

제품 설계 단계에서의 제품 원가 추정 시스템 개발

한관희*, 박찬우**, 이규봉***, 황태일*, 김강용*

The Development of an Product Cost Estimation System at the Product Design Stage

Han, K. H.*, Park, C. W.**, Lee, G. B.***, Hwang, T. I.* and Kim, K. Y.*

ABSTRACT

Presented in this paper is the development of an product cost estimation system at the product design stage. The efficient cost estimation function at the design stage is essential for the cost reduction activities through the entire product life cycle. For this purpose, it is necessary to establish a systematic working procedure, and to develop information system for managing a great deal of production and product-related data required for the cost estimation. The developed system has the capability of estimating a cost of assembly type products as well as unit-item type products. As proposed system is based on the variant approach, it can be used easily at an early design stage without the need for detail design information. Also, this system is integrated with legacy PDM (Product Data Management) and ERP (Enterprise Resource Planning) system for fast, accurate and easy product cost estimation. The estimated cost includes material cost, overhead cost as well as labor cost.

Key words : cost estimation, product cost, variant approach, BOM, process plan

1. 서 론

글로벌 경쟁 환경에서 제조 기업들은 고품질의 제품을 저가격으로 짧은 시간 내에 고객에게 인도해야 하는 요구 사항에 직면하고 있으며, 이를 해결하기 위해 많은 기업들은 제품 개발 프로세스를 혁신하여 동시·협업적 제품 개발 환경을 구축하고 있다. 기업의 경쟁력 확보를 위한 노력 중에서 저가격의 제품 공급 능력은 시장 경쟁력의 주된 요소이므로 제품의 전체 생애 주기에서 원가 절감 활동은 기업 생존에 필수적이다. 특히, 최근의 동시·협업적 제품 개발 환경에서는 원가 정보의 영향력이 제품 생애 전 주기에서의 여러 가지 활동에 직접적인 영향을 미치게 된다. 그리고 널리 알려진 바와 같이 제품 원가의 70% 이상이 설계 단계에서 결정되므로 제품 설계 단계에서 제품 원가 절감하려는 노력은 제조 단계에서의 절감 노력

보다 훨씬 효과적이다¹⁾. 이렇게 원가 구조에 영향을 주는 설계 단계에서의 여러 의사결정 들을 전략적으로 수립하기 위해서는 제품 원가가 설계의 초기 단계에서부터 신속 정확하게 추정될 수 있어야 하는데, 이를 위해서는 다량의 제조 및 제품 관련 지식들을 설계 프로세스에서 효과적으로 활용할 수 있는 업무 절차 및 정보 시스템을 갖추어야 한다.

이와 같이 원가 추정은 미래에 발생할 제품 원가를 사전에 계산해보는 것을 의미하는데 비해 원가 회계는 현재 생산되고 있는 제품 원가가 얼마인가를 발생된 데이터를 추적하여 계산한다는 점에서 차이가 있다²⁾. 즉, 원가 추정이란 과거의 경험과 장래의 원가 발생에 관한 유익한 정보를 바탕으로 장래에 생산될 제품의 원가를 평가, 예측하는 것이다³⁾. 설계 단계에서의 원가 추정의 목적은 1) 제품의 생산 여부 결정, 2) 제품 설계 대안의 평가, 3) 경제적인 재료, 공정 및 공법 결정, 4) 부품의 구매/제조 여부 결정 등으로 매우 다양하며 이러한 추정 원가 계산을 지원하는 시스템은 경제적으로 저비용으로 정확하고 빠르게 원가 추정 결과를 제공하여야 한다.

원가 추정 방법은 CAPP(Computer-Aided Process

*경상대학교 산업시스템공학부/공학연구원

**경상대학교 기계항공공학부

***생산기술연구원

- 논문투고일: 2002. 12. 24

- 심사완료일: 2003. 04. 22

Planning)에서와 유사하게 창성형(generative) 방법과 변성형(variant) 방법으로 나뉘는데, 창성형 방법은 제품의 원가는 필요로 하는 공정에 따라 좌우된다는 사실에 근거하며 공정 계획과 밀접한 관련이 있고 기존 유사 제품이 존재하지 않는 새로운 제품 개발 시에 주로 사용된다. 이 방법은 다량의 상세한 자료가 필요하므로 상대적으로 많은 시간을 필요로 하나 상세하고 정확한 추정을 할 수 있다. 변성형 방법에서는 과거에 생산된 특정 제품의 실적 자료가 유사한 제품의 원가 추정을 위한 기준 자료로서 역할을 하며 비교적 표준화된 제품의 원가 추정에 사용된다. 이 방법은 적절한 과거 경험 자료가 필요하며 신속한 추정이 가능하다는 장점을 갖는다⁴³⁾. 기존의 원가 추정에 관한 연구들을 살펴보면 창성형 방법에 의한 원가 추정 연구가 주로 수행되었는데, Shehab & Abdalla의 연구⁴⁶⁾는 기계 부품을 대상으로 재료, 공정 및 가공 기계 선정에 따른 단품 원가 예측에 중점을 두고 있고 조립품에 대한 원가 추정 기능은 다루지 않았으며 퍼지 로직에 의한 지식 표현과 CAD 모델 통합을 특징으로 하고 있다. Chan & Lewis는 비교적 간단한 형상의 기계 부품을 대상으로 재료, 공정 및 기계 설비를 선정하여 원가를 추정하고자 하였으며 이 때 규칙 기반 지식 표현 방법을 사용하였으나 대상을 사각 기능이나 원통 형상을 갖는 제품의 기계 가공 공정에 한정하였다⁴⁷⁾. Ben-Arieth는 선반 가공분야에 국한하여 제품 및 공구 형상에 의해 가공 계획을 수립하고 가공에 필요한 절삭 조건을 사전에 경험 데이터를 이용해 구축된 데이터베이스에서 찾아 가공 시간을 계산하는 방법을 제시하였는데 기계 가공 시간 결정에만 연구 범위를 한정하였다⁴⁸⁾. Wei & Egbelu의 연구에서는 기계 가공품의 형상 데이터로부터 가능한 공정 순서를 나열하고 이 중에서 기계 가공비를 최소화할 수 있는 공정 순서를 찾는 방법을 제시하였는데, 이 방법은 공정 순서를 AND/OR로 구성되는 트리 구조로 표현하여 모든 가능한 공정 순서를 표현하도록 하였으며 공정 대안별 가공비는 각 공정에서의 절삭 부피를 이용하여 계산하였는데 재료비나 노무비에 대한 원가 계산 방법은 고려되지 않았다⁴⁹⁾. 변성형 방법으로는, Brinke 등이 원가 결정 요소를 설계 특성치, 제조 방법, 생산 계획(오더 크기)으로 분류하고 사용자는 범주별로 대상 제품과의 목표 유사성 정도를 계수치로 입력하면 시스템에서는 각 범주별 유사성 만족도에 따라 여러 대안을 만들어 내고 이를 비교하여 원가를 추정하는 방법을 제시하였는데 설계 특성치나 제조 방법 및 오더 크기의 종류가 많아지면 발생할 수 있는 대안의 종류가

커져서 비교 분석이 어려워지게 된다⁵⁾. Rehman & Guenov의 연구에서는 유사 제품에 대해 제품-반제품-부품 순서로 검색하여 제품 구조와 공정을 편집함으로써 원가를 추정하며, 이 때 규칙 기반 및 사례 기반 추론을 혼용한다고 기술되었으나 구체적인 절차와 기능 및 사례는 제시되지 않았다¹⁰⁾.

이상과 같이 기존 연구들을 정리해 보면 1) 주로 창성형 방법이 많고 그 결과로 공정 결정에 의한 가공비 계산에 치중되어 있으며, 2) 대상 공정은 주로 기계 가공으로 한정되었고, 3) 조립 제품보다는 단품으로 이루어진 제품의 원가 계산을 위주로 하고 있으며, 4) 원가 계산에 필요한 다량의 데이터를 준비하기 위해서는 기업에서 사용되고 있는 ERP(Enterprise Resource Planning), PDM(Product Data Management) 시스템과 같은 기업 정보 시스템과의 통합이 필요한데 이런 점이 간과되고 있다는 점을 들 수 있다.

본 연구에서는 위에서 언급된 제한점을 극복하기 위해 제품 구조 측면에서 조립품과 단품 모두를 대상으로 하고 원가 구성 요소 측면에서는 가공비 뿐 아니라 제품 원가 구성 요소 전체를 대상으로 하며, 원가 추정 방법은 기업의 ERP 및 PDM 시스템과 통합된 변성형 방법을 이용하여 보다 광범위한 범주의 제품 구조와 공정을 포괄할 수 있는 일반적인 원가 추정 시스템의 구조와 기능을 제시하고자 한다.

2. 원가 추정 방안

본 연구에서의 추정 제품 원가는 제조 원가의 형태로 표현되는데, 제조 원가는 재료비, 노무비, 제조 경비의 세 가지 범주로 세분된다. 재료비는 최종 제품의 일부를 구성하는 원재료의 구입 및 생산과 관련된 원가이다. 노무비는 제품 생산에 사용되는 노동력에 대한 원가이며 제조 경비는 임차료, 보험료, 수도 광열비 등과 같이 재료비, 노무비 등 자본적 지출을 제외한 모든 수익적 비용을 의미하는데 노무비와 제조 경비를 합쳐서 가공비라 한다.

재료비는 그 성격에 따라 ① 형상을 구성하는 원소 재료비와, ② 제품 생산에 투입되는 소모성 자재인 부자 재료비, ③ 특정 규격으로 사관되는 구입 부품비 및 ④ 특수 가공, 후처리 등 전문 업체에 가공을 위탁할 때 발생하는 외주 가공비로 구분하였으며 직접 재료비의 경우에는 해당 단가에 소요량을 곱하여 계산하고 간접 재료비의 경우에는 직접 재료비의 일정 비율로 계산한다. 특히, 직접 재료비의 일부인 원소재료비의 경우에는 아래 식과 같이 투입 재료비에서 스크랩 수입을

제하여 계산한다¹¹⁾.

- 원소재비=투입 재료비 - 스크랩 수입.
- 투입재료비=재료 투입 중량×재료 단가.
- 스크랩 수입=스크랩 중량×스크랩 단가.
- 재료 투입 중량=규격 재료의 중량÷규격 재료당 채취수.
- 스크랩 중량=(재료 투입 중량-부품 중량)÷(재료 투입 중량×스크랩율).
- 스크랩율=1-수율=1-(부품 중량÷재료 투입 중량)

노무비는 추정 작업 시간에 단위 시간당 임금을 곱하여 계산한다. 임금은 단위 시간당 직접 노무비와 간접 노무비의 합을 의미하는데, 여기서 간접 노무비는 직접 생산 공정에 참여하여 작업하지는 않지만 생산 지원 업무를 수행하는 생산 관리, 생산 기술, 품질 관리 등 제조 지원 부문의 노무비들 의미한다. 추정 작업 시간을 계산하기 위해서는 표준 시간을 설정해야 하는데, 해당 공정이 전용 라인이나 범용이냐에 따라 표준 시간 적용 방법이 달라진다. 즉, 범용 라인을 거치는 제품의 경우 해당 제품의 표준 시간은 경유한 공정 작업 시간들의 합으로 계산됨에 비해 전용 라인의 경우에는 특정 제품만 전용으로 생산하므로 전체 공정들을 하나의 공정 단위로 보아 최대 공정 시간이나 시간당 생산량 등과 같은 데이터를 이용하여 표준 시간을 적용하게 된다. 예를 들면, 전용 라인 내의 공정 스텝이 15개이고 이 라인에서의 시간당 생산량이 60 개라면 15개 공정 전체를 하나의 공정으로 간주하여 표준 시간을 60초로 설정한다. 표준 시간은 기계 작업이나 수작업이냐에 따라 산정 방법을 달리하는데, 기계 작업인 경우에는 선삭, 밀링, 드릴 등과 같은 가공 공정의 종류에 따라 가공 시간을 계산하는 파라미터가 달라지므로 각각 별도의 계산식이 존재하게 된다¹²⁾. 수작업인 경우에는 PTS(Pre-determined Time Standard) 법과 같은 동작 분석 방법이나 공정에서의 요소 작업에 대한 소요 시간과 그것에 영향을 주는 요인과의 상관관계를 추정하는 다중 회기 분석과 같은 통계적 추정법이 사용된다. 표준 정미 작업 및 준비 시간을 확정된 후에는 아래와 같은 식에 의해 추정 작업 시간을 계산한다¹³⁾.

- 공정별 노무비=추정 작업시간×단위시간당 임금×작업인원.
- 추정 작업 시간=(표준시간÷작업 효율)×(1+숙련 여유율).
- 표준시간=(정미준비시간÷로트 사이즈+정미 작업 시간)×(1+여유율).

• 여유율=(여유시간÷표준시간).

• 작업효율=(표준시간÷소요시간).

위 식에서 여유 시간이란 생리적 여유 시간, 피로 회복 시간, 지연 여유 시간 등과 같은 시간들을 의미하며 숙련 여유율은 제품의 생산 개시에서 양산화에 이르기까지 작업에 익숙하지 않음으로 인한 손실 시간을 의미한다.

제조 경비는 발생 형태에 따라 모든 제품에 공통적으로 발생하는 일반 경비와 금형비, 로열티 등 특정 제품에만 발생하는 특별 경비로 구분하였다. 일반 경비는 다시 원가 대상에 직접적으로 추직될 수 있는가 여부에 따라 직접비와 간접비로 구분하였는데 제조 경비는 일단 장비에 배부되었다가 공정에 부과된다. 본 연구에서는 건물상각비, 기계상각비, 전력비, 수선비를 직접 경비로 신중하였으며 간접 경비는 직접 경비의 일정 비율로 계산한다. 제조 경비를 제품에 배부하는 방법은 일반적으로 직접 노무비(표준 시간), 직접 재료비 및 제품 생산량에 의한 배부 방법이 있는데, 본 연구에서는 일반 경비에 대해서는 표준 시간 비율로 배부하고 특별 경비에 대해서는 제품 예정 생산량에 의해 제품에 배부하는 방법을 택하였다. 최종적으로 공정별 일반 경비는 추정 작업 시간에 그 공정에서 사용하는 장비별 단위 시간당 경비율을 곱하여 구해지는데 경비율은 장비별 단위 시간당 직접 경비와 간접 경비의 합이다. 장비별 직접 경비 계산의 예를 들면, 장비별 기계상각비=장비가액(원)×(1-설비잔존율(%))÷내용년수(년)÷작업일수(일)÷일가동조건(시간)÷조업도(%)이다.

위에서 설명한 바와 같이 제품의 제조 원가를 재료비, 노무비, 제조 경비로 분류하고 그 각각을 직접비와 간접비로 나누어 원가를 계산하는 것은 일반적으로 정립된 회계 준칙이지만¹⁴⁾ 어떤 원가 구성 요소를 직접비나 혹은 간접비로 구분할 것인가와 간접비인 경우 계산식을 어떻게 할 것인가는 각 기업의 관리 수준과 필요로 하는 원가 추정치의 정확도에 따라 다르게 된다.

3. 원가 추정 절차

조립품과 단품 모두를 포괄하는 변성형 원가 추정에서 가장 기본이 되는 데이터로는 제품 구조와 소요량을 표시하는 BOM 데이터와 공정 순서 및 추정 작업 시간을 표시하는 공정 계획 데이터이다. 즉, 원가 추정 대상이 하나의 단품으로 구성되어 있는 경우에는 공정 계획 정보로 충분하지만 복수 개의 파트가 조

립되어 있는 조립품 구조에서 원가 추정을 위해서는 제품 구조를 나타내는 BOM이 필수 요소가 된다.

그러므로 본 연구에서의 원가 추정 절차에서도 BOM 및 공정 계획 정보를 구성하는 단계가 중심을 이룬다. 제품 설계 단계에서의 원가 추정은 크게 두 단계로 나뉘는데, 1) 원가 추정에 필요한 파트 정보, 단가 정보, 공정 정보, 장비 정보, 각종 배부 기준 정보 등과 같은 기준 정보를 사전에 준비하거나 변경시 변경 정보를 갱신하고 유지하는 기준 데이터 준비 단계와, 2) 준비된 데이터를 이용하여 대상 제품의 원가를 추정하는 원가 계산 단계이다. 원가 계산 단계는 다시 ① 특성 분류 코드를 이용하여 유사 제품을 검색하여 원가 관련 정보를 복사해 올 유사 제품을 선택하고, ② 선택된 유사 제품의 BOM, 공정 계획 정보를 이용하여 원가 추정 대상 제품의 BOM 및 공정 계획 정보를 구성하는 단계, ③ 재료비를 계산하는 단계, ④ 노무비 및 제조 경비를 계산하는 단계 및 ⑤ 원가 계산 작업이 확정된 후 추정 원가 결과를 제공하는 단계로 나뉜다.

4. 시스템 기능

본 연구에서는 기업의 PDM 및 ERP 시스템과 통합된 제품 원가 추정 시스템을 개발하였는데 관련 시스템 연관도는 Fig. 1과 같다. 원가 추정 시스템과 PDM 시스템은 원가 추정 시스템에서 필요로 하는 데이터를 실시간으로 직접 PDM 데이터베이스에서 가져오는 DB 어댑터(adapter) (Fig. 1의 ①)와 PDM 시스템에서 요구하는 원가 정보를 제공하는 메서드(Fig. 1의 ②)를 통해서 연결된다. 원가 추정 시스템과 ERP 시스템은 중간에 역셀 포맷의 파일에 의해 배치로 연결되는데, ERP DB 데이터를 COST DB에 갱신하는

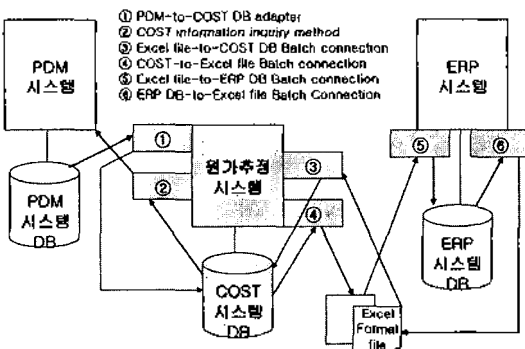


Fig. 1. System integration with legacy system.

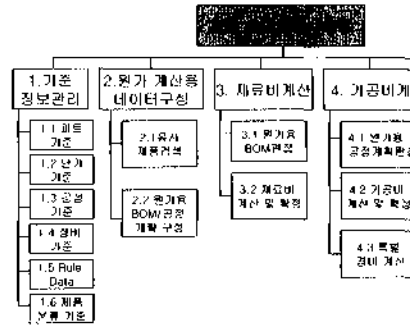


Fig. 2. Functional structure of a product cost estimation system.

배치 프로그램(Fig. 1⑥,③)과 COST DB 데이터를 ERP DB에 갱신하는 배치 프로그램에 의해 연결된다 (Fig. 1④,⑤).

구현된 시스템은 모델링 도구로 래셔널 로즈 2001A professional java edition을 사용하였고 시스템 개발 형태는 3계층(tier) C/S(Client/Server) 방식이며 개발 언어로 자바 J2SE 1.3.1을 사용하였고 데이터베이스는 오라클 8i enterprise edition을 이용하였다. 시스템의 기능 구조는 Fig. 2와 같이 기준 정보 관리, 원가 계산용 데이터 구성, 재료비 계산, 가공비 계산 및 원가 결과 제공으로 나뉜다. 아래에서 각각의 세부 기능을 설명한다.

4.1 기준 정보 관리

기준 정보 관리에서는 원가 추정에 필요로 하는 여러 가지 기준 정보를 유지 관리하는데, 관리 정보의 종류로는 파트, 단가, 공정, 장비, 제품 분류, 배부기준 데이터 등이 있다. 기준 정보는 원가 추정 시스템이

제품 코드	제품명	제품분류	제조방법	제조소	제조일자
9316028101	SPCC 2 2P1145 IC	Pulley part	기타	5.1.1	20020711
9316028202	SPCC 2 2P1145 IC	Pulley part	기타	5.1.1	20020809
944010201	SPCC1 0P93 SL	유동차 T/C	공정	5.1.2	20021210
944010201	SPCC	유동차 T/C	공정	5.1.2	20020720
944010203	SPCC1 2P93 SL	유동차 T/C	공정	5.1.2	20020810
944012204	SPCC 1.2	유동차 T/C	공정	5.1.2	20021210
944025100	SPCC 2 0P1 219 IC	Pulley part	기타	5.1.2	20020510
944025100	SPCC 2 0P1 219 IC	Pulley part	기타	5.1.2	20020510
944025400	SPCC 2 0P1 219 IC	Pulley part	기타	5.1.2	20020510
944025400	SPCC1234	유동차 T/C	공정	5.1.2	20020510

Fig. 3. 'Part' detail information.

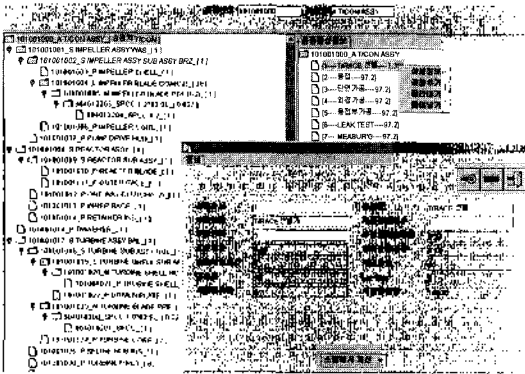


Fig. 4. 'Process Plan' information.

본격적으로 운영되기 전에 필요 데이터를 기존 PDM 이나 ERP 시스템에 있는 정보를 이용하여 일시에 셋업하고 시스템 운영 단계에서 임플, 단가 등의 기준 정보가 PDM이나 ERP 시스템에서 변경되면 이들 변경 정보를 배치나 온라인 방법을 이용하여 원가 추정 시스템에 반영한다.

Fig. 3에 기준 정보의 하나인 파트 정보를 표시하는데 PDM에서 관리하는 일반적인 정보 이외에 조달 구분(자가, 구매, 외주 가공), 자재 유형(원소재, 부자재, 구입품), 제품 구분(단품 완제품, 조립 완제품, 일반 파트), 불량율, 스크랩율, 스크랩 단가와 같은 원가 계산에 필요한 정보를 관리한다. Fig. 4에서는 특정 제품의 공정 계획 정보를 보여주는데, 왼쪽 윈도우에 나타난 제품 구조 중 최상단의 'A T/CON ASS'Y' 반제품에 관한 공정 계획이 오른쪽 윈도우에 나타나 있고, 그 중에서 첫 번째 공정인 'T/RACE 선별' 공정에 관한 상세 정보가 오른쪽 새로운 윈도우에 나타나 있다.

4.2 원가 계산용 데이터 구성

대상 제품의 원가를 추정하기 위해서는 우선 원가 계산에 필요한 기본 데이터인 BOM 및 공정 계획을 구성해야 하는데, 이는 대상 제품과 같거나 가장 유사한 제품의 데이터를 기준으로 구성한다. 이를 위해서는 사전에 해당 기업에서 생산하는 모든 제품이 적절한 분류 코드를 이용해서 분류되어 있어야 한다. 제품 분류 코드 정의를 위해 구현된 시스템에서는 '제품 분류 기준 관리 기능(Fig. 2의 1.6 기능)'을 제공한다. 즉, 사전에 각 제품에 부여된 제품 분류 코드를 이용하여 원가 추정 대상 제품과 동일 특성을 갖는 제품들을 검색하여 유사 제품들의 원가 추정 결과나 원가용 BOM 존재 여부 또는 원가용 공정 계획 및 엔지니어

링 BOM(E-BOM) 데이터의 존재 여부를 표시하게 된다.

사용자는 이와 같은 검색을 통해 원가 추정을 위한 기준 제품을 확정된 후 기준 제품의 정보를 추정 대상 제품으로 복사하여 대상 제품의 원가용 BOM 및 공정 계획을 구성한다. Fig. 5에서 상단 윈도우의 다섯 번째 제품인 파트 번호 '110110111' 제품이 원가를 추정하려는 대상 제품이고 하단 윈도우에 나타난 제품들이 검색된 유사 제품들이며, 이 화면에서는 유사 제품들의 과거 원가 추정 여부나 원가용 BOM, 공정 계획 및 E-BOM 데이터들이 데이터베이스에 존재하는지를 보여주고 있다. 원가 계산 담당자는 이 중에서 가장 대상 제품과 유사하고 원가 추정에 필요한 정보를 많이 담고 있는 제품을 선정하여 그 제품의 BOM 및 공정 계획 정보를 복사하여 추정 대상 제품의 원가용 BOM 및 공정 계획을 구성하게 된다.

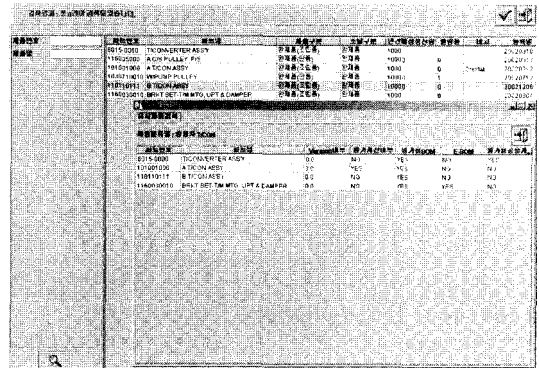


Fig. 5. Search results of similar product.

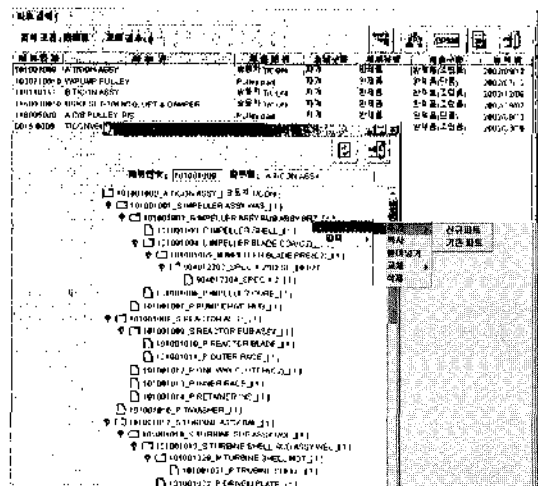


Fig. 6. BOM editing for cost estimation.

재료번호	재료명	수량	단가	총액
11802500	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802501	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802502	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802503	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802504	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802505	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00

Fig. 7. Results of material cost estimation.

재료번호	재료명	수량	단가	총액
11802500	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802501	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802502	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802503	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802504	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802505	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00

Fig. 8. Results of processing cost estimation.

4.3 재료비 계산

구성된 원가용 BOM을 대상 제품의 구조에 맞게 파트의 추가, 삭제, 소요량 수정 등의 편집을 행하여 제품 구조를 확장하게 되는데 Fig. 6의 중앙 윈도우에 BOM 편집 화면이 나타나 있다. 원가용 BOM 편집은 BOM을 트리 구조로 그래픽하게 표현하여 편집을 용이하게 하는 기능을 제공한다. Fig. 6에서는 BOM 수정 기능 중에서 신규 파트나 기존 파트를 특정 파트 밑에 추가하는 기능을 보여준다.

재료비 계산은 우선 최하위 부품의 재료비를 원소제비, 부자제비, 구입 부품비 및 외주 가공비로 구분하여 필요시 단가 관련 정보를 수정한 후(단가×소요량)에 의해 각 부품의 재료비를 계산하는 '최하위 부품 재료비 계산'과, BOM 구조를 따라 하부에서 상부로 올라가며 조립·가공 단계별로 재료비를 집계하는 '조립·가공 단계별 재료비 계산' 및 '재료비 확정' 기능으로 나뉜다. 단품 제품의 조립·가공 단계별 재료비 계산 결과가 Fig. 7에 나타나 있는데, 상단 윈도우는 원재료로 구성된 최하위 부품의 재료비를 계산한 결과이고, 하단 윈도우는 'C/S PULLEY'라는 단품 제품의 불량율이 감안된 재료비를 가공 단계별로 계산하여 집계한 것이다.

4.4 가공비 계산

구성된 원가용 공정 계획을 대상 제품의 공정에 맞게 공정 추가 및 삭제, 공정 순서 결정, 공정별 설비 선택, 투입 인원 결정, 추정 작업 시간 수정 등과 같은 작업을 행하여 공정계획을 확정한다. 가공비 계산은 공정 계획 내의 각 공정 스텝에 대해 노무비 및 일반 경비를 계산하는 '공정별 노무비 계산' 및 '공정별 일반 경비 계산' 기능과, 재료비 계산 때와 동일하게 BOM 구조를 따라 올라가며 조립·가공 단계별로

재료번호	재료명	수량	단가	총액
11802500	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802501	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802502	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802503	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802504	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00
11802505	A/C S PULLEY, P/S	1.00	1000.00	1000.00

Fig. 9. Results of product cost estimation.

노무비 및 일반 경비를 집계하는 '조립·가공 단계별 가공비 계산'과 '가공비 확정' 기능 및 '특별 경비 계산' 기능이 있다. Fig. 8에 조립·가공 단계별 가공비 계산 결과를 보이는데, 상단 윈도우에 조립 단계별 노무비 계산 결과를 나타내고 하단 윈 쪽에 조립 단계별 일반 경비 계산 결과를 보이며, 마지막으로 가공비 합계 결과를 하단 오른 쪽에 표시한다.

4.5 원가 결과 제공

원가 결과 제공에서는 대상 제품에 대한 원가 추정 작업이 끝난 후 원가를 확정하게 되면 확정된 제품 원가 내역을 화면, 리포트, 프린트 등 여러 가지 형태로 출력하여 사용자에게 제공한다. Fig. 9의 상단 윈도우는 여러 제품들에 대한 원가 계산 결과를 나타내고 있고 하단 윈도우에는 원가 추정 담당자 및 계산 일자 등 특정 제품의 원가 내역 대한 상세 정보를 나타내고 있다.

5. 결 론

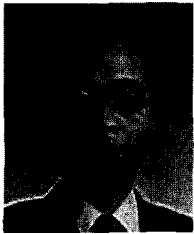
최근 들어 국내의 주요 기업에서는 원가 관리의 중심이 제조 단계의 원가 관리에서 제품 설계 단계의 원가 관리로 옮겨가고 있다. 이를 위해서는 제품 개발사에 신속하고 정확하게 원가를 추정하는 기능이 필요한데 특히, 최근의 동시·협업식 제품 개발 환경에서의 원가 추정 기능은 제품의 전 생애 주기에 걸쳐 기업의 여러 활동에 영향을 미치게 된다. 본 연구에서는 원가 추정시 제품 구조 측면에서 기존의 단품 중심에서 조립품도 포함할 수 있도록 기능을 확장하였고 원가 구성 요소 측면에서는 기존의 가공비 뿐 아니라 제조 원가 구성 요소 전체를 대상으로 하여 원가를 추정할 수 있도록 변성형 방식의 원가 추정 방안을 설계하고 이를 정보 시스템으로 구현함으로써 일반적인 변성형 원가 추정 시스템의 구조와 기능을 제시하였다. 그리고 원가 추정에 소요되는 다량의 데이터들을 신속하게 수집하기 위해 기존의 ERP 및 PDM 시스템과 배치(엑셀 파일 포맷) 및 온라인 형식(DB 어댑터)으로 연계해 운영 환경에 적합한 방법을 선택할 수 있게 함으로써 사용자가 데이터를 준비하는데 소요되는 시간을 단축시켰다. 개발된 시스템은 일차적으로 자동차 부품 회사에 적용되었으며 가공이나 조립 작업을 위주로 하는 가공 조립형 제조업에서는 시스템의 큰 변경 없이 사용될 수 있다. 추후 연구로는 1) 배부 계산식, 추정 작업 시간 계산식 등과 같은 원가 계산에 필요한 각종 계산식을 규칙 베이스화 하여 규칙이 변경될 때 시스템 변경을 최소화하는 방법에 관한 연구와, 2) 가공 공정의 종류에 따라 달라지는 공정별 기계 가공 시간 계산식을 DB화하여 사용자가 쉽게 기계 가공 시간을 결정할 수 있게 하는 것이나 나중 회귀 분석에 의한 작업 시간 추정을 할 수 있는 기능들을 추가하는 것에 관한 연구가 있다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 주관 첨단생산시스템 개발사업의 지원으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

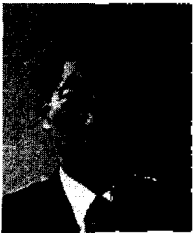
참고문헌

1. Boothroyd, G., Dewhurst, P. and Knight, W., *Product Design for Manufacture and Assembly*, Marcel Dekker, New York, 1994.
2. William, W., *Realistic Cost Estimating for Manufacturing*, Society of Manufacturing Engineering, Dearborn, 1989.
3. 田中, "일본 기업의 신제품 개발에 있어서의 원가 관리," 기업회계(日), Vol. 40, No. 2, pp. 19-25, 1989.
4. Weustink, I. F., ten Brinke, E., Streppel, T. and Kals, H. J. J., "A Generic Framework for Cost Estimation and Cost Control in Product Design," *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 103, No. 1, pp. 141-148, 2000.
5. ten Brinke, E., Lutters, E., Streppel, T. and Kals, H. J. J., "Variant-Based Cost Estimation Based on Information Management," *International Journal of Production Research*, Vol. 38, No. 17, pp. 4467-4479, 2000.
6. Shehab, E. M. and Abdalla, H. S., "Manufacturing Cost Modeling for Concurrent Product Development," *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 17, No. 4, pp. 341-353, 2001.
7. Chan, D. S. K. and Lewis, W. P., "The Integration of Manufacturing and Cost Information into the Engineering Design Process," *International Journal of Production Research*, Vol. 38, No. 17, pp. 4413-4427, 2000.
8. D. Ben-Arieth, "Cost Estimation System for Machined Parts," *International Journal of Production Research*, Vol. 38, No. 17, pp. 4481-4494, 2000.
9. Wei, Y. and Egbelu, P. J., "A Framework for Estimating Manufacturing Cost from Geometric Design Data," *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 13, No. 1, pp. 50-63, 2000.
10. Rehman, S. and Guenov, M. D., "A Methodology for Modeling Manufacturing Costs at Conceptual Design," *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 35, No. 3-4, pp. 623-626, 1998.
11. 본덴 야스히로, 원가 기획과 원가 개선, 율곡 출판사, pp. 211-247, 1995.
12. 유일근, 엔지니어를 위한 원가 측정과 분석, 시스마 프레스, pp. 370-385, 1997.



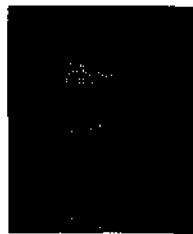
한 관 희

1982년 아주대학교 산업공학과 학사
 1984년 한국과학기술원 산업공학과 석사
 1990년 한국과학기술원 자동화 및 설계공학과 박사
 1984~1992년 대우전자(주) MIS실(생산 관리 팀장)
 1996~1998년 대우정보시스템㈜ CIM사업부(사업부장)
 1998~2000년 대우정보시스템㈜ 기술연구소(연구부장)
 2000년~현재 경상대학교 산업시스템공학부 조교수
 관심분야: PDM, Workflow, CSCW, s/w 개발관리



박 찬 우

1979년 서울대학교 기계설계학과 학사
 1981년 한국과학기술원 항공공학과 석사
 1988년 한국과학기술원 기계공학과 박사
 1981~1985년 삼성항공 창원1공장근무, 생산기술과장
 1988~1989년 삼성항공 창원2공장근무, CAD/CAM실장
 1990~1997년 삼성항공 사천공장 기술팀장, MIS팀장, 사업관리팀장
 1997~1998년 삼성항공 사천공장 총괄 사업관리담당
 1998년~현재 경상대학교 항공기계공학부 부교수
 관심분야: CAD/CAM/PDM, 설계 최적화, 생산 시스템 설계



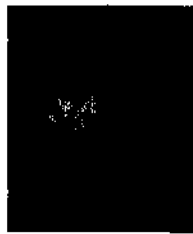
이 규 봉

1978년 서울대학교 공과대학 기계공학과 학사
 1980년 한국과학기술원 기계공학 석사
 1989년 한국과학기술원 기계공학 박사
 1983~1989년 한국과학기술연구원 선임 연구원
 1989년~현재 한국생산기술연구원 수석연구원
 관심분야: CAE, CPD, 생산시스템 시뮬레이션



황 태 일

2001년 경상대학교 산업공학과 학사
 2003년 경상대학교 산업시스템공학과 석사
 2003년~현재 대우정보시스템(주) 관심분야: ERP, Workflow



김 강 용

2001년 경상대학교 산업공학과 학사
 2003년 경상대학교 산업시스템공학과 석사
 2003년~현재 CIES(주) 관심분야: PDM, Workflow