DEVS 시뮬레이션을 이용한 자재 재고 관리의 발주 전략에 관한 연구

DEVS Simulation of Purchase Strategies for Material Stock Control System

문 성 진*, 조 대 호**, 김 훈 모***
Moon Sung-Jin, Cho Tae-Ho, Kim Hun-Mo

Abstract

One of many factors that influences the profit of an enterprise is the amount of the stock in an enterprise. When the stock amounts are optimal the economic burden of the enterprise decreases which in turn results in the optimum number of employment and spatial utilization of storages. The purpose of this study is the simulation modeling of a material stock control system using DEVS models in order to get the most suitable stock amounts. The stock within an enterprise is built by the orders from outside world. The effect on the stock by the factors such as order, delivery, and production components has been analyzed based on simulation results.

1. 서 론

1.1 연구의 배경

오늘날 제조업계는 컴퓨터의 발달로 기술력 강화와 품질향상을 위해 한단계 발전된 지능형의 자동화 형태로 CAD/CAM, MRP, FMS, OA 등 분산 시스템과 부분적 통합이 진행되고 있다[7, 11, 13]. 그러나 다양한 제품의 요구, 제품생산의 가속화, 국제화 등 새로운 환경에 적극적으로 대처하기 위해 기업들은 고도의 자동화 추진과 함께 설계생산 및 판매활동 등 기업 전체의 관점에서 유연성과 효율성을 높이기 위한 새로운 정보시스템 기술이 요구되고 있다. 이러한 시스템은 특히 기업 내의 연구 개발로부터 제조, 판매 및 유지에 이르는 모든 적용 업무와 조직의 유기적인 연결을 컴퓨터 및 통신기술을 이용하여 통합적으로 수행하도록 도움을 준다. 이와 같은 맥락에서 대두된 것이 CIM(Computer Integrated manufacturing)이다[8, 12, 14]. CIM은 생산, 마케팅, 주문접수, 설계, 생산계획, 재고관리, 생산운영, 품질관리, 선적 등 공장 내의 제 기능을 컴퓨터나 통신 및 각종 생산 관련 기술을 이용한 통

* 한국태양유전
** 성균관대학교 정보공학과
*** 성균관대학교 기계설계학과

합한 시스템이다[7, 8, 12, 14].

CIM구축을 구축하기 위해서는 네트웍크 시스템, 데이타베이스 시스템, 메뉴팩쳐링 시뮬레이션, 인공지능, 사용자 인터페이스 등 여러가지 기술이 필요하다[10].

이 중 시뮬레이션은 이미 제조공정의 디자인과 분석에 가장 많이 사용되는 방법중의 하나이며 인공지능의 기법을 이용한 도구들의 효과와 효능을 실제 시스템에 적용하기 전에 검증할 때 사용된다. 시뮬레이션 기법은 시스템의 설계 검증 및 최적화를 위하여 신뢰성 있는 수단으로 널리 사용되고 있다[4, 5, 21]. 특히 이산사건 시뮬레이션은 시스템을 Top-Down으로 설계할 시 가장 높은 레벨에서 시스템 특징을 분석하는데 효과적으로 사용된다. 이산사건 시뮬레이션은 시스템의 특징을 시간중심(Time-Driven)이 아닌 사건중심(Event-Driven)으로 추적함으로서 시간중심의 시뮬레이션 기법인 연속시간(Continuous-Time) 시뮬레이션 혹은 이산시간(Discrete-Time) 시뮬레이션에 비하여 속도가 크게 향상된다. 이러한 이산사건 시뮬레이션 기법은 실제로 컴퓨터/통신 시스템, 생산 시스템, 교통 시스템, 전자진, 공정제어, 실시간 시뮬레이터 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 이산시간 시뮬레이션 분야의 연구는 모델링 기법, 시뮬레이션 환경/언어, 통계적 자료 분석법, 사용자 인터페이스, 실시간 처리 등 복합적인 형태로 이루어지고 있다[19].

1.2 연구의 내용

본 연구의 내용은 공장 전체의 시스템을 시뮬레이션 모델링을 통해 추상적으로 설계하여 공장 자체가 가지는 모든 시스템을 구축하여 재고가 최적이 되는 발주 전략이 어떤 것인가를 연구하는데 그 목표로 두었다. 각 시스템에 영향을 미치는 변수와 각 시스템의 능력 등은 현재 H 회사의 R제품을 토대로 작성되었다.

본 연구의 내용을 살펴보면 제 1장에서는 연구의 배경, 연구의 내용을 기술하였으며, 제 2장에서는 본 연구의 시스템 구축에 사용한 언어인 DEVS-Scheme에 대하여 기술하였다. 제 3장에서는 자재 재고 관리 시스템 시뮬레이션 구현을 위한 구성 요소들의 설명을 하였으며, 제 4장에서는 시뮬레이션의 결과를 기술하였다. 제 5장에서는 시뮬레이션 결과를 토대로 나온 결론의 기술 및 향후의 연구 내용 등에 대하여 기술하였다.

본 연구에서 수행한 연구 내용 및 개발 범위를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 시뮬레이션의 개요
둘째, DEVS의 이론적 지식의 습득
세째, DEVS의 모델링의 연구
네째, DEVS를 이용한 시뮬레이션의 구현
다섯째, 시뮬레이션의 결과 분석

2. DEVS의 이론적 배경

2.1 DEVS의 개요

DEVS(Discrete Event System Specification)는 Zeigler에 의해 개발된 이산사건 모델들의 계층구조적 모듈화 방법을 제공해주는 형식론이다[3, 6]. DEVS는 시스템을 작은 모듈들로 나누고 그것들을 계층적으로 구성해 나간다. 각 모듈들은 atomic 모델로 표현되며 그것들의 계층적 구성은 coupled 모델로 표현된다. DEVS 형식론에서는 또 DEVS로 모델링된 시스템의 시뮬레이션을 위하여 추상화 시뮬레이터(Abstract simulator)알고리즘을 제공한다. 추상화 시뮬레이터의 종류에는 simulator와 coordinator가 있으며 이것들은 각각 atomic 모델과 coupled 모델을 위한 시뮬레이터이다. 이때 모델들과 추상화 시뮬레이터들은 일대일 대응 관계를 가진다. 즉, 하나의 모델은 하나의 추상화 시뮬레이터와 항상 쌍을 이루게 된다. DEVS의 추상화 시뮬레이터는 그동안 여러 연구에서 구현되었다[17, 20]. 그 중에서 DEVS-scheme[2]은 DEVS 형식과 그에 관련된 추상 시뮬레이터 개념을 PC-scheme[1]으로 구현한 것으로 DEVS의 모델링과 시뮬레이션을 위한 종합적 도구이다. DEVS-scheme은 계층적이고도 모듈화된 이산사건 시스템 시뮬레이션 모델들을 표현하는 DEVS 형식론에 근거를 두며, 기존의 시뮬레이션 언어인 SIMSCRIPT, SLAM, SIMAN 등과는 달리 DEVS 형식론의 이론을 바탕으로 계층 구조적 모델링을 가능케 한다[17].

2.2 ATOMIC 모델

DEVS의 형식론은 대상 시스템을 모듈화 된 가장 작은 구조로 나누어 각 구조의 동작과 구조를 기술하며 이 구조들을 계층적으로 연결하여 구성하는 것으로 가장 기본

이 되는 작은 구조를 atomic 모델이라 한다[2].

이 atomic 모델의 구조는 다음과 같이 표현된다.

$M=\langle X, S, Y, \delta int, \delta ext, \lambda, ta\rangle$
X;외부 입력 사건들의 집합
S;상태 변수들의 집합
Y;외부 출력 사건들의 집합
δint; 내부 상태 전이 함수
δext; 외부 상태 전이 함수
λ; 출력 함수
ta; 시간 진행 함수

위에서 나타난 것과 같이 DEVS atomic 모델은 두 개의 상태전이 함수를 가진다. 그 중에서 내부 상태전이 함수 δint는 시간이 진행됨에 따라 일어나는 상태의 변화를 나타내기 위한 함수이고, 외부 상태전이 함수 δext는 어떤 상태에서 외부로부터 입력을 받아서 그 상태가 바뀌는 것을 표현하는 함수이다. 그리고 출력 함수는 내부 상태전이가 일어날 때 수행되어서 외부로 출력을 발생하는 함수이다. 이때 발생한 출력은 다른 모델들의 입력이 되므로 한 atomic 모델들의 내부 상태전이는 다른 모델들의 외부 상태전이를 야기하게 된다. 그러나 외부 상태전이에서는 출력이 발생되지 않으므로 다른 모델들에게 영향을 주지 않는다[16].

2.3 COUPLED 모델

atomic 모델을 결합하여 새로운 coupled 모델을 형성한다. 이 coupled 모델은 또한 다른 모델의 구성요소 모델이 될 수 있기 때문에 이것을 이용하여 복잡한 모델을 계층적으로 구성할 수 있게 된다[2].

coupled 모델의 구조는 다음과 같이 표현 된다.

$DN=\langle D, \{M_i\}, \{I_i\}, \{Z_{i,j}\}, select\rangle$
D; 구성요소들의 이름의 집합
M_i; 구성요소의 i번째 기본 모델
I_i; i번째 모델의 influences 모델들의 집합
$Z_{i,j}$; i번째 모델의 출력을 j번째 모델의 입력으로 연결하는 함수
select; 여러 구성요소들이 같은 시간에 스케줄을 원할 때 그 중에서 하나를 선택하는 함수

3. 자재 재고 관리 시스템의 구현

3.1 시스템 구현의 배경

기업의 이윤에 가장 영향을 많이 미치는 것 중의 하나가 기업이 가지고 있는 재고의 양이다. 재고량이 최적이 될 때 기업은 재고로 인한 경제적 부담이 적어지고 인원의 감소를 가질 수 있으며 장소의 최소화가 이루어진다. 본 연구에서는 DEVS-Scheme을 사용하여 자재 재고 관리 시스템의 시뮬레이션을 구축하여 기업의 재고량을 최적으로 하는 것을 그 목적으로 한다. 기업에서의 "재고"라 함은 주문을 받은 주문량을 기준으로 해서 만들어지는 것이므로 주문에서부터 발주, 선적, 입고, 생산에 이르는 각 시스템을 구축하여 각각의 시스템이 재고에 미치는 영향과 각 시스템간의 관계를 비교하면서 최적의 자재 재고 관리 시스템에 접근하는 방법을 사용하였다.

본 시스템에서는 제품의 주문을 받는 쪽도 있고 재료의 주문은 내는 쪽도 있다. 둘 다 주문이란 게 있으므로 제품의 주문을 받는 쪽은 "수주"라 하고 재료의 주문을 내는 쪽은 "발주"라 명명하겠다.

3.2 연구의 목적 및 대상 선정

기업에서의 발주 내는 방법은 여러가지가 있지만 크게 정기 발주와 수시 발주로 나누어 볼 수 있다. 정기 발주는 한달 중 필요한 재료가 있어도 일정한 기간이 될때까지는 기다렸다가 한꺼번에 발주를 내는 방법이고 수시 발주는 필요할시마다 발주를 내는 방법이다. 발주를 한번 내면 발주 산출에 필요한 비용과 선적비용등의 여러가지 비용이 들어가게 된다. 정기 발주의 기간이 길면 발주 횟수가 적어지므로 발주비용는 줄어들지만 창고에 재고량이 증가하는 단점이 있고 수시 발주만을 선택했을때는 발주 횟수가 많아지므로 발주 비용이 늘어나는 단점은 있으나 창고의 재고량을 최적으로 할 수 있다. 그러므로 정기 발주의 기간을 조정하여 생산에 지장이 없는 한 최적의 재고량을 산출하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 크게 수시 발주, 정기 발주 그리고 정기 발주의 기간을 조정하면서 최적의 재고 관리 시스템에 접

근하는 방법을 시뮬레이션을 통해 연구하여 보겠다. 단 수시 발주라도 최소의 기간이 필요하므로 수시 발주 기간은 3일로 보겠다.

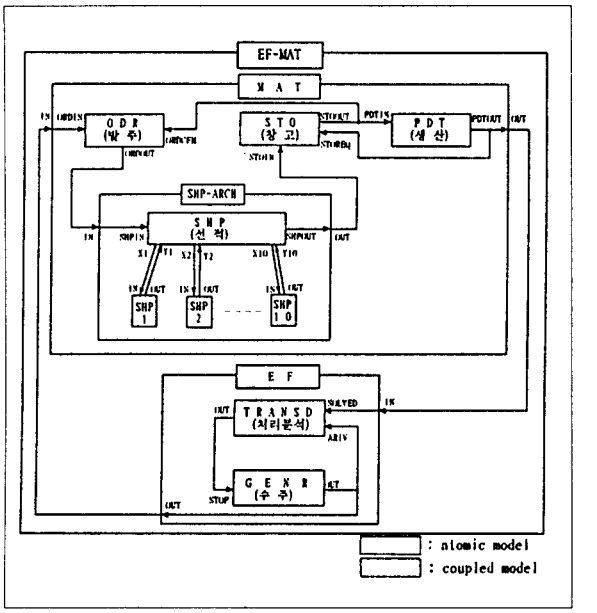
본 연구의 대상은 현재 H 회사의 제품 중 수주부터 생산에 이르는 모든 공정이 가장 평범한 R 제품을 선택하여 1994년 1월 1일부터 1994년 12월 31일까지의 실적를 집계하여 평균한 것을 데이타로 사용하였다.

그 데이타는 다음과 같다.

-정기 발주 기간 : 15 (일)
-총 수주량 : 26, 500 (KP: 1000개)
-수주 발생 기간 : 10 (일)
-수주량 : 750 (KP: 1000개)
-선적 기간 : 20 (일)
-생산 투입량 : 240 (KP: 1000개)
-일일 생산 능력 : 85 (KP: 1000개)

이 데이타를 토대로 본 자재 재고 관리 시스템을 구성하였으며 각 모델에 사용되는 변수는 각 데이타의 성격을 고려하여 참고문헌4에 의해 수주 발생 기간과 선적 기간은 Exponation distribution 함수를 사용하였다. R 제품의 실제 데이타 분포에 의거하여 수주량은 Uniform distribution 함수를, 생산 투입량은 Normal distribution 함수를 사용하였다. 일일 생산 능력은 고정을 시켰다. 그리고 각 변수의 특징에 따라 예상외의 결과를 가질 수 있으므로 한 전략에 대하여 변수의 시드(seed)를 변경하는 방법으로 총 5번의 시뮬레이션을 하였다. 본 시스템의 총 가동기간은 480일로 두었다. 시뮬레이션을 수행할 시에도 회사의 모든 공정은 계속 가동되고 있으므로 본 자재 재고 관리 시스템이 수행되어 회사의 모든 공정과 같은 기능을 발휘할 수 있는 기간은 각 모델의 특성을 감안하여 120일(4달)로 잡았다. 이 120일을 Warm-up time이라고 한다. Warm-up time을 제외한 360일이 본 시스템에서 관찰하고자 하는 기간이다.

먼저 실제 연구에 앞서 자재 재고 관리 시스템의 구성이 올바른지를 확인하기 위하여 실제 상황의 데이타로 테스트 해본 결과(연구1, 전략3 : 본 연구 4장 참조) 거의 실제 상황과 같은 데이타를 얻을 수 있었다.

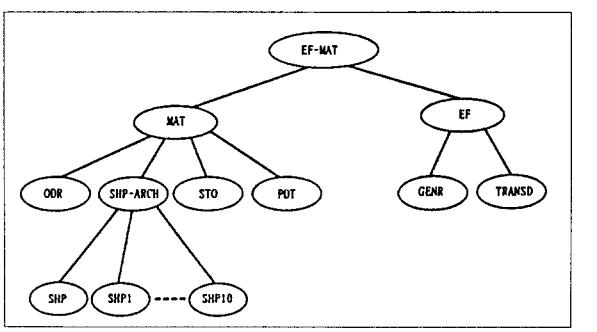


〈그림 3-1〉 자재 재고 관리 시스템의 구성도

3.3 시스템의 구성

자재 재고 관리 시스템의 구성도는 〈그림 3-1〉과 같다.

자재 재고 관리 시스템의 Hierarchical Graph는 〈그림 3-2〉과 같다.



〈그림 3-2〉 자재 재고 관리 시스템의 Hierarchical Graph

1) GENR(Generator) : 수주 모델

일정한 기간이 지나면 수주량을 발생시킨다.

발생한 수주량은 out port를 통하여 발주 모델에 전달된다.

stop port는 처리 분석 모델에서 시스템의 종료를 알릴 때 사용되며 stop port로 데이타가 들어오면 수주 모델은 시스템을 종료시킨다.

2) TRANSD(Transducer) : 처리 분석 모델

시스템의 기간을 결정하며 각 모델에서 발생하는 데이타를 종합 분석하여 시뮬레이션의 결과를 얻는다.

생산 모델에서 발생하는 생산량을 solved port를 통하여 전달받게 되고 각 모델에서 발생한 데이타는 시스템 기간이 끝날 때 얻는다. 시스템이 끝나는 시점이 되면 ariv port를 통하여 수주 모델에 종료를 알린다.

3) ODR(Order) : 발주 모델

최소 재고량, 정기 발주기간, 발주량, 재정기 발주기간을 결정한다. 최소 재고량은 생산을 하기 위해 최소로 가지는 있어야 하는 재고량을 말하며 본 시스템에서는 1개월간 생산에 필요한 수량을 최소 재고량으로 하였다. 재정기 발주기간이란 1달을 의미한다. 즉, 정기 발주는 한달 중 일정한 기간이 지나야 발주가 나가므로 이 1달을 정하기 위해 재정기 발주기간이 사용된다. 발주 모델은 발주 횟수가 몇번인가에 대하여 관찰한다.

수주 모델에서 발생한 수주량을 odrin port를 통해 받게 되면 먼저 수주량을 누적 수주량에 더해주고 정기 발주기간이 지났는가를 체크한다. 정기 발주기간이 지났으면 수시 발주기간을 체크한다. 수시 발주기간도 지났으면 발주를 낼 것인가를 결정한다.

발주를 낼 것인가의 결정은 다음과 같다.

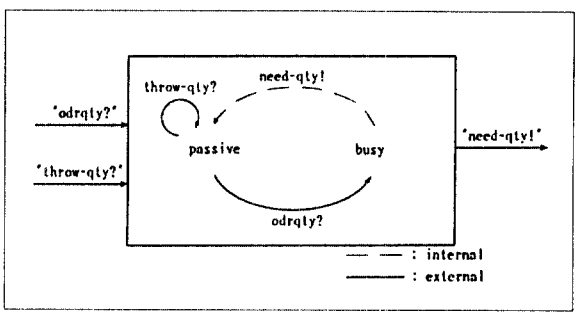
● 발주 필요수=(누적 수주량+최소 재고량)−사용 가능 재고량

으로 발주 필요수를 산출하여 만약 발주 필요수가 0보다 크면 odrout port를 통하여 발주를 내게 되며 발주량은 선적 모델에 전달된다. 발주를 내면 사용 가능 재고량에는 발주량만큼 더해지고 누적 수주량은 0이 된다. 이때 발주 횟수를 1씩 증가시키며 발주 횟수를 관찰한다.

창고 모델에서 생산 모델로 투입한 수량이 얼마인가를 알려주는 odrcfm port로부터 투입한 수량의 정보를 받게 되면 그 수량만큼 사용 가능 재고량에서 빼 준다.

발주 모델의 의사코드(pseudo code)와 상태 전이도는 다음과 같다.

```
EXTERNAL FUNCTION
(case Input-Port
  ('odrin
     Update local clock
     Add acum-odrqty from odrqty
     If month-time 〈 fixed-time then passivate
     If daily-time 〈 min-time then passivate
     compute need-qty = (acum-odrqty+min-stock) - (possible-stock)
     If need-qty 〉 0 then hold-in 'busy 0
                          add possible-stock from need-qty
                          set! acum-odrqty 0
  )
  ('odrcfm
     Update local clock
     Minus possible-stock from throw-qty
     passivate
  )
)
INTERNAL FUNCTION
(Case State-Phase
  ('busy
    passivate
  )
)
OUTPUT FUNCTION
(Case State-Phase
  ('busy
    Port is 'odrout
    Value is need-qty
  )
)
```



〈그림 3-3〉 발주 모델의 상태 전이도

4) SHP(Shipping) : 선적 모델

발주를 내어서 창고 모델에 도착하기까지의 기간을 결

정한다. 발주를 내고 나서 다시 발주를 내어야 하는 경우가 발생하므로 선적 모델은 하부에 선적기간 모델을 (SHP1 SHP10) 10개 두어서 관리한다.

발주 모델에서 발생한 발주량을 shpin을 통하여 받게 되면 선적 모델은 선적기간을 결정하는 모델로 발주량을 보낸다. 이때 선적 모델은 선적기간 모델1이 busy상태일시는 선적기간 모델2로 발주량을 보낸다. 이렇게 해서 선적기간 모델9까지가 모두 busy상태면 선적기간 모델10으로 보낸다. 본 연구에서는 선적기간 모델 10개가 모두 busy상태인 상태가 없었다. 만약 발생하면 선적기간 모델의 갯수를 더 늘려주면 된다. 각 선적기간 모델은 선적기간이 끝이 나게 되면 발주량을 선적 모델에 전달하게 된다. 선적 모델에서 선적기간 모델로의 데이타는 x-in port를 통해, 선적 기간 모델에서 선적 모델로의 데이타는 out-y port로 송수신한다. 최종적으로 선적모델은 shpout port로 발주량을 창고 모델에 전달한다.

5) STO(Store) : 창고 모델

발주를 낸 수량이 창고에 들어 오는 것을 관리하며 생산에 투입을 할 것인가, 투입시 투입 할 수량은 얼마인가를 결정한다. 창고 모델은 현 재고량이 얼마인가, 누적 재고량이 얼마인가를 관찰한다.

선적 모델에서 보낸 발주량을 stoin port를 통해 받게 되면 발주량은 창고의 입고량이 된다. 이 입고량은 창고의 재고량에 더해진다.

생산 모델의 요청이 있었나를 체크하여 요청이 있었다면(check = 0) 생산 모델에 투입할 수량을 결정한다. 단 시스템의 처음 가동시는 생산 요청이 있었다고 본다.

투입할 수량은 NORMAL함수를 사용하여 결정하며 만약 산출한 생산 투입량이 재고량보다 적으면 그 재고량이 생산 투입량이 된다. stoout port를 통하여 생산 모델에 생산 투입량을 보내주고, 발주 모델에도 생산 투입량의 정보를 보내주어 발주 모델의 사용 가능 재고량에서 빼 주게 한다.

생산투입을 하게 되면 생산 투입량만큼 창고의 재고량에서 빼 주게 되고 생산 요청 체크를 1로 셋트하여 생산 요청에 대응했다고 인식한다.

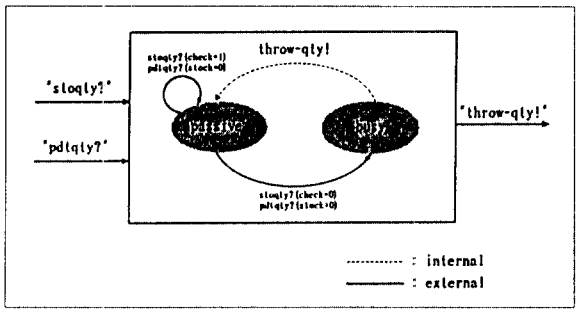
생산 모델에서 처리가 끝이 났을 때 창고 모델에 투입을 요청하는 storeq port로부터 투입요청을 받게 되면 재고를 체크하여 재고가 있으면 생산 투입량을 결정한다. 이때에도 생산 투입량보다 재고량이 적으면 재고량이 생산 투입량이 된다. stoout port를 통해 이루어지는 처리는 위와 같다.

만약 생산 모델에서 창고 모델에 투입을 요청을 하였는데 창고 모델에 재고가 없었다면 생산요청 체크를 0으로 셋트하여 생산 요청이 있었다고 인식한다.

창고 모델의 의사코드(pseudo code)와 상태 전이도는 다음과 같다.

```
EXTERNAL FUNCTION
(case Input-Port
  ('stoin
    Update local clock
    Add stock from stoqty
    If check = 1 then passivate
    set! throw-qty from normal-function
    If throw-qty < stock then minus stock from throw-qty
                              set! check 1
                         else set! throw-qty from stock
                              set! stock 0
                              set! check 1
    hold-in 'busy 0
  )
  ('storeq
    Update local clock
    (case
      (stock > 0
        set! throw-qty from normal-function
        If throw-qty < stock then minus stock from throw-qty
                                  set! check 1
                             else set! throw-qty from stock
                                  set! stock 0
                                  set! check 1
        hold-in 'busy 0
      )
      (else
        set! check 0
        passivate
      )
    )
  )
)
INTERNAL FUNCTION
(Case State-Phase
   ('busy
    passivate
   )
```

```
)
OUTPUT FUNCTION
(Case State-Phase
   ('busy
     Port is 'stoout
     Value is throw-qty
   )
)
```



〈그림 3-4〉 창고 모델의 상태 전이도

6) PDT(Production) : 생산 모델

창고에 재고가 있으면 재고를 가져와서 제품을 만든다. 만약 창고의 재고가 없으면 생산 모델에 재고가 들어 올 때까지 생산 모델은 계속 유휴 상태가 된다. 생산 모델은 총 생산량이 얼마인가, 생산 모델의 유휴기간이 얼마인가, 유휴 횟수가 몇번인가를 관찰한다.

창고 모델에서 투입한 생산 투입량을 pdtin port를 통해 받게 되면 생산 처리 기간을 결정한다. 생산 처리 기간은 생산 투입량을 일일 처리 능력으로 나누어 결정한다. 생산 처리 기간이 경과한 것은 생산량을 생산 투입량만큼 생산을 한 것이므로 이 생산량을 pdtout port를 통하여 처리분석 모델에 생산량을 보내주고, 창고 모델에도 생산 투입량을 요청한다. 이때 창고 모델은 생산 모델에 다시 투입할 생산 투입량을 결정하여 투입하고 만약 생산 투입량이 없으면 이때부터 다시 생산 모델에 생산 투입량이 들어 올때까지의 기간이 유휴기간이 된다.

모든 모델의 program은 Appendix에 있으며 본 연구에서는 발주모델과 창고모델에 대해서만 기술하였다.

4. 시뮬레이션

본 연구에서는 크게 2가지 경우에 대하여 시뮬레이션을 하였다. 첫번째 시뮬레이션(연구1)은 실제 상황을 기준으로(실제 상황은 연구1의 전략3임) 수시발주와 정기발주의 기간을 조정하면서 실제 상황의 발주 횟수, 재고량, 생산량, 유휴기간과 비교하여 보았다. 두번째 시뮬레이션(연구2)은 발주 전략에 대해 보다 민감한 결과를 관찰을 위하여 수주가 많이 들어왔을 때의 변화를 관찰하여 보았다. 두번째의 연구는 실제 상황과 같은 데이타를 사용하나 실제 상황은 수주 발생 기간이 평균 10일이나 두번째 연구에서는 수주 발생 기간을 5일로 단축하여 관찰해 보았다.

각 전략은 다음과 같으며 전략3은 실제 데이타에 근거를 두어 관찰한 것이다.

1) 전략1 : 수시 발주만을 선택한다. 〈표 4-1〉
2) 전략2 : 정기발주 기간을 10일로 잡고 수시 발주처리를 한다.
3) 전략3 : 정기발주 기간을 15일로 잡고 수시 발주처리를 한다.
4) 전략4 : 정기발주 기간을 20일로 잡고 수시 발주처리를 한다.
5) 전략5 : 정기 발주만을 선택한다.

〈표 4-1〉 발주전략별 발주기간

모델ID	모델명	변 수 명	단위	전략1	전략2	전략3	전략4	전략5
ODR	발 주	정기발주기간	일	×	10	15	20	30
		수시발주기간	일	3	3	3	3	×
		재정기발주기간	일	×	30	30	30	30

〈표 4-2〉 모델에 사용되는 공통변수

모델ID	모델명	변 수 명	단위	변 수 값	비 고
ODR	발주	최소재고량	KP	2250	30일분의 재고
PDT	생산	생산처리기간	일	생산투입수량/85	85(일일처리능력)
TRANSD	처리분석	시스템기간	일	480	1년+4달
시스템준비기간(Warm-up time)			일	120	4달

4.1 모델에 사용되는 변수들

모델들에 들어가는 공통변수는 〈표 4-2〉와 같다.

발주 모델의 최소 재고량은 30일분의 재고분인 2250KP를 사용하였다. 생산 모델의 생산처리 기간은 생산라인의 일일 처리능력이 85KP이므로 생산에 투입된 수량을 일일 처리능력으로 나누어 나오는 기간으로 처리하였다. 시스템의 전체 시간을 결정하는 처리 분석 모델의 시스템 기간은 총 480일로 잡았으며 각종 데이타를 산출하기에 앞서 시스템의 각 모델이 정상적인 기능을 하기 위한 시스템 준비기간을 120일로 잡았다. 이 변수들은 본 시스템에 고정되어 있는 공통 변수들이다.

〈표 4-3〉은 각 모델들의 특성에 맞게 변수들을 정의한 것이다.

시드를 사용하였다. 수주 모델의 수주 발생량은 UNIFRM 함수를 사용하였고 값은 [(*(FLOOR(UNIFRM 1 6 2)) 250)]이다. 1부터 6까지의 난수를 발생시켜 FLOOR로 발생한 난수를 정수로 만들고 250을 곱한다. 이것은 수주 발생량 750을 나타낸다. 시드는 2번을 사용하였다.

선적 모델의 선적기간은 EXPON함수를 사용하였으며 선적기간 20일을 나타낸다. 시드는 3번을 사용하였다. 창고 모델의 생산 투입량은 NORMAL함수를 사용하였고 값은 [(*(FLOOR(NORMAL 8 2 4)) 30)]이다. 평균 8이고 평균을 기준으로 분포가 2인 난수를 발생시켜 FLOOR로 발생한 난수를 정수로 만들고 30을 곱한다. 이것은 생

〈표 4-3〉 각 모델에 사용되는 변수

모델ID	모델명	변수명	단위	Simulation	변 수 값
GENR	수주	발생기간	일	Simu 1	EXPON 10 1
				Simu 2	EXPON 10 2
				Simu 3	EXPON 10 3
				Simu 4	EXPON 10 4
				Simu 5	EXPON 10 5
		발 생 량	KP	Simu 1	(* (FLOOR(UNIFRM 1 6 2)) 250)
				Simu 2	(* (FLOOR(UNIFRM 1 6 3)) 250)
				Simu 3	(* (FLOOR(UNIFRM 1 6 4)) 250)
				Simu 4	(* (FLOOR(UNIFRM 1 6 5)) 250)
				Simu 5	(* (FLOOR(UNIFRM 1 6 6)) 250)
SHP	선적	선적기간	일	Simu 1	EXPON 20 3
				Simu 2	EXPON 20 4
				Simu 3	EXPON 20 5
				Simu 4	EXPON 20 6
				Simu 5	EXPON 20 7
STO	창고	생 산 투입량	KP	Simu 1	(* (FLOOR(NORMAL 8 2 4)) 30)
				Simu 2	(* (FLOOR(NORMAL 8 2 5)) 30)
				Simu 3	(* (FLOOR(NORMAL 8 2 6)) 30)
				Simu 4	(* (FLOOR(NORMAL 8 2 7)) 30)
				Simu 5	(* (FLOOR(NORMAL 8 2 8)) 30)

Simulation 1을 통해 각 변수들에 대하여 알아보겠다.

수주 모델의 수주 발생기간은 EXPON함수를 사용하였고 값은 [EXPON 10 1]이다. 이 함수는 평균이 10인 난수를 발생시켜 수주 발생기간을 10일로 나타내며 1번 산투입량 240을 나타낸다. 시드는 4번을 사용하였다.

각 모델 변수의 시드는 달리 하였다. 이것은 한 시드에서만 난수를 발생시키면 환경이 변하여 다른 모델에도 영향을 미치므로 각 전략별 시뮬레이션을 할때 모두 같은

환경을 만들어 주기 위함이다. 환경이 다른 곳에서의 시뮬레이션은 의미가 없기 때문이다. 각 전략별로는 모두 5번의 시뮬레이션을 실시한다.

연구2에서는 수주 모델의 발생기간 변수를 [EXPON 10 1]에서 [EXPON 5 1]로 수정하여 수주 발생기간을 10일에서 5일로 두어 수주가 많이 들어 왔을 때의 상황을 시뮬레이션 하였다.

4.2 자재 재고 관리 시스템의 연구 결과

4.2.1 첫번째 연구의 결과

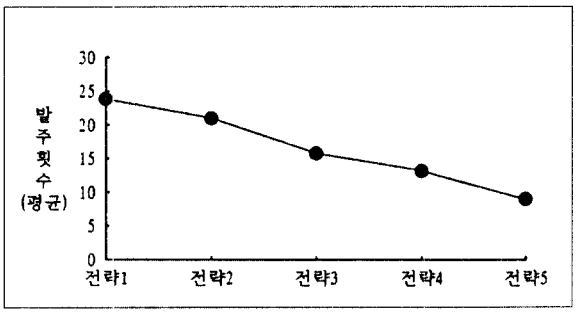
이번 연구에서는 수주 횟수가 평균 35회였으며 수주 수량은 26, 500 KP였다.

(1) 각 전략별 변수별 발주 횟수 현황(360일분)

〈표 4-4〉 각 전략별 변수별 발주 횟수 현황(연구1)

(단위: 횟수)

	Simu 1	Simu 2	Simu 3	Simu 4	Simu 5	평균	90% 신뢰도 구간
전략 1	18	29	26	28	18	23.8	[18.64, 28.95]
전략 2	16	23	20	28	18	21	[16.52, 25.47]
전략 3	12	19	18	20	10	15.8	[11.51, 20.08]
전략 4	11	12	16	19	8	13.2	[9.07, 17.32]
전략 5	7	11	7	11	9	9	[7.09, 10.90]



〈그림 4-1〉 각 전략별 평균 발주 횟수 현황 (연구1)

(2) 각 전략별 변수별 생산량 현황(360일분)

(3) 각 전략별 변수별 일일 재고량 현황(1일)

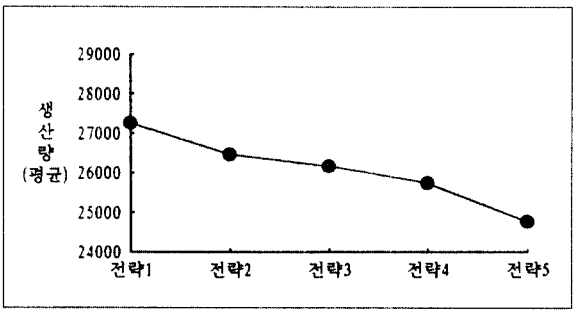
(4) 각 전략별 변수별 유휴기간 현황 (360일분)

생산 유휴율은 시스템 가동기간에 대한 유휴기간을 %로 나타낸 수치이다.

〈표 4-5〉 각 전략별 변수별 생산량 현황 (연구1)

(단위: KP)

	Simu 1	Simu 2	Simu 3	Simu 4	Simu 5	평균	90% 신뢰도 구간
전략 1	28,810	28,680	28,290	26,240	24,310	27,266	[25405, 29126]
전략 2	28,600	27,540	27,150	24,330	24,720	26,468	[24697, 28238]
전략 3	24,690	26,600	27,580	27,080	24,930	26,176	[24939, 27412]
전략 4	25,890	25,680	28,030	26,340	22,810	25,750	[23952, 27547]
전략 5	22,790	27,930	24,180	24,250	24,690	24,768	[22950, 26585]

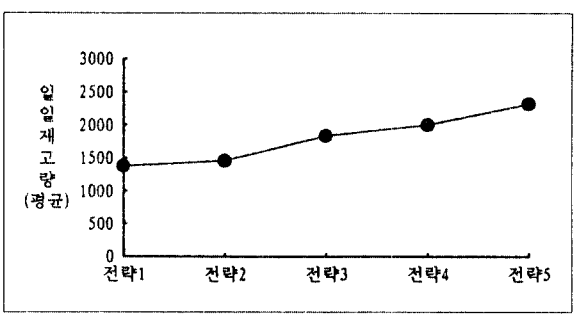


〈그림 4-2〉 각 전략별 평균 생산량 현황 (연구1)

〈표 4-6〉 각 전략별 변수별 일일 재고량 현황 (연구1)

(단위: KP)

	Simu 1	Simu 2	Simu 3	Simu 4	Simu 5	평균	90% 신뢰도 구간
전략 1	1,936	1,459	1,201	1,139	1,141	1,380	[1055, 1704]
전략 2	1,505	1,503	1,565	1,464	1,260	1,459	[1347, 1570]
전략 3	2,019	1,776	1,825	1,950	1,644	1,842	[1701, 1982]
전략 4	2,257	2,125	1,701	1,866	2,101	2,010	[1797, 2222]
전략 5	2,325	2,808	2,708	1,768	2,012	2,324	[1900, 2747]



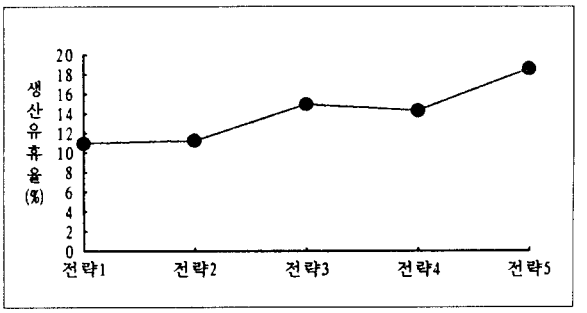
〈그림 4-3〉 각 전략별 평균 일일 재고량 현황 (연구1)

생산 유휴율 = (유휴기간 / 시스템 가동기간) * 100

〈표 4-7〉 각 전략별 변수별 유휴기간 현황 (연구1)

(단위: 일)

	Simu 1	Simu 2	Simu 3	Simu 4	Simu 5	평균	생산 유휴율(%)
전략 1	18.13	22.20	32.38	50.49	74.91	39.62	11.00
전략 2	25.00	36.02	23.33	49.72	68.48	40.51	11.25
전략 3	74.10	46.15	38.10	42.07	68.74	53.82	14.95
전략 4	61.79	50.98	34.97	33.01	76.44	51.43	14.28
전략 5	90.96	35.85	79.98	73.51	53.62	66.78	18.55



〈그림 4-4〉 각 전략별 생산 유휴율 현황 (연구1)

4.2.2 두번째 연구의 결과

이번 연구에서는 수주 횟수가 평균 70회였으며 수주 수량은 52, 700 KP였다.

(1) 각 전략별 변수별 발주 횟수 현황 (360일분)

〈표 4-8〉 각 전략별 변수별 발주 횟수 현황 (연구2)

(단위: 횟수)

	Simu 1	Simu 2	Simu 3	Simu 4	Simu 5	평균	90% 신뢰도 구간
전략 1	34	37	23	33	29	31.2	[26.04, 36.35]
전략 2	22	20	22	29	25	23.6	[20.25, 26.94]
전략 3	16	14	18	16	13	15.4	[13.54, 17.25]
전략 4	11	9	13	15	13	12.2	[10.02, 14.37]
전략 5	8	7	8	8	8	7.8	[7.32, 8.22]

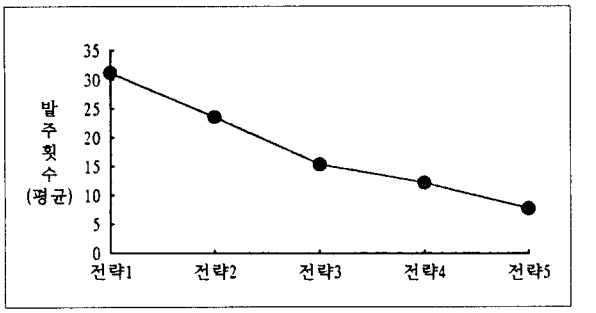
(2) 각 전략별 변수별 생산량 현황 (360일분)

(3) 각 전략별 변수별 일일 재고량 현황 (1일)

(4) 각 전략별 변수별 유휴기간 현황 (360일분)

생산 유휴율은 시스템 가동기간에 대한 유휴기간을 %로 나타낸 수치이다.

생산 유휴율 = (유휴기간 / 시스템 가동기간) * 100

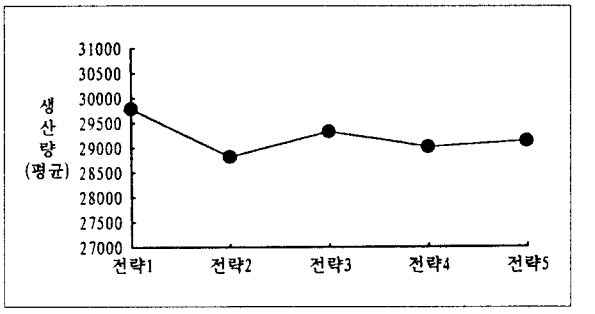


〈그림 4-5〉 각 전략별 평균 발주 횟수 현황 (연구2)

〈표 4-9〉 각 전략별 변수별 생산량 현황 (연구2)

(단위: KP)

	Simu 1	Simu 2	Simu 3	Simu 4	Simu 5	평균	90% 신뢰도 구간
전략 1	30,340	30,630	30,190	28,310	29,460	29,786	[28898, 30673]
전략 2	30,030	30,690	28,880	25,780	28,750	28,826	[27028, 30623]
전략 3	30,460	29,670	30,310	28,790	27,430	29,332	[28139, 30524]
전략 4	29,260	30,780	30,760	25,860	28,400	29,012	[27072, 30951]
전략 5	30,750	30,690	27,760	28,690	27,780	29,134	[27707, 30560]

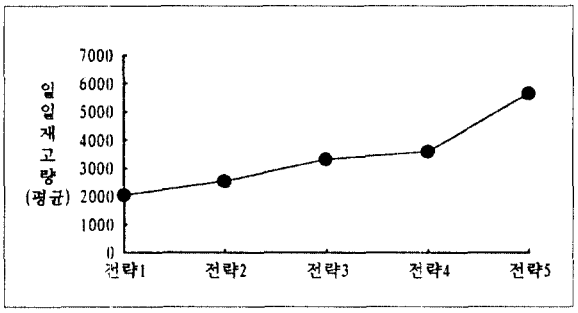


〈그림 4-6〉 각 전략별 평균 생산량 현황 (연구2)

〈표 4-10〉 각 전략별 변수별 일일 재고량 현황 (연구2)

(단위: KP)

	Simu 1	Simu 2	Simu 3	Simu 4	Simu 5	평균	90% 신뢰도 구간
전략 1	2,012	2,445	2,508	1,498	1,781	2,048	[1636, 2459]
전략 2	3,202	3,893	2,171	1,343	2,058	2,533	[1571, 3494]
전략 3	4,131	4,286	2,628	2,681	2,852	3,315	[2532, 4097]
전략 4	4,179	5,286	3,160	2,294	2,980	3,579	[2465, 4692]
전략 5	5,775	9,224	4,879	3,826	4,528	5,646	[3625, 7666]

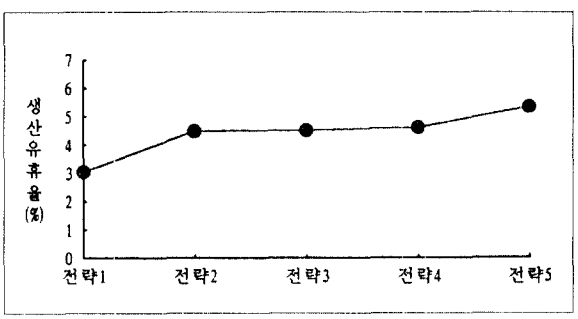


〈그림 4-7〉 각 전략별 평균 일일 재고량 현황 (연구2)

〈표 4-11〉 각 전략별 변수별 유휴기간 현황 (연구2)

(단위: 일)

	변수 1	변수 2	변수 3	변수 4	변수 5	평균	생산 유휴율(%)
전략 1	5.33	0	4.83	26.91	18.09	11.03	3.06
전략 2	4.78	0	7.63	46.16	22.61	16.23	4.50
전략 3	1.92	13.02	3.02	25.32	38.54	16.34	4.53
전략 4	16.05	0	0	41.35	25.82	16.64	4.62
전략 5	0	0	37.98	21.54	36.66	19.23	5.34



〈그림 4-8〉 각 전략별 생산 유휴율 현황 (연구2)

5. 결 론

현재 H회사에서 발주를 내는 방법은 15일 정기발주와 이후 수시발주를 내는 방법을 사용하고 있다. H회사에서는 이 발주 전략 이외의 다른 전략으로 발주를 내고 싶지만 실 업무에서 적용하기란 쉽지 않다. 만약 발주를 잘못 내어 생산에 지장이 가게 되면 곤란하기 때문이다.

이에 본 연구는 현재 H회사의 제품 중 수주부터 생산에 이르는 모든 공정이 가장 평범한 R제품을 선택하여 시뮬레이션 모델링을 통해 자재 재고 관리 시스템을 구축하여 발주 전략을 변경함으로써 여러가지 데이타를 얻을 수 있었다.

먼저 본 시뮬레이션에 들어가기 전에 여러 가지 정보들을 종합하여 발주전략3으로(15일 정기발주) 시스템의 타당성을 평가 해 보았다. 실 업무의 데이타와 거의 같은 것을 확인하고 이후 다른 발주 전략으로 시뮬레이션을 해 보았다. 시뮬레이션 변수에 의해 예상외의 결과를 가질 수 있으므로 각 전략마다 모두 5번씩의 시뮬레이션을 수행해 보았다.

첫번째 연구의 결과는 정기 발주의 기간이 길면 길수록 재고량과 생산 유휴율이 증가하고 발주 횟수와 생산량이 감소함을 알 수 있었다. 그러므로 발주시 비용이 많이 드는 경우는 정기 발주 기간을 많이 잡아서 발주 비용을 적게 하고 발주 비용이 적게 드는 경우는 정기 발주 기간을 적게 잡아 창고의 재고량을 적게 가지는 것이 경제적이라는 결론이 나왔다. 그래프의 경향은 예상한대로 나왔으며 시뮬레이션의 목적은 경향도 중요하지만 실제 데이타의 변화폭에 대한 예측을 하는게 중요하다.

두번째 연구는 첫번째 연구에 비해 데이타의 중요도는 떨어지지만 만약 수주가 예상외로 많았을 때의 결과가 얻기 위하여 시뮬레이션 해 보았다. 큰 특징은 생산량과 생산 유휴율은 전략2, 3, 4, 5가 거의 비슷하였으나 창고의 재고량이 전략5에서는 상당히 증가함을 알 수 있었다.

추후의 연구로는 우선 현 시스템에서 최소 재고량 등의 변환으로 재고에 미치는 영향을 분석함으로써 다른 결과에 접근해 보는 것이다. 재고에 영향을 미치는 변수는 이것 이외에 일회 발주량, 생산능력, 선적기간등이 있다. 그리고 현 시스템의 발주 모델은 수주 모델의 수주가 있을 시에만 발주를 내었으나 추후에는 수주 이력과 생산 시스템의 불량 발생 등을 고려하여 더욱 발전된 발주 모델을 구축한 후 전체 시스템에 미치는 영향을 분석해야 할 것이다. 현 자재 재고 관리 시스템은 수 많은 재고 관리 대상의 데이타 중 일부를 추출하여 사용하였으므로 조건이 까다로운 데이타를 이용하여 더 복잡하고 효율적인 시스템에 접근하기 위하여 계속 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

[1] David H.Bartley, "PC Scheme", Texas Instruments, 1988

[2] Zeigler B.P, "Object-Oriented Simulation with Hierarchical, Modular Models", Academic Press, 1990

[3] Zeigler B.P, "Multifacetted Modelling and Discrete Event Simulation", Academic Press, 1984

[4] Averill M.law, W.David Kelton, "Simulation Modeling Analysis", McGraw Hill, 1991

[5] R.G.Askin, C.R.Standridge, "Modeling and Analysis of Manufacturing System", WILEY, 1993

[6] B.P.Zeigler, "Theory of Modelling and Simulation", John Wiley, 1976

[7] 노인규, 「자동생산시스템」, 기술, 1993

[8] 한국 IBM CIM지원 센타 역, 「CIM전략」, 하이테크정보사, 1990

[9] 이영해, 백두권, 「시스템 시뮬레이션」, 경문사, 1991

[10] 이석주, 「경영과 컴퓨터」, 1992년 6, 7, 8, 9월호

[11] 김영기, "공장자동화를 위한 확장 DNC시스템 개발에 관한 연구", 인하대학교 대학원, 1991

[12] 문인환, "제조업체의 CIM도입에 관한 실증적 연구", 계명대학교 대학원, 1991

[13] 이문열, "공장자동화를 위한 실시간 정보의 자동표기 시스템 개발에 관한 연구", 경남대학교 교육대학원, 1993

[14] 박진우, "CIM구축 실무 기법및 사례분석", 「한국산업기술원」, 1995

[15] 문병철, 박규석, "시간제한을 지닌 멀티미디어 동기화 스케쥴러의 설계 및 분석", 「한국정보 과학회 영남 지부 학술발표 논문집」, Vol. 1 No 1 pp 81 86, 1994

[16] 성영락, 김탁곤, 박규호, "병렬 DEVS 시뮬레이션 환경(P-DEVSIM++)의 성능 평가", 「한국 시뮬레이션 학회 논문지」, 2권 1호, PP 31 45, 1993

[17] 박상희, 이왕재, 이석필, 지승도, "DEVS 시뮬레이션을 이용한 패킷망의 모델링 및 성능 분석", 「한국 시뮬레이션 학회 논문지」, 3권 1호, PP 75-88, 1994

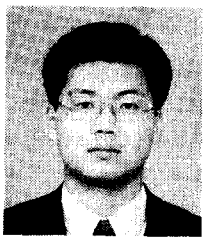
[18] 김영실, 백두권, "이산사건 모델링과 시뮬레이션", 「정보과학회지」, 13권4호, pp 6-19, 1995

[19] 김탁곤, 김명희, 지승도, "이산사건 시뮬레이션", 「정보과학회지」, 13권4호, 1995

[20] 지승도, "기호적 시뮬레이션을 이용한 심층추론 방법론", 「한국시뮬레이션학회 논문지」, 제3권2호, PP 1-13, 1994

[21] 조대호, 하경재, "계층의 구조를 갖는 지능형 유연생산 시스템 시뮬레이션", 「정보과학회지」, 13권4호, pp 46-59, 1995

● 저자소개 ●



문성진

1992년 경남대학교 전자계산학과 졸업 (공학사)
1995년 경남대학교 산업대학원 전자계산학과 졸업 (공학석사)
현재 한국태양유전(주) 전산실 근무
관심분야 : 생산관리, 시뮬레이션

조대호
1983년 성균관대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
1987년 University of Alabama 전자공학과 졸업 (공학석사)
1993년 University of Arizona 전기 및 컴퓨터공학과 졸업 (공학박사)
1993-1995년 경남대학교 전자계산학과 전임강사
1995-현재 성균관대학교 정보공학과 조교수
관심분야 : 컴퓨터시뮬레이션, 공장자동화, 지능형시스템

김훈모
1984년 성균관대학교 기계공학과 졸업 (공학사)
1990년 University of Michigan 항공우주공학과 졸업 (공학석사)
1986, 1993년 University of Alabama 기계공학과 졸업 (공학석사, 공학박사)
1993-1995년 삼성데이타시스템 선임연구원
1995-현재 성균관대학교 기계설계학과 조교수
관심분야 : 시뮬레이션, 공장자동화