한국정밀공학회지 제 23 권 제 3 호 (2006 년 3 월)
Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 23, No. 3, March 2006

◆특집◆ IT 기반의 설계 및 생산

인터넷 기반 설계 및 생산

천두만*, 안성훈**

Internet-based Design and Manufacturing

Doo-Man Chun*, Sung-Hoon Ahn**

Key Words : Internet(인터넷), Web-based System(웹기반 시스템), Design for Manufacturing(제조고려설계), Micro Machining (마이크로 머시닝), CAD(캐드)

1. 서론

2005 년말 마이크로소프트 회장인 빌 게이츠는 임직원에게 보낸 "인터넷 소프트웨어 서비스"라는 제목의 메일에서 "새로운 지각 변동이 시작됐다. 인터넷에서 새로운 물결을 일으킬 만한 기술을 개발해야 한다"고 언급하면서 1995 년 12 월의 웹 기술 채택, 2000 년의 웹 서비스에 대한 공약의 연장선상으로 인터넷의 중요성을 강조하였다. 이와 함께 구체적인 실천방안으로 현재의 패키지 중심의 소프트웨어 개발에서 인터넷기반의 온라인 소프트웨어로의 확대를 강조하면서 소프트웨어 서비스로의 변화를 주장하였다.

빌 게이츠의 사례에서 알 수 있는 것처럼 현재 세계 상용 소프트웨어들이 기존의 패키지 중심에서 인터넷을 기반으로 하는 소프트웨어 임대서비스(ASP : Application Service Provider)로 다양화되고 있다. 이러한 경향은 컴퓨터공학에 국한되지 않고 기계분야의 CAD(Computer Aided Design), CAM (Computer Aided Manufacturing), CAE(Computer Aided Engineering)용 소프트웨어도 기존의 자립형 (Standalone) 시스템에서 인터넷 기반의 분산형 (Distributed) 시스템의 개발에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 인터넷 기반 설계 및 생산은 여러 분야의 새로운 시도와 방법이 소개되고 있는데 다음과 같은 응용 방법을 예로 들 수 있다.

1. 웹 브라우저를 모델링 도구로 사용하는 CAD/CAM 시스템(CyberCut[1])
2. 기존의 CAD/CAM 시스템을 기반으로 인터넷을 통한 설계 및 생산관련 정보를 활용하는 시스템(Design Consultant[2])
3. 웹 환경의 가상현실 기술을 이용하여 설계, 해석 및 제조 시뮬레이션을 구현하는 시스템[3]
4. 웹 기반의 제품 협업 설계 시스템(DOME[4])
5. 웹을 사용하여 부품라이브러리의 설계 자료를 모델링에 적용(부품 DB[5], Global Spec[6], 3D Content Central[7])

인터넷을 설계 및 생산에 적용하는 이유는 여러 가지가 있다. 인터넷을 통해 오랫동안 축적된 설계, 생산 지식을 효율적으로 공유할 수 있게 되었고, 설계나 생산을 위해서 사용자가 CAD, CAM 작업용의 각종 프로그램을 설치해야 하는 번거로움에서 웹 브라우저라는 표준화된 단일 프로그램에서 작업을 할 수 있게 되었다. 표준화된 단일 프로그램의 사용으로 사용자는 특정 프로그램이 설치된 한정적인 컴퓨터를 이용하지 않고 세계 어디에서도 동일한 환경에서 시스템을 이용할 수 있

* 서울대학교 기계항공공학부 대학원
** 서울대학교 기계항공공학부 부교수
Tel. 02-880-7110, Fax. 02-883-0179
Email : ahnsh@snu.ac.kr
Homepage : http://fab.snu.ac.kr

게 되었다. 그리고 설치나 유지보수의 부가작업 또한 불필요하게 되어 기업에서 IT 용 유지비용도 줄일 수 있게 되었다.

본 특집에서는 인터넷 기반 설계 및 생산 시스템의 기초가 되는 웹 시스템의 특성을 살펴보고 인터넷 기반 시스템에서 공통으로 사용되는 3 차원 정보의 가시화 방법과 데이터 공유 형태를 정리하였다. 그리고 마지막으로 적용사례를 살펴보기로 한다.

2. 인터넷 기반 시스템의 특성

2.1 웹의 특성

웹은 인터넷 기술 중에서 가장 많이 대중적으로 사용되는 통신 및 UI(User Interface) 도구이다. 구동하기 위해 많은 시스템 자원을 필요로 하지 않으며 운영체제에 독립적인 플랫폼을 가지고 있다. 그리고 통신방법이 연결을 유지하지 않는 비연결형 통신이므로 서버측과 네트워크의 부하를 줄일 수 있다. 이러한 장점으로 많은 사용자가 동시에 웹 서버에 접근할 수 있었으며 간단한 하이퍼링크만으로 다른 웹사이트와의 연결이 가능하여 대중화될 수 있었다.

웹은 Fig. 1 과 같이 PHP, JSP, ASP, ASP.NET 등의 다양한 프로그래밍 언어로 서버측에서 기능을 구현 할 수 있으며 여기에 무관하게 클라이언트측에는 웹 브라우저만 있으면 사용이 가능하다. 이는 HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)를 통신 프로토콜로 공통적으로 사용하고 웹의 표준언어인 HTML(Hyper Text Markup Language)를 표현계층에서 사용하기 때문이다.

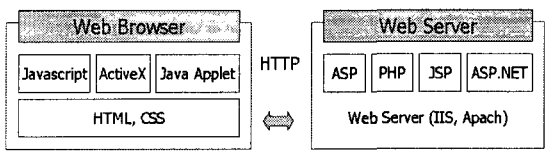


Fig. 1 Configuration of web

하지만 웹의 HTML, CSS(Cascade Style Sheet) 및 기본적인 Dynamic HTML 을 지원하는 Javascript 만으로는 높은 수준의 대화형 인터페이스를 제공하지 못하고 있으며 대화형 인터페이스를 위해 지속적인 서버와의 통신은 네트워크 부하증대, 낮은 응답속도라는 문제를 야기시켰다. 이를 보완하기 위하여 ActiveX, Java Applet 이 적용되었다. 그러나 별도 모듈의 다운로드 및 설치 작업이 추가되었고 이는 보안문제의 해결, 구동에 필요한 추가적인 소프트웨어의 설치가 필요하게 되었다.

2.2 웹에서의 3D 정보 가시화 방법

인터넷 기반 설계, 생산 시스템에서 요구되는 기능 중 한가지는 3D 모델을 보여주고 수정하는 것이다. 이때 일반적인 CAD 파일을 사용하면 용량이 커서 다운로드로 시간이 많이 걸리고 소프트웨어 개발회사 마다 다른 포맷을 사용하므로 표준화된 저용량의 포맷이 필요하게 되었다. 이러한 목적을 만족시키기 위해서 VRML(Virtual Reality Modeling Language), X3D(eXtensible 3D)[8], W3D(Web 3D)[9] 등의 저용량 포맷이 개발되었다. 이외에도 개발목적에 따라 표준 포맷이 아닌 사용자가 포맷을 직접 개발하여 가시화하는데, 이때 JAVA 나 ActiveX 를 이용하여 3D 를 표현하기도 한다. 대표적인 사례로 JAVA 로 구현된 CyberCut 의 WebCAD 가 있다.

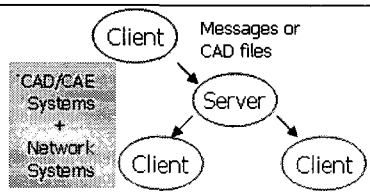
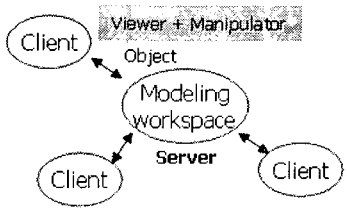
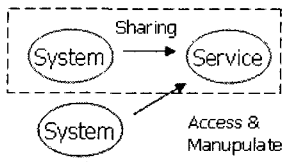
2.2.1 VRML

VRML 파일은 객체, 연산자, 속성으로 3D 모델을 기술한다. 텍스트 파일로 기록되어 있어서 읽기나 수정이 용이하다. VRML 메쉬는 많이 사용되는 삼각형뿐만 아니라 사각형, 육각형 메쉬도 적용이 가능하다. VRML 에서는 기본적인 3D 원시형상에서 임의적이고 복잡한 형상도 지원한다. 그리고 VRML 객체와 화면이 시간 또는 사용자의 행동에 반응하는 센서를 내장할 수 있다. 객체는 JAVA 나 Javascript, ECMAScript 로 프로그래밍 과정에서 정의되고 재사용될 수 있다. 하지만 VRML 은 파일의 크기가 크고 압축기술이나 스트리밍기술이 적용되지 않아 다운로드와 보여지는 속도가 만족스럽지 못하다.

2.2.2 X3D

X3D 는 Extensible 3D (확장 가능한 3D)를 의미한다. 명칭이 뜻하는 바와 같이 VRML 의 기능을 확장한 차세대의 확장 가능한 3D 그래픽 규약으로 1999 년 Web3D 컨소시엄에서 처음으로 X3D 태스크 그룹(X3D Task Group)에 의해 발표되었다. X3D 는 VRML 이 가졌던 단점들을 보완하고 있다.

Table 1 Types of distributed design and manufacturing systems

Type of system	Characteristics	Communication
Thin server + strong client	● Base of standalone CAD/CAE systems ● Heavy-weight client mechanism	
Strong server + thin client	● Module rental as Application Service Provider(ASP) ● Creation and maintenance of models at the server	
Peer-to-peer	● Remote services or applications ● Heavy burden on networks	

X3D 는 VRML 과는 달리 표준 형식인 XML 문법을 가지고 있어 다른 컨텐츠와의 호환성이 높으며, 코드의 모듈화를 통하여 확장 가능하도록 정의되었다. 따라서 X3D 가 사용되는 환경에 따라 필요한 기능들을 정의하여 효율적으로 사용할 수 있고, 새로 추가되는 기능 등을 자유로이 확장하여 사용할 수 있다. 그리고 X3D 는 향상된 렌더링, 다중 텍스쳐링, NURBS(Non-Uniform Rational B-Spline) 곡면, GeoSpatial referencing, Humanoid Animation (H-Anim), IEEE Distributed Interactive Simulation(DIS) networking 과 같은 진보된 3D 기술을 포함하였다.

2.3 분산시스템에서의 데이터 공유

인터넷을 이용한 시스템의 구성은 클라이언트와 서버의 기능범위와 형태에 따라 구분이 가능하다. 설계 작업에서 필수적인 CAD 시스템을 예로 설명하면 Table 1 과 같이 1)클라이언트 측에 전체 CAD 시스템을 설치하고 서버는 정보의 교환 기능을 담당하는 형태가 있고, 2)클라이언트 측에는 별도의 CAD 시스템이 없이 웹 브라우저를 기반으로 경량의 CAD 시스템을 서버로부터 모듈형태로 받아 정보의 공유, 모델링 작업 등을 서버에서 주로 처리하는 형태가 있다. 그리고 위의 2 가지 경우와 별개로 3)서버, 클라이언트가 정해져 있지 않고 특정 어플리케이션 또는 서비스만을 공유하는 형태가 있다.

대부분의 분산형 CAD 시스템은 첫번째와 두번째 형태를 가지고 있다. 둘을 비교하면 소프트웨어 임대 서비스(ASP) 형태의 비즈니스 모델을 가지고 있는 두번째 형태가 점점 대중화되고 있다. 이는 특정 분야의 지식을 사용자가 온라인으로 CAD 시스템을 다운받을 수 있어서 다른 사용자들과 함께 설계작업에 참여 및 공동 작업을 할 수 있다. 새로운 사용자 추가가 편리하여 시스템의 스케일이 첫번째 통신 형태보다 더 크지만 구현의 어려움이 증가한다[10].

3. 적용 사례

인터넷 기반 설계/생산 시스템의 구현 사례로 마이크로 머시닝 공정정보를 설계자들에게 지원하기 위한 MIMS(MIcro Machining System)[11] 과 SmartFab[12] 을 소개한다. 두 시스템 모두 마이크로 머시닝 공정에서 설계자가 고려해야 할 제조고려

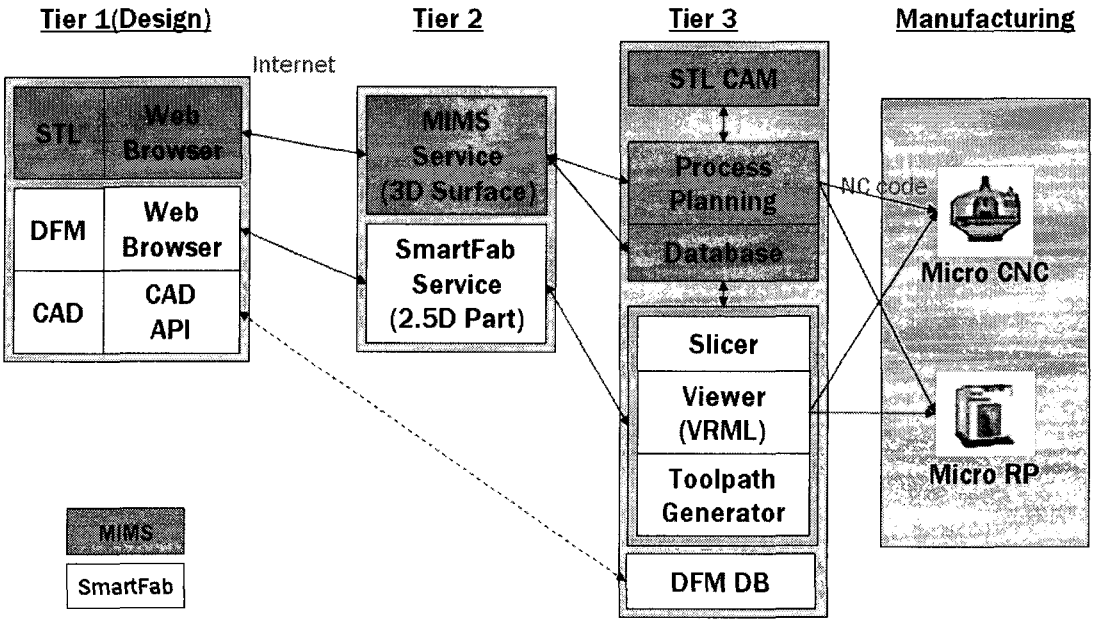


Fig. 2 System Configuration

설계(Design for Manufacturing) 정보를 제공하고 실제 가공에 필요한 공구경로까지 생성해주는 기능을 수행한다. MIMS 는 전체 작업을 웹을 기반으로 진행되는 반면 SmartFab 은 상용 CAD 프로그램인 SolideWorks 에 API 를 이용하여 구현한 모듈을 제공하고 CAD 프로그램 자체에서 서버와 통신하며 동작하는 차이점을 가진다. Fig. 2 는 MIMS 와 SmartFab 의 시스템 구성도이다.

3.1 MIMS

MIMS 는 웹을 사용자 인터페이스로 사용하고 인터넷 통신을 활용한다. 웹 기반의 시스템으로서 갖는 특징은 다음과 같다.

웹 기반의 NC 서비스는 작업자가 CAM 소프트웨어의 구입 없이 웹 브라우저를 통해 NC 데이터를 얻을수 있게 한다. 마이크로 머시닝 전용기는 범용 CNC 머시닝센터에서 얻기 어려운 높은 가공정밀도와 주축의 회전속도를 요구하며, 현재는 대학교나 제조업체에서 이러한 전용시스템에 접근하기에는 제한이 있다. 이러한 면에서 웹 기반 시스템의 구성은 마이크로 머시닝으로의 접근에 많은 이점을 줄 수 있다.

일반적인 가공 시스템에서는 공정계획(Process Planning)을 수립하고, NC 코드 등 가공을 위한 데이터를 얻는데 최소 수십 분에서 복잡한 형상의 경우 며칠까지의 시간이 소요된다. MIMS 는 이러한 공정계획 과정을 수십 초 이내로 최소화하여 웹 기반의 신속한 생산이 가능하도록 시스템을 구축하였다. 설계 데이터의범용성을 위해 대부분의 상용 CAD 에서 제공이 가능한 STL 파일을 표준 입력형식으로 설정하였다.

3.2 SmartFab

SmartFab 은 설계와 가공 도메인에 각각 CAD 와 웹을 사용자 인터페이스로 사용하며, MIMS 와 같이 인터넷 통신을 통해 정보를 주고 받는다. 본 시스템의 특징은 다음과 같다.

설계 과정에서는 상용 CAD 인 SolidWorks 의 API(Application Program Interface)를 이용하여 CAD 기반 인터페이스를 구성하였다. 기존의 CAD 환경을 그대로 활용할 수 있도록 하였으며, 가공 공구 및 재료 특성, 허용 오차 등과 같이 설계 과정에서 중요시되는 DFM(Design for Manufacturing) 정보를 웹 서버에 데이터베이스로 구성하고, 이를 웹을 통해 사용자에게 전달할 수 있도록 하였다. CAM 서비스는 앞서 기술된 MIMS 시스템과 동일한 모듈을 사용하였다.

CAD/CAM 기반의 일반적인 생산과정에서는

설계자가 제작한 형상을 가공자가 검토하고, 가공에 부적절한 부분을 수정하는데 많은 시간을 소모한다. 이는 가공과 관련된 정보가 사전에 설계자에게 효과적으로 전달되지 못했기 때문이다. 이에 SmartFab 시스템에서는 설계 과정에서 SolidWorks API 를 이용하여 직접 CAD 환경에 메뉴를 구성하였다. 또한, 가공 환경 정보를 담은 데이터베이스를 구축하고, 메뉴 별로 각 설계 과정에 적합한 정보를 웹을 통해 사용자에게 전달하도록 구성하였다.

3.3 제작예 및 사용성 평가

MIMS 와 SmartFab 을 사용하여 네트워크 상으로 설계와 제작의 과정을 시험하였으며, Fig. 3 은 가공된 마이크로 형상들을 보여준다.

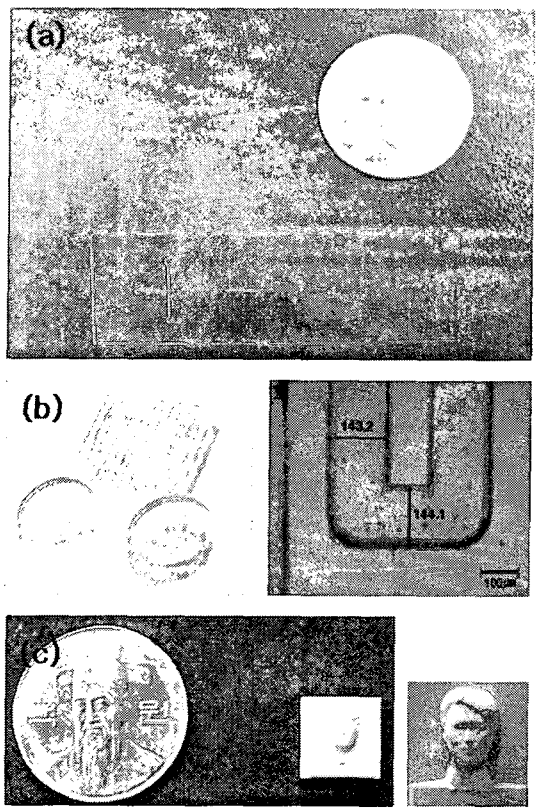


Fig. 3 Fabricated parts by micro machining -
(a) Microchip, (b) Micro Fluidic Channel
(c) Test part of scanned head

인터넷 기반 시스템의 사용성(Usability)을 평가해 보기 위해 학부 학생들을 대상으로 과제를 주고 설문조사를 실시하였다. 설문조사 결과로 인터넷 기반 시스템이 기존 CAD/CAM 시스템에 비해 접근성과 편의성 측면에서 높은 평가를 받았다. 이는 인터넷 기반 시스템이 일반 시스템에 비해 시간적, 공간적 제약이 적고, 인터페이스 구성이 용이하다는 특징을 잘 보여주고 있다. Fig. 4 는 설문조사의 결과를 보여준다.

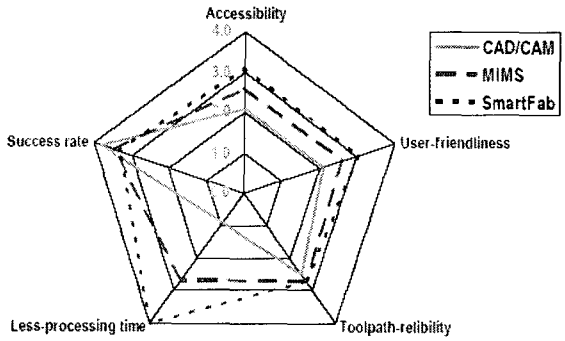


Fig. 4 Result of usability survey

4. 인터넷 기술의 미래

인터넷 기술이 기계공학적인 설계 및 생산에 사용되는데는 UI 의 부족한 유연성 및 다기능성, 아직도 느린 네트워크 속도, 통제하기 어려운 정보 보안성 등이 문제가 될 수 있다.

가트너 그룹에서 발간한 Fig. 5 에서처럼 현재 인터넷기술뿐만 기계분야에 응용이 가능한 많은 기술들이 있다. 신기술들은 그림의 왼쪽에서 태동하여 급격히 높은 가능성(Visibility)를 보여주다가 최고점을 지나 여러 문제점들로 인해 미래를 의심받게 된다. 그러나 결국 각 기술이 적절하게 사용될 수 있는 분야에서 효용성을 보여주며 대중화된 기술로 발전한다.

앞으로 상용화될 기술 들을 살펴보면 Internal web service, Software as service/ASP, Grid Computing 등의 통신기술과 VoIP, Tablet PC, Augmented Reality 등의 UI 를 보완해 줄 기술들, 그리고 Text mining, corporate semantic web, networked collective intelligence 등 지식을 추출하거나 활용하는 기술들이 인터넷 기반 설계 및 생산의 단점들을 보완해 줄 수 있을 것으로 생각하며 이러한 개선은 기

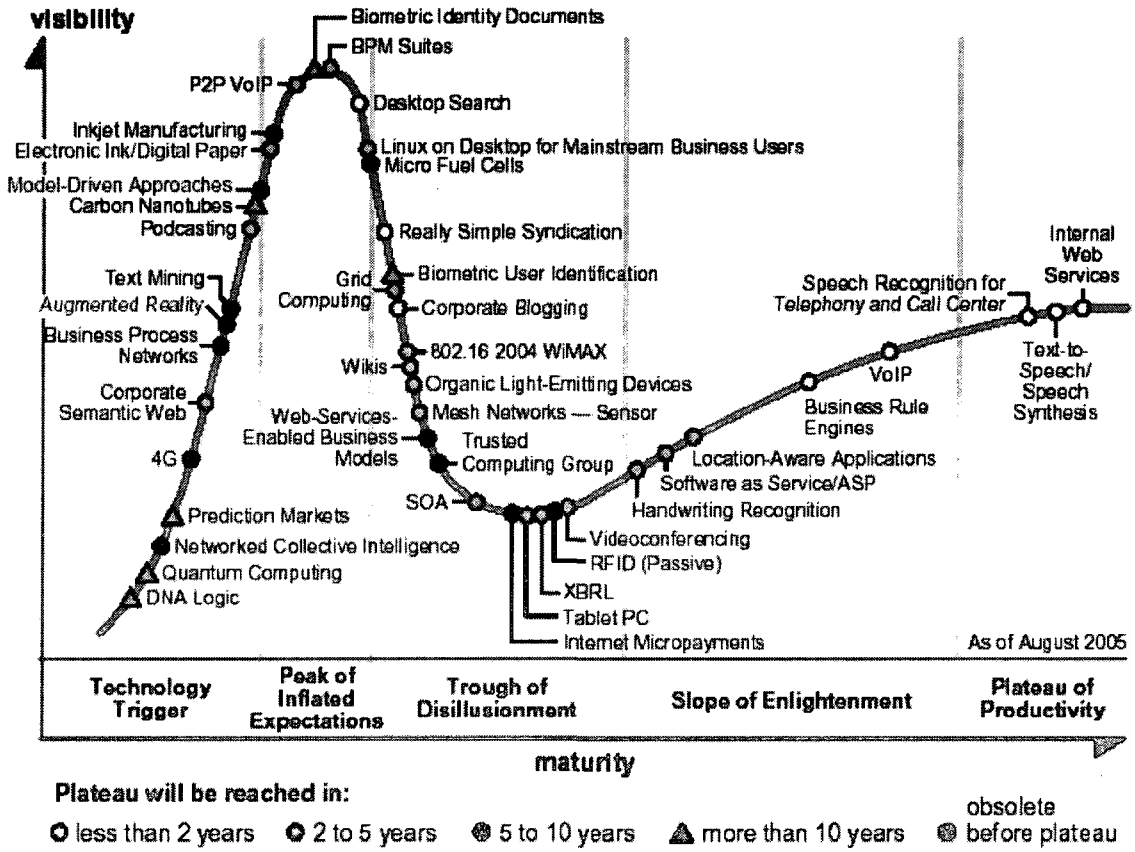


Fig. 5 Hyper cycle for emerging technologies 2005[13]

술의 발전과 함께 계속될 것이다.

5. 결론

지금까지 인터넷 기반의 설계 및 생산 시스템의 특징과 사례를 살펴보았다. 인터넷은 기술적인 장점 때문에 소프트웨어의 기반이 될 것이고 지식과 작업의 공유를 위해 설계, 생산분야에의 응용이 지속될 것이다.

우리나라의 설계, 생산기술은 산업화 이후 지속적으로 발전해 왔으며 현재까지 많은 지식과 경험이 축적되었다. 이와 함께 90 년대 중반부터 본격화된 IT 기술의 발전과 네트워크 망의 기반구축으로 IT 분야에서 세계적인 위치에 서있다. 여기에 공학에서의 학제간 연계가 요구되는 시대적 상황에서 IT 기술과 MT(Manufacturing Technology)의 융합은 필수불가결한 기술개발 방향이 될 것이다.

후 기

이 연구는 BK21 의 연구비 지원 및 서울대학교 정밀기계설계공동연구소 지원으로 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. Ahn, S. H., Sundararajan, V., Smith, C. E., Kannan, B., D'Souza, R., Sun, G., Kim, J., McMains, S., Smith, J., Mohole, A., Sequin, C. H. and Wright, P. K., "CyberCut: An Internet Based CAD/CAM System," ASME Journal of Computing and Information Science in Engineering, Vol. 1, No. 1, pp. 52-59, 2001.
2. Ahn, S. H., Bharadwaj, B, Khalid, H., Liou, S. Y. and Wright, P. K., "Web-based Design and Manufacturing Systems for Automobile Components: Architectures and Usability Studies," International Journal of

Computer Integrated Manufacturing, Vol. 15, No. 6, pp. 555-563, 2002.
3. Seo, Y. H., Suh, S. H., Kim, D. Y. and Lee, H. S., "Implementation of Web-based CAM System Using VRML and CORBA," Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, Vol. 8, No. 1, pp. 35-40, 2003.
4. Pahng, G-D. F., Bae, S. and Wallace, D., "Web-based Collaborative Design Modeling and Decision Support," Proceedings of Design Engineering Technical Conferences, September 13-16, 1998, Atlanta, Georgia, USA.
5. Oh, Y. and Han, S., "Collaborative Design using Parts Database on the Internet," Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 18, No. 5, pp.23-28, 2001.
6. GlobalSpec website - http://www.globalspec.com
7. 3D ContentCentral website – http://www.3dcontentcentral.com
8. Web 3D website – http://www.web3d.org
9. Macromedia website – http://www.macromedia.com
10. Fuh, J.Y.h., Li, W.D., "Advances in collaborative CAD: the-state-of-the-art," Computer-Aided Design, Vol. 37, pp. 571-581, 2004.
11. Ahn, S. H., Kim, D. S., Chu, W. S. and Jun, C. S., "MIMS: Web-based Micro Machining Service," International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 18, No. 4, pp. 251-259, 2005.
12. Kim, H. J., Chun, D. M., Ahn, S. H., Kim, D. S., Jun, C. S. and Wright, P. K., "Web-based Design and Manufacturing System for Micro Machining," North American Manufacturing Research Institute of SME, 2006. (In Print)
13.Gartner Group website - http://www.gartner.com/