

# 사출제품 생산을 위한 웹기반 협업 및 제조정보 지원 시스템 개발

## - A Web-Based Collaboration and Manufacturing Support System for Injection Mold Production -

이 두 용 \*

Lee Doo Yong

이 홍 희 \*\*

Lee Hong Hee

### Abstract

The injection mold industry has strong relationship with many other industries. In the injection mold industry, the harmonious collaboration of the order-making companies, the mold-making companies, and the molded-parts making companies, which are distantly located, is very important. In this study, a web-based collaboration system is developed for the purpose. It offers the criterion to select appropriate production companies. It also tries to minimize the production cost of the mold design by distributing and evaluating the design information. The developed system is constructed using various recent web-programming tools.

**Keyword:** Injection molds, Web-based support system

### 1. 서 론

대부분의 조립제품에 필수적인 사출금형제품의 효과적 생산은 제품의 경쟁력제고에 지대한 영향을 준다. 그것을 생산하는데 있어서 분산된 고객업체, 사출업체, 금형업체로 이루어지는 사출금형제품 제조업에서 경쟁력 확보를 위해서는 업체간 긴밀한 업무협조 및 의사소통을 위한 채널이 요구된다. 최근 인터넷의 발전으로 다양한 생산정보

---

\* 인하대학교 대학원 산업공학과 졸업

\*\* 인하대학교 기계공학부 산업공학전공 부교수

를 컴퓨터에 저장하고 이를 인터넷을 통해서 분산되어 있는 사출금형관련업체 간에 효율적으로 공유하고 전달하여 효과적 분산 생산시스템을 구축할 수 있게 되었다. 대상업체는 사출제품을 설계하고 주문하는 업체, 금형을 설계하고 제작하는 업체, 그리고 사출제품을 생산하는 업체들이다. 제품의 난이도, 가격, 납기 등을 고려하여 주문업체는 사출업체와 금형업체를 선정하게 된다. 주문업체, 사출업체 및 금형업체는 지리적으로 떨어져 있는 경우가 많으므로 업무논의를 위한 직접적 접촉은 많은 비용과 시간을 소비하여 생산효율을 감소시킨다. 금형을 설계단계부터 평가하여 설계를 합리화하고, 인터넷을 통하여 시간적, 지리적 제약을 극복하기 위한 웹기반 협업시스템의 개발이 요구 된다.

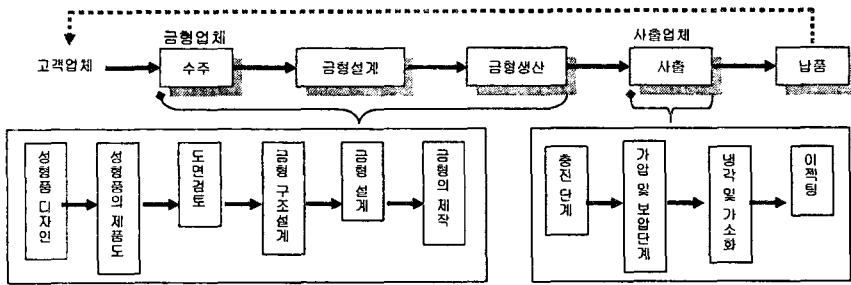
최근 국내외적으로 사출금형업체간의 가격, 품질, 납기경쟁이 심화되고 금형이 복잡 정교해짐에 따라 업체에서는 사출 및 금형제작 원가예측에 대해 많은 노력을 들이게 되었다. 이에 따라 금형제작 시 영향을 주는 제품 크기, 형상, 복잡성 등의 정보를 이용하여 신속정확한 생산시간과 비용을 추정하는 DFM for Injection molding 분석시스템이 필요하게 되었다. 제품의 제조와 조립 및 환경영향을 고려한 제품의 설계를 위해 DFMA(Design for Manufacturing and Assembly)개념의 적용은 점차 그 중요성이 더해지고 있으며, 이러한 중요성 때문에 상용화되어진 DFMA 시스템들이 등장하였다. 그 중에서도 DFM for Injection molding은 사출제품을 대상으로 설계시 제조과정을 고려하여 제품설계와 평가를 통하여 제조비용 절감에 효과를 볼 수 있게 하는 것이다. 사출 대상 성형품에 대해 사출생산을 하게 될 사출기 사양정보와 제품의 투영면적, 제품의 두께, 제품의 깊이, 두께 등의 제품정보를 이용하여 사출시간을 추정 할 수 있다. 그리고 제품을 생산하기 위한 금형 제작시간 및 비용추정에 영향을 미치는 제품의 크기, 제품형상의 복잡성, Parting Plan, 공차, 표면 거칠기, 표면무늬, Side Fulls, Unscrewing Devices, Internal Lifter 존재여부 등의 정보를 이용한다. 이밖에 재료비 등 기타 요인을 고려하여 사출 제품 제조원가를 예측하고 원가에 영향을 주는 여러 요인들 변화시켜 생산비용을 절감하기 위한 설계안을 제시하는 개념 및 방법론을 말한다.

본 연구에서 웹기반 협업시스템은 클라이언트는 ActiveX 컨트롤로 구성하고 컴포넌트를 관리하는 미들웨어로서 Microsoft사에서 제정한 COM (Component Object Model)의 최신 기술인 COM+를 이용해서 비즈니스 로직을 구현하고자 하며, 클라이언트와 서버개체의 연결에 있어서는 RDS (Remote Data Services)를 이용해서 구현하고자 한다. 또한 Visual Basic 6.0을 이용해 분산환경에서의 DFM(Design for Injection molding) 분석 시스템을 구축해 사출 및 금형 생산시간과 비용추정에 도움을 주고, 금형업체를 대상으로 사출금형에서 발견되는 특징형상을 기반으로 공정설계를 수행하는 사출금형제작전용 공정설계 전문가시스템을 개발함으로써 생산효율을 높이고자 한다.

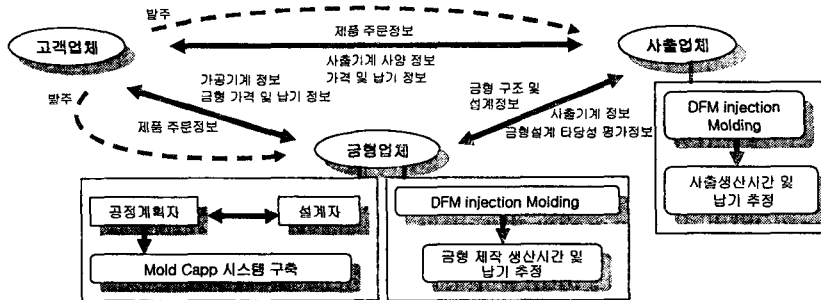
## 2. 웹기반 협업시스템

웹기반의 협업시스템은 지역적으로 분산된 여러 업체간의 시간적, 지리적 제약을 극복하도록 인터넷을 통하여 사출제품을 주문하는 고객업체가 보다 저렴한 가격과 적절한 시기에 납품가능한 생산, 설계능력을 보유한 업체를 선택하여 발주할 수 있게 하는

수단을 제공한다. 또한 수주를 받은 사출업체, 금형업체간의 제품설계상의 신속한 정보관리와 공유, 그리고 특히 사출업체와 금형업체간의 중요한 설계변수의 타당성 평가를 통해 설계상의 오류를 최소화하고 품질을 향상시키도록 한다. 또한 DFM for Injection molding 분석시스템을 이용하여 사출제품 생산시간을 추정하여 원가를 예측하고 생산시간에 영향을 미치는 요소를 고려한 변화를 통하여 제품의 재설계안을 제시할 수 있도록 한다. < 그림 1 >은 고객업체가 사출제품 발주에서부터 납품에 이르는 업무흐름을, < 그림 2 >는 관련업체간의 정보흐름을 나타낸 것이다.

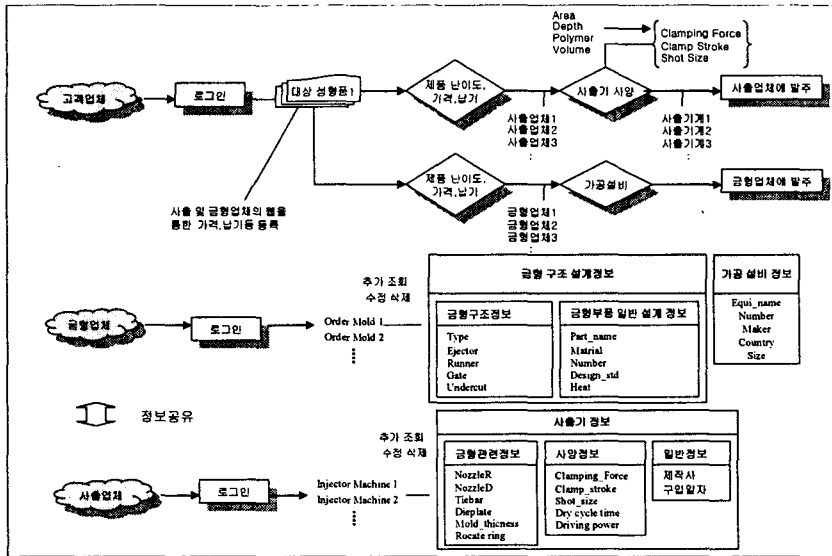


< 그림 1 > 일반적인 사출제품 생산과정



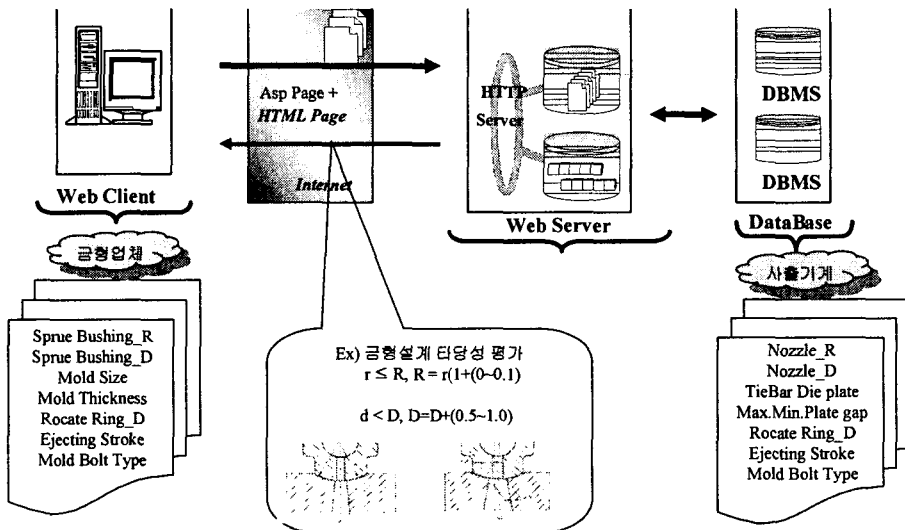
< 그림 2 > 전반적인 사출제품 제조지원 시스템

사출제품을 납품받기 원하는 고객업체가 사출기계를 보유하여 사출제품을 생산하는 고객업체는 금형업체에 금형제작을 발주하고, 금형업체에서는 이를 제작하여 사출업체에 넘긴다. 사출업체와 금형을 제작하는 금형업체에게 발주를 하기 전에 고려하는 사항이 생산하려는 제품난이도, 납기, 가격이 될 것이다. 고객이 주문한 성형제품을 생산하려고 하고자 하는 사출/금형 업체들은 적절한 가격과 납기정보를 인터넷상에서 등록을 할 것이다. 고객업체 쪽에서 이러한 정보를 기준으로 저렴하고 적절한 시기에 납품가능한 업체를 검색하게 된다. 특히 사출업체에 대해서는 제품을 생산하기에 적합한 사양을 가진 사출기계를 선택하여 발주하는 것이 중요하다. 사출성형기계의 제품성형능력을 결정하기 위해서 형체력(Clamping Force), 사출용량(Shot Capacity), 형개 스트로크(Opening Stroke) 등의 데이터를 사용한다. < 그림 3 >은 전체적인 웹기반 협업시스템에서 발주와 정보공유, 관리하는 흐름을 나타낸 그림이다.



< 그림 3 > 웹 기반 협업시스템 - 제품발주, 제품정보 공유/관리 흐름도

사출업체의 사출기계 사양과 금형업체의 금형설계정보 간에는 밀접한 연관성이 있다. 예로 < 그림 4 >는 금형의 요소중 스프루부싱 R, D 와 금형 크기, 로케이트링, 이젝팅 스트로크, 금형두께 등의 항목에 대해 사출기계의 사양변수와 비교평가를 하게 되는 것을 나타낸 것이다. 그 결과로서 설계변수의 타당성결과를 나타내어 주고 만일 설계결과가 타당하지 않다면 전문가가 입력해 놓은 정보에 따라 설계문제점을 해결하기 위한 정보가 수록된 웹페이지로의 링크해서 바람직한 설계제안을 보여주게 된다.



< 그림 4 > 웹 기반 협업시스템 -금형 설계변수 타당성 평가

### 3. DFM for Injection Molding 분석 평가 방법

사출성형 Cycle은 다음과 같은 순서로 진행된다:

- ① 충전단계(Filling Phase, Injection),
- ② 가압 및 보압,
- ③ 성형품 냉각 및 다음 사출 준비,
- ④ 금형 열림,
- ⑤ 성형품 돌출,

⑥ 금형 닫힘. 각 단계별 소요시간은 이론적으로 계산될 수 있다. 이를 모두 더하여 제품의 개당 사출성형 cycle time이 계산될 수 있다.

금형세트의 제작비용은 몰드베이스 제작비용과 캐비티와 코어 제작비용의 합으로 이루어진다. 몰드베이스 상·하원판의 가공시간의 추정식은 다음과 같다. [3]

$$C_b = 1000 + 0.45 A_c h_p^{0.4}$$

$C_b$  = cost of mold base, \$

$A_c$  = area of mold base cavity plate,  $cm^2$

$h_p$  = combined thickness of cavity and core plates in mold base, cm

하나의 코어부와 캐비티부를 갖는 매우 단순한 사출금형 제품의 코어와 캐비티를 가공하기 위한 생산 시간의 추정식은 다음과 같다. [3]

$$M_{po} = 5 + 0.085 \times A_p^{1.2} \text{ hours}$$

$A_p$  = part projected area,  $cm^2$

하나의 코어부와 캐비티부에 대해서, 제품 형상이 복잡할수록 생산시간은 증가한다. 그 관계식은 다음과 같이 표현된다. [3]

$$M_x = 45 (X_i + X_o)^{1.27} \text{ hours}$$

$X_i = 0.01 N_{sp} + 0.04 N_{hd} + 0.04 N_{pj}$

$X_o = 0.01 N_{sp} + 0.04 N_{hd} + 0.04 N_{pj}$

$N_{sp}$  = number of surface patches

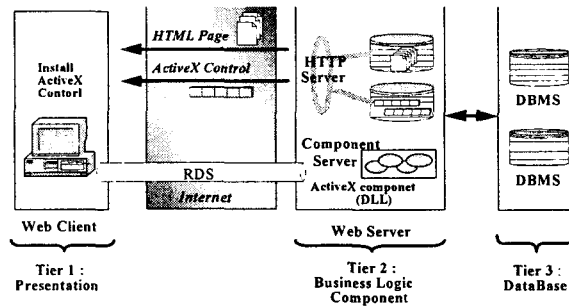
$N_{hd}$  = number of holes and depressions

$N_{pj}$  = number of projections

그 외에 Parting Plane, 공차, Side-Pulls, Internal Lifters, Unscrewing devices, 표면 무늬 등의 존재에 따라 생산시간이 증가하며 적절한 수식이 사용되었다. 계산된 전체 생산시간에 시간당 비용을 곱하여 생산비용이 계산된다. [3]

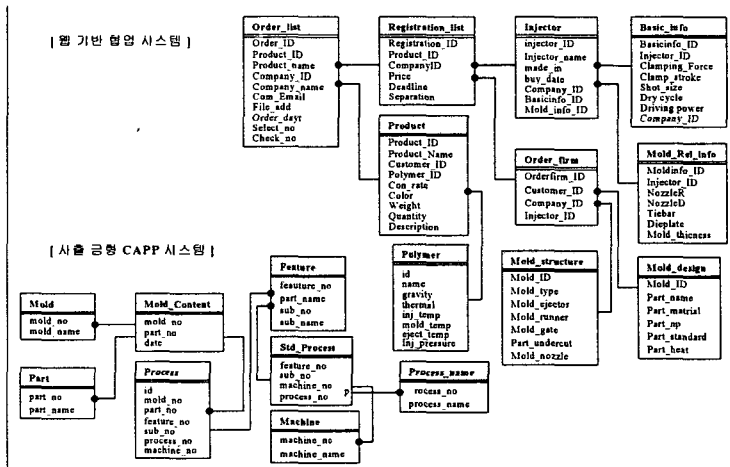
### 4. 시스템 구성

본 연구에서 웹기반 협업시스템은 < 그림 5 > 와 같이 데이터베이스계층, 비즈니스로직계층, 프리젠테이션 계층으로 구성된 3-tier 클라이언트/서버 모델로 구축하였다. 이는 데이터베이스가 있는 서버 부분과 최종 사용자들이 사용하는 클라이언트 부분을 완전히 분리시키고 이들 사이에 미들웨어를 위치시켜 둘 간의 연결기능을 제공하여 좀 더 유연하고 확장 가능한 시스템을 구현할 수 있게 한다. 제조정보시스템에 관련된 비즈니스로직 컴포넌트를 COM+ 아키텍처를 따르는 ActiveX 컴포넌트로 구현하였다.



< 그림 5 > 3-tier 클라이언트/서버 모델

데이터베이스계층은 데이터베이스 입·출력 컴포넌트들이 보내온 데이터베이스 사용자 정보와 질의문(SQL : Structured Query Language)을 이용하여 실제 질의를 수행하고, 출력 질의일 경우 그 결과 값을 레코드셋(recordset) 형태로 데이터베이스 출력 컴포넌트에게 반환하고, 입력 질의일 경우 그 값을 물리적으로 저장한다. <그림 6>은 데이터베이스계층을 나타낸 것이다.



< 그림 6 > 데이터베이스 E-R 다이어그램

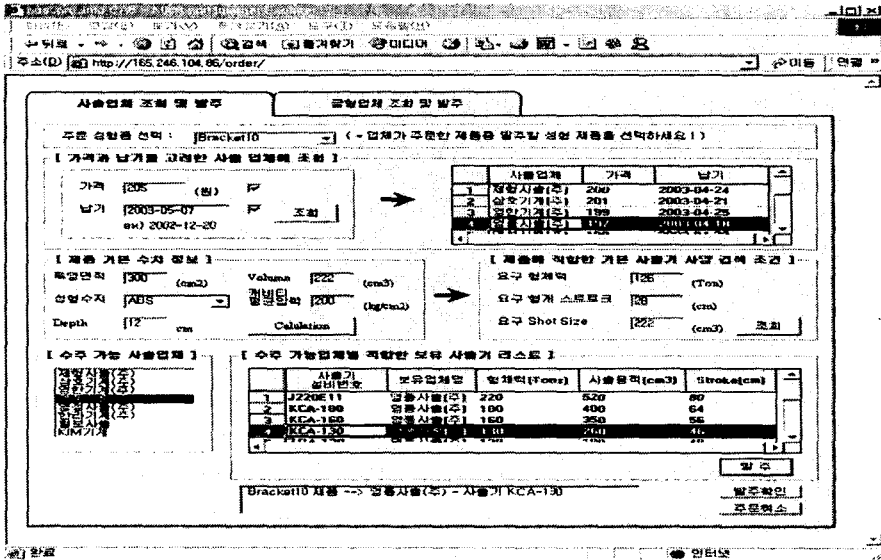
비즈니스로직 컴포넌트계층에서 각각의 컴포넌트들은 ActiveX DLL(Dynamic Link Library)로 구성되어 있다. 지금까지 인터넷에서 비즈니스로직을 구현하는 방법으로 CGI(Common Gateway Interface)나 각종 클라이언트나 서버측 스크립트(client or server side script)가 사용되어 왔다. 모두 클라이언트 아니면 서버에서 각 언어(C, Perl, etc)나 스크립트(Java Script, VB Script)들을 컴퓨터에서 실행시킬 수 있는 이진코드로 해석(interpreting)을 해야하기 때문에 속도 면이나 컴퓨터 자원 활용측면에서 효과적이지 못했다. 하지만 DLL 컴포넌트는 이미 이진코드로 컴파일(compile)되어 있는 상태이기 때문에 스크립트언어에 비해 서버에 많은 요구가 단기간에 집중될 경우 속도 면이나 서버의 자원활용 면에서 월등히 우수하다.

기존의 HTML(Hyper Text Markup Language) 문서로는 제조정보 관리를 위한 작업을 수행하는데 필요한 기능을 구현하기가 쉽지 않기 때문에 본 시스템은 ActiveX 컨트롤 컴포넌트를 이용한 프리젠테이션계층의 응용프로그램을 구현하였다. ActiveX 컨트롤도 컴포넌트 모델이 가지는 장점을 그래도 계승받으며, 역시 이진코드로 구성되어 있기 때문에 속도가 빠르고 인터넷 브라우저 상에서 일반 어플리케이션이 가지는 모든 기능들을 구현할 수 있다. 하지만, 용량이 큰 관계로 최초 접속 시 다운로드 시간이 많이 걸리는 단점이 있다. 물론 다음 접속부터는 서버로부터 다운로드하지 않고 이미 다운로드 되어진 컨트롤을 사용하기 때문에 그러한 문제는 발생하지 않는다.

## 5. 시스템 구현

### 5.1 웹 기반 협업시스템 구현

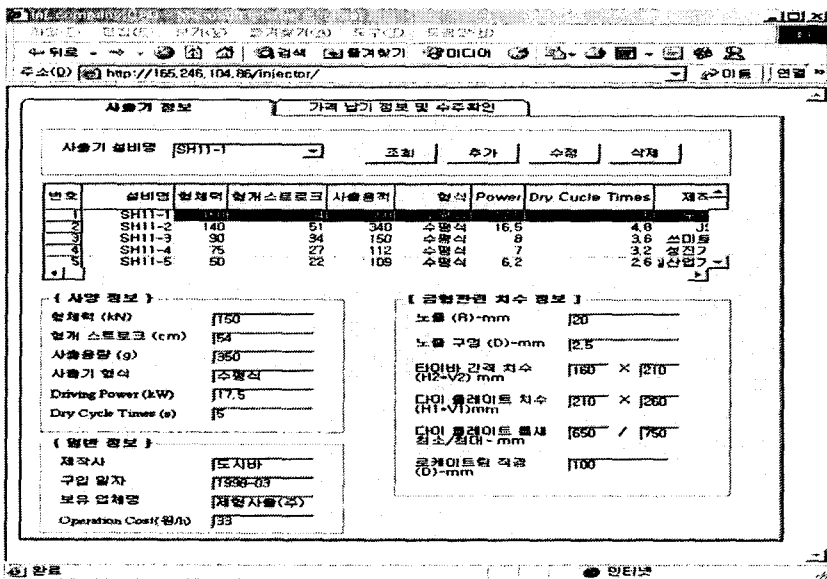
먼저 사출성형제품을 주문하고자 하는 업체의 여러가지 요구 주문정보를 조회하여 생산/설계 능력의 가능성을 타진해본 후 제품의 생산시간 및 원가를 예측하고 그 결과에 따라 수주받기를 원하는 제품에 체크하고 적절한 납기와 가격을 입력시킨다. 다음으로 고객업체가 로그인을 하면 < 그림 7 >과 같이 고객이 주문한 제품리스트가 보여지며, 발주할 대상이 되는 제품을 선택하고 예상가격과 납기입력을 통하여 적합한 사출업체를 조회하고 제품특징정보 입력을 통하여 사출가능한 사출 기계를 조회해서, 적절한 사출업체와 사출기계에 발주하는 화면을 보여준다. 사출업체에서는 사출기계의 사양정보 관리 및 수주확인이 가능하다. 사출업체가 현재 보유하고 있는 사출기계에 대한 사양정보, 일반정보, 금형관련 치수 정보를 조회하고 변경, 삭제기능이 < 그림 8 >과 같이 구현되었다. 금형 설계변수와 사출기계 사양변수와 비교 평가를 하여 그 타당성을 여부를 평가하고 그에 대한 보충 설계제안을 URL 제시함으로써 보여준다. < 그림 9 >은 설계 타당성 평가에 대한 바람직한 설계안을 제시한다.



< 그림 7 > 고객업체의 제품 발주화면

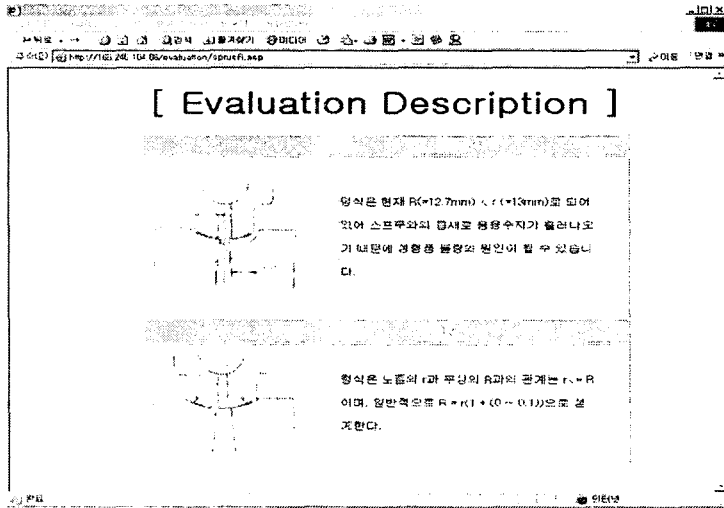
## 5.2 DFM Injection Molding 분석 시스템 구현

개발된 시스템을 이용하여 보여지듯이 성형대상품에 대해 기하학적 도형으로 분해하고 수학적인 복잡한 수식을 이용하여 체적과 부피를 구한다. 우선 Shape를 대상으로 구한다. < 그림 10 >은 대상 성형품의 체적과 투영면적을 구한 결과 화면이다.



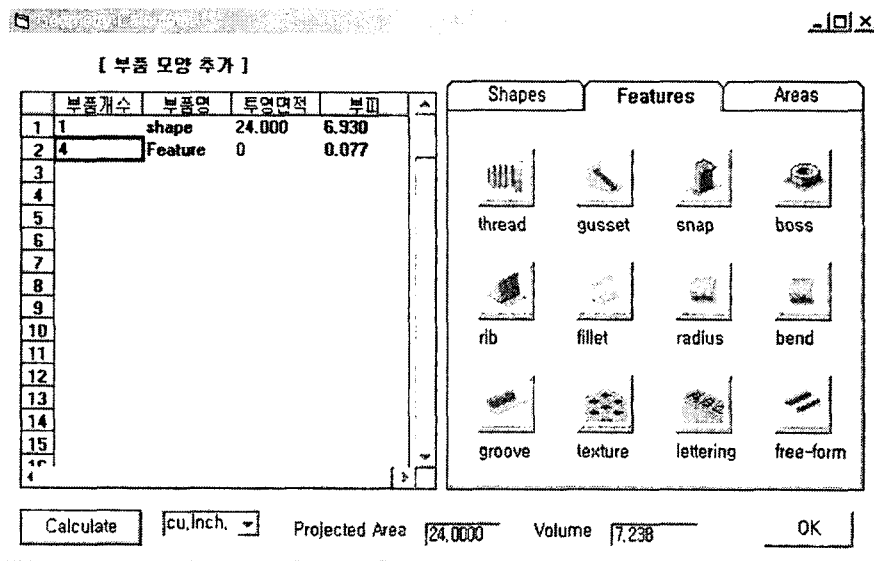
< 그림 8 > 사출업체의 사출기계 사양정보 관리 및 수주 확인화면



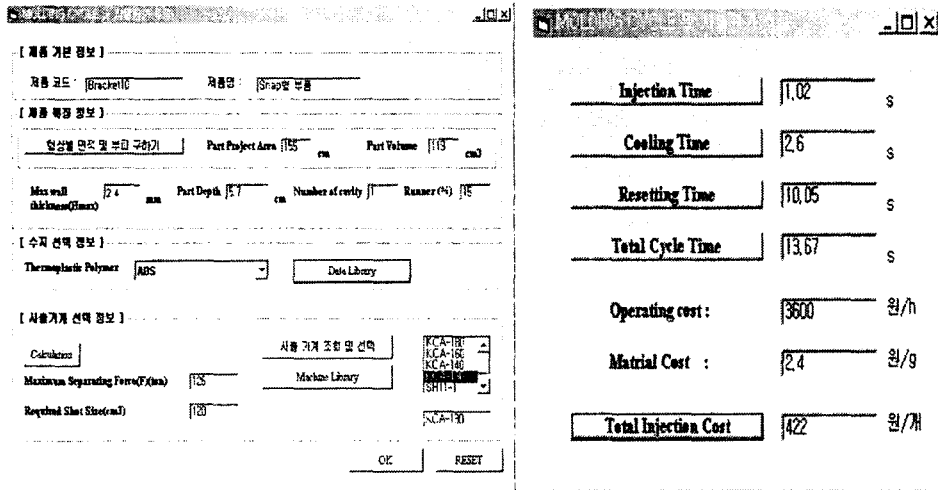


< 그림 9 > 금형 설계변수 수정 제안화면

< 그림 11 >에서처럼 대상 성형제품을 실제 사출을 하기 전에 사출시간과 사출원가추정을 위해 제품 특징정보 입력과 재료선택, 사출기계선택을 하여 사출시간, 사출원가가 계산된다. 또한 시스템에 제품의 특징정보, 크기, 복잡도, 표면거칠기, side-ful, 공차, part plane 등의 금형 제작시간에 영향을 주는 변수 정보의 입력을 할 수 있다. 그리하여 대략적인 총 금형 제작비용을 추측할 수 있다



< 그림 10 > 성형 대상제품의 투영면적 및 체적계산 구현화면



< 그림 11 > 사출원가추정을 위한 정보입력화면과 사출시간 및 원가계산 결과 화면

## 6. 결론

본 연구에서는 웹기반의 협업시스템을 개발하여 지역적으로 분산된 여러 업체간의 시간적, 지리적 제약을 극복하는 정보공유로 사출제품을 주문하는 업체가 보다 저렴한 가격으로 적절한 시기에 납품받을 수 있는 제작업체를 선정하여 발주할 수 있도록 하였다. 특히 사출업체와 금형업체간의 중요한 설계 변수의 타당성 평가를 통해 설계상의 오류를 최소화하고 품질을 향상이 기대되어진다. 사출업체와 금형업체를 제조지원을 위해 개발한 DFM for Injection molding 분석시스템을 이용하여 사출제품 생산시간을 추정하여 원가를 예측하고 생산 시간에 영향을 미치는 요소를 고려한 변화를 통하여 제품의 재설계안을 제시하였다. 이를 통해 사출금형 분야의 경쟁력 제고와 생산 효율성을 증진시키는데 기여하였다. 시스템 개발에 있어서는 각각의 비즈니스 로직을 이진컴포넌트로 만들어 처리속도 향상이 가능하고, 각 컴포넌트를 서버에 분산 배치하는 방법을 적용하여 서버에 걸리는 부하를 분산시켜 정보처리 효율을 높임으로써 안정적인 서버의 운영이 가능하도록 하였다. 또한 시스템의 클라이언트 역시 웹 브라우저에 삽입된 ActiveX 컴포넌트를 사용하기 때문에 제조정보를 제공 및 관리를 수행할 별도의 응용 프로그램 없이 웹 브라우저를 통해 간편하고 효과적으로 어느 곳에서나 접근이 가능하게 되었다. 그리고 컴포넌트 기반 시스템의 구현에 있어서는 DCOM의 차기 아키텍처인 COM+ 와 보안과 다이내믹 로드밸런싱의 문제를 해결하기 위한 RDS 기술을 적용하였다.

## 7. 참 고 문 헌

- [1] 김준국, 분산객체를 이용한 공정계획 시스템, 인하대학교 산업공학과, 석사학위논문, 2000
- [2] 김진대, UML을 이용한 컴포넌트 기반의 DFM을 위한 제조정보시스템의 개발, 인하대학교 산업공학과, 석사학위논문, 2001
- [3] G. Boothroyd, P. Dewhurst and W. Knight, Product Design for Manufacture and Assembly, M. Dekker, 1994
- [4] G. Q. Huang and K. L. Mark, "Design for Manufacture and Assembly on the Internet", Computers in Industry, Vol. 38, 1999, pp. 17-30
- [5] A. M. Daabub and H. S. Abdalla, "A Computer-based Intelligent System for Design for Assembly", Computer & Industrial Engineering, Vol. 37, 1999, pp. 111~114
- [6] M. J. Shaw, "Information-Based Manufacturing with the Web", The International Journal of Flexible Manufacturing Systems, Vol. 12, No. 2/3, 2000, pp. 115~129
- [7] Y. M. Chen and Y. T. Hsiao, "A Collaborative Data Management Framework for Concurrent Product and Process Development", International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 10, No. 6, 1997, pp. 446~469

## 저 자 소 개

이 두 용 : 현재 (주)IBM KOREA 근무 인하대학교 산업공학과에서 학사  
동 대학원에서 석사를 취득하였다. 관심분야는 정보시스템과 생산공학이다.

이 흥 회 : 인하대학교 기계공학부 산업공학전공 부교수.  
관심분야는 CIM, CAPP, 정보기술의 생산공학 응용.