

## 전자 산업의 생산 계획 및 스케줄링을 위한 Factory Planner 적용 Factory Planner Application for Planning and Scheduling of Electronic Industry

박경중\*, 오형술\*\*, 이충수\*\*\*

\*광주대학교 디지털경영학부, \*\*삼척대학교 시스템공학과, \*\*\*광주대학교 산업정보학과

### Abstract

High-Tech 산업은 국제적인 경쟁력과 갈수록 짧아지는 제품의 Life-cycle 로 인해 그 경쟁이 매우 치열해 지고 있다. 따라서, 변동되는 시장 상황에 맞추어 자재의 구매/조달, 연구 개발, 생산, 물류/배송, 판매, 및 고객에 대한 납기 약속 등을 신속하고 정확하게 처리하기 위해 전 세계적으로 SCM(Supply Chain Management) 관점에서 APS(Advanced Planning and Scheduling) 시스템을 사용하고 있다. 특히, 고객으로부터 주문량이 할당되면 주어진 자재와 공장의 생산 능력(capacity)을 계산하여 생산 가능 유무 및 생산 가능일을 알려주는 공장내의 생산 계획 및 스케줄링 방법은 현재는 물론 앞으로도 지속적으로 발전시켜야 될 부분으로서 그 중요성이 점점 확대되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 High-Tech 산업 중에서 전자 산업의 요구 사항을 분석하고, 이러한 요구 사항들을 해결하기 위해 세계적으로 SCM 시장에서 가장 많은 경쟁력을 가지고 있는 i2 Technologies 사의 생산 계획 및 스케줄링 툴인 Factory Planner 를 사용한 사례를 제시한다.

### 1. 서론

전 세계적으로 산업 현장은 경쟁력이 갈수록 치열해지고 시대의 흐름에 조금이라도 뒤처지는 경우에는 회복하기가 쉽지 않을 정도로 타격을 많이 받는다. 그러나, 그 중에서도 High-Tech 산업은 훨씬 더 치열한 경쟁과 핵심 기술에 의존하는 경우가 많다. High-Tech 산업의 정의는 기업이 대부분의 자산을 연구 및 개발에 투자하고 기업의 가치가 현재보다는 미래에 달려있는 것을 의미한다[3]. 이러한 환경에서 생존하고 발전하기 위해서는 [Table 1]과 같은 High-Tech 산업의 비즈니스 변화를 감지하고 대응해야 한다.

[Table 1] The trend of High-Tech industry

From	To
Build-To-Stock	Build-To-Order
Product cost	Total cost of ownership
“Push” service from supplier	“Pull” service from supplier
Regional business focus	Global business focus
Many “Merchant” suppliers	Strategic partnerships with less suppliers
Discrete, sequential supply chain	Integrated virtual supply chain

[Table 1]에서 보는 것 처럼 High-Tech 산업은 과거의 생산자 위주의 방식에서 고객의 주문에 의해 회사의 전체 패러다임이 변하고 있으며, 단순히 제품이나 공장 단위의 비용 절감이 아닌 전체 Supply Chain 상에서의 비용 절감을 목표로 하고 있다. 또한, 양질의 원자재 관리 및 조달을 위해 다수의 업체로부터 조달하는 프로세스 보다는 몇 개의 업체만을 대상으로 전략적인 파트너 관계를 유지하도록 기업의 비즈니스 모델을 변경하도록 요구 받고 있다.

이러한 High-Tech 산업에서 생산 부문과 가장 밀접한 연관을 가지고 있는 부분은 계획과 스케줄링 부분이다. 일반적으로, 계획(planning)은 가격과 제품 수요 등에 대한 예측치가 주어진 상황에서 중장기 기간에 작업되어야 할 생산 물량을 결정하는 것을 의미한다. 반면에, 스케줄링(scheduling)은 단기간의 구간에서 어떤 행위에 설비를 할당하고, 그 행위의 순서를 결정하고 시작 시각을 결정하는 것을 의미한다. 계획과 스케줄링은 계획 단계에서 만들어진 결정이 스케줄링에 강력한 영향을 미치기 때문에 밀접한 관련을 가지고 있다[2].

[Table 2]의 High-Tech 산업에서의 계획 경향은 전통적인 MRP 기법과 능력 제한이 없는 것을 가정한 계획에서 제약 조건에 근거를 두고 자재와 용량 제한을 동시에 고려하면서 전체 공급 사슬을 대상으로 하는 방향으로 급변하고 있다.

[Table 2] The planning trend of High-Tech industry

From	To
Traditional MRP	Constraint-based planning
Materials-only orientation which assumes infinite capacity	Considers material and capacity constraints simultaneously
Uses fixed lead times	Dynamic lead time calculation
Top-down BOM explosion and calculation only	Bi-directional propagation of finite constraints throughout entire BOM and supply chain
Assumes suppliers have infinite capacity	Synchronization of all supply chain elements
MRP is typically plant-specific, not across several plant simultaneously	Identification of system constraints
Exception reports do not accurately represent total supply chain implications of issues or problems	Optimization of asset utilization

따라서, 본 논문에서는 빠르게 급변하고 제약 조건이 많은 High-Tech 산업에서의 요구 조건을 제 2 장에서 분석하고 이러한 요구 조건을 해결하기 위해 Factory Planner 를 적용한 응용 사례를 제 3 장에서 설명하고, 제 4 장에서는 결론 및 추후 연구 과제를 제시한다.

## 2. 현황 분석

일반적으로 생산 계획 및 스케줄링 프로세스를 개선하고자 하는 회사들은 ERP 시스템이 구축되었거나 기존의 Legacy 시스템을 확장하여 ERP 시스템 역할을 수행하도록 하는 경우가 대부분이다. 그러나 High-Tech 산업에 속하는 회사들은 산업의 급격한 변화와 불확실성에 의해 구축된 시스템이 적절하게 업무를 지원하지 못한다는 것을 절감하고 난국을 해결하고자 APS 시스템을 도입한다.

APS 시스템을 도입하는 업체들의 현황을 살펴보면 첫째, 각 부문간에 정보전달이 지연되고 미 공유에 따른 업무 효율성이 저하되고 있다. 둘째, 사업의 성장에 걸 맞는 시스템 및 유지관리 필요성이 대두되고 있다. 즉, OEM 작업에 대한 제조 중심의 ERP 시스템의 한계, 생산 계획의 후진성, 일관성 및 투명성이 미 확보되어 고 숙련자의 감에 의한 계획 운영이 되고 있다. 셋째는 납기 약속 프로세스의 부재로

인해 서비스를 제공받는 고객이 그들의 요구에 대해서 언제 서비스 결과를 얻게 되는지 알 수 없어서 회사의 운영에 많은 문제점을 안고 있다.

## 3. 사례 분석

본 절에서는 구체적인 사례를 들고 적용 업체의 현황, 모델 구축 범위, 구축후의 결과, 및 ERP 시스템과의 연동 등에 대해서 설명한다.

### 3.1 업체 분석

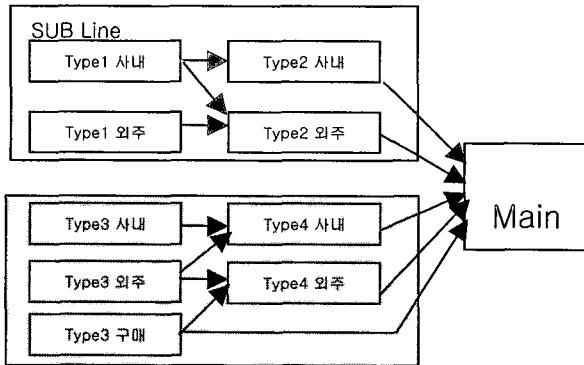
현재 업체 S 는 ERP 시스템은 SAP R/3 로 구축되어 있으나 다음과 같은 난관에 처해 있다.

- 1) 계획 수립 시간이 10 일 이상으로 과도하게 소요된다. 이 회사는 매월 15 일 시점에서 검토용 생산 계획을 1 차로 수립 후에 관련 부서로 검토용 생산계획을 송부해서 25 일 경에 차월 생산 계획을 확정하기 때문에 많은 시간이 소요되고 있다.
- 2) 엑셀을 이용한 수작업 생산 계획을 수립한다. 비록 ERP 시스템이 가동되고 있어도 ERP 시스템은 transaction 성격이 강하여 생산 계획에 직접적인 도움을 주지 못하고 있다. 엑셀을 사용하기 때문에 관련 시스템 간의 연계가 이루어지지 못하고 시장 상황이나 시스템이 변경되었을 때 생산 계획을 즉시 변경하지 못하는 주간 생산계획에 머물고 있다. 또한 엑셀을 이용하다 보니 각 부문간에 생산 계획 정보가 불일치하는 문제점이 발생한다.
- 3) 계획 수립 부서가 많고 각 부문에서는 부서에 맞게 많은 수정을 하게 된다. 즉, 생산 관리부서에는 일 단위 모델별 생산 계획을 수립, 제조팀에서는 제품군별 생산 계획 수립, 생산 파트에서는 라인별 생산 계획을 수립하고, 구매/마케팅 부서에서도 그 부서에 맞도록 직접 수정을 하여 사용하고 있다.
- 4) 생산 계획을 위한 일관된 프로세스가 없다. 시스템적 네트워크 프로세스보다 인적/경험적 프로세스에 의한 생산 계획을 수립하고 긴급한 요구 사항이 발생시 누락된 프로세스가 존재하여 정확한 생산 계획이 수립되지 못하고 있다.

### 3.2 모델 범위

적용이 된 대상 업체는 컴퓨터 주변 장치인 DVD-ROM, CD-ROM, COMBO, SLIM, R/W 와 같은 드라이버를 제조하는 업체로서

공장의 프로세스를 살펴보면 다음의 [Figure 1]과 같이 표현된다.



[Figure 1] The process of main line and sub line

[Figure 1]을 보면 공장은 주 라인과 부 라인으로 구성된다. 그러나, 부 라인은 외주 라인이 대부분을 차지하고 있어서 실제로는 다른 업체들이기 때문에 같은 프로세스로 모델을 구성할 수 없다. 따라서, 본 모델에서는 부 라인은 모델에 포함시키지 않고 주 라인만 모델 범위에 포함시킨다.

주 라인은 13 개의 라인으로 구성되어 있고, 두 라인은 3 교대를 수행하고 나머지 라인들은 2 교대를 실시한다. 휴일 전일과 휴일 다음날의 작업 시간은 변동 작업 시간 운영에 의해 다른 작업 시간을 갖게 된다. 각 라인별 생산 능력은 생산 모델에 따라 각기 다르고 라인별 생산 모델도 큰 그룹은 구성되어 있지만 그 날 생산해야 할 물량에 따라 생산 모델이 달라지기 때문에 라인별 생산 능력도 달라지게 된다.

모델에서 고려되는 요구 사항은 첫째, 주 라인의 제약 자재, 라인 능력, 및 작업 시간을 고려한 일별/라인별/거래선별/모델별 생산 계획을 수립해야 한다. 둘째, 3 일간의 불변구간 및 최대 2 주간의 스케줄 고정 기간(schedule freeze horizon)을 운영한다. 셋째, 주문의 급박한 변동에 대한 긴급 오더 반영 프로세스를 운영한다. 넷째, 대체 라인을 운영한다. 다섯째, 부족 자재의 사전 경고(early warning) 프로세스를 운영한다.

### 3.3 구축 결과

3.2 절에서 설명한 구축 범위의 생산 계획과 스케줄링에 FP 를 적용하여 다음과 같은 구체적인 결과를 얻게 되었다[1].

- 1) 4 주간에 걸쳐 주 Rolling 생산 계획 체제 운영으로 생산계획의 안정성을 달성하였다.
- 2) 계획 고정 구간(Planning freeze horizon) 운영을 통한 생산계획 안정화를 추구하였다.

- 3) 긴급 오더의 처리 프로세스를 운영하여 생산 계획의 안정성을 유지하였다.
- 4) 자동 생산 계획에 의한 정보를 실시간으로 공유하였다.
- 5) 각 부서별 비 부가가치 업무를 삭제하여 부가가치 업무로 전환하였다.

위에서 설명한 5 가지의 성과의 구체적인 설명은 다음의 [Table 3]으로 정리된다.

[Table 3] The results of FP implementation

성과	적용 전	적용 후
4 주간 주별 Rolling 생산계획 체제 운영으로 생산계획의 안정화 달성	·매월말에 차월 생산계획 수립 ·3 주차 시점에서는 4 주차만의 생산계획 조희 가능하여 차월 물량과의 연동 계획이 되지 않음	·매주 금요일 시점에서 향후 4 주간의 생산계획 수립으로 4 주간 모델별 계획에 대해 미리 알 수 있어 업체의 변동에 대한 사전 대비가 가능함 ·오더 추가, 오더 취소, 납기 조정, 물량 증감 등의 변경 오더의 사전 반영이 가능함
계획 고정 구간(Planning freeze horizon) 운영을 통한 생산계획의 안정화 추구	·생산 근접 시점에서 빈번한 생산 계획 변경(오더 추가, 오더 취소, 물량 변경) ·BOM 구성이 안된 모델의 생산 지시 ·개발중인 제품의 생산 계획 지시 ·자재의 재고가 없는 모델의 생산 계획 지시	·생산 계획을 변동시키지 못하도록 불변 구간을 설정하여 오더 변동, BOM 미구성 모델, 개발중인 제품, 자재 재고가 없는 제품은 생산 계획에 반영되지 않도록 함
긴급 오더의	·거래선별로 각	·타

처리 프로세스를 운영하여 생산 계획의 안정성 유지	거래선 담당자가 개별적으로 생산 관리 부서에 물량을 요청하기 때문에 생산 우선 순위 및 물량 조절에 문제 발생	거래선들과 사전 조율을 하도록 거래선 창구를 단일화하여 조정된 결과만 생산 계획에 반영
자동 생산 계획에 의한 정보를 실시간으로 공유	·엑셀에 의한 생산 계획으로 시스템간에 데이터 연계 부족 ·개인별로 생산계획표를 관리하여 변동된 생산 계획표가 일치되지 못함 라인별 실제 생산 계획과 불일치한 생산 계획 제공	·관련 시스템간 연계 ·기준 정보의 정확성 확보 ·동일 생산 계획 정보를 실시간으로 공유함
각 부서별 비 부가가치 업무를 삭제하여 부가가치 업무로 전환	·각 부서별로 중복된 생산 계획 수립 및 편집 ·각 부문별로 필요한 계획을 수립하고 부문간 미 공유 ·순차적인 생산 계획 수립으로 과다 시간 소요 ·각 부문별 생산 계획 정보의 불일치 발생	·생산 관리 부서에서 FP 를 사용하여 각 부문별로 필요한 생산 계획을 동시에 작성하기 때문에 생산 계획 정보가 일치하고 부문별 엑셀 편집 작업이 필요 없음

3.4 시스템 아키텍처

본 절에서는 실제 구현된 아키텍처를 설명한다. [Figure 2]를 보면 구현된 시스템은 크게 외부 시스템, ERP 시스템, APS 시스템인 FP 시스템으로 나누어 진다. 외부 시스템은 Legacy 시스템으로 자재 정보, 모델 사양 정보, BOM 정보, 및 생산 실적 정보를 관리하고 ERP 시스템에서 요청시 정보를 제공한다. ERP 시스템에서는 외부

시스템 정보를 참조하면서 모델별 주문 사항 변동 정보, 제공 정보, BOM 정보, 단종 모델이나 신 모델 정보 등을 관리한다.

위에서 설명된 정보들은 Stored procedure, ABAP/4 ,SQL Loader 등을 이용하여 FP 시스템으로 데이터를 보내거나 받는 역할을 수행한다. FP 시스템에서는 주별 오더 물량을 일별 오더 물량으로 변경하는데 이 때는 자재 제약 조건만을 보는 ICP 단계, 설비/라인 Capacity 및 기타 제약 조건 등을 고려하는 FCP(CAO) 단계, 그리고 최종적으로 오더별 생산 순서를 결정하는 Advanced scheduling 단계를 수행한 후 계획 및 스케줄링 결과를 다시 ERP 시스템으로 전송한다[1].

ERP 시스템에서는 FP 시스템에서 보내준 생산 계획 및 스케줄링 결과를 생산 라인별로 보내 현장 작업자들은 작업지시서에 나온 모델 및 순서대로 작업만 수행하도록 하는 절차를 따른다.

4. 결론 및 추후 연구 과제

본 논문에서는 ERP 시스템이 구축되어 있는 상태에서 ERP 시스템의 지원이 약한 Supply Chain 상에서의 계획 및 의사 결정 지원 분야에 도움을 줄 수 있도록 APS(Advanced Planning & Scheduling) 시스템을 구축하였다.

APS 시스템은 여러 분야 및 다양한 모듈로 구성되어 있으나, 본 논문에서는 전체 모듈을 적용하지 않고 공장내의 생산 계획 및 스케줄링 분야를 지원하기 위해 i2사의 FP 틀을 적용하였다.

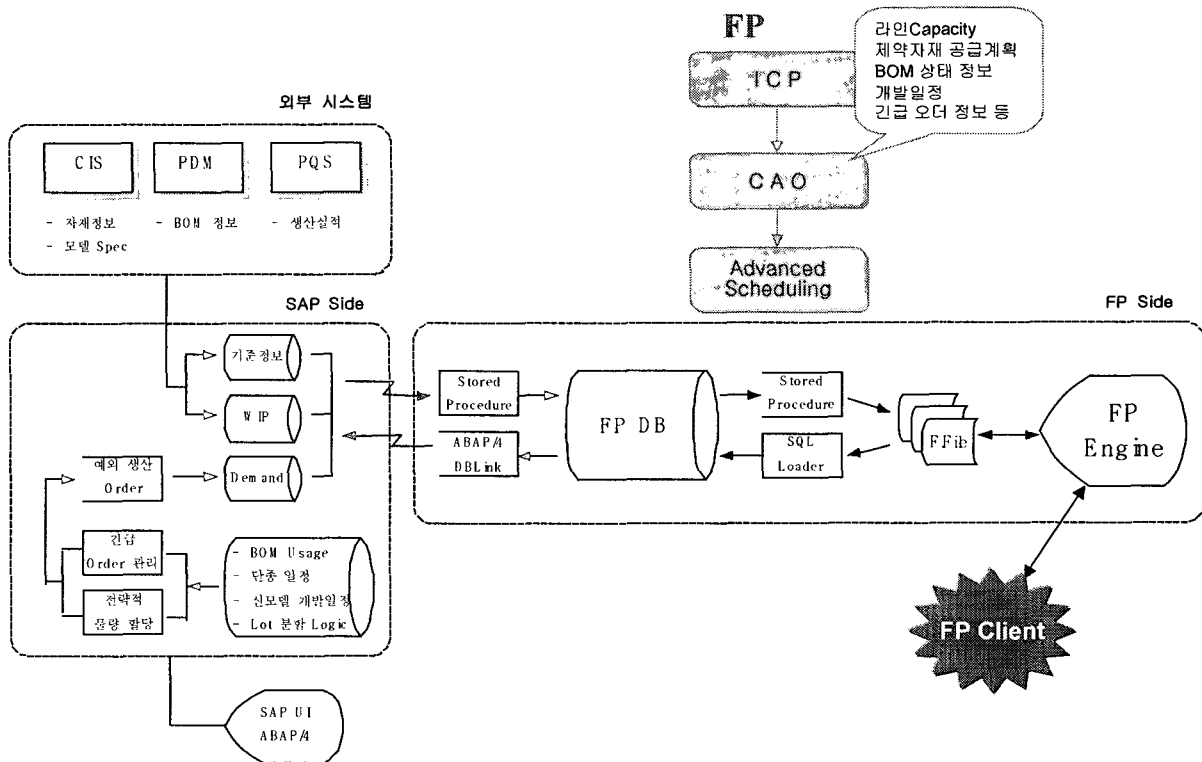
FP 를 사용하여 ERP 시스템으로부터 주간 오더량 정보를 받아서 주간 오더량을 일별/모델별/라인별/우선순위별 오더 물량으로 분배하는데 이때 발생하는 제약 조건을 고려하였다. 이 결과를 다시 ERP 시스템으로 보내서 각 라인에서는 FP 에서 정해진 물량과 순서로 작업을 하도록 조치하였다.

추후 연구 과제로는 공장 내부에서만 아니라 공장간에서 일어날 수 있는 제약 조건들을 같이 고려하여 공장내부 뿐만 아니라 공장간 조건을 같이 만족시키는 것이다.

참고문헌

[1] i2 technologies, "FP User's Manual", 2001.  
 [2] Mario stobbe, Thomas Lohl, Christian Schulz, and Sebastian Engell, "Planning and Scheduling in the Process Industry", University of Dortmund, 1999.

[3] Mark Hulbert, "What is high tech?", Forbes.com, 1999.



[Figure 2] System architecture of RP and FP system