韓國 OA學會 論文誌
第4卷 第1號, 1999. 3.

99-4-1-2-5

MRP, JIT 그리고 OPT의 Hybrid생산시스템 구현에 관한 연구

조성훈*, 안동규**, 임명준***

A Study on Structuring the Hybrid Production System of MRP, JIT and OPT

Seong-Hoon Cho*, Dong-Kyu An**, Myong-Joon Lim***

요 약

실제 생산환경에서는 MRP, JIT 그리고 OPT 생산시스템을 상호 보완적으로 사용할 필요가 있으므로 3가지 생산시스템의 역할을 분석하고, 이를 기초로 동적생산체계에 적합한 Hybrid생산시스템을 설계하는 것은 충분한 의의를 갖는다고 할 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 개별시스템이 가지는 제조방식의 유용성과 한계성을 분석하고 생산시스템을 전략적 차원, 전술적 차원 그리고 운영적 차원으로 구분하여 Hybrid화를 시도하였다. 그리고 Hybrid시스템의 유용성을 증명하기 위하여 MRP, JIT 그리고 OPT시스템의 개념이 포함된 Hybrid시스템에 대한 Simulation을 실시하였으며, 그 결과 독립적인 개별시스템보다 Hybrid시스템이 더욱 효과적임을 입증하였다.

Abstract

The MRP, OPT and JIT systems have the respective limitations to become the suitable production management systems of the future. Therefore it is highly requested to develop an integrated production management system by the hybridization of those production systems. Accordingly, this study has focused its hybrid model using MRP, JIT and OPT. There has been many efforts in comparing and analyzing the usefulness and the limitations of those production systems and applying the usefulness to the maximum which improving and supplementing the weakpoints of respective systems. In this respect, this study develop the hybrid simulation model, and this hybrid model are evaluated and compared with MRP(Push system) and JIT(Pull system) by using a simulation.

---

* 건국대학교 대학원 산업공학과 박사과정
** 경민대학 사무자동화과
*** 안양과학대학 공업경영과
논문접수 : 99. 1. 18. 심사완료 : 99. 2. 25.

Ⅰ. 서 론

1950년대 중반 미국에서 개발된 생산계획 및 통제 시스템인 자재소요계획(MRP : Material Requirement Planning), 일본에서 시작된 적시생산(JIT : Just In Time) 그리고 이스라엘의 최적화생산기법(OPT : Optimized Production Technology) 등과 같은 기존의 생산관리시스템은 생산과정이나, 마케팅 혹은 재무에 관해서만 촛점을 맞추어 관리한다.

그러나 최근에는 책임과 직무에 대한 배분이 증가되는 현실적인 상황으로 인하여 생산 성과에 대한 부분에 관리의 촛점이 맞추어지는 추세로 변모하고 있다. 이와 같은 현실적인 문제를 극복하기 위한 생산시스템은 가공시간의 단축, 재고의 최소화, 자원의 최대활용, 납기의 준수 등에 따른 복합문제를 효율적으로 처리해야 한다.

실제 생산환경에서 전술한 세가지 생산시스템의 적용 범위는 제한적이라 할 수 있으므로 개별 생산시스템을 상호 보완적으로 사용할 필요가 있다. 예를 들어 JIT와 OPT가 장기간의 자재소요계획을 결정할 경우에는 MRP를 필요로 하며, JIT와 OPT 역시 MRP시스템이 가지지 못한 제조공학적 차원을 보충할 수 있는 작업적인 일정계획을 대체할 수 있다. 따라서 MRP, JIT 그리고 OPT 세가지 생산시스템의 역할을 분석하고, 이를 기초로 동적생산체계에 적합한 Hybrid생산시스템을 설계하는 것은 충분한 의의를 갖는다고 할 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 Hybrid시스템의 결합구조를 전략적 차원, 전술적 차원 그리고 운영적 차원으로 구분하여 MRP, JIT 그리고 OPT 생산시스템의 실질적 결합을 도모하고자 하며, Hybrid시스템의 이론적 개념을 구현하기 위하여 Hybrid시스템을 Simulation하고자 한다. 그리고 Hybrid 시스템의 유용성을 입증하기 위하여 MRP와 JIT시스템을 Simulation하여 결과를 비교·분석하고자 한다.

Ⅱ. MRP, JIT 그리고 OPT 시스템의 Hybrid 설계

실제로 생산시스템을 통합할 필요성이 대두되고 그 필요성은 여러 가지 각도에서 확인되었지만, 아직까지도 시스템을 결합하는 방향에 대한 확실한 개괄은 다소 부족하다고 할 수 있다. 본 연구에서 제시하는 Hybrid생산시스템은 전략적(Strategic) 차원, 전술적(Tactical) 차원 그리고 운영적(Operational) 차원으로 구분하여 접근하며, 이는 그림 1과 같다.

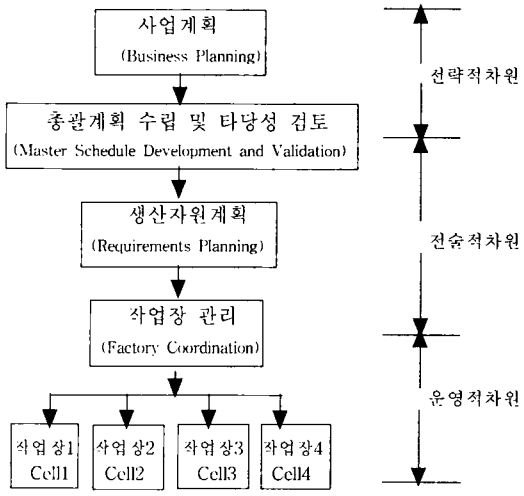


그림 1. 생산시스템내의 세 차원

1. Hybrid시스템에서의 전략적 차원

전략적 차원에서 다루어질 생산관리 시스템의 영역은 다음과 같다.

- 제조할 제품을 결정
- 소비자의 요구와 기대에 부응하여 제품을 수정
- 최종적으로 해당 제품을 생산하기 위한 제조공정 시스템을 설계

이와 같은 과정을 통하여 기업은 급변하는 시장 수요에 유연하게 대응할 수 있는 생산시스템을 보유하게 된다. JIT개념은 이러한 측면에서 매우 효율적으로 적용될 수 있다. JIT체계는 시장의 제품수요에 부응하기 위하여 GT(Group Technology)를 개발하고, 생산흐름을 동기화시키는 등 다각도에서 제조시스템을 수정·발전시켜왔으며, 이와 같은 개념은 기업의 전략적 차원을 지지한다고 할 수 있다.

최종적으로 기업의 생산활동을 계획하는 단계에서의 결과물은 시간에 따른 제품의 생산일정을 결정하는 총괄생산계획이라 할 수 있다. 이를 바탕으로 기업에서는 계획된 생산일정계획에 맞추어 생산하려 노력하게 된다. 만일 제조환경, 즉 시장이나 제품과 같은 환경이 반복적이라면 총괄생산계획을 작성하는 것은 비교적 명료한 과정이 될 것이다. 이러한 경우 JIT는 전략적 차원에 실질적으로 적용될 수 있다.

하지만 이와 같은 생산환경이 모두 가정될 수는 없으며, 비반복적인 생산환경을 갖는 기업의 경우에는 복잡한 사용자의 요구에 대하여 어떠한 기계를 어떻게 투입할 것인가라는 관점에서 생산능력을 중심으로 계획을 작성하여야 한다.

2. Hybrid시스템에서의 전술적 차원

전술적인 차원에서는 총괄생산계획에서 세워진 계획을 완수할 수 있도록 세부적인 계획을 세우는 것이 중요하다. 이 과정에서 완제품의 수요는 각각 조립품, 부분조립품, 기본 요소 등으로 구분되며, 이에 따른 각 종속제품의 총 수요를 파악하여 세부 계획을 작성하고 여기에 다시 생산능력이나 자재 이용성 등을 고려함으로서 계획이 현실화된다.

이 부분에서 JIT는 제조시스템내의 흐름 동기화, 제조공정 각 단계의 관리, 제조공정간의 협력화 등을 통하여 생산자원계획을 지원하게 된다. 이러한 결과 생산시스템의 수행도가 높아짐에 따라 생산자원계획이 더욱 바람직하게 되며 최종적으로 반복적 생산시스템에서는 생산시스템의 동기화가 이루어질 수 있다.

이 부분에서 MRP는 생산자원계획내에서 고객의 수요에 대응하기 위한 자재의 소요정도를 파악하는 역할을 하게 된다. MRP는 생산제품의 변동이 심하여 JIT가 생산시스템으로서 적합하지 못할 때 그 역할을 대신할 수 있다.

또한 상대적으로 복잡한 시스템에서는 MRP를 사용하여 조달기간을 예측하는 것이 가능하다. 물론 조달기간의 정확성은 제조시스템의 복잡성에 좌우된다고 할 수 있다. 하지만 이 조달기간은 예측된 것이므로 작업을 관리하는데 사용할 수 있는 안내척도로서 사용되는 것이며, 절대적인 기준으로 사용될 수는 없다.

3. Hybrid시스템에서의 운영적 차원

운영적 차원에서는 전술적 차원의 결과를 바탕으로 생산조직을 관리하게 되며, 여기에는 MRP로서 구성된 주문계획, 수요를 충족하기 위한 실시간 제조시스템 등이 포함된다. 미래의 하부 생산조직은 개별적 Cell의 형태를 가지게 될 것이라는 관점에서, OPT는 각 생산 Cell의 관리에 효과적으로 적용될 수 있다. OPT는 개별 작업장의 생산형태나 현실에 적합하도록 생산계획을 휴리스틱적으로 계획하며, 이는 OPT의 기본 특성을 이용한 것이다. 제조공학으로서 OPT를 사용할 뿐만 아니라, 생산주기가 반복생산에 가까워지거나 하나의 작업장내에서 이와 비슷한 환경이 구축되는 경우에는 JIT의 간판을 사용하는 것도 효과적이다.

이상과 같은 개념을 적용하여 Hybrid생산시스템내에서 개별 생산시스템의 역할을 도시하면 그림 2와 같다. 분권화된 생산조직에서는 전통적인 작업장에 대한 관리도구로서 OPT를 사용할 수 있으며, 작업장의 특성이 조립라인인 경우에는 협소적인 생산계획의 도구로서 JIT의 간판방식을 사용할 수 있다. 이에 대한 상위체계로서 자원을 계획하는 경우에는 MRP를 사용한다. MRP는 제조공학적인 성격을 갖지 못했기 때문에 작업장관리에는 적용할 수 없지만, 반복적 작업이 많은 전술적 계획측면에서는 그 유용성이 뛰어나다. 특히 분산형 MRP가 도입되면 동적인 환경안에서 복잡한 제품구조에 적합한 여러 가지 규칙을 사용하여 동적인 생산일정계획을 시행할 수 있다.

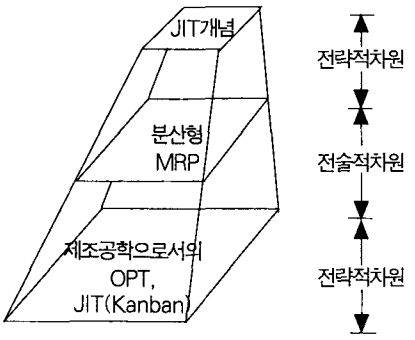


그림 2. Hybrid System의 기본 구조

Hybrid시스템은 궁극적으로 JIT의 개념을 추구하게 된다. 시스템이 안정적으로 관리되면 이는 점차 반복생산 차원으로 전환될 수 있기 때문에, 점진적 개선은 JIT시스템의 효과를 동일하게 거둘 수 있을 것이다. 물론 MRP나 OPT는 JIT가 적용될 수 없는 부분을 보완하면서 Hybrid화된 생산시스템의 중요한 역할을 담당하게 된다.

Ⅲ. Hybrid System의 Simulation 설계

MRP, JIT 그리고 OPT 생산시스템의 Hybrid Simulation을 실행하기 위하여 가상 공정의 형태에 작업시간과 평균수요를 가정하여 Simulation을 설계한다.

1. 공정 설계

생산공정은 4단계로 구성되며, 각 단계마다 각각의 완충재고를 갖고 있으며, 생산공정 이외에도 수요과정이 추가된다. 첫번째 단계는 주물공정으로서 각 제품의 종류에 따라 다른 기계를 사용하므로, 2대의 기계가 사용된다. 두번째 공정에서는 1대의 기계만을 갖고 모든 공정을 처리한다. 세번째 공정에서는 2대의 기계를 사용한다. 네번째 공정에서는 1대의 기계를 사용하여 2종류의 제품을 처리한다.

생산공정의 흐름을 정리하면 다음과 같다.

- 제품 1 : 기계 1 → 기계 3 → 기계 4 → 기계 6 (→ 수요 1)
- 제품 2 : 기계 2 → 기계 3 → 기계 5 → 기계 6 (→ 수요 2)

공정내의 기본 가정은 다음과 같다.

- 모든 기계의 작업시간은 고정된 것으로 가정한다. 이는 모든 기계가 자동화된 것이기 때문이다. 각 기계의 작업속도를 정리한 표 1에서 진하게 표시된 2 개의 공정은 애로공정을 나타낸다.

표 1. 각 기계의 작업시간

기계	1	2	3	4	5	6
작업시간(분)	1.1	1.2	0.46	6.4	7.0	0.75

- 소비자의 수요는 표 2와 같다. 각각의 수요는 평균수요를 모수로 하는 지수분포를 따른다고 가정한다.

표 2. 각 제품의 평균 수요

제품종류	1	2
평균수요(개/1시간)	5.0	6.0

- 추가적으로 외부에서 구입되는 모든 부품은 신뢰성이 좋기 때문에, 구입된 부품은 바로 사용할 수 있다고 가정한다.

2. Simulation 설계

전체적인 생산시스템은 JIT의 개념을 따른다. 그러나 작업공정중 일부가 애로공정인 경우에는 작업대상물에 대한 선행작업의 수요와 관계없이 가능한 연속적인 작업을 실시한다. 본 Simulation에서의 애로공정은 가능한 그 생산효율을 극대화시키도록 구성되며, 이는 애로공정의 선행 완충재고의 수준을 확대함으로서 가능하다. 이것은 OPT의 기본 원리를 만족시킨다.

애로공정에서 작업할 대상물이 없는 경우 작업을 계

속할 수 없기 때문에, 애로공정의 바로 앞에 위치한 완충재고의 수준은 적정선을 유지하여야 한다. 만일 그 수준이 너무 낮은 경우에는 총생산량이 감소하게 될 것이며, 너무 많은 경우에는 재공품재고의 수준이 늘어나게 된다. 이는 생산시스템의 전술적 측면으로서 MRP의 계획적 측면이 적용된다고 할 수 있다. 본 사례에서는 애로공정의 선행공정작업을 적정선에서 유지하기 위하여, 적당량의 완충재고를 인정한다. 따라서 본 사례에서는 애로공정인 기계 4의 완충재고수준을 7개, 기계 5의 완충재고 수준을 6개로 가정하고, Hybrid System의 Simulation을 설계하였다.

그리고 이를 도시하면 그림 3과 같다.

Ⅳ. Simulation 결과 및 분석

1. MRP, JIT 그리고 Hybrid시스템의 Simulation 비교

Simulation을 실시한 결과는 표 3과 같다. 표 3에서는 시간당 평균 생산량과 개별 기계 의 효율성을 파악할 수 있고, 시스템내의 평균재고수준과 총재고수준을 알 수 있다.

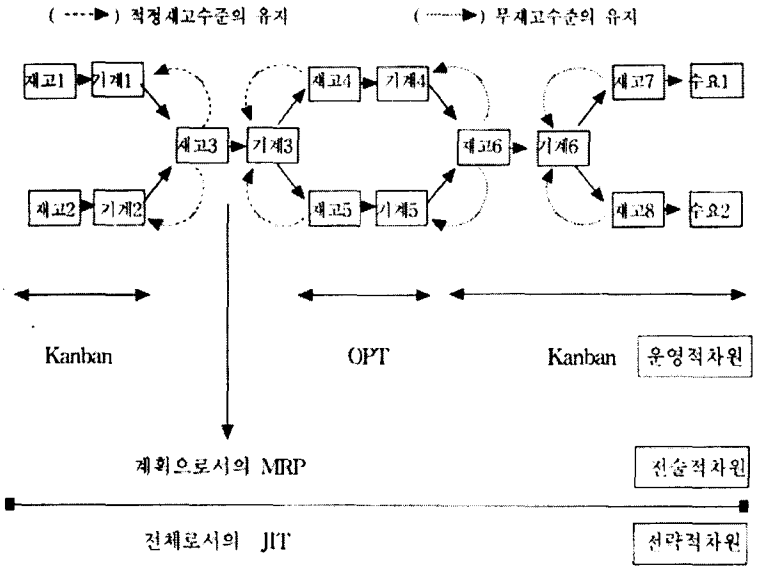


그림 3. Hybrid시스템을 적용한 생산공정

그림 3에서 알 수 있는 바와 같이 애로공정이외의 영역에서는 재고수준을 0으로 하도록 JIT의 간판개념을 도입하고 있으며, 애로공정에서는 OPT의 개념을 도입하여 애로공정에 주안점을 둔다. 즉 생산수준을 크게 유지한다는 것이다. 적절한 생산수준을 유지하기 위하여 계획된 생산량을 적정재고로서 인정하게 된다.

표 3. MRP, JIT, Hybrid의 Simulation 결과

시스템유형 / 수행도	MRP	JIT	Hybrid
제품 1의 생산시간	31.544	31.311	31.823
제품 2의 생산시간	32.876	37.769	33.595
애로공정 기계 4의 효율	0.974	0.622	0.960
애로공정 기계 5의 효율	0.966	0.673	0.817
평균재고	30.86	1.40	8.90
총재고	72	2	19
판매시점의 재고	5	0	0

MRP시스템에서 기계 4와 5의 효율은 97.4%와 96.6%가 되며, 애로공정의 효율은 거의 최대치에 근접해 있음을 알 수 있다. 그러므로 최대생산량이라는 측면에서는 MRP시스템이 가장 유리하다고 할 수 있다. 그러나 MRP시스템에서는 생산량이 최대인 것과 함께, 애로공정의 효율도 최대가 되지만, 재공품재고도 최대가 된다.

JIT시스템에서는 재공품재고의 수준은 낮게 유지될 수 있지만, 애로공정의 효율이 매우 낮기 때문에 생산량이 적어진다. 이러한 이유는 완충재고가 무시되기 때문에 기계 고장이 발생할 경우는 다음 공정의 기계들은 정지해야하기 때문이다. 이와 같은 논리는 애로공정에서 더욱 두드러진다. 물론 애로공정을 없애기 위하여 추가설비를 도입하는 것도 가능한 일이지만, 기계의 효율이 지나치게 낮은 경우가 아니라면 기계의 도입은 애로공정의 전이를 유발할 수 있고 결과적으로 다른 비애로공정이 애로공정으로 된다.

실제로 JIT의 기계 4와 5의 효율은 각각 62.2%와 67.3%임을 알 수 있으며, 기계의 효율적 측면에서는 매우 부적합하다. JIT시스템의 평균재고는 1.4개로 무재고화라는 JIT의 개념을 잘 성취하였다는 것을 알 수 있다.

이러한 상황에서 Hybrid의 이용은 효과적일 수 있다. Hybrid시스템의 총생산량은 MRP시스템에는 다소 못미치지만, JIT시스템보다는 훨씬 높다. 또한 Hybrid시스템의 총재고는 JIT보다는 크지만, MRP보다는 훨씬 작다. 특히 기계 효율 측면에서 기계 4의 경우에는 거의 MRP시스템과 유사하다. 그리고 재고 측면에서도 MRP의 30개에 비해서 적은 8.9개의 평균재고를 갖는다. 따라서 Hybrid시스템은 재고를 상대적으로 적게 유지하면서도 생산량은 비교적 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 Hybrid시스템이 총재고와 총생산량의 상호보조를 적절한 선에서 조정한다고 할 수 있다. 비록 이 연구에서의 사례는 4단계의 공정을 가정하지만 공정이 상대적으로 길어져서 애로공정의 영향이 커지면 그 차이는 더욱 커질 것이다.

2. Hybrid시스템내의 애로공정 조건의 변화분석

본 절에서는 Hybrid시스템을 적용하는 과정에서 애로공정의 재고수준을 세가지로 하여, Hybrid시스템 내의 애로공정관리의 중요성을 입증한다. 기계 4와 5의 변화를 살펴보기 위하여 애로공정에 선행하는 완충재고의 수준을 각각 애로공정 가공시간 기준으로 40, 60, 80 분량으로 고정하였다. 각각의 재고 수준은 표 4와 같다.

표 4. 애로공정 4, 5의 완충재고수준

기계별 재고 / 완충재고수준		기계 4의 재 고	기계 5의 재 고
초기안	Hybrid I (40분량)	7	6
수정안	Hybrid II (60분량)	10	9
	Hybrid III (80분량)	13	12

실험결과 애로공정에 선행하는 완충재고의 크기를 조절하는 것은 생산시스템에 영향을 미치는데, 완충재고의 크기가 상대적으로 큰 HybridⅢ이나 HybridⅡ는 HybridⅠ에 비하여 더욱 많은 생산량과 더욱 많은 재고를 갖는다. 이 결과는 표 5와 같다.

표 5. Simulation 결과

시스템 유형 / 수행도	Hybrid I	Hybrid II	Hybrid III
제품 1의 생산시간	31.823	31.823	31.823
제품 2의 생산시간	33.595	33.595	33.595
애로공정 기계 4의 효율	0.960	0.974	0.974
애로공정 기계 5의 효율	0.817	0.933	0.966
평균재고	8.90	9.03	10.07
총재고	19	21	23
판매시점의 재고	0	0	0

표 5의 결과로서 세가지 시스템의 차이를 비교할 수 있으며, 애로공정의 재고수준을 증가시키면 총재고량이 증가하지만 애로공정의 기계효율은 증가한다.

V. 결 론

날로 치열해지는 기업경쟁시대에 생산관리자들은 기업경쟁력 강화를 위한 새로운 생산 및 관리 방법이 필요하다고 지적하고 있다. 이러한 요구가 MRP시스템으로부터 JIT와 OPT시스템으로의 발전을 가져왔다. 그러나 이러한 개별 생산시스템의 적용 범위는 매우 한정되어 있으며, 이러한 시스템을 사용할 수 있는 생산환경도 매우 제한적이라 할 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 MRP, OPT 그리고 JIT시스템의 제조방식의 유용성과 한계성을 중심으로 Hybrid화를 시도하였다. 특히 생산시스템이 동적으로 변화하는 추세를 감안하면 이와 같은 시도는 그 의의가 크다고 사료된다. 그리고 Hybrid시스템의 유용성을 증명하기 위하여 SIMAN을 이용하여 MRP, JIT 그리고 OPT시스템의 개념이 포함된 Hybrid시스템에 대한 Simulation을 실시하였으며, 그 결과 세가지 시스템을 Hybrid화한 시스템이 효과적임을 입증하였다.

추후 연구는 좀더 복잡한 생산공정에서도 적용될 수 있는 Hybrid시스템 그리고 개별적인 여러 시스템이 연결되는 과정을 비전문가가 쉽게 적용할 수 있는 새로운 접근 방법 필요하다고 사료된다.

참고문헌

[1] 강석천 · 최인수, 「자동생산시스템의 분석과 설계」, 영지문화사, 1995.

[2] 조규갑 · 김갑환 · 이영해 · 윤원영 · 문영길, 「생산시스템 시뮬레이션」, 창현출판사, 1995.

[3] Carol A. Ptak, "MRP, MRPII, OPT, JIT AND CIM (Succession, Evolution, or Necessary Combination)", Product-ion and Inventory Management Jo-urnal, Second Quarter, 1991.

[4] F. Robert Jacob, "OPT Uncoverd:Ma-ny Production Planning and Scheduli-ng Concepts can be applied with or without the Software", Industrial E-ngineering, October, 1984.

[5] Gerhard Plenert, "Are Japanese Production Methods Applicable in The U-nited State?", Production and Inventory Manage-ment, Second, Quarter, 1984.

[6] Jimmie Browne, John Harhen and J-ames Shivnan, Production Management System (A CIM Perspective), Addison-esley Publishing Company, 1988.

[7] Lin, Jy-Hsin, Strategies Using Mult-iple Buffers to Improve Production in an OPT Manufacturing System, Polytechnic University, 1993.

[8] Marcus P. Meleton Jr., "OPT-Fanta-sy or Breakthrough?", Production and Inventory Management, Second Quarter, 1986.

[9] Sumer C. Aggarwal, "MRP, JIT, OPT, FMS?", Havard Business Review, Sep-Oct., 1985.

[10] Thomas E. Vollmann, "OPT As An Enhancement To MRP II",Production And Inventory Management, Second Quarter, 1986.

[11] Villa, A., "Production Planning Architectures : A Common Framework for the Comparison of MRP, OPT, JIT",

Second International Conference CIM, Rensselar, NY, 1990.

[12] WU, N. L., "Understanding Production Systems Through Human Simulat-ion :Experiencing JIC, JIT and OPT Producrion System", INT. J. of Operations & Production Management(UK), Vol.9, Iss.1, 1989.

저 자 소 개

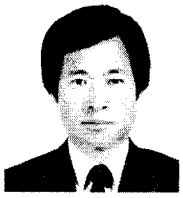
조성훈

한국 OA학회 논문 제3권 제1호 (통권 제5호) 참조

안동규

한국 OA학회 논문 제3권 제1호 (통권 제5호) 참조

임명준



건국대학교 공과대학 산업공학과 졸업 공학박사(산업공학 전공)

현재 : 안양과학대학 공업경영과 교수

전공 : 생산관리, 품질경영, 실험계획법, 공정관리, ISO

Teaching 분야 : 생산관리, 공정관리, 실험계획법, 시스템공학, ISO