

On-machine 자동 측정 시스템 개발에 관한 연구

구본권*, 류제구*, 김종호*, 이우철*

서울산업대학교 금형설계학과

A Study on the Development of on-machine Automatic Measuring System

B. K. Koo*, J. K. Ryu*, J. H. Kim*, W. C. Lee*

Seoul National University of Technology

요 약

본 연구에서는 3차원 솔리드 모델러로부터 Modeling한 후 제작된 model에 사용자가 원하는 측정 위치를 지정함으로써 자동적으로 측정용 NC Data를 얻을 수 있는 알고리즘을 설계하고 이를 Program화 하였다.

3-D Modeler로서 Unigraphics를 사용하였으며, 공작기계는 FANUC Controller를 장착한 Machining Center이다. 측정용 센서는 접촉식 Probe를 사용하였다.

본 연구를 통하여 CAD 시스템에서 구축된 Geometric Model로부터 직접 측정을 위한 NC data를 얻고, 이 data를 가공후의 측정 Data와 비교하여 봄으로써 제품의 가공정밀도를 확인해 볼 수 있으며, 가공시의 간섭 Check, 잔삭가공여유, 과절삭등 다양한 정보를 얻을 수 있을 것이다.

향후 지속적인 연구개발을 통하여 data의 통계처리 및 공작기계의 오차 보정등을 고려하여 줌으로써 기계상에서의 측정 data에 대한 신뢰도를 구축할 수 있을 것으로 사료된다.

주요어 : on-machine measuring system, 컴퓨터 통합 생산(CIM),

1. 서 론

최근들어 제품의 생산주기가 빨라지면서 기계부품이나 금형 등의 제작을 위한 컴퓨터 통합생산(CIM) System의 도입이나 유연생산시스템(FMS)의 필요성이 점점 증가하고 있다.

특히 높은 정밀도를 요하는 금형 등의 제작에 있어서는 설계, 가공, 조립 시운전의 제작공정 중 가공분야에서의 납기 단축 및 고품질화가 생산성 향상에 큰 비중을 차지한다. 한편 가공공정에 사용되는 공작기계들은 종전과 비교하여 가공 성능 및 정밀도가 현저히 우수해지고 있으며, 가공후의 부품 정밀도를 검사하기 위한 고정밀의 3차원 측정기가 사용되고 있다. 그러나, 대형 부품의 기계가공 및 측정시 공작기계와 측정기간의 빈번한 이동과 재설치시의 시간손실이 생산성을 크게 저하시키는 요인이 되고 있다.

CNC Milling Machine이나 Machining Center 등에 의한 부품 가공시 공작기계에 설치된 접촉식 또는 비접촉식 센서에 의하여 공작물을 측정할 수 있다면 또한 가공부위의 형상을 파악하고 평가할 수 있다면 제품의 고품질화, 납기의 단축 및 저 코스트화를 추진하는데 유효한 수단이 될 수

있을 것이다.

이와같이 가공된 부품을 공작기계상에서 검사 또는 측정하고자 하는 연구가 최근 들어서 많이 시도되고 있다.[1]~[4] 그러나 이러한 연구들의 대부분은 Wire-frame 방식의 CAD System을 기반으로 개발되어 특정형상에의 적용은 가능하나, 자유곡면으로 표현되는 대부분의 금형의 Core 및 Cavity 부의 측정 등에는 적용이 어렵다고 할 수 있다.

본 연구에서는 사출금형용 핵심부품인 Core 및 Cavity 측정 등에 원활히 사용할 수 있도록 하기 위하여 3차원 Solid Modeler로서 Unigraphics (Version 13, 이하 UG라 함)[5]를 사용하였으며 자동측정용 소프트웨어는 UG의 GRIP Function을 사용하였다. 사용된 센서는 접촉식 Probe (Renishaw, MP7)를 이용하였다. 자동 출력되는 NC Code는 FANUC 0M 에서 구동가능하도록 Macro-B Type으로 프로그래밍하였다. 또한 사용자 위주의 편의를 제공하여 대부분의 입력 데이터를 최소화함으로써 측정공정의 단순화를 기하였다.

본 시스템의 활용을 통하여 CAD / CAM 및 CAT 관련 작업자들이 측정 데이터를 공유함으로써 가공 정밀도를 향상시킬 수 있으며, 향후 통합 환경하의 중소형 CIM 시스템 구축시 가공 및 측정시 발생하던 시간손실을 상당부분 해소시킬 수 있을 것으로 사료되며, 무인가공시 유효한 기능을 발휘할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 시스템의 구성

2-1. 시스템 개발 환경

개발된 시스템은 Fanuc 0M Controller가 장착된 Vertical Type Machining Center를 사용하였다. 측정 센서는 NC Code에 의하여 작동이 가능한 영국 Renishaw사의 접촉식 Probe를 이용하였다.

Software의 개발은 UG에서 제공되는 GRIP Function을 사용하였다. 즉, UG에 측정 Menu를 설정하고, CAD 작업자가 모델링한 Geometric Model을 받아서 측정자 또는 가공기술자가 측정을 원하는 부분을 지정하여 줌으로써 Probe의 동작을 위한 NC-Code가 자동으로 생성할 수 있게 하였다. 컴퓨터내에 올라온 기측정된 데이터는 UG 환경하에서 초기에 Modelling된 데이터와 비교하여 가공정도를 표시할 수 있도록 하였다.

2-2. 자동 측정 Software의 구조

자동 측정 Software의 전체적인 구조를 Fig.1에 도시하였다.

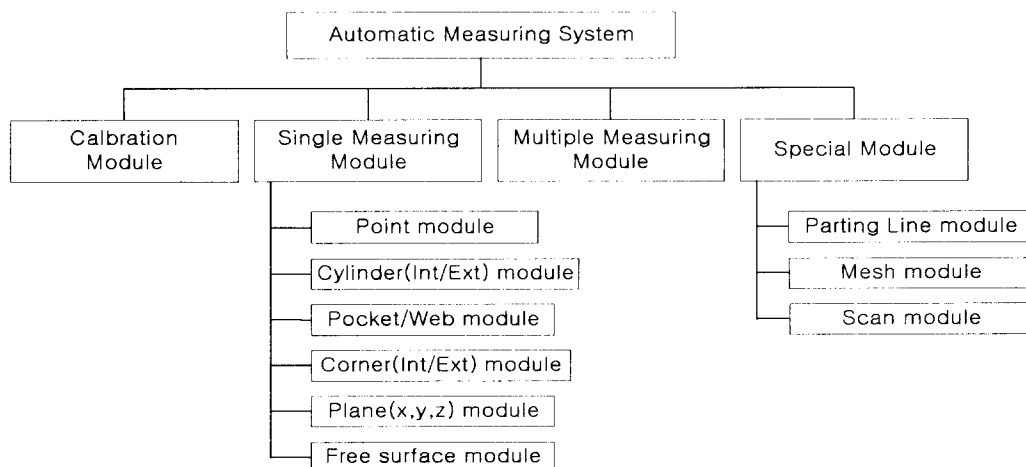


그림. 1 Software의 구조

Fig. 1 Structure of measuring system

Surface 측정 모듈의 경우 측정지점에 대하여 법선 벡터를 따라 접근하는 방식과, 방향단위 Vector인 i, j, k 성분중 가장 큰 성분을 택하여 선택된 방향으로 접근하는 2가지 방식이 모두 구현되었다. 또한, Solid 정보로부터 Surface 정보를 획득하여 그 측정대상을 Surface로 확장시킴으로써 결과적으로 측정 모듈의 통합이 가능하였으며 사용자 Interface가 향상되었으며 복합모듈 개발에 필요한 기반을 확보하였다.

Fig. 2에 Surface 상에 존재하는 측정점의 생성부턴을 도시하였다.

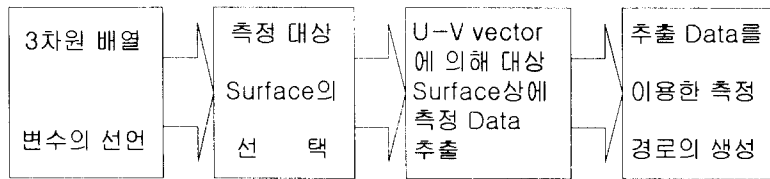


그림 2. Surface상의 측정점 생성 흐름도

Fig2. Flow diagram of point creation on the Surface

상기의 과정을 통하여 UG상의 Surface Data를 직접 제어함으로써 기타 측정 Module들은 다소 공통적인 기본 Algorithm을 가지는데 이를 흐름도로 나타내면 Fig.3과 같다.

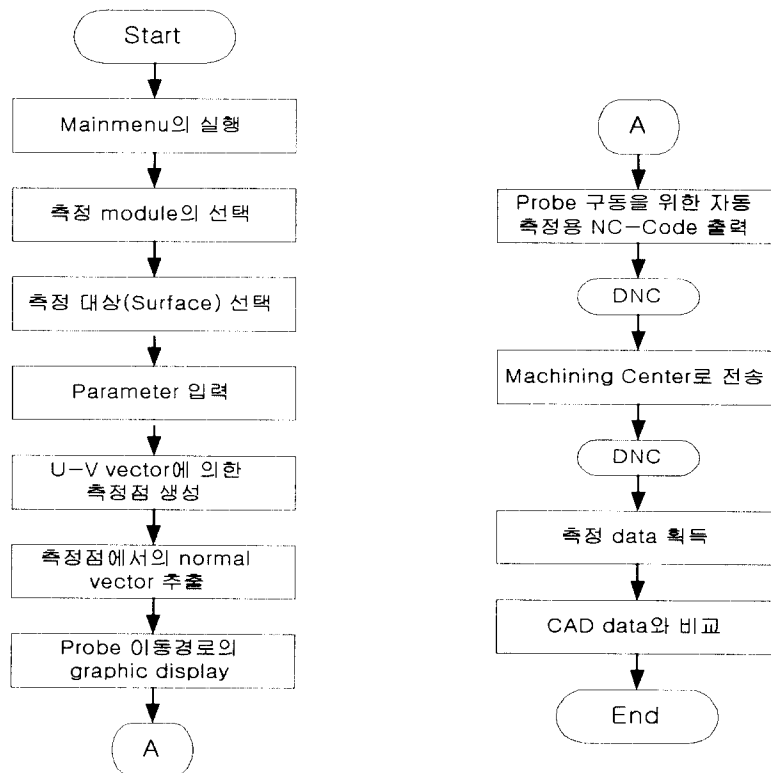


그림. 3 자동측정시스템의 측정 순서도

Fig. 3 Flow Diagram of Automatic measuring system

2-3. Probe구동을 위한 Macro Program구조

접촉식 Probe를 이용하여 측정하기 위하여 특정 형상 및 측정 Module별 Macro Program이 개발되어야 한다. 본 연구에서는 이를 위하여 비교적 문법이해가 쉬운 FANUC계열의 Macro-B Type을

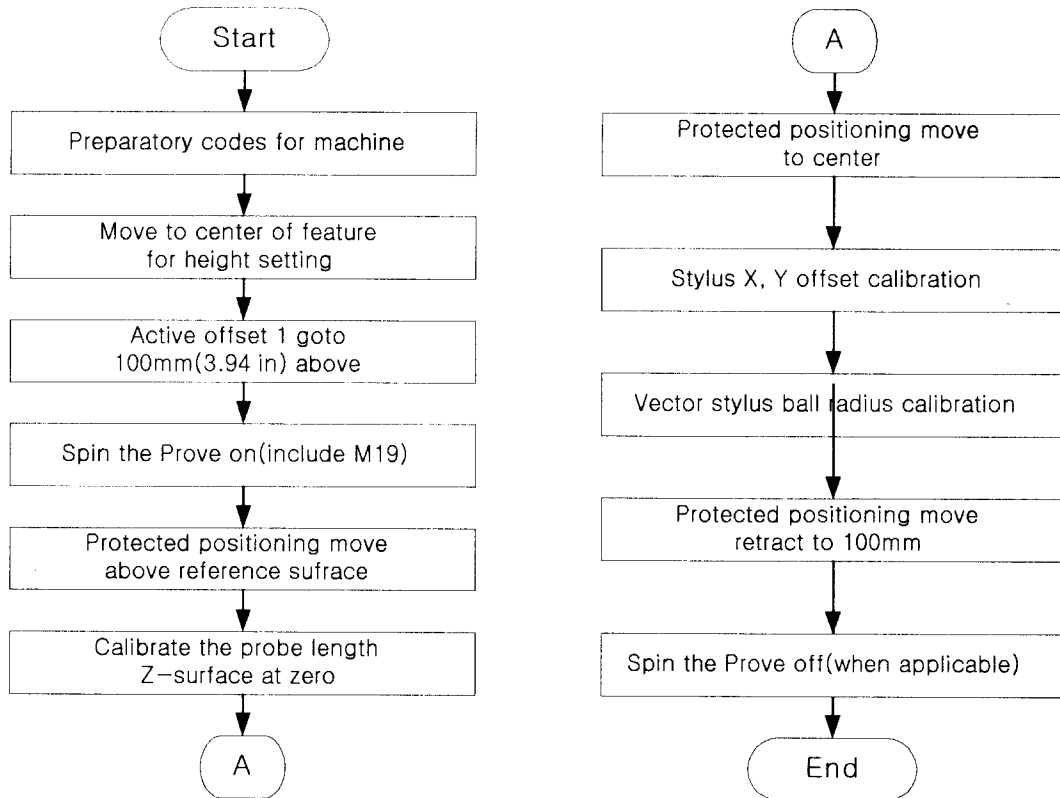


그림.6 보정용 Program의 흐름도
Fig.6 Flow Diagram of Calibration Routine

Fig.7은 Fig.6의 보정용 Routine에 대한 Probe Location Program을 나타낸 것이다.

```

G90 G80 G40 G00
G54 X35. Y0.
G43. H1 Z100.
G65 P9832
G65 P9810 Z30. F3000
G65 P9801 Z20.006 T20.
G65 P9810 X0. Y0.
G65 P9810 Z5.
G65 P9802 D50.
G65 P9804 D50.001
G65 P9810 Z100. F3000
G65 P9833
G28 Z100.
H00
M30
  
```

그림. 7 보정용 Program
Fig. 7 Program of Calibration Routine

Fig.8은 UG에서 개발된 자동측정 시스템의 자유곡면 측정용 Module을 이용하여 가상 측정된 것을 도시한 것이다.

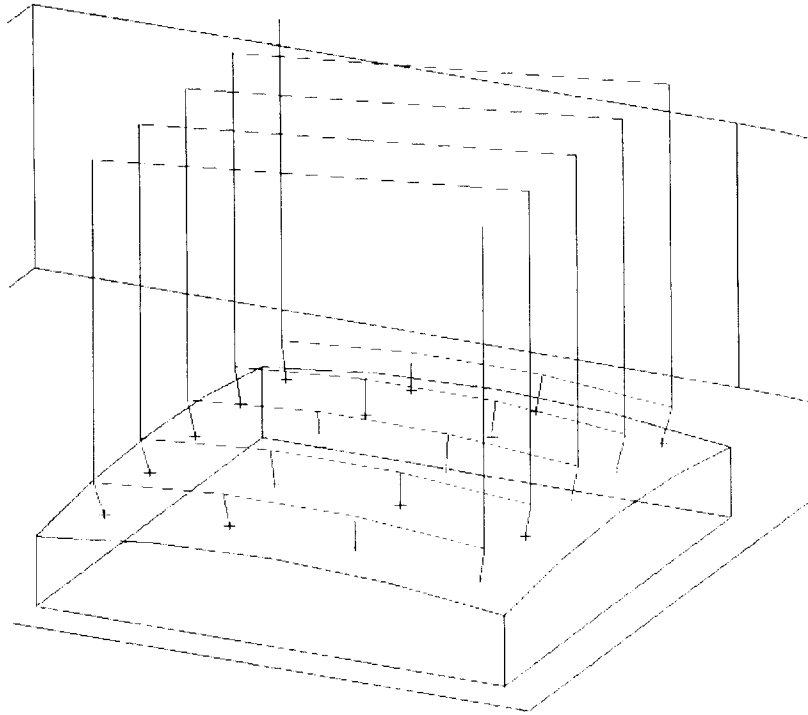


그림. 8 자유곡면 형상 측정 모듈의 실행 결과

Fig. 8 Result of executing the Free Surface measurement Module

3. 측정결과 및 고찰

Table1은 개발된 시스템을 직육면체의 측정용 Block에 대한 측정실험을 행한 결과이다. 각 측정 모듈에 대하여 10회를 기준으로 반복 측정한 결과 측정 정밀도는 $\pm 15\mu\text{m}$ 이내에 들고 있음을 알 수 있다. 한편, 동일 측정점에 대한 반복정밀도는 $5\mu\text{m}$ 이내에 들고 있음을 알 수 있었다. 따라서 본 시스템을 이용하여 Machining Center에서 계측하는 경우 그 측정결과에 대한 신뢰도를 확보할 수 있었다.

표. 1 직육면체 Block에 대한 측정결과

Table 1. Measuring Results for Rectangular Block

측정 항목	측정점 CAD data	측정 Data	Deviation
XY평면 3Point 측정 module	Z = 0.000	Z = 0.0010	0.001
	Z = 0.000	Z = 0.0150	0.015
	Z = 0.000	Z = 0.0150	0.015
XYZ Single Surface 측정 module	X = 50.000	X = 50.0030	0.003
	Y = 0.000	Y = 0.0020	0.002
	Z = 0.000	Z = 0.0010	0.001
Web module 복합 측정	X = 50.000	X = 50.0090	0.009
	Y = 50.000	Y = 49.9970	-0.003
	Z = 50.000	Z = 49.9860	-0.014

4. 결론 및 향후 개발방향

본 연구에서는 3차원 Solid Modeller인 Unigraphics를 기반으로 Machining Center에서 활용가능

한 기계상 자동 측정 시스템(On-Machine Automatic Measuring System)의 개발을 시도하였다. 연구결과를 통하여 다음과 같은 시스템의 개발이 가능하였다.

1. 특징형상에 대한 자동측정 Program생성으로 사용자 Interface기능을 향상시켜서 측정에 필요한 시간을 최소화하였다.
2. 다양한 특징형상에 대한 측정 모듈을 개발하였으며, 이들의 복합측정보들도 개발하여 활용의 범위를 넓혔다.
3. 자유곡면 및 금형의 Parting Line도 용이하게 측정이 가능하도록 Software를 구현하였다.
4. 기측정 Data를 Geometric Model Data와 비교하여 볼 수 있는 Monitoring 기능을 제공하였다.
5. Protect Mode를 적용하여 Probe 이동시 공작물과의 간섭을 자동적으로 Check할 수 있도록 하였다.

향후 연구개발 방향은 측정된 Data의 분석을 통하여 CMM의 일부기능을 추가하고자 하며 기계상의 이송오차를 보정하여 보다 높은 측정 정밀도 및 반복정밀도를 높일 수 있는 방법론을 연구한다.

참 고 문 헌

- [1] 김경돈, 정성중, "NC 공작기계용 지능형 측정 및 검사시스템", 한국공작기계기술학회지, 제 6권 제 2호, pp 83~91, 1997, 6
- [2] Yoshiaki Kakino, Yukitoshi Ihara, 'Development of Machining and Measuring center, and Evaluation of its Performance', Japan-U.S.A Symposium on Flexible Automation-A Pacific Conference, 1990, pp189~195
- [3] 정성중, 김승철, 안중용, 김경돈, 이성일, "상관관계 해석을 고려한 온 더 머신 자동 측정 시스템", 한국공작기계기술학회 '96년도 춘계 학술대회 논문집, 1996, pp183~187
- [4] 김경돈, "지능화된 In-Line Measuring 시스템의 개발에 관한 연구", 석사학위논문, 1996, 한양대학교
- [5] EDS, *UG/Open GRIP Reference*, 1996, U.S.A
- [6] Renishaw, *System Installation Manual-Machine Tool*, 1991, United Kingdom
- [7] Renishaw, *Inspection Plus Software-Programming Manual*, 1995, United Kingdom
- [8] FANUC, **FANUC 기술연수소 자료(Custom Macro 코스)**, 1992, Korea
- [9] FANUC, **FANUC Series 0-MC, 00-MC, 0-Mate MC 취급설명서**, 1990, Korea