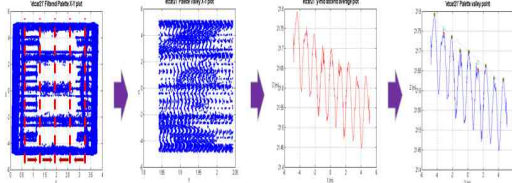


Fig. 3 Data merge and filtering for finding pallet valley

2.2 코일 정보 추출

코일은 종류와 표면 상태, 날씨 및 조명에 따라 센싱량 및 정확도가 다르게 나타나는데, 먼저 순수한 코일 데이터만을 추출하기 위해 필터링을 하였고, 코일의 개수를 파악하기 위해 이미지 처리에서 사용되는 레이블링(labeling) 방법을 이용하였다.

코일을 레이블링하기 위해서는 먼저 코일에 해당하는 데이터들을 영역별로 세분화하는 과정이 필요하며 그 다음 레이블링 처리과정을 통해 코일 그룹(group)을 얻어내었다. 이렇게 얻은 코일 그룹들에서 대략적인 1차 중심점(x,y)을 구한 다음, 이 중심점들을 기준으로 폭을 재계산하여 정밀한 2차 중심점을 구한다.



Fig. 4 Coil data segmentation and labeling

3. 실험 및 결과

팔레트의 골 깊이(z)와 코일의 중심점(x,y)을 이용하면 해당 코일의 지름을 구할 수 있다. 따라서 이 코일 지름의 중간값을 구하면 이 값이 자동화시 선적 크레인의 리프터(lifter)가 이동해야 할 목표값이 된다. 본 논문에서는 탑콘 레이저 스캐너 GLS-1500 시리즈를 이용하여 다양한 환경과 조건에서 실험을 수행하였고[4], 팔레트 및 코일에 대한 정밀한 3차원 데이터 및 정보를 얻을 수 있었다. 또한, 반복 실험을 통하여 효율적인 센싱 방법 및 최적의 스캔 각도를 찾았다. 그림 5는 실험 결과의 예를 보여준다.

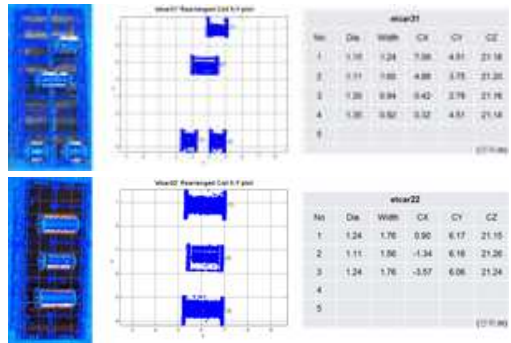


Fig. 5 Extraction of coil 3D information

4. 결론

본 논문에서 제안한 3D 레이저 스캐너를 이용한 정밀한 3차원 위치 측정 방법은 팔레트의 종류와 코일 종류 그리고 주간/야간에 상관없이 데이터가 정상적으로 검출된 경우에는 매우 정확한 3차원 정보를 구할 수 있었다. 그러나 센싱시간이 길고, 센싱위치 및 코일 표면 상태, 햇빛의 반사 정도 등에 따라 데이터 검출량 및 정확도가 감소하기도 하였다. 따라서 이에 대한 보완이 필요하다고 생각되며, 향후 비전센서 등과의 혼합 센싱 방법을 활용한다면 센싱시간 단축 및 실시간 측정도 어느 정도 가능할 것으로 예상된다.

후기

본 논문은 BK21의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

1. 정현수, 이숙재, 홍금식, "차세대 컨테이너크레인에 대한 고찰" 한국항해항만학회지 제29권, 제3호, 291-298, 2005.
2. 홍동희, 선수균, "항만하역장비 ATC 무인자동화기술 개발 로드맵", 한국콘텐츠학회논문지, Vol.10, No. 12, 109-119, 2010.
3. 김영근, 김용훈, 정운섭, 김경수, 김수현, "2D 레이저를 사용한 화물선상대적 위치원거리 측정 알고리즘", 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, 865-866, 2011.
4. Topcon Corporation, <http://www.topcon.co.jp>.