

생산 현장 중심의 설계/생산 통합 정보 시스템 개발

한관희*, 박찬우**, 옥주선***, 김갑산****

The Development of a Shop Floor-Centered Information System for the Integration of Design and Manufacturing Data

Han, K. H.*, Park, C. W.**, Oak, J. S.*** and Kim, K. S.****

ABSTRACT

To increase the productivity and efficiency of an enterprise, all relevant product information should be provided to shop floor workers timely and in a unified form because shop floor workers are final consumers of most accumulated information generated from various departments of an enterprise. But, most existing enterprise information systems have an emphasis upon providing design/manufacturing information to office workers. Proposed in this study is the development of integrated design/manufacturing information system focused on providing cohesive information required to shop floor activities. For developing integrated information system, the functional requirements at the shop floor are identified and analyzed. Based on the extracted functional requirements, object-oriented system design and implementation is conducted. By using this system, shop floor workers can use all relevant information required to their daily operation in a integrated and unified form.

Key words : 통합 정보 시스템, 생산 현장, PDM (제품 정보 관리 시스템), MES (제조 실시 시스템)

1. 서 론

급속해지는 글로벌 경쟁 환경 및 제품 수명 주기 단축 등으로 인해 기업 외부 환경이 빠르게 변화함에 따라 각 기업은 핵심 역량 확보를 위해 전반적인 프로세스의 혁신을 추진하고 있다. 이러한 프로세스 혁신을 위한 도구로서 재무, 인사 등 기업의 관리 영역을 전체적으로 연결하는 ERP(Enterprise Resource Planning) 시스템의 도입이 1990년대부터 추진되어 대다수의 기업이 적극적으로 활용하고 있으며 최근에는 제품 설계 분야나 생산 현장 분야로까지 정보 시스템의 적용 범위가 넓어지고 있다.

기존의 정보 시스템 중에서 설계 및 생산 부문을 지원하는 시스템으로는 제품 정보 관리(PDM) 시스템

과 제조 실시 시스템(MES)을 들 수 있는데 PDM은 제품의 설계 단계를 주로 지원하고 MES는 생산 단계만을 주로 지원하고 있다. 그런데, 제품 설계에서 생산까지의 리드 타임 단축과 제조 원가를 절감하기 위해서는 설계 부분과 생산 부분간에 정보가 양방향으로 실시간 소통되는 체계의 구축이 필수적이다. 이를 위해서 최근에는 PDM 기능과 MES 기능이 밀접하게 연결된 통합 정보 시스템 개발의 필요성이 대두되고 있다.

즉, 제품 설계나 공정 설계 단계에서 발생하는 각종 기술 정보는 영업과 생산 관리에서 구체화된 수주 정보와 함께 생산 현장에서 합쳐져서 하나의 작업 지시 정보를 형성하며 이를 기반으로 실제 생산이 수행된다. 그러므로 주어진 수주 오너를 높은 생산성으로 단납기에 생산하기 위해서는 각종 설계 및 생산 관련 데이터가 생산 현장에서 작업자가 이해하기 쉽고 사용하기 쉬운 형태로 전달되어야 하며 동시에 생산 작업에 필요한 정보를 작업자가 신속하게 찾을 수 있는 체계가 갖추어져야 한다.

특히, 본 연구의 대상인 항공기 기체 부품 생산은

*중신회원, 경상대학교 산업시스템공학부/공학연구원

**경상대학교 기계항공공학부/BK사업단

***수성기체(주)

****(주)CIES

- 논문투고일: 2004. 12. 16

- 심사완료일: 2005. 02. 16

다품종 소량 생산 형태로 부품의 종류가 많고- 대상 기업은 기계 가공 및 판금 부품을 생산 및 조립하며 약 8,000 품목(군용기 2,000 품목, 민항기 6,000 품목)을 생산-대상 부품의 형상과 크기가 다양하며 설계 변경도 빈번하여 현장 작업자들이 작업시에 다수의 설계 도면과 각종 기술 사양서를 수시로 참조해야 한다.

이러한 상황 하에서 생산성을 향상시키기 위해서는 설계 도면, NC 데이터, 각종 사양서 및 수주 정보를 쉽고 빠르게 단일 사용자 인터페이스에 의해 접근할 수 있게 해주는 통합 정보 시스템의 개발이 필요하다. 그리고 항공 산업 관련 모든 제작 시설과 공정은 원천 완제가 제작사의 사전 승인과 인증을 전제로 하기 때문에 항공 산업 품질 인증 체계인 AS 9100 인증 시스템 지원 기능과 생산 부품에 대한 엄격한 형상 관리, 설계 변경 관리 및 추적성 관리 기능 등이 추가적으로 요구된다^[1].

그러나 설계 및 생산 기술 관련 정보와 생산 현장에서 발생하는 각종 실적 정보들을 관리하기 위해 개발된 기존의 정보 시스템들은 주로 관리직의 계획/통제 업무를 지원하는데 필요한 데이터의 체계적 저장이나 사후 분석 기능들을 주로 제공하고 있어서 위에서 언급한 요구사항들을 만족시키지 못하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 항공기 기계 부품 생산에 있어서 생산 현장에서 요구되는 다양한 정보를 통합적인 형태로 사용하기 쉽게 제공하기 위해 필요한 기능 요구사항 및 시스템 요구사항을 분석하고 필요 정보들의 종류와 내용을 체계화하며 이를 기반으로 생산 현장 중심의 설계/생산 통합 정보 시스템을 구현한다.

2. 관련 연구

항공 산업에서의 정보 시스템 설계, 개발 및 활용에 관한 연구를 살펴보면 우선 항공전자 시스템을 생산하는 기업을 대상으로 기존 정보 시스템과 새로이 도입되는 유연 생산 시스템을 통합하기 위해 필요한 요구사항을 정의하기 위하여 IDEFO(ICAM DEFINITION)를 이용하여 전사적 모델링을 수행하였다^[2]. Rupp와 Steiner는 항공기 엔진 개발시에 원거지에 분산되어 있는 관련 회사간의 원활한 의사소통과 기술 데이터 교환에 필요한 웹 기반 협업 지원 도구를 선정하기 위한 체계적인 절차를 제시하였다^[3]. 시스템간 데이터 교환을 위한 연구의 하나로 완제기 조립업체에서 사용하고 있는 PDM 시스템과 ERP 시스템을 연결하기 위

해 상용 공정 계획 시스템을 데이터 중계 시스템으로 이용하는 연구가 이루어졌다^[4]. 이 연구에서는 자체 개발한 인터페이스를 이용하여 PDM 시스템에서 EBOM(Engineering BOM)을 추출한 후 이를 이용하여 상용 공정 계획 시스템에서 MBOM(Manufacturing BOM)과 공정 계획서를 작성하여 이를 ERP 시스템으로 보내는 인터페이스들을 개발하였다.

제품 정보관리 분야에서는 일반적인 PDM 시스템이 갖추어야 할 기능에 관한 분석에 관한 연구와^[5] 웹 기반 PDM 시스템의 장단점과 7개 상용 시스템들의 특성 비교에 관한 연구가 수행되었다^[6].

생산 현장의 효율적인 계획과 통제를 위한 제조 실시 시스템의 범위와 구성 기능에 관한 연구도 광범위하게 수행된 바 있다^[7,8].

기간 정보 시스템 사이의 연동을 위한 연구로는 우선 ERP 시스템과 CAD/CAM 시스템의 통합에 필요한 핵심 성공 요인을 도출한 연구를 들 수 있고^[9], WÖB에서는 최근의 다품종 소량 생산 체제에서 고객 요구의 다양화에 따라 수많은 BOM과 공정 계획 데이터를 유지 관리해야 하며 이의 결과로 데이터의 중복성과 불일치성이 발생하고 있음을 지적하고 이를 해결하기 위해 고객의 요구사항으로부터 최종 BOM을 산출하고 이를 바탕으로 동적으로 공정 계획을 생성하는 규칙 기반 제품 정보 관리 기능을 개발하였다^[11]. Ou-Yang과 Jiang은 PDM과 ERP 사이의 데이터 교환을 위한 별도의 미들웨어를 개발하였다^[12]. 한관희 외에서는 일반 사용자도 쉽게 기업 기간 정보 시스템 사이의 데이터 교환 작업을 수행할 수 있게 지원하는 데이터 통합 도구를 개발하였다^[13].

통합 정보 시스템에 관한 연구로는 Lee에서 제품의 시장 조사에서 개발, 생산/판매에 이르는 제품 생애 주기 전반을 지원하는 통합 정보 시스템에 대한 개념 설계를 수행하였으며 대상 기능은 ERP, PDM, MES, CRM(Customer Relationship Management) 분야를 포괄하고 있다^[14]. NG와 IP는 기업 목표를 달성하기 위해서는 통합 제조 정보 시스템이 필요함을 전략 계획 프로세스를 통해 도출하고 MES의 일종인 실시간 생산 모니터링 시스템과 ERP 시스템의 통합을 위한 분산 객체 시스템 설계가 이루어졌다^[15]. 그리고 설계 부문과 생산 부문의 양방향 실시간 데이터 흐름을 위한 설계/생산 통합 정보 시스템의 바람직한 기능 요건을 정의하기 위한 QFD(Quality Function Deployment) 기반 기능 분석이 본 연구의 선행 연구로 수행되었다^[16].

위에서 살펴보았듯이 생산 현장 작업자 측면에서

실제 작업에 필요한 다양한 정보들의 종류와 내용을 정의하고 이를 통합적인 형태로 제공하는 정보 시스템 개발에 관한 연구는 아직까지 발표되고 있지 않은 실정이다.

3. 통합 정보 시스템의 기능 분석

설계/생산 통합 정보 시스템 개발에 필요한 사용자 요구사항은 응답 시간, 사용자 편의성, 신뢰성등과 같이 정보 시스템 전체에 걸친 바람직한 특성을 기술하는 '시스템 요구사항'과 실제 업무 수행에 필요한 기능 들을 표현하는 '업무 지원 요구사항'으로 구분할 수 있다.

업무 분석의 결과로 결정된 주요 시스템 요구사항은 아래와 같다: 1) 설계-생산 준비-생산의 전 과정을 하나의 정보 시스템으로 통합 관리할 수 있어야 한다. 2) 항공기 기체 생산 특성을 최대한 반영해야 한다. 3) 제품 설계 및 생산에 필요한 필수적인 핵심 기능만을 제공하며 간단한 업무 처리 방식과 사용하기 쉬운 중소형 시스템이어야 한다. 4) 사용자 편의성 및 접근성을 제고하기 위해 웹 기반 시스템으로 개발되어야 한다. 5) 향후 시스템 변경과 확장이 용이하도록 객체지향 시스템으로 개발되어야 한다.

업무 지원 요구사항으로는 아래와 같은 항목들이 도출되었다: 1) 모 업체에서 요구하는 추적성(traceability) 및 이력 관리를 위해 파트 형상 관리 및 설계 변경 관리가 체계적으로 이루어져야 한다. 2) 제품과 관련된 도면, 사양서, NC 파일, CAD 파일 등을 파트 번호에 의해 통합 관리하고 검색할 수 있어야 한다. 3) 현장 작업자가 작업에 필요한 각종 정보들을 단일 사용자 인터페이스에 의해 검색할 수 있어야 하며 사용하기 쉬워야 한다. 4) AS9100 인증 시스템에서 요구하는 품질 인증 프로세스를 지원할 수 있어야 한다. 5) 장비 가동 현황이 실시간으로 모니터링 될 수 있어야 한다.

이와 같은 요구사항들을 만족시키기 위해 선행 연구^[16]에서는 QFD 방법을 이용하여 필요 기능을 추출 하였으며 확정된 설계/생산 통합 정보 시스템의 기능은 Fig. 1과 같다. 필요 기능들은 크게 설계 부문, 생산 부문, 기반 기능 부문, 시스템 인터페이스 부문의 4부문으로 분류된다. 설계 부문에서는 파트/BOM, 설계 변경 등과 같이 제품과 관련된 각종 정보들을 파트 번호라는 단일 식별자에 의해 통합적으로 관리하며 제품 구조 및 형상 관리, 설계 변경 및 이력 관리, 문서/도면 및 CAD 데이터 관리의 서브시스템으로 구성

설계 부문		생산 부문	
제품 구조 및 형상관리	설계 변경 및 이력 관리	작업 지시 관리	생산 실적 집계 및 분석
문서/도면/CAD 데이터 관리		공정서 작성 및 NC 데이터 관리	
		설비 관리	공구 관리
기반 기능 부문		시스템 인터페이스 부문	
AS9100 및 워크플로우 관리	분류 및 검색	ERP 인터페이스	
시스템 운영 관리		CAD 인터페이스 및 시각화	
		모업체와의 기술 데이터 연계	

Fig. 1. 설계/생산 통합 정보 시스템의 기능 구조도.

된다. 생산 부문은 작업 지시에서 생산 실적 집계까지의 전반적인 생산 현황을 관리하며 공정서 작성 및 NC 데이터 관리, 작업 지시 관리, 생산 실적 집계 및 분석, 설비 관리, 공구 관리로 이루어져 있다.

기반 기능 부문은 설계/생산 통합 정보시스템을 운영하는 데 필요한 전체적인 시스템 관리 기능과 각 부문에서 필요로 하는 공통 기능들을 제공하며 AS 9100 및 워크플로 관리, 분류 및 검색, 시스템 운영 관리로 구성된다. AS 9100 품질경영 시스템은 ISO 9000 요건에 기초하여 항공 산업 분야에 적용되는 공급자 품질 보증 규격으로 항공 산업 분야 공급자에게 필요한 ISO 9000 요건들을 더욱 상세하고 명확하게 규정하고 있다.

시스템 인터페이스 부문은 설계/생산 통합 정보시스템과 데이터 교환이 필요한 기업 내외 관련 시스템 간의 연결을 위한 것인데 크게 CAD 인터페이스 및 시각화, ERP 인터페이스, 모업체와의 기술 데이터 연계로 이루어진다(상세 기능 설명은 [16] 참조).

4. 생산 현장 중심의 정보 시스템 구현

개발된 시스템 (이하 AIDMIS라 칭함)은 3장에서 설명된 바와 같이 제품 설계 단계와 생산 단계에서 발생하는 다양한 제품 관련 정보의 생성과 분배 및 사용을 체계적으로 관리한다. 특히, 개발된 시스템은 현장 작업자의 생산 작업에 필요한 각종 정보를 단일한 형식에 의해 통합적으로 제공함을 목표로 하고 있다.

4.1 통합 시스템을 이용한 전체 업무 흐름

개발된 통합 시스템의 주요 기능과 기존 ERP 시스템 사이의 데이터 흐름이 Fig. 2에 나타나 있다. AIDMIS를 이용한 업무 흐름은 우선 모 업체로부터 신규 생산 부품과 관련된 기술 자료들을 전달받아 파

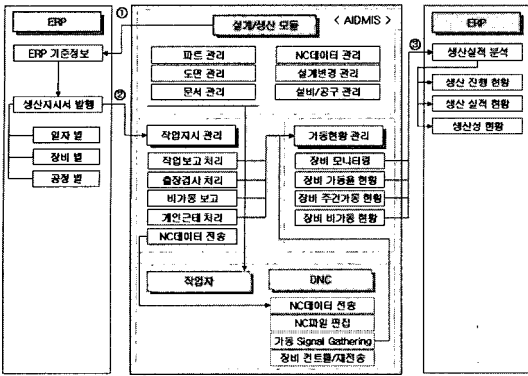


Fig. 2. AIDMIS와 ERP 시스템간 데이터 흐름도.

트, 도면, 문서, CAD 파일 등의 정보 등록을 완료한 후 BOM(Bill Of Material)을 구성한다. 그 후 등록된 CAD 파일에 근거하여 공정 계획과 NC 데이터를 작성하여 저장한다. 등록이 완료된 파트/BOM 정보 등의 제품 관련 데이터들은 생산 준비를 위해 ERP 시스템으로 전송된다(Fig. 2①).

부품 생산이 확정된 후 수주 오더가 ERP 시스템에 등록된다. 그 후 ERP 시스템의 생산 지시 정보가 AIDMIS 시스템으로 전송된다(Fig. 2②). 전송된 생산 지시 정보와 각종 기술 자료들에 근거하여 생산 작업이 수행된다. 작업 완료 후 AIDMIS 시스템은 ERP 시스템으로 생산 실적 정보를 전송한다(Fig. 2③).

이와 같이 각 부문에서 생성된 제품 관련 정보들은 생산 현장으로 집적되어 종합 정보를 형성하게 되는데 이는 현장 작업자가 생성된 정보의 가장 최종적인 사용자이면서 가장 다양한 정보를 사용하는 통합 정보 사용자임을 의미한다.

4.2 생산 현장에서의 가공 작업

생산 현장에서의 가공 작업은 아래와 같은 순서로 진행된다: 1) 발행된 작업 지시서 들을 조회하여 원하는 작업 지시서를 선택한다. 2) 작업 지시서의 내용을 검토한다. 3) 대상 작업 지시와 관련된 도면, 기술 사양서, NC 코드 등을 조회한다. 4) 작업 시작 보고 처리한다. 5) NC 데이터를 다운로드하여 NC 기계에 전송한다. 6) 작업 상황을 모니터링 한다. 7) 작업 완료 보고 처리한다. 8) 이상 상황이 발생하면 필요시 '중단 시작' 보고와 '작업 개시' 보고를 한다.

즉, 작업자는 작업 준비 단계에서 특정 작업과 관련된 각종 정보를 참조하여 척, 공구 등의 툴링과 NC 데이터를 준비하고 절삭 조건을 결정하며 작업물을 셋업하는 작업을 수행한다. 가공 중에는 가공 모니터

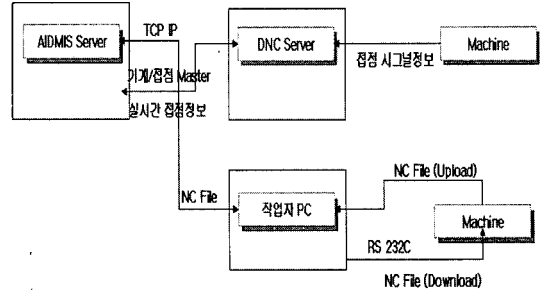


Fig. 3. AIDMIS서버와 DNC시스템간의 데이터 흐름.

링을 통해 가공 중에 이상 상황이 발생하면 조치를 취한다.

가공/작업을 위한 AIDMIS 서버와 DNC 시스템 사이의 데이터 흐름은 크게 두 가지로 분류되는데 하나는 NC 파일의 업로드/다운로드 흐름이고 다른 하나는 장비 가동 시그널의 흐름이다. 우선 NC 데이터의 다운로드 시에는 현장 PC에서 작업자가 다운로드 버튼을 누르면 NC 파일을 AIDMIS 서버에서 현장 PC로 전달한다. 현장 PC의 DNC 소프트웨어는 다운로드된 NC 파일을 RS 232C 통신에 의해 장비 컨트롤러로 전송한다.

NC 파일을 업로드할 필요가 있을 때에는 현장 PC에서 작업자가 업로드 버튼을 누르면 장비 컨트롤러로부터 현장 PC로 파일을 업로드하고 이를 다시 AIDMIS 서버로 전송한다.

장비 가동 시그널에 대해서는 DNC 서버가 AIDMIS 데이터베이스의 기계/접점 마스터 정보를 이용하여 장비로부터의 점점 시그널을 자동 취합하여 AIDMIS 데이터베이스에 실시간으로 정보를 갱신하게 된다. AIDMIS 서버와 DNC 시스템 간의 데이터 흐름이 Fig. 3에 나타나 있다.

4.3 단일 사용자 인터페이스에 의한 정보 제공

현장 작업자가 작업 과정에서 참조하는 다양한 정보 중에서 대표적인 것으로는 1) 작업할 제품의 수량, 납기, 공정 라우팅 등의 정보를 담고 있는 작업 지시서와, 2) 툴링, 셋업 정보 등을 담고 있는 작업 사양서, 3) 작업물의 형상을 표현하고 있는 2D/3D 도면과, 4) 가공에 필요한 NC 데이터 등을 들 수 있다.

만약 작업자가 이러한 정보들을 참조하기 위해 여러 번의 로그인을 필요로 하거나 복잡한 검색 단계를 거쳐야 하거나 혹은 관련 정보를 통합적으로 조회하기 어렵다면 가공 생산성에 큰 영향을 미치게 된다. 그러므로 단일 사용자 인터페이스에 의해 작업자에게

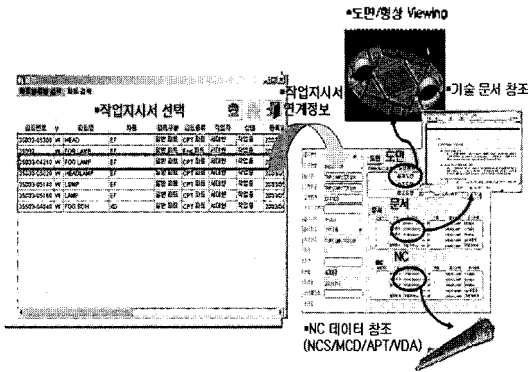


Fig. 4. 단일 사용자 인터페이스에 의한 정보 활용.

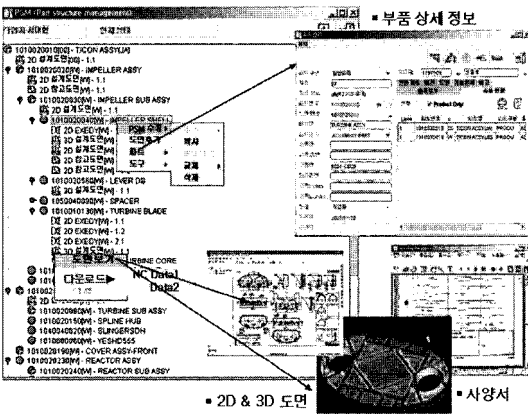


Fig. 5. BOM 구조를 이용한 복합 정보 검색.

필요한 정보를 통합된 형태로 제공하는 기능이 기업 전체의 효율 향상에 매우 중요하다.

Fig. 4는 4.2 절에서 설명한 가공 작업의 1~3 단계에서 특정 작업 지시서를 선택한 후에 이 작업의 수행에 필요한 도면, NC 데이터, 기술 사양서 등 각종 정보를 단일 사용자 인터페이스에 의해 참조하는 화면을 나타내고 있다.

현장 작업자는 가공 작업에 필요한 다양한 정보를 작업물의 파트 번호를 가지고 BOM 구조를 검색하여 조회할 수도 있다. Fig. 5에서는 BOM 구조를 이용하여 대상 작업물의 상세 정보와 2D/3D 도면 및 사양서 정보 등을 단일 화면으로 조회하는 기능을 나타내고 있다.

체계적인 제품 구조 및 형상 관리를 위해 제공되는 기능으로는 1) 입력된 파트 데이터 들을 이용하여 파트의 상세 정보를 조회하거나, 2) BOM 정보를 트리 테이블 형태로 조회하거나, 3) 서로 다른 제품과의 구조 차이를 분석하는 기능 들을 들 수 있다.

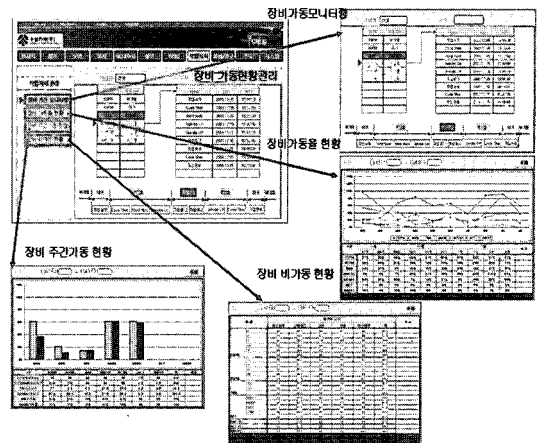


Fig. 6. 장비 가동 현황 모니터링.

제품의 설계 변경이 확정되면 변경된 정보가 빠르고 정확하게 생산 현장에 전달되어야 한다. 개발된 시스템에서는 설계 변경 요청과 설계 변경 통보에 대한 기본 정보가 등록되면 설계 변경과 관련된 파트, 도면, NC, 사양서 등의 다양한 정보를 단일 화면에서 용이하게 검색할 수 있다.

본 연구의 대상이 되는 기업은 취급 품목이 약 8,000여 품목에 달해 이를 가공하기 위한 NC 코드의 체계적인 관리도 매우 중요한 사항이다. 이를 위해 AIDMIS에서는 CAD 시스템과 연계하여 NC 데이터를 생성하고 NC 데이터에 대한 메타 데이터를 등록하며 NC 파일을 저장하는 등의 NC 데이터 관리 기능을 제공하고 있다.

가공 작업 중에는 Fig. 6에서와 같이 장비에서 자동적으로 수집되는 가동 시그널을 이용하여 장비 가동 현황을 다양한 형태로 가공하여 그래픽하게 제공한다. 이러한 실시간 가동 현황 정보를 이용하여 현장 작업자와 사무실 관리자는 작업 중에 발생하는 이상 상황을 적기에 처리할 수 있는 능력을 갖추게 된다.

5. 결론 및 추후 연구 과제

본 연구에서는 생산 리드 타임 단축과 원가 절감을 위해서는 생산 현장 작업자가 작업 준비 및 작업 수행 중에 필요한 각종 정보를 쉽고 정확하게 빠르게 제공하는 것이 중요하다는 점을 지적하였다. 이러한 과제를 해결하기 위해 본 연구에서는 생산 현장에서 요구되는 정보를 중심으로 설계/생산 통합 정보 시스템의 기능을 정의하고 이를 정보 시스템으로 구현하였다.

기존의 생산 지원 정보 시스템들은 주로 관리적의

업무 지원을 위한 데이터의 체계적인 분석, 저장 및 분배에 중점을 두었으나 본 연구에서는 시각을 달리 하여 설계/생산 정보의 통합적인 사용자라 할 수 있는 현장 작업자의 정보 요구사항을 중심으로 필요 정보를 정의하였다는 점에 차이가 있다.

개발된 시스템은 100명의 인원으로 구성된 항공기 기체 부품 생산 기업에서 운영 중이며, 운영 중 파악된 문제점의 해결을 통해 개발된 정보 시스템의 기능 수정 및 보완이 지속적으로 이루어질 예정이다.

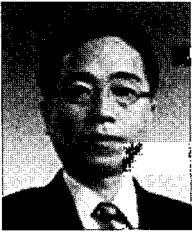
추후 연구로는 우선 정보 시스템 설계 전에 파악된 사용자 요구사항이 시스템 기능에 얼마나 반영되었는가를 평가하는 것과 기업의 각 조직 계층 별로 시스템 사용 만족도와 활용 현황의 차이에 대한 비교 분석 연구를 들 수 있다. 그리고 최근의 협업 설계나 협업 제조 추세에 대응하기 위해 모 업체와 협력업체, 협력업체와 협력업체 간에 필요한 데이터 교환을 원활하게 처리하는 방법과 기업간 협업 지원을 위한 도구 개발에 관한 연구도 추가적으로 필요하다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지역특화·중기거점기술 개발사업(항공기 기체 지능형 통합 생산 시스템 및 고속 가공기 개발)의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. 박찬우 외, 항공기 기체 지능형 통합 생산 시스템 및 고속 가공기 개발을 위한 산업 분석, 산업자원부, 2002.
2. Moynihan, G. P., "The Application of Enterprise Modeling for Aerospace Manufacturing System Integration", *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, Vol. 9, No. 2, pp. 195-210, 1997.
3. Rupp, T. M. and Steiner, C. P., "Supporting Distributed Engineering in the Aerospace Industry by Web-based Collaborative Applications", *9th International Conference of Concurrent Engineering*, Espoo, Finland, June 2003.
4. 강진구, 한관희, 김정진, "공정계획 시스템을 이용한 PDM과 ERP 시스템 연동 환경 개발", 한국경영과 학회/대한 산업공학회 2003 춘계 공동 학술 대회, pp. 53-59, 2003.
5. 한관희, 박찬우, "제품 정보 관리 시스템 개발을 위한 기능 분석에 관한 연구", 한국CAD/CAM학회 논문집, 제7권, 제1호, pp. 42-56, 2002.
6. Liu, D. T. and Xu, X. W., "A Review of Web-based Product Data Management Systems", *Computers in Industry*, Vol. 44, No. 3, pp. 251-262, 2001.
7. 김병희, "수주 생산 방식을 지원하는 제조 실시 시스템 개발", 박사 학위 논문, 한국과학기술원, 2001.
8. 최병규, "MES란 무엇인가?", 월간 부인화 기술, pp. 82-85, June 2002.
9. McClellan, M., *Applying Manufacturing Execution Systems*, St. Lucie Press, Boca Raton, FL, 1997.
10. Soliman, F. and Clegg, S., "Critical Success Factors for Integration of CAD/CAM Systems with ERP Systems", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21, No. 5/6, pp. 609-629, 2001.
11. WÖß, W., Retschitzegger W. and Wagner R., "Rule-based Integration of Business Oriented and Technical Components in CIM Systems", *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, Vol. 26, No. 3/4, pp. 249-266, 1999.
12. Ou-Yang, C. and Jiang, T. A., "Developing and Integration Framework to Support the Information Flow Between PDM and ERP", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 19, No. 2, pp. 131-141, 2002.
13. 한관희, 박찬우, 배성문, "기업 정보 시스템간 데이터 통합을 위한 미들웨어 개발", *IE Interfaces*, 제 16권, 제4호, pp. 407-413, 2004.
14. Lee, C. Y., "Total Manufacturing Information System: A Conceptual Model of a Strategic Tool for Competitive Advantage", *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 14, No. 2, pp. 114-122, 2003.
15. NG, J. K. C. and IP, W. H., "The Strategic Design and Development of ERP and RTMS", *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 34, No. 4, pp. 777-791, 1998.
16. 한관희, 박찬우, "설계/생산 통합 정보시스템 개발을 위한 QFD 기반 기능 분석", *IE Interfaces*, 제 17권, 제3호, pp. 261-268, 2004.



한 관 회

1982년 아주대학교 산업공학과(학사)
 1984년 한국과학기술원 산업공학과(석사)
 1996년 한국과학기술원 자동화 및 설계공학과(박사)
 1984년~2000년 대우전자, 대우정보시스템 근무
 2000년~현재 경상대학교 산업시스템공학부 부교수
 관심분야: PLM, BPM, EAI, Collaborative system



박 찬 우

1979년 서울대학교 기계설계학과(학사)
 1981년 한국과학기술원 항공공학과(석사)
 1988년 한국과학기술원 기계공학과(박사)
 1981년~1998년 삼성항공 근무
 1998년~현재 경상대학교 항공기계공학부 부교수
 관심분야: CAD/CAM/PDM, 설계 최적화, 생산 시스템 설계



옥 주 선

1983년 국민대학교 기계설계학과(학사)
 2004년 창원대학교 기계설계공학과(석사)
 1985년~1990년 삼성공조(주) 근무
 1991년~2004년 수성기체(주) 근무
 2005년~현재 (제)경남테크노파크 근무
 관심분야: 항공기기체 생산시스템



김 갑 산

2002년 아주대학교 경영대학원(석사)
 2005년 서울대학교 공대 최고산업전략과 정수료
 1978년~1992년 삼성항공 CAD/CAM실 근무
 1992년~현재 CIES(주) 부사장
 관심분야: PLM, CAD/CAM, Digital Manufacturing