

3차원 측정기술과 동향(제 1호)

소형 구조물용 접촉식

3차원 측정기 기술 현황 및 개발 동향(2)



김형주
(주)덕인 부설연구소



이동주
충남대학교 기계공학과

1. 서론

3차원 측정기(Coordinate Measuring Machine, CMM)에서 요구되는 기술은 정밀도와 측정 속도, 센서, 데이터 취득 및 처리를 위한 소프트웨어 그리고 환경에 대한 적응성 등으로 분류할 수 있다(그림 1 참조).⁽¹⁾

이러한 기술들은 소재, 가공, 컴퓨터 관련 기술 및 FMS 나 CIM과 같은 제조 공정의 발전과 밀접한 관계가 있다.

소재 기술과 가공 기술이 발전함에 따라 특수 합금을 CMM제작에 사용함으로써 경량화, 내환경성 향상, 난삭재의 가공 정밀도 향상 등이 가능해 졌고 컴퓨터 기술과 제조 공정의 발전에 부응하기 위해 측정의 자동화와 CAD/CAM 부분과의 데이터 호환 등이 이루어지게 되었다.

본 고에서는 CMM의 기술 동향과 국내,외의 개발 현황을 객관적으로 비교가 가능한 정밀도와 소프트웨어 위주로 살펴해보도록 하겠다.

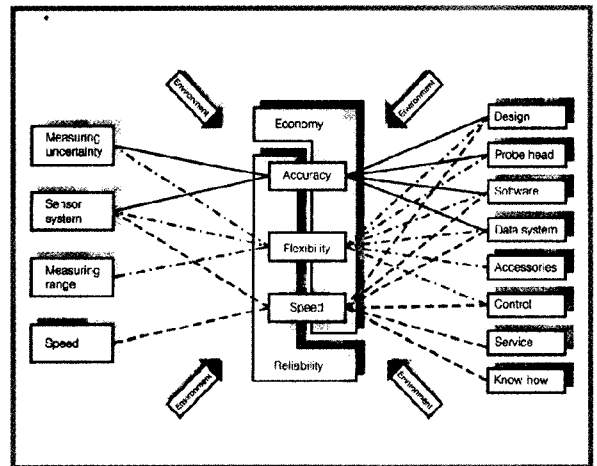


그림 1. 3차원 측정기에 요구되는 기술 환경

2. 기술 현황

2.1 정밀도 관련 현황

2.1.1 정밀도의 개요

정밀도란 계측기가 나타내는 값 또는 측정 결과의 정확성과 정밀성을 포함한 종합적인 양호성을 의미한다.⁽²⁾ CMM에서는 교정된 기준기를 측정했을 때 나타나는 기준기의 교정값과 CMM의 측정값 사이의 차이를 오차(Error)라 하고 이 오차는 지시오차(E)와 프로빙오차(P)로 구분한다.

CMM의 오차는 MPE(Maximum Permissible Error)라는 용어를 사용하여 MPE_E 또는 MPE_P 등과 같이 표현하는데 이 값을 일반적으로 정밀도라는 개념과 유사하게 적용할 수 있다.

지시오차 E는 5개의 각기 다른 길이를 갖는 기준기를

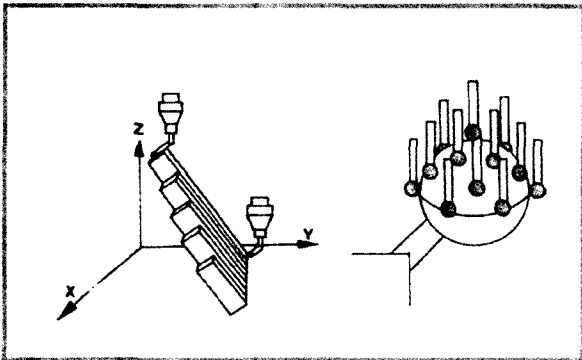


그림 2. 정밀도 검사 개념도

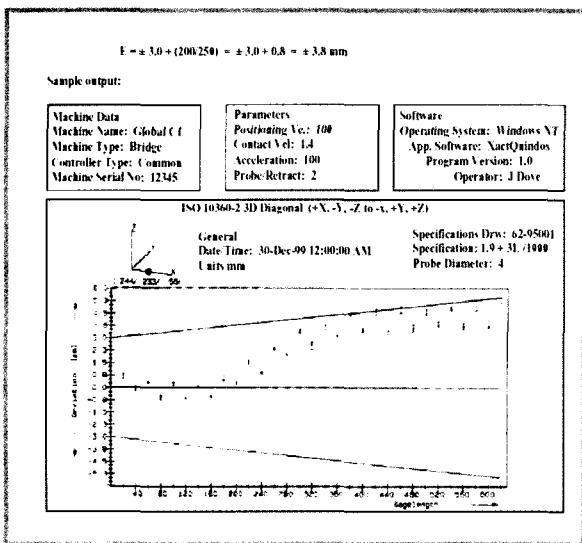


그림 3. 정밀도 검사 결과(예)

CMM의 측정 공간 내 임의의 위치 7군데에서 각각 3회씩, 총 105회 측정하여 구한 오차가 측정기 제조사가 제시한 MPE_E 의 한도를 넘지 않아야 한다.

프로빙오차 P는 기준구를 일정한 간격으로 25점을 프로빙 한 후 프로빙 된 점들을 이용하여 구위 중심을 계산하고 이 중심으로부터 계산된 각 프로빙 점까지의 거리 중 최대값과 최소값의 차이가 측정기 제조사가 제시한 MPE_P 의 한도를 넘지 않아야 한다.⁽³⁾

그림 2에서는 ISO 규격에 의한 CMM의 정밀도 검사 방식의 예를 보여주고 있고 그림 3에서는 검사 결과에 대한 성적서 작성 예를 보여주고 있다.

2.1.2 CMM별 정밀도 수준

CMM의 정밀도 수준은 제조사의 기술 수준과 시장의 요구에 의한 경제성, 실용성 등에 의해 결정되는데 최근에는 시장성에 비중을 둔 개발이 주류를 이루고 있다.

CMM의 정밀도 수준은 CMM의 구조나 측정 범위, 사용 환경 및 용도 등에 따라 다양하게 분류할 수 있으나 본 고에서는 필자의 판단에 따라 표준실에서 기준기 1000mm를 측정할 경우의 MPE_E 를 기준으로 다음과 같이 분류하였다.

- 초정밀급 : $MPE_E \leq 2.5\mu\text{m}$
- 정밀급 : $2.5\mu\text{m} < MPE_E \leq 5.0\mu\text{m}$
- 일반급 : $5.0\mu\text{m} < MPE_E \leq 10.0\mu\text{m}$
- 기타 : $MPE_E > 10.0\mu\text{m}$

(1) 초정밀급 CMM 동향

초정밀급은 1000mm를 측정했을 때 지시오차가 $2.5\mu\text{m}$ 이하인 CMM이다.

Zeiss(독일)의 UPMC CARAT, Brown & Sharpe(미국)의 PMM-C, Mitutoyo(일본)의 Legex등이 대표적인 초정밀급 CMM이다.

그림 4는 PMM-C의 형상을 보여주고 있다.

초정밀급 CMM은 다른 CMM의 구조와는 달리 주로 테이블 이동형이나 싱글 암형 등의 구조로 제작되며 프로브에서 발생하는 오차의 영향을 최소화하기 위해 각 제조사에서 개발한 특수한 프로브를 장착하고 있다.

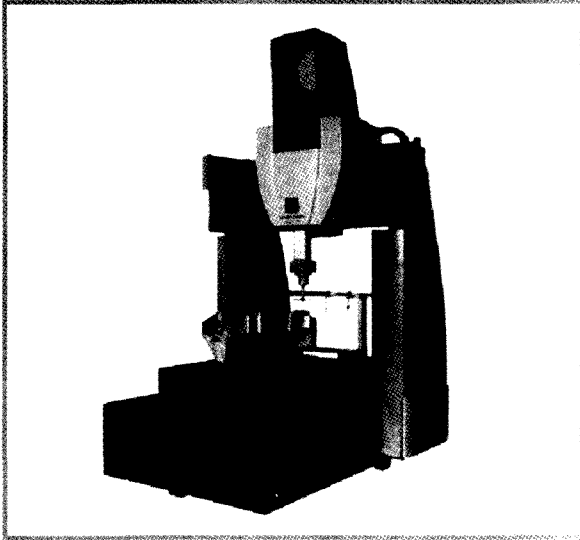


그림 4. PMM-C(Brown & Sharpe, 미국)

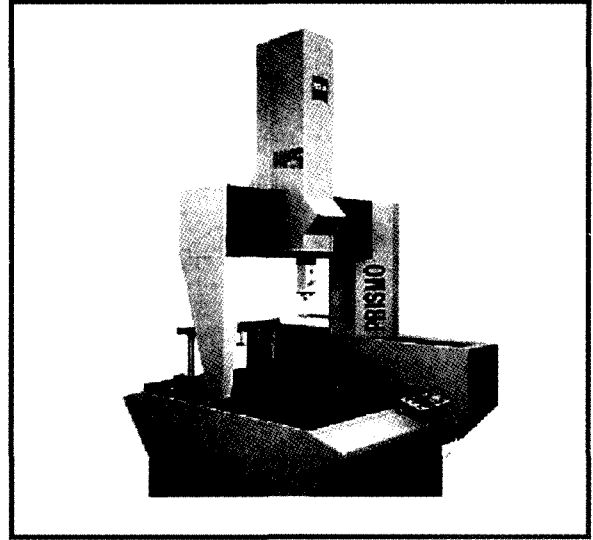


그림 5. PRISMO(Zeiss, 독일)

표 1. 초정밀급 CMM 규격 비교

모델	UPMC850 S-ACC	PMM-C 700-P	Legex 910
제조 회사	Zeiss(독일)	B & S(미국)	Mitutoyo(일본)
구조	브리지 이동형	테이블 이동형	테이블 이동형
측정 범위 (mm)	X	1,200	905
	Y	1,000	1,005
	Z	700	605
MPE _E (μ m)	0.7+	0.6+	0.48+
L : mm	L/600	L/600	L/1000
MPE _P (μ m)	0.6	0.6	0.6

초정밀급 CMM은 장비 자체가 고가이고 온도, 진동 등 외부 환경에 민감하게 반응하므로 측정 환경 조성과 유지에 많은 투자가 필요하다. 따라서 정밀 가공품이나 게이지 측정 등의 특수한 용도에 주로 사용되며 일반 산업체에서 실질적으로 운영하기가 어려운 실정이다.

표 1은 각 회사 별 초정밀급 CMM의 규격을 비교한 내용이다.

(2) 정밀급 CMM 동향

초정밀급 CMM이 일부 특수한 용도로 사용되는데 반해 정밀급 CMM은 산업 현장의 품질관리에 중추적인 역할을 담당하고 있다.

따라서 주요 CMM 제조 회사들이 집중적으로 개발하는

표 2. 정밀급 CMM 규격 비교

모델	Primo 5 HTG	Global Reference	Bright- Strato707
제조 회사	Zeiss(독일)	B & S(미국)	Mitutoyo(일본)
구조	브리지 이동형	브리지 이동형	브리지 이동형
측정 범위 (mm)	X	1,500	700
	Y	900	700
	Z	500	600
MPE _E (μ m)	1.4+	1.4+	1.4+
L : mm	L/300	L/350	3L/1000
MPE _P (μ m)	1.5	1.3	1.8

기종이기도 하다. Zeiss의 Prismo, Mitutoyo의 Bright-STRATO 그리고 Brown & Sharpe의 global의 일부 모델이 정밀급 CMM에 해당한다.

그림 5는 PRISMO의 모습을 보여주고 있다.

정밀급 CMM은 사용의 편리성, 측정 범위 확대 등의 실질적인 기능이 요구된다. 제조 회사에서 제시한 정밀도를 유지할 수 있는 온도 범위가 보통 18℃~22℃ 정도로 확대되고 실시간 온도 보정 장치를 갖추고 있는 경우가 대부분이다.

또한 기구적인 오차를 소프트웨어적으로 보정하여 정밀도를 보정시키는 CAA(Computer Aided Accuracy) 소프트웨어를 채용함으로써 전적으로 가공 정밀도에 의존하여

CMM정밀도를 향상시키는 방법에 비해 제조 원가를 절감시키고 있다.

대부분의 초정밀급 CMM이 테이블 이동형의 구조를 갖고 있는데 비해 정밀급 CMM은 브리지 이동형의 구조를 갖고 있다. 또한 현장에서부터 요구되는 기능이 유사하므로 CMM의 형태나 구성 옵션 그리고 성능 등이 비슷하다는 특징을 가지고 있다.

표 2에서는 각종 정밀급 CMM의 규격을 나타내고 있다.

(3) 일반급 CMM 동향

CMM을 구성하고 있는 기구학적 특성 상 대부분의 경우 측정 범위가 늘어날수록 정밀도가 저하된다. 일반급 CMM

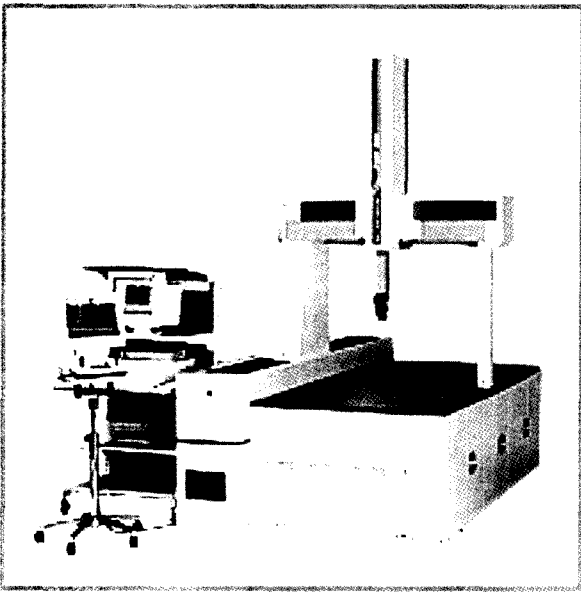


그림 6. BEYOND Apex(Mitutoyo, 일본)

표 3. 일반급 CMM 규격 비교

모델	ECLIPSE 1000	Global Image	BEYOND Apex1220
제조 회사	Zeiss(독일)	B & S(미국)	Mitutoyo(일본)
구조	브리지 이동형	브리지 이동형	브리지 이동형
측정 범위 (mm)	X	1,000	1,200
	Y	1,600	1,500
	Z	580	1,000
MPE _c (μ m)	4.2+	2.8+	4.9+
L : mm	L/200	L/333	5L/1000
MPE _p (μ m)	4.9	1.9	5.0

은 주로 브리지 이동형 CMM에서 각 축의 측정 범위가 1000mm를 넘는 모델에 해당되는데 CAA 소프트웨어를 이용하여 오차를 보정하더라도 CMM 자체의 반복정밀도로 인해 어느 정도의 기본 오차를 가질 수 밖에 없는 경우가 대부분이다.

일반급 CMM은 대형 금형이나 공작기계 부품, 기계 장치 등의 측정에 주로 사용되는데 중량물의 착, 탈 등을 용이하게 하고 브리지 구동의 안정성을 향상시키기 위해 측정기 테이블의 높이를 낮게 배치하는 등의 특징을 가지고 있다.

그림 6에서는 BEYOND Apex의 모습을 보여주고 있고 표 3에서는 각 기종간의 규격 비교 내용을 보여주고 있다.

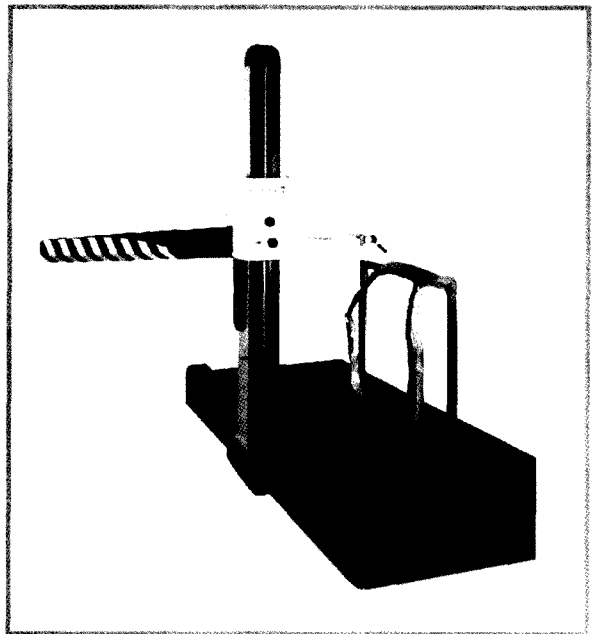


그림 7. SWAN SI(Coord3, 이태리)

표 4. 수평암형 CMM 규격 비교

모델	Carmet 30/16/21	Vento 60.16. 20	SWAN SI
제조 회사	Zeiss(독일)	B & S(미국)	Coord3(이태리)
구조	수평 암형	수평 암형	수평 암형
측정 범위 (mm)	X	3,000	12,000
	Y	1,600	1,500
	Z	2,100	2,000
MPE _c (μ m)	30+L/50	28+	10+15L
L : mm	≤ 85	32L/1000	(L : m)

(4) 기타 CMM 동향

여기서 표현한 기타CMM이란 주로 수평 암형 CMM (Horizontal Arm Type CMM)을 의미한다.

간단한 금구기나 단순한 거리 측정 등을 담당하던 레이아웃머신(Lay-out Machine)이 정밀도 향상, 프로브 활용, CNC화 등이 이루어지면서 수평암형 CMM으로 발전하였다.

자동차 차체, 시트메탈 또는 항공기 동체 등 주로 대형 제품을 측정하는데 사용된다.

수평암형 CMM이외에도 복잡한 형상을 손쉽게 측정하거나 CMM 설치 위치를 이동시키면서 측정할 목적으로 다관절 암형 CMM을 사용하는 경우가 있는데 정밀도라는 측면에서 본다면 기타 CMM으로 분류할 수 있다.

표 4에서는 대표적인 수평암형 CMM간의 규격을 비교하였으며 그림 7은 수평암형 CMM의 대표적인 형태를 보여주고 있다.

2.2 소프트웨어 관련 현황

CMM에서 종전의 소프트웨어는 단순히 수집된 좌표를 이용하여 원하는 결과를 계산하는 역할을 수행하였다. 그러나 컴퓨터와 CAD/CAM 기술이 발전하면서 CMM 소프트웨어도 새로운 개념으로 발전하게 되었다.

소프트웨어의 발전 동향은 크게 컴퓨터와 운영체제의 변화, 프로그램 언어의 표준화 그리고 CAD 관련 기술 등으로 구분할 수 있다.

2.2.1 컴퓨터 및 운영 체제

CNC CMM의 개발이 본격화되던 80년대 중반에는 주요

표 5. 제조 회사 별 컴퓨터 및 운영체제

구분	기본 소프트웨어	컴퓨터 운영체제
Dukin(한국)	NeuroMeasure	PC Windows
Mitutoyo(일본)	GEOPAK	PC Windows
B & S(미국)	PC-DMIS	PC Windows
Zeiss(독일)	UMESS UX	WS Unix
	Calypso	PC Windows
Sheffield(미국)	MeasureMax	PC Windows
LK(영국)	Visual CMES	PC Windows

제조 회사들이, HP사, VAX사, DEC사 등에서 제작된 Workstation을 주로 사용하였고 따라서 운영 체제도 HP Basic, VMS, Unix등을 채용하였다.

그러나 80년대 후반에 들어서면서 PC의 성능이 향상되고 MS Windows가 PC O/S의 표준으로 자리잡으면서 CMM소프트웨어에도 이를 적용하게 되었다(표 5 참조).

Windows를 사용하기 시작하면서 CMM 소프트웨어는 사용의 편리성 뿐 만 아니라 데이터 호환이라는 측면에서도 많은 발전을 가져왔다.

종래에는 측정 결과를 수작업으로 편집하여 성적서를 작성했으나 최근에는MS Excel을 이용하여 자동으로 측정 성적서를 작성하는 기술이 보편화 되었다.

2.2.2 프로그램 언어의 표준화

다소 보수적인 성격을 갖는 업무의 특성 상 측정 프로그램 표준화가 타 공정에 비해 상대적으로 늦어짐으로써 CMM 상호간의 데이터 호환은 물론 제조 공정의 통합 시스템 구축에 걸림돌로 작용하게 되었다.

이런 문제점을 해결하기 위해 측정기, 공작기계, 자동차, 컴퓨터 등에 관련된 회사들로 구성된 단체인 CAM-

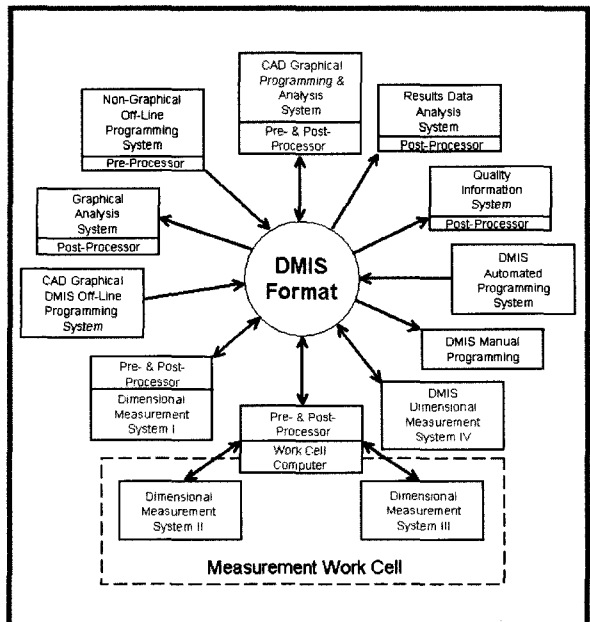


그림 8. DMIS와 주변 환경

I(Computer Aided Manufacturing-International)에서 1985년에 DME (측정기)와 CAD간의 인터페이스를 위한 표준 언어인 DMIS (Dimensional Measuring Interface Standard) 개발에 착수하였다. ⁴⁾

DMIS 연혁을 간추려보면 다음과 같다.

- (1) 1985년 DMIS 프로젝트 시작
- (2) 1986년 DMIS1.0 발표
- (3) 1987년 DMIS 2.0, 1989년 DMIS 2.1 발표
- (4) 1990년 ANSI/CAM-I 101 인준
- (5) 1995년 DMIS3.0 발표
- (6) 2001년 DMIS4.0 발표

DMIS 개발 초기에는 CMM제조 회사들로부터 별로 주목을 받지 못했으나 CAD파일을 이용한 오프라인 프로그래밍 소프트웨어의 활용이 늘어나면서 본격적으로 활용되기 시작하였다.

현재는 CAD 파일 이용의 활성화로 인해 거의 모든 CMM 회사에서 DMIS를 채용하고 있는 추세이다.

그림 8은 DMIS를 중심으로 한 주변 환경을 나타내고 있다.

2.2.3 CAD 인터페이스

종래에는 CMM이 주로 측정실이라는 독립적인 공간에서 제품 검사에 주로 사용되었다. 따라서 측정의 효율성이나 시스템간의 데이터 호환성 등보다는 정밀도를 위주로 운영되어왔다.

그러나 최근에는 CAD/CAM을 중심으로 한 제조 공정의 자동화가 급속히 진전되면서 CMM 운영에도 측정의 생산성, 효율성 및 데이터의 호환성이 강력히 요구되고 있다.

이에 대응하기 위한 방안의 하나로 CAD에서 설계된 모델링 파일을 이용하여 측정 프로그램을 작성하고 측정된 결과를 다시 CAD 파일과 비교하기 위한 인터페이스 개발이 활발히 이루어지고 있다.

CAD 인터페이스에는 중립 파일(Neutral Data Format, NDF)를 이용한 간접 변환 방식과 CAD 회사에서 정해놓은 Native 파일을 이용한 직접 변환 방식이 있는데 각각의 특징은 다음과 같다.

(1) 간접 변환 방식(Indirect CAD Interface)

NDF(Neutral Data Format)는 서로 다른 CAD 시스템간의 데이터 교환을 위해 정해 놓은 중립 형태의 데이터 파일이다.

간접 변환 방식은 규정된 NDF 파일의 입/출력을 통해 필요한 데이터를 다른 시스템과 교환하는 방식으로 NDF를 읽고 쓰는 기능만 있으면 시스템의 종류와 관계없이 데이터를 교환할 수 있다.

이 방법은 가장 일반화된 인터페이스 방식으로서 데이터 변환이 쉽고 광범위하게 활용할 수 있다는 장점이 있는 반면 설계 데이터를 변환하는 과정에서 기술적인 문제가 발생할 수 있다는 단점이 있다.

IGES, STEP, VDAFS 등이 주로 사용되며 현재 CMM 관련 소프트웨어에서는 대부분 간접 변환 방식을 사용하고 있다.

(2) 직접 변환 방식(Direct CAD Interface)

직접 변환 방식은 NDF를 거쳐 인터페이스가 이루어지는 간접 변환 방식과는 달리 CATIA, Pro-Engineer, UG 등의 Native CAD 파일을 직접 변환함으로써 NDF로 변환하는 과정에서 발생할 수 있는 데이터 손실 등을 방지할 수 있고 설계 특성(Entity)을 그대로 유지할 수 있으므로 효율적인 활용이 가능하다.

그러나 대부분의 Native CAD 파일은 Binary Code 형태로 존재하기 때문에 CAD 개발 회사의 협조가 없이는 변환이 불가능하다.

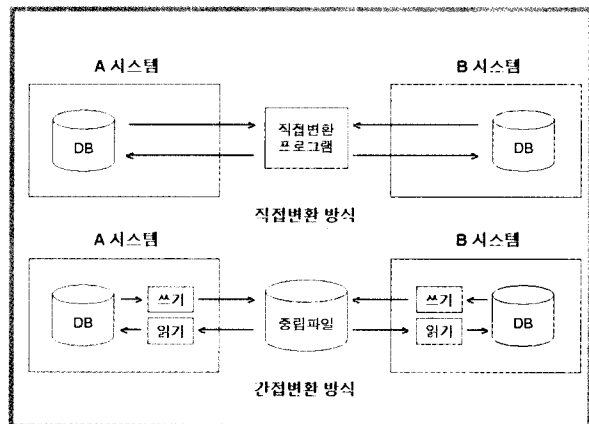


그림 9. 직접 변환 방식과 간접 변환 방식

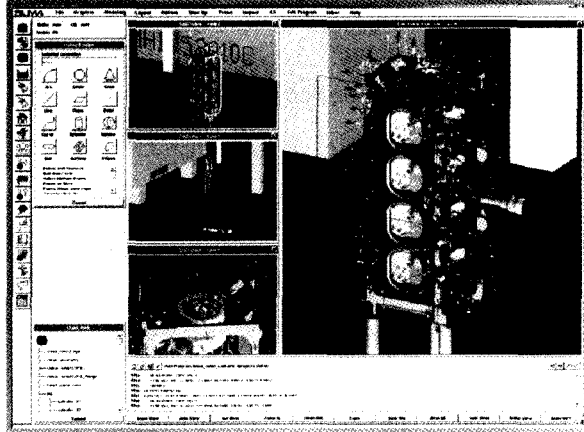


그림 10. CimStation Inspection(Silma, 미국)

그림 9는 직접 변환 방식과 간접 변환 방식의 과정을 간단히 설명하고 있다.⁶⁾

(3) 변환 결과의 활용

CAD 파일 변환을 통해 측정에 사용될 새로운 모델이 생성되고 나면 측정 소프트웨어는 측정점의 위치와 프로브 경로, 기준값 등에 대한 정보를 모델로부터 얻어내 측정 프로그램을 작성한다. 이 때 대부분의 측정 프로그램 모델 정보를 이용하여 자동으로 작성된다.

프로그램 작성을 마치면 시뮬레이션을 통해 실제 측정 시 충돌 여부 등을 점검하여 프로그램을 완성하게 된다.

그림 10은 CAD 파일을 이용하여 자동으로 측정 프로그램을 작성하는 모습을 보여주고 있다.

2.2.4 오프라인 프로그래밍

지금 까지 측정은 주로 CMM 상에서 CNC 프로그램을 작성하고 난 후 작성된 프로그램을 실행시킴으로써 측정을 실시하는 온라인 프로그래밍(On-Line Programming) 방식을 사용해 왔다.

그러나 이 방법을 사용하는 경우 프로그램을 작성하는 동안 CMM을 가동할 수 없으므로 가동률이 저하되고 공작 물이 없이는 프로그램 작성이 불가능하다는 문제점을 안고 있다.

또한 이 방법은 프로그램 작성이 전적으로 측정 작업자에 의해 이루어지므로 설계 단계에서 측정 품질을 보증하

기 곤란하고 표준화된 CNC 프로그램 작성이 어렵다는 문제가 있다.

이러한 문제점을 보완하기 위해 최근에는 오프라인 프로그래밍(OLP, Off-Line Programming)이 활성화되고 있는 추세이다.

OLP는 가상의 공간에 실제 측정 시와 동일한 환경을 조성한 후 CAD 파일을 이용하여 측정 프로그램을 작성하는 방법이다.

OLP를 사용하면 다음과 같은 대표적인 장점이 있다.

- (1) CMM과 별도의 컴퓨터에서 작업이 진행되기 때문에 CMM의 가동률을 향상시킬 수 있다.
- (2) 치수 입력 등이 불필요하므로 프로그램 작성 시간을 단축시킬 수 있다.
- (3) 실제 제품이 없는 경우에도 프로그램 작성이 가능하므로 Try-Out 시간 단축이 가능하다.
- (4) 시뮬레이션을 통해 프로브 충돌을 사전에 점검할 수 있으므로 실제 측정 시 발생할 수 있는 사고 예방이 가능하다.
- (5) 효과적인 Concurrent Engineering(동시공학) 구현이 가능하다.

그림 11은 온라인과 오프라인 프로그래밍 작업 장면이고 그림 12는 오프라인 프로그래밍 작업 프로세스를 보여주고 있다.

한 회사 내에 여러 가지 종류의 CMM이 사용되고 있는 경우에도 OLP가 효과적으로 사용된다.



그림 11. 온라인(왼쪽)과 오프라인(오른쪽) 프로그래밍 작업 장면

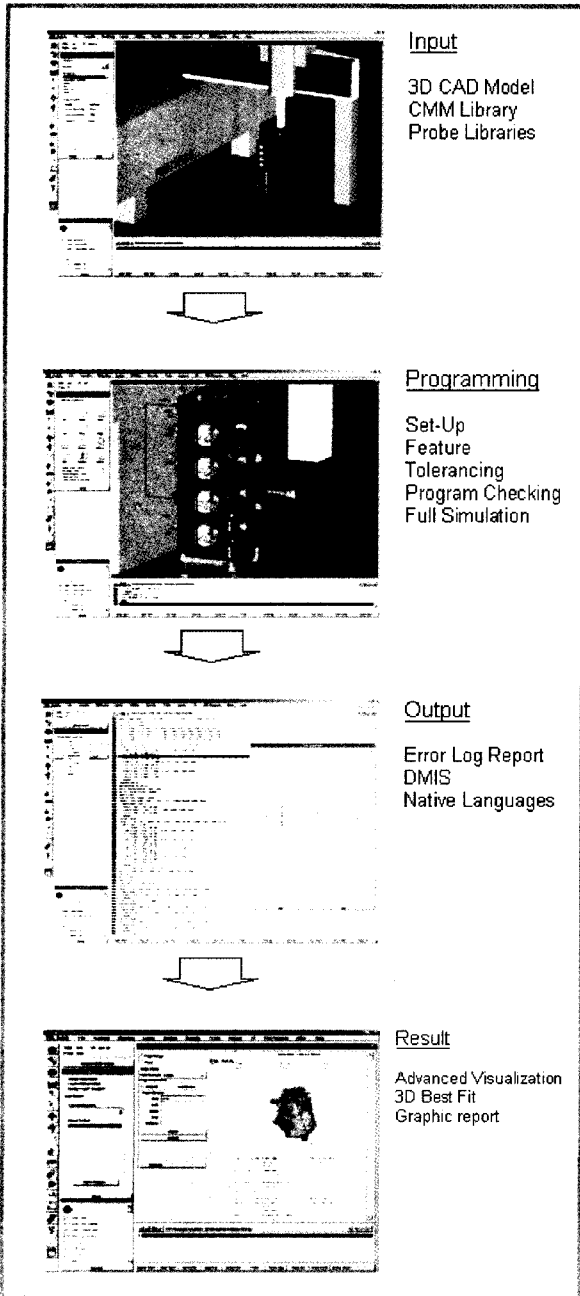


그림 12. 오프라인 프로그래밍 프로세스

OLP 소프트웨어를 이용하여 프로그래밍을 실시한 후 후처리기(Post Processor)를 이용하여 CMM 전용 언어로

변환시키면 현장에서 사용되는 CMM 제조 회사나 기종에 관계없이 효율적인 측정이 가능하다.

특히 자동차 회사를 비롯한 대기업의 경우 다양한 종류의 CMM이 사용되는데 이런 경우에 OLP를 사용하면 프로그램 시간 단축, 관련 부서간의 프로그램 공유, 검사 품질 표준화 등의 다양한 효과를 거둘 수 있다.

OLP는 다양한 CMM을 대상으로 하는 작업의 특성 상 프로그램 표준화의 필요성이 강하게 요구되는데 이로 인해 DMIS 발전을 촉진시키는 역할을 동시에 수행하고 있다.

현재 Silma(미국)의 CimStation Inspection과 Tecnomatix(이스라엘)의 eM-Probe CAD 등이 OLP 소프트웨어의 주종을 이루고 있으며 자동차, 항공기 및 관련 분야에서 주로 사용되고 있다.

3. 개발 동향

3.1 해외 동향

최근 CMM 개발의 특징 중의 하나는 유연성과 효율성을 중시한다는 점이다. 정밀도 향상 측면 보다는 앞의 개발 동향에서 언급한 수준의 정밀도를 유지하면서 측정의 효율성을 높이기 위한 방법에 대한 연구가 집중적으로 이루어지고 있으며 소프트웨어에서는 CAD 데이터 활용에 대한 개발이 집중적으로 이루어지고 있다.

(1) 오차 보정

각 축의 기하학적 오차만을 보정하던 종래의 방식에 비해 측정 공간 내의 모든 오차를 입체적으로 보정하고 또한 각 축 스케일의 온도 변화뿐만 아니라 CMM 각 부분에서 발생하는 열변형을 고려한 향상된 CAA(Computer Aided Accuracy) 기법을 적용함으로써 공간 정밀도를 향상시키고 있다.

(2) 내환경적 설계

온도 변화가 정밀도에 미치는 영향을 최소화 하기 위해 온도 변화에 둔감한 소재를 사용함으로써 제조 회사에서 제시한 MPE₀를 유지할 수 있는 온도 범위를 확장 시키는 추세이다.

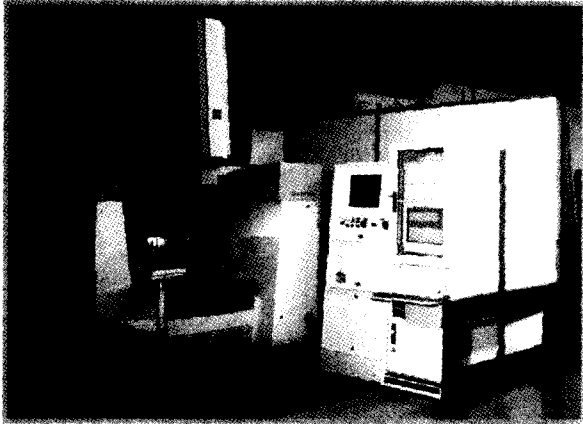


그림 13. CenterMax(Zeiss, 독일)



그림 14. PHS1(Renishaw, 영국)

또한 가공 현장에서 사용하는 CMM에 대해서는 기구적인 부분의 외부 노출을 최소화 하는 구조를 채택하고 있는데 그림 13이 한 예이다.

현재 대부분의 CMM에서는 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 온도 범위를 제시하고 있으며 특수한 경우에는 그 이상의 온도 범위를 제안하는 경우도 있다.

(3) 프로빙 시스템

프로빙 시스템에서는 주로 측정의 자유도를 높이기 위한

관절시스템(Articulation System)과 다량의 데이터를 신속하게 얻어내기 위한 스캐닝 프로브(Scanning Probe)의 성능 향상을 위한 노력이 진행중이다.

상용화된 관절시스템은 Renishaw의 PH10과 PHS 시리즈, Zeiss의 RDS와 DES 등이 있으며 PH10과 RDS는 각각 지정된 각도에 따라 일정한 간격으로 분할되고 PHS와 DES는 서보 시스템(Servo System)에 의해 임의의 각도로 제어할 수 있는 특징을 가지고 있다.

스캐닝 프로브의 경우 Renishaw와 Zeiss 그리고 Mitutoyo와 Brown & Sharpe 등에서 개발하여 사용 중에 있다.

그림 14는 PHS1의 실제 모습을 보여주고 있다.

(4) 제어시스템(컨트롤러)

시스템 전체를 제어하는 역할을 담당하는 컨트롤러는 주로 소프트웨어로부터 받은 명령을 CMM 본체에 전달하는 역할을 담당해왔지만 최근에는 32bit 프로세서와 DSP 기술을 채용함으로써 자체 기능이 대폭 향상시킬 수 있게 되었다.

기본적인 제어 기능은 물론 유연 동작(Round Corner Motion) 알고리즘, 스캐닝(Scanning) 알고리즘, 오차 보정 등 기존에는 컴퓨터를 이용하여 전용 소프트웨어에서 처리하던 일부 기능을 처리할 수 있는 수준으로 발전하고 있다.

지금까지는 주로 특정한 컨트롤러와 소프트웨어 간에만 사용이 가능했으나 현재는 하나의 컨트롤러에 개발 회사가 서로 다른 소프트웨어도 연결하여 사용할 수 있도록 통신 코드를 개방해 나가는 추세이다. 따라서 향후에는 제조 회사에 관계없이 원하는 컨트롤러와 소프트웨어를 조합해서 사용하는 것이 가능해질 전망이다.

(5) 소프트웨어

CMM용 측정 소프트웨어 개발은 CAD 인터페이스를 중심으로 이루어지고 있다.

CMM에서의 CAD 데이터 활용은 주로 오프라인 프로그래밍 소프트웨어를 중심으로 이루어졌으나 최근에는 모든 소프트웨어로 확산되고 있다.

초기에는 IGES 파일에 대한 인터페이스 정도가 대부분이었으나 CimStation Inspection 등과 같은 OLP 소프트

웨어에서는 이미 CATIA, PRO-E, UG 등에 대한 직접 변환 방식을 구현하였고, 현재는 측정 소프트웨어에서도 직접 변환 방식을 시도하고 있으며, 내용 면에서도 기하 공차 뿐만 아니라 치수 등의 정보를 모두 활용하기 위한 개발이 진행중이다.

CAD 데이터 활용 초기에는 주로 기준값 자동 생성이 작업의 대부분이었으나 최근에는 상용 CMM과 프로빙 시스템 라이브러리를 갖추고 실제 측정 시와 동일한 조건 하에서 시뮬레이션을 실시하기 위한 개발이 측정 소프트웨어에서도 진행되고 있다.

이 같은 추세를 요약해 보면 오프라인 프로그래밍 소프트웨어에서 구현되는 CAD 파일 직접변환과 시뮬레이션, 그리고 측정 소프트웨어가 가지고 있는 출력 및 분석 기능이 통합되고 있다는 것을 알 수 있다.

CMM에서의 CAD 데이터 활용이 증가함에 따라 DMIS가 CMM 프로그램의 표준 언어로 채택하는 회사가 증가하고 있는데 DMIS는 측정기와 CAD간의 통신을 위한 유일한 표준으로서 조만간 국제 표준으로 제정될 전망이다.

3.2 국내 동향

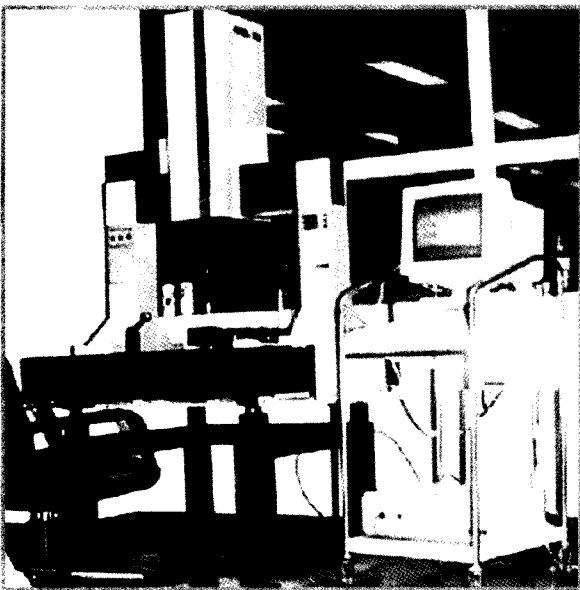


그림 15. MHB400(덕인, 한국)

우리나라에서는 1980년대 중반부터 연구소와 산업체에서 CMM 개발을 위한 연구가 활발히 진행되었다.

그러나 기술적, 사업적인 어려움으로 인해 현재는 한국 표준과학연구원 길이실에서 연구원 창업으로 1990년에 설립된 주식회사 덕인 만이 국내에서 접촉식 CMM을 개발, 제작하고 있다.

그림 15는 1991년 덕인에서 최초로 산업 현장에 설치한 CMM의 모습을 보여주고 있다.

현재 생산 중인 CMM은 측정범위가 X600, Y600, Z500 (mm)에서 X1,500 Y2,000, Z1,000 (mm) 사이인

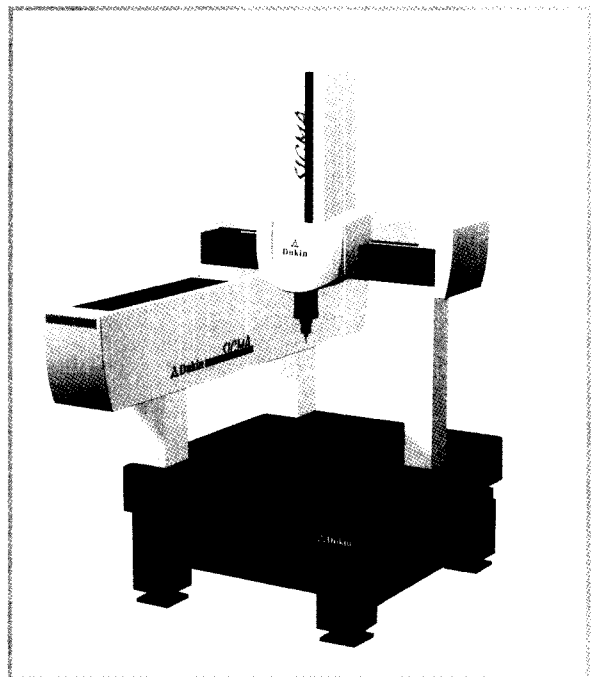


그림 16. SIGMA(덕인, 한국)

표 6. 대표적인 모델의 규격(덕인)

모델	SIGMA 665C	MHB 101008C	MHB 121510C
구조	브리지 이동형 (L형)	브리지 이동형 (L형)	브리지 이동형 (L형)
측정 범위 (mm)	X	600	1,200
	Y	600	1,500
	Z	500	1,000
MPE _E (μm)	2.0+	3.5+	4.0+
L : mm	L/300	L/300	L/300

중, 소형 모델로서 측정 속도 향상과 구동의 안정성 향상을 위해 모든 기종에 L형 브리지 구조를 적용하였다.

하드웨어의 전반적인 수준을 볼 때 정밀급과 일반급 일부 모델은 선진국 제품과 동일한 품질 수준을 확보하고 있

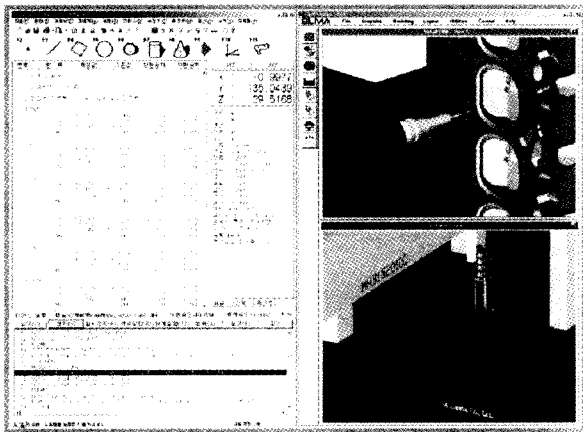


그림 17. NMCAD+(덕인, 한국)

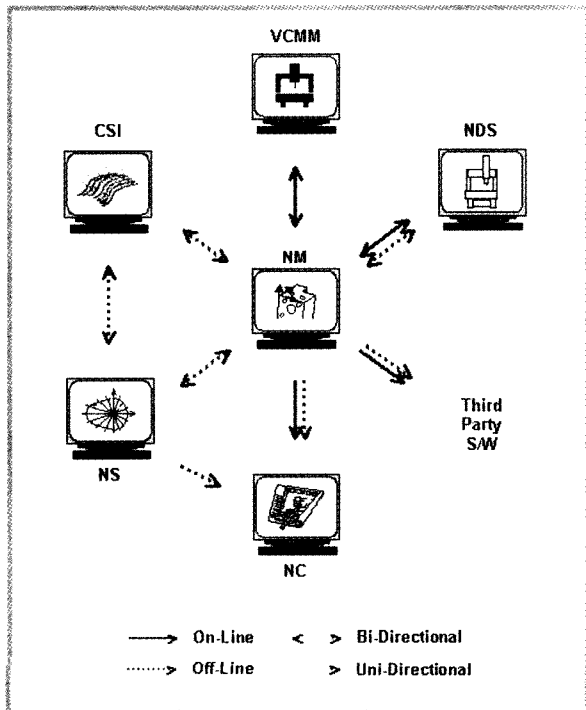


그림 18. 뉴로솔루션의 구성

으며 현재는 초정밀급, 고속 CMM 개발을 위한 연구를 진행하고 있다.

그림 16은 최근에 개발된 SIGMA 모델을 보여주고 있다.

표 6에서는, 덕인 CMM의 대표적인 모델의 규격을 보여주고 있다. 표 2와 표 3에 나타나있는 선진국 경쟁 모델과 비교해 볼 때 유사한 정밀도를 나타내고 있음을 알 수 있다.

소프트웨어 부문에서는 1991년에 세계 최초로 Windows용 CMM소프트웨어인 뉴로메저(Neuro Measure)를 개발한 이래, DMIS 채용, MS Excel 호환 등을 통하여 측정 소프트웨어의 호환성, 확장성 분야의 경쟁력을 확보해왔으며, 또한 자동 그래픽 검사성적서 개발 등을 통해 측정 업무 자동화와 효율화에 기여하고 있다(그림 17 참조).

현재 덕인에서는 CAD 인터페이스 관련 기술과 함께 가상 CMM을 이용한 DMIS 시뮬레이터, 네트워크를 통한 실시간 원격 모니터링 소프트웨어 등의 제품을 개발 하여 실용화 단계에 와있다.

그림 18은 덕인의 소프트웨어 그룹인 뉴로솔루션(NeuroSolution)의 구성을 보여주고 있다.

4. 결론

지금까지 접촉식 3차원 측정기의 기술 현황과 개발 동향에 대하여 분야별로 살펴보았다.

3차원 측정기가 산업 현장의 품질 관리를 위해서 필수적인 장비이기는 하나, 상품화라는 측면에서 볼 때에는 기계, 전자, 소프트웨어를 모두 포함하는 복합 기술을 필요로 하기 때문에 쉽게 접근하기 어려운 면이 있다.

물론 대학이나 연구소 등에서 개발 차원의 연구는 이루어질 수 있겠으나, 지금까지의 경험을 통해서 잘 알 수 있듯이 상품화를 수반하지 않는 개발은 경쟁력을 갖추기가 어렵기 때문에 개발 자체에 큰 의미를 두기는 어려운 실정이다.

따라서 새로운 기술 개발을 위해서는 우수한 연구 인력을 보유한 대학, 연구소와 개발 제품의 상품화에 노하우를 가지고 있는 산업체가 상호 보완적인 협력 체제를 구축하

여야 한다.

이를 위해서는 학계, 연구소, 산업체가 유기적인 관계를 유지할 수 있는 실질적인 프로그램이 모색되어야 하겠다.

참고 문헌

- (1) H.J Neumann 등, "Decision-making Analysis for use and selection of Coordinate Measuring machine, 1992, Carl Zeiss
- (2) KS A 3009, "계측 용어", 1991, 한국표준협회
- (3) ISO10360-2, "Acceptance and reverification tests for Coordinate Measuring Machine (CMM) Part2 : CMMs used for measuring size, 2002, ISO
- (4) ANSI/CAM-I 104.0-2001 Part1, "Dimensional Measuring Interface Standard", 2001, CAM-I
- (5) 이철수, "CAD/CAM, 형상 모델링에서 NC 가공까지", 1997, 터보테크 출판부