

기준생산계획 평가 시스템을 위한 시물레이션 모델

A Simulation Model for Master Production Schedule (MPS) Evaluation System

최 성 훈

대불대학교 산업시스템공학과, 전남 영암군 삼호면 산호리 72-1,

☎ 0693-70-1244 (fax) 0693-70-1257, shchoi@daebul.daebul.ac.kr

Choi, Seong-Hoon

Dept. of Industrial System Engineering, Dae-Bul Univ.

ABSTRACT

Some successful scheduling systems are based on simulation technique. However, they are relatively expensive. A cost-effective solution is to apply general-purpose simulation software to the scheduling system.

This paper is concerned with developing a simulation model for MPS (Master Production Schedule) evaluation system. The target system of the model is PC production system. AIM (Analyzer for Improving Manufacturing system), a well-known manufacturing oriented simulation software, is used for modeling tool.

Eventually, the model can be included into an MPS evaluation system as simulation module and a scheduler can use the system to verify the MPS in advance.

1. 서론

그동안, 생산계획 분야에서 많은 연구와 진행되어 왔고, 발전 또한 적지 않았다. 그러나, 기존의 생산계획 시스템들이 생산 현장에서 크게 성공하지 못하고 있는 것도 주지의 사실이다. 주요 이유 중의 하나로 기존의 시스템들이 생산 시스템의 동적 상황을 정확히 표현하지 못한다는 점을 들 수 있을 것이다.

시물레이션은 동적인 시스템에 대해 정확한 모델을 제시할 수 있는 가장 현실성 있는 방법으로 인식되고

있다[1, 8]. 이러한 이유로 시물레이션 소프트웨어 개발 회사를 중심으로 시물레이션 기반 생산계획 시스템이 제시되고 있으며, 성공 사례도 보고되고 있다[7].

그러나, 시물레이션 기반 생산계획 시스템을 개발하기 위해서는 대규모의 개발 기간과 비용이 투입되어야 하기 때문에 위험 부담이 따르게 되고, 기업이 도입을 주저하는 큰 이유가 되고 있다. 특히, 중소기업에서의 생산계획 시스템 구축은 거의 실현 불가능한 것이 현실이다. 현실성 있는 비용과 기간으로 개발이 가

능한 시스템의 제안은 이런 관점에서 중요하다 할 것이다.

대부분의 제조업체에서 기준생산계획 (Master Production Schedule, 이하 MPS로 칭함)을 작성하고 있다는 점에 착안한다면, 시물레이션 기법을 이용한 MPS 평가용 시스템의 개발은 의미가 있다. [2]에서 제시하고 있는 것처럼 제조 시스템에 적용이 용이하면서 구입비용이 중저가형인 시물레이션 소프트웨어를 엔진으로 하는 MPS 평가용 시물레이션 모델을 개발할 수 있다면, MPS 평가용 시스템을 개발하는 것은 어렵지 않을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 MPS 평가 시스템에 사용될 수 있는 시물레이션 모델을 제안한다. 제안하는 모델은 향후 상세일정수립을 위한 생산계획 시스템 개발 시점에 그대로 업그레이드 되어 사용될 수 있는 특징을 가지고 있다.

MPS 검증용 시물레이션 모델을 개발하는 과정에서 가장 어려운 점은 모든 공정에 대한 기준생산계획 정보를 확보할 수 없다는 점이다. 주요 공정을 위한 기준생산계획이 수립되어 배포되고, 나머지 공정의 생산계획은 생산 현장에서 준비하고 있는 것이 우리나라 제조업체의 현실이다. 따라서, 성공적인 시스템 개발을 위해서는 이 부분을 정확히 로직화 하여 모델을 반영하여야 한다.

본 논문에서는 PC 제조업체를 적용 대상 생산 시스템으로 선정하여 PC 생산 공장에 적합한 MPS 검증용 시물레이션 모델을 적용 사례와 함께 간략히 소개하기로 한다.

시물레이션 모델 개발과 실행을 위한 소프트웨어로 [2]에서 제안하고 있는 AIM(Analyzer for Improving Manufacturing System)[6, 7]이 사용되었다. AIM은 프로그램 작성이 필요 없고, 제조업에서 사용되는 표준 용어를 그대로 사용하며 제조 시스템 모델링을 위해 필요한 다양한 조업 규칙을 미리 내장하고 있으므로 상대적으로 시물레이션 모델링 관련 기술 습득에 소요되는 시간과, 모델 개발 기간을 단축시킬 수 있는 특징

을 가지고 있다.

특히 공장의 근무시간 및 휴무일 등의 조업시간 패턴에 따라 작동되는 시물레이션 소프트웨어인 점이 선택 기준 중의 하나로 작용하였다[2, 6]. 참고로, AIM을 이용한 성공적인 적용 사례가 관련 학회에 다수 보고되고 있다[2, 3, 4].

본 논문의 2절은 PC 생산 공장에 대한 개념 모델에 관한 내용이다. 시물레이션 모델 구축과 실행을 위한 모델 구성 입력 자료에 대해서는 3절에 기술되어 있다. 4절의 내용은 MPS 검증용 시스템을 위한 시물레이션 모델 개발이며, 5절에 사례를 소개하였다. 그리고, 마지막으로 결론에서는 추후 연구 과제에 대해 제안하였다.

2. PC 생산 공장에 대한 개념 모델

우리나라 PC 생산 업체의 전형적인 공장은 <표 1>과 같은 공정들로 구성된다 (본 논문에서는 편의상 약어를 사용하여 공정을 표현하기로 함).

표 1. PC 생산 공장의 주요 공정

공정 명칭과 약어	공정 구성과 작업 방법
표면 실장 (SM: Surface-Mount)	자동 라인 (흐름 생산)
자동 부품 삽입 (AI: Automatic Insertion)	(반) 자동 라인 (흐름 또는 배치 생산)
수동 부품 삽입 (MI: Manual Insertion)	수작업 라인 (흐름 생산)
회로 단락 검사 (ICT: Internal Circuit Test)	독립 장비 (대개 배치 생산)
회로 기능 검사 (FT: Functional Test)	독립 장비 (대개 배치 생산)
Main Board (M. B/D) 준비	조작업 (배치 생산)
하드 디스크 (HDD) 준비	조작업 (배치 생산)
완제품 조립 (PC Ass'y)	수작업 라인 (흐름 생산)

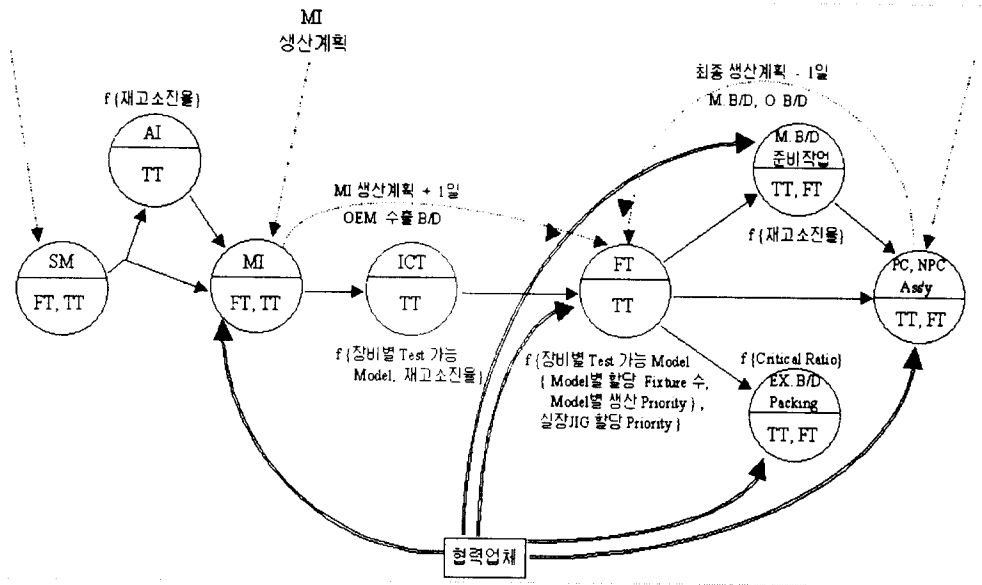


그림 1. PC 생산 공장의 주요 공정 및 공정간 반제품 흐름도

그밖에 경우에 따라 반제품 형태의 수출을 위한 보드 포장 작업 공정, 조립 형태 제품을 위한 KD (knockdown) 공정이 있을 수 있고, 노트북 PC (NPC) 생산을 위한 별도의 라인이 존재하기도 한다. PC 생산 공장의 주요 공정들과 공정 사이의 반제품 흐름을 도식화하면 <그림 1>과 같이 표현될 수 있다.

성공적인 생산계획 시스템은 공장의 전공정뿐만 아니라 외주 부분까지 포함하여 구축되어야 한다. 그러나, 열거한 모든 부분을 수용한 시스템을 구성하고 생산계획을 작성하는 것은 현실적으로 매우 어려운 실정이다. 대개의 경우, 생산계획이 작성되어 작업지시가 이루어지는 지점은 SM, MI, HDD 준비 작업, 그리고, 총조립이다. 경우에 따라 수출용 보드를 생산하는 경우, 수출용 보드 패키징 작업에 대한 생산계획이 수립된다. 따라서, MPS 검증용 시스템은 기준생산계획이 수립되지 않는 나머지 공정을 위해 작업 현장의 계획 작성 규칙을 반영하는 생산계획 작성 모듈을 포함하고 있어야 하며, 시물레이션 모델도 이를 반영하여 구축되어야 한다. ICT 또는 FT 공정의 경우, 검사 장비는 사전에 정해지지 않고 시물레이션 실행 중에 동적으로 결정되도록 모델을 구성하여야 한다.

3. 모델 구성 입력 자료

모델 구축을 위해 제품 정보, 공정 구성 정보, 소요 부품 정보, 표준 시간, 불량률 등 많은 입력 자료가 필요하다. 입력 자료의 효율적인 관리를 위하여 시물레이션 모델과 분리된 별도의 데이터 베이스나 파일을 작성하는 것이 좋은 방법이다.

<표 2> "SM_Data[]" 구조체의 주요 내용

번호	변수명	설명
1	partname	파트 번호 (파트명 끝에 SM 을 추가함)
2	Line_num	라인 명
3	Tact_Time	Tact Time (단위: 시간)
4	Flow_Time	라인 통과 시간 (단위: 시간)
5	Fail_Rate	불량률
6	Repair_Time	수리 시간 (단위: 시간)
7	Converting_Rate	환산비
8	AI_OX	SM 끝난 후, AI 여부
9	Main_or_Sub	메인 또는 서브 보드 구분
10	Converting_Rate_Vendor_MI	MI 공정 입고 외주 보드에 대한 환산비

여기서는 SM 공정에 대한 시물레이션 모델 구성 입력 자료에 대해서만 기술하기로 한다. 다른 공정에

대한 입력 자료도 이와 유사하게 구성된다. SM 공정을 위한 주요 정보는 데이터 파일의 "SM_Data[]" 구조체에 통합하여 정리되어 있다. <표 2>에 각 필드에 대한 설명이 제시되어 있다.

4. 시물레이션 모델

4.1 일반적인 AIM 모델 구성 요소

AIM 시물레이션 모델 구성 요소는 크게 그래픽 요소와 비그래픽 요소로 구분된다. 전자의 예로는 자원, 운반 시스템, 자재 등을 들 수 있고, 생산 지시, 부품 명, 프로세스 플랜 등은 비그래픽 요소이다[2,6].

4.2 사용자 정의 규칙

AIM은 제조 전용 시물레이션 소프트웨어이므로 제조 시스템 모델링을 위해 다양한 규칙을 제공하고 있다. 그러나, 때때로 모델의 정확도 향상을 위해 특정 제조 시스템에 적용되는 규칙을 개발하여 모델에 추가하게 된다. 본 논문에서는 PC 생산 시스템의 제조 특성을 정확하게 반영하고 필요한 리포트를 작성하기 위해 새로운 규칙들을 개발하여 적용하였다.

개발된 규칙 중에서 핵심이 되는 두 가지를 예로 들기로 한다. AI 공정에서 대기 작업물 중에서 작업 대상을 선정하는 규칙을 예로 들 수 있다. AI의 하위 공정인 MI 공정 앞에서의 재공재고 소진 예정시간이 짧을수록 높은 우선 순위를 갖는 방법이 시스템 전체의 성능 향상을 위해 적절한 방법이므로 재공재고 소진 예정시간을 우선 순위 값으로 설정하는 규칙을 개발하여 적용하였다. 만일, 더 좋은 규칙이 발견되면 다른 부분의 수정 없이 이 부분의 규칙만 수정을 가하면 된다.

FT 공정에 대한 작업 지시가 공식적으로 이루어지지 않기 때문에 "일일 물량 배정 및 설비 할당" 부분의 처리가 중요하다. 보드별로 검사 장비에 대한 선호 순서가 있고, 각 장비에 가능하면 최대의 작업물을 배
<그림 2> 일별 라인별 (설비별) 생산 실적 리포트 예

정해야 한다. 여러가지 방법을 고려할 수 있으나, 본 연구에서는 빈 패킹 알고리즘[5]을 기초로 한 규칙을 적용하였다.

4.3 생산 공정 모델

전체 시물레이션 모델을 위해서 각 생산 공정에 대한 모델을 개발해야 한다. 모델 개발 과정에서 중요한 과정의 하나가 개체 (entity), 즉 작업물의 특성치 (attribute)를 결정하는 것이다. 특성치를 적절히 선정하는 것이 성공적인 모델 개발의 관건이라 할 수 있다[8]. 예를 들어 MI 공정을 위하여 쓰이는 특성치에는 MI_Data[] 구조체의 인덱스, 생산 라인 번호, 작업 형태, 표준 작업 시간, 플로우 타임, 불량률, 수리 시간, 그리고, 재공재고 계산을 위한 환산 비율이 있다.

각 공정의 단위 작업은 프로세스 플랜 (공정계획, Process Plan)에 기술된다. 프로세스 플랜은 잡스텝 (단위 작업, Jobstep)으로 구성된다. 잡스텝의 종류로는 셋업 및 작업 (setup & operation), 운반 (move between), 공정 선택 (select), 자재 입고 (add to material), 자재 출고 (remove from material) 등이 있다[2,6].

5. 사례

<그림 2>는 개발된 MPS 평가용 시물레이션 모델을 국내의 대표적인 PC 제조업체의 생산 공장에 실제로 적용하여 얻은 출력 리포트의 일부이다.

일별 각 공정의 생산 실적에 대한 예상치와 함께 재공재고, 공정간 생산 능력 밸런스, 및 메인 보드의 평균 생산 리드 타임 등의 정보를 제공하기 위한 리포트의 제공이 가능하다. 생산계획 담당자는 이들 리포트를 이용하여 생산계획과 관련된 각종 의사결정을 좀 더 합리적으로 행할 수 있게 된다.

Dept. 1 12 / 1 Production Volume Report (Simulation)													
		Production Volume based on Part Number								Daily		Cumulative	
Process		Part	Q'ty	Part	Q'ty	Part	Q'ty	Part	Q'ty	Real	Conv	Real	Conv
SM	A	321-0721	490							490	416	490	416
	B	321-0747	560							560	560	560	560
	...												
FT	LA1	321-0721	490							490	426	490	426
	LA2	321-0721	110							110	95	110	95
	LA3									0	0	0	0
	...												
	Total									1130	1051	1130	1051

6. 결론

본 연구에서 제안하고 있는 시물레이션 모델을 이용하면 MPS 평가 시스템의 개발이 어렵지 않을 것으로 사료된다. 개발 가능한 MPS 평가 시스템은 생산계획 달성율과 계획 달성의 애로 공정에 대한 정확한 예측을 통해 효율적인 생산 시스템 운영에 기여하고, 설비 증설이 필요한 경우에는 합리적인 시스템 설계안 제시를 위해서 사용될 수 있을 것이다.

추후 연구 과제로는 본 논문의 시물레이션 모델을 이용하여 MPS 평가 시스템을 개발하는 것이다.

참고문헌

[1] 시스템 시물레이션, 이영해, 백두권, 경문사, 1991
 [2] 최성훈, 박태은, 서대석, "대화 형식의 시물레이션 모델", 대한산업공학회 추계 학술대회 발표 논문집, pp.177-181, 1995
 [3] 최성훈, 서대석, "AIM 을 이용한 염색/가공 설비 투자분석 시물레이션", 한국시물레이션학회 논문지, 제 4 권, 제 1 호, pp. 87-98, 1995

[4] Choi, Seong-Hoon, and Surh, Dae S., "A Simulation Analysis of an Automobile Body Assembly Shop", Proceedings of 20th International Conference On Computers & Industrial Engineering, pp. 1099-1102, October 6~9, 1996, Kyongju, Korea
 [5] Coffman, E. G., Jr., Garey, M. R., and Johnson, D. S., "An application of bin-packing to multiprocessor scheduling", SIAM J. Comput. 7, pp. 1-17, 1978
 [6] FACTOR/AIM, User's Guide, Modeling Reference, Pritsker Corp., 1997
 [7] Lilegdon, William R., "Manufacturing Decision Making With FACTOR", proceedings of the 1993 Winter Simulation Conference, pp. 159-163, 1993
 [8] Simulation with Visual SLAM II and AweSim, Pritsker, A. Alan B., O'Reilly, Jean J., and Laval, David K, Systems Publishing Corporation, 1997