*심층정보분석보고서
KISTI

BA 062

2003 기술산업정보분석

CAD/CAM/CAE

Computer-Aided Design/Manufacturing/Engineering

구영덕, 권영일, 배영문

한국과학기술정보연구원

S&T Information Analysis

KISTI 한국과학기술정보연구원
Korea Institute of Science and Technology Information

머 리 말

21세기 들어 세계의 패러다임은 정보사회를 거쳐 지식사회로 급속히 이동해 가고 있으며, 기업의 활동무대는 세계로 넓어지고 있고, 이제 디지털 네트워크 경제의 시대가 도래하고 있습니다.

또한, IT, BT, NT 등 지식혁명과 기술혁신이 급속도로 진행되는 가운데, 이제는 누가 빨리, 보다 정확한 정보를 입수하여 얼마나 효과적으로 활용하는가 하는 것이 국가 경쟁력 강화의 관건이 되고 있습니다.

이러한 시대적 변화에 능동적으로 대처하기 위하여 한국과학기술정보연구원(KISTI)은 국내외 주요 과학·기술(아이템)에 대한 정보를 심층 분석하여 산학연관에 제공함으로써 국가 과학·기술정보 확산과 국제 경쟁력 강화에 노력하고 있습니다.

이러한 사업의 일환으로 출간하는 CAD/CAM/CAE는 컴퓨터를 이용하여 설계로부터 생산에 이르기까지 각 작업공정의 효율화 및 자동화를 구현하려는 설계 및 생산 방법이라고 할 수 있습니다.

CAD/CAM/CAE 산업은 사용자 그룹, 벤더 및 지원 그룹, 개발자 그룹, 교육 및 연구자 그룹 등과 같은 구성 요소로 이루어져 있기 때문에, 이들 그룹간의 시장 규모나 종사하는 인력이 균형을 이루고, 또한 이들 각 그룹간의 제품 정보가 원활히 흐를 때에만 CAD/CAM/CAE 산업이 발전할 수 있을 것입니다.

CAD/CAM/CAE 관련 분야는 소프트웨어 공학은 물론 이거니와 기하 모델링, 컴퓨터 그래픽스, 컴퓨터 네트워크, 데이터베이스, 미분기하학, 선형 대수학, 기계공학, 생산공학, 산업공학, 산업 미술 등 많은 기술 및 학문 분야를 통괄하는 종합적인 전산응용 분야로, 이 분야에 대한 연구 개발 및 투자를 통하여 개발된 누적 기술은 다른 모든 산업분야 전반에 미치는 파급효과를 갈음하기 힘들 정도로 매우 크다고 할 수 있습니다.

본 보고서는 연구개발 동향분석, 특허정보분석, 산업 및 시장분석을 통해 CAD/CAM/CAE에 대한 체계적이고 심도 있는 분석정보를 제공하고자 노력하였으며, 본 연구의 결과가 국가 과학기술정보의 확산 및 국가 경쟁력 증대에 작으나마 도움이 되었으면 합니다.

끝으로 본 보고서는 구영덕, 권영일, 배영문 연구원이 집필한 것으로 노고에 깊이 감사드리며, 본 보고서에 수록된 내용은 연구자 개인의 의견으로서 한국과학기술정보연구원의 공식의견이 아님을 밝혀두고자 합니다.

2003년 12월

한국과학기술정보연구원
원장 조영화

목 차

제 1 장 서 론 ····· 1

1. 연구의 배경과 필요성 ····· 1
2. 연구의 목적 ····· 2
3. 연구의 방법 ····· 2

제 2 장 기술동향 분석 ····· 5

1. 기술의 개요 ····· 5
   가. 기술의 정의 ····· 5
      (1) CAD ····· 5
      (2) CAM ····· 7
      (3) CAE ····· 8
   나. 기술의 필요성 ····· 8
      (1) 주변 환경 ····· 9
      (2) 설계 환경의 변화 ····· 9
      (3) 제조환경의 변화 ····· 10
      (4) 인적환경 ····· 10
   다. 기술의 역사 ····· 11
   라. 기술의 분류 ····· 15
2. 기술 동향 및 전망 ····· 16
   가. CAD ····· 16

나. CAM ····· 20
(1) CAM의 소프트웨어 ····· 20
(2) CAM의 하드웨어 ····· 23
다. CAE ····· 28
3. 기술의 연구개발동향 ····· 30
가. 해외 연구개발 동향 ····· 30
(1) CAD 시스템 ····· 31
(2) CAM 시스템 ····· 32
(3) CAE 시스템 ····· 34
나. 국내 연구개발 동향 ····· 36
(1) 국산 CAD/CAM/CAE 개발 프로그램 ····· 36
(2) 주요기업의 개발 및 시스템 도입 동향 ····· 38

제 3 장 특허정보 분석 ····· 41

1. 특허정보 조사 ····· 41
가. 이용 데이터베이스 ····· 41
나. 조사의 범위 및 결과 ····· 41
2. 특허정보 분석 ····· 47
가. 해외 ····· 47
(1) 미국 ····· 47
(2) 유럽 ····· 51
(3) 일본 ····· 55
나. 국내 ····· 59
(1) 연도별 특허출원 건수 ····· 59
(2) 출원인별 특허출원 동향 ····· 60
(3) 국제특허분류별 특허출원 동향 ····· 61
다. 비교분석 ····· 63

제 4 장 시장동향 및 전망 ····· 65

1. 산업의 개요 및 특성 ····· 65
가. 산업의 개요 ····· 65

나. 산업의 특성 ····· 66
2.. 산업 환경 분석 ····· 67
가. 외부 환경 분석 ····· 67
나. 시장 기회요인 및 위협요인 분석 ····· 68
(1) 시장 기회요인 ····· 68
(2) 시장 위협요인 ····· 68
3. 국내외 시장 동향 분석 ····· 71
가. 일본의 시장동향 분석 ····· 71
(1) 일본 시장 동향 ····· 71
(2) 일본 업체 동향 ····· 73
나. 국내의 시장동향 분석 ····· 76
(1) 국내 시장 동향 ····· 76
(2) 국내 업체 동향 ····· 82
다. 수요 예측 ····· 88
(1) 일본 시장의 수요 예측 ····· 88
(2) 국내 시장의 수요 예측 ····· 90

제 5 장 결 론 ····· 93

참고문헌 ····· 95

표 목 차

<표 2-1> CAD의 적용분야 ····· 18
<표 2-2> CAD의 종류 및 응용분야 ····· 19
<표 2-3> Part Program의 특징 ····· 21
<표 2-4> (주)큐빅테크 CAM의 종류 및 특징 ····· 37
<표 3-1> 국가별 특허정보 조사 결과 ····· 43
<표 3-2> CAD/CAM/CAE 관련 IPC 분류별 기술내용 ····· 45
<표 4-1> CAD/CAM/CAE의 일본 시장규모 현황 ····· 71
<표 4-2> CAD/CAM/CAE의 일본 업체별 점유율 ····· 74
<표 4-3> CAD/CAM/CAE의 국내 시장규모 추이 ····· 77

그 림 목 차

<그림 3-1> 국가별 특허정보 비율 ····· 44
<그림 3-2> 세계 특허의 연도별 출원 추이 ····· 44
<그림 3-3> 연도별 특허출원 건수 ····· 48
<그림 3-4> 특허출원인 현황 ····· 49
<그림 3-5> 국제특허분류에 따른 등록건수 비율 ····· 50
<그림 3-6> 국제특허분류의 연도별 등록건수 ····· 50
<그림 3-7> 연도별 특허출원 건수 ····· 52
<그림 3-8> 특허출원인 현황 ····· 53
<그림 3-9> 국제특허분류에 따른 출원건수 비율 ····· 54
<그림 3-10> 국제특허분류의 연도별 등록건수 ····· 55
<그림 3-11> 연도별 특허출원 건수 ····· 56
<그림 3-12> 특허출원인 현황 ····· 56
<그림 3-13> 국제특허분류에 따른 출원건수 비율 ····· 58
<그림 3-14> 국제특허분류의 연도별 등록건수 ····· 59
<그림 3-15> 연도별 특허출원 건수 ····· 60
<그림 3-16> 특허출원인 현황 ····· 61
<그림 3-17> 국제특허분류에 따른 출원건수 비율 ····· 62
<그림 3-18> 국제특허분류의 연도별 등록건수 ····· 63
<그림 4-1> 주요 MDA 소프트웨어의 시장 점유율 ····· 78
<그림 4-2> 주요 CPC 소프트웨어의 시장 점유율 ····· 79
<그림 4-3> 주요 CAM 소프트웨어의 시장 점유율 ····· 81
<그림 4-4> 주요 CAE 소프트웨어의 시장 점유율 ····· 82
<그림 4-5> CAD/CAM/CAE의 일본 시장규모 전망 ····· 89
<그림 4-6> CAD/CAM 유저의 2004년 시장 전망 ····· 90
<그림 4-7> CAD/CAM/CAE의 국내 시장규모 전망 ····· 91

제1장

서 론

1. 연구의 배경과 필요성

21세기, 최근 제조업체의 생산 시스템은 새로운 국면을 맞이하고 있다. CAD/CAM/CAE의 방식은 생산 기법 등이 생산 시스템에 이미 실현되고 있으며, 활발하게 현장의 요구에 맞추어 발전을 거듭하면서 진화하고 있다. 특히, 생산시스템이 신속하게 제품을 생산할 수 있도록 개방된 정보 시스템을 요구할 뿐 아니라 생산활동에 관여하는 모든 구성요소 등을 정보화해야 할 필요성이 요구되고 있다.

공학현상 및 자연현상을 구현하는데 사용되는 CAD/CAM/CAE 기술은 오늘날 산업현장에서 제품개발과 제조공정에 획기적인 도움을 주는 중요한 기술적 도구이다. 공학 연구에 있어서 도면으로의 구현 및 난해한 문제 해결을 위한 컴퓨터의 활용은 이제 일반적인 추세로 CAD/CAM/ CAE 기술은 적용되지 않는 분야가 거의 없을 정도로 다양하게 활용되고 있다. 그 동안 주로 대기업 위주로 활용되어왔던 CAD/CAM/ CAE 기술은 이제 보편화되어 중소기업에서도 그 유용성과 필요성을 느끼기 시작하고 있으며, 중소기업이 사용할 수 있는 수준의 가격경쟁력을 갖춘 CAD/CAM/CAE 제품들의 개발로 사용자층을 지속적으로 넓혀나가고 있다.

본 보고서에서는 CAD/CAM/CAE의 기술, 특허 및 연구개발 동향과 산업 및 시장 동향 등을 통한 기술 및 시장의 향후 전망에 대해서 살펴보고자 한다.

2. 연구의 목적

최근 산·학·연 등 각 분야에서 관심 있는 주요 산업에 대한 종합적이고 신뢰성 있는 분석정보의 수요가 증대하고 있으나, 실제 연구·분석기관들을 통한 공급은 미미한 실정이다. 따라서, 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서는 최근 시장성, 기술성면에서 향후 주목할 만한 산업으로 각광받고 있는 CAD/CAM/CAE를 분석대상으로 선정하고, CAD/CAM/CAE에 대한 심도 있는 기술동향분석, 연구개발 동향분석, 특허정보분석, 산업 및 시장분석을 수행하였다. 이를 통해 국가정책수립자에게는 국가연구개발 자원의 효율적 활용과 R&D의 성공가능성을 높일 수 있는 기초분석자료를 제공하고, 정보획득 및 분석에 한계가 있는 기업 및 연구기관의 기획 및 전략수립자들에게는, 기업의 사업계획 또는 R&D계획 수립시 객관적이고, 충실한 정보를 제공하는데 연구의 목적을 두었다.

3. 연구의 방법

본 보고서에서 논의 대상이 되고 있는 CAD/CAM/CAE는 현대 산업구조에서 그 구조 및 고유 영역을 세밀하게 구분하는 것이 어려울 정도로 서로 연동성을 가지고 있다. 따라서 CAD/CAM/CAE는

중복된 범위에서 생산 활동이 이루어지기 때문에 산업 현장에서는 어디서부터 어디까지가 CAD이고, 여기서부터는 CAE라는 식의 세부적인 분류는 현재로서는 의미가 없을 정도이다.

개념적인 설명에서는 CAD, CAM, CAE를 각각 분리하여 서술하였으나, 일반적으로 우리가 보통 지칭하는 CAD라 함은 CAD/CAM/CAE에 관련 및 파생되는 부분을 폭넓게 지칭하는 경우가 많음으로 이점을 감안하여 심도있는 조사 분석을 하였다.

제 2 장 기술동향분석에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI)이 보유하고 있는 문헌과 최근 해외발표 저널, 전문가자문 등을 통해 CAD/ CAM/CAE 기술 및 이와 관련된 R&D 전반과, 최근 이슈화되고 있는 문제들에 대해 체계적이고 종합적인 정보분석을 수행하였다.

제 3 장 특허정보분석에서는 CAD/CAM/CAE에 관해 조사된 특허정보를 중심으로 특허분석을 실시하였다. 과거의 기술흐름 추이와 최근의 기술동향, 출원인 분석을 통한 기술의 우위현황 및 기술의 주요 분포도 등을 도식화된 그래프를 이용하여 국가 및 기술분야별 등으로 세분화·체계화하여 다각적으로 분석함으로써 특허의 동향을 분석하였다. CAD/CAM/CAE에 관한 특허정보분석에는 한국과학기술정보연구원(http://www.kisti.re.kr)에서 제공하는 각국의 특허정보 데이터베이스를 활용하였다.

제 4 장 시장동향 및 전망에서는 CAD/CAM/CAE의 구조 및 환경과 국내외 시장동향을 조사·분석하였다. 그리고, 해외의 최근 분석보고서, 국내 조사전문기관의 발표자료, 업계 및 연구소의 Field Survey를 통해 향후 국내외 시장을 전망하였다.

제2장

기술동향 분석

본 장에서는 CAD/CAM/CAE의 정의와 필요성 및 역사 등을 다루었으며, 기술의 동향 및 전망을 살펴보고, 국내외의 연구개발 동향을 서술하였다.

1. 기술의 개요

가. 기술의 정의

일반적으로 CAD/CAM/CAE는 컴퓨터를 이용한 설계 및 생산과 해석을 의미한다. 즉, 과거에는 수작업으로 행하던 일들을 컴퓨터를 이용하여 제품의 설계와 생산과 해석을 자동화함으로써 생산성을 높이는 기술을 일컫는 것이다.

(1) CAD

CAD(Computer Aided Design ; 전산응용설계)는 컴퓨터를 이용하여 각종 디자인(설계)의 기획, 도면 작성, 수정 등을 최적의 상태로

수행하며 Database 구축으로 설계업무의 제반 사항을 신속, 정확하게 처리하여 주는 시스템으로 정의할 수 있다. 넓은 의미로는 CAD란 설계 분야뿐만 아니라 생산 및 물류관리, 판매에 이르기까지의 모든 공정을 컴퓨터의 도움으로 발전시킨다는 개념으로 확대하여 볼 수도 있다.

CAD는 컴퓨터의 강력한 데이터 처리 능력을 이용하여 디자인(설계)에 필요한 자료를 그림의 형태로 나타내어 디자이너(설계자)의 이해를 돕게 해주는 역할을 수행하기도 한다.

컴퓨터에 의해 만들어지는 이미지(image)작업은 컴퓨터를 사용하는 기법 가운데 가장 효율적으로 사용된 기법으로, 특히 컴퓨터에 의해 디스플레이(display)시키는 방법은 초기에는 입·출력 장치간에 생기는 문제를 해결하기 위해서 시작되었으며, 디스플레이(display) 기법과 컴퓨터 운용기법의 발전으로 사람과 기계사이의 대화식(interactive) CAD로 발전을 가져와 CAD에 의한 결과를 이미지 형태로 나타내어 볼 수 있게 되었다.

Interactive Graphic Computer Aided Design이라는 단어에서 interactive는 "대화식"이라는 뜻으로 사람과 컴퓨터 시스템간의 의사전달 방식으로 마치 사람과 사람이 서로 말을 주고받는 것과 같은 방식을 나타내며, graphic이라는 단어는 이 같은 대화식에 의한 중개방식을 그림이라는 대상을 통해 수행되게 해주는 것이다.

Computer Aided Design이라는 단어는 컴퓨터의 도움으로 설계할 대상을 컴퓨터와 사람이 동시에 이해할 수 있는 상태로 표현하는 것을 의미한다. 이처럼 단어가 뜻하는 바와 같이 장비 및 소프트웨어를 활용하여 실물과 같은 사실 감각을 느끼게 하는 것이다.

(2) CAM

CAD가 설계와 제도 분야에 컴퓨터를 도입하여 작업을 효율적으로 수행하는 것이라면, CAM(Computer Aided Manufacturing ; 전산응용가공)은 생산과 제조 분야에서 컴퓨터를 도입한 것으로 볼 수 있다. CAD에 의해 제품도, 부품가공도, 조립도 등의 최종 설계안이 확정되면 제품 제조단계에 들어가게 된다. 이때의 관련된 기술이 CAM이다. 일반적으로 CAM은 공정설계(Process Planning : 생산방법 및 순서결정), 생산관리와 MRP(Material Requirements Planning : 원재료에서 제품을 완성하는 데 필요한 자재의 흐름을 관리하여 제조 활동의 최적화를 이루려는 계획), 작업기술결정(절삭양식 및 순서, 절삭조건, NC 프로그래밍), 가공, 검색, 조립(산업용 로봇) 등의 제품 제조전 과정에서 컴퓨터의 지원을 받는 기술의 총칭으로 정의되고 있다.

CAM은 컴퓨터 내에서 입력된 설계도 혹은 제작도 등을 디스플레이하고 생산 및 가공 단계에서 필요한 여러 가지 자료를 얻어내고 실행시킨다. 예를 들면 공구의 궤적을 지시하여 공작 기계의 작동을 지정 및 제어하는 NC프로그램을 작성함으로써 원하는 제품을 만드는 과정을 CAM 시스템에서 행한다. 따라서 CAD/CAM은 단순한 대화형의 도형시스템이나 NC 프로그램 제작 시스템이 아니라 설계에서 제조에 이르는 다양한 생산기술 활동과 그 기술 정보의 흐름을 그래픽 환경을 제공하는 컴퓨터를 이용하여 종합적으로 처리하는 시스템화 기술인 것이다. 즉, 설계자, 제도기술자, 생산기술자의 업무를 위한 생산성을 개선하고, 의사소통을 효율적으로 수행하는 컴퓨터의 이용 기술이다.

(3) CAE

CAE(Computer Aided Engineering ; 전산응용해석)는 컴퓨터를 이용한 해석, 분석 등의 과정을 의미하며, 흔히 공학 시뮬레이션(Engineering Simulation)으로 정의되어지고 있다. 컴퓨터 상에서 제품의 3차원 모델을 작성하고, 이를 기초로 기능 및 성능 평가를 수행하여 최적설계 및 도면작성의 수행을 의미한다.

즉, CAE는 제품의 설계, 개발 분야에 컴퓨터를 응용하는 새로운 기술로서 컴퓨터를 이용한 모의시험(시뮬레이션)을 통해 테스트 기간 및 비용을 대폭 감소시킬 수 있는 기술이며, 공학 해석, 비용 해석, 제품 계획, 공정 관리 등 제품 개발의 모든 과정을 통합하는 개념이다.

CAE의 적용이 확산되고 있는 배경에는 개발 품목이 다양화 및 고도화되고 개발기간의 단축에 대한 요구가 높아짐에 따라 숙련된 기술자의 부족, 중복 설계 빈발, 잦은 설계 변경 등에 의한 문제점을 최소화할 수 있는 엔지니어링 환경을 구현하고자 하는 데 있다.

나. 기술의 필요성

현재 CAD/CAM/CAE 시스템이 각광을 받는 이유를 설계 및 제조분야에서의 사무자동화(OA : Office Automation)로 이해하면 별 어려움은 없을 것이다. 이는 선진국의 예를 보아 산업의 에너지 절약화, 합리화, 표준화를 이룩하는 획기적인 계기가 되었다.

CAD/CAM/CAE 시스템이 필요하게 된 배경은 크게 다음의 4가지로 그 원인을 요약할 수 있다.

(1) 주변 환경

① 소비자 요구의 다양화 : 제품 생산회사에서는 여러 계층의 소비자를 대상으로 한 다양한 제품 개발이 요구된다.
② 가격 경쟁의 격화 : 한 종류의 제품을 여러 회사에서 유사하게 제조하여 판매함으로 인하여 비슷한 성능의 제품이라면 저렴한 가격이 소비자들에게 인기를 갖게 된다.
③ 국제 경쟁의 격화 : "①, ②"항의 내용을 국제적인 경쟁으로 확대 적용한 경우
④ 제품 지식의 집약화 : 여러 계층의 소비자를 대상으로 하는 제품을 생산하여야 함으로 생산 모델이 다양해지게 되었다. 이와 같이 다양화된 제품의 지식을 간단히 정리하여 집약해야 할 필요성이 있다.
⑤ 제품의 라이프사이클(life cycle)의 단축 : 빠른 주기로 유행이 변화하므로 제품이 유행에 따라 급속히 변화할 필요가 있다.

(2) 설계 환경의 변화

① 신제품의 개발 경쟁 격화 : 제품의 라이프사이클 단축으로 인한 새로운 제품 개발 경쟁이 필연적이다.
② 고품질 저가격 설계의 필요성 증대 : 인류가 추구하여 온 것은 품질 좋은 물건을 값싸게 보다 빠르게 구입하는 것이기 때문에 고품질의 물건을 값싸게 만들려면 먼저 고품질의 저가격 설계가 필요하다.
③ 설계 납기의 단축 : 제품의 생명주기가 점차 단축되어 신제품

개발기간이 점점 빨라지게 되었다. 짧은 기간에 여러 종류의 제품을 설계해야 하므로 자연히 설계기간도 단축되어야 한다.

④ 제품 사양의 다양화로 설계 작업량의 증대 : 설계 납기의 단축, 모델의 다양화로 인하여 관리해야 할 제품의 수량이 급증함에 따라 설계 및 개발에 필요한 제품의 종류가 다양해지게 되었다.

(3) 제조환경의 변화

① 다품종 소량생산 : 다양한 제품의 개발
② 생산자동화의 비율증대 : 공장 자동화의 비율 증대
③ 설비기계의 가동율 향상

(4) 인적환경

① 고학력화 : 고학력화에 따른 인건비 지출이 증대됨에 따라 업무를 가능한 한 자동화하여 필수 요원만으로 업무 추진을 극대화시키고자 한다.

② 잔업 야간 근무의 감소 : 사회 전반적인 추세가 근로자는 가능한 자신의 여유시간을 갖기를 원하고, 회사에서는 근무시간 이외의 작업(over time)에 대한 추가 임금 비용을 줄이려는 추세이므로 작업물량을 가능한 근무시간 내에 끝내기 위해 신속한 업무처리가 요구된다.

③ 창조 작업으로의 지향 : 사람들은 매일 똑같은 일을 반복적으로 실시하면 그 일에 대해서 싫증과 권태를 느끼게 되어, 새로

운 일을 찾고자 하는 욕구가 발생된다. 즉, 반복작업은 가능한 기계가 처리할 수 있도록 해야 한다.

다. 기술의 역사

CAD/CAM의 기원은 고대 이집트, 그리스, 로마의 기술자들이 그래픽스 정보 교환기법을 이용했던 문명의 초기 시대까지 거슬러 올라간다. 이집트 무덤의 일부 그림은 기술적인 도면으로 간주될 수도 있다. 우리가 오늘날 사용하는 직교 투영은 프랑스의 수학자이자 궁중 설계사였던 Gaspard Monge(1746~1818)에 의해 개발되었다. 이 방법은 처음에는 30년간 군사비밀로 유지되어 오다가 19세기 초반에 일반 공학도에게 공개되었다.

19세기 후반에 제로그래피(xerography)의 발명으로 CAD/CAM이 현재의 체제와 위력을 갖추게 되었다.

본격적으로 컴퓨터를 설계와 제작에 응용하던 CAD/CAM/CAE의 시작은 1950년대를 출발점으로 네 번의 중요한 단계를 거치면서 발전되어왔다.

1950년대는 컴퓨터의 많은 발전은 이루지 못하였으며, 컴퓨터를 이용하던 분야는 일부 군사적인 목적으로 한정되어 있었다.

① 1950년 : MIT에서 텔레비전 모양의 CRT(음극선관)를 Whirlwind 컴퓨터에 인터페이스하여 간단한 그림을 만들어 내었다.

② 1952년 : MIT Servo Mechanisms 연구소가 3축 밀링머신에 수치제어(Numerical Control;NC) 개념을 적용하면서 CAM이 시작되었다.

③ 1950년대 중반 : 주로 군사적인 명령과 통계 처리를 위해 수동적으로 CRT에 그래픽을 구현하였다.

④ 1950년대 후반 : MIT에서는 국방부와 프로젝트를 추진하면서 APT(Automatically Programmed Tool)를 개발하였으며, 1959년에는 GM이 대화식 그래픽스의 가능성을 탐색하기 시작하였다.

APT는 수치제어 공작기계에 사용되는 베이직(Basic)과 유사한 프로그래밍 언어이다. 오늘날 CAM에서 중요한 부분을 차지하고 있는 개념으로, 작업자의 실력과 솜씨에 의해 조정되는 기존의 공작기계 방식과는 달리, 수치제어 공작기계는 APT를 이용하여 자동화된 정밀 가공을 가능하게 하였다.

1960년대는 대화식 컴퓨터 그래픽스를 위한 중요한 연구가 진행되었던 시기이다

1962/1963년은 연구 성과의 획기적인 이정표로 MIT에서 박사학위 과정에 있었던 Ivan Sutherland가 박사학위 논문으로 개발한 스케치 패드(Sketch Pad) 시스템이 발표되었다.

스케치 패드 시스템 이전에는 컴퓨터가 주로 설계의 결과를 수치로 해석하는 것에 그쳤으나, 스케치 패드에서는 디자이너가 최초로 그림을 그릴 수 있는 컴퓨터 화면과 라이트 펜을 이용 컴퓨터와 대화하면서 설계하는 것이 가능해졌다. 즉, 대화식 컴퓨터 그래픽스의 개념을 개발하여 컴퓨터에 응용한 획기적인 사건이었다. 요즘의 모든 CAD/CAM/CAE 소프트웨어는 대화식 컴퓨터 그래픽스 방식을 채용하고 있다.

60년대 중반은 다양한 집단이 대형 컴퓨터 그래픽스를 연구하기 시작하였다. 이때부터 컴퓨터 지원설계 즉, CAD라는 용어가 사용되

기 시작하였다. 1964년에는 GM사가 DAC-1(컴퓨터에 의한 설계)이라는 시스템을 소개하였다. 1년 후에 록히드(Lockheed) 항공사는 지금도 널리 사용되고 있는 카담(CADAM)을 발표하였다. 이는 IBM 메인 프레임에 몇 개의 모니터를 연결한 본격적인 CAD/CAM/CAE 시스템이었다. 또한 벨 전화연구소가 GRAPHIC 1의 원격 디스플레이 시스템을 발표하였다. CADAM은 1967년 실용화된 이래 여러 가지 개량이 이루워지면서 계속 발전하고 있다.

이와 같은 시스템들은 모두 제조업체가 자체적으로 이용하기 위하여 개발된 시스템이었으나, 1960년대 말부터는 시판을 목적으로 한 전문 메이커에서 개발된 CAD/CAM/CAE 시스템들이 등장하기 시작하였다. 그 대표적인 예로는 1968년에 발표된 AGS, 1969년 컴퓨터 비전사의 CADDS 등을 들 수 있다. AGS는 2차원, CADDS는 3차원 도형을 취급하는 것으로서 컴퓨터는 미니컴퓨터를 단독으로 사용하는 스탠드 얼론 방식이다.

1970년대부터는 컴퓨터 그래픽스에 대한 관심의 증대로 관련 강좌와 워크샵이 본격적으로 개설되기 시작하였고, 이러한 결실의 결과로 1974년 Colorado Bouder에서 최초의 미국 SIGGRAPH 회의의 개최와 그 후 몇 년 뒤 NCGA(미국컴퓨터그래픽스협회)을 결성하게 이르렀으며, 1980년 워싱턴 D.C에서 첫 총회가 개최되었다. 그 외 중요한 발전으로는 1970년도에 시작된 IGES(Initial Graphics Exchange Specification)가 있다. 이 시기는 한 공급업체가 하드웨어와 소프트웨어를 한꺼번에 공급하는 일괄 공급 시스템이 대부분이었다.

와이어프레임 모델링 방식과 단순하지만 곡면 모델링이 사용되기 시작하였으며, 산업체에서 CAD/CAM이 설계와 생산에서 큰 향상을 가져 올 수 있다는 것을 보여주기 시작하면서, 그 필요성을 깨닫게

되었던 시기였다.

CAE라는 개념은 1970년대 중반으로 CAD/CAM이 통합한 토탈의 개념으로 미국의 SDRC사에 의해 최초로 제창되었으며, FEM(Finite Element Method)은 이것과는 완전히 별도로 1956년에 항공기공학 분야에서 실용화 및 항공기의 설계에 응용되기 시작하였고, 60년대에 들어와서 FEM 연구의 진전으로 인하여 그 유용성이 다른 분야에서도 인정되어 응용이 점차 넓어져 갔다. 그로 인하여 1970년대에 보급기를 거치면서 FEM은 기능·성능평가 시스템으로서 중심적 해석방법으로 자리를 잡게 되었다.

1980년대 초기까지는 3차원 CAD보다는 2차원 CAD가 더욱더 활발하게 사용 및 발전되었다. 이 시기에 CAE에 대한 개념이 일부 선진 사용자들에 의해 수용되기는 시작하였으나, 제품모델 구축을 위한 3차원 형상의 모델러 기능 미비로 인하여, FEM 모델을 생성하기전(前) 준비에 이용되는 정도였으며, 따라서 CAE는 기능·성능 평가만을 수행하는 시스템으로만 인식되고 있었다.

이후 활발한 연구 활동으로 인하여 새로운 알고리즘들이 개발되고 데이터베이스와 CAD/CAM/CAE를 결합하는 시스템이 등장하기 시작하였으며, 형상 모델링이 3차원으로 확장되어 솔리드 모델링으로 불리는 3차원 설계가 가능하게 되었다.

베지어(Bezier) 곡선과 B-Spline 곡선의 표현으로 정교한 곡면 모델링이 가능하여 CAD/CAM/CAE의 적용 분야가 확대되면서 솔리드 모델링 이론의 수용과 그 신뢰성이 증대하게 되었다는 중요한 성과가 있었다.

주요한 솔리드 모델링 시스템으로는 GMSolid(제너럴 모터스), Romulus(ShapeData), PADL-2(Rochester 대학), SynthaVision-based

(Applicon), Solidesign(Computervision) 등이 있다. 이 시기에는 이미 알고 있는 바와 같이 하드웨어도 소프트웨어 및 응용 기술의 발전과 보조를 맞추어 눈부신 발전을 이루어 왔다.

1990년대 이후로는 네트워크와 인터넷의 시대로 표현할 정도로 시스템 환경에서 네트워크가 중요한 위치를 차지하게 되었다. 이에 CAD/CAM/CAE 분야도 네트워크를 이용한 공동 작업이 가능하도록 추진되었다.

라. 기술의 분류

현대 산업구조에서 CAD/CAM/CAE의 구조 및 고유 영역을 세밀하게 구분하는 것이 어려울 정도로 CAD/CAM/CAE는 서로 연동성을 가지며, 중복된 범위에서 생산 활동이 이루어지고 있기 때문에 산업 현장에서는 어디서부터 어디까지가 CAD이고, 여기서부터는 CAE라는 식의 세부적인 분류는 크게 의미를 두지 않고 있다.

개념적인 설명은 CAD, CAM, CAE를 각각 분리하여 서술하였으나, 일반적으로 우리가 보통 지칭하는 CAD라 함은 CAD/CAM/CAE에 관련 및 파생되는 부분을 폭넓게 지칭하는 경우가 많음으로 이를 감안하여 서술하였다. 현재 산업사회에서 통합적인 시스템을 지향하고 있는 CAD/CAM /CAE 부분을 굳이 그 영역별로 구분하자면 다음과 같이 나눌 수 있다.

- CAM(Computer Aided Manufacturing) : 전산응용가공
- CAE(Computer Aided Engineering) : 전산응용해석
- AEC(Architectural Engineering Construction) : 건축 캐드, 건축 구조해석 소프트웨어, 플랜트, 토목설계 등의 소프트웨어

- CPC(Collaborative Product Commerce) : 협력과 전자상거례, PDMDUD역에 중점을 둔 부문
- MDA(Mechanical Design Automation/설계자동화) ; CAD 부분과 CAD/CAM/CAE 부분의 통합 패키지로 구성된 부문
- Reverse Engineering(리버스 엔지니어링) : 소프트웨어의 일부를 개조하거나 변형 등을 통하여 또 다른 소프트웨어를 개발하는 분야

2. 기술 동향 및 전망

가. CAD

CAD는 컴퓨터를 이용하여 설계하는 것, 또는 그렇게 할 수 있도록 만든 시스템을 의미하며, 기계와 금형, 엔지니어링 분야, 전자설계, 건축설계, 의상 디자인 등 산업전반에 걸쳐 활발하게 활용되고 있다.

현재에는 컴퓨터 시스템을 이용하여 도면을 제작하는 것으로 이해되고 있지만, 앞으로는 설계분석과 데이터베이스를 이용하여 본격적인 설계를 할 수 있는 단계로 발전할 것으로 기대된다.

과거에 연필, 붓, 물감 등의 도구들을 이용해 지면위에 여러 가지 형상을 표현한 그림이나 설계도면을 컴퓨터의 모니터 위에 마우스나 키보드, 스캐너, 디지타이져 등의 입력장치를 이용하여 형상을 표현하는 것이 CAD이다. 붓과 종이로 그림을 그리고 설계를 하는 것과 컴퓨터를 이용한 그래픽 작업의 가장 큰 차이점은 설명할 필요 없이 정확성이다.

컴퓨터 그래픽에서 지면 역할을 하는 모니터의 화면은 간격이 일정한 픽셀로 이루어져 정확한 사이즈로 분할이 되기 때문에 컴퓨터로 그려지는 그림과 도면은 정확하다.

정확성은 그려지는 형상의 위치나 크기 등에서 뿐 만 아니라 채색되는 색깔에서도 나타난다. 실제, 그림은 한 번 물감을 섞으면 또 다시 똑같은 색상을 만들어 내기가 거의 불가능 하지만, 컴퓨터 이용 시에는 항상 처음에 지정한 색상을 변함없이 사용할 수 있다. 사용자는 컴퓨터에 자신이 혼합하여 지정해 놓은 색상은 물론 명도와 채도까지도 지정하여 저장해 두고 원하는 만큼 지속적으로 똑같이 반복하여 사용할 수 있다.

이러한 팔레트의 혼합 또한 실제 물감을 이용할 때와 비교하여 전혀 손색이 없이 다양한 변화를 줄 수 있으며, 화면의 저장과 수정 기능을 이용하면 언제라도 화면상의 실수를 고치거나 필요한 부분을 수정할 수 있다.

작업 자료가 보관되어 있는 저장장치에 손상이 없는 한 그래픽으로 그려진 화면은 수시로 모니터에 불러들일 수 있으며, 수정 및 편집이 가능하므로 화면의 구성이나 색상의 선택 등을 위한 시행착오를 얼마든지 반복하여 다시 그릴 수 있다. 이로 인해 그래픽 화상은 보다 정밀하고 풍부한 표현을 손쉽게 구현할 수 있는 장점을 갖게 된다. 이러한 저장성은 제작한 화면의 보존에 있어서도 상당히 중요한 의미를 갖게 된다.

<표 2-1>과 같이 CAD의 응용분야는 현재 존재하고 있는 전 산업 분야에서 활용되고 있을 정도로 매우 광범위하다. 그 중 여기에서는 기계, 건축 및 토목, 전기·전자 분야에서 응용되고 있는 부분에 대하여 간략하게 다루었다.

<표 2-1> CAD의 적용분야

건축, 토목	AutoCAD, AutoSKETCH, CADD 등
기 계	CADKEY, AutoCAD, CADMS, CADRA-3, CADAM 등
전 자	PCAD, OrCAD, CADSTAR, VISIULA, AutoCAD 등
지도(GIS)	GDMS, ERMAPPER, FMS/AC, GEOVISUION, GFIS, INFORAMP 등

기계분야(mechanical design)에서는 2차원 도면 제작분야, 3차원 제품 설계 및 점검 분야에 응용되며, 건축 및 토목 분야(architecture engineering construction)에서는 기계분야와 마찬가지로 3차원 설계 및 파이프의 경로설정, 파이프 및 각 부속들의 간섭검사, 자재목록서 작성, 공정 검사 등에 CAD 시스템이 이용되고 있다.

또한 전기·전자 분야에서는 PCB(Printed Circuit Board)설계, 마이크로 프로세서의 개발, 각종 제어장치용 회로설계 등, 일반 전기·전자업종에서 이루어지는 모든 업무내용에 적용되고 있다. 과거 수작업에서는 구상하기 어려웠던 다중 later PCB도 회로구성 전용 시스템을 사용함으로써 회로설계 및 신호해석 작업을 수행할 수 있는 단계까지 발전되었다.

전기·전자 분야에서는 CAD 시스템을 적용할 경우 회로설계 및 각종 부품들을 심벌(symbol)로 구성하여 사용할 수 있어 기존의 설계시간을 크게 절약할 수 있으며, 3차원 분야에서는 이미 구성된 PCB에 사용될 각종 부품형상을 실제의 크기로 입력하여, 한 곳에서 여러 개의 PCB가 사용될 때 실제로 이 PCB들이 서로 간섭이 없이 조립될 수 있는지를 판단하는데 매우 유용하게 사용되고 있다.

<표 2-2> CAD의 종류 및 응용분야

종류	응용분야	프로그램 종류
범용 CAD	분야에 관계없이 범용적으로 쓸 수 있으며, 사용자가 편리한 인터페이스를 조정할 수 있는 CAD 프로그램	AutoCAD, AutoCAD LT, IntelliCAD, FelixCAD, UniCAD
AEC	건축 분야를 전문적으로 사용하는 CAD 프로그램	AutoCAD ADT, CAD Overlay, ArchiCAD
EDA	전자회로 등을 설계하기 위하여 만들어진 CAD 프로그램	OrCAD, PCAD
GIS	지리 관련 지도 제작 등을 만들기 위한 CAD 프로그램	AutoCAD MAP, OpenGIS Autodesk World, Autoesk MapGuide,
CNS/ FMS	도로 등의 토목 설계 전용 CAD 프로그램	Autodesk Civil/Survay, Eagle Point, Quick-Road
MDA	기계관련 설계 전용 CAD 프로그램	MDT, Autodesk Inventor, SolidWorks, Solid Edge
서드 파티	범용 CAD 사용시 어떠한 특정 분야에 대하여 특별히 많은 기능을 주는 CAD 프로그램으로 CAD용 유틸리티	한글, 진캐드, CIM CAD, 건CAD, 참한글
CGP	컴퓨터 그래픽 전용 프로그램으로 보통 CG라고 함. CAD와도 데이터 호환 등 밀접한 관계를 맺고 있으며, 도면 출력이 아닌 이미지출력을 목적으로 만들어진 프로그램	3DS MAX, 3DS VIZ, Bryce 3D, Poser, Soft Image, Light Wave 3D, Maya
PACS	의학에서 CT나 MRI에서 만들어진 데이터를 데이터 구조로 만들어주며, 가상 수술 등을 위한 의학 전용 CAD프로그램	DICOM
변형 CAD	일반적으로 단순한 CAD 기능뿐만이 아닌 다른 특정한 부가 기능을 갖고 있는 것, 예를 들면 CAD의 기능과 Office의 기능을 합한 것이나, CAD의 기능과 CG의 기능을 합한 기능을 보유한 프로그램처럼 단순히 CAD만을 위한 프로그램이 아니면서 CAD의 기능을 고스란히 보유하고 있는 프로그램	Rino 3D, SmartSketch, Visio 등
특수 목적 CAD	보석세공을 위한 설계나 의류설계 등 특정 분야에만 적용하기 위해 만들어진 CAD 프로그램	JewelCAD

자료 : “이명렬, 「CAD의 구성 및 2D 좌표계」, CAD&Graphics, 2000. 2. pp.268-269,"를 토대로 저자 재구성

나. CAM

CAM은 컴퓨터를 이용한 제조 활동 전반에 걸친 통제를 의미하며, 자동화된 공장을 컴퓨터를 이용하여 통제하는 것도 CAM의 한 분류이다.

세계 2차 대전 당시 미 공군은 항공기와 미사일의 생산성이 높고 정밀한 제조를 위하여 Parsons사와 MIT에 연구 용역을 주었고, 그 결과 1952년에 MIT는 수치제어(NC)라는 공작기계가 개발되었다. 이것이 CAM의 한 분야인 NC 공작기계의 시초이며, 자동화의 시작이다.

CAD의 기술이 기존의 설계와 제도 분야에 많은 변화와 진보를 가져왔듯이, CAM의 기술은 생산과 제조 분야에서 큰 변화를 가져왔고, 대체적으로 이러한 변화는 기존의 생산과 제조 방식에 비해 정확성이 증가하고 효율적이어서 정밀하고 복잡한 형상의 제품들을 큰 어려움없이 만들 수 있게 되었다. 또한 부품 가공을 위한 절삭공구의 운동을 미리 시뮬레이션하여 가공전의 모든 에러를 점검하여 생산성 향상에 기여하고 있다.

CAM 시스템은 크게 하드웨어(NC 공작기계, 검사장치, 컴퓨터, 부속장치 등)와 소프트웨어(CAM 하드웨어 및 제조정보의 흐름을 통제, 진행, 감시하기 위해 컴퓨터의 프로그램 시스템을 상호연관시킨 것)로 나누어진다.

(1) CAM의 소프트웨어

(가) CAM 데이터 베이스

CAM은 실시간(real time)상의 정보와 언제나 호출 가능한 저장 정보에 의존한다. CAM의 저장된 정보는 제어 및 해석기능을 수행시키기 위하여 필요한 모든 입력 정보를 제공하며, 저장될 자료의 모든 형태는 데이터 베이스에 내장되고 컴퓨터에 의해 고속 처리가 가능하다.

CAD 프로그램으로부터 공학적 설계 데이터가 베이스로 입력 저장되며, 이러한 설계자료 및 외부에서 공급되는 제조 공정상 필요한 자료가 NC 파트 프로그램(part program) 및 다른 특정 작동을 개발하기 위해 생산·제조공학 등에 의해 사용된다. 이러한 모든 자료가 데이터베이스 내에 NC 생산정보로서 기억 저장된다.

<표 2-3> Part Program의 특징

저 급 언 어	고 급 언 어
하드웨어에 대한 직접적 제어를 할 수 있다	하드웨어에 대한 직접적 제어를 할 수 없다.
이해하기 어려운 구조로 되어 있어 프로그래밍에 많은 시간과 노력이 들어간다.	저급언어에 비하여 상대적으로 이해하기 쉬운 구조로 되어 있어 프로그래밍에 적은 시간과 노력이 들어간다.
프로그래밍 적으로 구분하면 어셈블리(Assembly)에 해당한다.	프로그래밍적으로 구분하자면 베이직(Basic)에 해당한다.
NC 코드를 이용하는 수동 프로그래밍(Manual Programming)	APT(Automatically Programming Tool)의 자동 프로그래밍(Auto Programming)

파트 프로그램(Part Program)이란 초기의 설계 도면을 바탕으로

이루어지는 NC 프로그램을 파트 프로그램(Part Program)이라 하며, 이는 저급 언어(Low-Level Language)와 고급 언어(High-Level Language)로 크게 두 가지로 구별되며, 그 일반적인 특징은 <표 2-3>과 같다.

(나) 생산관리

일단 최종 NC 파트 프로그램이 CAM 데이터 베이스에 저장되면 프로그램이 실행될 때 제작상 선행조건(priorities)을 기술한다. 이러한 계획 프로그램은 생산상태에 대한 정보를 제공받고 아래와 같은 정보를 창출한다.

- 절삭가공 중 개개 부품의 상태
- 각 NC 공작기계의 상태
- 계획된 생산 일정에 대한 실제의 생산일정
- 공작기계 및 전체 시스템의 위험성

이러한 정보를 기초로 하여 생산계획 프로그램은 설정된 선행조건을 유지하면서 각 공작기계에 주어지는 생산량을 결정한다.

계획 프로그램이 다음으로 실행될 NC 파트 프로그램(Part Program)을 결정할 때, 데이터를 NC 공작기계의 MCU에 연결되는 레이디 뱅크(ready bank)내에 기억시킨다. 또한 이 프로그램은 제작시간, 공작물의 부착조정시간, 공구 등에 관한 정보를 창출한다.

(다) 제작공정제어

제작공정제어 형태는 CAM 시스템에 사용되는 NC형에 따라 다르

다. DNC 및 CNC의 일반적인 제조공정 프로그램은 NC 공작기계측의 미니 컴퓨터에 의해 실행되거나(CNC), 공작기계에 연결된 대형 컴퓨터에 의해(DNC) 실행된다.

제조공정제어 프로그램은 레이디 뱅크에 기억되어 있는 데이터에 기초하여 NC 공작기계의 지시를 내리고, NC 데이터가 이러한 레이디 뱅크로부터 얻어진 후 개개의 NC 정보 단위는 공작기계에 입력된다.

공정상의 정보 및 기계상태는 제어프로그램에 의해 적절한 데이터 평가 모듈(data evaluation modules)로 전달되며, 품질관리는 CAM 데이터 베이스로부터 얻어진 요소 조건을 사용한다. 품질관리 프로그램은 검사측에 설치된 단말기를 통해 수동 입력되거나 직접 NC 검사장치로부터 데이터를 전달받는다. 데이터 요소(data source)와 상관없이 품질관리 프로그램은 제조부품의 신뢰성을 유지하고, 허용치 이상의 오차발생시 제조공정 시스템을 통한 보상작동을 수행하는 기능을 수행한다.

(2) CAM의 하드웨어

(가) 컴퓨터 처리 NC 시스템(Computer Managed NC System)

컴퓨터처리 NC 시스템은 범용 NC 공작기계의 MCU(Machine Control Unit)에 의해 수행되던 논리적 기능의 일부 또는 전부를 컴퓨터로 처리함으로서 다음과 같은 장점을 가지게 된다.

- NC 논리기능이 프로그램 가능한 소프트웨어로 설계되므로 광범위하게 사용 가능

- 컴퓨터 기억장치에 저장된 NC 파트 프로그램을 직접 재편집할 수 있다.
- 공정상 필요한 정보가 컴퓨터에 의해 피드백되고 저장되므로 높은 수준의 정보를 취급할 수 있다.
- 정보지시가 컴퓨터 기억장치에 의해 직접 입력되므로 종전 범용 NC 공작기계의 종이 테이프 및 테이프 리더(tape reader) 장치가 필요 없다.
- NC 공작기계를 제어 컴퓨터로부터 원거리상에 설치할 수 있다. DNC 같은 시스템에서는 한 개의 제어 컴퓨터로 여러대의 NC 공작기계군을 동시에 처리할 수 있다.

(나) CNC(Computerized Numerical Control)

CNC는 소프트 와이어드(soft wired) NC, 혹은 저장 프로그램(stored program) NC로 불려지기도 하며, 종래의 MCU에 의해 수행되던 하드웨어 기능의 일부 또는 전부를 저장된 컴퓨터(지정된 한대의 NC 공작기계를 제어하는데 쓰이는 컴퓨터)로 대치시킨 NC 시스템을 말한다.

① CNC의 기능적 요소

CNC 시스템의 전형적인 제어기 요소로는 두 가지를 들 수 있다. 그 중 첫 번째는 여러 제어기능을 수행할 수 있는 프로그램 가능한 소프트와이어드(softwired) 컴퓨터 모듈이고, 두 번째는 다른 제어 작동을 위해 사용되는 하드와이어드(hardwired) 논리회로(logical

circuitry)이다.

CNC 시스템에서 대부분의 하드웨어 부분은 소프트웨어로 대치되어 사용될 수 있으나, CNC의 소프트웨어화에는 2가지 제약조건이 있다.

- 해석(analysis), 보관(interpolution), 논리기능(logic) 소프트웨어 모듈은 현재의 미니컴퓨터 용량에 비해 상대적으로 고급인 대용량 컴퓨터를 필요로 한다.
- 현재의 컴퓨터 소프트웨어는 기능 수행상 하드웨어 회로보다 응답성이 훨씬 떨어지고 있다. 그러나 이러한 문제는 가까운 미래에 기술적으로 충분히 해결 가능한 것들이다.

② 소프트웨어 보관(software interpolation)

범용 NC 장치에서처럼 CNC 윤곽제어계(contouring control system ; 연속경로 제어계)에서의 보관법은 제어기에 의해 수행되어지는 가장 중요한 계산작업이다.

경로 보관에서는 모두 하드와이어드 전자회로로 구성되는 VPRC(Variable Pulse Rate Circuitry)와 DDA(Digital Differential Analyzers) 방식을 사용한다. 소프트와이어드 시스템에서 이러한 경로보관을 계산하기 위해서는 위의 디지털회로(digital circuits)가 미니컴퓨터에 의해 유사추정(simulation)되어야만 한다. 하드와이어드 회로의 소프트웨어 유사추정문제는 3차원 윤곽제어에 필요한 경로보관기능과 이송속도를 고려함으로써 설명되어진다.

보관기능은 미니 컴퓨터와 소프트웨어와 하드와이어드 보관기(interplator)에 의해 수행된다. 컴퓨터 해석 프로그램이 공구경로를

세분화하는 동안 하드웨어회로는 공구경로가 허용치 내에 존재하도록 경로점을 창출하기 때문에 소프트웨어는 대략적인 보관을 하기 위해 사용되고 하드웨어(DDA)는 정밀보관을 위해 사용된다. 소프트웨어 보관의 두 번째 방법은 표본 데이터방법(sampled data technique)을 사용한다. 이외에도 2진법 산술의 고속조작에 의한 소프트웨어 보관법 등이 개발되어 있다.

③ CNC의 장점

CNC의 가장 큰 장점은 시스템의 적응성(flexibility)에 있다. 하드와이어드 회로는 일단, 특정기능의 프로그램이 설정되면 회로의 재변경 없이는 프로그램을 수정할 수가 없으나 컴퓨터는 쉽게 재프로그램 및 다양한 작업을 실행할 수가 있다. 이러한 이유로 범용 NC 기계에서 불가능했던 사용의 선택성이 주어지게 된 것이다.

(다) DNC(Direct Numerical Control)

DNC는 NC 공작기계군과 파트 프로그램을 위한 공용기억장치 혹은 공작기계 작동시 필요한 데이터 처리기능을 가진 공작기계 프로그램 기억장치에 대하여 서로 연결시킨 시스템으로 정의된다.

CNC와의 차이점은 CNC의 지정된 컴퓨터로 시간분담을 기초하여 여러 공작기계를 동시에 처리하는 대형 컴퓨터로 대치시킨 것으로, DNC는 CNC 기능보다 더욱 CAM 개념을 도입하여 발달된 시스템이다. DNC 시스템은 컴퓨터와 다음 4가지 형태의 보조장치로서 구성된다.

- 다른 NC 파트 프로그램을 다른 NC 공작기계에 전달시키기 위한 대용량 기억장치
- 공작기계 작동자와 원거리에 위치한 컴퓨터 사이의 인터페이스를 제공하는 CRT를 포함한 터미널
- 원거리상의 기계 데이터를 전달하는 통신라인
- NC 공작기계

각 공작기계는 실제 시간상에서 공작기계로부터 피드백 된 데이터를 이용하여 한 개의 중앙 컴퓨터에 의해 제어되며, 이 컴퓨터에 의해 모든 생산공정이 전체적으로 통제될 수 있다. CNC와 같이 DNC 시스템도 컴퓨터와 연결되며 방대한 데이터베이스를 기억하여 발달된 CAM 시스템을 구성할 수 있다.

DNC의 구성에서 중앙 컴퓨터는 다음의 3가지 업무를 수행한다.

- 대형 기억장치로부터 파트 프로그램의 지시를 받아서 해당 공작기계에 따른 정보 분류
- 공작기계와 컴퓨터 사이의 정보 흐름 제어
- 컴퓨터는 공작기계 피드백을 진행하고 감시하므로, 전체 CAM 시스템에 필요한 정보회로를 구성

각각의 NC 공작기계는 그들이 요구하는 정확한 시간에 필요하도록 데이터를 제공받아야 하므로, NC 장치가 중앙컴퓨터로부터 원거리상에 위치할 경우에는 자체 트래픽 제어(traffic control)기능으로서는 요구조건을 만족할 수가 없다. 대형 DNC 시스템에서의 트래픽 제어문제는 자체 버퍼기억장치(buffer storage)를 갖춘 다수의 중계 미니 컴퓨터(satellite mini computer)에 의해 극복되어진다.

DNC 시스템의 컴퓨터가 대형일지라도 각각의 NC 공작기계는 자체적으로 기계 명령치를 해석하고 작동실행을 제어하는 MCU가 설치되어 있다.

다. CAE

CAE는 컴퓨터를 이용한 공학적인 분석을 말하며, 설계된 제품 또는 설계할 제품이 기계적인 면에서 잘못이 없는가를 판단하게 하는 시스템이다. 비행기를 설계하고 공기저항 계수 등을 계산할 수 있는 시스템으로, 향후 CAD와 연계되어 설계 기술의 많은 발전을 가져올 것으로 기대되고 있다.

오늘날 CAE가 기능·성능 평가 시스템이 중심인 것은 변함이 없으나, CAE는 결코 CAD/CAM과 독립된 것이 아니라, 이들과 서로 연관되어 기능·성능 평가를 실현하는 것이다. 이와 같은 환경을 감안하여, CAE 시스템도 CAD 형태를 베이스로 한 통합시스템이 보급되고 있다.

CAE의 개념에 기초한 설계 접근이란, 설계안의 성능이나 기능을 컴퓨터상에서 "시뮬레이션" 하는 것을 주로 추진하는 시뮬레이션 주도형의 설계로, 시작 실험을 줄이고, 최종적으로 최적설계를 확립하는 것을 목표로 한다. 과거에는 이미 만들어진 도면에 대하여 설계를 확인·검토하기 위한 해석이 대부분이었지만, 이제는 CAE를 설계의 초기단계부터 이용함으로써 최대의 효과를 발휘하고 있다.

CAE용 컴퓨터내에서의 모델화에는 시뮬레이션이 필요하므로 유한요소법(Finite Element Method : FEM), 경계요소법(Boundary Element Method ; BEM) 및 BBA(Building Block Approach) 등이 사용 가능한 범용 소프트웨어이다.

FEA 소프트웨어로 대표되는 CAE 툴은 해석책임자를 위한 툴만은 아니다. CAE가 추구하는 "시뮬레이션 주도형 설계" 에서는 일반 설계자가 스스로 해석을 실시하는 것이 필요하기 때문에, 오늘날 CAE 시스템은 단순히 해석 툴을 제공하는 것뿐만 아니라, 입력데이터의 준비나 결과의 평가에 있어서 숙련된 해석자만이 수행할 수 있는 기술을 초심자도 쉽게 이용할 수 있도록 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

현재 CAE에서는 주로, 3차원의 정지모델을 시뮬레이션하는 기술이 연구·개발되어 있지만, 여기에 시간적 요소(4차원 모델)를 넣어 시간경과를 시뮬레이션하는 기술도 연구·개발되고 있다. 이것은 엔진의 연소 과정을 시뮬레이션 하거나, 로봇의 동작 진행과정을 시뮬레이션하는데 응용될 것이다.

FEA(Finite Element Analysis : 유한요소해석)는 CAE 툴로서 높은 유용성을 가져 왔으며, 일반적으로 CAE라고 하면 FEA를 의미할 정도로 유사한 개념을 가지고 있다.

유한요소해석(FEA)은 유한요소법(Finite Element Method : FEM)의 이론체계에 기초하여 개발된 소프트웨어(FEM 프로그램)를 이용하여 컴퓨터상에서 다양한 공학문제의 수치해석을 실시하는 것이다.

공학분야에서 발생되는 다양한 역학적 현상을 정량적으로 해명하기 위해서는 미분방정식이라는 형태로 모델화하는 것이 많은데, 이러한 모델을 수리모델이라고 한다. 모델화에 의해 얻어진 미분방정식은 특별한 경우를 제외하고, 엄밀히 풀기는 곤란하다. 이와 같은 경우 차분법(Finite Difference Method ; FDM)이나 유한요소법, 경계요소법(Boundary Element Method ; BEM)과 같은 컴퓨터를 이용한 근사해석 방법이 이용된다.

3. 기술의 연구개발동향

가. 해외 연구개발 동향

요즘 출시되는 신제품들의 경우에 기본적인 기능의 차이보다는 인터페이스나 속도 개선, 사용의 편이성에 주목하고 있는 경우가 대부분인 것처럼, 최근 들어 캐드의 핵심 기술은 거의 성숙 단계에 이르러 비약적인 발전이 이루어지기는 힘들 것으로 예측된다.

특이할 만한 점은 기능상의 발전보다는 캐드와 IT 환경의 통합이 이루어지면서 인터넷과의 결합이 이루어지고 있다는 점이다. 웹, XML 등이 캐드에서도 주요 이슈로 등장하고 있으며, 인터넷과 캐드를 결합하여 프로세스를 단축하는 방향으로 연구들이 이루어지고 있다. 또한 캐드에서도 웹과 연동하여 동시설계 환경을 지원함으로써 협업 솔루션과 연계하는 기능들이 접목되고 있다. 이와 함께 파일의 호환성 증대를 위한 노력들이 지속적으로 이루어지면서 그동안 고질적인 고민으로 대두되어 온 파일 호환 문제는 점진적으로 개선되어 갈 것으로 보인다.

최근에 발표된 개발 동향을 보면 프로엔지니어 와일드파이어의 경우 "30~50%까지 줄어든 클릭 횟수, 70% 적어진 기능 명령어, 보다 나은 성능, 향상된 기능 등으로 디자인 속도가 놀라울 만큼 빨라진다"고 강조하는 것처럼 사용자 인터페이스를 개선해 얼마만큼 사용자가 이용하기 쉽고, 작업하는데 공수를 줄일 수 있느냐에 맞추어 개발이 이루어지고 있다. 물론 이러한 흐름은 다른 소프트웨어도 같은 맥락에서 개발이 이루어지고 있다.

이와 더불어 각 소프트웨어 벤더들은 지식관리와 지적자산에 대해

서도 많은 관심을 가지고, 이를 접목시키려는 노력들을 계속 하고 있다.

(1) CAD 시스템

이미 3차원 캐드는 대세로 자리를 잡고 있다. 3D CAD의 개발 및 도입은 다품종 소량 생산이라는 소비자의 욕구를 만족시키기 위하여 선진적인 제조환경인 컨설팅 엔지니어링을 구현하고자 하는 의도에서 시작되었다.

아무리 설계능력이 뛰어난 설계자라고 해도 복잡한 형상을 정확히 시각화하기에는 많은 어려움을 가지고 있기에 3차원 CAD를 사용하여 복잡한 부품을 시각화하고 미리 오류를 수정할 수 있다면, 설계시간 단축은 물론 형상 오류를 검출할 수도 있다. 즉, 디자인부터 설계, 제작 등 전공정에 이르기까지 모든 라인을 동시에 움직일 수 있다는 것을 의미하며, 이는 곧 품질, 납기, 원가라는 제품의 경쟁력으로 이어지기 때문에 기존 2차원 캐드로부터 더욱더 발전된 3차원 CAD로의 전환은 필연적인 것이다.

현재 3차원을 보다더 활발하게 실용화하는데 가장 큰 난관은 초기 유저를 숙달시키는데 1년여 이상의 기간이 필요할 정도로 기능이 난해하다는 점으로, 이로 인하여 많은 초기 투자에도 불구하고 충분한 아웃풋을 내지 못하고 있다는 것이다. 3차원 CAD의 원활한 보급 및 활용을 위해서는 무엇보다도 먼저 유저가 사용하기에 보다 더 쉬운 시스템으로의 전환 및 발전이 필요하다. 이를 위하여 보다 더 쉽고, 투자비용이 적게드는 3차원 CAD 시스템을 개발하기 위한 연구개발이 진행중에 있다.

(2) CAM 시스템

십여년전만 해도 컴퓨터가 모든 것을 대신하는 세상은 공상 만화에서나 나오는 이야기였으며, 버튼 하나로 모든 것이 만들어지고 삶의 질이 바뀌는 것은 상상 속에서나 가능한 것이었으나, 현재 우리는 그러한 상상의 변화속에 내던져진 채로 언제 그런날이 올 것인가를 예측하기에도 숨가쁜 정도로 급속히 변화하는 세상에 살고 있다.

산업계에서도 이러한 일은 예외가 아니어서 CAD/CAM 업계에서는 촌각을 다투어 신기능을 내세우며 자동화된, 적은 작업 공수로 빠른 결과를 선보이고 있다.

가공중이던 기계에서 오류가 발견되면 모든 기계의 작업을 멈추고 제품을 빼내고 코드 수정을 하면서 천공을 뚫던 모습과 두꺼운 매뉴얼과 머릿속으로 형상을 그려가며 코드를 수정하는 모습은 이미 현장에서 차츰 사라져 가고 있다.

모든 작업자를 평준화시키는 현 세상에서 CAM 업계에서 추구하여야 할 길은 작업자 한 명으로서 보다 적은 공수로 저렴한 제품을 비교적 빨리 생산할 수 있는 시스템에 대한 해답을 찾는 것이며, 이를 위하여 지속적인 기술개발을 하는 것이다.

(가) 통합형 시스템으로의 전환

현재 CAM 시스템의 추세는 모델러를 탑재한 시스템과 모델러를 탑재하지 않은 시스템으로 구분되어 진다.

기존의 CAM 시스템은 단순한 NC 코드를 생산하는데 그쳤으나, 시대가 바뀌면서 3차원 CAD의 급속한 발전 및 진행으로 CAM 시스

템도 점차로 이를 수용하고 있는 추세로 변화되고 있다. 3차원 솔리드 모델의 CAM 시스템들은 CAD에서 받은 3차원 데이터로 별다른 작업이 필요없이 곧바로 가공이 가능하게 되었으며, 이는 업계의 효율성 증대에 큰 역할을 하고 있다.

과거의 많은 CAM 시스템들은 CAD 툴로 받은 데이터를 활용하는 것을 지원하고 있는 독립형 방식이지만, 현대는 CAM 솔루션안에 자체적인 모델러를 통합하고 있어 자체 툴로도 모델링 디자인이 가능한 방향으로 점차 개발되고 있다. 더불어 호환성 문제도 CAD나 CAM이 솔리드 커널(kernel)의 모델을 지원하므로 기종의 CAD 시스템과 별다른 사용상의 불편을 느끼지 못하는 방향으로 개발이 이루어지고 있다.

(나) 고속 가공기의 대두

기업의 경쟁력을 향상시키기 위한 납기 단축이라는 절대·절명의 과제를 해결하기 위해서는 적절한 하드웨어와 소프트웨어의 결합에 의한 고속 가공시스템이 필요하다.

고속가공이란 말 그대로 고속으로 가공을 수행하여 빠른 결과치와 속도에 걸맞는 고품질의 제품을 생산하는 시스템이다. 이러한 가공으로 업체는 납기 단축 및 고품질 제품생산 가능 등의 이득을 얻을 수 있다.

고속가공은 업체에게 매우 매력적인 관심사이며, 많은 소프트웨어들도 이를 지원하거나 향후 지원할 계획으로 개발에 박차를 가하고 있다.

(다) 생산 소프트웨어의 개발

CAM/CAE는 구체적으로 복잡한 것을 취급한다. 물리적인 세계와 추상화된 세계를 원활하게 결합시키는 데에는 아직까지 많은 어려움이 산재되어 있다. 이러한 분야는 지금까지 정보처리의 세계에 포함되지 않는 분야로서, 이에 대한 적극적인 연구 개발이 이루어지고 있으며, 이를 해결하지 않고는 장례의 발전 방향을 탐색할 수 없다. 즉, CAM 시스템은 생산 소프트웨어를 고정시켜 놓고 현재 상태의 문제점을 추출하고 그 해결을 위한 고유기술을 찾아내어 발전시켜야 하는 과제를 안고 있는 것이다.

따라서 CAM 업계는 더욱더 치열한 경쟁과 더불어 좀더 편리한 사용성, 3D 데이터와의 완벽한 호환, 고속 가공 능력의 실현, 고품질 가공능력의 배양이라는 중요한 딜레마와 마주치고 있다. 그러나 이미 이러한 문제들은 상당부분 소프트웨어적으로 많은 부분이 개선 및 개발되고 있어 영화 등에서나 보던 무인자동화 실현은 결코 먼 미래의 이야기만은 아니다.

(3) CAE 시스템

현재의 CAE 시스템은 엔지니어링 노하우의 축적으로 점차 실제 현상과 유사한 해석 결과를 좀더 빠르고 쉽게 얻을 수 있게 되었으며, 설계 단계부터 CAE를 적극 활용하여 디자인 효용성을 크게 향상시키고는 있으나, 아직 CAD 시스템과의 데이터 호환 문제가 100% 신뢰성을 확보하고 있지는 못하는 관계로 데이터 호환문제의

원활한 해결을 위하여 CAD와 연동하는 프리-프로세스부분에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

또한 아직까지는 상대적으로 높은 시스템 도입비와 사용상의 난해함으로 인하여, 보급 및 확산에 문제가 있어 사용법은 보다 간편하게, 가격은 보다 저렴하게 만들기 위한 과제 해결에 총력을 기울이고 있는 추세이다.

CAE의 실현은 그 툴의 도입으로서만 일조일석이 가능한 것은 아니다. 고도의 해석기능을 지닌 CAE 소프트웨어는 기술자의 모델링 메커니즘에 있어서도 고도의 지식을 요구한다는 맹점이 있다.

사용하는 엔지니어는 고성능·고품질 제품개발이라는 본래의 목적을 빠트림 없이 파고드는 고난이도의 엔지니어링 능력이 필요하다는 것이다. 즉, 솔리드 모델링이나 유한요소 자동 분할 등의 기술을 정확하게 이해할 수 있는 기술자의 노력과 기술자/기업 자체에 의한 스스로의 제품 특징에 준거한 방법론 확립에 적합한 회사 전체의 기술 축적이 필요한 요소이다.

바로 이러한 맹점이 사용자 및 기업의 접근이 용이하지 않은 가장 큰 문제이며, 그 효율성 및 성장을 저해하는 가장 주된 원인으로 대두되어 왔다. 이를 해결하기 위해서는 해당 엔지니어의 능력 향상도 필요하지만, 보다 더 쉽고 간편한 소프트웨어의 지속적인 개발 및 노력이 필요하다.

나. 국내 연구개발 동향

(1) 국산 CAD/CAM/CAE 개발 프로그램

국산 캐드의 시작은 삼성에서부터 시작되었으며, 매직 캐드가 국내 기술로 개발된 최초의 캐드라고 볼 수 있다. 매직 캐드는 유닉스 베이스의 캐드로서, 대중성에 있어서 한계성을 느껴 PC 기반의 캐드로 전환되었다. 그리고 매직 캐드 이외에도 FineCad, ISCAD, WooreeCAD, HMCAD 등의 캐드 프로그램이 개발되었다.

국내 최초의 캐드 프로그램인 매직 캐드는 삼성이 1990년도 CAD 엔진 개발을 시작하여 Royalty 없는 순수 국산 CAD를 개발하자는 취지 아래 수년간 현장적용을 통해 검증된 국내 최고의 CAD개발 기술을 기반으로 그 동안 개발 보급되었다.

한편, 2003년 초에 발표된 MagicCAD V4는 새로이 기능이 향상된 메뉴 및 기능, 사용환경의 AutoCAD화와 안정성, 그리고 다양한 인터페이스 제공 등 사용자의 요구사항을 최대한 수렴하여 심혈을 기울인 결과물로서 응용프로그램을 원활히 활용할 수 있는 국산 캐드 프로그램으로 시장에서 호평을 받고 있다.

삼성 이외에 CAD/CAM 국산 솔루션 개발에 박차를 가하고 있는 대표적인 기업으로는 큐빅테크를 들 수 있다. 큐빅테크는 자체 개발 및 상용화에 성공한 대표적인 CAM 프로그램으로 Z-Master, OMEGA, 3D-Pro, Cubic DNC, 그리고 Z-Master와 OMEGA의 기능을 통합한 I-Master 등으로 국산 CAM 프로그램의 위상을 떨치고 있다.

<표 2-4> (주)큐빅테크 CAM의 종류 및 특징

종류	특징
Z-MASTER	Tool Path Generation 전용 CAM System과 NC Data 검증 및 최적화 System(Veri-Master)의 통합 Solution
OMEGA	모든 명령어들을 아이콘화시키고 대화창 방식을 사용함으로써 사용의 편리성을 증대시키고, 초보자도 쉽게 적응할 수 있도록 만들었음. 사용자의 숙련도나 곡면의 복잡성, 작업계획도 등을 고려하여 아이콘 방식, 명령어 방식, 편집기 방식 등의 다양한 입력방식을 채택함으로써 사용자들의 만족도를 극대화하였음.
3D-Pro	경보정(G41, G42) 코드를 이용하므로 보유한 공구의 공구경을 정확히 반영할 수 있음.
Cubic DNC	▷ 생산성 향상 및 업무 개선 효과 - 기계메모리의 무제한적 사용 - DNC 검증기능을 통한 불량률 최소화 - LAN을 이용한 현장 작업 진행현황 모니터링 - 재가공 및 스케줄 전송으로 기계가동 효율화 - 한대의 PC로 다수의 장비를 관리(1:1, 1:2, 1:4, 1:8 지원) ▷ 강력한 시스템으로 확장 - 생산공정관리 시스템으로 전환 - 원격제어를 통한 무인자동화추진 - 인건비 절감, 설비 가동률 증가
I-Master	제조 환경이 2차원 CAD가 아닌, 3차원 CAD(SOLID MODELLING)로의 변화추세에 맞추어, CAD 모듈(I-CAD)과 CAM 모듈(I-CAM)의 분리화를 통해 산업현장의 변화를 적극적으로 수용한 통합 솔루션으로, 모델링 시스템과 Tool Path Generation 전용 CAM System, NC Data 검증 및 최적화 시스템을 통하여 변화되어 가는 환경에 가장 최적화된 솔루션을 제공하는 특징을 가지고 있음.

CAE 부분도 자체 개발한 주조공정해석에 전문화된 Casting Process Simulation Software인 Z-cast, 판재성형공정 시뮬레이션에 전문화된 Sheet Metal Forming Simulation System인 Z-stamp, 단조 금형의 설계 검증과 단조 공정을 개발하기 위한 툴로서 AFDEX (Adviser for Forging Design EXpert)와 사출성형 전용 시스템 CAPA(Computer Aided Plastics Application) 등이 시장에서 좋은 평가를 받고 있다.

(2) 주요기업의 개발 및 시스템 도입 동향

(가) LG전자

LG전자는 2002년 6월부터 약 4개월간 협업적제품상거래(CPC) 프로젝트의 솔루션 공급자 선택을 위하여 PTC코리아, 한국IBM, EDS PLM 솔루션즈, 매트릭스원 등 4개 주요 캐드캠 업체를 대상으로 벤치마크테스트를 통해 PTC를 최종 선정한 것으로 알려졌다.

LG전자 프로젝트는 전자제품 개발 및 생산 과정 전반에 걸쳐 기존에 부서별 제품정보관리(PDM) 수준에 머물렀던 분산된 시스템을 통합함으로써 부서간 정보를 공유하기 위한 것으로 전체 사업 규모 만도 200억원에 육박하는 것으로 알려졌으며, PTC코리아는 LG전자에 최소 500카피 이상의 CPC솔루션인 윈칠을 공급하게 되었다.

현재 전사적인 차원은 아니고 LG전자 창원공장에서는 유니그래픽스, 프로엔지니어, I-DEAS 등 다양한 툴을 사용하고 있으나, 컨설팅을 통해 3차원 캐드를 다시 정비하자는 논의들이 이루어져 캐드에

대한 재검토에 들어간 것으로 알려지고 있다. 검토 결과에 따라 LG 전자는 CAD 및 CPC 부문에 많은 투자가 이루어질 것으로 보인다.

(나) GM대우

대우자동차는 GM대우의 공식 출범으로 PLM 중장기 플랜을 새롭게 마련될 것으로 보인다. GM대우의 CAD는 현재 카티아 버전 4.2.1 상태에서 업그레이드를 잠정 중단하고, 향후 개발 예정인 모든 차종에 대해서 유니그래픽스로 가져 갈 것으로 보인다. 이는 GM의 스텐다드가 유니그래픽스를 베이스로 하고 있기 때문이다.

당분간은 일단 CAE 부문에 보강이 이루어질 것으로 알려지고 있는 가운데, 슈퍼컴 등 컴퓨팅 파워를 확보하면서 투자 미비로 인한 인프라를 보강하는 쪽으로 방향을 잡고 있다.

(다) 삼성전자

2000년 5월부터 CPC 추진계획을 수립하고 윈칠로 1단계『4개 GBM에 대해 시범 적용으로 외부 인트라넷과 연결하는 모듈을 개발하고, 협력업체와 데이터 교환 체제를 갖추는 작업』프로젝트를 마쳤으며, 2단계『전사적으로 확산해가면서 협력업체 및 해외 현지공장까지 협력하는 글로벌 설계 환경을 구축하는데 중점을 두는 프로젝트』 작업에 들어갔다.

개발자들이 하나의 워크벤치 같은 곳에 들어와 데이터를 공유할 수 있는 환경을 만드는 엔지니어링 포털을 구현할 계획으로 있으며,

여러 개로 나뉘어 있는 IP들을 관리하여 한 곳에서 통합해 볼 수 있도록 해 나갈 계획을 가지고 있으며, 올해는 편집설계 시스템을 강화하고, 지난 해말 새롭게 도입한 슈퍼컴퓨터를 활성화해 나가면서 증설해 나갈 계획이다. 기계분야의 해석 외에도 전자파 장애, EMI 등 전자파 흡수율에 대한 각종 규제가 높아지면서 회로 부분의 CAE 중요성이 강조되어 이를 적용해 나가는데 많은 노력을 기울일 계획으로 알려져 있다.

(라) 현대·기아자동차

현대자동차의 CAD/CAM/PLM 부문은 CAD와 PDM 두 가지 방향에서 움직이고 있다. CAD 부문에서는 아직까지 카티아 V5를 검토하고 있는 단계이다. 또한 기존에 연구소를 지원하는 연구소 정보기술센터가 새롭게 출범되어 현대·기아 연구소를 총괄하는 본부가 새롭게 생겨나게 되면서 좀더 빠른 의사결정과 R&D 지원이 가능해질 것으로 보인다.

제3장

특허정보 분석

본 장에서는 CAD/CAM/CAE산업과 관련된 국내외 특허정보를 검색, 분석하여 연도별, 출원인별, 분야별 국내외 특허출원 동향을 조사하였다. 또한, 이를 토대로 CAD/CAM/CAE산업과 관련된 국가별 특허출원 동향을 비교, 분석하였다.

1. 특허정보 조사

가. 이용 데이터베이스

CAD/CAM/CAE산업과 관련된 특허정보를 분석하기 위하여 정보검색에 이용한 데이터베이스(DB)는 한국과학기술정보연구원(www.kisti.re.kr)이 서비스하고 있는 한국 공개특허(KUPA)와 미국 등록특허(USPA), 유럽 공개특허(EUPA) 및 일본의 공개특허(JEPA) 데이터베이스이다. USPA, EUPA 및 JEPA의 수록기간은 모두 1976년부터이며, 매월 갱신되고 있다.

나. 조사의 범위 및 결과

정보조사의 범위는 한국, 미국, 유럽, 일본을 분석대상의 국가로 삼았으며, 한국, 유럽과 일본의 경우에는 공개특허를, 미국의 경우에는 등록특허를 조사하였다.

정보조사와 관련하여 동향분석 그래프를 이해함에 있어서 유의할 점은, 그래프에 나타난 연도표시는 출원년도이고 특허건수는 매 연도에 출원하여 나중에 공개(한국, 유럽, 일본특허) 또는 등록(미국특허)된 건수를 나타내고 있으며, 특히 2001년과 2002년의 특허건수는 온전한 통계수치가 아니라는 점이다. 그 이유는 기술개발의 완성시기를 특허 출원일로 보기 때문에 출원년도에 대한 기술동향 분석을 하는 것이며, 최근(2001~2002년)의 데이터가 온전하지 못한 이유는 출원일자로부터 1년 6개월이 지나야 공개특허가 나오기 때문이다.

국내 특허를 검색할 때 사용한 주요 색인어 및 검색방법은 다음과 같다.

#1 캐드?1
#2 CAD/CAM or CAD or CAM or CAE
#3 #1 or #2
#4 #3/ti
#5 컴퓨터 adj 지원 adj 설계?1
#6 #5/ti
#7 (#2 or 캠?2) and 설계/ti
#8 #4 or #6 or #7

또한 미국특허, 유럽특허 및 일본특허는 영어로 작성된 데이터베이스를 검색하였는데, 여기서 사용한 주요 색인어 및 검색방법은 다음과 같다.

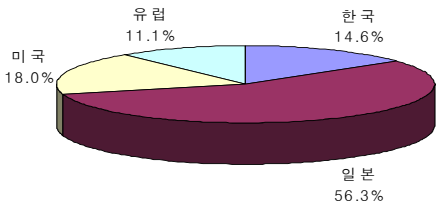
#1 CAD/CAM
#2 computer adj aided adj design
#3 computer adj aided adj engineering
#4 computer adj aided adj manufacturing
#5 CAD/CAM/CAE
#6 #1 or #2 or #3 or #4 or #5
#7 #6/ti
#8 CAD/ti or CAM/ti or CAE/ti
#9 drawing/ti or design?2/ti or computer?2/ti
#10 (#6 or #8) and #9
#11 #7 or #10

이렇게 수집한 국가별 정보검색 결과는 <표 3-1>과 <그림 3-1>에 나타내었다. CAD/CAM/CAE와 관련해서는 일본과 미국의 출원건수 비율이 각각 56.3%(396건), 18.0%(127건)로 전세계 출원건수의 74% 이상을 차지하고 있다.

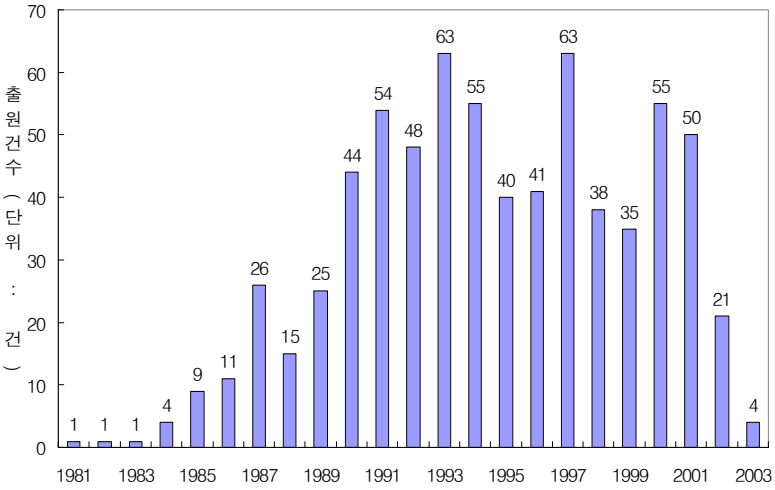
<표 3-1> 국가별 특허정보 조사 결과

구분	한국	일본	미국	유럽	합계
특허건수	103	396	127	78	704

<그림 3-1> 국가별 특허정보 비율



<그림 3-2> 세계 특허의 연도별 출원 추이



한편, 세계특허의 연도별 출원건수를 보면, CAD/CAM/CAE의 특허출원은 1980년대 초반부터 꾸준한 증가세를 나타내고 있으며, 1980년대 후반부터 출원건수가 매년 20건 이상의 특허출원이 이어져, 1990년대 초반에는 매년 40건 이상의 출원이 이어지고 있다. 특히

1993년과 1997년의 경우 각각 63건으로 특허 출원건수가 가장 많았던 것으로 나타났다.

CAD/CAM/CAE와 관련하여 검색되는 국제특허분류(IPC)를 정리하여 그 기술내용을 파악하면 <표 3-2>와 같다. CAD/CAM/CAE와 관련된 주요 국제특허분류의 경우 산업의 특성상 특허분류가 여러분야에 걸쳐서 매우 다양하게 나타남을 알 수 있었다.

<표 3-2> CAD/CAM/CAE 관련 IPC 분류별 기술내용

IPC 분류	기술내용
A61C-013	치과 보철; 그의 제조
B23H-007	방전 가공 및 전해 가공에 공통으로 적용된 방법 및 장치
B23Q-015	공구 또는 공작물의 이송 운동, 절삭 속도 또는 위치의 자동 제어 또는 조정
B29C-067	그룹 주형 성형, 예비 성형, 가소 성형에 포함되지 아니하는 성형 기술
C08L-083	주사슬에 황, 질소, 산소 또는 탄소를 포함하거나 하지 않는 규소만을 포함한 결합을 형성하는 반응으로 얻어지는 고분자 화합물의 조성물; 그러한 고분자 유도체의 조성물
C23C-004	용융피복재료의 분무에 의한 피복
D03C-003	자카드(jacquards)
D03C-017	문 천공기(Card punching m/c)
E04B-001	건축 구조 일반; 벽, 예. 간막이 벽, 바닥, 천정 또는 지붕의 어느 것에도 한정되지 않는 구조
F01L-001	밸브장치 또는 밸브배열, 예. 리프트밸브장치
G03C-009	전자사진용 감광재료: 입체사진방법 또는 유사방법
G05B-019	제어계 또는 조정계 일반: 프로그램제어계

<표 3-2> CAD/CAM/CAE 관련 IPC 분류별 기술내용(계속)

IPC 분류	기술내용
G06F-001	전기에 의한 디지털 데이터처리
G06F-003	컴퓨터로 처리할 수 있는 형식으로 전송된 데이터를 변환하는 입력기구; 처리장치로부터 출력장치로 데이터를 전송하기 위한 출력기구, 예. 인터페이스 기구
G06F-007	취급하는 데이터의 순서 또는 내용을 조작하여 데이터를 처리하기 위한 방법 또는 장치
G06F-009	프로그램제어를 위한 장치, 예. 제어장치
G06F-015	디지털 컴퓨터 일반, 데이터 처리 장비 일반
G06F-017	디지털 컴퓨팅 또는 데이터 프로세싱 장비, 방법으로서 특정 기능을 위해 특히 적합한 형태의 것
G06F-019	디지털 컴퓨팅 또는 데이터프로세싱 장비, 방법으로서 특정 용도에의 응용에 특히 적합한 것
G06G-007	변화하는 전기적 또는 자기적 양에 의해 연산이 수행되는 장치
G06K-009	인쇄문자, 손으로 쓴 문자 또는 기하학도형의 독취 또는 인식을 위한 방법 또는 장치
G06K-011	그래프 해독 또는 기계적 변량을, 예. 힘 또는 존재, 전기적 신호로 변환하기 위한 방법 또는 장치
G06T-011	이차원 (2D) 화상 생성 예. 설명으로부터 비트맵 화상으로
G06T-015	삼차원 (3D) 화상 묘사 예. 모델로부터 비트맵 화상으로
G06T-017	3차원(3D) 모델링, 예. 3차원 물체의 데이터 묘사
G09G-005	음극선관표시기 및 기타 가시표시기에 공통의 가시표시 기용의 제어장치 또는 회로
H01L-021	반도체장치 고체장치 혹은 그들 부품에 대한 제조 또는 처리에 적합한 방법이나 장비
H03K-019	논리회로, 즉 1출력에 작용하는 적어도 2입력이 있는 것 ; 쌍전회로
H04L-012	데이터 스위칭 네트웍
H04R-025	보청기
H05K-003	인쇄회로를 제조하기 위한 장치 또는 방법
H05K-007	상이한 형의 전기장치에 공통된 구조적 세부

2. 특허정보 분석

가. 해외

CAD/CAM/CAE산업과 관련된 해외특허로는 기술을 선도하고 있는 미국, 유럽, 일본의 특허정보를 검색하여 이를 분석하였다.

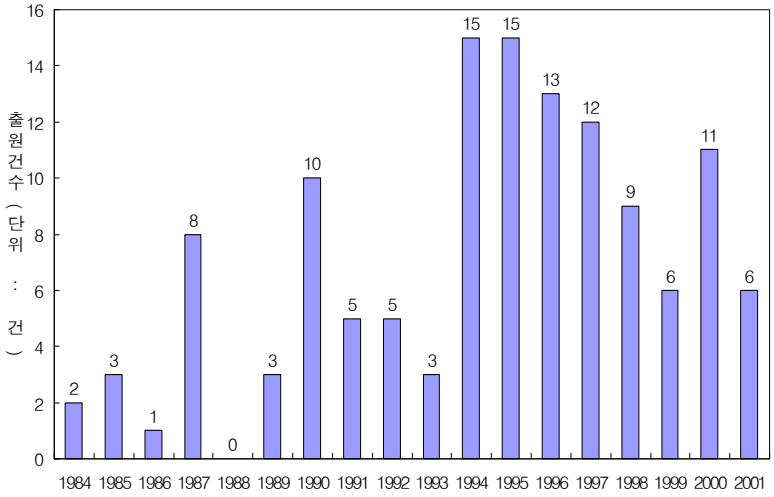
(1) 미국

<그림 3-3>은 미국 특허의 연도별 등록 건수를 나타낸 그림이다. 미국 특허의 경우 지금까지 등록된 특허 건수는 총 127건으로, 1980년대 중반부터 꾸준한 증가추세를 이루고 있으며, 특히 1990년대 중반부터는 특허건수가 매년 10건 이상씩 등록되고 있어 본격적인 연구개발이 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 특히 1994년과 1995년의 경우 특허 등록이 각각 15건으로, 이 시기에 가장 연구개발이 활발하였던 것으로 나타났다.

한편, 2001년의 등록된 특허의 경우 각각 6건으로 감소하는 추세에 있으나, 이는 미국 특허가 등록특허이기 때문이다. 즉, <그림 3-3>에 나타나 있는 특허는 해당 연도에 출원한 특허가 나중에 등록되는 경우의 통계수치로서, 미국의 경우 특허출원 후 등록이 되기까지는 평균적으로 3년 6개월이 소요되는 것으로 알려져 있다. 이를 감안하면 2001년의 데이터는 아직 심사가 끝나지 않은 특허출원도 상당히 많기 때문에 불완전한 수치라고 해석할 수 있다.

그렇다하더라도, 미국의 CAD/CAM/CAE와 관련된 기술개발은 1998년과 1999년의 감소추세를 감안할 경우 CAD/CAM/CAE의 산업이 성숙기에 접어들은 것으로 판단할 수 있다.

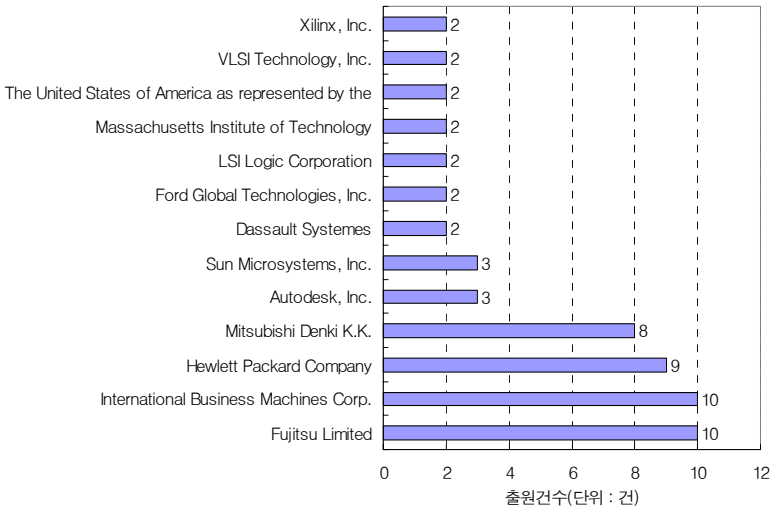
<그림 3-3> 연도별 특허출원 건수



미국에서 CAD/CAM/CAE와 관련된 등록특허를 가장 많이 보유한 곳은 <그림 3-4>와 같이 Fujitsu Limited와 International Business Machines Corp.,로서 각각 10건의 등록특허를 보유하고 있다. 특히 Fujitsu Limited의 경우 일본계 회사로서 CAD/CAM/CAE 분야의 경우 일본 업계가 미국에 상당히 진출해 있음을 간접적으로 알 수 있었다.

또한, Hewlett Packard Company와 Mitsubishi Denki가 각각 9건과 8건으로 3, 4위를 차지하였다. 여기에서도 4위의 Mitsubishi Denki가 일본계 회사로서 미국에서 일본업체의 활발한 활동상황을 엿볼 수 있었다. 그 이외의 기업으로는 Autodesk Inc., Sun Microsystems. Inc 등은 3건 이하로 상위 4위권의 회사에 비해 절반 이하의 수준을 보이고 있는 것으로 나타났다.

<그림 3-4> 특허출원인 현황

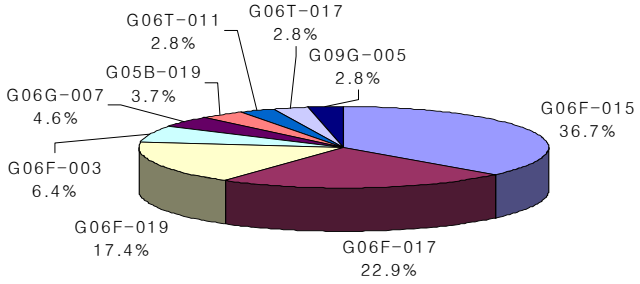


미국의 국제특허분류(IPC)에 따른 기술분야별 등록건수를 <그림 3-5>에 나타내었다. 미국의 CAD/CAM/CAE에 대한 특허의 상위 10권 기술분류는 G06F-015가 44.2%로, "디지털 컴퓨터 일반, 데이터 처리 장비 일반"에 관한 기술의 특허가 가장 많은 것으로 나타났다.

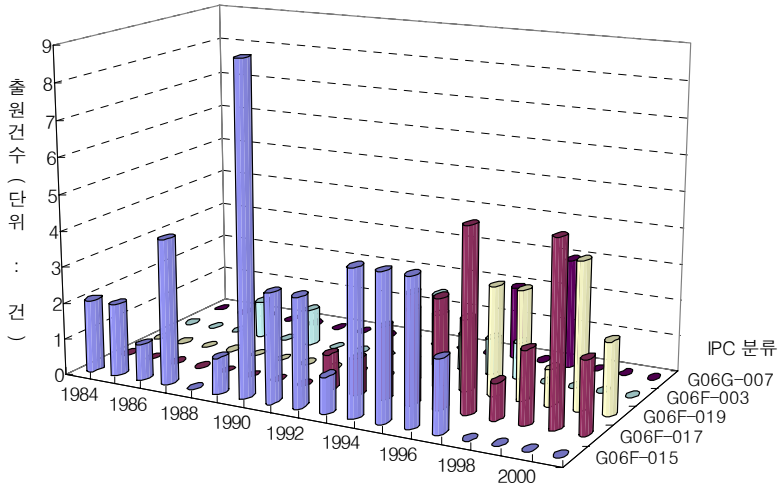
그 다음으로는 "디지털 컴퓨팅 또는 데이터 프로세싱 장비 및 방법으로서 특정 기능을 위해 특히 적합한 형태의 것"의 분야인 G06F-017이 22.9%를 나타내었다.

그 이외에 G06F-019, G06F-003 등 상위 4위권의 특허분류가 모두 G06F(전기에 의한 디지털 데이터 처리)에 관한 분류로서 전체 10위권의 특허분류에서 83.4%를 차지하는 것으로 나타났다.

<그림 3-5> 국제특허분류에 따른 등록건수 비율



<그림 3-6> 국제특허분류의 연도별 등록건수



한편, 가장 점유율이 높은 G06F-015의 경우 1990년대 초반에 대체적으로 가장 많은 특허가 등록되었으며, 최근 1998년도부터는 특허의 출원이 급격하게 줄어들고 있음을 알 수 있었다. 그리고 점유율 2, 3위의 G06F-017과 G06F-019 분류는 1990년대 중반까지는 특허출원이 저조하였으나, 1990년대 후반부터 특허출원이 급격히 증가한 것으로 나타났다.

결국 미국의 특허에 있어서 가장 높은 비율을 나타내고 있는 G06F 분류의 경우 세부의 내용이 최근들어 "디지털 컴퓨터 일반 또는 데이터 처리 장비 일반"에서 조금더 세분화되고 전문화된 분야로의 특허출원이 많아지고 있음을 알 수 있었다.

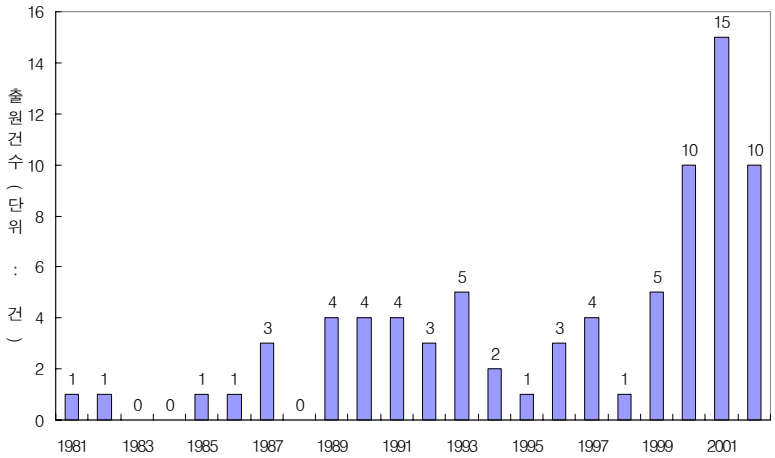
(2) 유럽

<그림 3-7>은 유럽 특허의 연도별 출원 건수를 나타낸 그림이다. 유럽 특허는 2002년까지 총 78건의 특허가 출원되었다.

유럽에 있어서 CAD/CAM/CAE와 관련된 특허출원은, 1999년까지는 5건 이하의 특허가 출원될 정도로 특허출원이 저조하였으나, 2000년부터는 특허출원이 급격히 증가하여 과거의 2배인 10건이상의 특허가 매년 출원되는 것으로 나타나, 최근들어 CAD/CAM/CAE 분야의 연구개발이 활발한 것으로 나타났다.

특히 2001년의 경우 한해에 15건의 특허가 출원되어 과거 특허출원중 가장 많은 건수를 나타내었다.

<그림 3-7> 연도별 특허출원 건수

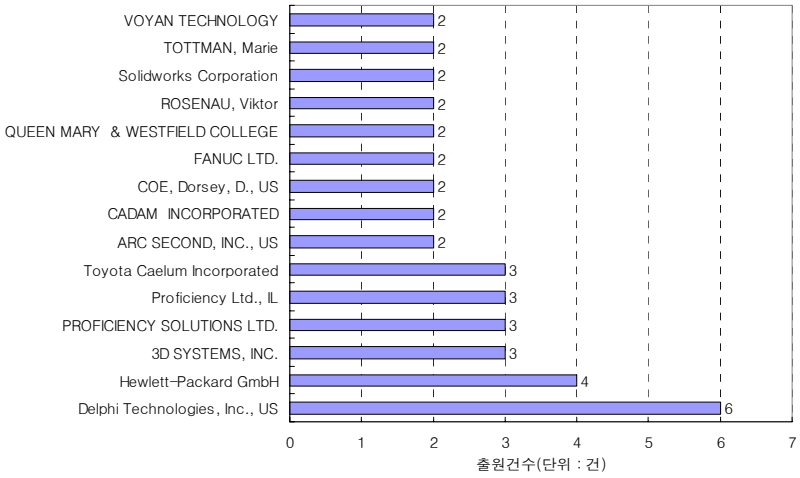


<그림 3-8>에서 알 수 있는 바와 같이 유럽에서 CAD/CAM/CAE와 관련된 특허를 가장 많이 출원한 업체는 Delphi Technologies Inc로서 지금까지 6건의 특허가 출원되었다. 그 다음으로는 Hewlett Packard가 4건으로 2위를 차지하여, 미국과 영국에서 모두 CAD/CAM/CAE 분야에 강한 면을 보여주고 있다.

그 이외에 3D systems Inc., Proficiency Solutions Ltd., Proficiency Ltd, Toyota Caelum Incorporated 등이 공동 3위로서 각각 3건의 특허가 출원되었다. 특히 Proficiency 그룹의 경우 그 동안 총 6건의 특허가 출원되어 그룹차원에서는 영국내 최대 특허출원회사임을 알 수 있었다.

또한 Arc Second Inc, Cadam Incorporated Fanuc Ltd 등 9개의 회사는 모두 각각 2건씩의 특허가 출원되어 있는 것으로 나타났다.

<그림 3-8> 특허출원인 현황



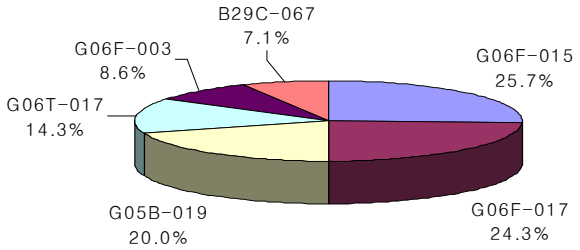
유럽 특허의 국제특허분류(IPC)에 따른 상위 6위권 기술분야별 출원건수를 살펴보면 <그림 3-9>와 같이 미국과 마찬가지로 G06F-015 (디지털 컴퓨터 일반, 데이터 처리 장비 일반) 분야의 특허가 25.7%로 가장 큰 비중을 차지하였다.

그 다음으로는 G06F-017(디지털 컴퓨팅 또는 데이터 프로세싱 장비 및 방법으로서 특정 기능을 위해 특히 적합한 형태의 것)의 분야가 G06F-015 분야와 비슷한 24.3%를 차지하여, G06F(전기에 의한 디지털 데이터 처리)의 분야가 전체의 50%를 차지한 것으로 나타났다.

그 이외의 분야인 G05B-019는 점유율이 20%로, 미국에서는 나타나지 않은 분류로서 "제어계 또는 조정계 일반 ; 프로그램 제어" 분야의 연구개발이 영국에서 활발하게 이루어지고 있음을 알 수 있다. 또는 G06T-017(3차원 모델링)도 미국에서는 그 점유율이 낮은 분야였지만, 영국에서는 14.3%로 비교적 높은 순위를 나타내었다. 물론

이들 분야들은 각 국의 국제특허분류에 있어서 분류를 서로 상이하게 해석함으로서 나타날 수 있는 것이기도 하다.

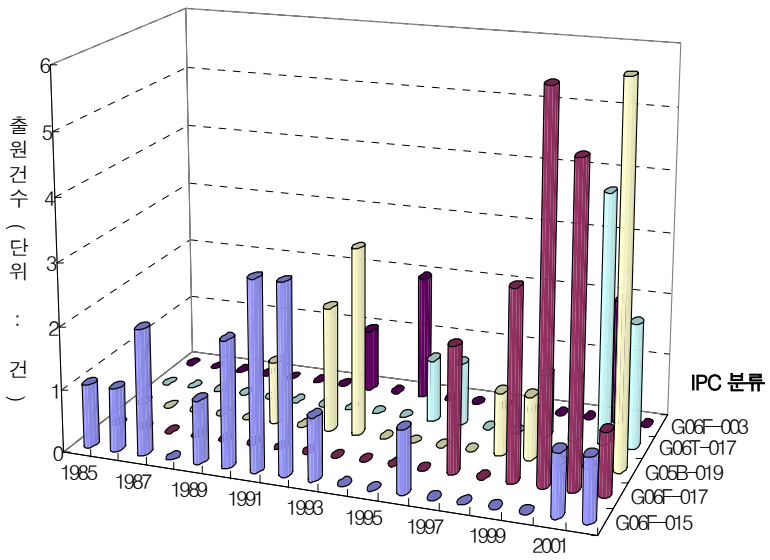
<그림 3-9> 국제특허분류에 따른 출원건수 비율



한편, 점유율이 높은 주요 5위권 분류의 연도별 출원동향을 <그림 3-10>에 나타내었다. 가장 비율이 높은 G06F-015의 경우 주로 1980년대 중반부터 1990년대 초반까지 특허출원이 많았으며, 최근에는 조금 저조한 것으로 나타나, 이 분야의 연구개발 현황이 미국과 유사함을 알 수 있었다. 그리고 G06F-017의 경우도 미국과 마찬가지로 과거에는 특허출원이 거의 없었으나, 1999년부터 특허출원이 급증하는 것을 고려할 때 최근에 연구개발이 활발하게 이루어지는 것을 알 수 있었다.

또한 미국에서는 나타나지 않았던 G05B-019 분야는 1990년대 초반부터 꾸준하게 특허출원이 이어져 오고 있으며, 특히 2002년도에 특허출원이 급격히 늘어난 것을 알 수 있었다.

<그림 3-10> 국제특허분류의 연도별 등록건수



(3) 일본

<그림 3-11>에 일본의 연도별 특허 출원 건수를 나타내었다.

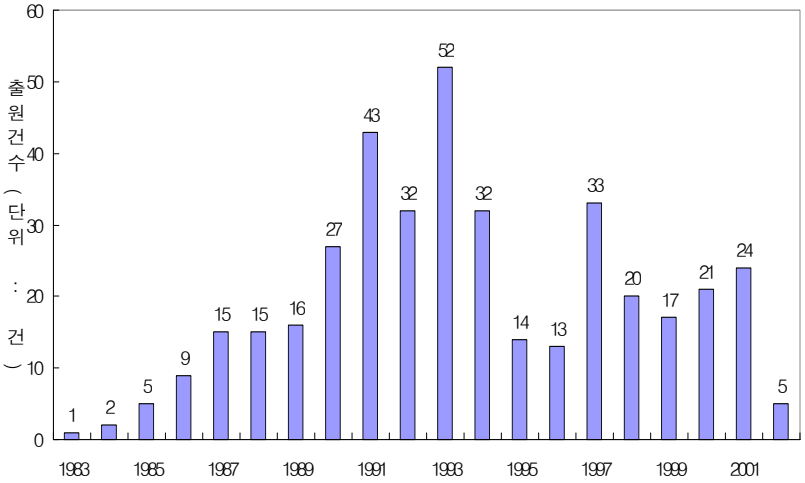
CAD/CAM/CAE와 관련된 일본 특허의 출원 건수는 396건으로, 세계에서 특허출원이 가장 많은 것으로 나타났다.

일본의 특허 출원동향은 미국과 유럽의 특허 등록 및 출원과 달리 1990년대 초반에 특허출원이 가장 많았던 것으로 나타났으며, 최근에는 특허출원이 조금 소강상태인 것으로 나타났다.

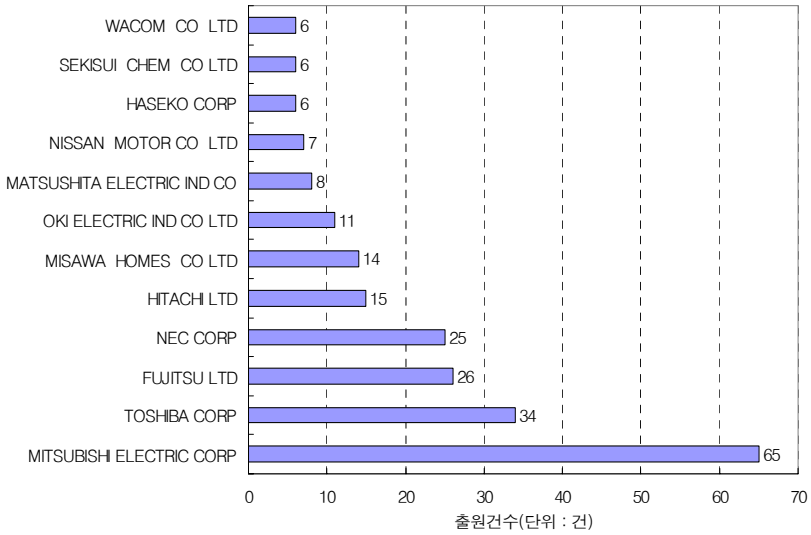
일본의 특허출원은 1980년대 초반부터 꾸준하게 증가되어 오다가 1993년을 기점으로 하여 서서히 출원건수가 줄어들고 있는 추세이다.

이것은 CAD/CAM/CAE의 분야가 성숙기에 접어들었음을 나타낸다고 할 수 있다.

<그림 3-11> 연도별 특허출원 건수



<그림 3-12> 특허출원인 현황



일본에서 CAD/CAM/CAE와 관련된 특허를 가장 많이 출원한 업체는 <그림 3-12>에서 알 수 있듯이 Mitsubishi Electric Corp이 총 65건으로 다른 기업에 비해 상당히 많은 특허를 출원한 것으로 나타났다.

그 다음으로 Toshiba Corp가 34건으로 2위를 나타내었으며, Fujitsu Ltd와 NEC Corp가 각각 26건 25건으로 3, 4위를 차지하였다. 그 이외에 Hitachi Ltd와Misawa Homes Co Ltd가 각각 15건, 14건을 출원하여 5, 6위를 차지하였다.

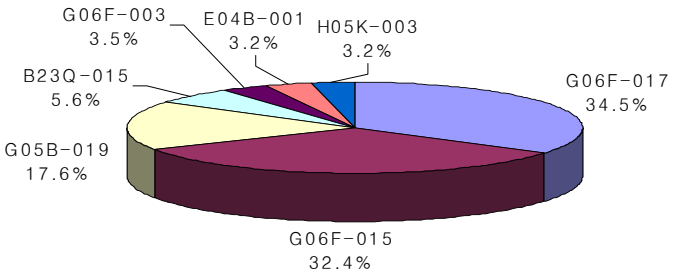
일본의 국제특허분류(IPC)에 따른 상위 7위권 기술분야별 특허출원 건수를 <그림 3-13>에 나타내었다.

미국 및 영국과는 달리 G06F-017(디지털 컴퓨팅 또는 데이터 프로세싱 장비, 방법으로서 특정 기능을 위해 특히 적합한 형태의 것) 분야가 34.5%로 가장 높은 비율을 나타냈다. 그 다음으로는 G06F-015(디지털 컴퓨터 일반, 데이터 처리 장비 일반) 분야가 32.3%로 2위를 차지하였다. 결국 G06F(전기에 의한 디지털 데이터 처리) 분야가 전체의 65% 이상을 차지하는 것으로 나타났다.

또한 G05B-019(제어계 또는 조정계 일반 ; 프로그램 제어계) 분야가 17.6%로, 영국과 마찬가지로 3위의 점유율을 나타내었다.

그 이외의 분야로는 B23Q-015(공구 또는 공작물의 이송운동, 절삭속도 또는 위치의 자동제어 또는 조정)의 분야가 5.6%, G06F-003(컴퓨터로 처리할 수 있는 형식으로 전송된 데이터를 변환하는 입력기구; 처리장치로부터 출력장치로 데이터를 전송하기 위한 출력기구)의 분야가 3.5%, E04B-001(건축구조 일반)과 H05K-003(인쇄회로를 제조하기 위한 장치 또는 방법)의 분야가 각각 3.2%를 나타내었다.

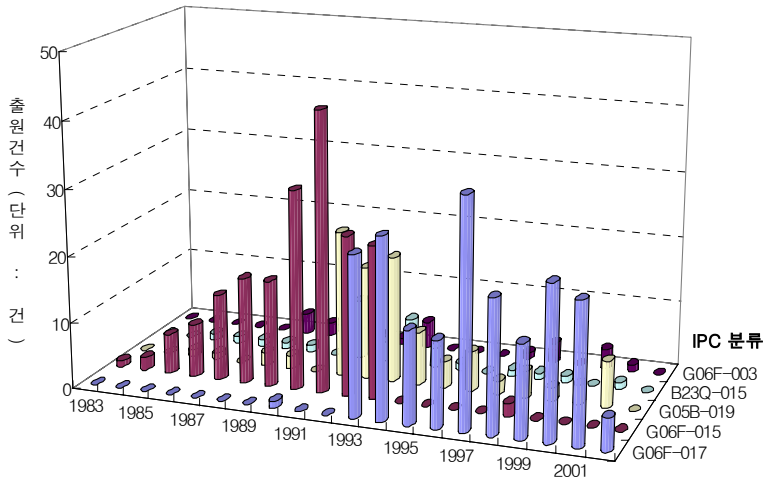
<그림 3-13> 국제특허분류에 따른 출원건수 비율



한편, 상위 5위권 국제특허분류의 연도별 출원동향을 <그림 3-14>에 나타내었다. 출원 비율이 가장 높은 G06F-017의 경우 1993년부터 본격적으로 특허출원이 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 출원 비율이 2위인 G06F-015의 경우는 1980년대 중반부터 서서히 증가해오다가 1991년도에 가장 많은 특허출원을 하였으며, 1993년 이후에는 거의 특허 출원이 이루어지지 않고 있다. 결국 미국, 영국 및 일본의 특허출원을 감안해 볼 때 1980년대 중반부터 1990년대 중반까지는 G06F-015 분야의 특허가 주를 이루었으며, 그 이후에는 G06F-017 분야가 주를 이루고 있음을 알 수 있다.

한편, G05B-019 분야는 1990년대 초반에 주로 특허가 출원되었으며, 그 이외의 B23Q-015와 G06F-003 분야는 1980년대 중반부터 소량의 특허가 현재까지 꾸준하게 이어져 오고 있음을 알 수 있다.

<그림 3-14> 국제특허분류의 연도별 등록건수



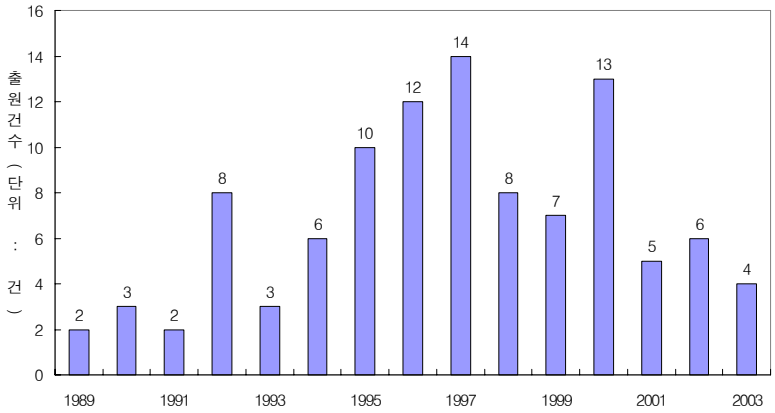
나. 국내

(1) 연도별 특허출원 건수

<그림 3-15>에 CAD/CAM/CAE와 관련된 국내의 연도별 특허 출원 건수를 나타내었다.

CAD/CAM/CAE와 관련된 국내 특허의 출원 건수는 총 103건으로 나타났다. 국내의 특허는 1980년대 후반부터 특허가 출원되기 시작하여 1995년부터는 10여건 이상의 특허가 출원되었다. 그러나 2000년을 제외하고는 1997년을 기점으로 특허출원건수가 10건 이내로 줄어들고 있어 국내에서도 해외와 마찬가지로 CAD/CAM/CAE 분야가 성숙기 초기에 접어들고 있는 것으로 추정된다.

<그림 3-15> 연도별 특허출원 건수

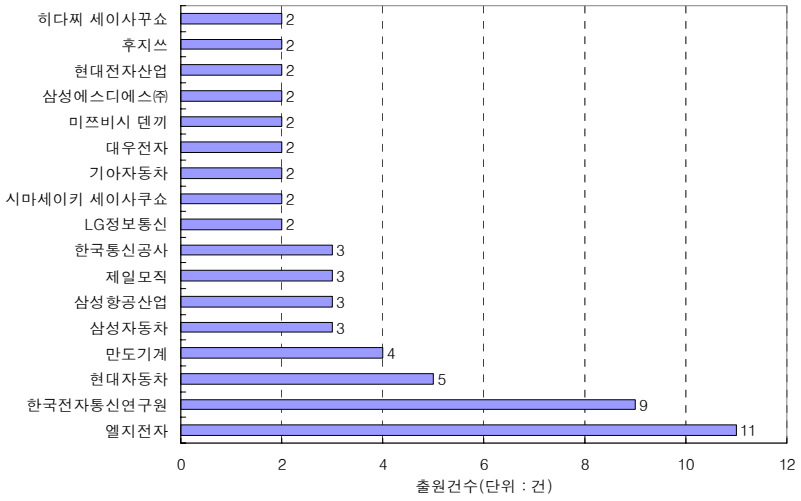


(2) 출원인별 특허출원 동향

<그림 3-16>에 특허출원인별 국내 특허 출원 현황을 나타내었다. 국내에서는 대기업인 엘지전자(주)가 11건으로 가장 많은 관련 특허를 출원하였다. 그 다음으로는 한국전자통신연구원이 9건으로 2위를 차지하여, 상위 1, 2위의 기업이 다른 기업에 비해서 최소 2배 이상의 특허출원이 이루어지고 있다.

그 이외에 현대자동차 및 만도기계가 각각 5건, 4건으로 3, 4위를 차지하였으며, 삼성자동차, 삼성항공산업, 제일모직, 한국통신공사 등이 각각 3건으로 5위를 차지하였다. 또는 LG정보통신, 시마세이키 세이사큐쇼, 기아자동차, 대우전자, 미쯔비시 덴끼, 삼성에스디에스(주), 현대전자산업, 후지쯔, 히다찌 세이사꾸쇼 등이 각각 2건으로 9위를 차지하였다. 이들 9위의 기업에는 4개 기업이 일본기업으로 국내 CAD/CAM/CAE 분야에 일본기업이 많이 참여하고 있음을 알 수 있었다.

<그림 3-16> 특허출원인 현황



(3) 국제특허분류별 특허출원 동향

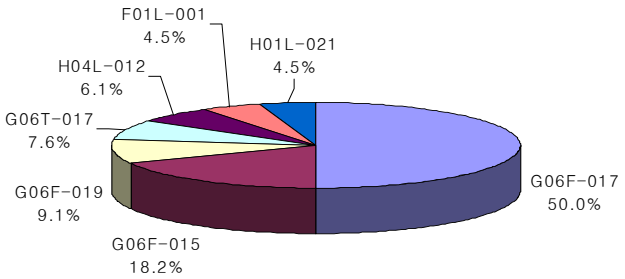
국내의 국제특허분류(IPC)에 따른 기술분야별 상위 7위권 특허출원 건수비율을 <그림 3-17>에 나타내었다.

선진국과 마찬가지로 국내에서도 G06F-017 분야와 G06F-015 분야가 1, 2위의 점유율을 나타내고 있는 것으로 나타났다. 그러나 G06F-017분야의 경우 해외에서는 대개 25~35% 정도의 점유율을 나타내었으나, 국내의 경우 무려 50%를 차지하고 있어, 이 분야에 대한 국내기업들의 연구개발 및 특허출원이 많이 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

또한 G06F-015의 분야는 18.2%를 나타내었으며, G06F-019 분야는 9.1%를 나타내어, G06F 분야인 "전기에 의한 디지털 데이터 처리" 분야가 전체의 77% 이상을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

그 이외에 G06T-017, H04L-012, F01L-001 및 H01L-021 분야는 대개 8% 이하의 점유율을 나타내고 있는 것으로 나타났다.

<그림 3-17> 국제특허분류에 따른 출원건수 비율

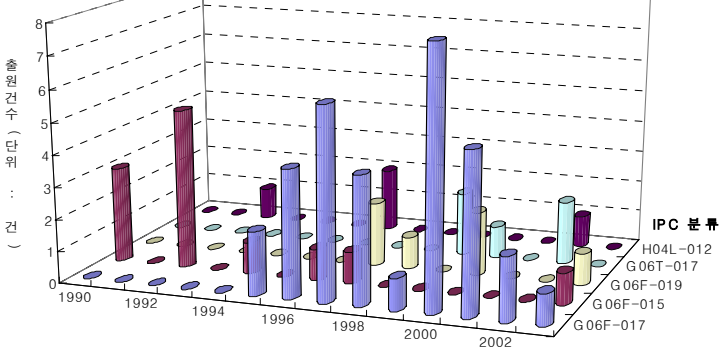


<그림 3-18>에는 상위 5위권의 비율을 나타내고 있는 국제특허분류의 연도별 출원 동향을 나타내었다.

한편, 가장 비중이 높은 G06F-017 분야는 외국과 마찬가지로 1990년대 중반 이후 특허출원이 본격적으로 이루어지고 있는 것으로 나타났으며, G06F-015는 1990년대 초반에 특허출원이 본격적으로 이루어졌으나, 최근에는 조금 소강상태인 것으로 나타났다.

또한 G06F-019와 G06T-017은 1990년대 중분부터 출원이 나타나기 시작하여 최근까지 산발적으로 출원이 이루어지고 있는 것으로 나타났다.

<그림 3-18> 국제특허분류의 연도별 등록건수



다. 비교분석

CAD/CAM/CAE와 관련된 미국, 유럽, 일본, 한국의 특허 수는 각각 127건, 78건, 396건, 103건으로서 일본의 특허 수가 가장 많았다. 그러나 미국의 경우 등록특허의 건수이며, 나머지 국가의 경우에는 모두 공개된 출원건수를 나타내고 있으므로 단순 비교는 불가능하다. 다시 말해서, 출원된 특허의 25%~30% 가량만이 통상적으로 등록되는 것으로 알려져 있기 때문에, 미국의 특허출원 건수는 등록특허의 3~4배 가량인 400여건에 이를 것으로 추정할 수 있다.

한편, 국내 CAD/CAM/CAE과 관련한 특허출원은 1980년대 중반부터로 세계 주요국에 비해서 최소 5년 정도 뒤져 있는 것으로 나타났다.

출원인 분야에서는 세계에서 일본의 기업들이 비교적 특허출원이 활발한 것으로 나타나, CAD/CAM/CAE에 대한 일본 기업의 연구개발이 활발함을 알 수 있었다.

국제특허분류를 통한 기술의 분류에서는 4개국 모두 G06F-015와 G06F-017 분야가 가장 비중이 높은 것으로 나타났으며, G06F-015 분야는 1990년대 중반까지 특허출원이 활발한 것으로 나타났으며, 1990년대 중반 이후에는 G06F-017 분야의 특허출원이 활발한 것으로 나타났다.

결국 CAD/CAM/CAE 산업의 특허출원 동향은 과거에 디지털 컴퓨터 일반에서 최근에는 디지털 컴퓨팅 또는 데이터 프로세싱 장비 및 방법에 관한 것으로 특허내용이 조금더 세분화되고 있는 것으로 나타났다.

제4장

시장동향 및 전망

본 장에서는 산업의 개요와 산업환경을 분석하였으며, 국내외 시장동향 분석을 통하여 향후 시장 수요를 예측하였다.

1. 산업의 개요 및 특성

가. 산업의 개요

CAD/CAM/CAE를 충분히 이해하고 적절히 구사한다는 것은 그렇게 간단한 일은 아니다. 즉, 컴퓨터 시스템을 이해한 다음 적용 분야별 기술도입의 구체적인 진행방법, 기업마다의 업무 분석 등 대부분 현장과 밀착된 노력이 요구되는 것이다. 지식이나 기술만으로 선행한다면 실속 있는 CAD/CAM/CAE의 탄생을 기대할 수 없다.

CAD/CAM/CAE는 설계 및 생산도구의 단순한 도구가 아니며, 데이터 축적과 흐름은 회사전체의 프로세스에 영향을 미치게 된다. 제조업체에 있어서 기술적 데이터는 제품의 기획, 마케팅, 기능, 성능, 디자인을 구현하는 것이기 때문에 비즈니스 데이터 이상의 중요한 의미를 가지고 있다.

현재의 기업은 원하던 원하지 않던 CAD/CAM/CAE에 휩싸여 있으며, CAD/CAM/CAE와 반드시 어울려야만 하는 환경속에 휘말려 있다. 또한 시스템 구입 후 지속적인 연구와 숙지를 하지 않는다면 도입하지 않은 것보다 못하는 역효과를 초래하게 된다.

컴퓨터를 이용하여 설계로부터 생산에 이르기까지 각 작업공정의 효율화 및 자동화를 구현하려는 설계 및 생산 방법을 CAD/CAM/CAE라고 한다. 이는 전기·전자·기계·건축·토목·우주항공 공학 등 광범위한 학문의 종합으로, 기업들이 극심한 생존 경쟁에서 살아남기 위한 기술이라고 할 수 있다.

나. 산업의 특성

CAD/CAM/CAE 기술은 지식 그 자체로서는 산업체에 큰 의미가 없으며, 이 기술들이 공학적인 관점에서 접근된 소프트웨어로서 구현되었을 때에만 의미를 가질 수 있기 때문에 CAD/CAM/CAE 소프트웨어 및 공학 전체 라이프사이클에 걸친 산업으로 정의될 수 있다.

CAD/CAM/CAE 산업은 사용자 그룹, 벤더 및 지원 그룹, 개발자 그룹, 교육 및 연구자 그룹 등과 같은 구성 요소로 이루어져 있기 때문에, 이들 그룹간의 시장 규모나 종사하는 인력이 균형을 이루고, 또한 이들 각 그룹간의 제품 정보가 원활히 흐를 때에만 CAD/CAM/CAE 산업이 발전 가능한 것이다. 즉, 모든 관련 그룹들이 산업의 구성요소로서 두텁게 유대관계가 이루어질 때 모든 문제들을 해결 할 수 있는 것이다.

CAD/CAM/CAE 관련 분야는 소프트웨어 공학은 물론 이거니와 기하 모델링, 컴퓨터 그래픽스, 컴퓨터 네트워크, 데이터베이스, 미분

기하학, 선형 대수학, 기계공학, 생산공학, 산업공학, 산업 미술 등 많은 기술 및 학문 분야를 통괄하는 종합적인 전산응용 분야로, 이 분야에 대한 연구 개발 및 투자를 통하여 개발된 누적 기술은 다른 모든 산업분야 전반에 미치는 파급효과는 갈음하기 힘들 정도로 매우 크다고 할 수 있다.

2.. 산업 환경 분석

가. 외부 환경 분석

□ 국가 경쟁력 제고를 위한 CAD/CAM/CAE 활용

IMF 이후 국가 경쟁력 제고에 CAD/CAM/CAE 개발 및 활용에 대한 필요성이 점차로 인식되어져 가고 있다. 기업 및 국가의 경쟁력 제고라는 문제를 해결하기 위해서는 제품의 생산성이 향상되어야 하며, 이를 위해서는 먼저 설계부문의 생산성 향상이 선행되어야 한다.

따라서 기존 도면의 효율적인 활용이나, 설계시간의 단축 및 미리 완제품의 형태를 갈음할 수 있는 해석을 통하여 설계오류 감소 및 표준화, 정보화, 경영의 합리화를 이룰 수 있는 시스템의 도입이 필수 불가결한 현황으로 대두되고 있다.

이러한 시대적 요구에 맞추어 산업계와 정부 및 학계는 상호 활발한 협력 및 연구·개발을 통하여 CAD/CAM/CAE 및 관련 산업의 현황을 조사하고 미래를 예측하여 CAD/CAM/CAE 산업의 부흥을 위해서 국가적으로 추진하여야 할 전략으로 수립되도록 심여를 기울이고 있다.

나. 시장 기회요인 및 위협요인 분석

(1) 시장 기회요인

□ CAD/CAM/CAE와 IT 기술의 통합

요즘 세계 각국은 생산성 향상은 물론 모든 거래를 정보화해 새로운 세기의 주역이 되려는 야심을 지고 있다. 이를 위해서는 무엇보다도 경쟁력 있는 제품을 단기간에 저비용으로 개발할 수 있어야 하기 때문에, 여기에 CAD/CAM/CAE의 이용이 활발해지고 있다.

CAD/CAM/CAE가 웹, CALS 등의 기술과 통합되고 있으며, 이러한 추세는 점차 가속화되고 있다.

우리나라의 경우 세계적인 IT 강국으로 웹 및 CALS 구현을 위한 인프라가 세계 최상의 수준으로 되어 있어, 기존 IT 인프라망과 국내 기업들이 보유하고 있는 CAD/CAM/CAE의 라이브러리, 소스코드 등의 공용화을 통하여 과감한 투자 및 지원이 이루어진다면, 머지않아 웹 및 CALS와 접목된 CAD/CAM/CAE 기술로 세계시장에서 우위를 점할 수 있을 것으로 판단된다.

(2) 시장 위협요인

(가) 기술의 의존도 심화

CAD/CAM/CAE 산업에서 가장 큰 문제점은 정부나 유통을 맡고 있는 대리점 및 국내 주사용자인 대기업들이 최소 95% 이상을 외국

제품에 의존하고 있다는 사실이다. 더구나 이들이 기술개발에 대한 별다른 반응을 보이지 않음에 따라 점점 기술의 해외 의존도가 심해지고 있다.

그나마 일부 중소기업들이 고군분투하며 국산 CAD/CAM/CAE의 시스템 개발에 심혈을 기울이고 있다는 것이 다행이라고 할 수 있다.

지금부터라도 기술력 축적을 위하여 국가 및 대기업들이 앞장서 이슈를 찾고 그 답을 찾아 노력을 기울인다면 빠른 시기에 선진 기술을 따라 잡을 수 있을 것이다.

(나) 시스템 표준화의 부재

국내 CAD/CAM/CAE 시스템의 표준화를 위한 별도의 대책 없이 양산된 고급 인력들은 사용 용어, 업무 프로세스 등에서 표준화되고 획일적인 기준의 부재로, 시스템에 불필요하다고 생각되는 기능을 삭제하거나 임의로 추가하여 혼란만 가중시키고 있다. 이렇게 사용자별로 특화돼 다른 사람이 이해 할 수 없게 된 프로그램을 일명 스파게티 코드라고 한다.

지금처럼 사용자의 표준을 정하지 못하고 일관된 교육 프로그램이나 정책을 가지고 있지 못한다면 우리나라의 CAD/CAM/CAE 정책 자체가 스파게티 코드가 될지도 모른다.

중국이 국가 차원에서의 CAD 인력 양성책을 통하여 표준 기술을 습득한 25만명의 전문인력을 단기간에 배출했던 정책을 참고하여 우리도 CAD/CAM/CAE 전문인력 양성 계획과 표준화방안을 가져야 할 것이다.

(다) 적극적이고 효율적인 육성 정책의 부재

그 동안 미국 정부는 예전에는 GATT, 최근에는 WTO의 지적 재산권 보호라는 미명 하에 자국의 소프트웨어 산업을 보호하여 왔다.

물론 우리나라도 최근에 관련 법규를 개정하여 소프트웨어의 일부를 개조하거나 변형 등을 통하여 또다른 소프트웨어를 개발할 수 있게 보호해주는 리버스엔지니어링(Reverse Engineering)을 추진하였으나, 미국의 압력으로 고전을 면치 못하고 있다.

그 동안 우리 정부가 많은 노력을 기우려 왔으나, 미국이 자국의 소프트웨어 산업을 포괄적이고 장기적인 관점에서 정책을 펼치는 반면에, 우리 정부의 정책은 아직까지 전시적인 것들이 많았다.

소프트웨어 분야의 육성이 갑자기 나타났다가 사라지는 식의 자금지원이나, 특정지역을 소프트웨어 밸리로 지정하는 식의 과시행정은 문제가 있다. 그보다는 다년간의 집중적인 투자를 통하여 경쟁력을 가질 수 있는 분야나, 반드시 기술력을 갖추지 않으면 안될 분야를 면밀히 검토하는 장기 전략이 필요하다.

후발주자인 중국이 현재 한국을 앞지르는 기술을 보유한 이유 중에 하나는 중국 정부가 전체 산업 분야에서 CAD의 활용을 권장하면서, 국가산하에 CAD 주무 부서를 설립하고, 중국 각 지역에 CAD 활용을 위한 지원조직을 설치함과 동시에 전국 200여 곳을 CAD 활용지역으로 정하여 저변 확대와 더불어 노하우의 축적을 지원하였다는 점이다. 지금이라도 중국 및 여러 선진국들의 정책을 비교 검토하여 일관성 있는 정책으로 국내 CAD/CAM/CAE 산업을 이끌어 갈 수 있는 조직적인 시스템이 필요하다.

3. 국내외 시장 동향 분석

가. 일본의 시장동향 분석

(1) 일본 시장 동향

일본의 2002년도 시장규모는 전년대비 1.0% 증가한 약 2,600억엔 정도의 매출규모를 나타내었으며, 2003년에는 작년대비 11.4% 증가한 약 2,900억엔 정도의 매출을 달성할 것으로 추정되고 있다.

<표 4-1> CAD/CAM/CAE의 일본 시장규모 현황

(단위 : %, 백만엔)

연도 / 업체	2001년		2002년			2003년(추정)		
	매출액	점유율	매출액	신장율	점유율	매출액	신장율	점유율
기계계 CAD/CAM/CAE	155,220	60.7	162,414	4.0	62.5	179,865	10.7	62.1
EDA	71,145	27.6	70,439	-1.0	27.1	80,970	15.0	28.0
토목・건축계 CAD	29,985	11.7	27,003	-9.9	10.4	28,619	6.0	9.9
총계	257,350	100.0	259,856	1.0	100.0	289,454	11.4	100.0

자료 : 야노경제연구소, 2003.10

(가) 기계계 CAD/CAM/CAE 분야

기계계 CAD/CAM/CAE 시스템은 최대 수요분야인 자동차업계의 순조로운 투자로 인하여 기계계 CAD/CAM/CAE 벤더들에게 큰 플

러스 요인이었으나, 전기·정밀기계업계의 장기적인 불황으로 인한 설비투자 동결로 어려운 시기를 보내고 있다.

2002년 시장규모는 전년대비 4.0% 증가한 1,620억엔으로 62.5%의 점유율을 나타내었다. 2003년도에는 전기·정밀기계업계들이 회복세를 보임에 따라, 오랜만에 큰 폭의 성장을 보일 것으로 기대되고 있어 약 1,800억엔 정도의 매출을 달성할 것으로 추정되고 있다.

(나) EDA 분야

2001년 반도체산업의 불황으로 인하여 많은 EDA(Electronic Design Automation; 전자설계 자동화로 반도체나 PCB, 시스템을 설계하는 CAD 툴) 벤더들은 타격을 받았고, 이 시기 각사의 매출은 10%이상 하락하였으며, 2002년도에서도 2001년도의 불황에서 벗어나지 못하였다. 따라서 2002년도의 시장규모는 전년대비 1% 감소한 약 700억엔으로 27.1%의 점유율을 나타내었다.

2003년도에 들어와서야 겨우 불황에서 벗어나 회복기로 들어설 것으로 보이며, 시장회복에 타이밍을 맞추어 중요 반도체 메이커 각사들이 설비투자를 재개하고 있다.

일본 국내에서는 도시바, 소니가 큰 확장을 하고 있는 것 외에 르네사스테크놀리지(미스비스전기와 히타지 제작소의 합병회사)도 큰 설비투자를 계획하고 있다. 이러한 움직임에 힘입어 EDA 업계는 큰 폭의 성장을 이룰 것으로 예상하고 있으며, 2003년도는 2002년도 대비 10%정도의 성장이 점쳐지고 있는 가운데, 올해의 시장규모는 810억엔 정도의 시장이 형성될 것으로 추정되고 있다.

(다) 토목·건설 CAD 분야

건설업계자체가 불황에서 벗어나지 못하고 있어 어려운 상황이 계속적으로 이어지고 있다. 장기적인 면에서 토목·건설의 시장은 축소될 것이 확실해지고 있다.

현재, 토목·건설분야의 IT화는 아직까지는 제한된 부분에서만 사용되고 있어 발전이 상당히 뒤쳐진 분야이기 때문에 IT의 활발한 보급으로 인한 극적인 변화가 유일한 희망이 되고 있다. 즉, 토목·건설계 CAD 벤더들의 비즈니스환경이 좋지는 않은 상황이지만 IT 키워드에 의한 필요성이 그나마 남아있는 큰 기회라고 할 수 있다.

토목·건축계 CAD 분야의 2002년도 시장규모는 전년대비 약 10% 정도 감소한 270억엔으로 10.4%의 점유율 나타내었으며, 2003년도에는 286억엔 정도의 시장이 형성될 것으로 추정되고 있다.

(2) 일본 업체 동향

일본 CAD/CAM/CAE 시장에서 그 동안 점유율이 가장 높았던 기업은 EDA 벤더인 日本케이덴스디자인 시스템이었다. 그러나 2002년도부터는 日本IBM이 케이덴스를 추월하여 업계 최고의 위치를 차지하였다. 그 이외에 대표적인 벤더로는 電通國際情報서비스, 富士通후, 図研, PTC JAPAN 등이 있다.

(가) 일본IBM

일본IBM의 CAD/CAM/CAE, PDM, PLM 관련 2002년 매출액은

약 274억엔 정도로 추정되며, 이는 전년대비 33% 증가한 매출액이다. 이러한 신장의 원인은 자동차업계에 의한 3차원 CAD제품(CATIA)의 도입을 들 수 있으며, 이 3차원 CAD 제품은 자동차 이외의 부분으로도 확대를 계속하여 나가고 있다.

2002년도 CATIA의 신규 수주는 2001년도 대비 약 3배 증가한 것으로 파악되고 있으며, 이 대부분은 전기·기계정밀 업체 등 신규 고객으로부터의 수주에 의한 것이다. 즉, 기존 고객이었던 자동차업계의 수주가 호조를 보인 것과 전기·정밀기계분야의 있어서의 호조 등이 기록적인 성장의 요인으로 분석되고 있다.

<표 4-2> CAD/CAM/CAE의 일본 업체별 점유율

(단위 : %, 백만엔)

업체 \ 연도	2001년		2002년			2003년		
	매출액	점유율	매출액	신장율	점유율	매출액	신장율	점유율
일본 IBM	20,600	8.0	27,400	33.0	10.5	33,300	21.5	11.5
일본케이덴스	22,100	8.6	23,000	4.1	8.9	25,000	8.7	8.6
電通國際情報서비스	18,725	7.3	19,300	3.1	7.4	22,500	16.6	7.8
富士通	14,800	5.8	13,900	-6.1	5.3	13,250	-4.7	4.6
図研	13,488	5.2	13,229	-1.9	5.1	14,600	10.4	5.0
PTC JAPAN	12,470	4.8	12,690	1.8	4.9	13,480	6.2	4.7
기 타	167,637	65.1	163,027	-2.8	62.7	180,804	10.9	62.5
총계	257,350	100.0	259,856	1.0	100.0	289,454	11.4	100.0

(나) 케이덴스 디자인 시스템

2002년 케이덴스의 매출액은 230억엔으로 전년대비 4.1% 증가하였

다. 그러나 케이덴스는 2001년까지 시장점유율 1위의 기업이었으나, 2002년도에 점유율 8.9%로 일본IBM(점유율 10.5%)에게 1위 자리를 내주었다.

한편, 2003년도에는 전년대비 8.7% 증가한 250억엔 정도의 매출을 달성할 수 있을 것으로 추정되고 있다.

(다) 電通國際情報서비스

電通國際情報서비스는 2002년에 193억엔으로 시장점유율 7.4%를 차지하였으며, 2003년에는 전년대비 16.6% 증가한 225억엔으로 시장점유율 7.8% 정도가 될 것으로 추정되고 있다.

(라) 富士通

PLM을 중심으로 사내의 조직체계가 재편에 들어갔으며, 자동차를 중심으로 한 디지털엔지니어링을 우선 사업 부문으로 자회사의 디지털 프로세스에 통합하고 있다.

최근 ICAD/MX의 후속 제품으로 SolidMX를 발표하여 신규고객 확보에 힘쓰고 있으나, 2003년의 매출액은 전년대비 4.7% 정도가 감소한 132억엔에 그칠 것으로 추정되고 있다.

(마) PTC JAPAN

PTC는 그 동안 불황을 거듭하여 왔으나, 2003년에 들어오면서 착실한 회복세를 보이고 있다. 2003년 4월부터 6월까지의 3개월간의 판

매고가 과거 약 2년간 최고의 실적을 나타내고 있는 것으로 알려지고 있는 가운데, 2003년도에는 전년대비 6.2% 정도 증가한 135억엔 정도를 달성할 수 있을 것으로 추정되고 있다.

이러한 매출의 신장은 Pro/Engineer Wildfire, Windchill PDMLink의 신제품 출시에 의한 것으로 분석되고 있다.

나. 국내의 시장동향 분석

(1) 국내 시장 동향

2002년 CAD/CAM/CAE 시장은 약 2,450억원으로 전년대비 11.8% 성장한 것으로 나타났으며, 2003년도에는 약 3,200억원 정도가 될 것으로 추정되고 있다.

MDA(Mechanical Design Automation ; CAD 부분과 CAD/CAM/CAE 부분의 통합 패키지로 구성) 부분의 2002년 매출액 규모는 약 1,100억원으로, 대기업의 투자 정체로 인하여 주요 소프트웨어들의 매출 성장이 이루어지지 못함에 따라 전년대비 10% 정도만이 증가한 것으로 나타났다.

이러한 소폭의 성장은 특별한 업그레이드나 이슈가 없는 상태에서 대규모의 신규 투자가 힘들고, 그 동안 캐드 시장의 가장 큰 흐름을 좌우했던 카티아(CATIA) V5가 대기업들의 투자 보류에 따라 본격적으로 시장에 진입하지 못함에 따라 어려움을 겪었기 때문으로 알려지고 있으며, 또한 대대적인 불법복제 단속 등이 이루어지지 않았기 때문에 건축 및 2D 캐드 시장의 성장을 주도해온 오토데스크 제품군의 매출이 저조했던 것도 이유로 볼 수 있다.

2002년 CAM 부분의 매출규모는 약 282억원으로 나타났으며, CAE는 321억만원, 리버스 엔지니어링(Reverse Engineering)은 36억원, AEC(Architectural Engin eering Construction)는 367억원으로 나타났다.

<표 4-3> CAD/CAM/CAE의 국내 시장규모 추이

(단위 : 만원)

연도 / 분야	1998년 매출	1999년 매출	2000년 매출
MDA	6,109,010	8,078,280	9,846,250
CAM	1,734,100	2,168,616	2,395,165
MCAE	1,572,500	2,013,800	3,004,400
PDM/기타	731,500	1,224,500	1,223,700
총계	10,147,110	13,485,196	16,469,515
연도 / 분야	**2001년 매출**	**2002년 매출**	**2003년 매출(예상)**
MDA	9,981,830	10,980,468	13,356,810
CPC	2,444,200	3,446,600	5,301,000
CAE	2,891,840	3,211,200	3,996,700
CAM	2,399,800	2,822,710	3,431,100
리버스	193,000	360,000	610,000
AEC	3,995,347	3,670,731	5,310,367
총계	21,906,017	24,491,709	32,005,977

자료 : Cad&Graphics, 2001년 2월호, 2003년 2월호

한편, 리버스 엔지니어링을 포함한 CAD/CAM/CAE/CPC의 기계분야 시장은 전년대비 16.2%가 증가한 약 2,083억원으로, 건축 시장(AEC 부문)에 비해서 성장이 높은 것으로 나타났다.

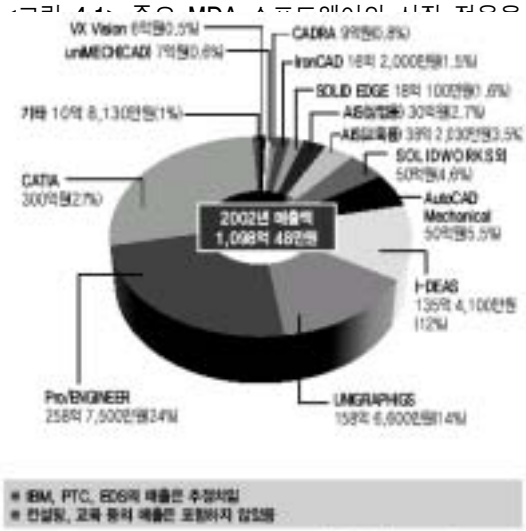
2002년 CPC(Collaborative Product Commerce ; 협력적 제품거래)

시장은 삼성전자, 현대자동차(금형 센터) 등 시범 프로젝트들이 시작되었고, 2003년도는 전사적으로 PDM을 검토하는 대기업들이 많아 하반기를 중심으로 투자가 이루어질 것으로 보인다.

한편, 2003년 MDA의 매출은 약 1,335억원, CPC는 530억원, CAE는 약 400억원, CAM은 343억원, 리버스 엔지니어링이 61억원, AEC는 531억원 정도가 될 것으로 추정되고 있다.

(가) MDA 부문

지난 해 MDA 부문에서는 카디아, Pro/ENGINEER, I-DEAS 및 Unigraphics 등이 안정화되면서 큰 빅딜이 없었고, 주목할 만한 신제품이 쏟아져 나오지 않았기 때문에 큰 변수는 없었다고 볼 수 있다.



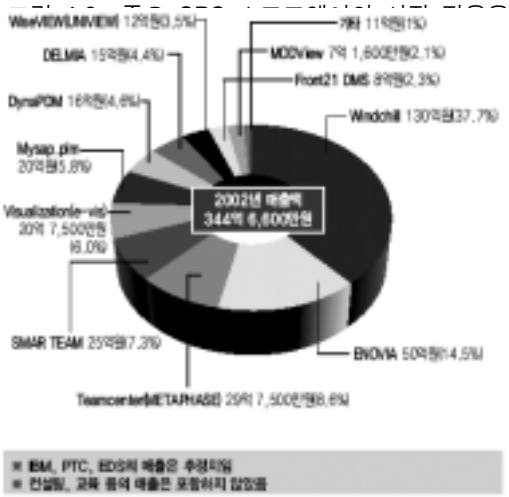
자료 : Cad&Graphics, 2003년 2월호

2002년 카티아의 매출규모는 약 300억원으로 MDA 분야에서 27%를 차지하였으며, Pro/ENGINEER, Unigraphics 및 I-DEAS은 각각 258억원(24%), 158억원(14%), 135억원(12%)의 매출규모는 나타낸 것으로 나타났다.

카티아 V5는 이미 발표된 지 4년째로 접어들어 안정화 단계에 있으며, I-DEAS와 Unigraphics를 통합한 제품이 2004년도 하반기 정도에 출시될 것으로 보임에 따라 2003년도는 업계들이 상호 운영성을 개선하는 데 주력할 것으로 보인다.

(나) CPC 부문

CPC 부문의 2002년도 매출규모는 345억원 정도로 CAD/CAM/CAE 분야에서 14% 정도의 점유율을 보이고 있다.



자료 : Cad&Graphics, 2003년 2월호

한편, 주요 소프트웨어로는 Windchill이 130억원으로 37.7%를 점유하고 있는 것으로 나타났으며, ENOVIA는 50억원으로 14.5%를 점유하였다.

그 이외에 Teamcenter(METAPHASE)과 SMAR TEAM 등은 각각 8.6%와 7.3% 정도의 점유율을 나타내고 있는 것으로 나타났다.

(다) AEC 부문

CAD 프로그램 중 AEC(Architectural Engineering Construct- ion)는 건축 캐드, 건축 구조 해석 소프트웨어, 플랜트, 토목설계 등을 위한 소프트웨어이다.

ArchiCAD는 3차원 건축설계전용 프로그램으로, 2002년 매출이 전년 대비 85%의 성장을 이룬 것으로 나타나고 있으며, 건축 인테리어 리모델링 분야에서 3D 시뮬레이션을 해주는 Kovi Archi+ezPACK 역시 2002년에 58%의 매출 성장을 이룬 것으로 나타나고 있다.

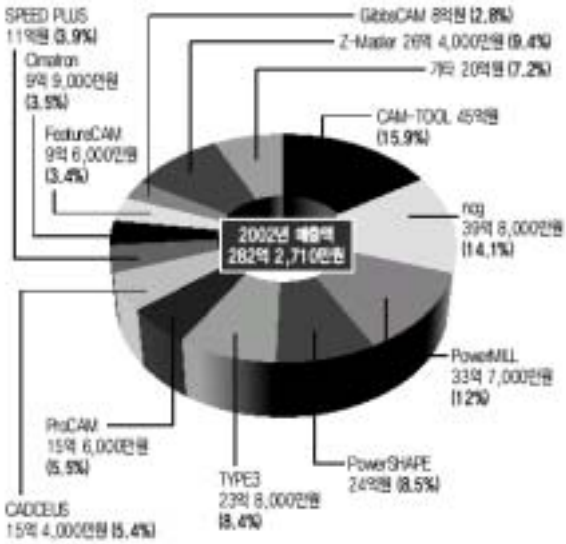
한편, 건축구조 해석관련 분야는 MIDAS, ETBS, SAP2000, STADD-PRO 등이 주로 사용되고 있다.

(라) CAM 부문

CAM 부문은 2002년도 매출액이 약 282억원이며, 이 가운데 가장 점유율이 높은 CAM-TOOL은 45억원으로 약 16% 정도를 점유하고 있으며, nog는 약 40억에 14.1%를 점유하고 있는 것으로 나타났다. 그 이외에 PowerMILL이 약 33억원으로 12%를 점유하고 있으며, Z-master가 26억원으로 9.4%, powerSHAPE가 24억원

으로 8.5%, TYPE3가 약 23억원으로 8.4%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

<그림 4-3> 주요 CAM 소프트웨어의 시장 점유율



자료 : Cad&Graphics, 2003년 2월호

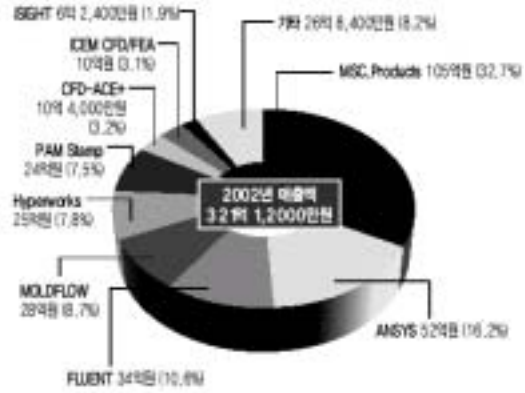
(마) CAE 부문

CAE 부문은 2002년도에 약 321억원의 매출을 나타내었다.

이 가운데 가장 높은 비중을 차지한 소프트웨어는 MSC. Products가 105억원으로 32.7%의 점유율을 차지한 것으로 나타났으며, 그 다음으로는 ANSYS가 52억원으로 16.2%를 점유하여 2위를 차지한 것으로 나타났다. 그리고 FLUENT는 34억원으로 10.6%를 차지한 것으로 나타났다.

그 이외에 MOLDFLOW, HYPERWORKS, PAM Stamp 등은 각각 28억원, 25억원, 24억원의 매출규모를 나타내어 10% 미만의 시장점유율을 차지한 것으로 나타났다.

<그림 4-4> 주요 CAE 소프트웨어의 시장 점유율



자료 : Cad&Graphics, 2003년 2월호

(2) 국내 업체 동향

(가) PTC코리아

CAD 및 PLM(Product Lifecycle Management ; 제품수명주기관리) 솔루션 전문업체 PTC코리아는 전자, 하이테크 분야에서 두각을 나타내고 있으며, 그 이외에 중공업, 산업기계, 항공우주 등 다양한 제조 분야에 두루 고객사를 보유하고 있다. 특히 국내에서는 삼성전자, 삼성 SDI, LG전자, SK텔레텍 등 20여군데의 대기업 고객사를 포함해 많은 중소기업 고객사를 보유하고 있다

PTC는 PDS(Product Development System; 제품개발 프로세스의 유연성과 통합성을 위해 제품개발시스템)의 중요성이 높아짐에 따라 앞으로 솔루션 개발의 초점을 PDS로 잡고, 이에 필요한 프로엔지니어 등 3D 캐드, 윈칠 등 제품데이터관리(PDM) 솔루션, 프로젝트링크 등 협업솔루션을 비롯한 업그레이드 솔루션들을 선보일 계획이다.

(나) 한국아이비엠

한국아이비엠은 PLM 사업분야에서 2002년에 두 자리 수의 성장을 보였고, 올 상반기에도 비슷한 수준이며, 특히 PDM((Product Data Management ; 제조업체들이 생산에서부터 유통, 폐기에 이르기까지 제품에 대한 모든 정보를 통합 관리해 주는 시스템) 분야에서 50% 이상의 성장률을 보인 것으로 발표하고 있다.

또한 2003년 하반기 전략으로 카티아 V5의 지속적 강조와 지난해에 이어 윈백을 통한 신규고객을 창출할 계획이다. 지난 해 150여개 신규 고객을 창출한 것을 기반으로 향후에도 이를 강화할 계획이다.

한국아이비엠은 국내 자동차 업계의 카티아 V5 도입이 늦어지고 있는 것에 대해 조만간 OEM사에서 카티아 V5가 결정될 것으로 보고 있으며, 일부 자동차 업계의 중견 기업들이 카티아 V5를 테스트하는 것이 진행되고 있다고 밝혔다.

(다) 다쏘시스템 한국지사

최근 다쏘시스템은 IBM과 PLM 솔루션 V5R12를 공동 발표하였

다. 이번에는 협업적인 제품개발을 위하여 CATIA와 협업 구현 및 의사결정 지원 솔루션인 ENOVIATM과 SMARTEAM의 V5R12를 발표하였다.

V5R12에서는 PLM의 주요 컴포넌트가 협업 작업 환경 내에서 통합되도록 함으로써, 라이프사이클 관리와 제품설계를 동시에 진행할 수 있도록 한다. 이때, 최신 데이터의 context에서 작업함으로써 협업 동기화가 보장된다. 그리고 CATIA와 ENOVIA 통합을 포함한 ENOVIA Portal 3d com의 새로운 기능을 통해 3D 데이터와 제품구조, 그리고 다른 관련 정보를 웹포탈을 통해 실시간으로 공유할 수 있게 되었다.

한편, 다쏘시스템에서는 고객과의 직접적인 커뮤니케이션 툴을 강화하여 고객이 무엇을 원하는지를 많이 들어보고 이를 반영하는데 많은 투자를 할 예정이며, 기술지원 및 컨설팅팀 활성화 등을 통해 내실을 기하고 급변하는 디지털 시대에서 제조산업의 토털 프로세스 구현에 앞장서는 핵심적 역할을 다할 방침이다.

(라) 오토데스크코리아

최근 오토데스크코리아는 제조업의 제품수명주기관리(PLM)시스템 구축에 필요한 4가지 솔루션을 출시하였다.

4가지 솔루션은 2차원(2D)과 3D 통합 기계 설계 솔루션인 「인벤터 시리즈 8」, 좀 더 복잡한 기계 설계 기능을 제공하는 「인벤터 프로페셔널 8」, 2차원 기계설계 및 문서화 솔루션인 「메캐니컬 2004DX」, 온라인 협업솔루션인 「스트림라인5.3」 등이다.

이번 출시한 솔루션들은 기업의 설계 데이터 작성, 공유, 관리 기능을 제공하는 것으로 제조업의 빠른 제품설계 및 상품화, 비용절감을 구현하는데 도움이 되는 것으로 알려지고 있다.

한편, 오토데스크의 「오토캐드2004」가 올해의 히트상품으로 선정되었다. 이 소프트웨어는 기술 도면이 필요한 업계에서 성공적인 설계 프로젝트를 추진하기 위해 필요한 캐드 솔루션이다.

오토캐드2004는 역대 오토캐드 시리즈 중 가장 빠르고 사용하기 쉬운 제품으로 2D와 3D 설계를 모두 지원한다. 이 제품은 설계 데이터를 더욱 빠르게 작성할 수 있도록 일상적인 설계 작업에서 파일 열기와 보내기, 주석 편집, 프리젠테이션 도면 작성, 필요한 도구에의 접근 경우에서 속도를 대폭 향상시킨 것이 특징이다. 새로운 DWG 형식을 사용해 파일 크기를 최대 52% 줄여 파일을 열고 전송하는 시간을 크게 줄인 것으로 알려지고 있다.

(마) 다우데이타시스템

올해 다우데이타시스템은 AutoCAD의 상업용뿐만 아니라 교육용 시장에도 뛰어들었다. 마이크로소프트 등의 파트너사들이 기존의 협력사가 있기 때문에 교육용 비즈니스에서도 유리한 발판을 가졌다고 볼 수 있다.

또한 총판 범위를 기계분야까지 확대하였다. 이를 발전시키기 위해서 캐드사가 아니라 ERP 등의 관련사와 협력하여 ERP, PDM 세미나를 진행할 계획이다.

그리고 올해 총판 범위를 확대하면서 채널도 전국적으로 상업용 리셀러 30개 업체와 각 지역에 11개 업체의 교육용 리셀러를 두었다.

대부분의 업체가 특정제품에 국한되어 영업을 하는 것은 아니며, 다우데이타의 내부적인 영업전략으로 Mechanical과 ADT의 판매에 주력하기 위해 전문채널을 각각 7.8개 정도로 집중 육성한다는 계획을 진행하고 있다.

(바) 두올테크

두올테크는 건설분야 솔루션 전문기업으로, 두올테크의 ArchiCAD는 1982년 처음 발표되어 3차원 건축설계 전용 프로그램이다. 이 프로그램은 유럽 및 해외 건축 전문가들에게는 널리 알려져 있으나, 국내에는 잘 알려져 있지 않는 시스템이었다. 최근 디자인 툴로서 3차원 설계 프로그램에 대한 관심과 필요성이 많이 대두되면서 관심을 받기 시작하고 있다.

한편, 이 회사의 마케팅 전략은 그간 다소 접근하기 어려웠던 설계 사무소를 집중적으로 공략할 예정이며, 이를 위해 각종 전시회에 참가를 통하여 홍보를 강화할 계획이다.

(사) 삼성SDS

삼성SDS는 최근 1년여 동안 (주)다이나웨어씨지와 개발 협력하여 기존 메뉴 및 기능 등 사용환경을 AutoCAD와 동일하게 하여 기존 AutoCAD 사용자가 쉽게 적용할 수 있도록 한 MagicCAD를 개발하였다.

삼성SDS는 MagicCAD를 활용한 분야별 서드파티 프로그램을 강화 지원할 것이며, 대형 건설사나 공공기관에서 필요한 맞춤형 캐드

의 개발이나 그룹단위의 사용을 지원하기 위해 OEM 납품도 고려하여 사용자에게 다가갈 것이다.

(아) 대성산업

대성산업은 Type3와 Cimatron, ProCAM을 공급하하는 기업으로, ProCAM은 2002년에 CAM 분야에 솔리드 기법을 도입한 ProCAM2를 새롭게 출시하여 반도체, 목업 및 조각 시장에 활발한 실적을 거두었다.

Cimatron은 와이어프레임 방식 대신에 솔리드 방식을 채택한 것으로, NC 기능의 강화로 금형 설계 및 모델링 작업을 원활히 수행할 수 있도록 개선된 Cimatron E 버전을 출시하여 금형시장에서 좋은 성과를 거두었다.

한편, Type3에 대해서는 Laser, Food Industry, 목공예, 가구, 시계 식기제조 등의 다양한 분야를 개발하여 판매영역을 넓혀갈 계획이다.

(자) 큐빅테크

큐빅테크는 현재 13가지 솔루션을 바탕으로 CAM과 시뮬레이션의 교육을 시장의 목표로 하고 있다. 최근 Z-Master의 개발을 중단하고 OMEGA와 통합된 I-Master를 공급하고 있으며, 현재 V12까지 판매되고 있다.

한편, 큐빅테크는 모듈의 안정적인 기반 기술을 확보하여 새로운 부분으로의 마켓 점유율을 늘려갈 계획이다.

(차) 경원테크

경원테크는 기초 설계에서 제품 생산에 이르는 과정의 고효율 저비용화에 주력하고 있으며, 현재는 초정밀 금형의 제조기술 개발에 관련된 국책 과제 중 소자 특성 해석 및 설계 인자 도출 부분을 위탁받아 이를 수행 중에 있다. 또한, 제품을 생산하는 모든 업체를 대상으로 엔지니어링 컨설팅을 수행할 계획이며, 다양한 물리적 현상의 해석에 대하여 계속적인 연구를 진행할 계획이다.

(카) 씨엠에스테크

CAD/CAM/CAE 시스템의 통합 솔루션과 기술용역 서비스를 제공하는 엔지니어링 SI 업체로서 현재 리버스 엔지니어링을 위한 장비 및 소프트웨어의 공급과 열·유체 및 구조해석용 격자 제작 전용 프로그램의 공급 등을 하고 있다.

다. 수요 예측

(1) 일본 시장의 수요 예측

일본 제조업은 과거 10년간 가격 경쟁력의 강화를 최우선으로 하여왔다. 생산에 있어서는 적극적으로 해외이전을 추진하여 왔고, 현재는 설계의 일부분도 해외에서 이루어지고 있다. 그러나 그 결과 자국의 산업 공동화와 부가가치의 저하를 초래하는 부정적인 결과를 초래하였다.

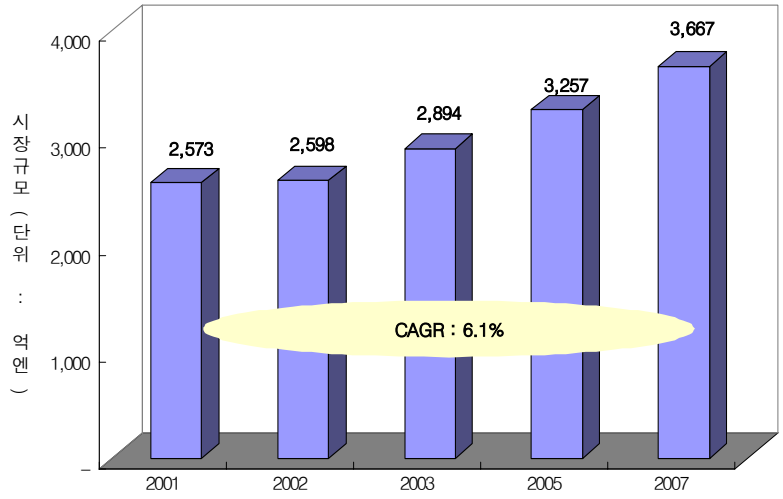
현재 일본의 제조업체는 중국 등 동남아시아의 현지 메이커나 EMS라는 생산 거점 확보를 통하여 생산 가격 감소와 납기단축을 꾀하고 있으며, 그 이외에 고부가가치를 발생시키는 기술과 설계공정에 대해서는 적극적으로 일본내에 유치하려 하고 있다.

이와 같은 추세로 설계공정의 효율화와 최적화를 수행하는 CAD/CAM/CAE의 도입 및 활용이 일본의 물건을 만드는데 매우 중요한 과제로 대두되고 있다.

한편, 일본의 시장규모는 2001년도에 2,573억엔에서 2003년도에는 2,894억엔 정도로 추정되는 등 연평균 6.1%의 성장을 보이고 있다.

따라서 일본의 향후 시장성장은 이와 비슷한 성장이 지속될 것으로 보임에 따라 2005년도에는 3,257억엔, 2007년도에는 3,667억엔 정도의 시장이 형성될 수 있을 것으로 예상된다.

<그림 4-5> CAD/CAM/CAE의 일본 시장규모 전망



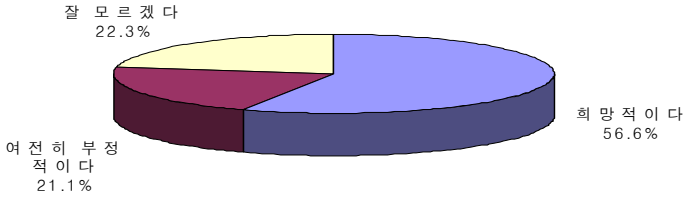
자료 : 야노경제연구소 자료를 토대로 KISTI 작성

(2) 국내 시장의 수요 예측

국내 CAD/CAM/CAE 산업은 1998년부터 올해까지 연평균 25.8%의 성장률을 보여왔으나, 최근 2001년부터는 경기침체가 계속됨에 따라 20.9%의 성장을 보이고 있다. 특히 2002년도에는 전년대비 11.8% 저성장을 보이고 있어 CAD/CAM/CAE 분야가 성숙기에 접어든 것은 아닌가는 조심스런 예측도 하게된다.

한편, 최근 CAD/CAM 유저들을 대상으로 한 설문조사에서는 이제 경기가 바닥을 치고 상승할 것이라는 기대심리 등으로 인하여 2004년도의 시장을 낙관적으로 보고 있다.

<그림 4-6> CAD/CAM 유저의 2004년 시장 전망

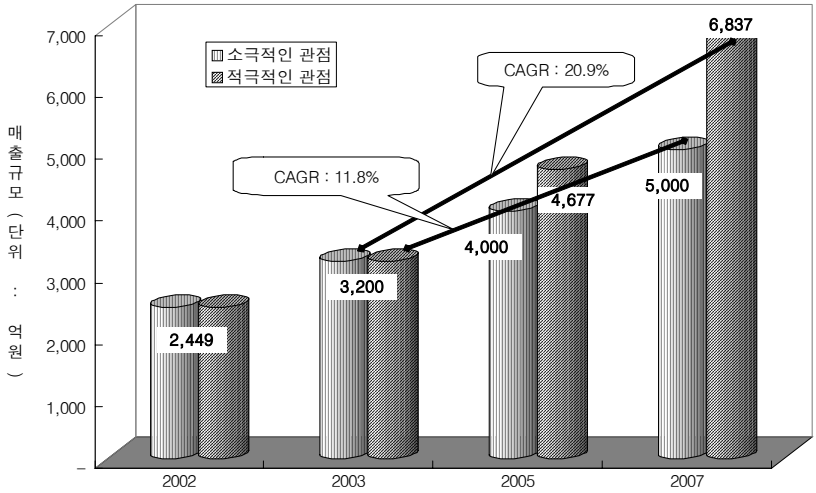


자료 : Cad&Graphics 홈페이지(http://www.cadgraphics.co.kr)

따라서 국내 CAD/CAM/CAE의 향후 시장은, 낙관적인 측면에서는 2001년도부터의 성장세를 이어 연평균 20.9%의 성장이 예견되기도 한다. 이럴 경우 2005년도에는 약 4,677억원 정도의 시장이 형성될 것으로 예상되며, 2007년도에는 6,840억원 정도의 시장이 형성될 수 있을 것으로 예상된다.

그러나 최근 IT 업계의 불황 등으로 향후에도 경기침체가 지속될 경우 연평균 11.8%의 성장으로 2005년도의 시장은 약 4,000억원 정도에 그칠 것으로 예상되며, 2007년도에는 5,000억원 정도가 될 것으로 예상된다.

<그림 4-7> CAD/CAM/CAE의 국내 시장규모 전망



자료 : Cad&Graphics 자료를 바탕으로 KISTI 작성

제5장

결 론

당분간 CAD 시장은 높은 수준은 아니지만 꾸준히 성장해 나갈 것이다. 그러나 최근 경쟁이 치열해짐에 따라 예전과 같이 고수익의 구조는 힘들 것으로 보여지며, 또한 모든 정보가 공유되고 공개됨에 따라 각 기업은 고유한 기능을 개발함으로써 시장에서의 경쟁이 가능할 것이다.

또한 기존에 유통 중심의 딜러망이 인터넷의 보급과 더불어 서서히 줄어들 것으로 예상됨에 따라, 각 기업은 서비스, 컨설팅 및 교육 등을 통한 수익구조를 개발 필요가 있다.

CAM 시장에서 현장의 엔지니어들은 사용이 어려운 소프트웨어로 인하여 CAM 기능을 습득하는 데 많은 시간을 투자해야 했으며, 경영자들도 투자한 인력의 높은 이직율 때문에 많은 부분 어려움이 있었다.

따라서 최근에는 누구나 사용할 수 있는 쉬운 현장용 CAM이 보급되고 있다. 이러한 업계의 노력은 인력난 등으로 어려워하고 있는 업체들에게 많은 도움이 될 것이다. 따라서 요즘 발표되는 CAM은 데이터를 넣으면 자동으로 기계에서 산출하여주는 자동화 관련 기능이 이슈가 되고있다.

CAE 분야는 최근 시장이 위축되면서 큰 기업으로 작은 솔루션들이 통합되는 추세에 있으며, 이러한 추세는 당분간 계속될 것으로 전망되고 있다. CAE 분야는 자동차, 조선, 화공 및 전자 분야에서 투자가 이루어질 것으로 보고 있으며, 이 가운데에서도 해석이 비교적 용이한 자동차 분야에서의 성장이 주목되고 있다.

참고문헌

1. Cad&Graphics 2003년 2월호
2. マーケットシエア・マンスリー, 2003년 10월호, No.168
3. マーケットシエア・マンスリー, 2000년 9월호, No.131
4. 이혁・이종원・김지환 공저, CAD/CAM 개론, 청문각, 2002년
5. 김상진・최병철 공저, CAD/CAM/CAE, (주)북스힐, 2002년
6. 월간 캐드캠 각호
7. 손창배, "공업교육 CAM교육을 위한 효율적인 실습 방안에 대한 연구", 경희대학교 석사논문, 2003년
8. 이명렬, "CAD의 구성 및 2D 좌표계", CAD&Graphics, 2000.2.

저자 소개

구 영 덕

- 공학 박사
- 산업기술정보원 책임연구원
- 현, 한국과학기술정보연구원 선임연구원
- 저서 : 정밀금형, 금속분말사출성형 등

권 영 일

- 공학박사
- 산업기술정보원 책임연구원
- 현, 한국과학기술정보연구원 선임연구원
- 저서 : 산업용 로봇, 에어백, 텔레매틱스 등

배 영 문

- 산업연구원 책임연구원
- 산업기술정보연구원 연구위원
- 현, 한국과학기술정보연구원 책임연구원
- 저서 : 특허정보분석의 이론과 실제 등

자문 위원

이 선 곤

• (주)공도리닷컴 대표, 신성대학겸임교수