

주문 맞춤형 생산시스템에의 접근 방법

홍태영*(성균관대 대학원), 강무진(성균관대 기계공학부), 박세형(KIST), 이상봉(LG 전자)

Approaches to Build-to-Order Manufacturing System

T. Y. Hong*(Graduate School, SKKU), M. Kang(Mechanical Eng. Dept. SKKU),
S. H. Park(KIST), and S. B. Lee(LG Electronics)

ABSTRACT

Build-to-Order (BTO) capabilities enable manufacturing firms to design, produce, and deliver a high volume of differentiated products that meet specific customer needs in timely manner as well as at close to mass-production prices. Aim of BTO is to simultaneously achieve customer responsiveness, cost efficiency, and high volume production. This paper attempts to define the BTO system and suggests the critical components for its realization. A case study is also described to show the impact of a successful BTO implementation.

Key Words : Build to Order(주문 맞춤형 생산), Mass Customization, PDM, Product platform(제품 플랫폼), E-catalog(전자 카탈로그), Intelligent CAD system(지능형 설계 시스템)

1. 서론

대량생산방식에서는 표준화된 제품의 생산, 동질적인 시장, 제품의 긴 전주기와 개발주기가 예외 없이 통용되었다. 그러나 오늘날에는 다양성과 고객화가 표준화된 제품을 대신하고, 이전의 동질적인 시장에서 이질적이고 세분된 시장이 형성되면서 제품의 전주기나 개발주기가 짧아지는 새로운 패러다임이 나타나고 있다. 한 예로, 일본의 도요타 자동차는 대리점의 전시장이나 고객의 집에서 CAD 시스템을 이용하여 고객이 주문한 차를 모듈화된 옵션으로 설계할 때부터 발주, 일정계획, 생산, 시험, 납품에 이르기까지 5 일 안에 처리한다는 5 일 배달제를 실시하고 있다. 다른 예로, 1970 년대에 개발된 퍼스널 컴퓨터는 랩탑, 노트북, 심지어는 팜탑(Palmtop), 펜탑(Pentop) 등에 이르기까지 다양화되면서 고객의 차별화 된 욕구를 충족시키고 있다. [1]

이와 같이 오늘날 많은 산업들이 근본적인 변화를 겪고 있다. 기업들은 안정성과 통제를 바탕으로 한 효율성 제고에 초점을 맞추는 대량생산이라는 낡은 패러다임에 대해 재검토해야 할 시기이다. 오늘날 세계는 더 이상 안정적이지도 않고 통제할 수 없다. 따라서 옛날 방식으로는 효과를 낼 수 없

다. 기업들은 새로운 기술과 경영기법을 적용해 유연하고 신속한 대응으로 다양성과 고객화를 창조해 나가는 길을 모색해야 한다.

2. 주문 맞춤형 생산시스템

주문 맞춤형 생산시스템은 개별 고객의 주문에 대해 특화된 제품/서비스를 대량생산 수준의 저비용으로 신속하게 제공하는 생산시스템을 의미한다. 흔히 매스커스터마이제이션(Mass Customization) 개념을 구현하는 생산 체제로 이해할 수 있다. 매스 커스터마이제이션은 대량(Mass)과 고객화(Customization)의 합성어로, 개별적이고 고객화된 제품, 서비스를 대량으로 제공하는 것이다. 매스커스터마이제이션 방식은 주문 생산방식처럼 생산공정에 높은 유연성을 지닐 수 있다. 주문 맞춤형 생산은 리엔지니어링, 타임베이스 생산(Time Based Manufacturing), JIT, 셀 생산, PDM, 고객직접설계와 평가, 모듈화, 무 재고, 간접비 절감, 소요 운전자본 감소, 첨단물류, 정보기술, 전사적 가치사슬 등과 밀접한 관련을 맺고 있다. 이들은 어느 것도 홀로 존재할 수 없으며 정도의 차이는 있지만 서로를 필요로 하고 강화시킨다. 주문 맞춤형 생산시스템은 크게 다음과 같은 세가지 측면을 만족시켜야 한다.[2]

1)Time to Market (Quick Response) - 동일한 대량 생산 환경하에서도 주문되는 제품의 제작이 합리적인 가격에서 가능하도록 하여야 하며, 소비자가 원하는 시간 내에 상품의 다양성과 질을 만족시켜 줄 수 있어야 한다.

2)Variety (Customization) - 기존의 고객들은 제품에 대해 자신이 원하는 기능과 디자인을 결정하기 보다는 출시된 제품에 자신의 선호를 맞추는 경우가 대부분이었다. 고객의 욕구충족을 위해 제품/서비스의 다양성은 중요한 요소가 된다.

3)Economies of Scale (Mass Efficiency) - 대량생산을 통해 규모의 경제, 즉 더 많은 생산량과 효율적인 프로세스로 인해 제품이나 서비스의 단가를 낮춘다. 주문 맞춤형 생산시스템의 구현을 위해서는 PDM 을 이용한 공정/부품 정보관리와 이에 연계된 가상 제조(다양한 제품에 대한 모의 제조 및 제조 가능성 검토) 뿐만 아니라 인터넷을 통하여 소비자의 주문 시스템과 생산시스템을 직접 연계시키는 기술의 개발이 요구된다.(Fig.1)

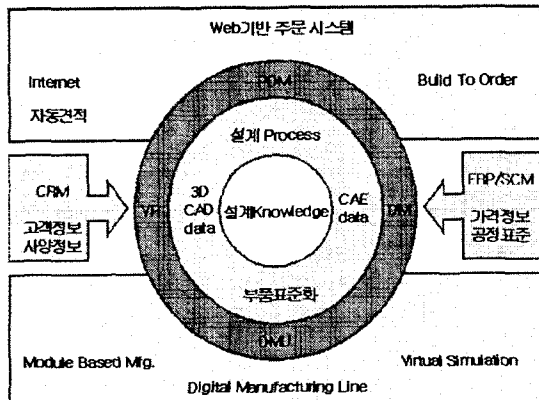


Fig.1 Web 기반의 주문 맞춤형 제품 생산 시스템 개념도

그림에서 볼 수 있듯이 주문 맞춤형 생산 시스템은 영업소에서의 주문 처리시 고객의 요구에 능동적으로 대응하는 Tailored Design 기능과 더불어, 제품의 재고와 계획된 생산량 및 생산 부하와 예상 납품일정 등을 실시간으로 조회할 수 있는 환경이 구축되어야만 한다. 오늘날 주문형 생산 시스템은 ERP 시스템을 중심으로 제품과 부품의 재고현황 및 생산계획만을 조회할 수 있을 뿐, 실시간으로 주문 시스템과 생산관리 시스템의 양방향 정보교환을 하는 것은 구현되어 있지 않다. 주문 맞춤형 생산시스템의 구현을 위해서는 이 병목 기술을 해결하는 것이 주요 과제이다.

3. 주문 맞춤형 생산시스템의 주요 기술

주문 맞춤형 생산시스템의 구현을 위해서는 다음과 같은 주요 기술들이 필요하다.

v Product Platform

제품 플랫폼은 Subsystems 과 Subsystem Interfaces 들로 구성된 다양한 제품들의 공통 구조이다.[3] 이것은 파생 제품이나 신제품 출시에 있어서 기본 구조를 제공한다. 제품 플랫폼에 의해 개발된 파생 제품(Follow-on Products)은 초기 플랫폼(Initial Platform) 제품보다 Engineering Cost 가 10%정도만이 든다.(Meyer, 1997) 다시 말해서 효율적인 제품 플랫폼의 개발은 신제품 개발의 비용과 시간을 효과적으로 단축할 수 있다.

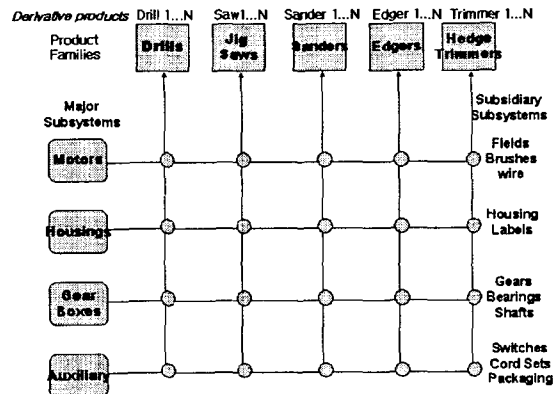


Fig.2 제품 플랫폼의 구조 - Black & Decker의 제품군과 제품 플랫폼

Fig.2는 Black & Decker의 Power Tool에 적용된 플랫폼 모델의 기술적인 차원을 보여준다. 그림 가장 상단은 다양한 Power Tool 제품군이며 각각의 제품군은 Subsystems 을 공유하고 있다. Subsystems 은 전체 시스템에 요구되는 특별한 기능의 논리적인 단위로 구성되어 있으며 다른 Subsystem 들과의 연결을 위해 Subsystem Interfaces 를 가진다. 우측 측면은 각각의 주요 Subsystems 을 위한 Minor Subsystems 을 나타낸다. 그림中间的 격자는 제품군을 형성하기 위한 Components, Software, Technology 등을 포함하고 있다. 이러한 플랫폼의 구조는 제품군 사이에 공유되는 여러가지 정보를 제공해 준다.

제품 플랫폼은 생산과 유통경로에 있어서의 비용과 공정의 복잡도를 낮춘다. 설계에 있어서는 Lead Time 을 줄이며 표준화와 품질을 높임으로써 프로세스를 개선시킨다. 뿐만 아니라 설계 업무의 분담과 협력, 공급자와의 조직적인 관계를 도모하며 제품개발 측면에서는 다음 제품 개발을 위한 하나의 지식이 된다.[4]

v E-catalog

E-catalog는 XML 이나 HTML 을 이용하여 기업이 제공하는 제품과 서비스, 부과된 가격 그리고 고객

과의 주된 채널 등을 기술하는 온라인 카탈로그이다. 인터넷 등장전의 상품구매 형태는 소비자가 상점에 직접 방문하여 원하는 상품을 살펴본 후 구매 의사 결정을 내렸으나 인터넷이 생활화된 요즘은 가상상점을 통해 고객이 앉은 자리에서 원하는 상품을 검색하고 구매해서 빠른 시간 안에 받아 볼 수 있게 되었다. 주문 맞춤형 생산의 경우 고객의 편의와 신속한 반응을 위해 웹을 통한 주문이 주로 이루어지므로 E-catalog의 사용은 기업의 이익과 직결되는 중요한 요소이다. E-catalog는 단순히 고객의 구매를 유도할 뿐만 아니라 실시간으로 고객에게 제품의 정보나 가격의 변동을 보여 줄 수 있고 Engineering DB와 연동하여 고객의 구매이력을 저장하고 새로운 수요 창출을 위해 제품을 추천할 수 있는 기능을 가진다. E-catalog는 데이터 구조적으로 3개의 주요 요소인 Supplier, Index, Contract로 구성되어 있다. 세 구성요소는 모두 구매자 시스템 내에서 지속적으로 사용되는 데이터를 기술한다.[5]

Supplier는 제품과 서비스의 공급자를 은닉(Encapsulate)하며 하나의 Name 요소와 하나 이상의 SupplierID를 가져야 한다. 선택적 주소와 주문정보는 부가적으로 기술된다. Index는 구매자 시스템에서 제품과 서비스 카탈로그를 갱신하는데 사용되는 것으로 하나의 Supplier와 관련된다. 이것은 하나 이상의 SupplierID의 리스트를 가지며 각 ID는 같은 공급자를 위한 축약어로 고려된다. Contract는 공급자의 인덱스에서 기술된 제품과 서비스를 통해 공급자와 구매자간의 계약을 나타내는 요소이다. 인덱스에서 구매자와 협상된 가격을 통해 공급자가 아이템 속성을 다시 부가하는 것을 가능하게 한다.

v DFA (Design For Assembly)

DFA는 부품의 조립을 용이하게 하기 위해 설계하는 것으로 다양한 제품선택의 폭과 설계/개발 생산성 향상을 가져오며, 다양한 고객의 요구에 유연하게 대처할 수 있다. DFA를 위한 가이드 라인은 크게 세가지로 나눌 수 있다.[6]

첫째 Right/Left Hand part (Paired part)는 피한다. Paired part를 사용하게 되면 제조를 위해 두 배의 재고를 보유하게 되고 부품 Type의 수를 반으로 줄이는 결과가 된다. 둘째 부품을 대칭적으로 디자인한다. 모든 view에 대해 부품을 대칭적으로 만드는 것은 자동 조립라인에 있어서 특별한 센서와 구조를 요구하지 않을 뿐 아니라 Hole과 같은 대칭적인 부품들을 만드는데 드는 추가비용과 시간을 절약할 수 있다. 셋째 Fixturing이 용이하게 디자인된다. Fixturing을 위한 디자인은 먼저 생산 프로세스를 잘 이해해야 한다. 연속적인 Positioning과 Operating을 위해서 고정 용이성은 자동화 공정에 있어서 중요하게 요구된다.

v 지식기반의 지능형 설계시스템

효율적이고 지능적인 설계시스템은 주문형 제품을 설계하는데 있어서 필수적인 요소 중 하나이다. 이 설계 시스템은 설계의 자동화와 합리화를 구현하고 분석한다. (Fig.3) [7]

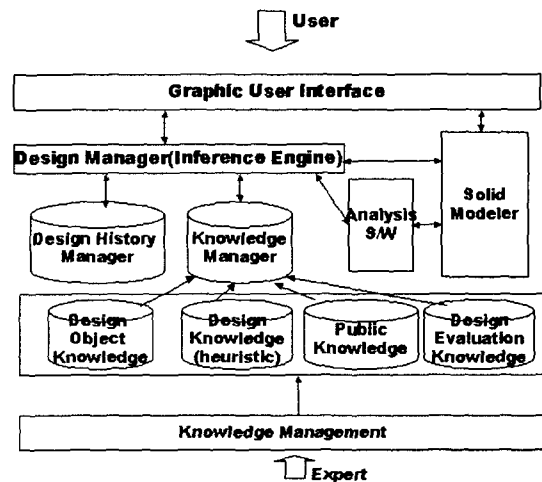


Fig.3 지식기반 설계 시스템의 구조

Fig.3에서 볼 수 있듯이 설계자가 GUI 환경을 통해 설계를 할 때 Design Manager는 경험과 지식을 많이 필요로 하는 고도의 설계 작업시에 다양한 형태의 설계지식을 효율적으로 추론해준다. Knowledge Base에는 설계에 필요한 모든 설계정보 및 설계데이터가 저장되며 Knowledge Manager를 통해 지식베이스에 새로운 설계지식을 추가하거나, 기존의 설계지식의 일관성을 유지, 관리하는 기능을 수행한다. 설계 작업시 설계자의 의사결정 이력을 효율적으로 보관, 관리하고 재설계 및 설계변경의 효율성을 극대화하고 설계오류를 방지하는 기능은 Design History Control에서 수행한다. Solid Modeler는 설계대상의 3D 형상모델(부품 및 조립체)을 자동생성하고 형상정보를 해석모델에 직접 입력, 해석결과를 가시화하는 기능을 수행하고 Analysis S/W는 설계 프로세스의 Loop 상에서, 하나의 설계 Option에 대한 성능을 예측 수행한다.

v 납기 산정 시스템

주문형 생산시스템에서 정확한 납기를 계산하는 것은 주요 연구과제 중 하나이다. 주문형 생산 시스템은 예측보다는 고객의 주문에 의해서 판매가 이루어지므로 효율적인 생산계획과 제조 프로세스의 조정을 위해서 정확한 납기 산출은 중요하다.

납기에 영향을 주는 요소들은 각 제품, 부품 공정의 Lead Time, 설비의 가용성, 자재 조달 계획(SCP/ERP), 각 작업장에 걸리는 부하, 효율적인 Distribution Planning 등이 있다. 이러한 요소를 고려

한 신속한 납기 산정 시스템은 크게 입출력과 의사 결정을 지원하는 전·후처리 모듈과 수주 검토용 오더정보를 생성하고 부하분석과 일정 전개를 통하여 신속하게 수주 채택 여부를 평가하는 오더 평가 모듈로 구성된다.

4. 구현 사례

BTO 에 관해 언급할 때 빼 놓을 수 없는 기업이 바로 델 컴퓨터이다. 델은 낭비 없는 SCM 의 구축과 DOMS (Dell's Order Management System)을 구축함으로써 주문 맞춤형 생산의 가장 성공적인 사례로 불리고 있다. DOMS 는 주문관리 사이클의 핵심적 역할을 하는 시스템으로 주문 정보를 공급체인, 생산현장, 물류 파트너와 실시간으로 공유하는 것을 가능하게 하고 프론트 오피스, 백 오피스, 공급체인 및 물류 파트너의 통합 기반이 된다.(Fig.4)

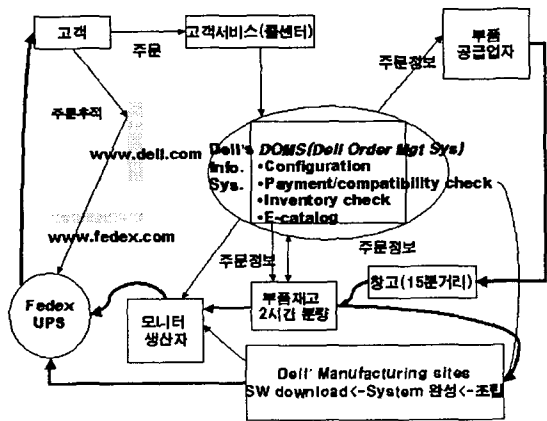


Fig.4 델의 주문 관리 체제

DOMS 는 다음과 같은 기능들로 구성 되어 있다.

v Configurator

what-if, simulation, rule base, 3D scanning 등을 활용하여 고객 자신의 needs 를 최대한으로 반영하는 제품의 스펙을 스스로 결정할 수 있도록 지원한다. CAD/CAM, SCM 과 통합을 통해 제품의 스펙 정보가 실시간으로 디자인, 제조공정, 공급체인에 전달될 수 있도록 한다.

v Compatibility check

Engineering DB 와 Rule Base 를 이용한 제품 스펙의 Compatibility 를 점검한다.

v E-catalog

마케팅 및 Engineering DB 를 연동하여 개별 고객의 가격 및 서비스 관련 계약내용을 동적으로 반영한다.

v 가격 결정 (Pricing)

CRM 으로 고객의 가치와 가용 자원을 실시간으로

고려하여 최적 가격을 제시한다. 각 주문의 가치를 공급체인 전체의 자원계획(SCP)에 반영해서 주문의 우선 순위를 결정하고 자원을 분배한다.

v 납기약속 (Available To promise)과 주문추적

MRP, DRP, SCP 를 통합함으로써 고객에게 제조 및 인도 프로세스를 투명하게 볼 수 있게 한다.

Dell 은 주문관리 시스템을 기반으로 CRM 과 SCM 의 통합을 통한 자원 활용의 극대화 함으로써 전 세계 매출에서 차지하는 비중은 전년 대비 60% 증가한 123 억 2700 만 달러. 순이익은 82% 증가한 9 억 4400 만 달러에 달했다. (1997 년 기준) 이른바 [Dell's Model]로 불리는 이 기법은 유통재고를 보유하지 않기 때문에 재고는 경쟁사에 비해 약 1/7 로 줄어 들었다.

5. 고찰

본 논문에서는 주문 맞춤형 생산 시스템의 개념과 정의, 구현 방법, 사례연구 등에 대해 고찰하였다. BTO 기술과 관련하여 우리나라는 아직 시작 단계로서 선진국의 70% 수준 이하에 머물고 있다고 평가되고 있다. 3D CAD 의 활용, 제품 플랫폼, 설계 평가, 능동적 전자 카탈로그, 가시화, 지식 관리, 실시간 납기 및 가격 산정, 통합화 등 거의 모든 측면에 있어서 선진국에 뒤지고 있지만, 주문 맞춤형 생산시스템을 구축하는 일은 우리 제조업의 생존을 위하여 필요 불가결한 일이 될 것이다.

참고문헌

1. Laetitia Radder and Lynette Louw, "Mass customization and mass production", the TQM Magazine, Vol.11, No.1, pp. 35-40, 1999
2. Mitchell M. Tseng and Jianxin Jiao, "Concurrent design for mass customization", Business Process Management Journal, Vol.4, No.1, pp. 10-24, 1998
3. Marc H. Meyer, Arthur DeTore, "Creating a platform-based approach for developing new services", 2000
4. Moreno Muffatto, Marco Roveda, "Developing product platforms : analysis of the development process", 1999
5. 김성혁, 김경옥, "cXML 을 이용한 전자상거래 카탈로그 구현", 2000
6. David M. Anderson, "Design for Manufacturability; Optimizing Cost, Quality, and Time-to-Market", 2nd edition, 2001
7. M.Park, et.al., "Engineering Data Management for Intelligent Design System", 34th CIRP Seminar on Manufacturing systems, pp.181-184, Athen, 2001