

웹과 모바일 기술을 이용한 프레스 금형의 불량관리에 관한 연구

이강걸¹ · 노상도^{1*} · 이인석² · 송명환²

¹성균관대학교 시스템경영공학부

²GM Daewoo Auto & Technology 생산기술연구소 공기담당 금형팀

The Fault Management of Press Dies using Web and Mobile Technologies

Kang Gul Lee¹ · Sang Do Noh¹ · In Seok Lee² · Myeong Hwan Song²

¹School of Systems Management Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, 440-746

²Tooling Center/Die Shop, Manufacturing Engineering Center, GM Daewoo Auto & Technology, Incheon, 403-714

There has been many research activities in the area of fault managements in distributed manufacturing environments. This paper proposes and implements web-based fault managements using web and mobile technologies. Web-based project document management system, web-based fault management system and web-based tryout management system are developed and adopted to the press die shop of a Korean automotive company. To do that, as-is and to-be business processes for fault managements are constructed. Because of its distributed environments of shops, necessities of using the mobile technology are proposed. New application for fault managements using WWW, wireless LAN, SMS and mobile phone are suggested and implemented in this paper. Using this system, agile, convenient and reliable way of fault management is realized, and knowledge management for the die manufacturing become possible.

Keywords: press die, fault management, web, mobile

1. 서론

소비자 요구의 다양화에 따른 극도의 제품수명(product lifecycle) 단축과 글로벌한 기업 간 경쟁 격화로 신속하면서도 경제적으로도 고품질의 제품을 생산하는 기술의 확보는 기업 생존의 필수적인 문제로 대두되고 있다. 특히, 자동차산업은 환경 보호, 안전도와 연비 향상에 대한 사회적 필요, 복합기술의 채용 등에 대한 사항들이 추가적으로 요구되고 있으며, 이에 따라 자동차 회사들은 공급망(supply chain) 전체에 걸친 신속한 제품 개발 및 제조를 위한 새로운 기술의 개발과 적용에 많은 연구와 투자를 진행하고 있다. 자동차 회사들이 설계에서 양산에 이르는 시간과 비용을 획기적으로 절감하여 국제적인 경쟁력을 확보, 유지하기 위해서는 각종 정보기술을 적극적으로 활용하는 것이 필요하다.

분산된 제조환경에서 각종 정보들을 효과적으로 관리하기 위

해서는 새로운 개념과 기술들이 필요하며, 특히 웹(web)과 모바일(mobile) 기술을 이용하여 현장과 사무실을 실시간으로 연계하는 모델을 구축하여 제품 개발 및 제조에 소요되는 시간과 노력을 절감하고, 협업(engineering collaboration)을 달성하기 위하여 여러 연구가 진행되어 왔다. Raibulet과 Demartini는 분산된 환경을 위한 모바일 기술로 DDR(distributed database repository) 모델을 만들어냈다. Gavalas와 Greenwood는 모바일을 이용한 발전된 네트워크 모니터링 시스템의 SNMP(Simple Network Management Protocol) 테이블을 제시하였으며, Ong와 Sun은 웹을 기반으로 한 각종 기계들의 실시간 모니터링 플랫폼인 ASDK(aglet software development kit)를 개발하였다. Feridun과 Krause는 모바일 기술을 이용한 분산된 환경에서의 전체적인 엔지니어링 프레임워크(engineering framework)를 <그림 1>과 같이 제시하였다. 이러한 연구들은 주로 웹과 모바일 기술을 이용한 분산된 환경의 모니

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R05-2003-000-10729-0)의 지원으로 수행되었음.

* 연락처 : 노상도 교수, 440-746 경기도 수원시 장안구 천천동 300 성균관대학교 시스템경영공학부, Fax : 031-290-7610,

E-mail : sdnoh@skku.ac.kr

2004년 10월 9일 접수, 1회 수정 후 2005년 2월 17일 게재 확정.

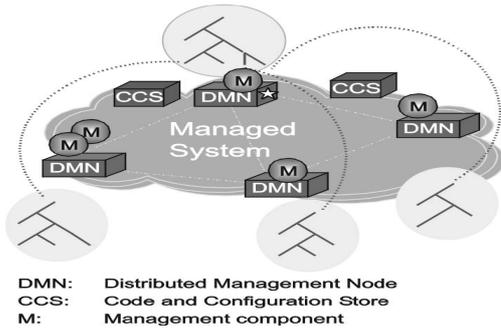


그림 1. Distributed Management framework.

터링에 초점을 맞추고 있으며, 본 논문의 연구대상인 자동차 프레스 금형 불량관리의 특성으로 볼 때 두 가지 기술 적용의 실현 가능성을 보여주고 있다고 할 수 있다.

또한 Huang과 Shi, Mak은 웹을 기반으로 분산된 환경에서 불량을 모니터링하고 관리할 수 있는 FMEA(failure mode effects analysis) 시스템을 제시하였다. <그림 2>는 Web-based FMEA system에서 Database Server, Web Server, Client Browser의 세 가지 구성요소들이 어떻게 구성되어 있는지를 보여주고 있으며, <그림 3>은 웹에서 구현된 worksheet의 interface 화면을 보여주고 있다. 하지만 이 연구에서는 Web-based FMEA system은 전체적인 흐름 및 구축방법을 제시하였을 뿐 FMEA 데이터베이스, 시스템 구축, 운영에서의 각종 오류 등으로 인해 실용화에 이르지 못했으며, 웹이 가지고 있는 비동기성으로 인해 실시간으로 적용되기 위해 극복해야 할 많은 문제점을 보여주었다.

본 논문에서는 정보기술을 이용한 생산정보화의 한 사례로서, 자동차 프레스 금형 공장의 불량관리를 위해 웹과 모바일 기술을 적용한 연구와 그 효과를 소개하고자 한다.

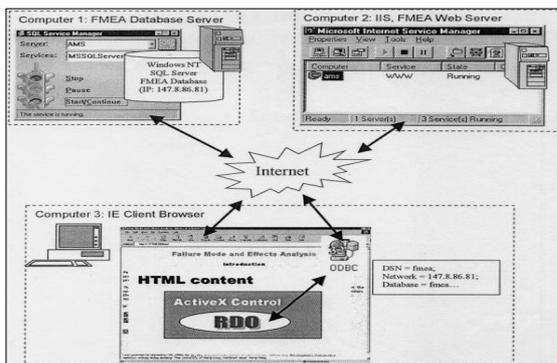


그림 2. Web-based FMEA architecture.

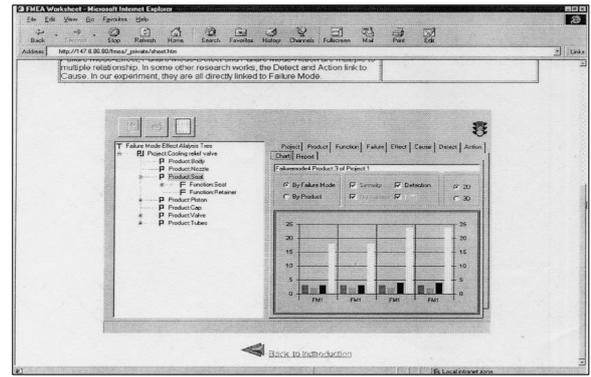


그림 3. User interface of FMEA worksheet.

2. 프레스 금형 공장의 불량관리 업무분석

본 논문에서는 국내의 한 자동차 프레스 금형 공장을 대상으로 불량 발생과 그 처리에 관련된 일련의 업무들을 파악하고, 이를 IDEF(Integrated DEFinition) 방법을 이용하여 체계적으로 분석하였다. 구성된 현행 업무절차(as-is business workflow)를 바탕으로 효율적인 개선 업무절차(to-be business workflow)를 수립하며, 이 결과는 시스템 설계의 중요한 기본 자료가 된다. 업무분석을 위해서는 IDEF0 방법을 사용하였으며, Lanner 사의 AOWin을 모델링 도구로 사용하였다.

자동차 프레스 금형 공장(automotive press die shop)에서는 다양한 가공(machining)작업을 수행하여 금형 부품들을 생산하며, 생산된 부품들의 조립을 통해 금형을 제작하고, 완성된 금형에 대한 시험 및 수정 작업, 즉 tryout을 수행한다. 프레스 금형 공장의 현행 불량관리 업무 프로세스는 <그림 4>와 같다.

즉, 현장에서 불량이 발생하면, 해당 공정의 직장 또는 작업자가 불량 발생 부분을 디지털 카메라를 이용하여 사진으로 촬영, 사무실에서 문서작업을 통하여 사진을 포함한 불량 보고서를 작성, 이를 프로젝트 관리자에게 보고한다. 불량을 보고받은 프로젝트 관리자는 여러 정보, 지식을 바탕으로 적절한 수정작업에 결정, 작업 지시서를 작성하며, 이를 수행할 공정의 직장 또는 작업자에게 작업지시를 내려 작업을 진행한다.

본 논문에서는 <그림 4>와 같은 현행 불량관리 업무 프로세스를 개선하기 위하여 웹과 모바일 기술을 활용한 개선안을 <그림 5>와 같이 도출하였다. 개선안의 적용을 통하여 엔지니어가 불필요한 시간 낭비 없이 올바른 의사결정을 하고, 이

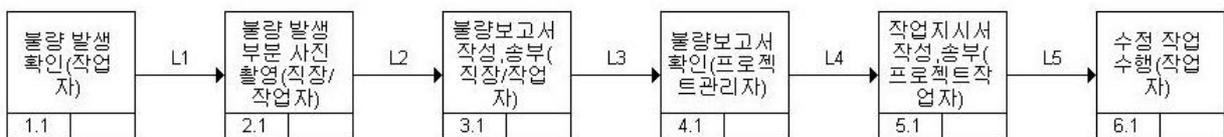


그림 4. 현행 불량 관리 업무 프로세스.

결과들이 신속하고 정확하게 관련된 작업자들에게 전달되는 것이 가능해진다. 현행 업무절차에서는 현장에서 불량이가 발생하면 디지털 사진을 촬영하고, 사무실에서 문서작성기를 이용하여 사진이 삽입된 불량보고서를 작성, 프로젝트 관리자에게 송부하는 절차로 업무를 수행하고 있으나, 개선된 시스템에서는 디지털 카메라가 장착되고, 무선랜(wireless LAN)으로 연결된 PDA(personal digital assistant)를 통하여 불량관리 업무 프로세스를 낭비 없이, 즉시 수행할 수 있다. 그리고 프로젝트 관리자가 재작업을 결정, 해당 작업에 대한 작업지시서를 작성하여 현장으로 송부하는 절차가 핸드폰 SMS(short message service) 서비스와 이메일(e-mail)로 대체되게 된다. 이상의 결과를 바탕으로 결론적으로 개선된 업무절차가 웹과 모바일 환경에서 수행되도록 지원하는, 각종 정보의 작성, 조회, 수정, 진행이 가능한 통합 시스템과 데이터베이스에 대한 설계를 진행하였다.

3. 웹과 모바일 기술을 이용한 프레스 금형 공장의 불량관리 시스템

본 논문에서 개선된 불량관리 업무절차의 수행을 위해 Web기반 시스템들과 다양한 모바일 기술을 개발, 적용하였다. 개발된 불량관리 시스템의 구성과 개념은 <그림 6>과 같다. 금형 불량 발생, 보고, 수정작업 지시, 작업수행에 관련된 여러 작업자들이 각자의 브라우저(browser)를 통해 시스템에 접속, 작업을 수행하며, CAD 데이터, NC 파일 등 이 과정에서 필요한 다양한 엔지니어링 데이터들이 문서관리 시스템을 통하여 제공된다. 불량보고의 작성, 재작업 지시는 불량관리를 중심으로 모바일 기술을 활용해 이루어지며, 불량과 밀접한 관계를 갖는 tryout 관리가 시스템을 통하여 통합, 구현되었다.

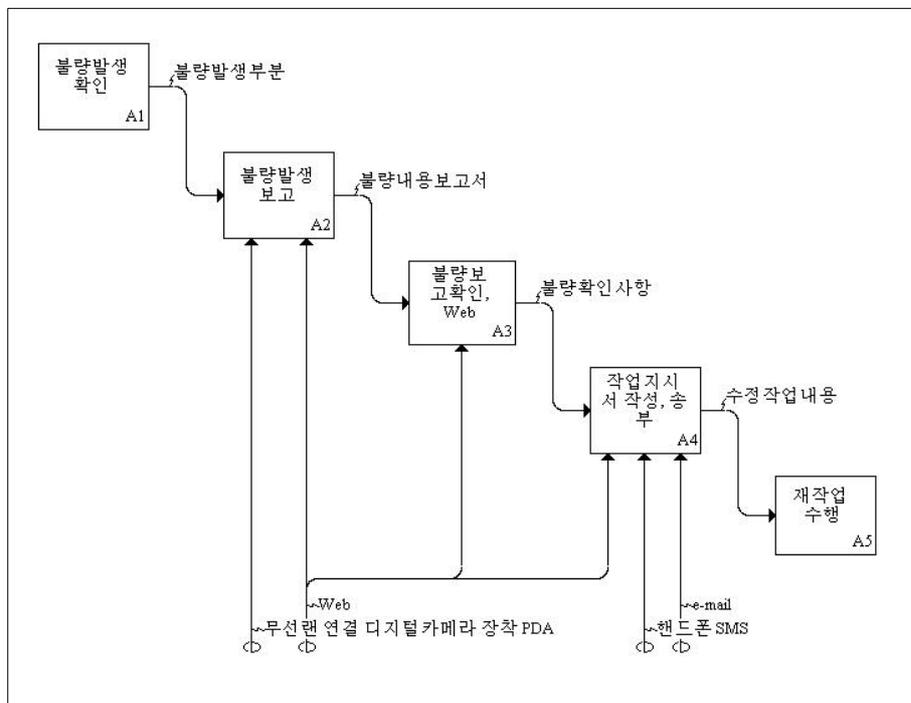


그림 5. 개선 불량 관리 업무 프로세스.

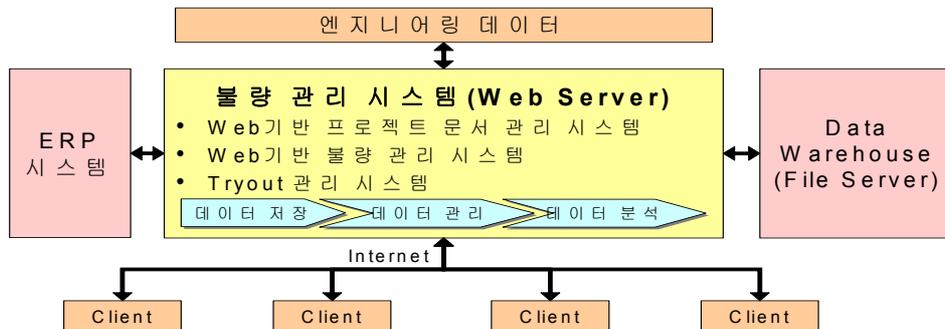


그림 6. 불량관리 시스템의 구성.

3.1 웹 기반 프로젝트 문서관리

웹 기반 프로젝트 문서관리 시스템은 금형/프로젝트별 각종 관련 기술문서, 파일 등에 대한 등록, 수정, 삭제, 조회가 가능하다. 또한 기타 프로젝트에 관련된 문서들을 관리하고, 프로젝트 관리자가 프로젝트의 진행상황과 관련 업무 매뉴얼, 문서들을 관리, 사용할 수 있도록 구성하였다. <그림 7>은 구성된 프로젝트 문서관리 시스템의 실행 화면 중 하나로서 다양한 형태의 파일들에 대한 관리 기능을 보여준다.



그림 7. 웹 기반 프로젝트 문서관리 시스템.

3.2 웹 기반 불량관리 시스템

웹 기반 불량관리 시스템에서는 불량 발생, 원인의 분석, 재작업의 결정, 작업수행의 전반에 걸쳐 필요한 정보를 통합적으로 관리하는 것으로, 불량발생 시 보고서가 등록, 수정, 삭제, 조회되고, 이것이 프로젝트 관리자에게 바로 전달되며, 필요한 경우 웹 환경에서 FMEA를 수행할 수 있도록 구성하였다. <그림 8>은 불량관리를 위하여 모바일 기술을 적용하는 개념을 그림으로 나타낸 것이며, <그림 9>는 무선랜을 이용, 현장에서 작업자가 PDA 상에서 불량에 대한 보고를 수행하는 화면이다. 또한 모바일 기술을 활용하여, 현장에서 PDA에 의해 촬영된 사진과 설명 내용이 무선랜을 통해 바로 입력, 불량보고서가 자동으로 작성되어 프로젝트 관리자에게 통보, 조회된다. 웹과 데이터베이스가 연결된 시스템이므로, 불량에 관련된 메모나 각종 know-how들이 저장, 관리될 수 있도록 구성되었다.

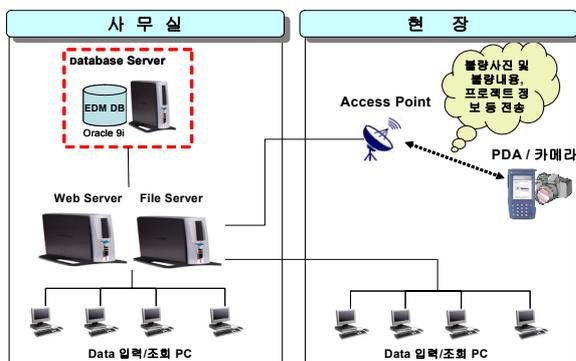


그림 8. 모바일 기술을 적용한 불량관리 개념도.



그림 9. 무선랜과 카메라 장착 PDA를 이용한 불량관리 시스템.

3.3 웹 기반 Tryout 관리 시스템

금형에서 불량이 발생했을 경우, 불량관리와 가장 밀접한 관계를 가지고 있는 것은 tryout과 재작업이다. 본 논문에서는 금형의 불량관리와 불량 발생의 원인분석, 처리를 위해서 tryout에 대한 정보가 관리, 연계되도록 하였으며, 필요한 정보가 서로 원활하게 사용될 수 있도록 하였다. 즉, tryout 대상 부품, 공정의 등록, 수정, 삭제 및 조회와 tryout 수행 결과 데이터베이스의 관리, 그리고 발생하는 오류와 재작업의 분석 및 원인추적을 지원하는 기능들을 포함하였다. <그림 10>은 웹 기반 Tryout 관리 시스템의 실행화면 중 하나이다. 개발된 관리 시스템은 단순한 관련 문서관리가 아니라, 금형의 불량과 오류 수정 발생 자체를 줄일 수 있도록 하는 지식관리 시스템(knowledge management system)의 기반이 되도록 구성하였다.

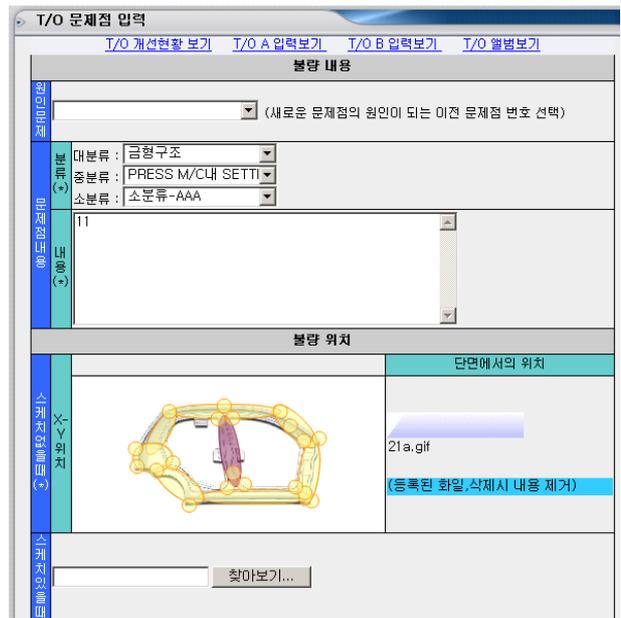


그림 10. 웹기반 Tryout 관리 시스템.

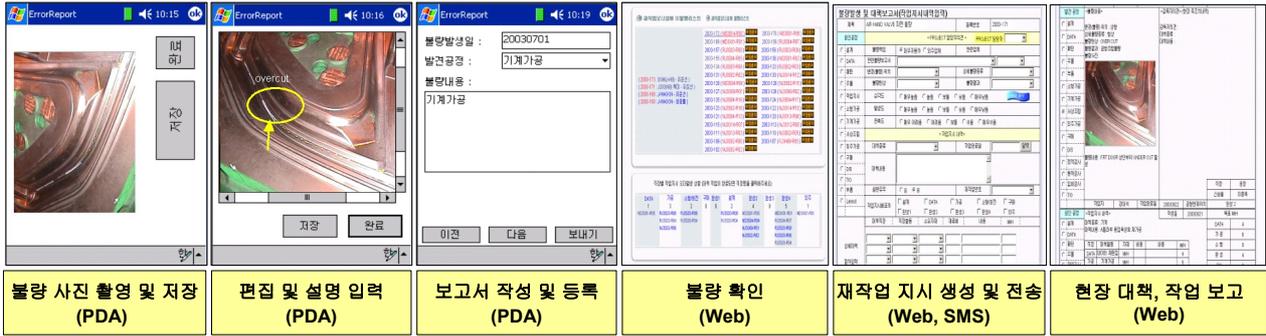


그림 11. 웹과 모바일 기술을 이용한 불량관리, 적용 예.

3.4 적용 결과 및 효과

3.4.1 적용 사례

본 논문에서 개발, 구축된 웹과 모바일 기술을 이용한 불량관리 시스템의 적용 사례를 보면, <그림 11>과 같이 불량발생 후 불량보고 및 등록이 PDA 상에서 한번에 수행되도록 개선되었고, 불량확인, 재작업 지시 등이 모두 웹 상에서 데이터베이스를 기반으로 수행하도록 개선되었다.

3.4.2 적용 효과

본 논문에서 개발된 웹 기반 불량관리 시스템을 통하여 기존에 문서형태로 존재했던 관련 정보들을 DB화함으로써, 기존에 하기 어려웠던 불량원인에 대한 심층적인 분석을 할 수 있는 기반을 마련하였다. 예를 들어, 프로젝트별, 판넬별, 공정별로 불량발생률을 비교 분석하거나, 불량발생에 책임이 있는 업체관리를 위한 업체관리 지표를 개발할 수 있었다. 또한, 추후 유사 금형설계 시 설계자들이 불량 발생이력과 원인을 숙지하고 설계함으로써 같은 불량이 발생하는 것을 사전에 막게 되어 재작업에 소요되는 인력과 비용의 낭비를 막을 수 있었다. 실제로 2004년 1월부터 9월까지 재작업으로 인한 손실이 전년에 비해 30% 정도 감소하는 결과를 얻을 수 있었으며, 이는 불량관리 시스템을 통하여 금형제작 초기공정에 발생 가능한 여러 가지 문제점들을 사전에 해결한 성과에 의한 것으로 생각된다.

웹 기반 프로젝트 문서관리 시스템의 경우, 현장과 사무실 데이터의 일치를 통한 데이터 신뢰도의 확보와 데이터 검색시간의 단축, 작업의 효율성 증가 등의 효과를 얻을 수 있었다. 또한 각자의 PC에 임의적으로 저장되는 파일들을 웹과 데이터베이스를 통해 통합적으로 관리하게 되면서 협력업체와 사무실 간 데이터의 불일치로 인한 여러 가지 오류들을 제거할 수 있었다. 또한 설계단계에서부터 웹 기반 Tryout 관리 시스템으로 금형 판넬 초기 품질을 사전 검토하여 발생 가능한 문제점들을 예측, 분석함으로써 초기 판넬 품질을 증가시킬 수 있었다.

본 논문에서 불량관리를 위해 모바일 기술을 적용한 결과, 현장 작업자들은 PDA를 이용하게 됨으로써 불량을 보고하기 위해 작업했던 일련의 절차들을 더 빠르고 더 쉽게 처리하게

됨으로써 업무 효율이 증대되었음을 볼 수 있었다. 실제로 불량보고를 위해 사용해 왔던 시간과 인력을 50% 이상 감소하는 효과를 볼 수 있었으며, 웹 환경과 상호보완적인 관계를 유지하면서 정보시스템 활용률을 극대화할 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 자동차 프레스 금형 공장에 대하여 Web과 모바일 기술을 이용한 불량관리 시스템에 대하여 소개하였다. 불량관리를 위하여 Web 환경에서 운영되는 문서관리, 불량관리, Tryout 관리 시스템을 구축하였으며, 불량보고와 수정작업의 지시를 위해 무선랜으로 연결된 디지털 카메라 장착 PDA, SMS 그리고 e-mail 을 활용하는 방법을 제안, 적용하였다. Web과 모바일로 대표되는 다양한 정보기술의 적용을 통하여 분산된 다수의 작업자들이 보다 편리하고 정확하게 정보를 교환, 협업을 수행하고, 관련된 지식이 원활하게 축적, 활용되는 프레스 금형 공장의 지식관리 체계 구축이 가능할 것으로 생각된다.

참고문헌

C. Raibulet, C. Demartini(2000), Mobile agent technology for the management of distributed system a case study, *Computer Networks*, 34(6), 823-830.
 D. Gavalas, D. Greenwood, M. Ghanbari, M. O'Mahony(2000), Advanced network monitoring applications based on mobile/intelligent agent technology, *Computer communications*, 23(8), 720-730.
 Dongmok Sheen, Chang Ho Lee, Sang Do Noh and Kiwoo Lee(2004), Process planning and NC-code generation in manufacturing of press dies forproduction of car bodies, *International Journal of Production Research*, 42(1), 37-49.
 G. Q. Huang, J. Shi, K. L. Mak(2000), Failure mode and effect analysis(FMEA) over the WWW, *International of journal of advances manufacturing technology*, 16(8), 603-608.
 Howard C. Crabb(1998), *The Virtual Engineer*, ASME Press.
 M. J. Kang(1997), The technical state of Automotive Production System, *Transaction of the KSAE*, 19(1), 12-21.
 M. Feridun, J. Krause(2001), A framework for distributed management with

mobile component, *Computer networks*, 35(1), 25-38.
 S. K. Ong, W. W. Sun(2003), Application of mobile agents in a web-

based real-time monitoring system, *International journal of advanced manufacturing technology*, 22(1/2), 33-40.



이강결
 성균관대학교 시스템경영공학부 학사
 현재: 성균관대학교 산업공학과 석사과정
 관심분야: Concurrent & Collaborative Engineering,
 디지털 가상생산, CAD/CAPP/ CAM/PLM



이인석
 서울대학교 기계항공공학부 학사
 서울대학교 기계항공공학부 석사
 현재: GM Daewoo Auto & Technology 생산기술
 연구소 연구원
 관심분야: 가상생산, 정보시스템, CAD/CAM/ PLM



노상도
 한국과학기술원 기계공학과 학사
 서울대학교 기계설계학과 석사
 서울대학교 기계설계학과 박사
 고등기술연구원 생산기술센터 선임연구원
 현재: 성균관대학교 시스템경영공학부 교수
 관심분야: Concurrent & Collaborative Engineering,
 디지털 가상생산, CAD/CAPP/ CAM/PLM



송명환
 한국과학기술원 정밀공학과 학사
 현재: GM Daewoo Auto & Technology 생산기술
 연구소 공기담당 금형설계그룹 차장
 관심분야: CAD/CAM/PLM, 가상생산시스템