

금형 부품 검사를 위한 3차원 측정기 개발

엄상인¹, 이영진², 송달섭³, 배종일⁴, 이만형⁵
¹부산대 지능기계공학과, ²동의공대 전기과, ³부경대 전기공학과, ⁴부산대 기계공학부

Development of Automatic 3D Measurement System for Molding Inspection

S. I. Eom¹, Y. J. Lee², D. S. Song³, J. I. Bae⁴, M. H. Lee⁵
¹Pusan National University, Department of Intelligent Mechanical Engineering
²Dong-Eui Institute Technical college, Department of Electrical Engineering
³Pukyong National University, Department of Electrical Engineering
⁴⁵Pusan National University, School of Mechanical Engineering

Abstract - We developed an automatic 3D inspection system. The system consists of two parts : one includes hardwares such as actuators, linear scales and a probe, etc. the other involves softwares for management and control of the system. Compared with existing 3D measurement systems, this system achieved automatically the inspection. This automatic inspection makes the system have some advantages to reduce a measurement time and to be easily used by operators.

1. 서 론

현재 국내 및 국제시장에서 제품의 품질기준은 끊임없이 상승하고 있는 추세이다. 기업이 성공하기 위해서는 생산된 제품의 품질을 인정받는 것에 그치지 않고 더 좋은 품질의 제품을 생산해야 한다. 높은 품질의 제품을 생산해내기 위해서는 제품 생산과정 또는 제품 생산 후 품질 검사가 필수적이다. 특히 자동차 부품 등을 생산하는 중소기업에서는 형상의 검사가 많이 요구되고 있다. 이 경우, 마이크로미터 또는 다이얼게이지를 이용한 검사와 기존의 3차원 측정기를 이용해서 검사를 하는 방법이 사용되고 있다. 하지만 마이크로미터 또는 다이얼게이지를 이용해 정반 위에서 행하여지는 검사방법은 3차원 검사를 하기에는 한계를 가지고 있다. 또한, 기존의 3차원 측정기는 고가이며, 측정시간이 많이 걸리고 숙련된 작업자가 필요하다는 단점이 있다. 이러한 이유로 중소기업에서는 3차원 측정기가 필요하지만, 구입하여 사용하기가 용의 하지 않았으며, 본 논문에서는 자동 검사 기능을 가지며, 고속이고, 저가인 가진 3차원 자동 검사 시스템을 개발하고자 한다. 기존의 3차원 측정기는 작업자가 수동으로 측정을 하는 반면, 본 시스템은 기억된 경로자료를 바탕으로 하여 자동으로 측정을 수행한다. 따라서 수동측정으로 인해 걸리는 시간을 단축할 수 있으며, 숙련된 작업자가 필요 없이 누구나 사용할 수 있다.

한편, 모니터링 시스템을 바탕으로 제품의 품질관리가 이루어질 수 있으며, 나아가 생산관리에 매우 효과적으로 사용할 수 있다. 이를 바탕으로 중소기업체의 원가절감, 생산성 향상 및 작업환경의 개선 효과가 기대될 수 있다. 따라서, 본 시스템은 기존의 3차원 측정기 도입을 고려하는 중소기업체에 좋은 대안이 될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 측정 시스템의 하드웨어 구성

3차원 검사기의 외형은 Fig. 1과 같다. 3차원 측정기는 기구부와 이송부, 계측부 및 기타 장치로 구성된다.



Fig. 1 Outlook of Inspection System

기구부의 프레임은 알루미늄 프로파일을 이용해 구성했으며, 정밀성과 가공성을 모두 만족하기 위해 석정반을 올리고 그 위에 주철정반을 고정시키는 형태를 채택하였다. 즉, 석정반은 변형이 거의 없으나 가공성이 취약하고, 주철정반은 가공성은 좋으나 뒤틀림 등의 변형이 올 수 있으므로 주철정반을 석정반 위에 고정시키는 형태로 제작하여 석정반과 주철정반의 장점을 모두 수용할 수 있도록 설계하였다.

2.1. 이송부

이송부는 SUS제품으로 AC Servo Actuator와 볼스크러브 모터 드라이브로 구성되어 있다. 이송범위는 x축 400mm, y축 400mm, z축 200mm이고 SA Servo A 정도는 ±0.02mm이다. SA Servo Actuator는 RS-232C 포트를 통하여 통신하며 최고 이송속도 200mm/s이다.

2.2. 계측부

2.2.1. 프루브

Renishaw Probing System을 사용했으며, 접촉식이다. 정도는 0.35 [μm]이다.

2.2.2. 리니어 스케일

프루브가 측정 대상에 접촉하는 순간의 각 축의 위치를 읽어내기 위해 사용된다. 정도가 ±1μm인 GIV

MISURE의 SCR 3923 리니어 스케일을 사용하였다.

2.2.3. 기타장치

되었다. 입력장치로 사용된 조이스틱과 각종 버튼, 리니어 스케일 값을 받아들이기 위한 7166 카운터 보드 조이스틱 신호를 받아들이기 위한 8255 DIO 보드 등 사용

3. 측정 시스템의 소프트웨어 구성

프로그램은 마이크로소프트사의 비주얼 베이직 5.0으로 제작하였으며 [1], 초기화모드, 티칭모드, 측정모드, 데이터베이스 프로그램의 4부분으로 구성된다. 각각의 프로그램은 서로 독립적으로 동작하며, 프로그램간의 통신은 데이터화일을 통하여 이루어진다.

3.1. 초기화모드 프로그램

초기화모드 프로그램은 모든 하드웨어 설정상태를 초기화 하며, 구동부인 SA Servo Actuator의 원점 복귀 수행한다. 초기화모드 프로그램의 실행화면은 Fig. 2와 같다.

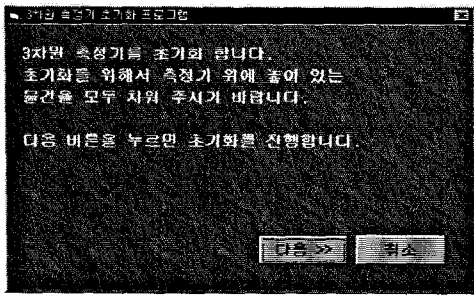


Fig. 2 Initialization Mode Program

3.2. 티칭모드 프로그램

티칭모드 프로그램에서는 측정시스템이 움직일 경로를 지정한다. 경로의 지정은 시스템에 장착된 조이스틱을 이용해서 움직일 경로를 지정하게 한다. 이 티칭 작업은 최초 작업시 한번만 수행하면 된다. 이 경로를 사용하여 자동측정모드에서 자동으로 측정을 하게 된다.

티칭된 자료와 SA Servo Actuator사이의 통신을 위하여 프로토콜을 규정하였다. 위치이동에 관한 규약과 측정에 관한 규약이 바로 그것이다. 위치 이동에 관한 규약에는 이동할 축, 최대 이동속도, 정지점의 위치가 지정되어 있고, 측정에 관한 규약에는 측정시 움직일 축과 측정 방향을 포함하고 있다.

Fig. 3은 티칭모드 프로그램의 실행상태를 보여주고 있다.

3.3. 자동측정모드 프로그램

측정모드에서는 실제 측정작업을 수행한다. 티칭모드에서 획득된 데이터를 이용해서 자동화된 측정을 수행하고, 측정된 결과를 보여준다. 이때 과다입력에 의한 처리는 식 (1)의 최소 자승법을 이용해서 해결했다.

$$Ax=B$$

$$x=(A^T A)^{-1} A^T B \quad (1)$$

이때 x 는 구하고자 하는 도형의 계수, A 와 B 는 측정값을 대입했을 때의 상수이다. 이 최소자승법을 이용해서 선, 원, 구와 같은 도형에 대한 다점 입력 처리를 할 수 있다[2][3][4].

Fig. 4는 자동측정모드 프로그램의 실행상태이다.

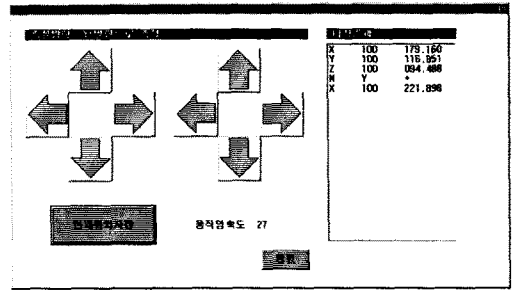


Fig. 3 Teaching Mode Program

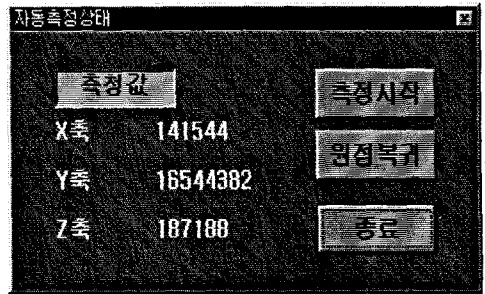


Fig. 4 Automatic Measurement Mode System

3.4. 데이터베이스 프로그램

데이터베이스 프로그램은 티칭모드 프로그램과 측정모드 프로그램에서 획득된 자료를 관리한다. 이 데이터베이스 프로그램은 자료 관리 뿐만 아니라 초기화, 티칭모드, 측정모드 프로그램을 총괄하고, 전체 작업환경을 조절하는 등 메인 프로그램의 성격을 겸하고 있다.

데이터베이스 프로그램의 실행상태가 Fig. 5에 나타나 있다.

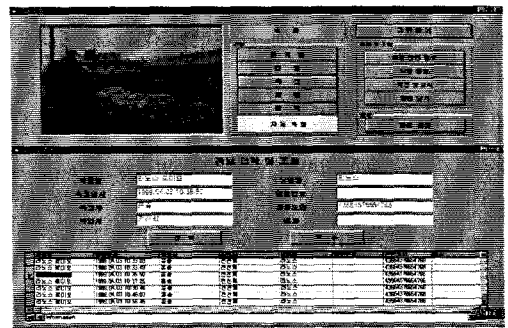


Fig. 5 Database Program

4. 전체 시스템

시스템은 크게 하드웨어와 소프트웨어로 나누어진다. 하드웨어는 전기, 전자, 기계적인 작업을 담당하며, 소프트웨어는 하드웨어를 제어하며, 자료의 관리를 담당한다.(Fig. 6 참조)

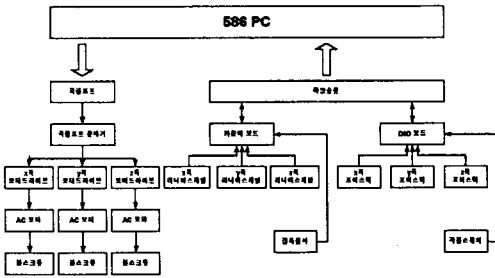


Fig. 6 System Block Diagram

시스템은 측정기라는 목적을 달성하기 위해서 다른 3차원 측정기와는 다른 몇가지 특징을 지니고 있다. 측정기는 대상의 측정을 위해 존재하지만 이 시스템은 측정을 하기 위해 제작되었으므로 단시간에 한정된 종류의 많은 제품을 측정 해야 한다. 따라서 기존의 개개의 제품에 대한 수작업 측정을 하면 시간적인 제약으로 인해 많은 어려움이 따른다.

이 시스템에서 채택한 방법은 한정된 종류의 많은 제품을 측정해야 한다는 점에서 착안했다. 한정된 종류의 제품만 측정을 하므로 측정할 대상에 대한 경로의 자료를 먼저 모두 입력해 놓으면 실제 측정시에는 입력된 자료를 바탕으로 자동으로 측정을 수행할 수 있다. 따라서, 수동 조작으로 측정을 하는 것 보다 빠른 시간에 측정을 수행해 낼 수 있다.

이를 위해 소프트웨어는 경로 좌표를 생성해 내는 티칭모드 프로그램과 실제 측정을 수행하는 자동측정모드를 제작하였다.

5. 실험 및 성능평가

5.1. 반복 정도 실험

제작한 측정 시스템을 사용해서 성능평가를 위한 실험을 수행하였다. 실험은 대상의 동일한 두 점을 계속해서 20회 반복 측정하여 측정된 거리의 차이를 구하는 방법으로 수행하였다. 이 실험을 통하여 측정기의 반복정도가 $\pm 5 \mu\text{m}$ 이하임을 확인할 수 있었다.

5.2. 자동 측정 실험

실제 측정 대상물인 요크를 측정하였다. 먼저 측정점을 결정한 뒤 티칭을 수행하고, 측정을 하였다. Fig. 7은 티칭된 결과와 측정점을 나타낸 것이며 측정결과는 Table 1과 같다. 첫 번째 값은 ①과 ②사이의 거리, 두 번째 값은 ③과 ④사이의 거리를 나타내며, 세 번째 값은 ⑤~⑧로 구한 원의 중심과 반지름을 나타낸다.

Table 1 Measurement Result (μm)

두점사이의 거리: 10536
두점사이의 거리: 10641
4개의 점으로 구한 원
중심 : (16580555,142111,110723)
반지름 : 10501

```

[Teaching DATA]
X 100 167.945
Y 100 140.003
Z 100 036.992
M X +
Z 100 032.610
X 100 187.402
Z 100 036.686
M X -
X 100 204.488
M Z X
X 100 032.314
X 100 224.984
Z 100 036.780
M X -
Z 100 031.171
Y 100 195.565
Z 100 065.393
X 100 191.636
Y 100 136.074
M Y Y
Y 100 147.488
M X Y +
X 100 201.355
M Y Y
Y 100 136.285
M Z 100 000.000
X 100 000.000
Y 100 000.000
[End of DATA]

```

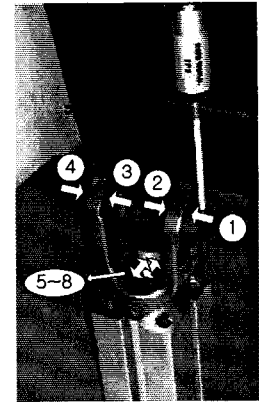


Fig. 7 Teaching Data & Measurement Method

6. 결 론

고정도 부품을 생산하는 현장에서 필요로 하는 3차원 자동 측정 시스템을 개발하였으며, 기존의 제품에 비해 1/3 정도 저렴한 가격으로 3차원 측정기 제작하였다.

제품 측정을 자동화하여 측정 시간을 단축시켰으며, 일반인도 쉽게 사용할 수 있도록 제작하였고, 모니터링 시스템을 통해 공정관리의 효율성을 향상시킬 수 있도록 하였다.

(참 고 문 헌)

- [1] 주경민, 박성완, 김민호, *Visual Basic Programm Bible Ver. 6.x*, 영진출판사, 1998.
- [2] 서호성 등, *공기베어링식 진원도 측정기 개발*, 과학기술처, 1993.
- [3] 박찬덕 등, *정밀금형 생산을 위한 형상 측정기 제조 기술 개발에 관한 연구(I)*, 과학기술처, 1987.
- [4] 박찬덕 등, *정밀금형 생산을 위한 형상 측정기 제조 기술 개발에 관한 연구(II)*, 과학기술처, 1988.