한국 CAD/CAM 학회 논문집
제 15권 제 2호 2010년 4월 pp. 94-105

ISP(정보 전략 계획) 개념을 이용한 디지털 생산 적용 프레임워크 연구

우종훈*, 송영주**, 이태경***, 신종계****

Research on the Framework for the Adoption of Digital Manufacturing Methodology with Information Strategy Planning Concept

Jong Hun Woo*, Young Joo Song**, Tae Kyung Lee*** and Jong Gye Shin****

ABSTRACT

Todays, there is fast transition about the new manufacturing IT methodologies from the conceptual phase into the practical application phase for the strengthening of enterprise competitiveness in manufacturing industry. One of those new methodologies is PLM (Product Life-cycle Management). PLM methodology consists of 3D CAD for the product design, PDM (Product Data Management) for the data management based on the collaboration platform and lastly DM (Digital Manufacturing). DM has evoluted from the stand-alone computer simulation of early 1980s, and now it covers the overall production development and production. Unfortunately, there exist serious critical problems about the actual application of DM for the real work. This is owing to the transition of the point of view from stand-alone type application (such as flow simulation or robot simulation) to that of business process about product development and production management. In this paper, we propose an application framework for the successful project with the digital manufacturing methodology with the concept of Information Strategy Planning, which enables the systematic diagnosis and the quantitative evaluation. Also, we introduce the actual practice of the proposing framework with the ISP project for 'Analysis & Simulation Technique of manufacturing process project' that is being conducted by Chungnam Techno Park.

Key words : Product Lifecycle Management (PLM), Digital Manufacturing, Information Strategy Planning

1. 서 론

최근 제조업의 경쟁력 확보에 있어 생산 시스템 기술과 관련하여 여러 기술들이 새로이 소개 되거나 기존에 검토 단계에 머물던 연구들에 대한 상용화 시도가 활발해지고 있다. 이러한 시도의 일환으로 최근의 IT 기술에 발맞추어 활성화 되고 있는 개념이 PLM (Product Life-Cycle Management)이다. PLM은 제품의 개발, 기획부터 시제품, 생산, 소멸까지의 제품 생명주기와 그것을 조율하고 조합하는 업무 프로세스를 포함하는 제품 개발 관리를 의미한다. PLM은 기업이 비즈니스 환경변화에 신속히 대응하기 위해 혁신적인 제품 개발을 하여, 실제 투자 및 생산을 하기 전에 제품의 라이프사이클 전체를 모사할 수 있도록 지원하는 것이다[1].

PLM의 목표는 제품을 만드는 과정에 있어서 또는 어떠한 서비스를 제공하는 일에 있어서 가장 빠른 시간에 가장 적은 비용을 이용하여 가장 정밀/정확한 제품/서비스를 제공하는데 있다고 할 수 있다. 이러한 PLM 방법론을 구성하는 축은 크게 3가지가 있다. 하나는 제품에 대한 정보 생성에 관련되는 CAD (Computer Aided Design), 다른 하나는 그러한 제품 정보 및 그에 관련된 제품 Life Cycle 동안의 모든 정보를 관리하는 PDM(Product Data Management), 그리고 또 다른 하나가 디지털 생산이다[1]. 이렇게 PLM을 구성하는 대표적인 3가지 분야 중 3D CAD

*정회원, (주)지노스 연구소 팀장
**비회원, 서울대학교 공학연구소 연구원
***비회원, 충남 테크노파크 팀장
****종신회원, 서울대학교 조선해양공학과 교수
- 논문투고일: 2009. 09. 23
- 논문수정일: 2010. 01. 14
- 심사완료일: 2010. 01. 22

와 PDM의 도입에 대해서는 더 이상 재론의 여지가 없다고 할 수 있다. 하지만, 디지털 생산의 경우에는 도입하고자 하는 기업의 의지라던가 실제로 도입이 되어 활용이 되고 있는 수준이 상대적으로 미비하다고 할 수 있다. 이에 대한 보다 구체적인 문제점 분석은 2.3에서 기술하고자 한다.

한편, 정보 기술의 발전 속도가 증가할수록 기업에서 필요로 하는 정보시스템과 관련한 의사 결정이나 방향 설정이 필요한 분야는 점점 증가하고 있다. BPR(Business Process Reengineering), 그룹웨어, ERP(Enterprise Resource Planning), SCM(Supply Chain Management), PLM 등 새로운 이슈가 증가하면서 기업의 입장에서는 각 이슈에 대한 방향 설정에 곤란을 겪고 있다. 이러한 이슈들은 기업의 여러 부분과 밀접하게 연계가 되어 있기 때문에 방향성이 수립되지 않게 되면 적합한 정보 시스템을 선택하고 도입하는 데 어려움을 겪게 되고, 우여곡절 끝에 시스템을 도입하더라도 운영이 곤란을 겪거나 어렵게 도입한 시스템이 효과를 내지 못하고 사장이 되어버리는 경우도 빈번히 발생하게 된다.

이러한 문제점을 해결할 수 있는 방안으로 정보 전략의 개념이 널리 활용되고 있다. 정보공학은 기존의 프로세스 중심의 업무 분석 및 설계 방식 보다는 조직에서 보다 안정적인 구조를 이루는 데이터를 우선 체계화하는 것이 중요하다는 점을 강조하면서 전략적 자료 계획(Strategic Data Planning)으로 출발하였고 James Martin에 의하여 정립되었다[2]. 정보 공학은 사업의 요구를 만족할 수 있는 전사적 정보 시스템을 개발하기 위한 정형화된 기법들로 구성된 광범위한 방법론이다. 90년대 초 James Martin에 의해 제창되어 Texas Instruments의 표준 방법론으로서 산업공학적 방법론을 제공하였고[3], 1990년대 중반에는 개발 방법론 중 대표적인 Ernst & Young 컨설팅의 Navigator, Anderson 컨설팅의 Method/1 등 다수의 방법론이 정보전략계획 단계를 포함하게 되었다[4].

정보공학은 일반적으로 ISP(정보전략계획, Information Strategy Planning), BAA(사업영역분석, Business Area Analysis), BSD(업무시스템설계, Business System Design) 그리고 BSC(업무시스템구현, Business System Construction)으로 구성이 되는데 본 논문에서는 이러한 정보공학 기법 중 ISP의 개념을 활용하여 디지털 생산을 도입하려는 기업에 적용할 수 있는 진단 및 목표 체계 도출에 대한 프레임워크를 제안하고 사례를 소개하고자 한다. Fig. 1에서 ISP 방법론 적용에 대한 일반적인 효과를 보이고 있다. ISP 개념을 차용한 디지털 생산 적용을 위한 프레임워크는 현황 분석을 위한 템플릿, 디지털 생산에 대한 목표 체계 모형을 포함하고 최종적으로 해당 기업이 효과적인 이행 계획을 수립할 수 있는 중장기 계획에 대한 기준 안 마련을 포함한다. 다만, 본 논문에서는 대상으로 하는 업무 영역이 제품 개발 및 생산 관리에 중점을 두고 있기 때문에 경영 환경에 대한 진단은 제외하고자 한다.

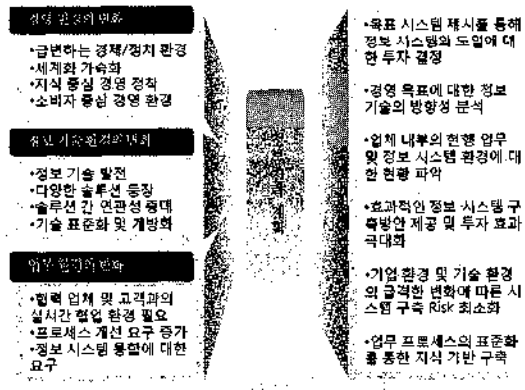


Fig. 1. Background and benefit of ISP.

2. 디지털 생산 방법론에 대한 이슈

2.1 디지털 생산의 정의

Grieves[5]는 그의 저서 Product Lifecycle Management에서 디지털 생산을 최소의 가능한 리소스를 사용하여 상품 기획, 상품 개발, 시제품 제작, 양산 준비, 생산, 모니터 등 제품의 라이프사이클과 관련 된 모든 행위에 대하여 PLM의 개념에 기반한 사람, 프로세스 및 기술적인 요소를 포함하는 접근법이라고 기술하고 있다[4]. 여기에서 주목할 만한 부분은 디지털 생산에 대하여 접근법의 관점으로 정의를 하고 있는 부분에 있다고 할 수 있다. 이는 디지털 생산이 PLM과 동일한 요소들 - 사람, 프로세스, 기술 - 을 다루면서도 보다 더 기술적인 부분에 무게를 두고 있기 때문이라고 할 수 있다. 그러한 관점에서 디지털 생산과 같이 제품의 생산 프로세스에 중점을 두고 있는 린 생산과 같은 기법과도 차별화 된다고 할 수 있다.

국내에서 디지털 생산이라는 용어는 2000년대 들어오면서 정식 학술 용어로 사용이 되기 시작하였다. 해당 기술 내지는 방법론의 역사를 거슬러 올라가보면 80년대 초에 산업용 로봇이 개발되고 사용되면서 로봇에 대한 컴퓨터 시뮬레이션이 부분적으로 사용되었다. 80년대 중반을 거치면서 보다 실질적인 산업용 로

봇이 OLP(Off Line Programming) 및 생산 라인 자동화에 대한 PLC(Programmable Logic Control)에 대한 사전 검증의 목적으로 컴퓨터 시뮬레이션이 보다 널리 사용되게 된다. 그 이후 90년대 중반을 지나면서 제조 시스템에 대하여 부분적으로는 로봇이나 작업자에 대한 시뮬레이션, 전체적으로는 공장의 거동에 대한 시뮬레이션이 광범위하게 적용되기 시작하였다. 그리고, 3D 설계 및 제품 개발에 대한 정보화가 고도화 되면서 이러한 단체적(Stand-alone)인 형태의 시뮬레이션 기법들이 디지털 생산이라는 분야로 통합되기 시작하였다.

현재 시점에서 디지털 생산은 과거의 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션 이라는 범위를 초월하여 보다 넓은 영역에 대한 정보화를 의미하고 있다. 앞서 언급한 Grieves의 정의는 그러한 의미에서 PLM에 의한 정보화에 기반하여 제품을 개발하고 생산하는데 관련 된 모든 행위의 선도적인 기술들을 활용한 접근법을 의미한다고 할 수 있다.

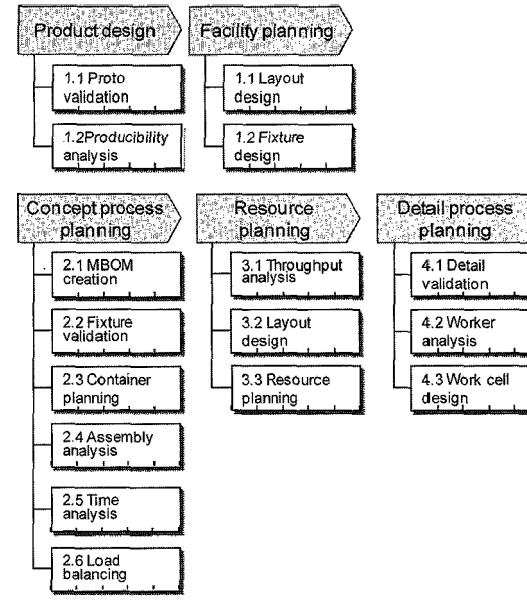


Fig. 2. Coverage of digital manufacturing.

2.2 디지털 생산 적용 범위

디지털 생산이 업무와 정보의 선행화라는 사상에 있어서 디지털 생산의 역할은 제품 개발 프로세스에서 제품을 설계할 때 미리 공정 계획에 대한 유효성을 선행하여 검토하고 공정 계획 시 양산의 가능성을 미리 검토하여 제품 개발 주기의 하류 단계로 갈수록 증가되는 변경 비용을 감소시키고 불필요한 재작업과 오류를 방지하고자 하는 것이라고 할 수 있다.

이러한 의미를 배경으로 본 논문에서 정의하는 디지털 생산의 적용 범위는 설계 완료 시점부터 시작하여 공정 계획 및 양산 시작 이후의 생산에 관련되는 모든 범위를 포함한다. 이를 간략하게 살펴보면 연구소에서 설계 완료 후 EBOM(Engineering Bill Of Material)에서 시작하여 MBOM(Manufacturing Bill Of material)을 설계하고 원자재, 부자재 및 반제품 들의 라우팅을 결정하게 된다. 또한 이 과정에서 필요한 설비 리스트, 생산 라인 구성, 치공구 제작 등이 병행되고 이러한 업무들에 의하여 제품에 대한 양산 준비가 진행되게 된다. 양산 시작 이후에도 생산 라인의 안정화, 제공 및 제고 공간에 대한 개선 작업 및 목표 생산량 및 품질 안정화 등에 대한 업무들이 수행된다. 또한 이러한 과정에서 3D 데이터와 컴퓨터 시뮬레이션의 적극적인 활용이 기존 방법론과의 차별화 되어 적용된다. Fig. 2에서 제품 개발, 설비 개발 및 공정 계획 부분에 있어서의 디지털 생산의 적용 범위를 보이고 있다.

2.3 디지털 생산 적용 전략의 문제점

본 절에서 지적하고자 하는 디지털 생산 적용 전략의 문제점은 기술적인 문제의 측면 보다는 적용 전략의 측면에서 분석된 내용을 기술하고자 한다. 국내에서 디지털 생산 방법론이라는 의미로 전사적인 시스템 구축 프로젝트가 시작된 것은 그리 오래되지 않는다. 관점에 따라 논란의 여지는 있을 수 있겠지만 1990년대 후반부터 3D 기반의 DES 시뮬레이션이 활성화 되기 시작한 것이 디지털 생산의 시초로 알려져 있다. 이것과 유사한 시기에 산업용 로봇 및 자동화 설비에 대한 사전 검증의 목적으로 3D 기반의 자동화 설비 시뮬레이션 적용이 활성화 되었다. 요소 기술적으로는 이러한 3D 기반의 시뮬레이션들이 적용 분야의 따라 더욱 세분화가 되어가는 동시에, 3D CAD와 PDM 등 제품 개발 프로세스를 전산적으로 지원하는 방법론 및 시스템들이 실용화가 되어 가면서 디지털 생산 분야에서도 개별적인 시뮬레이션 기능 부분에서 확장하여 제품 개발 프로세스 중 공정 계획 부분에 대한 라이프사이클을 지원할 수 있는 시스템적인 방법론과 솔루션이 제공되기 시작하였다. 이러한 과정에서 디지털 생산 방법론은 기존의 3D CAD, PDM 등의 성공적인 도입과 3D 데이터의 적극적 활용 및 시뮬레이션이라는 동적인 부분의 장점을 배경으로 관심이 고조되었다.

하지만, 도입 검토 과정에서 기존 시스템과의 업무 영역의 중복 문제, 3D 시뮬레이션의 ROI(Return On

Investment) 분석 부족, 기존 업무로부터의 저항 문제 등이 발견되었다. 디지털 생산이 기존의 공장 분석이나 산업용 로봇 검증 등에 대한 단위 프로젝트 관점에서 비즈니스 프로세스에 대한 관점으로 옮겨가면서 적용에 대한 실질적인 문제점이 부각되기 시작하였다. 하지만, 이렇게 부각되는 문제점들을 초기 검토 단계에서 체계적으로 진단하고 적용에 대한 실질적인 계획을 수립할 수 있는 방법론이 미흡하였기 때문에 검토 시 솔루션 중심의 접근이라는 한계를 보여왔다.

본 논문에서는 이러한 초기 단계의 검토 시 디지털 생산 솔루션을 성공적으로 도입하기 위하여 정보 전략 계획 개념을 이용하여 제품 개발 프로세스와 공장 운영의 관점에서 진단 및 평가가 가능한 디지털 생산 적용 프레임워크를 제시하고자 한다.

3. 정보전략계획

3.1 정보전략계획

정보전략계획(Information Strategy Planning)이란 정보시스템 구축의 출발점인 계획 단계를 의미한다.

Table 1. Several definitions of Information Strategy Planning

연구자	정의
Kriebel (1968)	최고경영자에 의해서 성장을 위한 기업전략의 수립, 자원배치, 컴퓨터시스템을 위한 조직관리의 세 분야에 대한 의사결정을 내리고, 시스템 개발에 따른 현 조직의 위치를 파악하는 계획과정
Carlson, Kerner (1979)	구현 가능 정보 시스템 중에서 현재와 미래의 조직의 목표를 가장 충실히 충족시킬 수 있는 어플리케이션을 선택하는 과정
Parsons (1983)	경쟁자에 대한 기업의 이점과 장점을 창출할 수 있는 새로운 어플리케이션의 발견을 구체화하는 과정.
Lederer & Sethi (1988)	경영전략을 수행하여 경영전략의 목적을 달성하기 위해 조직에 적합한 컴퓨터 기반의 어플리케이션의 포트폴리오를 정의하는 과정
Baker (1995)	정보시스템의 구현을 위해 필요로 하는 자원(인간, 기술, 재정), 변화 관리, 통제 절차, 조직 구조의 고려를 통해 효율적, 효과적, 전략적인 우선화 된 정보시스템의 정의
King (1994)	정보시스템 사용을 통한 조직의 전략적 경영계획의 지원과 효율적이고, 효과적인 정보시스템 유지관리를 위한 기회를 정의하는 과정과 관련된 모든 계획

즉, 조직의 정보시스템 구축에 대한 전반적인 상황의 인식과 지향해야 할 목표를 조명하는 작업이라고 할 수 있다. 하지만 정보전략계획은 정보시스템 자체만을 위한 것이 아니라 기업의 경쟁 우위 확보를 위한 기업 정보화 전략과 밀접하게 연관되고 있다. 이런 관점에서 정보전략계획은 기업이 수립한 중장기 경영전략과 계획을 토대로 사업 전개에 필요한 총체적인 정보 체계를 제시하고 향후 단위 또는 통합 정보 체계의 개발을 계획하고 통제함으로써 경영 요구에 의한 정보 기술 체계를 구축하는 과정으로 정의될 수 있다. Table 1에는 알려져 있는 정보전략계획의 정의를 보이고 있다[6]. 관점에 따라 차이는 있을 수 있으나 보편적으로 기업의 목표를 달성하기 위하여 현재의 상황을 분석을 통해 핵심 문제점을 파악하여 문제점을 개선하기 위하여 어떠한 정보 기술을 적용할 것인지에 대한 선택화 구축 계획을 수립하는 것으로 요약될 수 있다.

3.2 정보전략계획 프로세스

정보전략계획은 Fig. 3에 보이는 바와 같이 일반적으로 경영환경 분석으로 시작이 되고 해당 기업의 모형 및 기술환경에 대한 분석을 통한 현황 파악, 현황 파악을 통해 도출된 핵심 문제점 및 개선 방안에 의한 목표 체계 수립 및 이행계획 수립의 절차로 이루어진다.

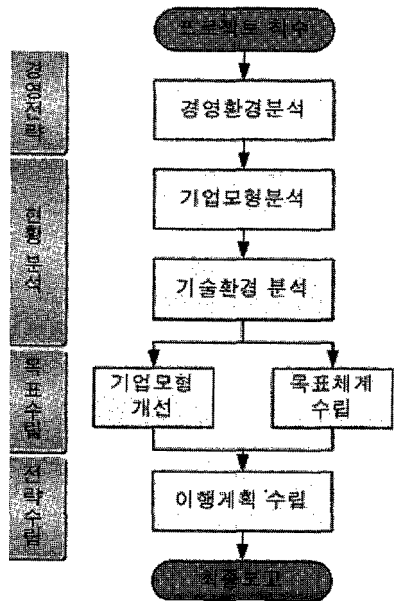


Fig. 3. General procedure of information strategy planning.

4. ISP 개념을 이용한 디지털 생산 적용 프레임워크

4.1 프레임워크 개요

본 논문에서 제시하는 디지털 생산 적용 프레임워크는 3장에서 소개한 일반적인 정보전략계획 프로세스를 따르도록 한다. 다만 제품 개발 프로세스와 공정 관리에 관련된 부분에 집중을 하기 때문에 경영환경 분석에 대한 부분은 제외하도록 한다. 본 논문에서 핵심적으로 수립하고자 하는 프레임워크는 현황분석 및 목표수립에 대한 체계이다. 그리고, 디지털 생산 검토 단계에서 기술적 배경이 될 수 있는 예제를 추가하고자 한다.

4.2 현황분석

디지털 생산 적용을 위한 현황분석의 핵심은 인터뷰 대상 부서와 해당 업무에 대한 질의서의 내용이라고 할 수 있다. 앞서 언급하였듯이 디지털 생산 기술의 경우에 적용 범위는 광범위한 제품 개발 프로세스 중 공정 계획 부분에 중점을 두고 또한 양산 이후의 생산 관리 부분에서 공장의 운영에 대한 부분에 관여가 될 수 있다. 대상 업체에 따라서 부서간의 역할이나 이해 관계가 다를 수는 있으나 현황 분석을 위한 인터뷰 대상은 제품 설계를 담당하는 연구소, 공정 계획을 수행하는 생산 기술 부서 및 생산을 계획하고 운영하는 생산 관리 부서라고 할 수 있다. Fig. 4에서는 Fig. 2를 보다 간략화 하여 제품 개발 프로세스에 대한 담당 부서 및 해당 주요 업무에 대한 디지털 생산 기술의 연관성을 보이고 있다.

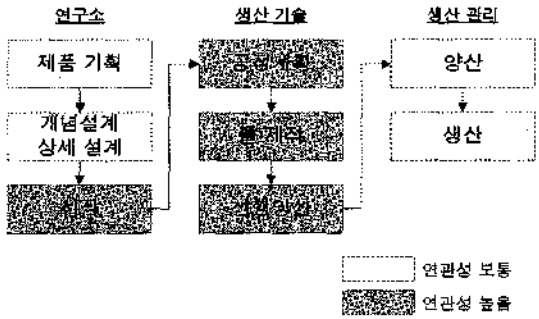


Fig. 4. 제품 개발 프로세스 및 담당 부서에 대한 디지털 생산 연관성.

본 논문에서 제안하는 현황분석에 대한 내용은 크게 제품, 공정, 리소스 및 도입 환경에 대한 부분으로 구분을 하도록 한다. 제품 진단 부분은 설계 데이터에 대한 관리 수준과 3D 정보의 활용 수준을 중심으로 검토를 하도록 한다. 공정 진단 부분은 해당 제조 업체의 공정 계획이 국제 표준에 맞추어 이루어지고 있는 지와 공정 변수들에 대한 관리 수준 및 선행 검증 수준 등을 중심으로 이루어 진다. 리소스 진단 부분은 설비 데이터의 관리 수준, 물류에 대한 선행 검증 수준 및 자동화 설비에 대한 관리 수준 등을 포함하여 진단이 이루어지도록 한다. 도입 환경 부분은 디지털 생산 방법론 도입 시 변화 관리 및 업무 혁신에 대한 준비 정도를 평가하게 된다. Table 2에는 제품, 공정, 리소스 및 도입 환경에 대한 진단 개요를 보이고 있

Table 2. 현황분석 개요

분류	내용
제품	제품에 대한 해당 업체의 제품 개발 및 공정 계획에서의 3D 정보 활용 수준 및 제품 데이터 핸들링 수준을 진단
공정	해당 업체의 공정 계획 업무를 중심으로 표준 데이터에 대한 DB 구축 수준, 정보의 공유 레벨, 업무의 협업 수준 등의 관점에서 분석을 수행
리소스	해당 업체의 리소스(설비 및 작업자)에 대한 정보 관리 수준 및 제품 개발, 공정 계획 업무와의 연계성 레벨을 분석
도입 환경	PLM 및 DM의 일반적인 적용 가능한 환경을 고려하여 해당 업체의 조직 관점에서의 준비 상태, 인프라 구축 상태 등을 진단

Table 3. 현황 분석을 위한 질의 내용

분류	내용
제품	1. BOM 정보 관리 수준 2. 제품 3D 정보 유무 및 사용도 수준 3. 설계에 대한 제작 가능성 검토 프로세스 수준 4. 가시화를 통한 Communication 5. 보유 Application 수준
공정	1. 공정 계획 수준 2. 공정 계획 방법론 수준 3. 공정 계획 관련 정보의 DB화 수준 4. 표준 공수 관리 수준 5. PPR 통합 검증 프로세스 수준 6. 생산 계획에 대한 검증 수준 7. 공정 계획 관련 보유 Application 수준
리소스	1. 설비 정보 관리 수준 2. 공장 레이아웃 작성 방법론 수준 3. 공장 생산 흐름 검토 프로세스 수준 4. 공장 재공/재고 물류 검토 업무 수준 5. 작업자 수작업 분석 프로세스 수준 6. 자동화 설비에 대한 검증 프로세스 수준
도입 환경	1. 기술혁신 의지 2. 제품개발 및 발전 계획 3. 신공장 건설 4. 전문인원 및 조직 5. PLM 인프라

Table 4. 설계에 대한 제작가능성 검토 평가

항목	평가 기준	점수
설계에 대한 제작 가능성 검토	3D 데이터를 사용하여 제품 개발 시 실제 설비 제작 및 세팅 이전에 공정 설계, 간섭 체크, 리소스와의 작업성 검토를 수행하고 있음.	5
	2D 데이터를 사용하여 제품 개발 시 실제 설비 제작 및 세팅 이전에 공정 설계, 간섭 체크, 리소스와의 작업성 검토를 수행하고 있음.	4
	실제 설비 제작 및 세팅 이전에 개발팀(TFT)의 상호 의견 교환에 의한 검증을 통해 사전에 문제점을 발견하고 있음.	3
	실제 설비 제작을 통해 이후에 제작 가능성에 대한 문제점을 발견함.	2
	실제 설비/라인 세팅을 통해 이후에 제작 가능성에 대한 문제점을 발견함.	1

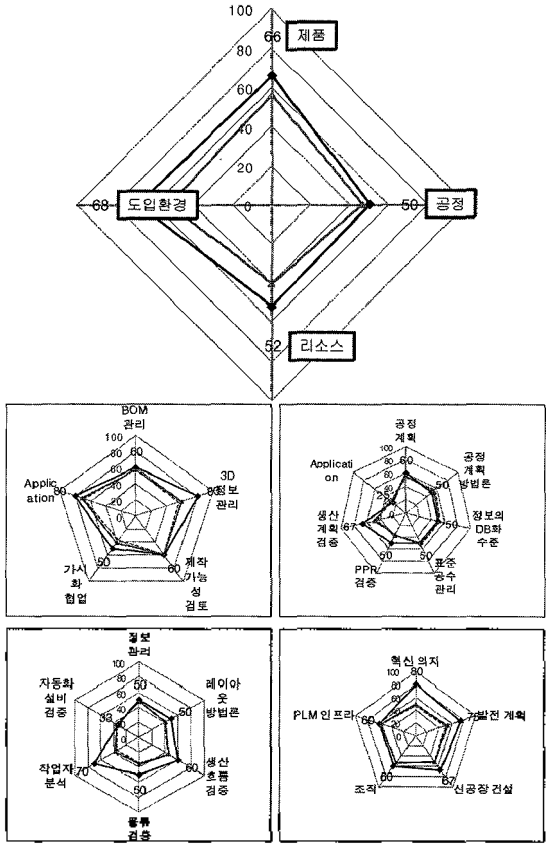


Fig. 5. 현황분석 진단사례(위: 진단종합, 아래: 제품, 공정, 설비 및 도입환경)

고, Table 3에서는 각 항목에 대한 질의 요건을 기술하고 있다. 질의 요건의 각 항목은 항목에 적합한 5단계로 평가가 된다. 항목에 따라 4 단계 또는 3단계로 평가가 되는 경우도 있다.

Table 4에서는 설계 결과물에 대한 제작 가능성 검토 항목에 대한 5단계의 평가 기준을 제시하고 있다.

이러한 항목들에 대한 인터뷰와 현장 평가를 통하여 해당 제조 업체의 디지털 생산 적용에 대한 수준을 분석한다. Fig. 5에서는 이러한 평가를 통해 도출된 현황 분석의 사례를 보이고 있다. Fig. 5의 윗 부분에서는 진단에 대한 종합 결과에 대한 레이더 차트를 보이고 있고 아래에서는 제품, 공정, 리소스 및 도입 환경에 대한 각각의 진단에 대한 레이더 차트를 보이고 있다.

이러한 진단을 통하여 Fig. 6과 같이 주요 이슈 및 핵심 문제점을 도출한다. Fig. 6에서는 3D 데이터 관리 및 활용 부족, 공정 관련 정보에 대한 전산화 및 표준화 부족, 리소스 계획에 대한 선행 검증 프로세스 부재 및 근골격계 질환에 대한 예방 체계 부재가 핵심 문제점으로 도출 된 사례를 보이고 있다. 도출 된 핵심 문제점을 기반으로 하여 해당 제조 업체의 개선 필요 부분을 도출 하고 이에 대한 목표 체계를 도출이 진행되게 된다(4.3).

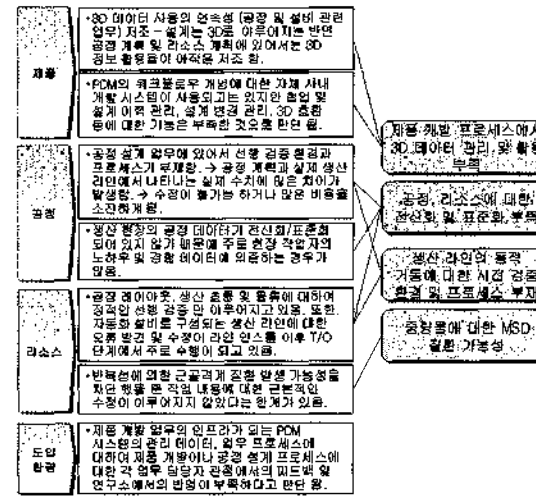


Fig. 6. 주요 이슈 사항 및 핵심 문제점 도출.

4.3 목표수립

목표 수립 단계에서는 현황 분석에서 진단 된 핵심 문제점으로부터 개선 방향을 설정하고 이에 대한 개선 과제를 도출하도록 한다. Fig. 7에서는 4.1 현황 분석에서 사례로 분석한 내용에서 Fig. 6의 핵심 문제점에 대한 개선 방향 도출에 대한 내용을 보이고 있다. 3D 데이터 관리 및 활용 부족, 공정 관련 정보에 대한 전산화 및 표준화 부족, 리소스 계획에 대한 선

행 검증 프로세스 부재 및 근골격계 질환에 대한 예방 체계 부재라는 각각의 핵심 문제점에 대하여 도출 되는 개선 방향은 공정 정보가 통합 된 Single DB 기반의 전산화 된 공정 계획 솔루션 개발, 제작 가능성 검토 및 생산 라인 설계 등에 대한 선행 검증을 위한 시뮬레이션 환경 도입 및 ERP(Enterprise Resource Planning) 및 MES(Manufacturing Execution System) 등의 기간 시스템과의 연동이 개선 방향으로 도출 되었음을 알 수 있다.

이렇게 도출 된 개선 방향으로부터 디지털 생산 기반의 전략적 과제가 도출 되게 된다. 본 논문에서 사

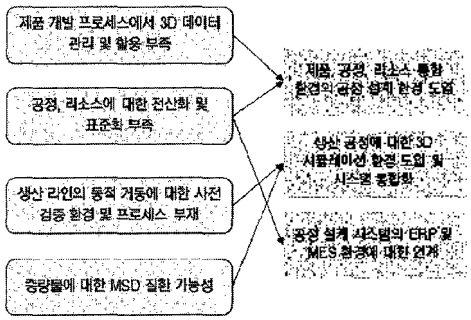


Fig. 7. 핵심 문제점에 대한 개선 방향 도출.

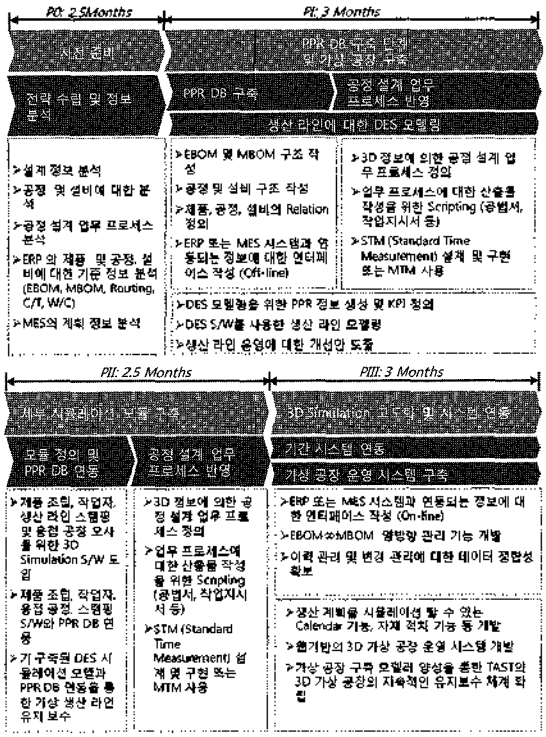


Fig. 8. 목표 체계 수립 이행 방안.

례로 진행하고 있는 대상 제조 업체의 경우에는 도출 된 개선 방향으로부터 추출 되는 핵심 전략 과제의 주제가 '제품 개발 프로세스, 공정 설계 및 공장 운영에 대하여 현상을 예측하고 모사할 수 있는 3D 시뮬레이션 기반의 시스템 구축'이라고 할 수 있다. ISP 단계에서는 이러한 전략에 대한 Fig. 8과 같은 이행 방안 수립까지를 산출물로 도출하게 된다.

4.4 디지털 생산 적용 방안에 대한 사례

디지털 생산에 대한 적용 검토 단계에서는 기존 시스템에 대한 고려 및 기존 업무 프로세스에 대한 기술적 배경이 필요하기 때문에 본 논문에서는 국내에서 그 동안의 부분적인 디지털 생산 기술 적용을 통하여 축적 된 사례들을 기반으로 하여 적용 케이스를 제시하고자 한다. 이러한 지식은 향후 디지털 생산에 대한 계획을 하는 데에 있어 가이드라인으로 고려가 될 수 있는 내용이라고 할 수 있다. 본 논문에서는 디지털 생산 적용을 위한 적용 케이스를 크게 3가지 분야로 구분하여 제시하고자 한다. 다만, 여기에서 가장 널리 활용되는 분야 중 하나인 자동화 설비 설치 및 조정을 위한 시뮬레이션 기술 적용은 프레임워크를 기반으로 한다기 보다는 솔루션의 기능 및 성능, 그리고 여타의 측정 및 설치 기술에 기반하는 부분이라고 판단하여 제외한다. 본 논문에서 제시하는 적용 케이스는 시뮬레이션 기반의 생산 라인 진단 및 개선, 3D 환경 기반의 공정 계획 시스템 및 가상 공장 구축의 세 가지로 분류한다(Table 5).

Fig. 9에서는 시뮬레이션 기반의 공장 진단 및 개선 방안 도출에 대한 프레임워크를 보이고 있다. 기존에는 대다수의 공장 진단 및 개선에 대한 시뮬레이션의 적용 사례는 주로 어플리케이션에 의존적으로 적용이 되어 왔다. 그렇기 때문에 분석 방법론이나 데이터 모델링, 로직 모델링 부분이 표준화 되지 못하였고, 일회성 업무나 프로젝트로 인식이 되어 연속성 및 활용성이라는 측면에서 인정을 받지 못하는 경우가 많았다고 할 수 있다. 본 논문에서 제시하는 Fig. 9의 방법론 프레임워크는 제조 업체에서 현행 생산 라인에 대한 체계적인 검증 및 대안에 대한 의사 결정 지원을 위한 업무에 활용이 될 수 있다. 또한, 어플리케이션에 종속적이지 않으며 지식 및 방법론에 기반으로 하고 있기 때문에 디지털 생산이 추구하는 지적 자산(Intellectual Asset)이라는 사상과도 부합한다고 할 수 있다.

Fig. 10에서는 3D 환경 기반의 공정 계획 시스템에 대한 기능 구성도와 타 시스템과의 관계 정의를 보이

Table 5. 디지털 생산 적용 방안

Case	유형	내용
Case 1	공장진단 및 개선방안 도출	업체의 업무 및 전반적인 전사 인프라가 안정적이지 않은 업체 대상 현재 공장의 생산 라인 배치에 대하여 진단을 통한 개선이 필요한 업체
Case 2	3D 환경 기반의 공정 계획 시스템	공정 계획에 대한 전산화가 필요한 업체 대상 생산 품종이 다양하고 제품의 개발 리드타임이 짧은 업체 3D 제품 데이터를 보유하고 있거나 확보가 가능한 업체
Case 3	가상공장 구축	시뮬레이션 기반의 공정 계획 시스템의 도입 및 안정화 단계에서의 추진 사항 설계에서 양산 이후 까지의 제품 라이프사이클과 동기화 된 디지털 팩토리 구현

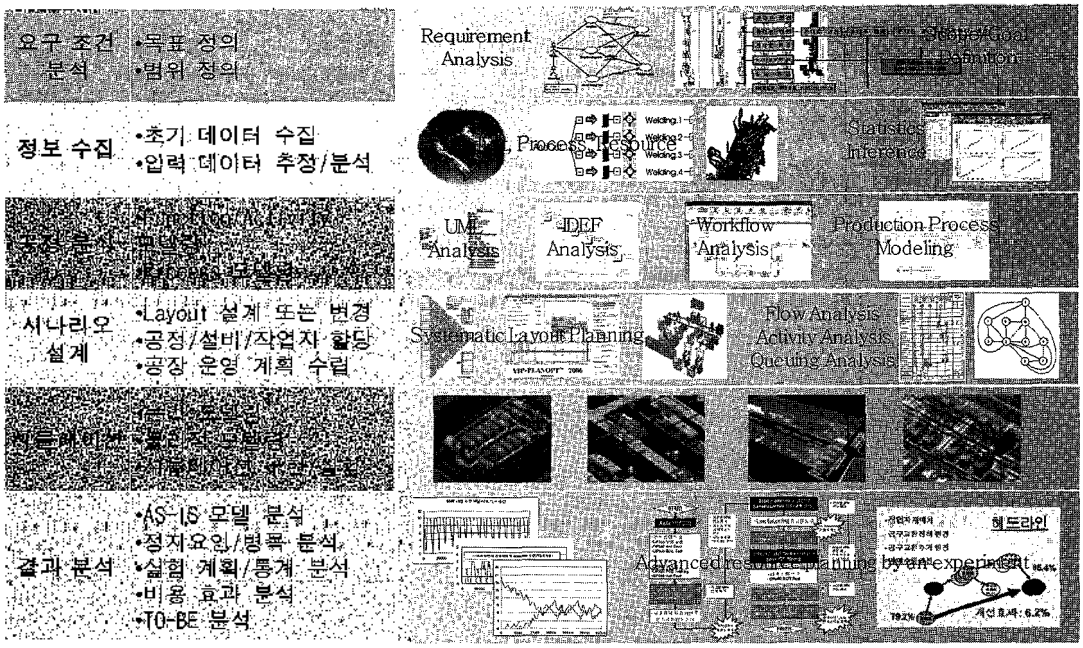


Fig. 9. 생산 시스템 시뮬레이션 기반의 공장 진단 및 개선방안 도출 프레임워크.

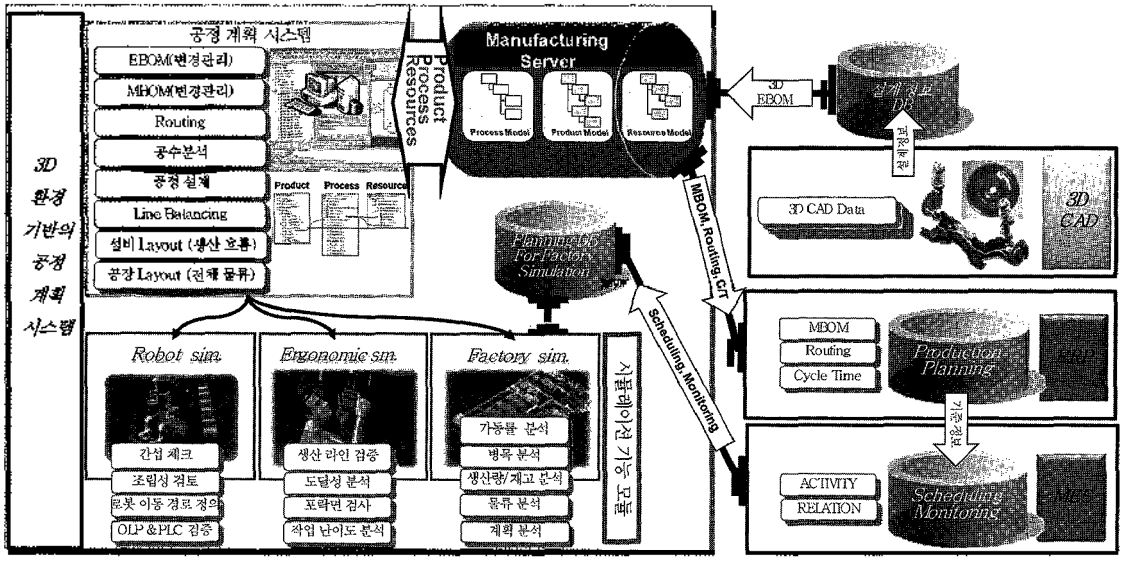


Fig. 10. DM 기반 공정 계획 시스템과 타 시스템과의 연관 관계.

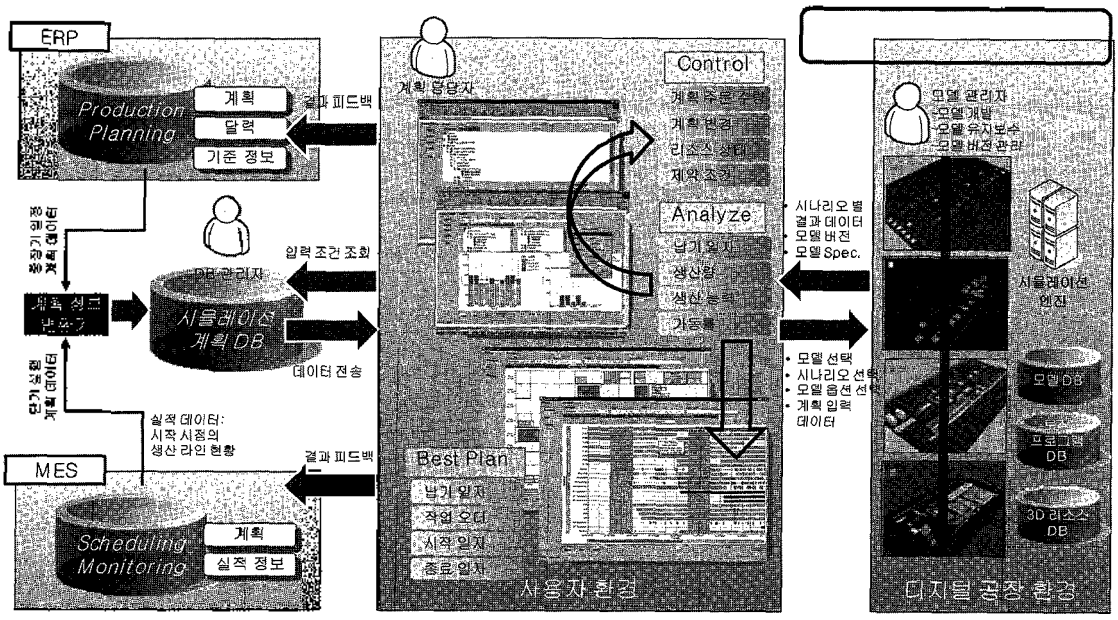


Fig. 11. 디지털 공장 구현 및 디지털 공장의 운영 시나리오.

고 있다. 3D 환경 기반의 공정 계획 시스템은 본 논문의 2.2절에서 언급한 것처럼 최근의 디지털 생산의 범주가 업무 프로세스와 유기적으로 연동되어 워크플로우를 지원하는 방향으로 부가가치를 창출하고 있다라는 부분에 대한 솔루션이라고 할 수 있다. 3D 환경 기반의 공정 계획 시스템의 키워드는 3D 환경 기반, 공정 계획 업무 지원 및 기간 시스템(ERP, MES 등)과의 정보 연동이라고 할 수 있다. 3D 환경 기반은 제품의 3D 정보뿐만 아니라 공정의 가시화 및 생산 라인의 가상화를 포함한다. 공정 계획 업무 지원은 제품 설계 이후의 MBOM 계획, 치구류 계획, 생산 설비 계획 등을 유기적으로 지원할 수 있어야 한다.

Fig. 11에서는 디지털 생산에서 가상 공장 부분의 궁극적인 목표인 가상 공장 운영에 대한 체계를 보이고 있다. 기존의 생산 라인에 대한 가상 시뮬레이션과의 가장 큰 차이점은 모델링 된 가상 생산 라인이 일회성의 의사 결정을 위한 수단으로 활용되는 것이 아니라 실제 생산 라인에 대한 대안 환경으로써 공정 개선, 계획 검증 등 지속적인 업무에 활용이 될 수 있다.

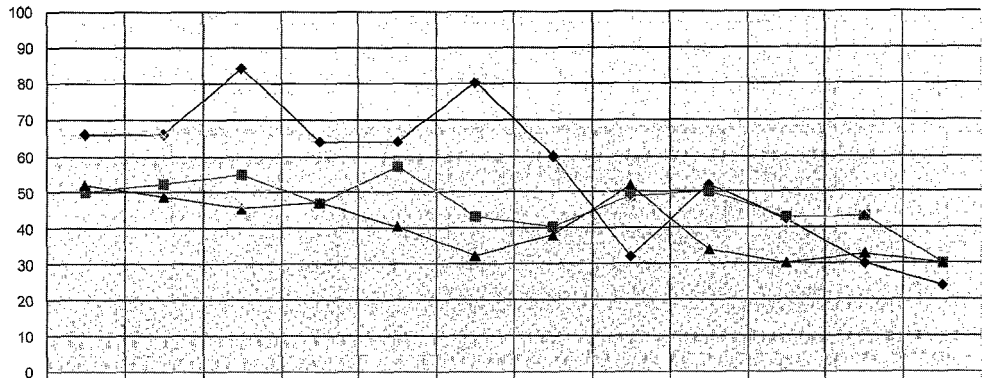
5. 적용 사례

본 논문에서는 제시 된 디지털 생산에 대한 프레임워크를 적용한 적용 사례를 소개하고자 한다. 2009년 1월부터 3월까지 충남 테크노파크에서 수행한 '전사적 제조공정 모의실행 분석기법 구축사업 정보전략계획(ISP) 컨설팅'의 일환으로 3D 시뮬레이션(본 논문의 디지털 생산 개념) 적용을 위한 업체 분석 및 선정 작업에서 디지털 생산적용을 위한 사례를 소개한다. 해당 프로젝트에서는 자동차 부품 생산 업체들을 대상으로 각 업체에 대하여 디지털 생산 적용 분석을 수행하였다. 이를 통해 업체별로 핵심적인 문제점이 도출이 되었고 개선을 위한 목표 모델이 설계 되었다. 또한, 프로젝트의 목적이 현황 분석 및 목표 모델 제시 이외에도 적용 업체 선정에 대한 우선 순위 분석에도 있었기 때문에 제안 된 프레임워크 중 현황 분석 부분의 결과를 반영하고 여기에 추가적인 평가 요소를 더하여 최종적으로 적용 업체를 선정하고 업체별로 적합한 디지털 생산의 범주를 정의하는 작업을 추가적으로 수행하였다.

Fig. 12에서는 업체들에 대한 현황 분석 결과를 보이고 있다. 분석 결과 제품 정보화에 관련 된 부분에서는 과반수의 업체가 도입 가능의 기준인 60점 이상을 보이고 있다. 이는 국내 자동차 부품 업계에서 3D 설계 데이터에 대한 보유 및 관리가 어느 정도 보편화 되어 있음을 의미한다. 하지만, 공정이나 리소스의 정보화 부분 및 도입 환경에 대해서는 디지털 생산 방법론을 도입하기에는 미흡한 부분이 많다는 것을 알 수 있다. 현황 분석을 통해 도출 된 주요 이슈는 제품, 공정, 리소스 정보의 효율적 관리 미흡, 제품 개발 프로세스 체계화 미흡, 제조 시스템 설계

업무 선행화 업무 부재, 리소스 설계에 대한 상세 검증 환경 부재 및 제조 시스템에 대한 의사 결정 지원 부재 등으로 요약이 될 수 있다. 이에 대한 해결 방안으로는 4.4에서 제안 된 적용 방안이 업체별 특성에 맞추어 목표 체계로써 제안이 되었다(Table 7). 업체 선정을 위한 적용 우선 순위 평가는 Table 6과 같이 Fig. 1에서 제품, 공정에 대한 평가를 각각 20% 반영을 하고 그 이외에 설문을 통한 도입 의지, 공정의 복잡도, 업체 규모 및 인력 현황을 종합적으로 고려하여 평가하였다. 본 적용 사례의 주요 목표가 13개 업체 중 본 과제를 진행 할 8개 업체를 선정하고 이 중 1단계로 적용할 4개 업체를 선정하는 것이기 때문에 현황 분석에서는 대다수의 업체가 도입 가능에 미달하였지만 적용 우선 순위를 부여한다는 관점에서 진행이 되었다.

마지막으로 구축 비용을 고려한 업체 선정 결과를 Fig. 13에 보이고 있다. 이는 4.4에서 제안 된 적용 케이스 별로 구축 비용에 큰 차이가 있기 때문에 Table 6에 의한 도입 수준을 100점으로 환산하고 적용 케이스에 대한 도입비용을 고려하여 최종적으로 우선 순위 업체를 평가하게 된다. Fig. 13에서는 비용과 비례 관계에 있는 전체 시스템 구축과 부분 시스템 구축 분면에 도입 수준 평가와 비용을 고려하여 각 업체의 위치가 결정되게 된다.



	F	C	L	D	J	K	G	A	E	H	I	B
Product	66	66	84	64	64	80	60	32	52	42.5	30	24
Process	50.2	52.6	55	47.1	57.4	43.3	40.5	49	50.2	42.9	43.3	30
Resource	52.2	48.9	45.6	47.2	40.6	32.2	38	52	33.9	30	32.7	30
도입 환경	68.3	65.7	46.2	59	45.7	55.3	57.3	47.3	42.7	40.8	45	58

Fig. 12. 업체별 현황 분석 결과.

Table 6. 업체 선정을 위한 평가 결과

기업	정보 수준	업무 수준	공정 복잡도	도입의지1	도입의지2	업체규모	인력 현황	총점
가중치	20%	20%	10%	20%	10%	10%	10%	100%
A	1.7	2.6	1	3.0	3.0	5	3	2.67
B	1.5	1.4	1	4.0	3.0	1	1	1.98
C	3.8	2.0	4	4.0	3.0	5	5	3.65
D	3.3	2.1	2	4.0	2.5	3	2	2.83
E	2.9	2.3	5	3.5	2.5	3	4	3.20
F	3.1	2.8	4	3.5	3.0	5	4	3.49
G	2.8	1.8	2	4.0	2.5	3	4	2.88
H	1.9	1.8	3	3.0	3.0	3	3	2.53
I	1.6	1.7	5	4.0	3.5	1	2	2.61
J	3.0	2.9	3	2.5	3.0	5	1	2.88
K	2.9	2.3	1	2.5	3.0	1	1	2.15
L	3.6	2.9	3	4.0	2.5	3	4	3.36

Table 7. 디지털 생산 적용 방안 도출

기업명	단계	근거
F	3	공정 설계~레이아웃 계획 범위에서 시뮬레이션 적용 필요성 완제품 적재 공간에 대한 검토 및 용접 로봇 생산 라인 구축에 대한 시뮬레이션 적용
L	2	공정 계획 시 공정 관련 산출물 작성에 대한 개선 방안 요구 공정 계획 시 리소스에 대한 정보 관리가 전산화 필요
C	2	공정 설계 업무에서의 제품 개발 주기 관리에 대한 PDM 시스템 기능 보완 및 안정화에 대한 요구 공정 설계 업무에 있어서 선행 검증 환경과 프로세스 필요
D	2	공정 계획에 대한 전산 시스템 요구 생산 라인에 대한 CAPA 분석 및 수요 변동에 대한 기종 교환 회수 및 시점에 대한 최적화 요구
E	2	공정 계획 리드타임 단축에 대한 요구 설비에 대한 제조 가능성 검토 과정에 대한 선행화 요구
K	2	자동화 공정의 가동률이 매우 낮음 ⇒ 개선안 필요 기종 교체시간 및 회수, 병목, 작업자 동선에 대한 개선 필요
G	2	PDM 시스템 도입에 대한 요구사항과 3D 시뮬레이션 시스템을 사용한 가상 공장 구현에 대한 요구
I	1	물류 혼잡도 개선을 위해 현재 레이아웃에 대한 재검토가 요구됨 개발 능력 및 제조 시스템 특이 사항에 의한 공정 간 능력 편차의 평준화에 대한 요구
B	1	레이아웃 진단 필요 및 공장 확장 계획에 대한 시뮬레이션 기반의 방법론 적용 필요
H	2	공정 정보의 표준화에 대한 필요성 단위 공정들의 작업 시간이 작업자 별로 또는 작업 지시 담당자 별로 불안정한 편차를 보이는데 대한 안정화 요구
A	1	유동성이 심한 작업자의 작업 배원에 대한 개선 방안 도출 필요
J	2	생산 기지의 해외 이전에 따라 생산 기술 부서의 역할이 미비함 공정 정보 표준화와 공정 설계에 대한 전산 시스템 필요

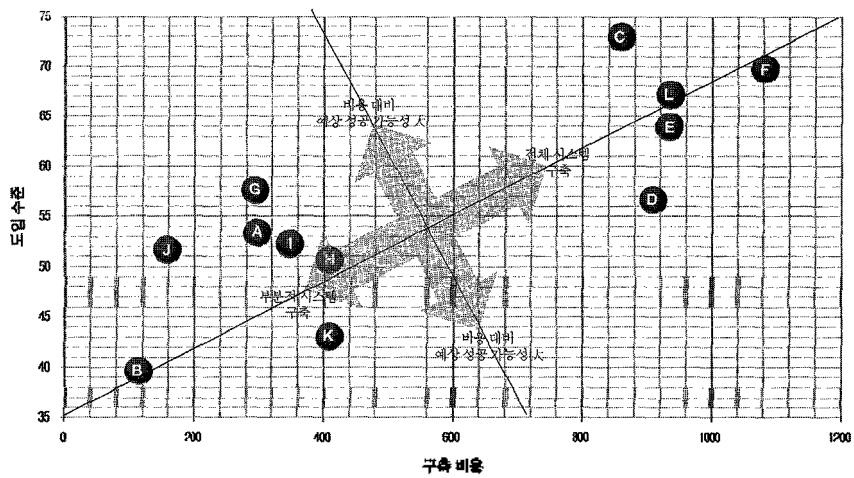


Fig. 13. 구축 비용을 고려한 업체 선정 결과.

6. 결 론

본 논문에서는 최근 들어 제조 업체에서 도입 중요성이 높아지고 있는 디지털 생산 방법론에 대하여 정보 전략 계획 개념을 차용하여 디지털 생산 적용을 위한 프레임워크를 제시하였다. 디지털 생산 적용을 위한 프레임워크 정의를 위하여 디지털 생산 방법론 적용에 대한 현황 진단 기준을 마련하였고 목표 체계에 대한 구축 방안을 제시하였다. 제안 된 프레임워크를 사용하여 다수 업체에 대한 적용 우선 순위를 평가하기 위한 프로젝트를 수행하였고 우선 순위 평가를 위한 체계를 마련하여 적용하였다.

본 논문에서는 디지털 생산 방법론을 체계화하고 고도화 하는데 있어 전통적인 정보 공학이 효율적으

로 접목 될 수 있음을 확인할 수 있었고, 향후 정보 전략 단계 이후의 사업 영역 분석, 업무 시스템 설계 및 구현 단계에서도 정보 공학이 폭넓게 적용 될 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구에 대하여 기회와 도움을 주신 충남 테크노파크 관계자 분들께 감사의 말씀을 전합니다.

참고문헌

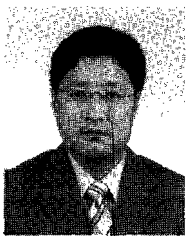
1. 최무웅, 서정훈, 우종훈, 이춘재, 신종계, "자동차 조립 라인의 디지털 생산 구축 사례연구", 캐드캠학회 논문집, 제10권, 제3호, pp. 199-2009, 2005.
2. ames Martin, "Strategic Data Planning Methodologies", Prentice-Hall, 1982.
3. James Martin, "Information Engineering I : Introduction", New Jersey: Englewood Cliffs, 1989.
4. Andersen Consulting, "Foundation-Method/I: Information Planning, Version 8.0.", Chicago:Andersen Consulting, 1987.
5. Michael Grieves, "Product Lifecycle Management", McGraw Hill, 2006.
6. 오범용, "정보화 전략계획 평가수행체계 개발에 관한 연구", 석사학위 논문, 연세대학교, 2000.

우 종 훈

1998년 서울대학교 조선해양공학과 학사
2000년 서울대학교 조선해양공학과 석사
2005년 서울대학교 조선해양공학과 박사
2003년~현재 지노스 연구소 팀장
관심분야: PLM, 디지털 생산

송 영 주

2004년 서울대학교 조선해양공학과 학사, 경영학과 경영학 학사
2009년 서울대학교 조선해양공학과 박사
2009년~현재 서울대학교 공학연구소 연구원
관심분야: PLM, 디지털 생산, 조선생산관리, 플랜트 설계, APS



이 태 경

1984년 성균관대학교 기계공학과 학사
2008년 한국기술교육대학교 산업공학과 석사
2003년~현재 충남테크노파크 자동차부품R&D지원센터 팀장
관심분야: 디지털 팩토리 구축과 ERP & MES와 연동되는 비쥬얼 모니터링 시스템 구축

신 종 계

1977년 서울대학교 조선해양공학과 학사
1979년 서울대학교 조선해양공학과 석사
1989년 Massachusetts Institute of Technology, Department of Ocean Engineering 박사
1993년~현재 서울대학교 조선해양공학과 교수
관심분야: 구조역학, 선상가열, 곡면전개, PLM, 디지털 생산, APS, PDM