

# 중소기업을 위한 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템 개발

도남철<sup>†</sup>

경상대학교 산업시스템공학부

## Developing an End-User Computing PDM System for Small and Medium Business

Namchul Do

Dep. of Industrial and Systems Engineering, Gyeongsang National University

This paper proposes a Product Data Management (PDM) system architecture that supports end-user computing for small and medium businesses (SMBs) in Korea to build and maintain efficient and sustainable information systems for their product development. Its open database with relational tables enables existing common application programs such as Microsoft office suites to access product data in PDM systems. In addition, the interactive query processor provided by database management systems helps design engineers to build ad hoc queries in standard SQL database language to response different data requirements during their product development. The PDM architecture with the open database allows design engineers or technical staffs in SMBs to build and maintain their application programs for product development by themselves. To show the feasibility of the proposed architecture, this study implemented a prototype PDM system based on the architecture and database, and represents real-world product data with the implemented PDM system.

**Keywords:** Product Data Management(PDM), Small and Medium Business(SMB), End-user computing

### 1. 서론

#### 1.1 중소기업의 PDM 기반 제품자료 통합관리 요구

최근 국내 산업의 고도화로 항공기 부품과 같은 복잡한 제품을 제작하는 중소기업이 증가하고 있다. 이들 중소기업은 제품의 설계, 가공 그리고 생산을 위하여 CAD 시스템을 비롯한 다양한 제품설계 소프트웨어를 사용하고 있으며, 이를 통하여 방대한 디지털 자료를 생성하고 있다. 초기 디지털 자료는 파일을 이용하여 관리할 수 있으나, 분량이 일정 규모 이상을 넘어가면 자료의 일관성을 유지하기 어렵다. 기업은 통합된 제품자료 관리 체계 없이 디지털 자료를 다량 축적함에 따라, 설계, 생산 그리고 고객지원에서의 제품자료 처리의 오류와 비효율성을 경험하게 된다. 기업은 문제 해결을 위하여 제품자

료 통합 관리에 필요한 Product Data Management(PDM) 시스템 도입을 고려하게 된다. PDM 시스템은 제품개발 과정(Process)과 제품자료를 통합관리하기 위한 대규모 데이터베이스 응용 시스템이다.

#### 1.2 중소기업 상용 PDM 시스템 도입의 어려움

기업이 파일 기반에서 PDM 시스템 기반으로 제품자료 관리를 전환할 경우, 먼저 상용 PDM 시스템 도입을 고려하게 된다. 하지만 상용 PDM 시스템 도입은 수요 기업의 규모와 현재 PDM 시장의 특성으로 인하여 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 중소기업 정보화 보고서(TIPA, 2005)와 제 3.1절에서 언급할 인터뷰 결과에 따르면 기술집약적 중소기업의 경우 상용 PDM 시스템 도입에 다음과 같은 어려움이 있을 수 있다.

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2014년도 산학연협력 기술개발사업(No. 과제번호 2014-1018)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

<sup>†</sup> 연락처 : 도남철 교수, 660-701 경남 진주시 진주대로 501, 경상대학교 산업시스템공학부, 공학연구원, Tel : 055-772-1703, Fax : 055-772-1699, E-mail : dnc@gnu.ac.kr

2014년 12월 10일 접수; 2015년 2월 25일 수정본 접수; 2015년 3월 20일 게재 확정.

첫째, 상용 PDM 시스템 구매와 유지비용이 높다. PDM 시스템을 도입하기 위해서는 PDM 소프트웨어와 운용 하드웨어에 대한 초기 투자가 필요하며, 매년 기술지원 비용이 추가된다. 특히 PDM 응용 분야가 넓은 중견기업이나 대기업의 경우에는 상용 PDM 시스템에 대한 직접적인 투자 근거를 찾기가 쉬우나, 응용 분야가 한정된 소규모 기업의 경우 지속적인 투자를 위한 타당성을 찾기가 어렵다.

둘째, 중소기업은 상용 PDM 시스템의 전체 기능 중에 일부만 사용한다. 특히 본 논문의 대상인 기술집약적 중소기업은 높은 수준의 기술이 필요한 제품을 제작하기 때문에 제품자료 관리의 특정 고급 기능이 필요한 경우가 많다. 예로 항공부품 제조 기업의 경우 다품종 소량생산을 위한 높은 수준의 제품 구성(Product Configurations) 관리 기능이 필요하나 기업 규모가 작으므로 고급 워크플로우 기능은 필요하지 않다. 현재 상용 PDM 시스템의 경우 국내 PDM 개발 기업은 존재하지 않으며, 전 세계 시장을 과점한 3개의 주요 공급사가 국내 시장의 80%를 삼분하고 있다(KRG, 2011). 이들 PDM 공급사는 전 세계의 일반적인 기업들의 요구를 만족시키기 위하여 방대한 기능을 가진 PDM 시스템을 제공하고 있다. 중소기업은 앞에서 언급한 이유로 기본 기능 중 일부만 사용하는 반면, 맞춤 기능을 개발하고 유지보수하기 위해 추가적 비용을 지불해야 한다.

셋째, 중소기업에서 상용 PDM 시스템의 사용과 관리가 어렵다. 소규모 기업의 경우 PDM 운영과 관리가 독립된 부서가 아니라 일반 업무에 추가 업무로써 실행되는 경우가 많다. 그러므로 독립된 전문 인력을 운용하는 경우보다 방대하고 복잡한 상용 PDM 기능을 이해하고 유지 보수하기가 어렵다.

이와 같이 중견기업으로 성장하는 기술집약적 중소기업들이 제품 개발 자료를 관리하는 데 많은 어려움을 겪고 있으나, 이를 해결할 수 있는 PDM 시스템 도입이 쉽지 않은 실정이다. 이 문제는 단순히 기존 PDM 시스템의 성능과 기능만 축소해서는 해결할 수 없으며, 구조와 운용방법을 재정립한 새로운 PDM 시스템이 필요하다.

### 1.3 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템

앞에서 언급한 PDM 도입 문제를 해결하기 위하여, 본 논문에서는 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템(End-User Computing PDM System)을 제안한다. <Figure 1>은 중소기업의 제품자료 관리를 파일기반 관리에서 상용 PDM으로 직접 전환하는 방식과 제안된 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템을 포함하는 방식의 차이를 보여주고 있다. 기업의 제품개발 규모가 확장되면서 상용 PDM 시스템의 기능과 성능이 필요해지므로 현재 접근 방법은 그래프 좌측하단의 파일 기반 제품자료 관리에서 오른쪽 위의 상용 PDM 시스템으로 전환이 일반적이다(<Figure 1>의 The Current Path 참조). 이 방법은 제 1.2절에서 서술한 문제점을 가지고 있으므로 본 논문에서는 그 중간 과정으로 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템 도입을 제안한다(<Figure 1>의

End-User Computing PDM Systems).

최종 사용자 컴퓨팅이란 현업 업무처리에 종사하는 담당자가 정보시스템 부분에 의존하지 않고, 자체 용도에 필요한 시스템을 사용하여 정보를 검색, 가공 그리고 입력하는 활동을 뜻한다(TTA, 2014). 본 논문에서 최종 사용자 컴퓨팅은 중소기업이 PDM 전문 개발 기업에 의존하지 않고 오피스 등 일반적인 프로그램을 이용하여 자체적으로 용도에 맞는 응용 프로그램을 개발하는 방식을 뜻한다. 이를 위해 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템은 사용자가 데이터베이스를 통하여 제품자료를 체계적으로 관리하고 필요한 자료를 스스로 처리할 수 있게 한다. 그러므로 최종 사용자에 의해 체계적으로 관리되는 제품자료 데이터베이스는 파일로 관리되는 제품자료보다 상용 PDM 시스템의 제품자료 데이터베이스로 효과적으로 이전될 수 있다.

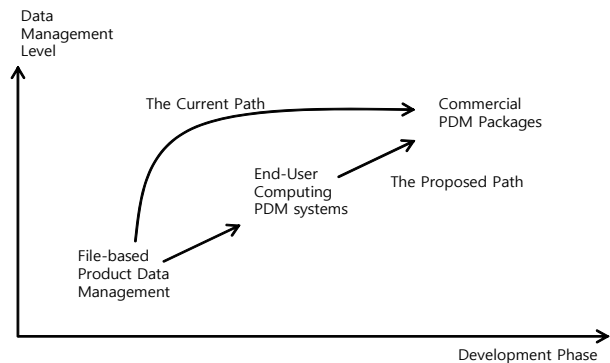


Figure 1. Life cycle stages of PDM systems for growing manufacturing companies

본 연구는 통합 제품자료 관리를 위하여 PDM 시스템을 도입하고자 하나 아직 상용 PDM 시스템을 도입하기 어려운 기술 집약적 중소기업을 위한 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템 구조와 운용 방법을 제안한다. 제안된 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템은 현재 상용 시스템을 기술집약적 중소기업에 적용했을 경우의 문제점을 해결하며, 기존 제품자료 통합 관리 요구를 만족시켜야 한다.

제안된 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템을 도입하는 기업은 데이터베이스 구조에 대한 이해와 이를 기반으로 한 관계형 데이터베이스 처리 능력을 보유해야 한다. 그러므로 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 적용을 위해서는 데이터베이스 관리와 처리에 대한 지속적인 자체 학습과 유지보수 노력이 필요하다. 이는 자원이 부족한 중소기업에 부담이 될 수 있으며, 본 논문의 결과에서 추후 연구 과제로써 언급한다.

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 3단계 과정을 진행한다. 첫째, 중소기업의 PDM 도입 요구 모델을 도출한다. 둘째, PDM 시스템의 기반이 되는 시스템 구조와 데이터베이스 모델을 설계한다. 셋째, 설계된 모델에 기반을 둔 시제품을 개발하고 시제품에 실제 기업 정보를 적용한다.

본 논문의 제 2장에서는 관련 연구를 알아본다. 제 3장에서는 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템 구조를 제안한다. 제 4장에서는 제안된 구조를 이용하여 개발된 시제품과 운용방법을 소개한다. 제 5장에서는 연구의 결론과 추후 연구를 도출한다.

## 2. 관련 연구

본 논문은 기술집약적 중소기업의 제품개발 정보화를 위하여 PDM 시스템 구조와 운용 방법을 제안하였다. 그러므로 관련 연구에서는 국내 중소기업 제품개발 정보화 현황(제 2.1절)과 정보화를 위한 국가사업과 연구(제 2.2절) 그리고 중소기업을 위한 제품개발 시스템 연구와 상용 PDM 시스템(제 2.3절)에 대하여 알아본다.

### 2.1 중소기업 정보화 환경에 대한 연구

2013년 중소기업 정보화 수준 조사 보고서(TIPA, 2014a)에 따르면 대기업에 비하여 중소기업 정보화 비율이 74.19%이며 정보화 전략수립, 정보화 추진체계 그리고 정보화 구축활용 영역 중 정보화 구축활용 영역 비율이 71.18%로 대기업과 차이가 가장 큰 것으로 나타났다. 정보화 단계로 보면 대기업은 67.64점으로 기업 간 협력단계이며, 중소기업은 50.18점으로 기업 내 통합단계로 조사되었다. 그러나 중소기업 중 단위정보화 단계의 기업이 전체의 49.1%로 아직 많은 중소기업이 낮은 수준의 정보화 단계에 위치한다.

중소기업의 제품개발 지원 정보화 환경 관련 연구는 같은 기관에서 진행한 중소기업 제품개발 프로세스 혁신을 위한 정

보화 활용전략 연구가 있다(TIPA, 2005). 이 연구의 대상 기업은 중소기업청이 인증한 기술혁신형 중소기업으로 본 연구의 대상인 기술집약적 중소기업과 유사하다. 이 연구에서는 대기업과 중소기업의 제품정보, 조직관리 그리고 정보시스템 부분으로 비교하였으며, 정보시스템 부분에서 대기업과 중소기업이 가장 큰 차이를 보였다. 정보시스템 부분은 부품리스트 및 Bills Of Material(BOM) 관리, 설계변경관리, 도면의 승인과 배포, 그리고 제품개발 관리 정보시스템 등 PDM 기능을 포함하고 있다. 같은 연구에서 조사한 중소기업의 제품개발 정보화 관련 애로사항으로는 소프트웨어 구입비용 과다, 하드웨어 도입자금 부족, 전문 인력 부족과 유지비용 과다 그리고 구축 후 사후관리 미흡 등이 조사되었다(<Table 1> 참조).

이 외에도 많은 연구에서 우리나라 중소기업은 제조 현장이나 경영 자원 관리를 위한 시스템을 맞춤형개발하고 적용하는데 드는 시간과 비용을 감당하기 어려우며, 상용화된 정보시스템이나 시스템들이 국내 대기업이나 외국기업 수준에 맞추어져 중소기업에 적합하지 않음을 보고하고 있다(Son, 2011).

이 연구들을 종합해보면, 중소기업은 대기업에 비하여 제품 설계 정보화 중 PDM이 지원하는 제품자료 통합관리 능력이 부족하며, 상용 시스템 도입/유지보수 비용 부담과 전문 인력 부족 문제를 가지고 있다는 것을 알 수 있다.

### 2.2 국내 중소기업 정보화 사업과 연구

정부는 중소기업 경쟁력 강화를 위한 방안으로 중소기업 정보화를 채택하고 있으며, 이를 위하여 <Table 2>의 정보화 지원 사업을 실행하였다. 이를 통해 앞에서 언급한 중소기업의 제품개발정보화에 필요한 도입비용, 전문 인력 부족 그리고

**Table 1.** Difficulties for deploying IT systems supporting product development in SMBs(TIPA, 2005)

구분	애로사항	정부지원 분야
자금	소프트웨어 구입비용 과다, 하드웨어 도입자금 부족	소프트웨어 임대 서비스, 도입자금 지원
인력	전문 인력 부족과 유지비용 과다	전문가 파견제도, 사내외 교육지원
기타	경영자 인식 부족, 구축 후 사후관리 미흡, 도면 상 오류 과다, 표준화 미비	도입필요성에 대한 홍보, 제품개발정보제공시스템 구축, 대기업과의 협업 지원

**Table 2.** Major government projects to deploy product development supporting information systems for SMBs

시기와 제목	추진기관	내용
2001~2003 중소기업 IT지원사업- 3만 개 중소기업 ERP 구축	중소기업진흥공단	중소기업기술혁신촉진법 근거, 2002년 조기 종료- 3만 개 구축
2004~2008 중소기업 ASP 방식 정보화-100만 개	한국정보진흥원	관리 부담이 적은 ASP 형식의 정보화, ASP 개발을 활성화함으로써 ASP 산업도 활성화
2008~2013 i매뉴팩처링	한국생산기술연구원	기본, 공통, 설계, 생산협업 시스템을 ASP 형태로 제공, 사출금형에서 자동차 부품까지 9개 협업허브 생성
2012 클라우드형 정보화지원	중소기업기술정보진흥원	임대형 소프트웨어, 서버, 스토리지 사용료 50% 지원
2007~현재 생산현장디지털화	중소기업기술정보진흥원	PDM 등 기업별 맞춤형 정보시스템 구축지원

유지보수 문제 해결을 시도하였다.

중소기업 IT 지원 사업(중소기업 ERP 구축 사업)의 경우 Enterprise Resource Planning(ERP) 시스템 구축 업체의 역량부족에 의한 부실화가능성이 존재하였으며, 사용 중소기업을 위한 맞춤 개발이 어렵고, 추후 유지 보수에 대한 고려가 충분하지 않았다(OTI, 2006).

ASP(Application Service Provider) 방식과 클라우드형 정보화(Cloud Computing) 지원은 유지보수 비용을 낮출 수 있는 정보 기술을 도입함으로써 중소기업에게 시스템 개발과 유지보수 측면에서 큰 이득을 주었으나, 본 논문에서 예로 든 기술집약적 중소기업에 필요한 고급 기능이나 맞춤 개발이 어렵다. 클라우드 기반 서비스는 중소기업의 경영지원 및 생산혁신에 필요한 정보시스템을 가상화된 서비스 형태로 제공하고 맞춤개발까지 지원한다(TIPA, 2014b). 지원서비스 종류로는 경영/회계관리, 영업/마케팅/고객관리, 홈페이지/메일관리, 세무/회계관리, 보안관리 그리고 서버와 스토리지 서비스 등이다.

i메뉴팩처링 사업의 경우 기업 내외 기업 간 생산과정에서 필요한 협업지원 환경을 제공하고 있다. 협업지원 환경은 기본, 공통, 설계, 생산 협업 시스템으로 구분하여 제공하고 있다(Choi, 2009). i메뉴팩처링은 웹상에서 ASP 기능을 제공하여 유지보수를 수월하게 하고 있다. 하지만 설계 자료의 외부 관리에 대한 거부감이 있을 수 있으며, 기업의 특정 기능에 대한 맞춤개발이 어렵다.

현재 진행 중인 생산현장 디지털화 사업은 대규모 ASP 사업과 다르게 개별 기업에 상용 시스템 도입을 지원하는 사업으로 PDM 도입이 가능하다(TIPA, 2014b). 도입된 PDM은 상용 PDM으로써 ASP보다 유연성이 높으나, 제 1.3절에서 언급한 맞춤개발 및 유지보수 비용과 인력확보가 부담이 될 수 있다.

이 외에 중소기업의 정보시스템 유지 보수 인력을 지원하기 위하여 중소기업 IT 전문인력 지원 사업을 통하여 IT 전문 인력을 신규채용 시 일정기간 고용보조금을 지원하였다(TIPA, 2014b).

<Figure 2>는 앞에서 언급한 중소기업 정보화 사업을 유연성(Flexibility)과 유지보수(Maintenance) 측면에서 분석한 그림이다. 유연성은 다양한 중소기업 요구를 만족시킬 수 있는 기능 제공 가능성을 나타낸다. 반면 유지보수는 쉽고 경제적으로 시스템을 도입하고 유지보수할 수 있는 가능성을 뜻한다.

초기 ERP 도입 사업은 효율적인 적용을 위하여 맞춤개발을 지양하고 주어진 틀에 맞추는 방식을 따랐다. 또한 시스템을 각 기업이 도입하고 유지 보수해야 했으므로 유연성과 유지보수성이 모두 낮은 수준의 구조를 가지게 되었다(<Figure 2>의 SMB ERP). 정보기술을 이용하여 유지보수 문제를 해결하기 위하여 도입된 ASP 도입 사업(그림의 ASP)의 경우 유지보수성은 높아졌으나 맞춤개발을 제공하는 유연성이 떨어지게 된다. i메뉴팩처링 사업의 경우 ASP 형식을 띄고 있지만 생산과 설계에 특화된 협업 서비스를 선보였으므로 좀 더 높은 수준의 유연성과 유지보수성을 제공하고 있다. 최근 생산디지털화로 도입된 PDM 시스템은 각 기업에 설치되는 상업용 시스템(그림의 SMB PDM)이므로 유연성이 높아지나 유지보수성은 낮아지게 된다. 하지만 기업에 도입되는 PDM 시스템은 도입과 유지 보수에 제한된 지원만 하므로, 제 2.2절에서 설명한 문제점이 나타날 수 있고, 결과적으로 비교적 낮은 수준의 유연성을 제공할 수 있다(그림의 점선 참조). 제한된 최종 사용자 컴퓨팅 PLM의 경우 각 기업에 설치되는 독립형 시스템이므로 그래프에서 위치가 SMB PLM과 같으나 실선으로 표시된 제약 사항을 극복하여 높은 유연성을 확보할 수 있다.

### 2.3 중소기업을 위한 제품개발 시스템 연구와 상용 PDM 시스템

학계의 중소기업을 위한 제품개발 정보화 연구는 지리적으로 떨어진 대기업과 중소기업 간의 협동 작업을 위한 정보기술 개발에 중점을 두거나, 기능이 단순화된 정보시스템을 활용한 중소기업용 제품개발 정보 시스템을 제안하고 있다. 중소기업의 대기업과 협동 작업을 위한 연구 예로 방제성 등(Bang et al., 2008)은 PDM 시스템을 가진 중소기업이 대기업의 CAE(Computer-Aided Engineering) 업무를 지원하는 시스템으로써 에이전트 기반 엔지니어링 프레임워크와 SOAP(Simple Object Access Protocol) 기반 Adaptor를 사용한 협업 시스템을 구현하였다. 중소기업에 필요한 기능만을 구현한 예로 김보현 등(Kim et al., 2009)은 중소기업을 위한 BOM 기반의 협업 설계가 가능하도록 가볍게 설계된 BOM 관리 시스템을 제안하였다. 기존 중소기업을 위한 학술 연구들은 주로 기술적인 측면에 중심을 두었으며, 특히 중소기업이 겪고 있는 맞춤개발과 유지보수 비용과 인력 조달 문제를 다루고 있지 못하다.

중소기업을 위한 상용 PDM 시스템은 크게 두 가지 방식으로 지원되고 있다. 첫째는 기존 PDM 시스템의 기능을 단순화하고 템플릿 등을 활용하여 쉽게 시스템 개발이 가능하게 하는 것이다. 예로 SIEMENS의 Teamcenter Express(SIEMENS PLM

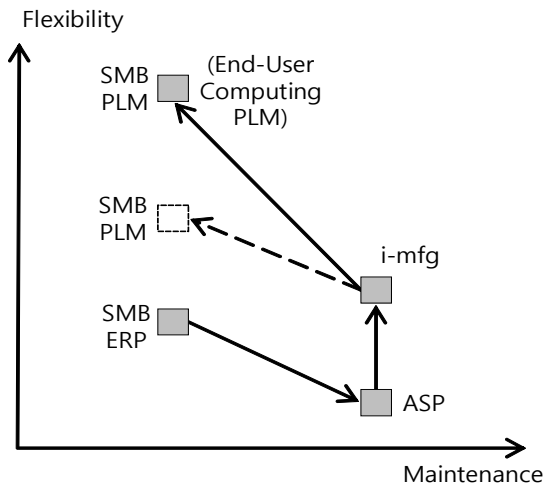


Figure 2. Transition of IT support projects for SMBs

Software, 2014)는 기본 기능 모듈만 제공하고, 자료 구조와 기능은 미리 몇 개의 정해진 템플릿을 적용함으로써 맞춤개발과 도입 비용을 최소화하고 있다. 이 경우 도입 기업이 맞춤개발을 요구할 경우와 확장과 유지보수에 높은 비용이 요구될 수 있다.

둘째는 웹 기반의 ASP 형식 시스템(Autodesk, 2014; GrabCAD, 2014)을 제공하는 것이다. 이 시스템들은 도입 비용과 유지보수에서 많은 장점을 가지고 있지만, 기업이 원하는 기능을 추가하거나 특별한 시스템과 연계하는 맞춤개발에 제한이 있다.

결과적으로 중소기업의 제품개발 정보화를 지원하는 3가지 방향은 도입비용 감소, 유지보수 비용 감소(지원 인력 포함) 그리고 맞춤기능 제공으로 나눌 수 있다.

관련 연구들은 도입비용과 유지보수 비용을 낮추기 위하여 주로 정보기술 측면의 ASP나 클라우드 기술 도입을 고려하였다. 이 경우 맞춤기능을 제공하기 어려운 단점이 있다. 맞춤기능을 제공하기 위해서는 독립된 제품개발 정보시스템 도입이 필요하나, 이 경우 유지보수가 어려워지며, 상업용 시스템의 경우 폐쇄적 데이터베이스 구조로 인해 맞춤개발 비용이 상승한다. 특히 국가가 주도한 확산 위주의 도입 지원을 받은 기업은 도입 후 지원 부족으로 유지보수와 맞춤개발에 어려움을 겪을 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 앞의 다양한 과제와 연구의 문제점을 해결하기 위하여, 공개된 데이터베이스 구조를 기반으로 사용자가 직접 기존 응용 프로그램을 사용하여 원하는 응용을 개발할 수 있는 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템을 제안한다. 이 기술을 사용할 경우 저 비용 시스템 도입과 맞춤기능 개발이 가능하며, 일반화된 자료관리 기술과 응용 프로그램을 사용함으로써 유지보수 비용이 감소하며, 최소한의 훈련을 통해 시스템을 운영할 수 있는 인력을 확보할 수 있게 된다.

### 3. 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템 구조

이 장에서는 관련연구와 인터뷰 내용을 기반으로 중소기업 PDM 도입에 대한 요구 모델을 작성하고(제 3.1절), 요구에 대응하는 시스템 구조(제 3.2절)와 시스템의 핵심 역할을 하는 제품자료모델(제 3.3절)을 제안한다.

#### 3.1 중소기업의 PDM 도입 요구 모델

본 연구를 위하여 PDM 도입을 준비하거나 도입 중인 복수의 중소기업 임원과 관련 직원의 인터뷰를 실시하였으며, 인터뷰 결과를 일반화하기 위하여 기존 연구(TIPA, 2005)와 비교 검토하여 최종 요구사항을 결정하였다. 인터뷰는 2013년 말에서 2014년 중순까지 진행되었으며, 총 4개 중소기업의 8명의 관련 전문가가 참여하였다. 참여 기업은 사천, 대전 그리고 창원에 위치한 항공기 부품, 시력검사기, 영상검사기 제조 및 소

프트웨어 개발 기업이었으며, 임원, 중간관리자 그리고 실무자가 포함되어 있다. 인터뷰 방법은 주제인 PDM 도입을 간단히 설명하고 각 기업의 현황과 관련된 문제점을 자유롭게 대화하였으며, 최종 요구사항은 기존 연구결과(TIPA, 2015)를 함께 고려하여 다음과 같이 정리하였다.

첫째, PDM 구매, 설치, 유지보수, 교육에 필요한 비용과 인력 등 기업 자원이 적게 소요되어야 한다. 이를 위하여 소프트웨어 하드웨어 도입 비용이 경제적이어야 할 뿐만 아니라, 도입되는 PDM 시스템이 보편화된 정보기술을 사용하여 교육, 유지보수 그리고 확장에 필요한 인력과 기술을 쉽게 확보할 수 있어야 한다.

둘째, 제공되는 많은 기능 중에 선택하기 보다는 꼭 필요한 기능만 도입 가능하여야 한다. 비대한 시스템 기능은 PDM 사용뿐만 아니라 도입과 유지 보수에 높은 비용을 요구하며, 유지 보수 인력의 충원과 관리업무에도 많은 부담을 주게 된다. 그러므로 기본 기능과 필요한 기능만 포함된 시스템 도입이 필요하다.

셋째, 관리되는 제품자료에 다양한 접근이 가능한 유연한 구조가 필요하다. 중소기업은 경영 환경 변화가 심하며, 특정 요구에 따라 즉시 필요한 보고서 기능 등이 많이 필요하다. 그러므로 이를 지원할 수 있는 제품자료에 다양한 접근이 가능한 시스템 도입이 필요하다.

중소기업을 위한 PDM 도입 요구에 대응하기 위하여 본 연구에서는 다음과 같은 3가지 개발 방향을 가진 PDM 시스템 개념을 도출하였다. 본 연구팀은 개념 초안을 작성하였고, 인터뷰 참여 기업 중 하나인 항공기 부품 제조 기업의 임원과 관리자의 협의를 거쳐 최종 시스템 개념을 결정하였다.

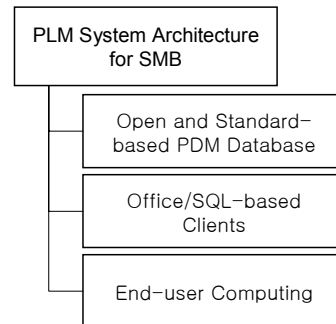


Figure 3. Base directions for PDM system architecture for SMB

첫째, 독자적인 제품자료 모델을 표현하지 않고 관계형 데이터베이스로 표현된 제품자료 모델을 이용하여 PDM 데이터베이스를 설계한다(Open and Standard-based PDM Database). 현재 상용 PDM 시스템은 독립적이고 폐쇄적인 객체 모델을 사용하여 PDM 데이터베이스로의 직접적 접근을 막고 있다. 상용 PDM 시스템이 제공하는 객체 모델은 복잡한 설계 정보를 표현하는 데는 유리하나 중소기업에서 사용하는 설계 자료는 관계형 데이터베이스의 테이블 만으로 표현가능하다. 그러므

로 본 연구에서는 독립적인 객체 모델 대신 관계형 테이블로 제품자료 모델을 정의한다. 관계형 테이블로 정의된 PDM 데이터베이스 구조는 오피스와 SQL(Structured Query Language) 기반 접근과 최종 사용자 컴퓨팅이 가능하게 하는 기반 환경을 제공한다. 또한 제안되는 PDM 데이터베이스 구조는 표준화된 제품자료모델(예로 The STEP PDM Schema)을 고려하여 설계한다. 이는 추후 상용 PDM 시스템으로 고도화할 때 관리되고 있는 제품정보를 쉽게 이관할 수 있도록 한다.

둘째, 전용 자료관리 응용 시스템을 최소화하고 PDM 데이터베이스에 대한 오피스 프로그램과 SQL을 포함한 다양한 접근을 허용한다(Office/SQL-based Clients). 중소기업에서 겪는 문제 중의 하나는 폐쇄적인 데이터베이스와 고정된 클라이언트 기능으로 인한 맞춤형 개발 비용의 증가이다. 이를 해결하기 위하여 최소한의 전용 클라이언트 기능을 개발하고, 공개된 데이터베이스에 다양한 범용 응용 프로그램을 이용하여 필요한 클라이언트를 구축할 수 있도록 한다. 대표적인 범용 클라이언트로서 공개 데이터베이스 연결(Open Database Connections)을 통한 기존 오피스 응용 프로그램 기반 응용 프로그램 구축을 들 수 있다. 이 경우 이미 보유하고 있고 사용자들이 친숙한 오피스 프로그램 기능을 사용하여 필요한 클라이언트 기능을 쉽게 구현할 수 있다. 또 다른 클라이언트의 예로 관계형 데이터베이스 표준 언어인 SQL 데이터베이스 언어 기반의 보고서 작성 기능을 들 수 있다. 데이터베이스 관리 시스템(Database Management System : DBMS)이 제공하는 대화형 질의 처리기(Interactive Query Processor)와 SQL을 이용할 경우 다양한 요구를 빠른 시간에 만족시킬 수 있는 보고서 작성이 가능하다.

셋째, 위의 공개형 데이터베이스와 공개 데이터베이스 연결을 이용한 응용 시스템 개발 환경을 기반으로 사용자 컴퓨팅 환경을 제공한다. 사용자 컴퓨팅은 사용자가 검색과 입력 작업을 기존 응용 프로그램과 SQL을 통해 직접 실행할 수 있다.

제안된 최종 사용자 컴퓨팅 PDM은 다음과 같은 효과를 기

대할 수 있다. 첫째, 최소 기능의 기본 응용 프로그램을 개발하고 나머지를 최종 사용자 컴퓨팅을 활용함으로써 경제적으로 시스템을 도입하고 유지 보수할 수 있다. 둘째, 최소한의 교육으로 최종 사용자가 다양한 응용 프로그램과 보고서를 개발할 수 있다. 이는 개발을 포함한 운용을 위한 자체 인력 확보를 쉽게 한다. 셋째, 일반화된 제품자료구조를 사용함으로써 추후 상용 PDM 시스템 도입을 준비할 수 있다.

### 3.2 시스템 구조

<Figure 4>는 제 3.1절의 개념을 구체화 시킨 시스템 구조를 보여준다. 제안된 PDM 시스템은 기존 PDM과 같이 PDM 데이터베이스 구조를 결정하는 제품자료모델(<Figure 4>의 Product Data Model), 제품자료의 메타 정보를 관리하는 PDM 데이터베이스(PDM Database) 그리고 기술문서 파일을 저장하는 파일 저장소(File Archive)를 기반으로 한다. 제품자료 모델과 PDM 데이터베이스는 상용 DBMS에 의하여 관리되며, DBMS는 사용자가 SQL 명령어를 이용하여 데이터베이스 구조와 내용을 관리할 수 있는 대화형 질의 처리기를 기본적으로 제공한다.

제안된 PDM 시스템은 DBMS를 통하여 데이터베이스에 연결되는 두 가지 종류의 사용자 클라이언트를 제공한다. 첫째는 웹 응용 프로그램을 통해 지원되는 필수 응용 프로그램으로써 PDM의 기본 기능인 부품 리스트, 제품구조, 기술문서 그리고 설계변경의 생성과 관리를 지원하는 고정된 형태의 전용 응용 프로그램들이다(PDM System[Web Applications]). 다른 하나는 공개 데이터베이스 연결을 통해 제품자료에 접근할 수 있는 다양한 응용 프로그램들이다. 응용 프로그램은 마이크로소프트 오피스 프로그램 등 다양한 응용 프로그램을 포함할 수 있다. 시스템 구조에서는 BOM이나 설계변경 보고서를 작성할 수 있는 오피스 프로그램을 연결한 모습을 보여준다(Office Software).

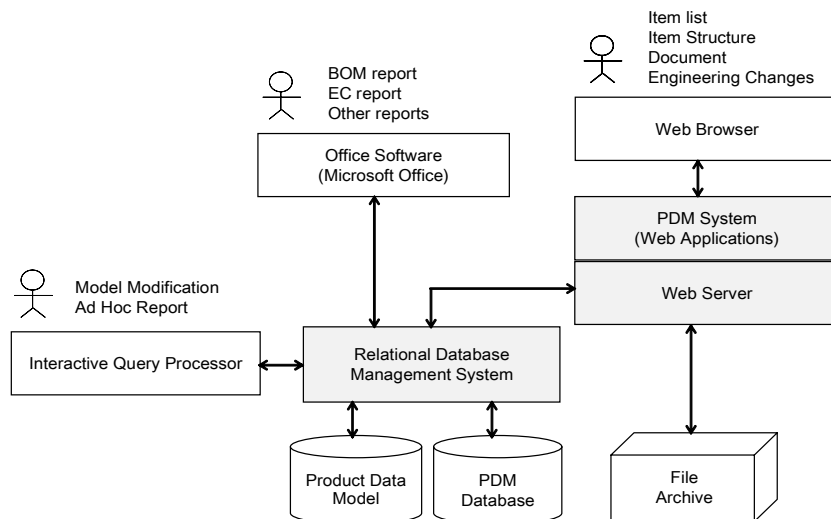


Figure 4. System Architecture for the Proposed System

제안된 시스템 구조는 관계형 테이블 기반의 제품자료모델을 기반으로 대화형 질의 처리기, 오피스 기반 자료 검색 및 처리 그리고 최소한의 필수 PDM 응용 프로그램을 이용하여 중소기업의 사용자가 경제적이고 수월한 제품자료 관리 응용이 가능하게 한다.

### 3.3 PDM 데이터베이스 모델

<Figure 5>는 관계형 테이블(Relational Table)을 이용하여 표현된 제품자료 모델의 주요 객체들을 보여주고 있다. 앞에서 언급하였듯이 이 모델은 독립적 객체 모델을 사용하지 않고 순수 관계형 테이블 만을 이용하여 제품자료 모델을 작성하였으므로 SQL 등의 표준화된 데이터베이스 언어를 이용하여 처리할 수 있다.

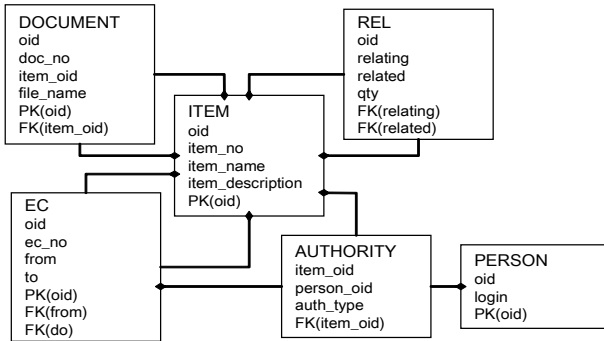


Figure 5. Proposed data model(relational tables)

자료모델은 부품을 표시하는 ITEM을 중심으로 관련 객체들이 연결되어 있다. 각 객체는 객체 식별자를 표시하는 Object Identifier(oid)를 키 속성(Key Attribute)으로 가지며, oid를 이용하여 객체 간 연결을 표현한다. 예로 기술문서를 뜻하는 DOCUMENT를 관련 ITEM에 연결하기 위하여 DOCUMENT.item\_oid 속성이 ITEM 객체의 oid 값을 가진다(<Figure 3>의 DOCUMENT.item\_oid 속성 참조). 단위 제품구조를 표시하는 REL 객체는 각각 조립품과 부품 ITEM 객체들을 연결하는 relating과 related 속성을 이용하여 두 부품 간의 조립관계를 표시한다. 설계변경을 표시하는 EC(Engineering Change) 객체는 설계변경 전후의 ITEM을 from과 to 속성을 이용하여 연결함으로써 제품의 변경을 나타낸다. AUTHORITY 객체는 사용자를 나타내는 PERSON 객체와 부품 및 설계변경 객체를 연결함으로써 접근 권한을 관리한다(PERSON과 ITEM을 각각 연결하는 AUTHORITY의 person\_oid와 item\_oid 속성 참조).

## 4. 시제품개발과 적용 예

이 장에서는 <Figure 4>와 <Figure 5>의 시스템 구조와 제품자료모델을 구현한 PDM 시스템을 이용하여 항공기 부품 제품자

료를 표현한 사례를 서술한다. 표현사례는 시스템 구조와 제품자료모델을 구현한 시제품 시스템을 설명하고(제 4.1절), 웹 기반 PDM 응용 프로그램을 이용한 기본 기능(제 4.2절)과 Excel과 대화형 질의 처리기를 통한 보고서 응용(제 4.3절)을 설명한다.

### 4.1 시제품 개발

<Figure 4>의 시스템 구조를 기반으로 웹 기반 전용 응용 시스템을 가지는 시제품 PDM 시스템이 개발되었다. PDM 데이터베이스는 MySQL 데이터베이스 관리시스템(MySQL, 2014)이 사용되었으며, <Figure 5>의 테이블 구조가 구현되었다. 전용 PDM 응용 시스템은 Apache Tomcat Servlet Engine(Apache, 2014)을 이용하여 구현되었으며, 서버에 파일 저장소를 통해 기술문서들이 저장된다. 전용 시스템은 데이터베이스와 파일 저장소를 이용한 부품 리스트, 문서, 제품구조 그리고 설계변경 객체의 생성, 검색, 변경 그리고 삭제 기능을 제공한다.

이 외의 다양한 응용과 보고서 기능을 제공하기 위하여 MySQL에서 제공하는 대화형 질의 처리기와 공개 데이터베이스 연결을 사용한다. 공개 데이터베이스 연결은 이를 지원하는 오피스 등 기존 프로그램을 이용하여 응용 프로그램을 개발할 수 있는 환경을 제공한다. <Figure 6>은 개발된 시제품에서 항공기 부품의 제품구조와 도면 정보를 검색하는 화면을 보여주고 있다.

### 4.2 적용 예-웹기반 전용 PDM 응용 프로그램

#### (1) 부품 리스트, 기술문서, 제품구조 생성과 관리

구현된 PDM 시스템은 저자가 교육용으로 개발한 TEE(Team Engineering Environment) 시스템(TEE, 2014)을 확장하여 구현되었다. 이 시스템은 부품 리스트, 기술문서, 제품구조 그리고 설계변경을 통합 관리할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

<Figure 7>은 부품 리스트, 부품 상세정보 그리고 기술문서가 통합 관리되는 시제품 화면을 보여주고 있다. 그림의 좌측 화면은 아이템을 검색하는 부분으로 현재는 아이템 검색 결과로 부품 리스트를 보여주고 있다. 검색된 부품 리스트 중에 관심 아이템을 선택하면 우측에 아이템의 상세정보와 아이템에 연계된 관련 기술문서를 보여주게 된다. 예에서는 “137W2110 MFG\_A” 아이템이 선택되었으며, 해당 아이템에 대한 상세 정보와 첨부된 도면 리스트가 보인다. 아울러 해당 아이템과 도면에 대한 권한이 있을 경우 변경 삭제할 수 있는 기능을 제공한다.

좌측 화면의 부품 리스트에서 마지막 화살표 아이콘을 선택하면 해당 아이템의 제품구조를 출력한다. 예에서는 특정 아이템의 화살표 아이콘을 선택하면 전체 제품구조를 볼 수 있다(<Figure 6>의 좌측화면 참조). 제품구조에서 각 아이템을 선택하면 역시 아이템의 상세정보가 우측 화면에 출력된다. 그

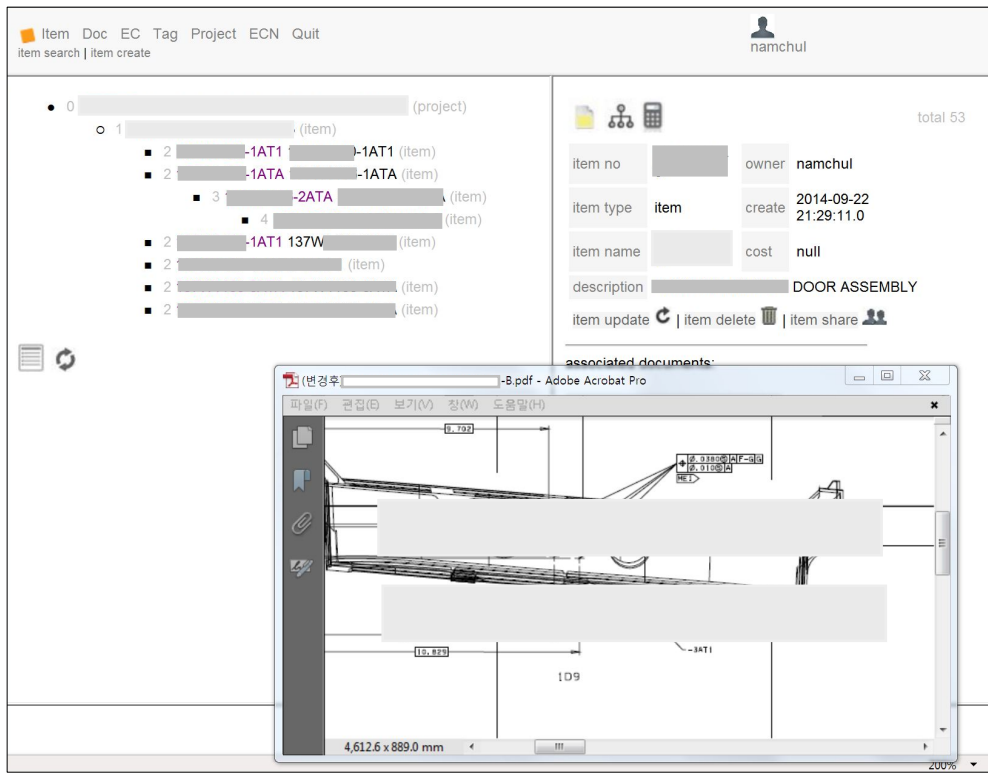


Figure 6. Implemented PDM system

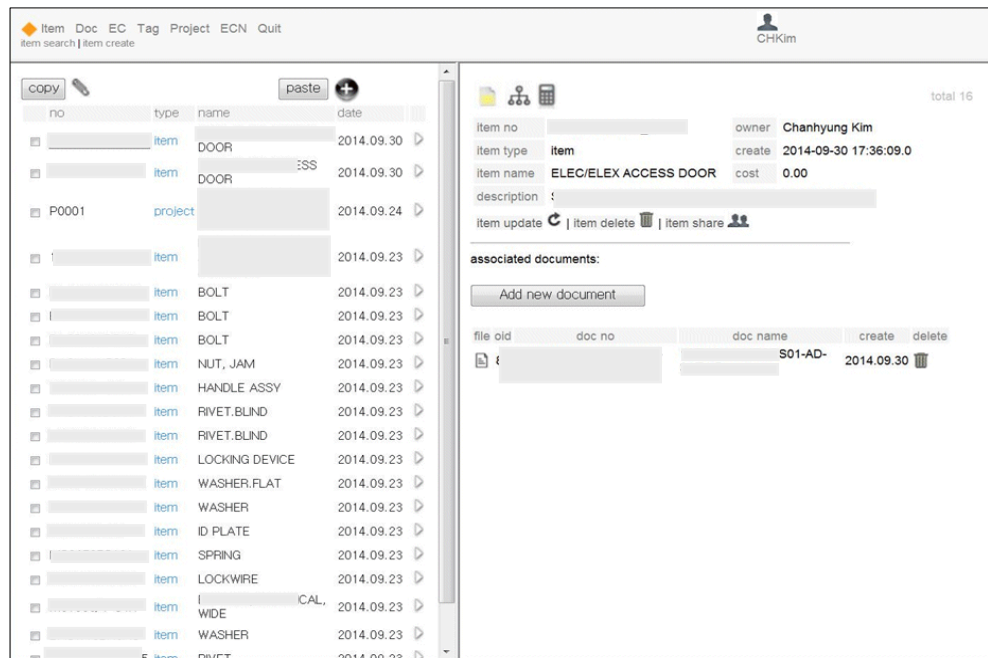


Figure 7. The part list and item browser windows of the prototype PDM system

리프로 앞에서 서술한 바와 같이 부품 리스트, 기술문서 그리고 제품구조가 연계되어 관리된다.

(2) 설계변경 생성과 관리

구현된 PDM 시스템은 앞의 3가지 자료 요소와 설계변경을

통합 관리한다. 설계변경은 변경 전후의 제품구조를 연결하여 변경을 관리한다. <Figure 8>은 구현된 시스템의 설계변경 생성 화면을 보여주고 있다. 좌측 설계변경 생성 창에서 설계변경 전(before change)과 설계변경 후(after change) 속성에 우측 검색 결과 부품 리스트에서 선택한 아이템을 연결시키는 기능



이다. 이때 연결된 아이템은 해당 제품구조의 최상위 아이템이 되며, 이 두 링크를 통해 설계 변경 전후의 제품구조를 확인할 수 있다.

구현된 설계변경 관리 기능을 통하여 설계변경 검색을 할 수 있으며, 부품 리스트와 마찬가지로 특정 설계변경 번호를 선택하면 우측화면에 상세한 정보를 출력할 수 있다. 우측화면의 설계변경 열람 화면에는 from/to 아이템에 대한 링크가 있어 각 아이템의 제품구조와 기술문서를 포함한 상세정보를 확인할 수 있다. 설계변경에도 기술문서를 추가할 수 있으며,

문서관리 방법은 아이템의 경우와 동일하다.

### 4.3 적용 예-오피스 연동과 대화형 질의처리기 예

#### (1) 마이크로소프트 Excel 연동

DBMS는 다양한 응용 프로그램을 위한 공개 데이터베이스 연결을 제공한다. 예로 시제품 구현에 사용된 MySQL도 ODBC와 같은 공개 데이터베이스 연결을 제공하며, 이를 이용하여 개인용 컴퓨터 사용자들이 많이 사용하는 마이크로소프트 오

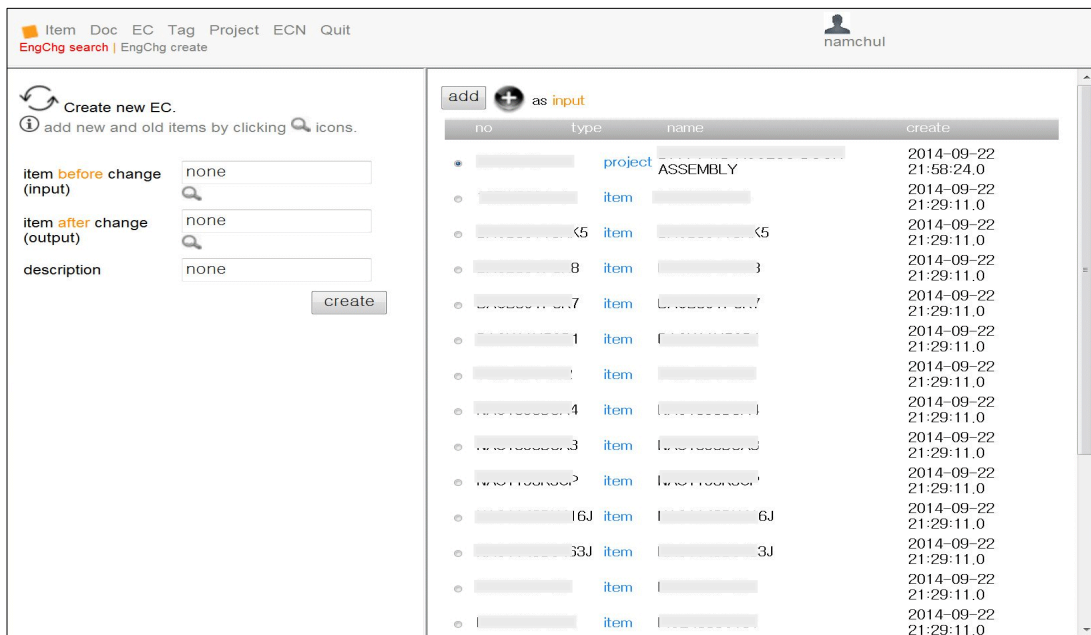


Figure 8. Engineering change creation windows in the prototype PDM system

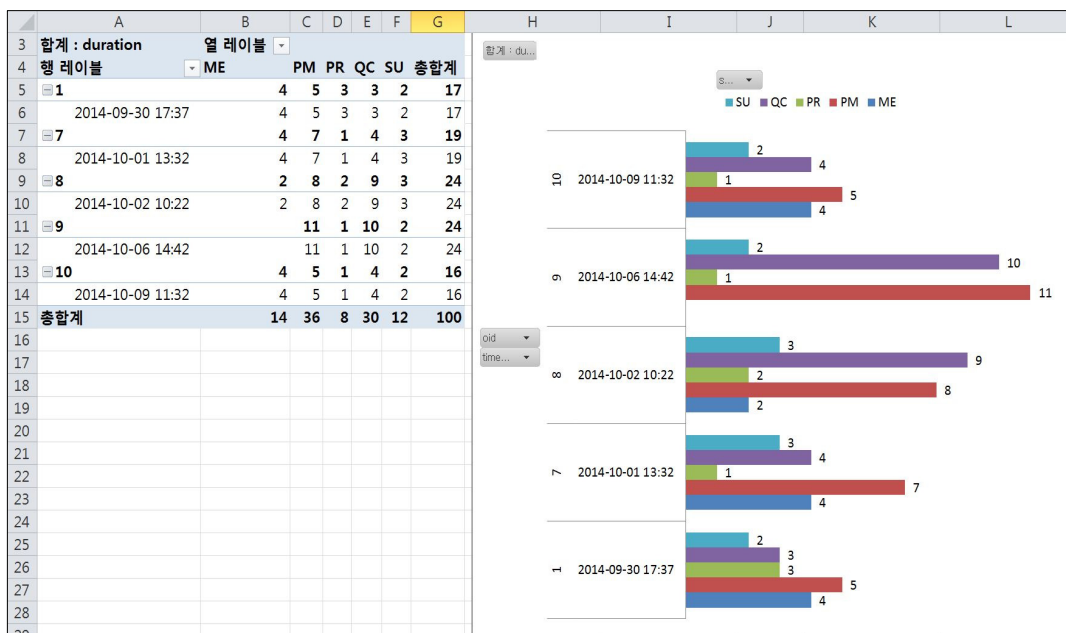


Figure 9. An interface of PDM database to microsoft excel

피스 프로그램 등과 쉽게 연결하여 사용할 수 있다.

응용 프로그램 연결의 예로 마이크로소프트 오피스 프로그램 중의 하나인 Excel과 PDM 데이터베이스와의 연동 예를 든다(<Figure 9> 참조). 이 예는 설계변경 검토회의에 참여한 사업관리, 품질, 생산, 생산관리, 구매 그리고 생산기술 책임자의 관련 검토 시간과 참여 여부를 Excel에 연동하여 가시화한 예이다.

(2) 데이터베이스 관리시스템의 대화형 질의 처리기를 이용한 임시 보고서 작성

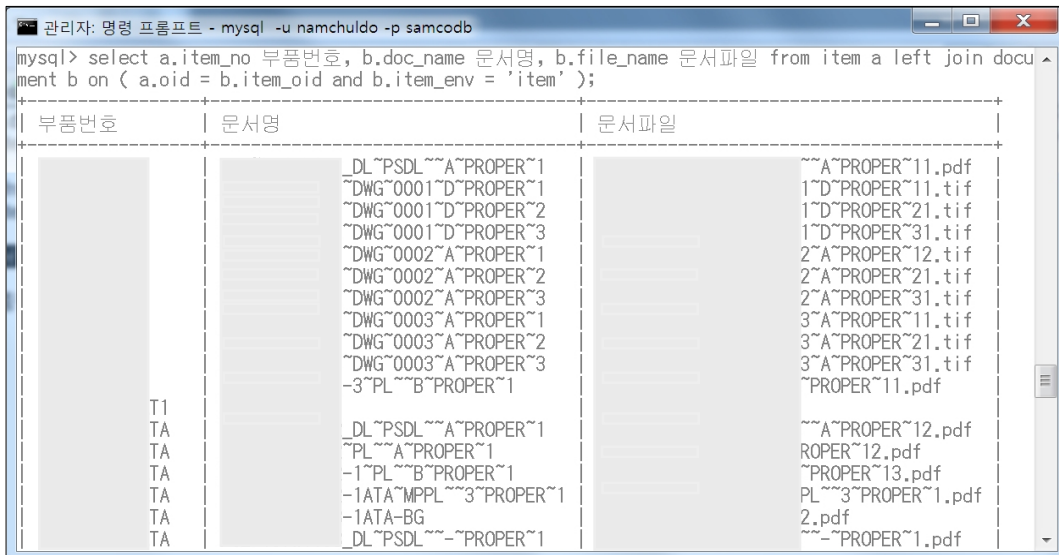
모든 상용 관계형 DBMS는 데이터베이스 표준 언어인 SQL을 상호작용적으로 실행할 수 있는 대화형 질의 처리기를 제공한다. 대화형 질의 처리기를 사용하면 설계과정에서 필요한

다양한 정보를 SQL을 이용하여 즉석에서 제공할 수 있다. 이는 제안된 PDM 시스템이 개방된 관계형 테이블로 이루어졌기 때문에 가능하다.

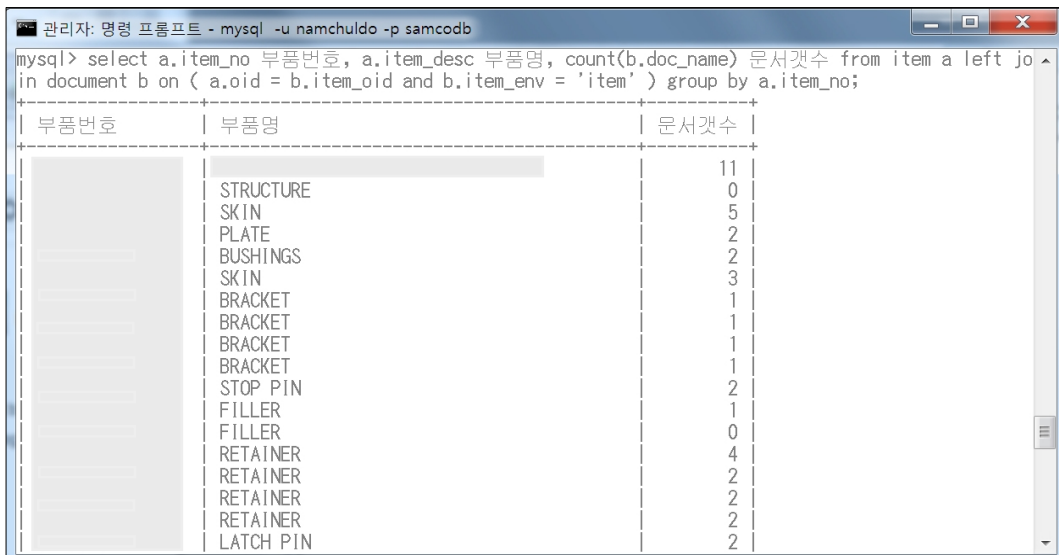
대화형 질의 처리기를 활용한 즉석 보고서(Ad hoc Report) 작성 예로 특정 부품에 대하여 관리되는 문서의 목록과 문서의 수를 검색하는 SQL 질의어를 다음과 같이 작성할 수 있다.

```
select a.item_no 부품번호, b.doc_name 문서명, b.file_name 문서파일 from item a left join document b on ( a.oid = b.item_oid and b.item_env = 'item');
```

```
select a.item_no 부품번호, a.item_desc 부품명, count(b.doc_name) 문서갯수 from item a left join document b on (a.oid = b.item_oid and b.item_env = 'item') group by a.item_no;
```



(a)



(b)

Figure 10. Result of SQL queries for document list for items (a) and numbers of documents for items (b)

<Figure 10>(a)와 <Figure 10>(b)는 MySQL의 대화형질의 처리기인 MySQL Monitor 프로그램(MySQL, 2014)과 앞의 SQL 질의어를 이용하여 각 부품별 문서파일 이름과 수량을 출력하는 화면을 보여주고 있다.

제품자료모델이 관계형 테이블로 구현될 경우, 위의 예와 같이 데이터베이스 표준 언어인 SQL과 대화형 질의 처리기를 통하여 제품자료에 대한 다양한 보고서를 작성할 수 있다. 보고서는 그 활용도가 높을 경우 데이터베이스 응용 프로그램을 통하여 자동화할 수 있다.

## 5. 결 론

2000년대 초반부터 정부는 다양한 정보 기술을 이용하여 중소기업 경쟁력 강화를 위한 정보화 사업을 진행해왔다. 또한 학계에서도 웹을 포함한 협업 지원 정보기술을 이용하여 중소기업의 제품개발을 지원하는 기술을 제안하였다. 하지만 아직도 중소기업은 제품개발 정보시스템의 도입, 유지보수 그리고 맞춤형 개발에서 비용부담과 인력부족을 겪고 있다. 최근에는 기술 집약적 중소기업이 증가함에 따라 제품구성 관리와 같은 특정 제품자료 관리 기능이 요구되고 있다.

본 논문은 중소기업의 제품개발 정보화 문제를 해결하고자 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템의 구조와 운영 방법을 제안하였다. 이를 위해 새로운 PDM 시스템 구조와 사용자에게 공개된 PDM 데이터베이스 구조를 제안하였으며, 이를 확인하기 위하여 항공기 부품 제조 기업의 자료를 이용한 시제품 PDM 시스템을 구현하고, 기존의 Excel과 대화형 질의 처리기를 이용한 응용 시스템과 보고서 작성 예를 개발하였다. 제안된 시스템을 통하여 기술집약적 중소기업은 필요한 기능만을 가진 PDM 시스템을 경제적으로 도입할 수 있으며, 일반적인 정보 도구를 사용하여 효과적으로 PDM 응용 시스템을 구축하고 유지할 수 있다.

본 논문에서 제안된 최종 사용자 컴퓨팅을 지원하기 위해서는 도입 기업에 데이터베이스 운용이 가능한 인력이 유지되어야 하며, 이들에 대한 지속적인 교육과 기술 지원이 필요하다. 또한 최소화되었지만 핵심 PDM 소프트웨어에 대한 유지 보수가 필요하다. 이러한 서비스는 단일 기업에서 이루어지는 것보다는 같은 수요를 가진 기업 집단에서 통합되어 서비스 될

때 보다 효과적인 지원이 가능할 것으로 보인다. 그러므로 추후 연구로써 같은 업종의 기업군을 활용한 최종 사용자 컴퓨팅 PDM 시스템의 효과적 적용 방법에 관한 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- Apache (2014), *Apache Tomcat*, <http://tomcat.apache.org>.
- Autodesk (2014), *Autodesk PLM360*, <http://www.autodesklm360.com>.
- Bang, J.-S., Lee, J.-K., Han, S.-H., Park, S.-W., and Lee, T.-H. (2008), Connection of PDM System and Web-Based CAE Supporting System for Small and Medium Enterprises, *Transactions of The Society of CAD/CAM Engineers*, 13(6) 459-468.
- Choi, H. Z. (2009), iManufacturing, *Machinery Industry*, Korea Association of Machinery Industry(KOAMI) Webzin, June, <http://www.koami.or.kr/webzin/index.htm>.
- GrabCAD (2014), *Workbench*, <http://grabcad.com>.
- Kim, B. H., Jung, S. Y., Baek, J. Y., Lee, S. J., Lee, S. W., and Choi, H. Z. (2009), Design of Collaborative BOM Management System for Small and Medium Enterprises, *Transactions of The Society of CAD/CAM Engineers*, 14(4), 254-260.
- KRG (Knowledge Research Group) (2011), *KRG Report*, <http://www.krgweb.com>.
- MySQL (2012), *MySQL*, <http://www.mysql.com>.
- OTI (Central Officials Training Institute) (2006), Case Studies on Government Projects for IT Deployment in SMEs-ERP Case, *Final Report*.
- SIEMENS PLM Software (2014), *TeamCenter Express*, <http://www.plm.automation.siemens.com>.
- Son, S. H. (2011), A Study on Implementation of Shop-floor Information and Knowledge Management System for Enhancing SME's Sustainable Competitiveness, *Master Thesis, Dept. of Industrial and Management Engineering*, Graduate School of Industry, Hanbat National University.
- TIPA (Korea Technology and Information Promotion Agency for SMEs) (2005), *IT Strategies for Product Development Process Innovations in Korean Small and Medium Enterprises*, TIPA Report 05-02.
- TEE (Team Engineering Environment) (2014), *TEE*, <http://tee.gnu.ac.kr>.
- TIPA (Korea Technology and Information Promotion Agency for SMEs) (2014a), *2013 Survey on the Information Level of Korean Small and Medium Enterprises*, TIPA Report 14-01.
- TIPA (Korea Technology and Information Promotion Agency for SMEs) (2014b), *TIPA Business*, <http://www.tipa.or.kr>.
- TTA (Telecommunications Technology Association) (2014), *Information Technology Dictionary*, <http://word.tta.or.kr>.