

비전 시스템을 이용한 미세공구의 상태감시

State Monitoring of Small Diameter Tool Using Vision System

#*김선호¹, 김도희¹, 김성은¹, 백영종²

#*S. H. Kim(sunhokim@deu.ac.kr)¹, # D. H. Kim¹, S. E. Kim¹, Y. J. Baik²

¹동의대학교 메카트로닉스공학과, ²(주)SKEM

Key words : Small diameter tool, Vision system, State Motoring

1. 서론

절삭공구의 회전 토크를 이용하는 기계가공에서는 공구의 상태가 제품의 품질에 직접적인 영향을 미치게 된다. 최근에는 제품이 소형화되면서 부품의 크기가 작아지고 이에 따라 공구도 미세화 되고 있다. 미세가공에서는 절삭속도가 높고 가공부하가 작아 절삭력, 소비전력 부하변화 등을 이용하는 종전의 방법으로는 이상상태의 검출이 매우 어렵다. 따라서 최근에는 공구의 상태를 직접 관찰하는 방법에 의해 공구를 모니터링 하는 기술이 도입되고 있다. 공구상태를 직접 관찰하는 방법으로는 터치식과 영상정보를 이용하는 방법이 있다. 각 방법은 장단점이 있으나 비가공시간을 줄이는 방법으로는 영상정보를 이용하는 것이 유리하다. 본 연구에서는 직경 2mm 이하의 드릴과 탭을 대상으로 영상정보를 이용해 공구의 상태를 모니터링 하는 방법을 제안했다.

2. 선행연구 분석

Fig.1은 영국 Renishaw가 개발한 제품으로서 레이저 포인트 빔을 이용한 비접촉 공구계측 시스템을 보여준다. 이 방법은 가공 후, 공구계측을 위해 주축이 측정 스테이션으로 이동하기 때문에 비가공시간이 증가하는 단점을 가진다.

Fig.2는 일본 Big이 만든 제품으로서 머시닝 센터 내부에 고속 CCD 카메라 설치하여 원주속도 1,500m/min.(직경 1mm 공구 480,000rpm) 환경에서 측정정밀도 $\pm 1\mu\text{m}$ 를 제공한다.

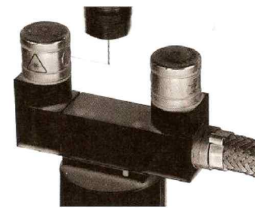


Fig. 1 Tool monitoring system using LASER



Fig. 2 Tool monitoring system using Vision

3. 비전 시스템을 이용한 공구 상태감시

본 연구에서는 Fig.3과 같은 비전 시스템을 이용한 주축 일체형 공구 상태감시 시스템을 제안한다.

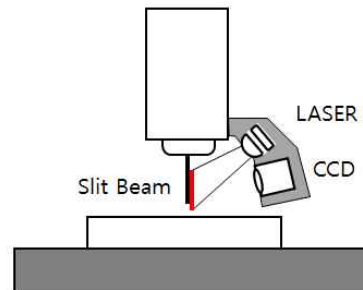


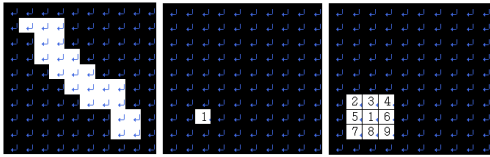
Fig. 3 Proposed tool monitoring system

영상정보를 이용해 공구정보를 수집하는데 있어 주변의 영향을 제거하기 위해 적색 레이저 슬릿빔을 공구에 투광하고 비전 시스템을 이용해 수집한 공구의 영상정보에서는 적색 만을 추출해 공구상태 정보로 활용한다. 이를 위해 본 연구에서는 비적색 배경에 대해 적색을 추출하여 중심, 면적, 기울기, 길이 등을 추출하는 연구를 수행했다. 절차는 다음과 같다.

① 수집된 영상에서 임계 명암도를 적용하여 최적의 영상을 추출함



② 팽창연산, 침식연산을 반복 수행하여 잡음을 제거하고, 관심영역 객체를 강조함



③ 객체의 윤곽선과 영역을 추출하고, 정보를 도출함



- 중심 : 영역 픽셀의 좌표 값(x,y)을 각각 더하고, 총 길이를 나누어준 값이다. 이것은 어떤 확률적 사건에 대한 평균의 의미로 생각할 수 있음. 이산 확률변수일 경우, $E(X) = \sum p_i x_i$ 임. 이때 x_i 는 가능한 모든 사건, $p(x_i)$ 는 x_i 사건이 일어날 확률을 의미함
- 면적 : 영역 픽셀을 모두 카운팅 해서 그 개수를 나타냄
- 기울기 : 측정값을 기초로 해서 적당한 제곱 함을 만들고 그것을 최소로 하는 값을 구하여 측정결과를 처리하는 방법으로서 최소자승법을 이용

하여 값을 구함. 행렬을 이용하여 가우스 소거법을 활용하여 값을 구함

$$y = Ax + B$$

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m x_i^2 & \sum_{i=1}^m x_i \\ \sum_{i=1}^m x_i & \sum_{i=1}^m 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m x_i y_i \\ \sum_{i=1}^m y_i \end{bmatrix}$$

- 길이 : 최소자승법을 통해서 구해진 선형식을 이용하여 최초의 값이 변하는 (흑색에서 백색으로 변화는 시점) 위치를 시작점으로 하고 다시 값이 변화는 시점을 마지막으로 하여 피타고라스의 정리를 이용하여 대각선의 길이를 구함

$$(x_f - x_i)^2 + (y_f - y_i)^2 = L^2$$

- 폭 : 최소 자승법에 대해서 기울기는 역수를 취하고 Y 절편은 센터 값을 이용하여 구하게 됨

이러한 절차에 의해 두 가지 해상도를 갖는 비전 시스템을 이용해 샘플 크기 50mm×3mm의 모형에 대해 100회 측정하여 면적 에러율을 구했다. 해상도 320×240 카메라의 경우에는 에러율의 평균값이 2.29%, 640×480 카메라의 경우에는 에러율의 평균값이 1.51%였다.

그러나 실제 드릴이나 탭의 경우에는 트위스트 커터에 의해 빔의 단락이 생기는 문제가 발생했다. 향후에는 이러한 문제를 해결하기 위한 기술적 해결이 필요하다.

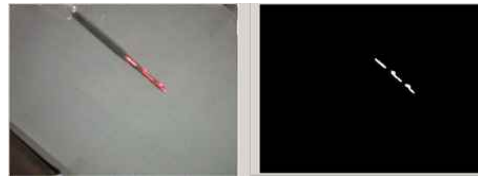


Fig. 4 M2 Tap

4. 결론

본 연구에서는 직경 2mm 이하의 드릴과 탭을 대상으로 영상정보를 이용해 공구의 상태를 모니터링 하는 방법을 제안하고, 이를 위한 영상추출법을 연구했다. 영상정보에 대한 반복측정결과 고해상도 비전 시스템이 정확도가 높았다. 또한, 실제 드릴과 탭에 적용한 결과 커터의 트위스트 앵글이 빔의 단락을 가져와 이에 대한 보완연구가 필요한 것으로 판단된다.