

▣ 응용논문

원가기획기능을 갖는 PDM 시스템의 시제품 개발
Prototype Development of PDM System with Target Costing Function

홍민선*
 Min-Sun Hong
 임석철*
 Suk-Chul Rim

Abstract

Since the cost of a new product is determined mainly at the design stage, systematic tools to support the new product to be manufactured at the predetermined cost is very important for successful introduction of a new product. PDM is a tool to support engineers to integrate product data throughout the product development. In this paper, we introduce a prototype of PDM system which has a target costing function, where cost estimation is coupled with structured product data.

Key words : PDM, Target Costing, Product Development

1. 서 론

1.1 PDM과 원가기획

오늘날 치열한 기업경쟁하에서 성공적인 신제품 개발은 기업 존속 및 성장에 매우 중요하다. 일반적으로 제품의 원가는 제품기획단계와 설계단계에서 대부분 결정되므로, 제품의 기획 및 설계단계에서 고객의 요구를 충족시키면서 경쟁제품과의 가격경쟁력이 있는 제품을 적정비용이 고려된 제조원가로 적시에 제조, 판매하기 위한 정합적인 관리시스템이 필요하게 되었다.[4] 즉, 기존 유사 경쟁제품의 가격을 고려하여 신제품의 시장가격을 전략적으로 결정하고 이에 부합하는 제조원가 목표치를 설정하여 제품을 개발하는 원가기획(Target Costing) 기능이 성공적인 제품개발 및 마케팅에 매우 중요하다. 원가기획이란 신제품 개발단계에서 고객의 요구를 만족시키도록 제품사양과 판매가격을 기획하고 목표이익과 신제품의 목표원가를 결정하여, 목표원가를 달성하는 경쟁력 있는 제품을 개발하기 위한 전사적인 활동[12]이며, 제품개발 단계에서 목표원가를 설정하고 이에 맞는 Cost와 Quality를 가진 제품을 창출해 나가는 경영기법의 하나이다.[14]

한편 PDM(Product Data Management) 시스템은 제품의 설계 및 개발에 관련된 전 구성원이 제품에 대한 정보를 동시적으로 공유함으로써 제품설계 및 개발시간을 단축하는 정보시스템이다. 즉, PDM은 제품의 개념정의에서부터 설계, 개발, 제조, 출하 그리고 고객 서비스에 이르기까지, 제품의 전 수명주기에 걸쳐 발생하는 각종 데이터와 정보의 흐름을 효율적으로 제어하고 관리하여 주는 시스템 및 서비스를 통합하여 말한다.

본 연구에서 제시하는 시스템은 이 두가지 기능을 통합한 시스템으로서, 기존 PDM 기술을 사용하여 제품개발단계에서 정보공유를 통하여 설계변경을 최소화시키고 제품개발기간을

* 아주대학교 기계 및 산업공학부 산업공학전공

최소화하며, 동시에 원가기획 기능을 PDM 시스템에 하나의 기능모듈로 삽입함으로써 설계과정에서 제품의 추정원가가 전략적으로 결정한 목표원가와 일치하도록 제품설계 과정에서 미리 반영하는 기능을 갖는 시스템이다.[5] 본 연구는 제품설계의 각 단계별로 원가기획을 위한 원가추정체계와 방법들을 설계하고, 이를 기존 PDM의 주요기능과 연계, 구현함으로써 원가기획 기능을 갖는 PDM 시스템의 시작품을 개발하는 것을 목적으로 한다.

1.2 관련 연구

최근 국내외 학계에서 PDM에 관한 상당수의 연구결과가 발표된 바 있다. 현재 PDM은 설계 데이터의 관리를 위한 통합적 도면관리의 개념으로 연구와 구현이 되고 있고, 활동기준 원가관리(Activity Based Costing)를 이용한 원가개념 도입의 필요성이 연구되었으나 구체적인 방법론은 제시되지 않았다[10]. 원가기획의 연구는 주로 일본 기업에서 적용, 발표되고 있으며, 주로 원가기획의 개념과 적용절차와 적용사례 및 효과가 발표되고 있다.[2, 3] 기존 PDM은 제품개발단계에서의 설계데이터의 효과적인 교환 및 데이터베이스[1, 6, 8]에 중점을 두어 제품개발시간의 단축을 주목적으로 하거나 워크플로우[9, 11] 관리에 중점을 둔 연구들이 다수 있으나, 기업의 주된 관심사항인 원가나 품질에 대한 고려는 미흡한 실정이다.

2. 원가기획기능을 갖는 PDM 시스템 설계

본장에서는 원가기획기능을 갖는 새로운 PDM 시스템의 구조를 제시하고, 그 핵심인 원가기획모듈을 상세하게 설계하며 기존 PDM의 5대기능과 새로 추가한 원가기획 모듈이 어떻게 상호작용 하는지를 제시한다.

2.1 시스템 개요

본 논문에서 제시하는 원가기획기능을 갖는 PDM 시스템의 하위 모듈들은 기존 PDM의 5대 핵심기능(분류/검색모듈, 프로그램관리모듈, 데이터저장/문서관리모듈, 제품구조관리모듈, 워크플로우/프로세스관리모듈)에 원가기획 기능을 추가한 6개의 하위 모듈로 이루어진다. 이러한 구조는 기존 PDM 시스템에 축적된 자료들을 효과적으로 활용하여 제품개발단계에서 발생하는 제품개발정보와 원가정보를 통합하여 더욱 정확한 원가추정을 할 수 있게 한다. 즉, PDM 시스템을 사용하는 제품개발에서 원가추정에 관한 장점은 기존에 축적된 다양한 제품개발정보 활용, 제품개발정보와 원가정보의 연동, 그리고 동시공학을 이용한 빠른 정보교환 등이다.[5]

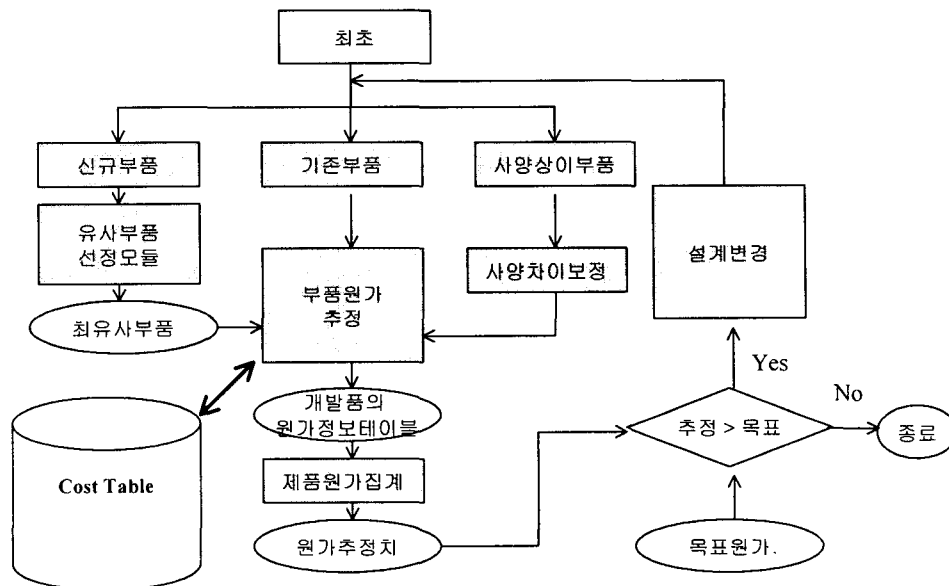
PDM 시스템의 원가추정은 PDM의 이러한 장점을 이용하여 설계단계에서의 구성품/부품의 구매부품 가격과 가공공정의 세부표준(공수, 투입작업원수, 작업시간 등) 이외의 제품개발정보를 기존 데이터 또는 추정치로부터 구한다. 또한 결정된 설계특성치를 바탕으로 물리적 설계특성치가 유사한 기존의 구성품/부품을 검색하고, 그것의 원가정보를 설계제품에 맞게 수정하여 원가를 추정한다.

기업에서 원가추정을 위하여 사용하는 코스트 테이블(Cost Table)이란 모든 재료에 대하여 과거에 수집된 원가데이터를 현재의 시점에서 각 원가요소의 조건에 맞게 체계적으로 정리/수정한 원가자료로서, 원가담당자에 의해 주기적으로 보정되며, DB에 저장되어 전사적으로 공통의 원가자료로 사용되는 것이다. 한편 본 논문에서 사용하는 원가정보테이블이란 코스트 테이블로부터 특정제품에 대한 원가데이터만을 발췌하여 모아놓은 테이블로서 재료비, 구입부품비, 공정별 가공비, 작업표준 등의 데이터를 포함한다. PDM시스템 환경하에서 원가기획의 전개는 그림 1에서 보듯이 각 제품개발 단계별 원가정보를 Cost Table에서 획득한 다음 이들을 원가추정 모듈에서 종합하여 추정원가를 만들어 낸다. 이 추정원가가 목표원가보다 크면 가치공

학 등의 공학적 변환을 거쳐 새로운 설계안을 만들고 원가정보테이블을 수정하며, 추정원가가 목표원가를 넘지 않을때까지 이를 반복한다. 추정원가가 목표원가보다 작아지면 제품사양은 확정되며 변경된 사양으로 원가정보테이블을 수정하고 제품개발을 마친다

제품개발시 설계자가 제품의 설계를 변경해가면서 그 설계안의 추정원가를 목표원가와 근접시키는 반복적이고 실험적인 방법을 본 연구에서 Cost Simulation이라고 칭하기로 한다. 본 연구에서는 PDM 시스템에서 Cost Simulation을 사용한 원가추정 절차를 다음과 같은 순서로 제시한다.

- (1) 개발제품을 제품구조체계에 의해 계층적으로 분화하고, 설계특성치를 파악한다.
- (2) 각 부품을 그 성격에 따라 신규부품, 기존부품, 사양상이부품 등으로 구분한다.
- (3) 신규부품의 경우 제품/구성품/부품 코드와 설계특성코드를 바탕으로 동일 제품구조계층에 있는 유사한 설계특성치를 지닌 과거의 구성품/부품들을 검색하고 검색된 결과중 결정된 설계특성치와 제조/가공방법이 가장 유사한 구성품/부품을 선택한다. 신제품의 BOM을 기존 데이터 정보를 이용하여 구성하고, 구성된 개발품의 원가정보테이블에 기존에 있는 유사제품의 원가정보테이블을 복사한다. 사양상이부품의 경우 기존 부품과의 크기 등 사양의 차이를 비례식으로 보정하여 사용한다.
- (4) 부품원가추정모듈을 이용하여 개발품의 원가정보테이블을 만든다.
- (5) 개발품의 원가정보테이블의 부품원가들을 집계하고 간접비를 포함하여 원가추정치를 산출한다.
- (6) 원가추정치와 목표원가를 비교하여, 필요시 설계변경을 시행한다.



[그림 1] Cost Simulation Flow Chart

2.2 원가기획모듈 구성

Cost Simulation을 진행시키기 위해서 원가기획 모듈에서는 부품원가추정기능과 부품유사모델선정기능 등 두 개의 새로운 모듈이 필요하다.

(1) 부품원가추정 모듈

부품원가추정 모듈은 원가의 정보를 분석하여 개발제품의 원가를 추정하는 모듈이다. 원가절감과 목표원가에 맞는 설계안의 창출을 위해서는 부품원가추정이 필수적이다. 제품개발단계에서 개발 진행중인 부품의 원가를 추정하기 위해서는 부품의 기능, 수명, 사양, 설비, 생산 표준 시간 등 많은 정보가 필요하나 개발 초기에서는 제품이 개발중이기 때문에 이러한 데이터의 정확한 값을 얻기 어렵다. 따라서 제품개발 단계별로 얻을 수 있는 정보로 부품의 원가를 추정해야 한다.[4] [표 1]에서와 같이 개발초기인 상품기획/구상설계 단계에서는 부품의 사양(기능, 크기, 성능, 수명)등의 개괄적인 정보밖에 없으므로 원가추정을 위해서는 원가함수나 Neural Network같은 인공지능 기법을 사용하여 원가를 추정할 수 있다.

<표 1> 제품개발단계별 부품원가추정방법

개발단계	원가기획 단계	원가추정방법	제품원가에 영향을 주는 개발정보
상품기획		기능에 의한 부품원가추정	<ul style="list-style-type: none"> 제품의 사양(기능, 크기, 성능, 수명) 목표판매가와 목표원가의 기안
구상설계		유사성에 의한 부품원가추정	<ul style="list-style-type: none"> 기능의 기능구조별 분해, 생산규모, 개발비 예산, 개발일정 각 기능구조별 구조, 재원, 디자인, 품질목표, 신규 설비/장비의 결정 최종 목표원가결정
기초설계		<ul style="list-style-type: none"> 각 부품의 성능, 중량, 재료, 가공공법/설비의 결정 내제/외제부품, 내부/외주가공의 결정 부품단위당 목표원가의 최종분해 	
상세설계		<ul style="list-style-type: none"> 재료비, 구입부품의 사양/가격, 외주가공비, 조립공정의 결정 작업표준(부품단위의 재료 소비량, 공수)의 결정 	
제조준비 및 생산			

다음으로 기초설계나 상세설계 단계에서는 품질목표와 신규설비 및 장비가 결정되며 가공방법과 내부/외주가공 등이 결정된다. 따라서 이 단계에서의 부품원가추정 방법은 기존 유사제품의 원가정보데이터를 이용하여 원가를 추정하며 제품의 개발이 진행함에 따라 발생하는 새로운 사양에 대한 원가정보데이터를 작성하여 좀더 정확한 추정을 할 수 있도록 한다. 마지막 제조준비 및 양산 단계에서는 거의 모든 제품의 사양 및 작업표준이 설정된 상황이므로 이에 맞는 상세 부품원가추정을 할 수 있다.

(2) 유사부품 선정 모듈

기초설계와 상세설계 단계에서 이용되는 유사성에 의한 원가추정을 위해서는 기존부품중 개발부품과 가장 유사한 부품을 선정하는 기능이 필요하다. 이를 위해서는 GT(Group Technology)개념을 바탕으로 제품/구성품/부품을 설계특성, 가공/제조방법, 모양, 재료품질 등의 설계특성치가 유사한 것으로 분류하여 유사한 원가구조를 갖게 하고, 이를 설계특성코드화한다. GT는 부품을 형상·치수·기능·가공법 등의 유사성 관점에서 그룹화하여 생산공정에 이용하는 것이다. GT Code에 의한 유사부품 선정절차는 세 종류의 유사성 분석을 통해 이루어진다. 그 절차를 살펴보면 각각 다음과 같다.

가. 형태의 유사성 분석

제품이나 부품들을 형태의 유사정도를 기준으로 그룹으로 나누고 그룹별로 문자로 된 코드를 부여하여 그 코드와 같은 부품군을 찾는 방법이다.

나. 공정의 유사성 분석

생산되는 부품을 공정 절차표상에 기재된 작업순서와 공정흐름에 관한 정보를 기준으로 부품그룹으로 나누어 그룹별로 문자코드를 부여하여 같은 공정이나 같은 공정순서를 갖는 부품군을 찾아내는 방법이다.

다. 원가구조의 유사성 분석

생산되는 부품들의 원가구조를 분석하여 나온 실적원가와 설계하고자 하는 부품의 목표원가를 비교하여 가장 유사한 부품군을 찾는 방법이다. 본 연구에서는 이러한 원가구조의 유사성 분석을 BOM 데이터베이스에 저장되어 있는 재료비, 가공비, 경비 등 기존 데이터를 사용하여 계산한다.

제품개발자는 자신이 설계할 구성품/부품의 설계와 원가추정을 위해 유사한 구성품/부품을 검색한다. 이를 위한 유사모델 선정을 위해서는 각 유사부품의 유사정도를 알 수 있는 평가치가 필요하게 된다. 이러한 평가치는 제조업에서는 업종별, 회사별로 자체의 경험적 자료나 정책으로 결정된 것을 주로 사용하고 있다. 즉, 평가치의 값에 의하여 선정된 몇 개의 상위 모델을 개발자에게 제시해 주면, 개발자는 제시된 유사모델 중 가장 적합한 한가지를 선정하고 제품개발을 진행한다. PDM 시스템은 선정된 유사모델로부터 그것의 원가를 계산했던 내용이 원가항목별로 계층적으로 정리되어있는 원가정보테이블을 불러온다. 그리고 결정된 제품개발정보와 코스트테이블을 바탕으로 원가항목의 변동사항에 대해 원가정보테이블을 수정한다.

2.3 PDM의 기존모듈과 원가기획 모듈과의 관계

그림 2는 새로 정의된 원가기획모듈이 PDM 내부의 기존 5대기능을 가진 모듈과 어떻게 상호작용 하는가를 정의한다.

(1) 분류와 검색 모듈

설계과정 속에서 원가를 낮추기 위해서는 부품의 수를 줄이고, 가급적 표준부품을 많이 사용해야 한다. PDM은 표준적인 구성품/부품관련 제품개발데이터를 기업의 표준분류체계에 의해 분류하고, 설계자에게 효율적인 검색체계를 제공하여 불필요한 신규부품의 설계를 최소화시켜준다. 그리고 각 제품개발단계의 원가추정시 필요한 기존제품의 원가정보를 GT방법으로 정의된 코드에 의해 제품구조체계별, 기능별, 설계특성치별로 검색할 수 있어 제품개발단계에서의 원가추정시 필요한 원가정보를 효과적으로 사용하게 해준다.

(2) 프로그램관리 모듈

프로젝트관리자가 계획한 제품개발에 따른 작업분할구조(Work Breakdown Structure)를 생성하고, 원가기획과정을 관리한다. 프로젝트관리자에 의해 정의된 원가기획 업무에 자원할당을 관리함으로써 전체 제품개발에 대한 일정관리와 비용관리를 할 수 있으며, 목표원가의 달성 여부를 모니터링할 수 있다.

(3) 데이터 저장과 문서관리 모듈

제품개발과정에서 발생한 각종 설계도면, 코스트테이블 등의 데이터를 전자저장고(Electronic Vault)에 저장한다. 특히 설계자가 제품기획의 의도를 정확하게 전달하는데 필요한 시장정보, 상품기획서, 개발지시서, 부품별 목표원가 등의 정보를 효율적으로 저장, 사용할 수 있게 한다.

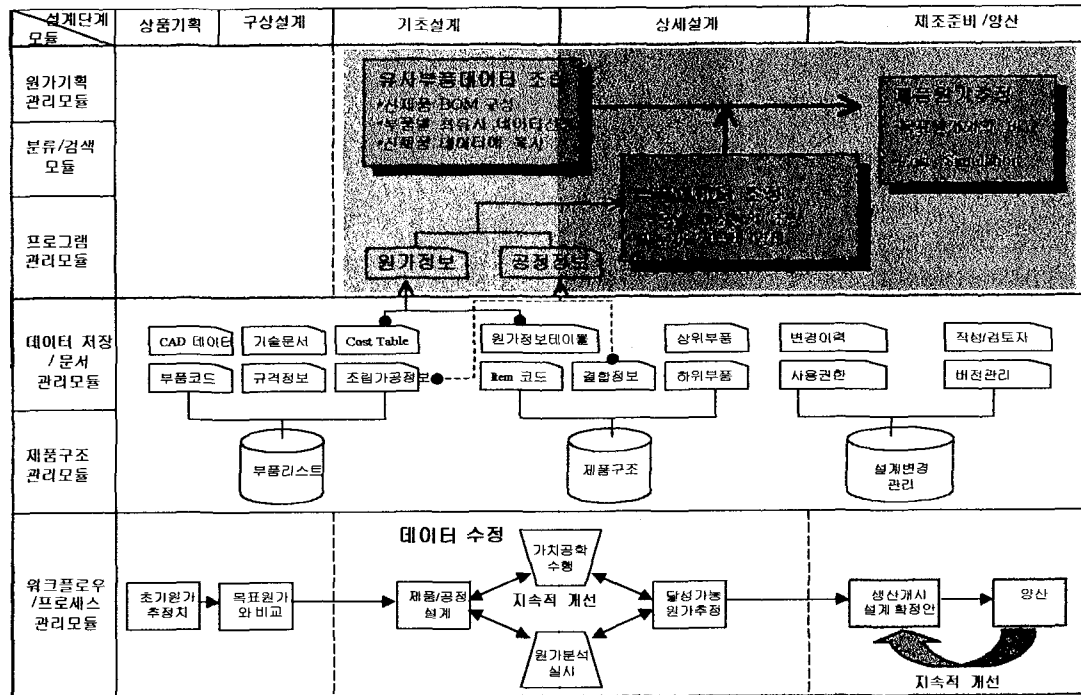
(4) 제품구조관리 모듈

제품을 구성하고 있는 구성품/부품에 대한 정의와 속성, 연관관계를 설정하고 부품표(part

list)나 통합BOM을 생성/관리하며, 원가정보데이터를 제품구조체계에 따라 구성품/부품에 연결시켜준다.

(5) 워크플로우와 프로세스관리 모듈

제품개발 프로세스를 정의하고 프로세스중에서 발생한 정보를 정의된 워크플로우에 따라 전송, 배포한다. 또한 제품개발정보의 변경이 발생하였을 경우 관련된 곳에 변경사항을 전달하여 변경의 확인, 승인절차를 거쳐 설계정보의 변경에 대처할 수 있게 해준다.



[그림 2] PDM 시스템의 기존 5개모듈과 원가기획관리모듈의 연계

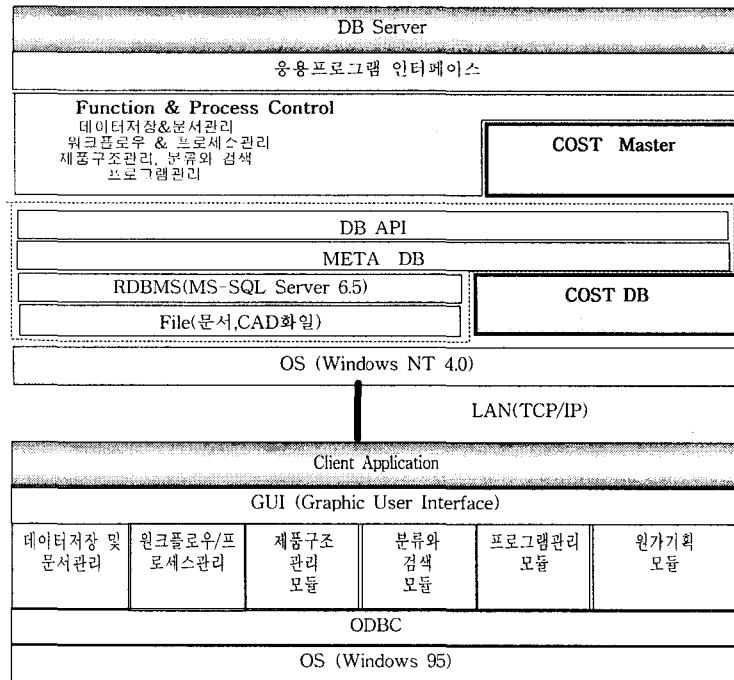
3. 시작품의 구현

본 장에서는 앞장에서 정의된 “원가기획기능을 갖는 PDM시스템”의 각 기능들의 상호작용을 살펴보기 위해서 실제하는 제품인 ‘검정 볼펜’을 예로 사용하여 시스템을 설계 및 구현하였다.

3.1 시스템 개발환경

시작품 개발환경은 DB Server로는 Windows NT 4.0 운영환경의 워크스테이션이 사용되었으며, Client로는 Windows 95 운영환경의 Pentium 133 프로세서를 갖는 PC상에서 개발되었다. Client 시스템내에서 2D 도면에 대한 작성과 수정을 위한 CAD tool로는 Autodesk사의 AutoCAD R13을 이용하였으며, 전자도면에 대한 viewing 기능을 위해서는 AutoCAD의 파일 포맷중 하나인 DXF 파일을 입출력할 수 있는 프로그램을 제작하였고 DWG화일에 대한 viewing 기능과 Mark-Up기능 등을 개발 시스템내에 구현하기 위하여 Dr. DWG View Professional 3.1을 사용하였다. 부품정보, 도면정보등은 MS-SQL 6.5 RDBMS를 이용하여 관

계형 DB를 구축하였으며 부품 및 도면정보관리, BOM 정보 그리고 원가기획 및 원가추정 정보를 위한 개발도구로는 Visual C++을 사용하였다. 원가기획기능을 갖는 PDM 시스템의 시작품 구성도는 그림 3과 같다.



<그림 3> 원가기획기능을 갖는 PDM시스템의 구성도

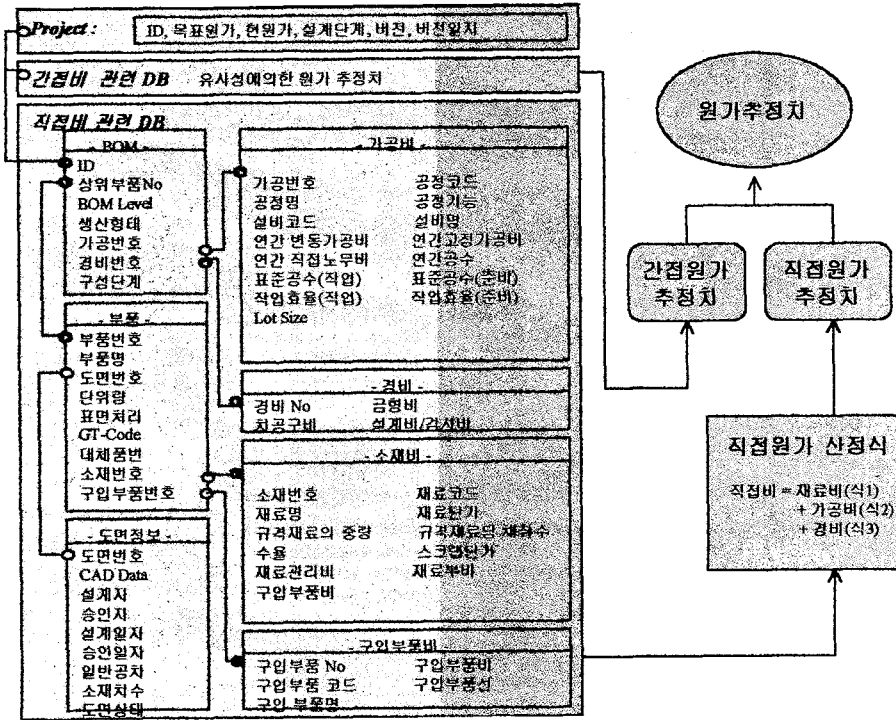
3.2 시스템 모델링

시작품의 데이터 구조는 그림 4와 같이 구성하였다. 간접비는 유사성에 의하여 측정되도록 하였고, 직접비의 산출을 위하여 BOM 테이블, 부품 테이블, 도면정보 테이블, 가공비 테이블, 경비 테이블, 소재비 테이블, 구입부품비 테이블을 각각 구성하였으며, 그림 4의 절차에 따라 원가추정치출을 산출한다. 검은 불펜의 BOM 구조는 그림 5와 같은 구조로 구성하였다.

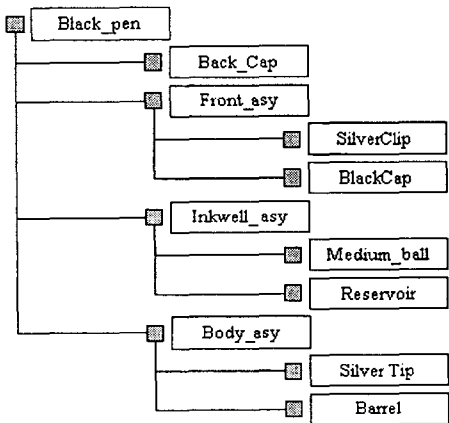
3.3 운영 시나리오

원가기획기능을 갖는 PDM 시스템에서 원가기획기능을 수행하기 위해서는 동시병행적으로 의견이 수렴되어야 한다. 그림 6은 본 연구에서 개발한 시작품의 원가기획 의견수렴 화면으로서, 도면이나 부품의 정보는 PDM 시스템을 통하여 정보가 통합되어 도면정보가 생성되고 이것이 도면정보를 검토 및 승인하는 구성원에게 전달된다. 시장조사를 통해 고객의 욕구, 필요, 취향 등을 분석하고 고객의 수용가능성, 경쟁분석, 목표시장, 점유율 등을 참고로 하여 목표원가가 정해지면 PDM 시스템은 목표원가를 화면에 표시하여 전 구성원들이 공유할 수 있게 한다. 제품설계가 시작되어 설계자가 제품에 대한 설계를 마치면 그림 7과 같은 환경의 Cost Simulation 기능을 이용하여 설계안의 추정원가가 목표원가 이하로 될 때까지 설계자는 가치사슬 안의 구성원들에게 설계안을 보내며, 가치사슬의 구성원은 설계안을 검토하는 viewing 권한을 가지고 이를 검토, 수정한다. 이 구성원들은 도면정보를 검토한 후 각각의 의견을 Client PC의 PDM 시스템을 이용하여 도면상에 나타내거나 텍스트 형식의 파일로 기술하게 된다. 이때 그림 8과 같은 마크업(mark-up)기능을 이용하여 도면상에 필요한 위치에 검토자의

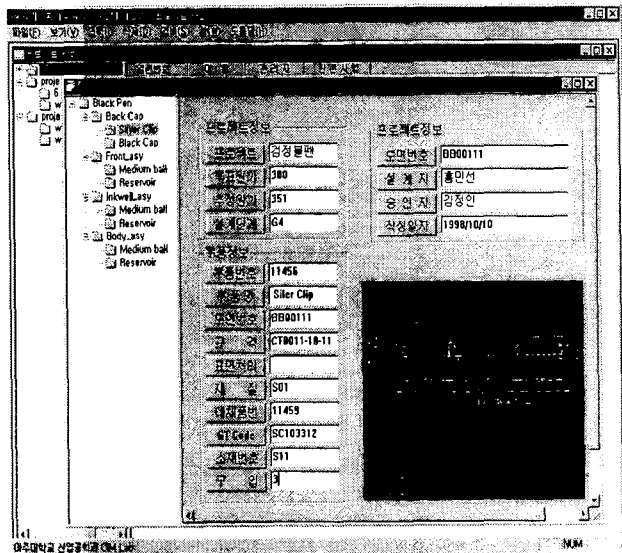
의견을 작성하거나, 또는 검토내용 및 기타 의견을 텍스트 파일에 보다 자세하게 작성하게 된다.



[그림 4] 원가정보데이터로부터 제품원가추정치 산정절차

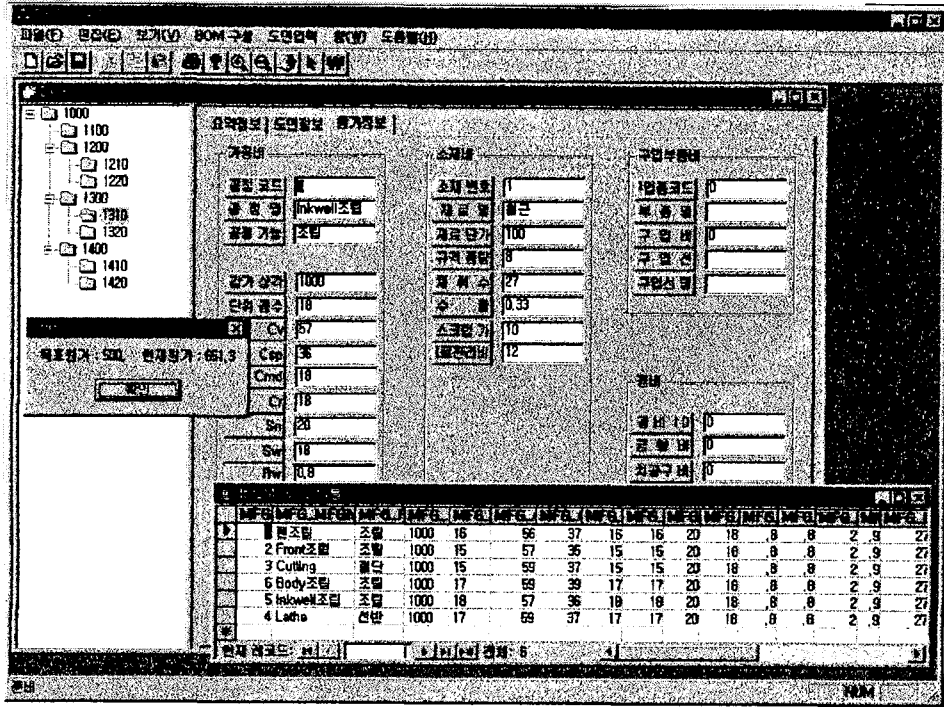


[그림 5] 원가기획기능을 갖는 PDM 시스템의 제품모델 BOM

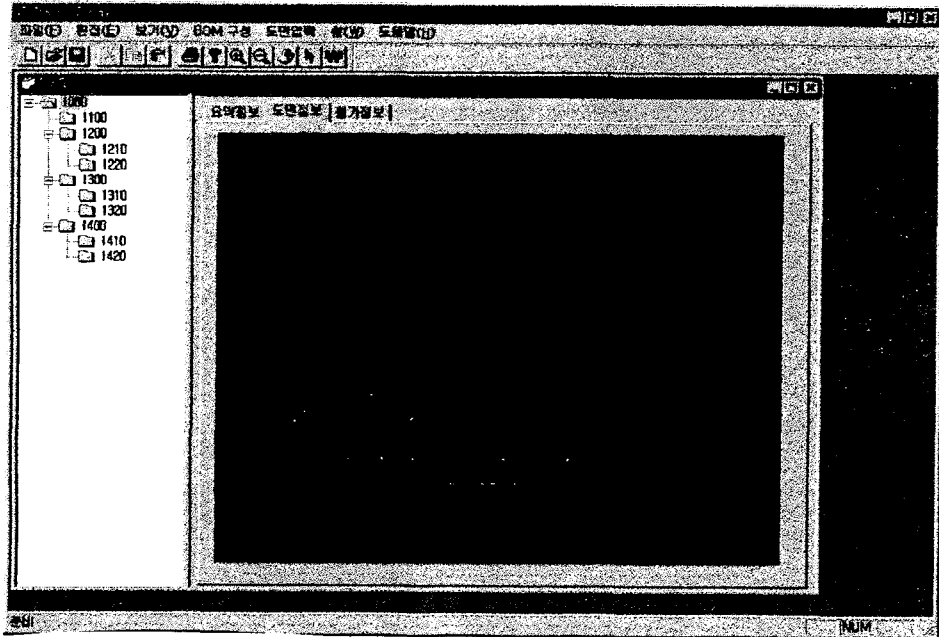


[그림 6] 원가기획기능을 갖는 PDM 시스템의 검토과정 사용 예

정보가 발생할 때마다 mark-up 및 텍스트 파일을 작성하여 설계부서 등으로 보내면 설계자는 이들을 검토, 취합하여 즉시 도면을 수정, 변경, 승인 등의 업무를 처리할 수 있다.



[그림 7] Cost Simulation 과정 예



[그림 8] Mark-Up기능을 이용한 의견 전달

4. 결 언

원가기획기능을 갖는 PDM 시스템을 구축하기 위해서는 기존 PDM 시스템에 원가기획모듈의 추가 구현이 필요하다. 이를 위하여 코스트테이블의 작성과 원가 산정 알고리즘 개발이 필요하다. 또한 원가기획기능을 갖는 PDM 시스템의 효과적인 사용을 위해서는 엔지니어에게 변경된 제품설계 절차의 적응교육과 원가기획에 대한 교육이 필요하다.

이러한 시스템의 기대효과로는 첫째, 체계적인 Cost Simulation을 통하여 목표원가와 합치되는 제품을 설계함으로써 제조단계에서 원가감축을 위한 빈번한 설계변경을 억제할수 있다. 둘째, 제품개발에 참여하는 엔지니어에게 원가의식을 고취시킬 수 있다. 셋째, 제품개발시 목표원가의 달성과 과잉품질의 방지를 통한 원가절감을 이룰 수 있다.

본 연구는 원가기획기능 모듈을 정의하고, 기존 PDM의 기능들과 원가기획기능간의 관계를 제시하여, 이를 바탕으로 실제제품인 검정볼펜을 사용하여 시작품을 구축하였다. 구현방법은 첫째, 원가추정 모듈을 위하여 기존의 유사성 추정방법을 PDM 시스템의 장점인 동시공학 개념을 사용할 수 있도록 재설계하고 구현하였다. 둘째, Cost Simulation이 가능하도록 과거의 원가데이터를 이용하여 제품의 개발이나 수정과 동시에 개발제품의 원가를 확인할 수 있도록 구현되었다. 셋째, 데이터베이스는 ODBC를 이용하여 이종관계형 데이터베이스와 연결 가능하도록 하였다. 넷째, 업무를 병렬화하는 동시공학적인 개념을 적용하기 위해서 주석이나 메모를 Mark-Up 및 text 입력기능을 이용하여 도면을 관련부서로 배포하도록 설계하였다. 이렇게 함으로써 Cost Simulation에 의해 추정된 원가를 최종적으로 원가부서의 확인절차를 거칠 수 있어 추정에 의한 오류를 피할 수 있게 되었으며 설계업무 및 원가기획 업무기간이 단축되어 신제품 경쟁력을 제고할 수 있다. 차후 연구과제로서는 간접비의 배분방법 개선과 가장 유사한 기존부품을 선정하는 방법에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 김철한, 김진홍, "엔지니어링 데이터베이스를 위한 제품데이터의 모델링", The Journal of Korean Institute of CALSE/EC, 1(2), pp. 93-115, 1996.
- [2] 다나카(田中雅康), 원가기획의 이론과 실천, 법문사, 1997
- [3] 몬덴 야스히로(門田安弘), 원가기획과 원가개선, 율곡출판사, 1995.
- [4] 박근상, 김홍재, 제품개발론, 청문각, 1997
- [5] 백종건, 임석철; "PDM환경에서 통합BOM을 사용한 제품원가추정", 공업경영학회지, 22(50): 231-241, 1999.
- [6] 오태훈, 김선호, 박정선, "객체지향적 기술정보관리시스템 설계 및 개발" IE Interfaces 산업공학, 11(2), pp 49-64, 1998.7
- [7] 유일근, 엔지니어를 위한 원가측정과 분석, 시그마프레스, 1997
- [8] 이강찬, 이 상, 유정연, 이규철; "PDM을 위한 하이브리드 데이터베이스 통합모델에 관한 연구", 한국CALS/EC학회지, 3(1): 23-42, 1998
- [9] 이창수, 김선호; "설계변경 승인을 위한 Workflow Management System 설계", 산업공학, 12(1): 79-93, 1999
- [10] 임득수, "PDM을 기반으로 한 ABC시스템의 구현방안", 한국 CALS/EC학회 '96 종합학술대회 발표논문집, pp.117-134, 1996.
- [11] 최종윤, 최경희, 안병하; "객체지향 방법론을 이용한 제품정보관리(PDM)시스템에서의 워크플로우 설계", 한국전자거래(CALS/EC)학회지, 4(1): 145-157, 1999
- [12] Ansari, B.; Target Costing, McGraw-Hill, 1997.
- [13] Carter, D. E. and Baker B. S.; Concurrent Engineering: The Product Development Environment for the 1990s, Addison Wesley, 1992
- [14] Yasuhiro M.; Cost Management in the New Manufacturing Age, Productivity Press, 1992