

## CCD촬영기를 리용한 볼나사치수 자동측정의 한가지 방법

한종일, 김철성

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리는 어떻게 하나 과학과 기술을 발전시키고 과학기술에 의거하여 살아나갈 생각을 하여야 합니다.》(《김일성전집》 제27권 270페이지)

오늘날 Solid Works, UG NX, Auto CAD 등의 응용프로그램들을 가지고 기계부속품들을 2차원 혹은 3차원으로 설계하는것은 그리 힘든 문제가 아니며 설계뿐아니라 가공방법을 프로그램으로 작성하는것도 응용프로그램이 지원해주는 기능인것만큼 품이 얼마 들지 않는다.

CNC기계에서 프로그램에 따라 자동적으로 깎은 볼나사와 같은 많은 량의 기계부속품들의 품질검사를 정확히 하는것은 매우 중요한 문제로 나선다. 그것은 CNC기계의 물리적 마모로 하여 제품의 질이 떨어지는 사정과 관련된다. 지난 시기의 측정방법들은 품질검사를 수동적으로 한것으로 하여 측정시간이 길고 측정정확도가 떨어지는 제한성을 가지고있다.

논문에서는 이 문제를 해결하기 위한 자동측정의 한가지 방법을 제안하고 측정실험을 통하여 그 효과성을 검증하였다.

기계부속품의 치수에 대한 자동측정방법에는 수감부에 의한 방법과 광학식에 의한 방법이 있다.[1, 2]

우리는 광학식측정의 한가지 방법인 CCD촬영기를 리용한 볼나사치수 자동측정방법을 논의하였는데 그 방법은 다음과 같다.

먼저 12mm 볼나사치수측정을 위한 기준자리표로서 20mm×20mm 유리조각판을 준비한다. 다음 유리조각판우에 놓여진 나사의 화상을 CCD촬영기를 리용하여 얻는다.(그림 1)

얻어진 화상의 자리표가 표준직각자리표가 아닌 조건에서 전체 화상을 회전하여 표준화된 자리표로 된 화상을 다음과 같이 얻는다.

그림 1에서 A점의 자리표를  $(X_a, Y_a)$ , B점의 자리표를  $(X_b, Y_b)$ 라고 할 때 자리표축의 회전각도는 다음과 같다.

$$\alpha = \arctan[(Y_b - Y_a)/(X_b - X_a)] \quad (1)$$

여기에 기초하여 전체 화상을  $\alpha$  만큼 회전시켜 표준화상을 얻어낸다.(그림 2)

이때 변환된 새로운 자리표는 다음과 같다.

$$(x', y') = (x, y) \begin{pmatrix} \cos(-\alpha) & \sin(-\alpha) \\ -\sin(-\alpha) & \cos(-\alpha) \end{pmatrix} \quad (2)$$

다음 그림 2에서 나사의 령역을 얻어내기 위하여 모든 화소점의 룬광농도를 계산한다.

이를 위해 화소점의 색농도를  $p(x, y)$ , 룬광농도를  $Edge(x, y)$ 라고 하고 룬광결수는 표 1과 같다고 하자.

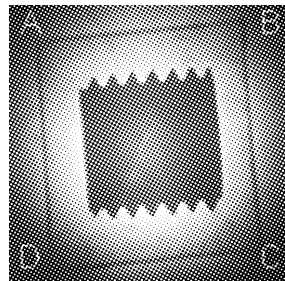


그림 1. CCD화상

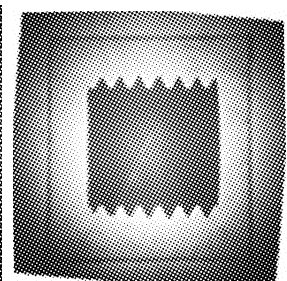


그림 2. 표준화상

표 1. 룬곽결수

-2	-1	2
-1	0	1
-2	1	2

그러면 룬곽농도는 다음과 같이 계산할수 있다.

$$\begin{aligned} Edge(x, y) = & -2 \times p(x-1, y-1) - p \times (x-1, y) - 2 \times p(x-1, y) - \\ & - p(x, y-1) + p(x, y+1) + 2 \times p(x+1, y-1) + \\ & + p(x+1, y) + 2 \times p(x+1, y+1) \end{aligned}$$

다음 모든 화소에 대하여 룬곽농도를 표준화한다.

$$Ked(x, y) = \begin{cases} 1, & Edge(x, y) \geq 80 \\ 0, & Edge(x, y) < 80 \end{cases} \quad (3)$$

치수정보와 영역분할알고리즘을 리용하여 쪼각관영역과 볼나사영역을 얻어낸다.

$$region_i = \{(x, y) \mid Ked(x, y) = 1\}, i = 0, 1 \quad (4)$$

여기서  $region_0$ 은 쪼각관의 영역,  $region_1$ 은 볼나사의 영역이다.

여기에 기초하여 볼나사의 길이와 너비는 다음과 같이 계산할수 있다.

$$\text{볼나사의 길이} = \frac{Width(region_1)}{Width(region_0)} \times 20, \quad \text{볼나사의 너비} = \frac{Height(region_1)}{Height(region_0)} \times 20$$

제안한 자동측정방법과 선행한 수동측정방법과의 측정실험비교결과는 표 2와 같다.

표 2에서 보는바와 같이 CCD촬영기를 리용한 자동측정방법이 종전의 수동식측정방법보다 측정시간과 측정정확도가 훨씬 높다는것을 알수 있다. 특히 많은 볼나사를 연속적으로 측정할 때 제안한 측정방법이 더 효과적이라는것을 알수 있다.

표 2. 측정실험비교결과

측정방법	수동식측정방법	제안한 자동측정방법
측정시간/s	120~300	0.1
측정정확도/%	60~97	98

## 맺 는 말

CCD촬영기에 의한 볼나사치수 자동측정을 위한 한가지 방법을 제기하고 실현함으로써 기계부속품의 품질을 판정하는데서 많은 품이 요구되던 종래의 문제를 원만히 해결하였다.

## 참 고 문 헌

[1] J. A. Richard; Remote Sensing Digital Image Analysis, Springer, 135~155, 2011.

[2] D. Bailey et al.; International Conference on Field Programmable Technology, 12, 22, 2009.

주체105(2016)년 2월 5일 원고접수

## A Method to Automatically Measure Ball-Joint Screw's Size using CCD Camera

Han Jong Il, Kim Chol Song

We suggested and implemented a method to automatically measure the ball-joint screw's size using CCD camera, and solved the previous problem to judgment the quality of machine accessories with much efforts.

Key words: CCD camera, ball-joint screw