

☒ 응용논문

CIM 환경에서의 현장관리시스템 †

- The Study of Shop Floor Control System Under CIM Environment -

남 호 기*
Nam, Ho Ki

Abstract

In recent years there has been a tremendous upsurge of interest in Shop Floor Control System (SFCS) design and analysis. We reviewed current computer-aided shop floor control system. It is concluded that current methodologies support, in a very restricted sense, these planning, scheduling, and monitoring activities and that enhanced performance can be achieved via an integrated approach. In this paper we present an interdisciplinary approach to the development and installing of sophisticated shop floor control systems. Interdisciplinary design will form the basis of designing SFCS in new knowledge intensive era. Interdisciplinary design means more than just applying knowledge from other domains, such as psychology and organization science to design of SFCS. The interdisciplinary approach is verified by an illustrative case study.

1. 서론

최근 현장관리시스템에 대한 설계와 분석에 대한 관심이 고조되고 있다. 대기업 뿐 만 아니라 중소기업에 종사하고 있는 현장관리자도 현장관리시스템의 성공적인 구축이 기업의 이윤과 직결되어있다는 것을 깊이 인식하고 있다. 오늘날의 제조환경의 특징은 제품 제조공정이 복잡하고, 제품 라이프 싸이클이 짧다. 다양한 소비자요구 및 제품의 시장 출현시간 단축에 대응하기 위해서는 제조자원계획 (Manufacturing Requirement Planning), 저스트 인 타임 (Just-In-Time), 통합생산자동화 (Computer Integrated Manufacturing), 전사적자원계획 (Enterprise Resource Planning)등의 새로운 기술을 도입하여야 한다.

소비자의 요구를 충족시켜 주기 위해서는 좋은 제품을 적기에 공급해야 하기 때문에 현장 관리자가 시장변화에 따른 조건을 충족해야만 기업은 타 기업과의 경쟁에서 살아남 수 있다. 특히 총 제조 시간 단축은 시장변화에 민첩히 대응하는데 필수불가결 하나 기업에서는 총 제조 시간이 실 가공시간보다 10배에서 20배에 달하고 있다. 현장관리자는 총 제조 시간과 실 가공시간의 차이를 최소화하도록 하는 노력은 현장관리시스템을 잘 운영함으로써 달성될 수 있다[1].

* 인천대학교 산업공학과

† 본 연구는 96년도 인천대학교 연구비 지원에 의해 수행되었음

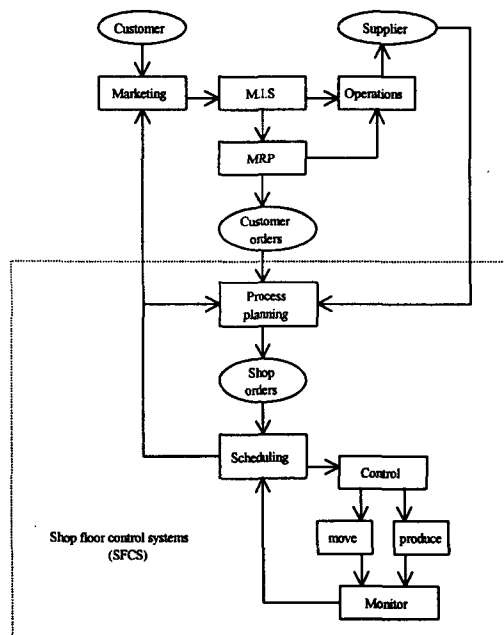
그러나, 기존의 상업용 컴퓨터기반 현장관리시스템을 검토한 결과 범용적으로 사용하는데 문제점이 있고, 그 접근방법에서도 일괄성과 통합성이 부족한 것으로 판단된다. 따라서, 본 연구는 Interdisciplinary 접근 방법으로 복잡한 현장관리시스템에 대한 개념적 구조를 제시한다. 현장관리시스템 설계 시 조직, 인간, 기술측면에서 협동과 복합적인 결합은 필수적이다. 특히 인간의 지식을 이용하여 제품의 질 및 서비스를 향상하고 시장변화에 민첩하게 대응하여야 만 기업의 경쟁력을 회복할 수 있다.

다음 절에서는 현장관리시스템에 대한 일반적인 개념정리와 역할에 대해 언급하며, 3절에서는 컴퓨터기술에 근거한 기존 현장관리시스템에 대한 고찰을 한다. 4절에서는 현장관리시스템의 개념적인 구조를 제시하며, 5절에서는 개념구조에 따른 간단한 적용사례에 대해 설명한다.

2. 현장관리시스템

현장관리시스템은 현장관리자로 하여금 제조설비의 운영, 통제 및 모니터링을 할 수 있도록 하여 현장에서 발생하는 정보를 현장관리자에게 제공함으로써 공장내의 계획 및 통제기능을 통합관리 할 수 있도록 해준다. 따라서 현장관리시스템은 상위시스템과 하위시스템이 온 라인화 되었을 때 효과적이며, 시스템의 반응속도는 현장의 지속적인 생산진행에 대해 즉시 대응할 수 있는 실시간처리가 가능해야 한다. 또한 생산현장의 예측 할 수 없는 여러 가지 변화에 대해서 높은 유연성을 유지해야 한다 [1,2].

현장관리시스템은 그림 1에서와 같이 상위시스템과 관련을 가지며 한편으로는 하위 제조부분과 직접연결 되어있다. 현장관리시스템은 경영정보시스템 (Management Information System), 제조자원계획 (MRP)등의 정보를 토대로 작업지시서의 발행, 동적 생산계획에 의한 상세 작업의 할당, 제조활동의 수행, 제조활동의 통제 및 작업결과의 수집, 제조활동의 통제,



[그림 1] 현장관리시스템의 계층적 구조 [4]

발행된 작업지시 내용의 완결과 작업결과의 평가를 통한 차기계획에의 환원 등의 기능을 갖는다 [3].

효과적인 현장관리시스템은 상위단계에서 수립된 생산계획을 준수시켜 주며 이상시 상황에 적합한 최적의 의사결정방안을 제시해 주는 것이다. 그림 1에서는 생산계획 단계인 일정계획 및 능력계획을 경영정보시스템으로 포괄적으로 표현했지만, 모두 현장관리시스템이 제대로 운영될 수 있도록 준비하는 단계라 볼 수 있다. 반면에 이들 상위의 생산계획이 제대로 달성될 수 있도록 작업현장의 미세한 계획과 통제를 수행함으로써 계획기능을 보완 및 갱신하는 것으로도 정의 할 수도 있다. 즉, 생산현장의 제조활동의 수행결과를 현장관리시스템을 통해 생산관리시스템의 계획과 통제를 일체화함으로써 궁극적으로 생산시점관리를 가능하게 해준다. 이와 같은 현장관리시스템은 통합생산자동화의 구성요소 중 가장 어려운 분야의 하나로 인식되고 있다[5].

3. 컴퓨터기반 현장관리시스템의 문헌고찰

과거 30년 동안 현장관리시스템의 문제점을 해결하기 위한 접근방법을 정리, 분류해 보면 최적화방법(Optimization), 데이터 처리방법(Data Processing) 및 통제방법(Control)으로 구분할 수 있다. 최적화 방법은 주로 시뮬레이션과 인공지능을 이용하여 현장관리문제를 해결하는데 주안점을 두었다. 데이터처리 방법은 제조자원계획과 같이 컴퓨터를 이용하여 복잡한 현장정보처리에 중점을 두었다. 또한 통제 방법은 계층적 구조로 작업현장내의 컨트롤문제들을 개념적으로 단순화시켜 생각하기 위해서, 컨트롤시스템을 여러 계층으로 나누어 계층간의 주/종관계에 의해 시스템의 문제를 해결하려고 노력하였다[6]. 본 논문에서는 최근에 관심이 있는 최적화방법을 중심으로 고찰하고자 한다.

1) DISPATCHER[7]

이 시스템은 자동자재 운반시스템의 통제 및 모니터링을 위한 전문가시스템으로서 초기 PCB 조립장에서 개발되었다. 장점으로는 기능 요구사항이 확실히 정의되어 있고, 시스템을 단계적으로 구축할 수 있는 특징이 있다.

2) ESPRIT Project Research[8]

EEC간의 정보기술(Information Technology) 증진과 정보기술 표준화 제정에 기여을 하였다. 이 시스템 실현은 스케줄기능, 작업통제 및 감시기능이 생산설비와 연결 및 통합함으로써 가능하였다. 전문가시스템과 작업자의 지식이 이용되었다

3) PLATO-Z (Production Logistics and Timing OrganiZer)[9]

지적 셀 통제시스템(Intelligent Cell Control System)의 구조 개발을 위해 인공지능의 Blackboard와 Actor 기술을 응용하였다. 이 시스템은 4 가지 blackboard 모듈과 3 가지 지원기능으로 구성되어 있다. 주 모듈은 일정계획 블랙보드(scheduling blackboard), 작업배정 블랙보드(operation dispatching blackboard), 감시 블랙보드(monitring blackboard), 에러취급블랙보드(Error handing blackboard)로 구성되어 있다.

4) MADEMA (MAnufacturing DEcision MAking)[10]

워크센터 레벨의 자원인 기계, 공구, 작업자, 로봇등을 어떻게 할당 할 것인가에 대한 의사결정을 위한 시스템으로 기존 스케줄기법을 이용하였다. 이 시스템은 생산현장의 지능적 통제를 위하여 시뮬레이션 환경, 의사결정모듈, 의사결정 프로세스를 지원하는 데이터베이스로 구성되어 있다

5) ISIS[11]

이 시스템은 인공지능을 이용한 스케줄링 시스템으로서 많은 제약조건이 있을 시 유효하게 사용된다. ISIS 는 상세 스케줄 생성전에 능력을 먼저 고려하고 사용자와 시스템 사이에 상호 정보교환의 기회를 제공해 준다.

6) SONIA[12]

온라인반응 스케줄로서 일정계획, 작업배정, 감시 기능을 포함한다. 스케줄 결정의 일관성을 유지하는 것을 목적으로 일정계획 유지모듈과 일정계획 분석 및 통제모듈로 구분되어 있다.

7) LMS (Logistics Management System)[13]

이 시스템은 제조흐름통제 및 모니터링을 위한 지식기반 전문가 시스템이다. 이 시스템 이 용으로 설비이용률, 서비스 향상, 싸이클 타임 향상을 기 할 수 있다

상기 고찰에서 알 수 있는바와 같이 기존의 시스템은 범용적으로 사용되지 못하고, 접근방법에도 일괄성이나 통합적인 고려가 결여된 것이다. 또한 정책적, 경제적, 노동 및 조직적인 측면의 고려가 부족한 것으로 판단된다.

4. 현장관리시스템의 개념설계

최근 제조산업의 패러다임 시프트는 대량생산에서 린(Lean) 생산을 지나 민첩생산(Agile Manufacturing)의 세계에 도달해 있다. 민첩생산의 성공적인 실현을 위해서는 조직, 사람 및 기술을 통합한 직제간 설계가 필수적이다. 성공적인 직제간 설계를 위해서 Kidd[14]는 다음의 요건을 주장했다. 1) 기존의 설계된 전략에 도전하여 새롭고 더 좋은 접근방법을 개발해야 한다. 2) 수립된 이념과 이론을 무시하고 새로운 것으로 교체 개발을 시도한다. 3) 시스템 성능 향상을 위해서 조직, 사람, 기술을 어떻게 이용할지 고려한다. 4) 인간의 독창력과 능력을 최대한 이용할 수 있는 방법을 연구해야 한다.

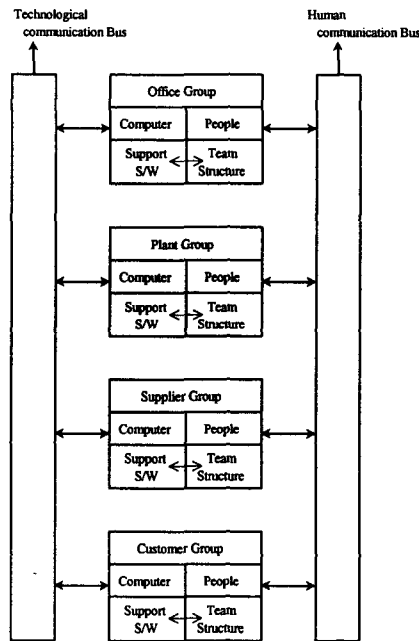
본 논문에서 개념설계로 제시된 Interdisciplinary 접근 방법은 민첩생산의 직제간의 설계방법으로서 제시된 개념을 좁은범위인 현장관리시스템에 적용하는 것이다. 기존의 현장관리시스템 설계 시에는 조직, 사람, 기술 등의 지식을 독립적으로 취급하였으나, 최근에는 기술이 복잡해지고 시장의 그로벌화 및 유동성이 증대하고, 소비자 및 종업원의 요구사항이 다양해짐으로서 재래적인 패러다임으로는 대처가 불가능하므로, 여러 분야의 상호협동의 필요성이 재인식되고 Interdisciplinary 접근 방법으로 통일화되어 가고있는 실정이다. Interdisciplinary 접근 방법은 21세기 제조전략으로서 지식시대에서 민첩한 현장관리시스템을 설계 시 기본이 되는 부분이다. 그러나 Interdisciplinary 접근 방법은 광범위한 영역의 지식인 조직학, 심리학 등을 단지 응용하는 이상의 의미를 갖는다. 또한 영역별로 아직 개발되지 못한 부분까지 포함한다.

Sanderson[15] 연구에 의하면 인간 스케줄러는 컴퓨터와 비교할 때 1) 인간이 컴퓨터보다 유연성이 있기 때문에 현장작업배정법칙 보다 수행능력이 우수하고, 2) 인간이나 컴퓨터 단독으로 사용하는 것 보다 인간-컴퓨터 상호교호 스케줄링이 성능이 우수하다 3) 인간은 시스템 파라미터가 변할 시 적응 및 대응능력이 양호하다 4) 시스템이 현재 및 향후상황이 시스템 목적을 이탈할 경우 인간의 개입은 목표수정이 가능하다. 대부분시스템은 인간의 개입 및 참여는 요구되나 단지 인터페이스 이슈로서 역할만하지 인식과정이나 인간과 컴퓨터사이에서 작업의 효과적인 분할에는 신경을 쓰지 않는다[16].

조직과 기술의 통합부분에서는 조직은 현장관리자 및 작업자가 소속된 조직이 고능률을 증

진시킬 수 있는 자체설계방법으로 접근하여야 한다. 또한 조직, 기술통합설계의 이론적 내용은 작업조직의 향상을 위한 일반적인 방법을 제시하여야 하며, 절차적 내용은 분석적이고 작업조직이 생산활동이 향상 될 수 있는 조직으로 재구성되는데 인도적인 역할을 하여야 한다.

개선된 시스템은 처음에는 단순한 인간-컴퓨터기반 개방형시스템에서 출발하여, 인간의 기술과 병행해서 컴퓨터 시스템을 개발하고, 전체 시스템의 성능을 개선하기 위하여 자체설계방법으로 접근하여 학습과정으로 시스템을 설계한다. 개방형시스템은 조직구조가 외부환경을 고려함에 국한하고 있다. 그러나 좀더 확장하면 시스템구조와 조직구조 뿐 만 아니라 작업, 인간-컴퓨터 인터페이스, 사람간의 관계 및 기술에도 적용이 가능하다. 따라서 조직, 사람 및 기술은 개방형시스템으로 설계되어야한다[17].



[그림 2] Interdisciplinary design Model of SFCS[14]

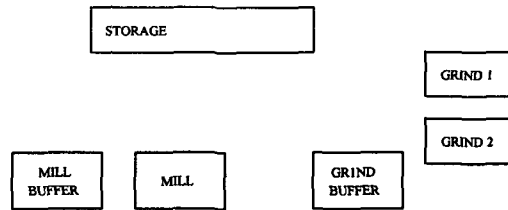
폐쇄형 실시간 접근방법인 ESPRIT가 산업체에 널리 사용되지 못한 이유도 개방형 접근방법을 사용하지 못 했기 때문이다. 바람직한 현장관리시스템은 제조환경변화에 적응할 수 있는 사람의 직감이나 경험을 사용한 개방형 접근방법으로 추진하여야 한다.

현장관리시스템의 Interdisciplinary 설계에서 통합개념은 인간, 컴퓨터 기술 및 조직의 통합을 전제로 한다. 그림 2와 같이 구조는 그룹간의 네트워크, 각 그룹의 구조, 각 그룹간의 교호작용, 지원 소프트웨어, 통신기술, 소프트웨어 간의 통합등으로 구성되어 있다. 각 그룹은 내부(office, plant)와 외부(supplier, customer)로 구분할 수 있다. 이 구조는 공장내외에서 임의의 그룹으로 형성할 수도 있다. 이 임의 그룹은 자재 및 정보의 흐름을 수반하며 통신기술 버스를 통해 기술은 인간 및 지원팀에 제공될 수도 있고 인간통신 버스를 통해서도 제공 될 수 있다. 각 그룹간의 협동과 의사전달을 위해서 기술장벽을 제거하고, 협동작업, 학습능력, 혁신을 위하여 기술을 최대한 이용하여야 한다. 각 서브시스템과 컴퓨터기반 기술사이에 투입산출 분석이 필요하다. 이 분석에는 변수의 정리, 데이터 연결관계 뿐 만 아니라 팀 및 그룹간의 조직분석, 업무분장 등을 포함하는 조직분석도 포함된다.

5. 적용사례

현장관리시스템의 개념설계를 고려하여 기존의 컴퓨터기반기술인 FACTOR[4]을 이용하여 스케줄러의 지식과 경험 및 조직의 외부환경의 변화를 복합적으로 적용하였다. 현재의 시스템 개발 추세에 따라 적은 투자비용으로 여러 곳에서 시스템을 활용 할 수 있도록 클라이언트/서버환경으로 개발하였다. 유닉스 워크스테이션시스템을 서버로 활용하여 여러 대의 PC를 네트워크로 연결하였다. 클라이언트용 PC로서 586PC를 사용하였다.

적용사례로는 전자제품에 사용하는 주물외형 제작 환경으로, 1대의 밀링기계, 2대의 그라인딩기계, 운반기구인 1대의 지게차(forklift)로 구성하였다. 공정흐름은 원자재가 창고에서 지게차로 가공될 기계의 보관장소에서 잠시 대기 후 가용한 기계가 있을 시 1개씩 가공, 운반된다. 그림 3은 적용사례의 생산설비배치를 나타낸다.



[그림 3] 적용사례의 설비배치

5-1. 적용사례의 가정

- 1) 원자재 재고는 충분히 존재한다.
- 2) 재공품재고 창고(Buffer)의 저장능력은 무한하다
- 3) 작업준비시간은 무시한다

5-2. 입력자료

- 1) 부품이름(part #): ES00789
- 2) 공정계획(Prcess plan): 4 공정(jobstep)으로 구성

jobstep	소요시간	내역
101.1	.10hr	창고에서 밀링기계로 운반
101.2	.35hr/part	밀링가공
201.1	.05hr	밀링기계에서 그라인딩기계로 운반
201.2	.50hr/part	그라인딩가공

3) 주문(order):

order	수량	납기일	order	수량	납기일
J201	45	9/21/97 17:00	J209	27	10/01/97 17:00
J203	33	10/01/97 17:00	J210	42	10/01/97 17:00
J205	22	10/01/97 17:00	J212	50	10/01/97 17:00
J206	31	10/01/97 17:00	J213	34	10/01/97 17:00
J207	35	10/01/97 17:00	J215	47	10/01/97 17:00

- 4) Resource sequencing priority rules: High to low priority
- 5) 제조지시일: 08/17/97 08:00
- 6) 모의시험기간: 09/17/97 07:00 - 10/19/97 07:00

5-3. 출력자료

- 1) 대체안별 성능표(alternative performance): 그림 4
 납기지연 주문 숫자를 최소화하는 목적으로 3 주 동안 모의생산을 한 결과 그림 4의 "alternative 0" 의 성능비교표에서 10개 주문중 5개주문이 납기 지연됨을 알 수 있다.
- 2) 자원통계표(resource statistic): 그림 5
 자원통계표에서 밀링기계가 타 기계와 비교할 때 이용률이 높고, 평균가공대기 시간이 긴 것으로 판단된다. 즉 밀링기계가 공정 상 애로공정임을 알 수 있다.

5-4. 개선된 방법적용

이 논문에서 소개된 개념적 설계 이론에 따라 기존 기술부분에서 인간 개입은 FACTOR 현장관리시스템의 반복적인 작업으로 생성된 스케줄러의 지식 즉, i) 자원순서우선순위 ii) 자원보수 정보 iii) 리엔지니어링 차원에서는 공정계획 변경, 조직부분에서는 외부 그룹인 소비자의 납품방법의 변경사항을 고려하였다.

	변경 전 (Alternative "0")	변경 후 (Alternative "1")
자원순서우선순위	High to low priority	Least dynamic slack
자원보수	보전방법무시	기계 사전보전방법 고려
공정계획	운반공정 지체차	사람
소비자 납품방법	납품단위 1개	납품단위 5개

개선된 "alterative 1" 의 성능비교표 (그림 6)와 "alternative 0"의 성능비교표(그림 4)를 비교할 때 총 10개 주문중 납기지연 주문숫자가 5개에서 1개로 현격히 줄었음을 알 수 있다. 또한 고객의 주문이 공정상 대기시간이 차이가 납을 발견할수 있다.

6. 결론

기존 현장관리시스템은 설계 시 조직, 사람, 기술등의 지식을 독립적으로 취급하여 개발된 반면, 개선된 현장관리시스템은 설계 시 컴퓨터를 근거한 기술뿐만 아니라 조직(Organization), 인간(People) , 재정(Finance)등을 동시에 고려한 Interdisciplinary 접근 방법을 제시하였다. Interdisciplinary 접근 방법은 21세기 제조전략으로서 지식시대에서 민첩한 현장관리시스템을 설계 시 기본이 되는 부분이다. 본 논문에서 제시된 개념적 설계 이론에 따라 기존 현장관리 시스템인 FACTOR의 기술부분에서 반복적인 작업으로 생성된 사용자의 지식과 조직부분에서의 소비자의 환경변화 등을 복합적으로 고려한 결과 현장관리시스템의 성능이 월등히 향상되었다.

FACTOR Alternative 0 Performance

Date: 03-26-98 16:44 Model: WORKSHOP 1 - EXAMPLE MODEL
Alternative: 0

	Mean	Minimum	Maximum	Number of Observations
Order Lateness	-81.110	-319.050	159.200	10
Order Completion Time	312.390	77.650	504.700	10
Order Tardiness	76.870	19.600	159.200	5
Order Completion Time Given Late	422.370	365.100	504.700	5
Time Interval of Collection:			505.200	
Number of Orders Completed:			10	
Number of Orders Completed Late:			5	
Percentage of Orders Completed Late:			50.0	
Average Number of Loads Waiting:			3.680	
Average Number of Loads Processing:			2.077	
Average Number of Loads in the System:			5.757	
Average Waiting Time for Orders:			236.410	
Average Processing Time for Orders:			54.430	
Ratio of Processing Time / Waiting Time:			0.230	

[그림 4] "Alternative 0" Performance

FACTOR Resource Statistics

Date: 03-26-98 16:49 Model: WORKSHOP 1 - EXAMPLE MODEL
Alternative: 0

Resource Name	Capacity		Percent	Mean	Minimum	Maximum	Current Value	Time Interval	Number of Observations
FORKLIFT	1	Utilization	0.4	0.004	0.000	1.000	0.000	505.200	8
		On-Shift Utilization	0.7	0.007	0.000	1.000	0.000	248.200	
		Queue Length		0.007	0.000	8.000	0.000		
		Waiting Time		0.450	0.100	0.800			
GRIND1	1	Utilization	29.7	0.297	0.000	1.000	0.000	505.200	0
		On-Shift Utilization	60.5	0.605	0.000	1.000	0.000	248.200	
		Queue Length		0.000	0.000	0.000	0.000		
		Waiting Time		0.000	0.000	0.000			
GRIND2	1	Utilization	32.7	0.327	0.000	1.000	0.000	505.200	0
		On-Shift Utilization	66.6	0.666	0.000	1.000	0.000	248.200	
		Queue Length		0.000	0.000	0.000	0.000		
		Waiting Time		0.000	0.000	0.000			
MILLING	1	Utilization	45.0	0.450	0.000	1.000	0.000	505.200	8
		On-Shift Utilization	91.5	0.915	0.000	1.000	0.000	248.200	
		Queue Length		3.695	0.000	8.000	0.000		
		Waiting Time		233.313	31.000	397.900			

[그림 5] Resource Statistics

FACTOR Alternative 1 Performance

 Date: 03-26-98 16:56 Model: WORKSHOP 1 - EXAMPLE MODEL
 Alternative: 1

	Mean	Minimum	Maximum	Number of Observations
Order Lateness	-104.430	-246.000	3.100	10
Order Completion Time	289.070	99.500	516.600	10
Order Tardiness	3.100	3.100	3.100	1
Order Completion Time Given Late	516.600	516.600	516.600	1

Time Interval of Collection:	517.100
Number of Orders Completed:	10
Number of Orders Completed Late:	1
Percentage of Orders Completed Late:	10.0
Average Number of Loads Waiting:	3.121
Average Number of Loads Processing:	2.053
Average Number of Loads in the System:	5.173
Average Waiting Time for Orders:	213.090
Average Processing Time for Orders:	54.430
Ratio of Processing Time / Waiting Time:	0.255

[그림 6] "Alternative 1" Performance

7. 참고문헌

- [1] A. Bauer, R. Bowden, J. Browne, J. Duggan, and G. Lyons, (1991) Shop Floor Control Systems, Chapman & Hall, London.
- [2] David D. Bedworth, Mark R. Henderson, and Philip M. Wolfe, (1991) Computer Integrated Design and Manufacturing, McGraw-Hill, New York.
- [3] Mehdi, kaighobadi, K. Kern Kwong, and Wing M. Fok, (1993) " Shop Floor Control Practices in Three Pacific Basic Countries : A Comparative View of Small Machine Tool Industry ", Production Planning & Control, Vol 4, No. 2, pp174-180
- [4] Factrol (1986) FACTOR: Modeler's Reference Manual, Pritsker, USA.
- [5] John Borelli, (1991) " Shop Floor Software: What are the Prospect " Fifth Annual Gartner Group Computer Integrated Manufacturing Coference, Chicago.
- [6] J. Solberg, (1989) " Production Planning and Scheduling in CIM " Information Processing '89, G. X. Ritter(Ed.), Elsevier Science Publishers B. V. (north Holland), Amsterdam, pp 919-925
- [7] M. Acock and R. Zemel (1986) DISPATCHER: AI Software for Automated Material Handling Systems. Proceeding of the SME Artificial Intelligence in Manufacturing Conference, Long Beach, Cal. Sept. 23-25.
- [8] Meyer W., Isenberg R. and Hubner M. (1988) " Knowledge-based Factory Supervision: the CIM Shell " Int. J. Computer Integrated Manufacturing Vol 1 pp31-43.
- [10] G. Chryssolouris (1987) MADEMA: An Approach to Intelligent Manufacturing Systems, CIM Review Artificial Intelligence in Manufacturing, Spring 1987, pp11-17.
- [11] M. Fox and S. Smith (1984) " ISIS- A Knowledge-Based System for Factory Scheduling " Expert Systems Vol 1 pp25-49.

- [12] A. Collinot., C. Le Pape, and G. Pinoteau (1988) SONIA: A Knowledge based Scheduling System, Artificial Intelligence in Engineering, Vol 3.
- [13] K. Fordyce and G. Sullivan (1989) Logistics Management System, Proceeding of the Third. International Conference on Expert Systems, University of South Carolina, May 21-24
- [14] P. Kidd (1994) Agile Manufacturing: Forging New Frontiers Addison-wesley, New York.
- [15] P. Sanderson, and N. Moray (1990) " The Human Factors of Scheduling Behaviour " In Ergonomics of Hybrid Automated Systems II (Karwowski W. and Rahimi, M. (Ed.) Elsevier Science Publishers B. V. (north Holland), Amsterdam, pp 399-406.
- [16] V. Godin (1978) "Interactive Scheduling: Historical Survey and State of the Art " AIIE Trans., Vol 10 pp331-337.
- [17] P. Kidd (1989) " Systems based Approaches to CIM: Question of method, Competitiveness and Profitability " In Proc. IEE Seminar Systems Engineering Contribution to Increased Profitability, London, Uk.