

# CAM Software의 현황 및 전망

## 1. CAM Software의 시장 현황

1992년 세계적으로 NC Software와 관련된 서비스의 시장규모는 3억 달러 정도이다(전체 CAD/CAM 시장은 규모가 훨씬 큼). 또한 최근 몇년간 매년 8-9%의 높은 성장을 보여 왔으며, 앞으로도 몇년간은 높은 성장이 지속될 것으로 보인다. 현재 미국에는 약 50개, 세계적으로는 약 100개의 CAM Software Vendor들이 있으며, 이들의 시장점유율이 분산되어 있다(표 1 참조).

CAM Software를 공급하는 회사들은 크게 두 부류로 나눌 수 있다. 첫째는 CAD/CAM의 전 기능을 제공하는 회사이다. Computervision, EDS Unigraphics, Dassault Systems, Matra Datavision, Applicon, Intergraph 등이 이 부류에 속하는 회사들이다. 두번째는 NC 기능에 중점을 두는 회사들이다. Hitachi Zosen, Cisigraph, CAMAX, Point Control 등이 이 부류에 속한다. 이 두 부류가 시장을 반반 정도씩 점유하고 있다.

CAM Software 시장의 증가율이 10% 이내이고 100개나 되는 회사들이 있지만, 특별한 시장을 겨냥하여 특색있는 소프트웨어를 개발하고 시장전략을 세우는 경우 큰 신장이 가능하다. 예를 들어서, CAMAX와 Point Control 같은 회사는 92년 한해동안 급속한 신장(50% 정도)을 보였다. 여기서 신장율이 10%로 낮은 이유는 Workstation값과 Software값이 계속 떨어지고 있기 때문이다. 실제로 팔리는 Package의 갯수의 신장율은 상당히 높다.

## 2. CAM Software 기술의 현황

초기의 NC Software는 Language-based(예, APT)였으나, 최근에는 Graphics-based 시스템이 주로 사용된다.

CAM Software의 기능은 크게,

표 1. 1992년 NC Software 및 관련 Service 시장 (CIMdata 자료)

Rank	Company	Revenue (\$ Million)	% of Revenue in 1992
1	Computervision	38	12.3%
2	EDS Unigraphics	29	9.4%
3	Dassault systems	28	9.1%
4	Hitachi Zosen	25	8.1%
5	Cisigraph	15	4.9%
6	Matra Datavision	14	4.6%
7	Applicon	9	2.9%
8	CAMAX Systems	9	2.9%
9	Point Control	9	2.9%
10	Intergraph	7	2.3%
11	Autodesk	6	2.0%
12	SDRC	6	2.0%
13	CNC Software	5	1.6%
13	Delcam	5	1.6%
13	DP Technology	5	1.6%
13	IBM, others	5	1.6%
13	Numeridex	5	1.6%
13	PTC	5	1.6%
13	Surfware	5	1.6%
20	Cimatron	4	1.3%
20	MCS	4	1.3%
20	Weber Systems	4	1.3%
23	Adra	3	1.0%
23	Bridgeport	3	1.0%
23	Cadkey	3	1.0%
23	CIMLINK	3	1.0%
23	Control Data Systems	3	1.0%
23	Gerber	3	1.0%
23	Gibbs	3	1.0%
23	NCCS	3	1.0%
31	Auto-trol	2	0.7%
31	Cimplex	2	0.7%
31	Datacut	2	0.7%
31	Sescoi	2	0.7%
31	Techsoft	2	0.7%
36	CGTech	1	0.3%
36	GRAFTEK	1	0.3%
36	Rapid Output	1	0.3%
Others		28	9.1%
Total		307	100.0%

- Part Description
- Machining Strategy
- Post-processing
- Factory Communication

으로 구별되며, 각 기능별 기술현황은 다음과 같다.

### ◎ Part Description

대부분의 CAM Software들은 모델링 기능을 가지고 있다. 2차원 모델링 기능은 기본적으로 모든 시스템이 가지고 있으며, 대부분이 3차원 모델링 기능을 선택사양으로 제공하고 있다. 3차원 모델링 기능이 있는 경우 자유곡면을 포함한 복잡한 형상의 정의가 가능하다. 최근에는 Solid Modeling이 널리 쓰이기 시작하면서, Solid Model로부터 가공면에 대한 정보를 추출해 내거나, Solid 형상정보로부터 직접 가공정보를 생성하는 기능을 갖는 시스템들이 나오고 있다.

모델링 기능을 갖지 않는 CAM Software들도 있는데, 이 경우는 CAD System으로부터 형상정보를 받아서 가공정보를 생성한다. 설계를 하는 회사와 제작을 하는 회사가 다르고 서로 다른 Software를 사용하는 경우, 모델링 기능을 갖고 있는 NC Software를 쓰는 경우도 Data Translation이 필요하게 된다. Data Translation을 위해서는 국제표준 또는 산업표준을 쓰는데, 많이 쓰이는 표준으로는

- IGES(Initial Graphics Exchange Specification): ISO Standard
- VDA-FS(Association of German Automotive Manufacturers-Surface Interface): 유럽 자동차 메이커 표준, CATIA의 데이터 표현과 유사
- HP/GL(Hewlett Packard Graphics Language): Graphic Plotter의 Standard Data Format
- 기타(CATIA, DXF, ACIS, ...)

등이 있다.

3차원 모델링 기능을 갖는 경우 자유곡선 및 자유곡면을 포함하게 되는데, 자유곡선 및 곡면을 표현하는 식으로, 초기에는 Polynomial, Bezier 및 B-spline식이 사용되었으나, 최근에는 NURBS(Non-uniform Rational B-spline)식이 널리 이용되고 있다. NURBS를 사용하는 잇점은 불규칙하게 분포되어 있는 점이나 곡선으로부터 균일한 곡선 및 곡면을 만들 수 있고, 구면, 원통면과 같은 해석곡면도 정확하

게 표현할 수 있다는 것이다. 특히 NURBS는 Data Translation의 표준으로 쓰일 뿐만 아니라, Graphics Library(예, OpenGL)에서도 표준 곡면표현식으로 사용되어, Data Translation이나, Graphic Display를 쉽게 하도록 해준다.

### ◎ Machining Strategy

형상정의가 끝나면 공구경로를 생성한다. 공구경로의 생성은 사용자가 가공기계, 가공재료, 사용공구, 절삭조건, 경로 생성방법, 절삭여유 등을 지정해 주고 가공할 면들을 지정하면 된다. 공구경로는 자유도에 따라서 아래와 같이 구분된다.

- 2축 가공
- 2와 1/2축 가공
- 3축 가공
- 4축 가공
- 5축 가공

공구경로 생성에는 아래의 요건들이 고려되어야 한다.

- Gouging이 없는 경로를 생성해야 한다.
- 공구와 기계, 공구와 Fixture 사이에 Interference가 없어야 한다.
- Scallop Height를 원하는 대로 조정 가능해야 한다.
- 잔삭이 남지 않아야 한다.
- 부적절한 절삭조건에 의한 공구의 파손이 없어야 한다.
- 기계의 진동이나 Chatter가 없어야 한다.
- 연속적이고 평활한 곡면을 얻을 수 있어야 한다.
- 주어진 표면거칠기를 만족 시켜야 한다.
- Pocket이나 Corner 부위를 적절히 가공할 수 있는 기능이 있어야 한다.
- 주어진 조건하에서 가공시간 또는 비용을 최소화 해야 한다.

### ◎ Post-processing

NC Software의 Output은 CL(Cutter Location) Data File이다. 공작기계의 Controller는 다양한 종류가 있으며, 각 Controller마다 읽어들이는 Command의 형식이 다르다. Post-processor는 CL Data를 각각의 Controller가 이해할 수 있는 Code로 바꾸어 주는 역할을 한다. Post-processor의 종류에는 각각의 Controller에

적합한 Post-processor도 있고, Universal Post-processor로 CL Data를 주어진 Controller의 형식에 맞게 번역해주는 형식도 있다.

### ◎ Communications

종래에는 Post-processing으로 얻어진 NC Code를 Tape Punch를 이용하여 Punch 된 Tape를 Controller에 걸어서 가공을 시행하였다.

최근에는 NC Code를 Tape을 통하지 않고 직접 전송하는 방식이 쓰이는데, DNC(Direct or Distributed NC)나 LAN(Local Area Network) 방식이 있다.

## 3. 고등 NC Programming 기능

가공 Software들은 CAD Software들 같이 발전하지는 못했다. CAD에서 구현되는 복잡한 형상을 가공하기 위해서는 프로그래머의 능력과 노력이 필요하다. 그러나 90년대 중반이후에는 가공 Software들이 CAD Software의 수준으로 발전되어 프로그래머의 노력을 많이 줄여 줄 것으로 기대된다. 최근에 발표되는 NC Software의 새로운 기능들은 다음과 같다.

### ◎ Direct Machining from Solid Models

현재 대부분의 NC Software들은 2차원 Wireframe이나 3차원 Wireframe 및 3차원 Surface 정보로부터 Tool Path를 계산한다. 그러나 최근에 제품설계에 Solid Model이 많이 쓰이기 시작했으며, 그 사용이 더욱 확대될 전망이다. 따라서, Solid 데이터를 바로 입력 받을 수 있는 NC Software의 필요성이 커지고 있다. 이 경우 입력된 Solid 데이터로부터 가공할 Surface에 대한 데이터를 추출하거나, Solid 데이터에서 직접 공구경로를 계산해 내는 방식이 있을 수 있는데, 현재에는 대부분이 가공면에 대한 데이터를 추출하여 기존의 방식으로 공구경로를 계산하는 방식을 취하고 있다. 그러나 모델의 모호성에 의한 Error를 방지하고, 일관성 및 호환성을 유지하며, Visualization을 좋게하기 위해서는 Solid 데이터로부터 직접 공구경로를 계산해내는 기능이 요구된다.

### ◎ Knowledge-based NC Programming

현재 NC 프로그램은 프로그래머가 많은 사항을 경험에 의존하여 결정해 주어야한다. 최근에 Knowledge-based Software 기술이 발전하여, 이러한

현장경험을 효과적으로 저장하고 사용할 수 있도록 해준다. 프로그래머는 Rule에 의해 미리 정하여진 Framework에 따라서 가공전략을 수립할 수 있다. 가공재료, 요구정밀도, 표면조도, 가공한 기계, 대상물 형상의 복잡성 등에 따라 미리 정하여진 Default 방법을 정하여 놓고 이용할 수 있다. Knowledge-based Software를 더욱 발전시키면 NC Programming의 일부 기능들은 완전 자동화할 수 있다. 이렇게 되면 가공전략의 일관성을 얻을 수 있고 프로그래밍 효율을 높일 수 있다. Knowledge-based Software의 근간으로 Solid-based Form-feature가 사용될 수 있다. 즉 Hole, Fillet, Slot, Rib, Round, Pocket 등의 형상특징에 따라 가공전략을 수립해 놓고, 입력된 형상을 분석하여 형상특징을 추출한 후, 이 형상특징에 따라 미리 수립해 놓은 가공전략을 적용하는 것이다. 이 방법은 아직 여러 형상특징이 복합된 경우와 자유곡면에 대한 처리 등의 문제를 갖고 있다.

### ◎ Multi-functional Machine의 지원

Multi-functional Machine은 Setup의 횟수를 줄이고 생산성을 높이기 위하여 사용된다. Multifunctional Machine의 대표적인 예로는 Mill-Turn Machine과 4-Axis Lathe 등을 들 수 있다. 기존의 NC Software를 이용하는 경우 순차적으로 프로그래밍이 가능하다. 그러나, Single Session에서 프로그래밍을 할 수 있는 기능이 요구된다.

Mill-turn 시스템의 경우 Milling과 Turning 공구경로가 동시에 Display 되고 가공이 Milling과 Turning 사이에서 바뀌는 것을 확인할 수 있는 시스템들이 나오고 있다. 또한 동시가공이 이루어지는 경우 두 축의 가공을 동기화하는 기능이 요구된다. 그리고 결과는 단일의 NC Code File이 된다. 4축 선반의 경우 주축과 보조축이 동시에 가공이 이루어지는 경우 가공상황을 Display 하고, 이 경우도 마찬가지로 단일의 NC Code File이 출력된다.

### ◎ Geometric Associativity

가공물의 형상과 가공공정 사이의 상관관계가 맺어질 수 있는데, 이 경우 대상물의 형상이 바뀌는 경우 가공 Parameter나 Tooling이 자동으로 바뀌게 할 수 있다. 또한 기존의 공구경로를 검증하고 수정하고 기존의 공구경로를 바탕으로 새로운 공구경로를

생성할 수 있다. 즉, 형상의 변화가 있는 경우 프로그램을 전부 다시할 필요가 없다.

#### ◎ Interactive Graphical Toolpath Editing

최근의 NC Programming Software들은 많은 부분이 자동으로 결정된다. 이 경우 결과가 가장 효율적이라고 할 수 없다. 또한 프로그래밍 결과가 Error를 수반 할 수도 있다. 기존의 프로그래밍 환경에서는 형상정의 단계나 가공 Parameter 결정 단계로 되돌아가서 프로그래밍을 다시 해야한다. 최근에 소개되는 소프트웨어 중에는 공구경로의 부분적인 수정이 필요한 경우 처음 단계로 되돌아 가지 않고 바로 수정을 가할 수 있는 기능들을 갖고 있는 것들이 있다. 이 방법의 문제점은 형상정의의 문제로 수정이 필요한 경우 공구경로는 바뀌나, 형상은 그대로 남아 있다는 것이다.

#### ◎ Intol/Outtol Machining

대부분의 경우 가공정도를 지정할 때 경로간격을 넓게 하거나 좁게하는 방법을 사용한다. 요구되는 정밀도를 입력하여, 경로간격, 경로길이를 자동으로 결정하게 하는 기능이 있는 경우 정확히 원하는 가공정도를 얻을 수 있다.

#### ◎ Graphical Computer Simulation for Tool-path Verification

Graphic을 이용한 공구경로 검증 기능들은 많이 나와 있다. 그러나 View 방향을 자유로이 바꾸고, 공구와 공작물 뿐 아니라, Tool Holder, Set-up을 함께 모델링하여 Interference Check를 자동으로 할 수 있는 기능과, 가공후의 표면의 상태를 예측하는 기능과, Chatter, 진동, 공구의 휨 등까지 예측할 수 있는 기능이 있는 소프트웨어들이 개발되고 있으며, 이 경우 Test Cutting의 횟수를 현저히 줄일 수 있을 것이다.

#### ◎ Multi-surface Machining

연속적이지 않은 복합곡면을 가공하는 기능이 요구된다.

#### ◎ Higher Level Dimension Machining

3축에서 5축까지를 지원 하면서, Surface Offset

Machining, Multiple Surface Flow Line Machining, Multiple Surface Fixed-axis Machining, Parametric Machining, User-specified Machining on a Curve, Surface Intersection Machining, Climb milling, Downward Milling 등의 기능을 갖는 소프트웨어가 필요하다.

### 4. 90년대의 CAD/CAM의 동향

90년대에는 어떤 기술들이 NC 기능에 영향을 미치게 될 것인가? 앞으로의 CAD/CAM 환경이 어떻게 발전될 것인가를 알아봄으로써 앞으로 나올 NC 시스템을 예상해 본다.

#### ◎ 동시공학(Concurrent Engineering)

동시공학이란 종적으로 이어지는 제품의 설계단계를 횡적으로 동시에 수행함으로써 제품개발의 과정을 단축시키는 과정이다. 즉 제품설계단계에서 그 제품의 생산에 필요한 공정설계까지가 동시에 수행된다. 설계자는 설계 이후에 이루어지는 생산과정의 고려사항을 가능한 빨리 제품설계에 고려하기 위하여, 설계의 전과정에 걸쳐서 공정기술자와 그의 관련된 기술자들과 협력한다. 동시공학을 적용한 회사들은 설계변경을 줄이고, 리드타임을 단축했으며, 생산비를 줄이고, 제품품질을 향상하고, 이윤을 극대화할 수 있음을 경험했다.

#### ◎ 리엔지니어링(Re-Engineering)

리엔지니어링이란 제품이나 공정을 새로운 관점에서 접근하는 방법이다. 단순히 기존 제품이나 공정을 변형(modification)하는 것에 비해, 리엔지니어링의 첫째 원리는 새로운 설계를 구축하는 것이다. 리엔지니어링의 목적은 오래된 관습을 타파하고 설계에 획기적인 변화를 하므로써 제품의 질을 향상시키고, 가격을 낮추며, 제품개발기간을 단축시키는 것이다.

#### ◎ Workstation 및 PC의 사용자 인터페이스(User Interface)

그래픽을 기본으로하는 컴퓨터시스템의 사용자 인터페이스가 획기적으로 바뀔 것이다. 이런 변화는 사용자를 좀더 시스템과 밀접하게 해주기 위한 것이다. 이 변화의 시작은 Macintosh에 의해서 시작되었

는데, Windows, Icon 등에 의하여 전혀 새로운 감각을 느낄수 있도록 되었다.

Unix-based System에서 적절한 GUI(Graphical User Interface)의 새로운 표준이 만들어지고 있다. 하급시스템으로는 X-windows System이 표준으로 사용되며, 상위의 시스템으로 Open Software Foundation의 Motif와 UNIX International의 OpenLook이 GUI의 표준으로 경쟁하고 있다.

90년대에 수용이 예상되는 다른 사용자인터페이스의 혁명은 음성인식과 가상현실을 포함하는 Multimedia에 의한 것이다. Multimedia 시스템은 재래의 텍스트 및 그래픽 정보 외에도 소리와 영상을 포함하는 화일이나 자료를 포함하게 될 것이다. 사용자는 한개 이상의 공정정보를 동시에 제공받을 수 있다. 메세지는 음악, 음성제언, 칼라영상을 포함한다.

음성입력은 90년대에 실용화 될 것으로 전망된다. 사용자들은 CAD/CAM 시스템의 명령을 키보드, 마우스, 태블렛 등 수동입력장치에 부가 또는 대체해서 음성으로 할 수 있게 될 것이다.

가상현실시스템에서는 사용자가 컴퓨터영상안에 존재하게된다. 건축가가 가상건물의 내부를 걸어 다닐수 있고, 특수장갑을 이용하여 시물레이션의 대상을 바로 만지고, 움직이고 바꿀 수 있다.

### ◎ 솔리드모델링과 Feature 모델링

현재 CAD/CAM 시스템은 아직도 와이어프레임과 Surface 모델의 비율이 높다. 90년대에는 솔리드모델링과 Feature-based 모델링이 전반적으로 쓰이게 될

것이다. 솔리드모델링은 대상을 모호하지 않게 완벽하게 표현하는 방법이다. 또한 무게, 질량, Inertia 등의 물성치를 모델로부터 쉽게 계산할 수 있다. 솔리드모델은 모든 응용기능들이 단일의 모델을 이용하게 되는 통합형상정보 환경의 핵심이 된다. 이를 위하여 현재 솔리드모델로부터 바로 NC 정보를 생성하는 기능이 개발되고 있다.

Feature-based 모델링은 설계자나 공정설계자가 생각하는 형상을 자연스럽게 효율적으로 형성할 수 있도록 해준다.

Associativity는 모델러의 또다른 중요한 요구사항이다. 종속관계모델링에서는 모델이 바뀌거나 모델의 치수가 바뀌면 이와 관련된 다른 모델이나, 도면, NC Toolpath 등이 따라서 바뀌게 된다.

### ◎ 기타

이밖에도 NC 소프트웨어의 변화에 영향을 미칠 것으로 예상되는 기술들로는 객체지향형(Object-oriented), 개방형 구조(Open Systems Architecture), 지식기반 공학(Knowledge-based Engineering), CALS, 산업디자인 소프트웨어(Industrial Design Software), Neural Networks, PDMS(Product Data Management Systems), 급속조형 기술(Rapid Prototyping Technology) 등이 있다.

본 기사는 KIST의 박세형 편집위원이 1994년 2월에 발간된 "CAM Software Buyer's Guide"에서 발췌하였으며 출판사인 CIMdata Inc.의 전화연락처는 1-313-668-9922이다.