

간섭현상을 고려한 생산/재고 정책의 시뮬레이션 분석 - A Simulation Analysis of Production/Inventory Policy with Interference -

朴 會 龍*

Park, Hoe-Ryong

崔 震 永**

Choi, Jin-Yeong

ABSTRACT

For the purpose of the reduction of the cost, a production/inventory model including the interference phenomenon was developed. By investigating the cause and the characteristics of the direct/indirect cost due to the interference phenomenon, a strategy for suitable production was developed.

The developed model was quantitatively validated using an existing-EPQ model and the SIMAN package was used to simulate and animate the model.

Consequently, it was presented that the total operating cost of the system could be decreased with the proposed model.

1. 서 론

생산 및 조업관리 중 가장 중요하고 복잡한 문제 중의 하나는 생산시스템의 신뢰성 및 유효성이다. 생산시스템은 일정 기간동안 원하는 수준의 생산량을 결정할 수 있도록 설계 되어야 한다. 만약 시스템의 출력이 자주 기대 이하로 떨어지면 그 생산시스템은 신뢰도가 낮다고 볼 수 있고, 생산시스템의 신뢰성 및 유효성은 기업의 경영활동에 막대한 영향을 준다고 볼 수 있다.

이러한 문제에 대한 기존의 연구로는 생산시스템 가운데 생산진행 과정에서 시스템이 퇴화하여 비정상적인 작동상태로 되고, 일정비율만큼 불량품을 생산하는 모형[6], 최적생산량과 검사계획을 동시에 고려하는 모형[4], 비정상적인 작동 중 생산시스템의 작동상태로 부터 검사 후 수리하기까지의 지연시간에 관한 모형[5]. 기존연구들은 대부분 생산시스템은 완벽하다는 가정하에서의 생산/재고 정책을 결정하였다. 최근에는 고장에 의한 불안전 생산을 고려한 경제적인 생산량 결정 문제의 연구가 발표되었다[3]. 이들 연구는 기계고장을 고려하여 분석적기법을 적용하였다.

본 연구는 시스템의 간섭현상으로 인한 직접 및 간접경비의 발생을 통한 적정 생산/재고 정책모형을 구축하고, 모델의 해석은 시뮬레이션 분석을 이용하여 실제 모델과 유사하게 적용하

* 韃田專門大學 工業經營科 講師

** 京畿大學校 産業工學科 教授

고자 한다. 여기서 간섭현상이란 시스템의 과부하, 시스템자체에서의 일시적인 정지(시스템의 속도 로스), 원재료 불량, 시스템 준비 및 조정에서의 일시적인 정지 등으로 정의 한다.

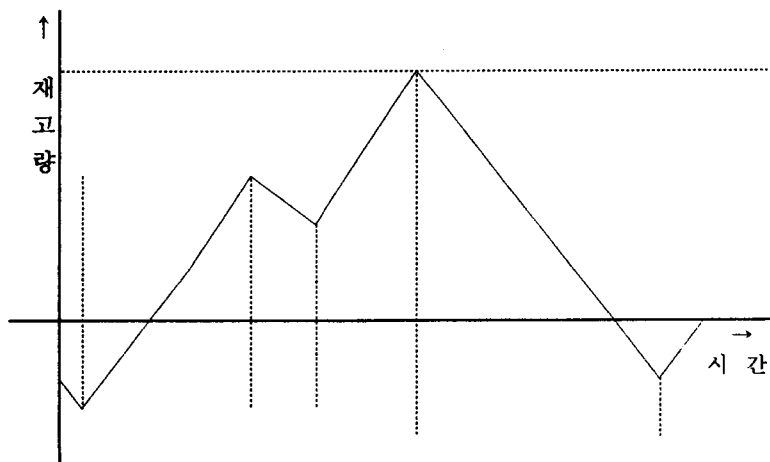
생산시스템에 장기적이고 연속적인 간섭현상이 발생하면 생산성이 저하되며 작업능률이 감소하여 직접 및 간접경비가 발생되고, 가공중에 가끔 간섭현상이 일어나 가공 중에 있는 재료를 파손시키거나 간섭현상의 특성에 따라서는 작업자에게 위험을 초래하기도 한다. 이러한 원인으로 인해 생산일정에 혼란이 일어나 다른 설비와 관련인원의 효율을 감소시키고, 그 결과 운용비가 증가할 것이다. 간섭현상이 생기면 다른 몇 대의 기계는 중지되므로 생산량은 불가피하게 감소할 것이다. 여기에 생산시스템의 전반에 미치는 영향까지 고려한다면 간섭현상으로 인한 생산 비용은 매우 클 것으로 추측되어진다. 이러한 간섭현상을 정량화하는 것은 어렵고 때로는 불가능해서 정량적 분석에서는 간섭현상을 무시하는 것이 보통이다. 그러나 이러한 간섭현상이 실제로 생산시스템에 존재하므로 실제 생산시스템의 데이터분석시 이론적 분석으로부터 나온 정보와 실제 생산현장에서 경험되는 정보와는 상당한 차이가 발생하고 있다는 것을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 간섭현상을 고려하여 최적인 생산/재고와 간섭현상을 고려하지 않은 생산/재고 모형을 비교함으로써 간섭현상의 발생시간과 기존의 Q^* 값을 변경시킬때 여러비용의 다양한 변화에 대한 비용 분석을 시뮬레이션 기법을 통하여 분석함으로써 시스템을 운영하는 데 드는 총비용을 절감할 수 있다는 것을 보여 주려 한다.

2. 문제의 분석

본 연구에서 다루려는 생산/재고 시스템은 생산 설비가 한 종류의 제품을 생산하는데 사용되고 생산된 제품은 재고로 간다. 단위제품을 생산하는데 걸리는 시간은 일정하거나 혹은 특정 분포를 가질 수 있고 제품에 대한 수요는 일정하거나(deterministic) 혹은 특정한 분포(예를 들면 포아송 분포)를 가질 수 있다고 가정한다. 수요가 들어오면 재고로 부터 충당되든가 혹은 재고가 없으면 back order 된다. 생산시스템에서 간섭현상의 간격과 시간은 지수분포를 따른다. 이 시스템에서 발생하는 비용으로서는 재고 유지비용, 재고부족비용, 생산 준비비용 간섭현상으로인한 비용으로 구성이 된다.

이러한 생산/재고 시스템을 그림으로 나타내면 <그림1>과 같다.



<그림1> 간섭현상을 갖는 생산/재고 시스템

<그림1>에서 보편 생산/재고 시스템은 다음의 2가지 중 하나의 상태에 있을 것이다.

- 1) 생산중
- 2) 간섭현상으로 인한 조업 중단

위와 같은 생산/재고 시스템을 분석하기 위해서는 간단한 가정 하에서 분석적 기법을 적용하여 최적 생산/재고 정책을 구하는 연구가 있지만, 본 연구에서는 보다 현실적인 가정하에서의 모델을 세워서 시뮬레이션기법을 사용하여 생산/재고 정책을 구하고자 한다.

3. 시뮬레이션 모형

3.1 시스템의 모형

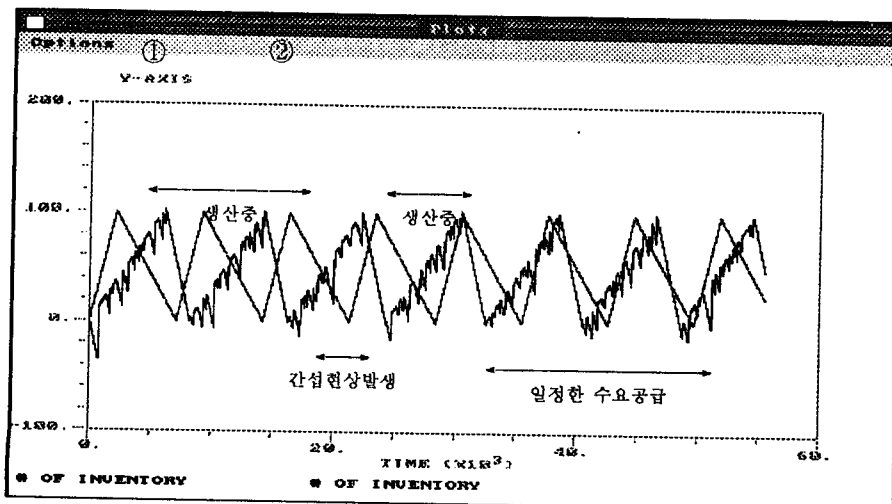
본 연구에서는 간섭현상에 따라 여러가지로 나타난다. 먼저 크게 두가지 경우의 사이클이 발생한다.

어떤 원인에 의해서 시스템의 간섭현상이 발생하였다면 생산 시간 동안 쌓아둔 보유 재고로 간섭시간 동안의 수요를 충족시키게 된다. 이때, 재고 소진 기간의 크기에 따라 재고 고갈이 발생되거나 발생되지 않을 수가 있다.

<그림2> 모형은 간섭현상이 발생하여 수요를 충족시키지 못하여 재고고갈이 발생하는 부분에 대해서는 부재고로 처리한 경우와 시스템의 간섭현상이 발생했지만 그 동안 생산하여 둔 보유 재고로 수요를 충족시킨 것이다.

따라서, 매 사이클당 발생 비용은 다음과 같이 나누어 생각할 수 있다.

- 정상조업의 경우 : 생산준비 비용+재고 보유 비용
- 간섭현상 시간이 재고 소진 기간보다 클 때 :
생산준비비용 + 재고보유비용 + 간섭에 의한 비용 + 부재고 비용
- 간섭현상 시간이 재고 소진 기간보다 작을 때 :
생산준비비용 + 재고보유비용 + 간섭에 의한 비용



- ① 기본적인 생산/재고 모형
- ② 간섭현상이 발생한 경우의 모형

<그림 2> 기본적인 생산/재고 모형과 간섭현상이 발생한 경우의 비교

<그림2>는 기본적인 EPQ모형에서 일정한 사이클과 주기를 보여주고 있으나, 간섭현상을 고려한 모형에서는 생산과 수요가 발생한 기간에서 많은 간섭현상이 발생하여 사이클이 일정하지 않은 불규칙적인 상태를 보여주고 있다. 하지만 수요만 발생한 사이클이 일정하게 감소하는 것을 볼 수 있다.

3.2 모형의 가정

본 연구의 대상인 최적 생산/재고 모형의 시뮬레이션을 수행함에 있어서 적용되는 가정은 다음과 같다.

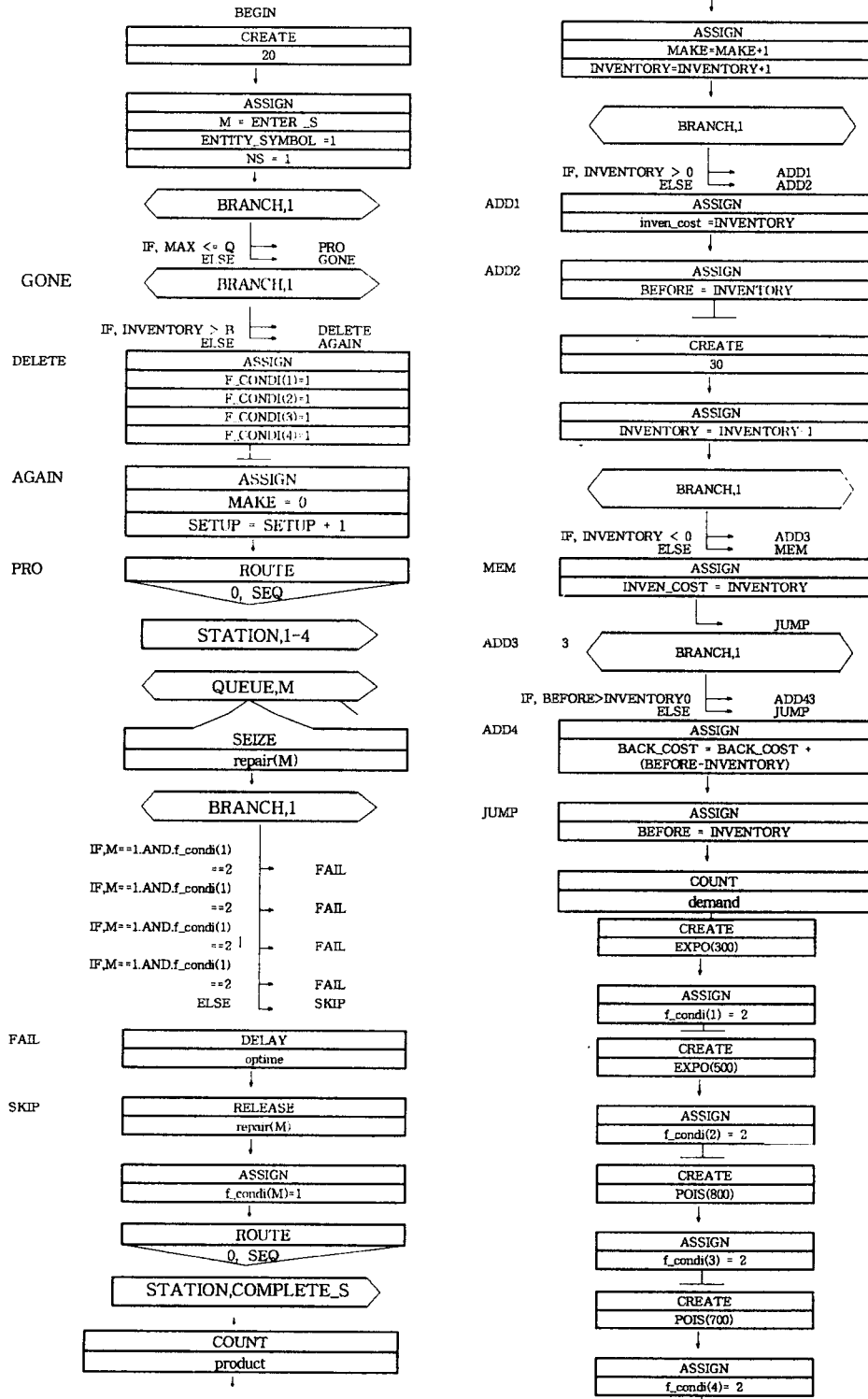
- ① 본 모형은 기존의 EOQ, EPQ 모형의 기본 가정을 따른다.
- ② 기계의 고장은 거의 발생하지 않는다
- ③ 시스템은 간섭현상이 일어날 수 있으며 기계수명의 평균과 분산은 유한한 값을 갖는다.
- ④ 생산과정 도중 간섭현상이 발생하면 일정한 간섭시간 및 비용이 소요된다.
- ⑤ 생산과정 도중에 시스템의 간섭현상이 발생했을때 수요량이 간섭 발생 전까지 생산된 공급 가능한 재고량보다 클 경우에는 재고고갈이 발생하는데, 이 경우 재고고갈이 발생한 부분에 대해서는 부재고(back order)로 처리 한다.
- ⑥ 제품 한 단위당 생산 비용은 로트 크기와는 무관하다.
- ⑦ 간섭현상의 발생빈도는 지수분포를 따른다.

3.3 프로그램 설계 및 적용예

이상의 가정을 바탕으로 최적 생산/재고 모형의 이론과 구체적인 시뮬레이션 모형을 구성해 보고 수행절차는 <그림3>과 같으며, 시뮬레이션 적용 입력 자료는 다음 <표1>과 연간 수요(R): 4000, 연간작업일수(N): 250, 생산율(P): 24/日, 선행기간수(L): 3日, 연간유지비(H): 1, 준비비(K): 2, 부재고비(π): 1. 과 같다.

<표1> 간섭발생의 4가지 경우

시 간 간섭발생상태	간섭 발생 시간		간섭 지연 시간		
	평균(단위시간)	분 포	평균(단위시간)	표준편차	분 포
간섭현상 1	300	지수분포	100	10	정규분포
간섭현상 2	500	지수분포	200	10	정규분포
간섭현상 3	800	지수분포	150	10	정규분포
간섭현상 4	700	지수분포	250	10	정규분포



<그림 3> Siman 수행절차

3.4 시뮬레이션 수행결과

SIMAN[1][2]을 이용한 모의 실험결과는 아래와 같다.

3.4.1 기존 모형의 적용 결과

DISCRETE-CHANGE VARIABLES					
Identifier	Average	Variation	Minimum	Maximum	Final Value
INVENTORY	48.395	.61637	-4.000	104.00	87.000
INTERFERE_1	.00000	--	.00000	.00000	.00000
INTERFERE_2	.00000	--	.00000	.00000	.00000
INTERFERE_3	.00000	--	.00000	.00000	.00000
INTERFERE_4	.00000	--	.00000	.00000	.00000
SET UP cost	13.585	.53551	2.0000	26.000	26.000
HOLDING	48.445	.61396	.00000	104.00	85.000
BACK	60.532	.63057	.00000	126.00	126.00

COUNTERS		
Identifier	Count	Limit
product	4000	Infinite
demand	3913	Infinite

3.4.2 간섭현상을 고려한 모형의 결과

DISCRETE-CHANGE VARIABLES					
Identifier	Average	Variation	Minimum	Maximum	Final Value
INVENTORY	43.698	.73455	-26.00	110.00	35.000
INTERFERE_1	18.940	2.0688	.00000	100.00	.00000
INTERFERE_2	18.035	2.1319	.00000	100.00	.00000
INTERFERE_3	12.858	2.6033	.00000	100.00	.00000
INTERFERE_4	23.310	1.8138	.00000	100.00	.00000
SET UP cost	13.204	.54037	2.0000	26.000	26.000
HOLDING	44.477	.69357	.00000	110.00	35.000
BACK	201.45	.54510	.00000	408.00	408.00

COUNTERS		
Identifier	Count	Limit
product	3950	Infinite
demand	3915	Infinite

3.5 시뮬레이션의 결과 및 분석

시뮬레이션으로 표현된 기존의 모형과 간섭현상을 고려한 모형의 결과 Data를 토대로 간단하게 <표2>로 구분하여 나타내고 분석하였다.

제품 4,000개를 만들기 위해서 소요되는 기존의 모형의 시간 117,420분을 간섭현상이 발생하는 조건의 시뮬레이션으로 수행 했을때의 비교 분석은 다음과 같다.

<표2> 동일한 조건하에서 간섭현상이 발생할 때의 비교

현 상 비 용	간섭현상이 발생하지 않았을때	간섭현상이 발생했을때
준비비	26	26 ± 0
재고유지비	48.445	44.5863 ± 0.2419
부재고비	126	338.3 ± 7.2885
생산량	4000	3936.1 ± 9.8936

위의 얻어진 데이터를 볼때 간섭현상이 발생했을 때는 평균재고가 감소하여 재고유지비는 감소했지만 부재고비는 증가하였음을 보이고 있고 같은 시간동안 생산의 차질(4000-3936.1)이 발생하였음을 알 수 있다.

즉, 기존의 EPQ 모형의 Q* 값은 간섭현상이 발생하는 현실세계에는 타당성이 없음을 보여준다. 그래서 본 연구에서는 Q* 값을 변경하면서 비용과의 관계를 계산하여 보면 <표3>과 같다.

<표3> 시뮬레이션의 결과 비교분석

현 상 비 용	간섭현상이 없을때	간섭현상이 있을때				
		Q*	310	388	390	392
준비비	26	26 ±0	20 ± 0	20 ±0	20 ±0	20 ±0
재고유지비	48.445	44.5863 ±0.2419	58.7034 ±0.2553	58.8120 ±0.2159	59.0134 ±0.1989	59.0788 ±0.2254
부재고비	126	338.3 ±7.2885	264.1 ±10.8305	261.1 ±8.0478	260.5 ±7.4822	258.3 ±7.9615
생산량	4000	3936.1 ±9.8936	3985 ±11.4358	3995.7 ±10.4319	4003.9 ±10.2150	4010.3 ±9.2580
총비용	200.445	664.4863	402.8034	357.112	347.3134	357.9788

단, 총비용은 준비비용 + 재고유지비용+ 부재고비용+

생산차질로 인한 비용(부족생산시 : 단위당 ×4, 초과생산시 : ×2)

<표3>의 실험결과 비교 분석표에서 기존의 Q^* 값을 변경시킬 때 여러비용의 다양한 변화를 보여주었다. 즉, 선택되어진 Q^* 값 중에 392가 가장 많은 총비용의 절감을 가져왔다.

4. 결론

본 연구에서는 생산 시스템의 간섭현상이 발생하여 특정분포를 따를때, 시스템의 간섭현상이 발생하여 부재고가 발생했을 경우에서의 경제적인 생산량 결정에 관한 문제를 분석하였다. 시뮬레이션을 통하여 간섭현상이 발생했을 때 실제 현실세계의 모델과 유사하게 적용하였다. 시스템의 간섭현상을 고려하여 최적의 생산/재고를 정함으로 보다 현실적인 모델을 세워서 그 모델에 대한 최적 생산/재고 정책을 구함으로써 시스템을 운용하는데 소요되는 총비용을 절감할 수 있다는 것을 보여 주었다.

현실세계에 근접한 현상 시스템의 간섭현상을 연구한 바에 있어서 작업자의 심리적측면도 고려하면 보다 더 현실세계에 근접하리라고 본다.

參 考 文 獻

- [1] C. D. Pegden, "Introduction to SIMAN," System Modeling Corp., 1982
- [2] C. D. Pegden, R.E.Shannon, R.P.Sadowski, "Introduction to Simulation Using SIMAN," McGraw-Hill, Inc., 1991
- [3] H. Groenevelt, L. Pintelon and A.Seidmann, "Production Lot Sizing With Machine Breakdowns", Management Science, Vol.38, No.1, pp. 104-123, Jan. 1992.
- [4] H. Lee and M.Rosenblatt, "Simultaneous Determination of Production Cycle and Inspection Schedules In a Production System", Management Science, Vol.33, No.9, pp.1125-1136, Sep. 1987.
- [5] H. Lee and M.Rosenblatt, "A Production and Maintenance Planning Model With Restoration Cost Dependent on Detection Delay", IIE Transactions, 21(4), pp.368-375, 1989.
- [6] M. Rosenblatt and H. Lee, "Economic Production Cycles with Imperfect Production Process", IIE Transactions, 18(1), pp.48-55, 1986.