

3D 데이터와 영상 데이터를 이용한 특징 형상 검출

Feature detection using image data and 3D data

*#김한솔¹, 정건화¹, 장민호²

*#H. Kim(reecane@korea.ac.kr)¹, K. Jung¹, M. Chang²

¹고려대학교 대학원 기계공학부, ²고려대학교 기계공학부

Key words : stereo vision, line reconstruction, vision based inspection

1. 서론

광학을 이용한 3D 스캐닝 기술은 빠른 속도와 높은 정밀도를 바탕으로 CAE 해석, 역설계 및 품질 검사 등 물체의 정밀한 측정을 필요로 하는 여러 가지 분야에 사용되고 있다. 광학을 이용한 3D 스캐닝의 방법으로는 Time in Flight, Laser, Moiré, Photogrammetry, Structured Light 등이 있다[1]. 특히 기계 부품의 품질 검사 시에는 측정 정밀도가 높고 스캐닝 속도가 빠른 Structured Light 방식이 널리 사용되고 있다. 기계 부품의 가공정밀도 측정은 3D 스캐닝으로 얻은 3D 데이터와 설계 도면상의 CAD 데이터를 서로 비교하거나 3D 데이터에서 특징 형상을 찾아서 치수정밀도를 확인하는 방법, 2D 영상 정보를 획득한 다음 영상 처리 후 특징 형상을 측정하는 방법 등이 있다[2].

Structured Light 를 이용한 기계 부품의 품질 검사 시에는 다음과 같은 어려움이 있다. - a. 스캔 데이터를 스무딩 할 때 측정의 기준이 되는 특징 형상의 치수가 변한다 b. 특징 형상으로 사용되는 날카로운 모서리 부분은 기하학적인 변화가 심한 부분이기 때문에 구조광이 맺힌 뒤 영상을 획득하는 과정에서 스캐닝 정밀도가 떨어지게 된다. - 이를 해결하기 위하여 데이터를 선택적으로 스무딩 하기 위한 여러 가지 방법들이 연구되었다[3][4]. 본 연구에서는 Structured Light 를 이용한 스캐닝 데이터에서 특징 형상을 보다 잘 찾아내기 위해서 2D 영상 정보에서 특징 형상을 찾고, 이를 3D 데이터에서 특징 형상을 찾아내는 데 활용하는 방안을 찾아 본다.

2. LSD 와 3D Line Reconstruction

기계 부품을 측정할 때 특징 형상으로는 구멍이나 모서리 등이 선호된다. 이러한 부분을 찾기 위해서 3D 데이터에서는 표면의 곡률을 측정하고 이를 분석하여 특징 형상을 찾는다. 2D 영상에서 특징 형상을 찾을 때에는 영상에서 윤곽선이나 특징점들을 찾는다.

직선 형상과 모 따기 된 부분이 많은 기계 부품의 특징 형상을 2D 에서 찾아 낼 때에는 LSD[5]가 좋은 결과를 낸다. LSD 는 2D 영상에서 직선을 찾아내기 위한 알고리즘이며 Sub-Pixel level 의 정밀도를 가지고 있다. LSD 는 각 직선들의 길이와 너비를 계산하여 직선을 평가하므로 찾아낸 직선들을 쉽게 그룹화 하고 걸러 낼 수 있다.

이렇게 LSD 를 이용하여 직선을 찾아낸 다음 epipolar geometry 를 이용하면 3D 상에 실제 물체의 edge line 을 찾아 낼 수 있다.

공간상의 직선이 각각의 카메라의 이미지 평면에 투영될 때, 각 카메라에서 서로 다른 형상의 직선을 얻을 수 있다. 이 때, 공간상의 직선 L 은 각 이미지 평면에 직선 l 로 다음과 같이 투영된다.

$$l = PL \{P : \text{projection matrix}\} \quad (1)$$

캘리브레이션 정보를 이용하면 투영된 직선의 3D 정보를 획득 할 수 있고 이로부터 각 카메라의 원점과 직선을 연결하는 평면의 방정식을 얻을 수 있다.

두 개의 뷰에서 평면의 방정식을 얻은 후에는 Null-space and span representation 을 이용하여 공간상의 직선의 방정식을 얻을 수

있다[6].

$$W^* = [M \ N]^T \quad \{M, N : \text{plane vector}\} \quad (2)$$

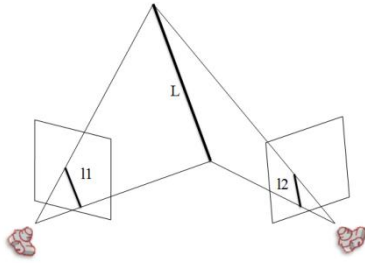


Fig. 1 Projection of Line on camera plane

3. 결과 및 분석

3D 직선 획득을 위하여 36 개의 위치에서 좌·우 카메라의 영상을 획득한 다음 양방향 필터로 스무딩 후 LSD 를 이용하여 직선들을 찾았다. 크기가 작고 부정확한 직선들을 제거하기 위하여 직선의 길이/폭의 비가 15 이상인 것들과 직선의 기울기의 절대값이 1 이상인 직선들만을 가지고 3D 직선을 구성하였다. 그 후 각 뷰에서 얻은 3D 직선들을 homography 를 이용하여 절대 좌표계로 모았다. 3D 직선들 중 그림자나 윤곽선 등 물리적으로 3D 직선이 아니지만 이미지 생성 시 직선으로 나타나 3D 에 재생성 되는 직선들이 존재한다. 이는 3D 데이터의 평균 곡률을 이용하여 필터를 만든 다음, 필터 영역 바깥에 있는 직선들을 제거하여 해결하였다.

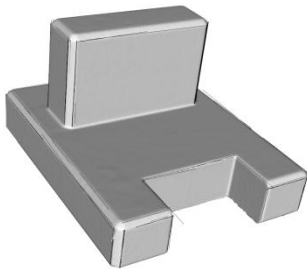


Fig. 2 constructed 3d lines with 3d model

구성된 3D 직선은 모델의 특징 형상 위에 형성이 되는 것을 확인 할 수 있다. 하지만 일부 직선은 모델의 특징 형상 위에 형성되지

않으며 오목한 부분의 직선 형상은 거의 검출되지 않는 것을 확인 할 수 있다. 이는 2D 영상에서 오목한 부분에 빛이 과도하게 반사되어 영역의 경계가 불분명하게 나타나기 때문이다.

4. 결론

본 연구에서는 2D 영상에서 얻은 직선을 이용하여 3D 상의 특징 형상을 구성하여 보았다. 구성된 3D 영상은 대부분이 3D 데이터 위의 특징 형상 근방에 형성되었다. 보다 정밀하고 균일한 특징 형상을 찾아내기 위해서 2D 영상에서 정밀한 직선들을 찾아내기 위한 촬영 조건들을 모델의 기하학적인 특성과 영상의 획득 및 처리를 고려하여 영상을 촬영하고 이로부터 얻은 직선들을 평가하는 것이 필요하다.

후기

본 연구는 서울시 중소기업 제품개선 지원사업 (JP100070)의 지원으로 수행하였습니다.

참고문헌

1. F. Chen, G.M. Brown, M. Song, "Overview of three-dimensional shape measurement using optical methods," *Opt. Eng.* **39**, 10-22, 2000.
2. K. Galanulis, "Optical measuring technologies in sheet metal processing," *Proceedings of SheMet (05./08.04.2005)*, *Advanced Materials Research Vols. 6-8 (May 2005)* pp. 19-34, *Trans-TechPublications*.
3. G. Taubin, "Linear Anisotropic Mesh Filtering," *Tech. Rep. IBM Research Report RC2213*.
4. T. Jones, F. Durand, M. Desbrun, "Non-iterative, feature-preserving mesh smoothing," *ACM Transactions on Graphics*, 2003.
5. R. G. Gioi, J. Jakubowicz, J.-M. Morel, and G. Randall, "LSD: A fast line segment detector with a false detection control." In *IEEE PAMI*, volume 32, pages 722-732, 2010.
6. R. Hartley and A. Zisserman, *Multiple view geometry in computer vision*, Cambridge University Press: Cambridge, UK. 2000.