

# 펄스지령법에 의한 머시닝센터상의 3차원 형상정보 수집

(The collecting of 3dimensional data from the way of pulse generating at the M/C)

강효석\*, 임한석(부산대대학원), 김선호(한국기계연구원), 안중환(부산대학교)  
H.S.Kang, H.S.Lim(Pusan Nat. Univ.), S.H.Kim(KIMM), J.H.Ahn(Pusan Nat. Univ.)

ABSTRACT : In this study, Acquisition system is proposed to acquire 3 dimensional data of the free surface model using direct pulse control to machining center. To do this, I/F to connect between manual operating handle and computer is made, and 3 dimensional shape measuring algorithm using Z-map is applied. The 3 dimensional shape data of the free surface model measured by laser displacement sensor and electric touch probe are achieved directly. Performance of the proposed system is evaluated through measurement of various shape model.

Key words: on-the-machine measurement, 3-D measurement, NC code, Machining Center

## 1. 서론

금형산업의 대부분을 차지하고 있는 자유곡면을 포함한 금형의 설계에 있어서 Surface Model을 통한 자유곡면의 구성은 필수적이다. 특히 심미적인 의장을 고려한 제품에는 자유곡면으로 구성되는 요소가 많이 있다. 컴퓨터를 사용하여 이러한 제품을 설계할 때 제품의 형상이 복잡하고 여러가지 도면 요소가 복잡하게 얽혀있으므로 이들 형상을 이해하기도 어렵다. 이러한 경우 마스터 모델을 사용하면 제품의 기능, 외관 설계가 훨씬 효과적이다.

마스터 모델을 베이스로 한 제품이나 금형의 형상은 모방가공기로 가공하든지 또는 디지털이징한 데이터를 기초로 NC가공을 할 수 있다. 이러한 방법은 곡면정도가 곤란한 복잡한 형상의 제품이나 금형의 제작에 가장 널리 쓰이고 있는 이상적인 방법이라고 할 수 있다. 이들중 머시닝 센터에서 터치프로브를 이용하여 측정하는 방법이 있다. 이것은 CNC 머시닝 센터에서의 Custom Macro기능과 Skip기능을 주로 이용한다. 이 측정 방법은 Custom Macro에 의해 측정을 수행하다가 Touch Probe로 부터 검출신호를 받으면 현재 명령을 Skip해서 검출된 점의 좌표값을 RS-232C를 통해 NC 컨트롤러로부터 읽어들인다. 이러한 과정은 마스터 모델 전 부분에 걸쳐서 반복한다.

그런데 이런 Custom Macro를 이용시 머시닝 센터에 필요한 입출력 접점이 필요하고, 이에 맞는 PLC 프로그램의 수정이 불가피하다.

본 연구에서는 머시닝센터상에서 자유곡면을 가지는 제품의 형상정보를 측정하기위해 기존의 CNC컨트롤러를 변경시키지 않고 CNC조작반을 PC와 인터페이스시키는 것으로 측정시스템을 구성하였다. 구성된 시스템은 CNC 컨트롤러의 NC프로그램을 사용하지 않으므로 머시닝 센터를 보다 자유롭게 제어하는 것이 가능하며, 기존의 NC코드로 표현할 수 없는 다양한 궤적제어도 실행 가능하다.

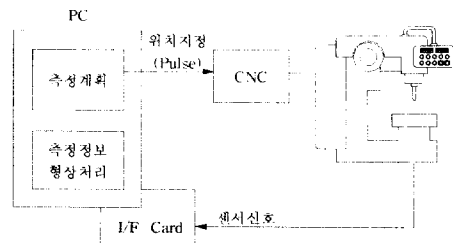


그림1. 시스템 구성도

## 2. 펄스지령에 의한 on-the-machine 측정

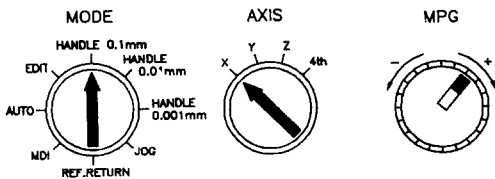
### 2.1 기본 개념

본 연구에서 사용한 머시닝 센터는 (주)대우의 수직형 머시닝 센터 AV-30이며, 이 기계에 사용되고 있는 NC콘트롤러는 FANUC 0-M시리즈이다. 본 연구에서는 머시닝 센터의 수동조작모드를 PC로 제어함으로써 측정을 하였는데 머시닝 센터의 수동조작을 위해 준비된 수동조작단을 표시하면 그림2와 같다.

그림2에 표시된 수동조작단의 조작순서는 다음과 같다.

- 1) MODE선택 스위치를 HANDLE MODE에 둔다. 이때 수동조작의 최소 이동단위를 정할 수 있는데, 그림에서와 같이 0.1mm, 0.01mm, 0.001mm의 3가지가 있다.
- 2) 축 선택 스위치를 조작하여 움직이고자 하는 축을 선택한다.
- 3) 움직일 거리만큼 Manual Pulse Generator(MPG)를 + 혹은 - 방향으로 돌린다. (단, 1초간 5회전 이하의 속도로 돌린다.)

본 연구에서는 이러한 작업자의 수동조작을 컴퓨터를 이용하여 대체시킴으로써 정확하고 신속하게 좌표측어를 할 수 있도록 하였다.



CNC Control Panel

그림2. 수동조작을 위한 NC콘트롤러의 조작단

### 2.2 머시닝 센터와의 인터페이스

본 연구에서는 수동조작에 필요한 그림3의 3가지 조작단과 센서 출력을 컴퓨터와 연결해주는 인터페이스를 제작하였고 그림4는 머시닝센터의 조작단 내부 배선도이다. 각 조작단 중에서 MODE와 AXIS는 선택스위치에 의해 각 동작이 1개씩 선택되는 구조이고, 펄스 발생기는 A와 B상의 출력이 동시에 나오는 구조이다.

그림4는 콘트롤러에 장착한 인터페이스의 구성도이다. 구성은 크게 MODE SELECT, AXIS SELECT, MPG, 그리고 센서 검출신호의 입력부분으로 되어 있다. 회로에서 MODE와 AXIS는 항상 한번에 하나만의 스위치가 선택될 수 있도록 디코더회로를 사용하여 안전을 도모하였고, 펄스발생기에는 A상과 B상의 출력을 동시에 보낼 수 있도록 출력포트의 일부분을 사용하였다.

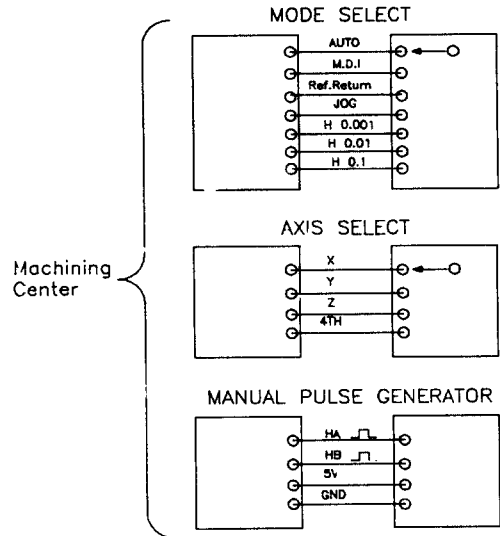


그림3. NC콘트롤러 조작단 배선도

### 2.3 형상 측정

#### 2.3.1 측정용 프로브

실험에 사용한 측정장치로는 자작한 통전식 Touch Probe와 OMRON사의 24M-W40모델의 레이저 거리계를 이용하였다.

가. 통전식 터치프로브

그림5(a)는 통전식 터치프로브의 구조와 측정원리를 나타낸다. 통전식 터치프로브는 측정대상이 도체로 제작되어 있을 경우 터치 프로브의 접촉자와 모델이 닿는 순간 전기가 흐르는 것을 검출하여 접촉순간을 알아내는 비교적 간단한 원리로 되어있다. 제작한 터치프로브는 그림과 같이 3개의 부품으로 구성된 간단한 구조이며 가운데 부품인 프라스틱 스프링 조인트는 터치프로브와 모델의 접촉시 과한 힘이 걸리지 않게 해주면서 프로브 자체의 영구변형을 막기 위한 것이다.

나. 레이저 거리계

그림5(b)는 레이저거리계의 구조와 측정원리를 나타낸다. 레이저 다이오드로 구성된 광원에서 송출된 빛이 시준렌즈를 거쳐 측정물의 표면에 투사되면, 난반사에 의해 그 화상이 집광렌즈를 거쳐 광학적 선형센서에 투영된다. 광학적 선형센서에서의 투영위치는 시준렌즈와 측정물 간의 거리와 비례관계를 이루므로 그 상대위치에 비례하게 전압신호를 발생시킴으로써 측정물 표면까지의 거리를 측정할 수 있다. 그리고 센서 신호의 Display장치의 출력형태는 Relay 접점식이다.

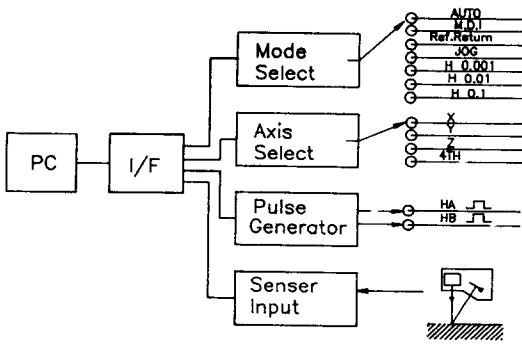
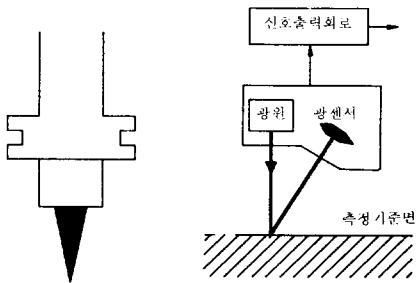


그림4. 인터페이스의 구성



(a) 통전식 터치프로브 (b) 레이저 거리계

그림5. 측정 센서

### 2.3.2 형상 측정 Algorithm

본 연구에서는 측정 데이터를 표현하는 방법으로 Z-map을 사용하였다. Z-map에서의 데이터의 표현방법은 측정하고자 하는 전체 영역을 임의의 갯수의 격자점으로 나누고, 주어진 격자점( $X_i, Y_j$ )에 대해 하나만의 높이 정보를 가지는 데이터 표현 방법이다.

주어진 모델의 형상을 측정하기위해 작성한 프로그램의 Algorithm은 다음과 같다. 즉

단계1: 최초에 측정하고자 하는 모델의 기준점까지 Z축을 이동시킨다.

단계2: 측정 범위와 측정 간격을 설정하고, 최저,최고 안전높이를 설정한다.

단계3: Z축을 센서의 출력이 나올때까지 아래로 이동한다.

단계4: 접촉을 감지하는 순간, 또는 최저 안전거리까지 도달하는 순간 현재의 Z축 값을 배열에 저장하고, Z축을 안전거리까지 수직 상승시킨다.

단계5: 측정점을 갱신하고 측정범위를 모두 측정할 때까지 단계3부터 반복실행한다.

## 3. 실험 결과 및 고찰

본 연구에서 개발한 형상측정 시스템을 이용하여 실제로 형상측정 실험을 수행하였다. 통전식 터치프로브로 측정된 대상물은 전기가 통할 수 있는 스패너와 선삭용 인서트이며, 레이저 거리계로는 플라스틱 제품인 마우스에 대하여 측정실험을 하였다.

측정시 스패너의 피치간격은 1mm로 하고, X축 50points, Y축 40points, 총 2000points(크기 50×40)를 측정하였다. 그리고 인서트는 0.2mm간격에 X축 100points, Y축 80points, 총 8000points(크기 20×16)를 측정하였다. 측정시간은 각각 2시간, 10시간 가량 소요되었다. 레이저 거리계로 측정된 마우스는 3mm 피치간격에 X축 40points, Y축 30points, 총 1200points(크기 120×90)를 측정하였고, 소요시간은 3시간가량 걸렸다. 여기서 레이저 거리계로 측정시 측정정도를 개선시키기 위해 다소 측정속도를 바꿔 가면서 측정작업을 행하였기 때문에 통전식 보다 측정시간이 길었다.

레이저 거리계를 이용하여 측정하는 경우에는 정밀도에 다소 주의를 기울였지만 센서 출력형태가 Relay접점식이어서 고속으로 측정할 경우 센서검출에서의 시간 지연에 따른 Z축의 over travel이 발생하여 반복정밀도가 좋지 못했다. 따라서 센서 출력신호를 Display 장치를 거치지 않고 직접 입력 받으면서 측정시 Z축의 속도를 제어하면 고속 및 고정도의 측정이 가능하리라 기대된다.

측정한 data를 CAM 소프트웨어(Turbo CAM,터보테크사)에 적용시키기위해 DATA FILE Format을 그에 맞게 변경한 뒤에 Model을 생성하여 NC Code를 생성하였다. 생성된 NC코드를 RS-232C를 통해 머시닝 센터로 Down Loading 함으로써 자유곡면을 가지는 모델로부터 제품을 제작할 수 있는 시스템의 구성이 확인되었다.

## 5. 결론

본 연구에서는 머시닝센터에서 직접 마스터모델을 측정하기위한 시스템을 개발하였다. 본연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

- ① CNC머시닝 센터와 PC간의 인터페이스를 제작하여 형상측정시스템을 구축하였다.
- ② CNC 콘트롤러 조작관을 직접 제어함으로써 Custom Macro와 PLC의 수정없이 형상측정 시스템을 구성할 수 있다.

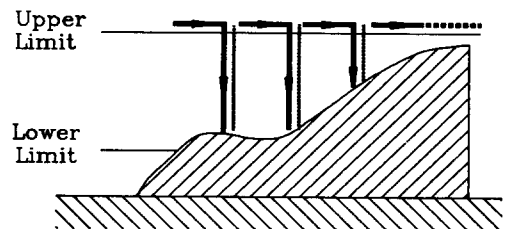
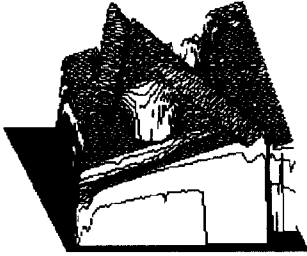


그림6. 형상측정 Algorithm

③ 고속 및 고정도의 측정을 위해서는 센서신호의 출력을 이용한 원할한 속도제어가 필요하였다.



(a) 스패너



(b) 인서트



(c) 마우스

그림7. 측정된 모델의 예

```

%
G40G80G17G90G00
G90X00Z100.
X0.Y0.
G17
G90G00
X-10.Y-10.Z8.5
G01Z-1.5F100
X-9.
X60.
G00Z98.5
X-10.Y-9.Z8.5
G01Z-1.5
X-9.
X60.
%

```

```

G00Z98.5
X-10.Y60.Z8.5
G01Z-1.5
X-9.
X60.
M05
M09
M30
%

```

그림8. NC code의 예(Turbo CAM이용)

### 참고 문헌

- (1) "3차원 측정기의 현상과 문제점." - 정석주, 대한기계학회지, 1992, Vol 132, No 2, pp184 ~ 193
- (2) "접촉 감지 프로브를 이용한 자유곡면의 3차원 형상 자동측정." - 송창규 외, 대한기계학회지, 1993, Vol 17, No 2, pp407 ~ 415
- (3) "머시닝센터 취급·사용설명서" - (주) 대우중공업
- (4) ACE - V30 V/MCT Electrical Diagram