

웹기반 RP&M 시스템 : 리뷰

발췌인 _ 우윤환 _ 한성대학교 기계시스템공학과 _ yhwoo@hansung.ac.kr

RP&M (Rapid prototyping & manufacturing) 기술은 제품개발의 기간과 비용을 줄이는데 있어 높은 가능성을 보여 주었으며 디지털 제작에서 신속하고 효과적으로 제품을 개발하는데 있어 요긴한 도구로 여겨지고 있다. RP&M은 주로 Rapid Prototyping(RP)과 Rapid Tooling(RT)을 포함한다. RP는 3D CAD 모델로부터 직접적으로 컴퓨터 통제 하에 얇은 층들을 적층하여 짧은 시간에 실제적인 부품을 제작하는 새로운 성형방법이다. 이는 원재료에서 특정부분을 제거하는 전통적인 기계 가공법과는 대조적으로 재료를 더해주는 가법 제작방법에 기반하고 있다. 그러므로 이러한 종류의 제작은 보통의 제한된 특성으로부터 자유로워지고 RP기술의 응용은 신제품 개발 과정에서 이익을 제공할 수 있다. 요즘 RP는 새로운 방향으로 진화하고 있는데 그것이 Rapid Tooling (RT)이다. RT는 RP패턴을 금속이나 플라스틱 부품과 같이 실제적으로 사용할 수 있는 부품으로 변환시키는 기술이다. 이는 몰드나 부품 등을 빠르고 저렴한 비용으로 생산할 수 있게 하며, RP와의 통합을 통해 concurrent engineering을 구현하는데 도움을 준다.

인터넷 기술의 빠른 진보와 광범위한 사용으로 때때, 디자인, 공정계획, 생산, 고객서비스 등과 같이 다

양한 제품개발 활동과 연관하여 제조시스템 개발에서 폭넓은 고용을 갖게 되었고 제품 개발팀의 다른 비즈니스 파트너와의 통합과 협업은 제품 품질을 크게 개선시키고 비용과 시간을 줄이며 중요 설비의 사용 가능성을 증대시킬 수 있다. 인터넷은 제조 응용분야에서도 원격 통합과 원격 협업을 통해 엄청난 잠재력을 제공한다. RP&M 기술 역시 인터넷을 사용함으로써 단순히 RP 머신을 공유하는 것뿐만 아니라 설계, 제조 생산성, 속도, 경제성 등을 더욱 향상시킬 수 있다. 다양한 RP 머신들은 많은 중소기업에게 너무 비싼 가격으로 제공된다. 하지만 웹기반 RP&M 시스템은 이러한 중소크기의 회사들이 비싼 RP머신 없이도 시제품을 만들 수 있게 할 것이다. 이러한 웹기반 RP&M 시스템을 개발하는 데 있어 고려하여야 할 이슈들을 정리해 본다.

웹기반 RP&M 시스템을 위한 아키텍처

웹기반 RP&M 시스템을 개발하기 위한 다양한 아키텍처들이 제안되었는데, 그 중에 TMF(Tele-Manufacturing Facility)가 사용자에게 인터넷을 이용하여 RP 시설을 직접적으로 접근을 제공하게 한 첫 번째 아키텍처로 판단된다. TMF는 사용자가 쉽게 작업을 제출



할 수 있고 시스템이 자동적으로 작업 큐(job queue)를 유지할 수 있게 한다. 또한 이 시스템은 STL파일에 있는 오류를 체크하고 많은 경우에 있어 이를 수정할 수도 있다. 그림1은 RP&M 시스템을 위한 한 예를 보여주고 있다. 이 시스템은 소프트웨어-서버시스템과 하드웨어-서버시스템으로 구성된다. 하드웨어는 자체 서비스 뷰로(bureau) 시설의 RP&M 장비뿐만 아니라 다른 서비스 뷰로 시설의 RP&M 장비도 포함한다. 소프트웨어 모듈은 정보 센터, ASP(Application Service Providers) 플랫폼, 의뢰인 관리, 전자상거래, 제작서비스, 시스템 운항, 협력적 도구들을 포함한다.

일반적으로 웹기반 RP&M 시스템을 위한 아키텍처를 구상할 때, 설계자가 이전의 웹기반의 제조 시스템의 연구 결과를 참고하는 것은 좋은 솔루션이 될 수 있다. 웹 서비스와 소프트웨어 에이전트의 조합은 효율적인 서비스 선택을 위한 유망한 컴퓨팅 패러다임과 상호 조직적인 비즈니스 과정의 통합을 제공한다. 웹 기반의 RP&M 시스템이 에이전트에 기반을 둔 서비스 지향적 공개 기술을 더 좋게 이행, 확립하는 것은 협업적이며 웹을 기반으로 하는 RP&M 시스템을 위한 좋은 계획이 될 수 있다.

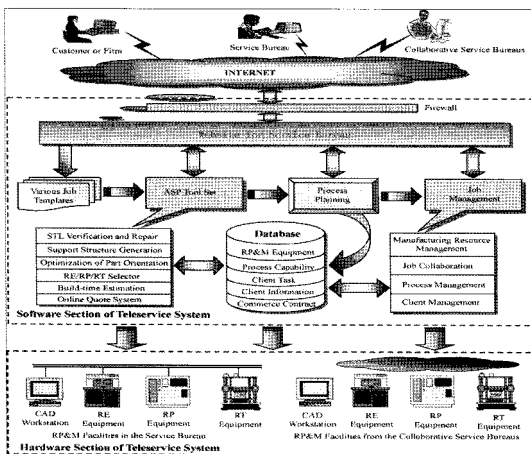


Fig. 1 Architecture of a web-based RP&M system

웹기반 RP&M 시스템의 개발에 관련한 주요 이슈

다양한 웹기반 RP&M 시스템 개발에서 많은 핵심 이슈가 논의되고 있는데 다음 8가지로 나눌 수 있다.

1. RP&M 공정 선택 (RP&M process selection)
2. RP 가격 견적 (RP price quotation)
3. STL 뷰어 (STL viewer)
4. RP 데이터의 전처리 (RP data pre-processing)
5. 작업 계획과 스케줄링 (Job planning and scheduling)
6. RP장비에 대한 원격 제어 및 모니터링 (Remote control and monitoring for RP machines)
7. 보안 관리 (Security management)
8. 새로운 기술과 개념의 적용 (Applying new technologies and concepts to the systems)

RP&M 공정 선택

RP&M 선택 과정에 있어 각각의 특성과 적당한 범위를 적용하게 되는데 이 과정을 선택하는 것은 초보자들에게는 특히 어렵다. 1993년 산타클라라 대학교에서 처음으로 컴퓨터를 기반으로 한 RP 선택 시스템이 개발된 이후로 많은 사람들이 적합한 과정을 선택하는 RP 선택기를 개발, 발전시켰다. 그 중에서 웹을 기반으로 하는 RP선택기는 헬싱키 대학의 기술에 의해 개발되었다. 이 선택기는 레이어 두께, 기하학적 특징, 소재, 응용 프로그램 등의 요구사항을 입력하도록 되어있다. 사용자는 각각의 질문에 대한 4-5가지 옵션 중 하나를 선택한다. 또한 각각의 질문에 중요한, 보통, 중요하지 않은 등 5가지 요소의 스케일을 사용하여 사용 환경을 지정한다. 모든 요구사항을 입력했을 때 3가지 결과 리스트를 받아 볼 수 있다. 이 결과는 정답을 주는 것은 아니지만 가장 올바른 방향을 제시해준다. 이 RP선택기는 기존의 유연성과 다양한 대안이 선택하는데 매우 중요한 문제가 된다. 사용자가 선호하는 주관적인 방식을 정확히 판단하는 것 또한 중요한 문제이다.

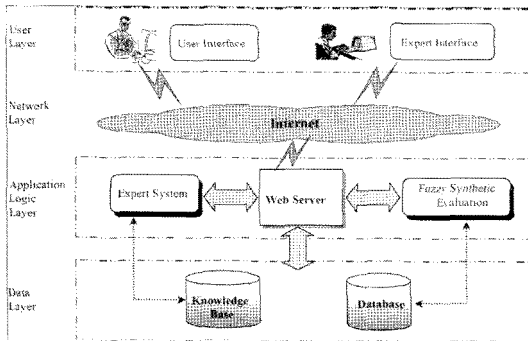


Fig. 2 Architecture of a web-based RP process decision making system.

RP 가격 견적

오늘날 RP서비스 시장에 있어서 가장 중요한 점은 현재의 시세에 맞게 RP 부품 모형을 제작하는 것이다. 이것은 주문자의 요구 조건을 완수 하는 것 이상으로 잠재적인 고객을 확보하고 회사의 경쟁력을 유지시켜준다. 현재 RP 제작 가격 추정의 기준은 동품의 생산단가나 기술력 비교이고, 웹 기반 가격 견적은 원칙으로 주문한 고객에게 바로 가격을 제시하고 신속하게 피드백을 얻을 수 있으며, 사용이 간단하고 업데이트가 쉽고, 소비자와의 쌍방향 커뮤니케이션,

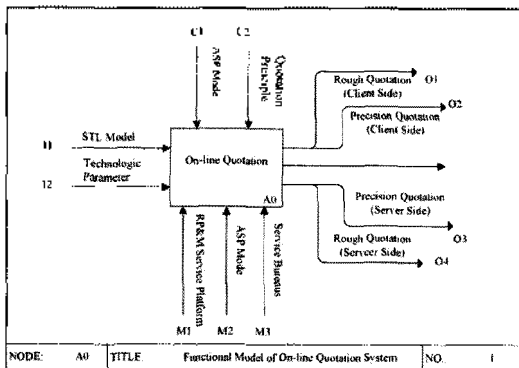


Fig. 3 Functional model of a Web-based RP quotation system.

편리한 인터페이스와 같은 장점을 가지고 있다. 웹을 기반으로 한 가격 견적 시스템의 하나인 QuickQuote (<http://www.quickparts.com>)는 자동화된 견적시스템으로 RP산업에서 주로 사용하는 온라인 가격견적 시스템이다. 사용자가 3D CAD 데이터를 업로드한 후 프로젝트 상세정보를 입력하면 QuickQuote는 사용자의 요구에 맞는 견적을 바로 제공한다. 또한 SL, SLS, FDM, Cast Urethanes/RTV 몰딩의 견적이 가능하다. QuickQuote의 가격 견적 방법은 모델의 기하학적 해석에 기반하고 있다. 또 다른 가격 견적 시스템인 3T RPD도 이와 비슷한 서비스를 제공하고 있다.

RP 데이터의 전처리

RP데이터의 두 가지 중요한 과정으로 STL 파일의 오류를 체크하고 이를 수정하는 기능과 슬라이싱 알고리즘이 있다. 서로 다른 이종간의 CAD모델로부터 데이터를 변환할 때 발생하는 오류 등을 체크하고 수정하는 기능은 웹기반 RP&M 시스템을 구현하는 데 있어 중요한 역할을 수행한다. 이를 위해 ASP를 기반으로 하는 툴셋과 소프트웨어 패키지등도 개발되었다. 이와 더불어 기존의 슬라이싱 방법 등을 보완하는 방법들도 제안되었는데, 레이어 경계의 외형 또는 레이어 경계의 중력중심(center of gravity)을 인접 레이어의 그것과 비교함으로써 두께를 자동적으로 다르게 하여 3D CAD모델을 슬라이스 하는 방법 등이 있다.

작업 계획과 스케줄링

현재 RP 시스템은 빌드잡(build job)을 로드(load)하거나 언로드(unload)하는 데 있어 사람의 개입에 의존하고 있다. 따라서 이러한 작업은 머신 스케줄과 작업자 스케줄의 영향을 받는다. 특히 first-in-first-out(FIFO) 작업대기 방법은 하나의 빌드잡은 종료되었으나 이를 언로드하고 다음 작업을 시작을 수행할

작업자가 현장에 없을 때 장비의 아이들 타임(idle time)을 초래하게 된다. 장비의 아이들 타임은 시스템의 작업처리량과 비용에 있어 심각한 영향을 끼치게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 장비의 아이들 타임을 최소화할 수 있도록 분지한계법(branch-and-bound method)을 이용하여 작업대기를 재배열하는 방법과 Shortest-Job-First (SJF) 을 Earliest-Deadline-First (EDF)와 결합시키는 방법 등이 제안되었다.

RP장비에 대한 원격 제어 및 모니터링

RP장비를 Tele-control 또는 WWW를 이용하여 원격 제어하는 것은 클라이언트 사용자로 하여금 원격지에 있는 RP장비의 혜택을 공유할 수 있게 하였다. 사용자들은 인터넷을 통해서 RP장비를 직접 제어할 수 있고, 멀리 떨어져 있어도 RP기계 내에 장착된 CCD 카메라를 이용하여 실시간으로 완성된 모델부품의 이미지를 받을 수 있다. 웹기반 원격 제어와 모니터링 기술은 여러해 동안 연구되어 왔으며, 다양한 산업현장에서 널리 응용되고 있으며, 웹기반 RP&M 시스템을 위한 다른 모듈들과 비교할 때 비교적 어렵지 않은 이슈이다.

보안 관리

웹기반 RP&M 시스템을 실질적으로 응용하는 데 있어 보안 관리는 매우 중요한 문제이다. 웹기반의 제조시스템은 의뢰인에게 응용프로그램 다운로드를 허가하고, 로컬 웹브라우저를 이용해 프로그램에 접근하고 실행시킬 수 있다. 보안 관리 기술은 로컬 머신을 잘못된 프로그램이나 바이러스로부터 막고 허가되지 않은 고객의 방문으로의 서버머신을 막기 위해서는 보안 관리 메카니즘들이 필요하다. Jiang과 Fukuda (Internet service and maintenance for RP-oriented tele-manufacturing, Concurrent Engineering: Research & Applications, 1999) 에 의해서 개발된 Tele-RP 시스템의 일

반 보안 전략은 주로 (1) 클라이언트에서 정보 수집과 다른 수준에 클라이언트 증명서의 제공 (2) 각각의 웹 페이지를 포함하여 서버내부에 있는 웹 서버, 디렉토리 및 파일에 클라이언트 접근 안전사항을 고려하고 (3) 인터넷상에 안전한 암호로 고쳐 쓴 자료로 거래하는 것이다. 또 다른 웹기반 RP 시스템은 해킹을 방지하기 위하여 두 개의 방화벽이 기본으로 된 Cisico 2511 route와 Proxy Server 2.0를 이용한다.

새로운 기술과 개념의 적용

서비스 지향 컴퓨팅 (Service oriented computing, SOC) 은 객체 지향 패러다임 이후의 새로운 프로그램 패러다임으로 여겨지고 있다. 웹 서비스 기술은 SOC 패러다임의 일부로 SOC 모델의 구현이라고 생각할 수 있으며 애플리케이션, 플랫폼, 제공자의 독립성을 특징으로 한다. 웹 서비스들은 개방적이고 대규모 스케일의 애플리케이션 환경을 구축하기 위한 적절한 패러다임을 제공한다. 그러한 환경에서 서비스는 격리되거나 일회성 작업으로 다루어지는 것이 아니라 상호 작용적이고 동적이며 협업적인 아키텍처의 요소로 다루어지게 된다. 서로 다른 RP 서비스 제공자들의 이종 소프트웨어 및 하드웨어에서 데이터의 교류 및 정보의 상호 운영(interoperability)을 보다 잘 수행하기 위해서는, DCOM이나 CORBA, 웹 서비스등을 이용하여 데스크탑 셰어링(desktop sharing) 및 원격 프로세서 호출등을 포함하는 구현 기술등을 원격 RP&M 시스템에 도입할 수 있어야 한다. 이러한 신기술을 이용하여 개발된 시스템들은 더 나은 기능, 더 높은 안정성 및 지능을 제공할 수 있다. 하지만 현재의 웹기반 RP&M 시스템들은 좀처럼 이러한 신기술들을 기반으로 하고 있지 않다. 미래에는 이러한 새로운 기술과 개념들, 특히 ASP, Grid Manufacturing 그리고 Multi-agent를 사용하에 웹기반 RP&M 시스템을 개발하는 것이 필요하다.

웹기반 기술들이 제품 협업 설계 및 제조에 오랫동안

●●● 국내외 CAD/CAM 뉴스

안 적용되어 왔음에도 불구하고 이들의 응용이 산업 현장에서 실질적으로 사용되고 있지 않는 실정이다. 웹기반 제품 협업 설계 및 제조의 가장 전형적인 케이스의 하나로 웹기반 RP&M 시스템은 네트워크 제작 및 서비스 모드에 있어 유망한 가능성을 보여주고 있다. 하지만, 이러한 웹기반 RP&M 시스템이 실질적이고 상업적인 응용분야가 되기 위해서는 앞으로는 많은 연구와 노력이 필요할 것이다.



본 기사는 한성대학교 기계시스템공학과 우윤환 편집위원이 "H. Lan, Web-based rapid prototyping and manufacturing systems: A review, Computers in Industry (2009), doi: 10.1016/j.compind.2009.05.003"을 발췌, 요약하여 번역한 것으로 Computers in Industry 저널의 연락처는 다음과 같다.

J.C. Wortmann (Editor-in-chief)

Faculty of Management and Organisation, University of Groningen, Postbus 800, 9700 AV Groningen, The Netherlands. Fax: +31 50 363 2275