

머신 비전을 이용한 구멍의 가공정밀도 평가 Precision Machined Evaluation of the Holes Using Machine Vision

*백소영¹, #이동혁¹, 김민규¹, 안정화¹

*S. Y. Baek¹, #D. H. Lee(hyoeck@hanyang.ac.kr)¹, M. K. Kim¹, J. H. Ahn¹

¹한양대학교 대학원 기계설계·메카트로닉스공학과

Key words : Machine vision, Drill hole, Diameter, Ransac

1. 서론

공작물에 구멍을 가공하기 위한 드릴링 공정은 생산 현장에서 빈번히 수행되고 있는 절삭 공정 중 하나이다. 드릴 가공 구멍은 절삭날의 형상 및 절삭과 관련된 여러 가지 변수로 인해 직경 오차나 위치오차, 그리고 형상 오차가 발생하기 쉬우며 이러한 오차들은 리밍(reming)이나 보링(boring)과 같은 후가공 공정의 정밀도에 영향을 미치게 된다. 드릴 가공 구멍의 오차는 생산품의 최종 정밀도를 결정하는 중요한 요소가 된다.[1]

구멍의 오차는 직경 오차, 위치 오차, 직각도 오차, 진원도 오차, 그리고 원통도 오차 등으로 분류된다. 본 연구에서는 위의 오차들 중 직경 오차를 구하기 위해 필요한 실제 가공 구멍 직경을 측정하는 방법을 제안한다.

구멍의 직경을 간편하고 빠르게 측정할 수 있도록 머신 비전을 이용하여 이미지를 획득한다. 획득한 이미지에서 구멍의 엣지(edge)를 추출하고, 이 데이터를 이용하여 구멍의 직경을 추정한다. 공통된 데이터에 최소제곱법(The Least of Square Method), Hough Transform, RANSAC(RANdom SAmple Consensus)을 적용하여 구멍의 직경을 측정한다. 최소제곱법은 근사적으로 구하려는 해와 실제 해의 오차의 제곱의 합이 최소가 되는 해를 구하는 방법이다. 오차의 값이 큰 부분에 민감하여 정밀도가 낮아지는 단점이 있다. Hough Transform 은 데이터 전 영역에 걸친 패턴 추출에 이용된다. 적절한 조건 공간에서 조건식으로 표현될 수 있는 곡선을 정확하게 찾고, 전 영역의 데이터 값을 사용하여 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. RANSAC 알고리즘은 Fischler 과 Bolles 에 의해서 제안된 측정 노이즈가 심한 원본 데이터로부터 모델 파라미터를 예측하는 방법이다.

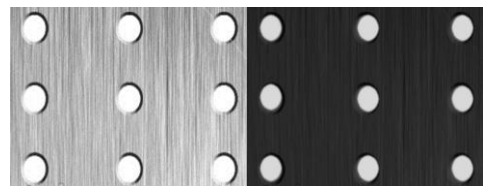
주어진 원본 데이터에서 일부를 임의로 데이터로부터 모델 파라미터를 예측하는 과정을 반복 하면서 좋은 모델 파라미터를 찾는다. 임의로 선택한 데이터의 반복을 통해 최적 모델 파라미터를 산출하기 때문에 Hough Transform 보다 데이터 처리 속도가 빠른 장점이 있다.[2][3]

본 논문에서는 위의 3 가지 방법을 적용하여 구멍의 직경을 실제 값에 얼마나 근접하게 추정하는지 그 성능을 비교하였다.

2. 구멍 정밀도 평가

구멍 정밀도를 평가하기 위해 구멍의 이미지 샘플을 카메라를 통해 얻는다. 얻은 이미지에서 추출된 구멍의 엣지(edge) 데이터 값을 이용하여 Hough Transform 과 RANSAC 의 알고리즘을 적용하여 버니어 캘리퍼스로 측정한 값과 비교를 하였다.

Fig. 1 은 머신 비전으로 얻은 구멍의 이미지, 획득한 이미지의 구멍 엣지(edge)를 추출한 이미지이다.



(a)Original image (b) Edge extraction image
Fig. 1 Drill hole image

구멍의 엣지(edge)를 추출한 이미지에 최소제곱법, Hough Transform, RANSAC 알고리즘을 적용하여 구멍의 직경을 측정하였다. Fig. 2 는 각각의 알고리즘을

적용시켜 얻은 이미지이다.

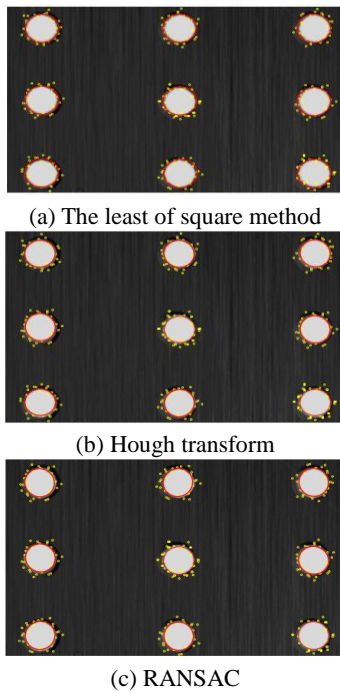


Fig. 2 The result of image processing

최소제곱법을 적용한 경우, 오차가 큰 값에 영향을 받아 구멍의 실제 직경보다 더 크게 측정된 것을 Fig. 2 (a)에서 확인할 수 있다. Hough Transform 과 RANSAC 알고리즘을 적용한 경우, 실제 구멍의 직경과 비슷하게 측정된 것을 Fig. 2 (b),(c)에서 확인할 수 있다.

드릴링 가공을 M6 으로 가공하고, 가공 오차는 0.04 mm 이다. 분해능이 10 μm인 버니어 캘리퍼스로 30 회 측정하여 6.13 ± 0.02 mm 의 측정값을 얻었다. 버니어 캘리퍼스로 측정한 값보다 0.01 mm ~ 0.02 mm 정도의 오차가 있지만 비교적 정확한 값을 얻었다. 최소제곱법 보다는 Hough Transform 과 RANSAC 이 약 0.01 mm 정확하고, Hough Transform 보다는 RANSAC 이 데이터를 얻는 경과시간은 7 배 짧은 것을 확인할 수 있었다. 이 결과는 Table 1 에 나타나있다. 최소제곱법, Hough Transform, RANSAC 알고리즘을 통하여 드릴 구멍 직경을 측정하였다. Hough Transform 과 RANSAC 알고리즘이 직경 측정에 있어 최소제곱법 보다

정확하였고, 데이터 처리 시간은 RANSAC 알고리즘이 Hough Transform 보다 단축되는 것을 확인하였다.

Table 1 Estimated diameter of drill hole and calculated time

| | The least of Square method | Hough Transform | RANSAC |
|----------|----------------------------|-----------------|----------|
| Diameter | 6.151 mm | 6.143 mm | 6.142 mm |
| Time | < 1s | 29s | 4s |

3. 결론

3 가지 방법을 적용하여 드릴 구멍의 직경을 측정 한 결과, RANSAC 알고리즘을 이용한 측정 결과값이 정확하였다. RANSAC 알고리즘을 적용하여 드릴 구멍의 직경을 측정하면 좀 더 정확한 가공정밀도를 평가할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. D. F. Galloway, "Some Experiments on the Influence of Various Factors on Drill Performance," Trans. Of ASME, Vol. 79, pp. 191-231, 1957.
2. J. D. Foley, "Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography," Communications of the ACM, Vol. 24, pp.381-395, 1981.
3. D. H. Ballard, "Generalizing the Hough Transform to Detect Arbitrary Shapes," Pattern Recognition, Vol. 13, No. 2, pp. 111-122, 1981.