

자동차 릴레이스 위치 생산공정의 작업자수 선정을 위한 시뮬레이션 연구

김원경*

A Simulation Study on the Number of Operators of Automobile Relay Switch Production

Won Kyung Kim

Abstract

In this paper, a production process system simulation of the automobile relay switch manufacturing factory is studied. The status of the present production system is inspected first, and the modified model is simulated next. To inspect the effect of the process parameter change, a simulation program is developed using PROMODEL simulation software plus the EXCEL VBA and Active X Automation function. Using the developed simulation program, user can find the best production condition and alternatives on the production capacity, number of workers, and inspection status considering the defective ratio of the product. The feasibility of the new alternatives is compared with the present system using statistical method.

* 본 연구는 2002년도 경남대학교 학술논문 게재 연구비 지원으로 이루어졌음.

** 경남대학교 벤처창업학부

1. 서론

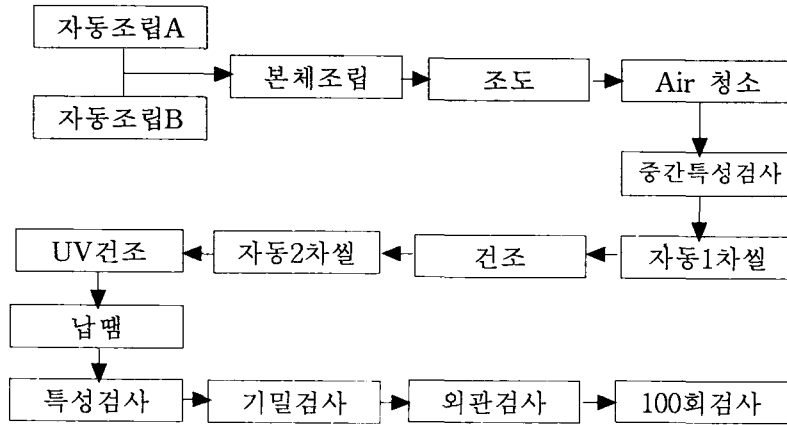
최근 제조업분야에서 날로 치열해지는 국제 경쟁에 효과적으로 대처하기 위해, 생산성향상과 품질향상을 위한 많은 연구와 검토가 진행되어 왔으며, 납기의 준수, 재고의 감소, 노동력의 감소, 제품의 품질개선 등의 목적으로 JIT, MRP 등의 생산관리기법을 도입하여 생산성향상과 품질향상을 추구하고 있다. 국내 중소기업의 경우 예측하지 못한 상태에서 주문을 받고 일정에 쫓기다 보면 과거의 경험에 의하여 공정조건을 정해 버리거나 단기간의 체계적이지 못한 간이실험을 통해서 공정조건을 대략 설정한 다음 바로 양산에 들어가 수시로 공정개선을 하는 경우가 흔하다. 하지만 생산성 향상을 위해서는 시스템의 문제점이나 상황의 변화에 따른 시스템의 대응을 분석하고, 시스템의 분석에서 밝혀진 문제점을 해결하기 위한 대안의 평가 등이 요구된다. 즉, 현실시스템을 구축하지 않고도 모델을 만들어 시물레이션 기법을 통한 분석과 통계적 분석기법을 이용한 종합적인 대안의 평가가 필요하게 된다. 시물레이션이란 분석의 대상이 되는 현실 시스템을 컴퓨터를 이용하여 모델링하고, 시간의 경과에 따른 시스템의 상태변화를 실제상황과 유사하게 수행해냄으로써, 대상시스템의 예상되는 결과를 사전에 간접적으로 예측하여 유사한 결론을 유추하는 기법이고, 현실문제를 이해하고 여러 가지 대안의 결과를 예측하는 기법으로 제조공정의 설계 및 분석에 많이 사용되는 방법중의 하나이며, 대상시스템의 물리적 환경과 더불어 생산계획에 대한 기존전략의 효율성을 평가하고, 아울러 적용결과 예측을 통한 새로운 개선 전략의 타당성을 평가함에 있어서, 신뢰성 있는 근거와 기준을 마련하는 수단으로 이용될 수 있다[7]. 이와 같은 시물레이션을 이용하는 공정 시스템의 설계 및 개선에 관한 연구로는 타이어 제조설의 개발중인 설비 시스템의 타당성 검토를 위한 연구[2], 엔진 생산라인의 설계개선을 위한 연구[3], 기어드모터의 생산 시스템 분석[4], 직렬로 연결된 다수의 작업장에서의 복합형 호

름라인간의 성과비교[5], 제조공정 개선을 위한 생산계획 평가에 관한 연구[1] 등 다수가 활발히 발표된 바 있다.

본 연구에서는 자동차용 릴레이를 생산하는 J 전기(주)의 현재의 공정시스템을 시물레이션하고, 데이터가 변화함에 따른 결과를 도출하기 위해 시물레이션 소프트웨어인 Promodel[4, 6]과 이와 연동하여 작동하는 Excel VBA 및 ActiveX Automation[9]을 이용하여 사용자가 직접 데이터를 입력할 수 있는 시물레이터를 설계하였다. 그 결과 문제점으로 지적된 공정에 대해 생산량과 불량률 그리고 작업자수를 고려하여 새로운 대안을 설정하고, 시물레이션 실험을 통해 그 결과를 비교, 분석하여 대안의 타당성을 검토하고자 한다.

2. 대상 시스템의 특성

대상공장의 생산라인 시스템 공정의 구성은 <그림 1>과 같다. 자동조립공정은 A와 B 두 대의 기계로 구성되며 각 12개의 세부공정으로 나누어지며 코일 어셈블리에 Yoke, Core, Armature가 결합이 되어 본체조립으로 이동된다. 본체조립공정 역시 12개의 세부공정으로 나누어지며, 자동조립에서 나온 두개의 부품과 B Cont 어셈블리, M Cont 어셈블리, Base가 결합된다. 조도공정은 조립된 부품이 케이스가 결합되기 전 제대로 작동하는지 확인하는 과정이며, Air 청소공정은 먼지를 제거하고 케이스를 씌우게 된다. 중간특성검사에서 조도과정에서 찾지 못한 결함을 다시 한번 확인하며, 1차 쉘 공정에서 케이스와 부품을 완전히 결합한다. 쉘 용액이 건조될 때까지 건조과정을 거친다. 건조가 완료되면 2차 쉘 작업을 수행한다. 2차쉘 작업 후에는 UV건조과정을 거쳐 10개씩 납땜(한다)공정에서 납땜을 한다. 특성검사를 거쳐 차례로 기밀검사, 외관검사과정을 거쳐 최종적으로 100회 검사를 한다.



<그림 1> 대상시스템의 공정

2.1 공정의 특성

자동조립과 본체조립공정을 거쳐서 나오는 부품은 조도공정의 작업에서 크게 3단계로 나누어진다. 이것은 자동조립공정과 본체조립공정 중 부품의 조립과정과 부품자체의 문제, 그리고 그 날의 환경 등으로 인해 조도공정과정의 작업이 3 단계까지 진행될 수 있기 때문이다. 작업자가 이상유무만 파악하는 작업과 부품의 문제가 있는 경우 추가로 작업이 필요한 2종류로 나누어진다. 부품의 문제가 없어 작업자가 이상유무만 파악하는 비율을 직행물이라 부른다. 예를들어, 조도작업의 비율이 60:30:10으로 표현되었다면 이는 첫 단계에서 60%의 부품이 양품이라서 다음 공정으로 통과시키고 통과되지 못한 부품은 다음 단계2로 보내져서 조정후 30%가 통과되고 나머지 10%는 단계3까지 거치는 검사를 받는다는 뜻이다. 이 직행물은 보통 당일 오전에 구하고, 직행물에 의해 생산량이 좌우되므로 직행물의 값에 따라 조도 작업자의 수를 배정한다.

2.2 작업시간 및 Capacity

공정중 자동화공정의 작업시간 및 Promodel의 Location 용량인 Capacity[4, 6]는 <표 1>과 같

다. 자동화공정의 작업시간은 기계를 셋팅하는 방법에 따라 다르기 때문에 불량률이 가장 적은 최적의 시간을 현장의 관리자로부터 자료를 입수한 것이다. 기밀검사공정과 외관검사의 작업시간과 Capacity는 각각 (2.4,240), (30,15)이며, 조도공정의 작업시간은 크게 3가지로 나누어지는데 그 중 첫 번째 작업인 작업 1의 작업시간을 측정할 것이 <표 2>이다.

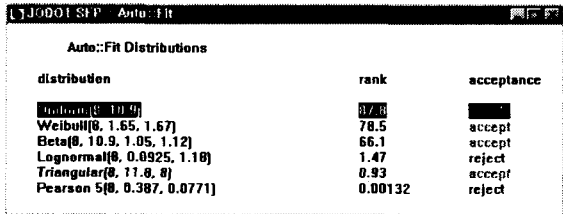
<표 1> 각 공정의 작업시간과 Capacity

공정	작업시간 (단위:초)	Capacity
자동조립	3.14	12
본체조립	2.8	12
Air청소, 특성검사	3.1	1
1차 셀	27	10
건조	1800	Infinite
2차 셀	2	1
납땜	22	10
UV건조	컨베이어	컨베이어의 용량
특성검사	3.1	16
100회 검사	2.5	1

<표 2>의 데이터를 ProModel Software에 내장된 분포함수 적합프로그램인 Stat::Fit 프로그램을 이용하여 구하면 <그림 2>에서와 같이 구할 수 있다.

<표 2> 작업 1의 작업시간 데이터

작업시간(단위:초)				
8.99	8.45	8.51	9.91	9.89
10.79	9.89	9.01	8.01	10.47
9.24	10.02	9.22	8.29	9.74
10.16	9.25	10.07	8.85	9.61
9.00	10.24	9.03	8.86	10.11
10.62	9.30	8.40	9.26	10.85
9.80	10.74	8.50	10.45	9.92
9.10	9.02	8.71	8.34	9.65
10.83	8.49	8.86	10.16	8.83
9.16	8.17	10.72	10.88	9.60



<그림 2> Stat::Fit결과

같은 방법으로 남은 작업 2와 작업 3의 작업 시간분포를 구하면 <표 3>과 같다. 이 표에서 uniform 분포의 첫 번째와 두 번째 모수는 각각 데이터의 최소 및 최대치를 뜻한다. 베타분포의 경우, 첫 번째와 두 번째 모수는 각각 데이터의 최소 및 최대치이며, 세 번째와 네 번째 모수는 베타함수 B(p, q)의 첫 번째와 두 번째 모수를 나타낸다.

<표 3> 조도공정의 작업시간

조도공정	작업시간	평균	분산
작업 1	Uniform (8,10.9)	14.5	0.7
작업 2	Beta(20,3.8,0.86,1.11)	23.7	4.5
작업 3	Beta(33,50.2,1.15,1.6)	40.1	19.5

2.3 컨베이어 및 기타 공정

컨베이어의 크기는 <표 4>와 같으며, 자동조립-본체조립 컨베이어의 속도는 1mpm(meter per minute), 나머지 컨베이어의 속도는 5mpm으로 동일하다. 자동조립에서 본체조립으로 이동시키는 컨베이어는 컨베이어 내에 부품의 수가 50개 이상, 15개 이하면, 자동조립의 기계가 작동을 멈춘다.

<표 4> 컨베이어 크기

컨베이어	크기(단위:미터)
자동조립-본체조립	0.6
본체조립-버퍼	0.4
조도-Air청소	1.7
중간특성검사-1차 썰	1.6
1차 썰-건조	0.5
건조-버퍼	0.8
버퍼-2차 썰	0.5
2차 썰-UV건조	0.3
UV건조-한다	1.45
한다-특성검사	0.8
특성검사-버퍼	0.4

버퍼는 4군데 있으며, 처음 작업물은 본체조립 이후 컨베이어에 의해 버퍼로 이동하며, 버퍼의 작업물의 수가 240개 이상 되면 다음공정으로 이동한다. 그리고 두 번째 버퍼는 조도공정 전에 있으며, 작업자가 부품을 집는 위치에 있다. 세 번째 버퍼는 건조공정 후에 있으며, 230개 이상이 되면 10개씩 다음 공정으로 이동한다. 마지막 버퍼는 특성검사 후에 있으며, 240개 이상되면 다음 공정으로 이동한다.

2.4 공정의 불량률과 기계고장

현재 생산라인의 3개월 간의 불량률 자료가 <표 5>와 같으며, 기계의 고장은 3개월에 한번

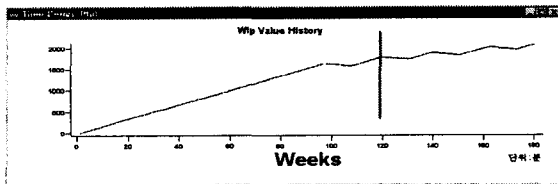
정도 발생하므로 기계의 고장은 무시하였다. 단, 1차 쉘 작업은 쉘 용액교체로 인해 1차 쉘 작업의 경우 500개 작업 후 11분간 정지한다. 자동조립공정과 본체조립공정은 부품의 불량 및 조립방법으로 인한 기계의 트러블이 발생하며, 작업자가 부품을 교체하는 시간동안 기계의 작업이 멈춘다.

<표 5> 각 공정의 불량률

공정명	4월 (불량률)	5월 (불량률)	6월 (불량률)	평균 불량률
조도	0.0148	0.0298	0.0117	0.0187
Air청소	0.0010	0.0009	0.0008	0.0009
케이스 결합	0.0043	0.0021	0.0012	0.0025
중간특성검사	0.0001	0.0002	0.0000	0.0001
1차 쉘	0.0020	0.0033	0.0005	0.0019
2차 쉘	0.0003	0.0004	0.0009	0.0005
한다	0.0017	0.0008	0.0038	0.0021
특성검사	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057
외관검사	0.0089	0.0006	0.0010	0.0035
기밀검사	0.0080	0.0062	0.0039	0.0060
100회 검사	0.0004	0.0011	0.0032	0.0016

3. 시뮬레이션 모델링

대상시스템은 하루의 작업시작상태가 전날의 종료상태이기 때문에 정상상태(Steady state)시뮬레이션을 수행해야 한다. 정상상태시뮬레이션을 수행하기 위해 Warmup Time, 반복횟수를 결정해야 한다[7].



<그림 3> Work in process 그래프

시스템 내에서 작업 중이거나 대기중인 부품의 수를 변수로 지정하여 일정시간 시뮬레이션 실행을 통해 그 결과를 그래프로 표시하면 <그림 3>과 같다. <그림 3>에서 보면 처음 시스템 내에서의 부품의 수가 0에서부터 100까지는 증가하고 그 이후 증가와 감소를 반복하고 있다. 따라서 Warmup Time은 120분, 즉 2시간으로 하였다. 시뮬레이션 실행시간은 시간당 생산량을 조사하기 위해 1시간으로 결정하였다. <그림 4>는 앞에서 구한 데이터를 토대로 현 공정을 시뮬레이션 모델링하여 실행하고 있는 장면이다.

3.1 반복횟수 결정

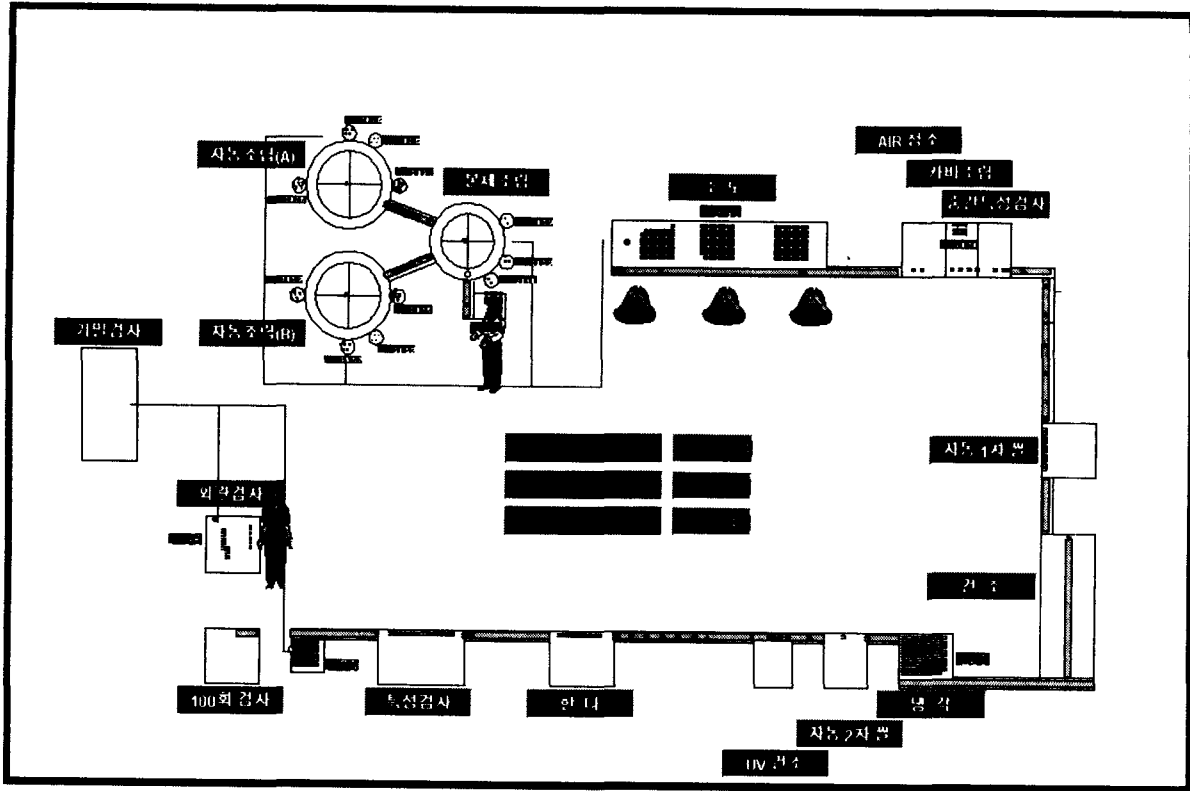
시뮬레이션의 반복횟수는 다음의 공식과 같이 결정한다. 먼저 초기표본수를 $R_0 = 5$ 로 하여 실험한 결과인 <표 6>의 자료를 이용하여 오차범위(ϵ)가 $\pm 10\%$ 안에 있을 확률을 0.95로 하여 반복횟수를 결정한다. 우선 표본 표준편차 $S_0 = 23.755$ 를 구하고, 반복실행횟수 R 을 구한다.

$$R \geq \frac{z_{0.025}^2 S_0^2}{\epsilon^2} = \frac{1.96^2 \times 23.755^2}{100} = 21.678$$

따라서, 22회 이상의 반복실험이 필요한 것을 알 수 있다. $R = \{22, 23, 24, \dots\}$ 중에서 <표 7>에 의해서 구한다. 여기서 $n = (t_{0.025, R-1} \times S_0 / \epsilon)^2$ 이다.

<표 6> 5회 반복결과

반복횟수	생산량/시간
1	5574
2	5556
3	5613
4	5561
5	5538



<그림 4> 시뮬레이션 실행화면

<표 7>에서 R 은 $R=25 \geq 24.04$ 이므로 정확도 ± 10 을 만족시키는 최소의 반복횟수는 25회이다. 따라서 반복횟수는 25회를 적용하여 시뮬레이션 실험을 수행한다.

<표 7> R 의 결정

R	22	23	24	25
$t_{0.025, R-1}$	2.08	2.074	2.069	2.064
n	24.414	24.273	24.156	24.04

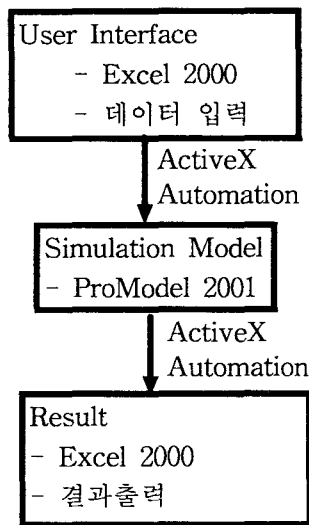
3.2 Excel을 이용한 시뮬레이터 설계

Excel을 이용하여 시뮬레이터를 설계하기 위해 Excel VBA와 ProModel의 ActiveX Automation을 이용하였다. Excel을 이용한 시뮬레이터 설계

는 실제 현장에서 사용할 경우 중요하다. 왜냐하면 현장 작업자들이 입력 변수의 변화에 따른 결과의 변동을 알아보기 위하여 시뮬레이션 모델을 수정하여 재컴파일하고 실행시키는 것은 상당한 수준에 이르지 않으면 어렵기 때문이다. 따라서 실제 사용자는 모델의 변화가 없는 한 단지 Excel 데이터를 변경하고 바로 Excel의 VBA 기능을 이용하여 모델을 실행시키고 결과도 바로 Excel로 볼수가 있어야 현장의 사용자가 이용가능하기 때문이다. <그림 5>는 시뮬레이터의 구성도로서 Excel에서 입력한 데이터를 ProModel Software에서 입력받아, 시뮬레이션을 수행하고, 그 결과를 다시 Excel에 출력하는 구성도를 나타낸 것이다.

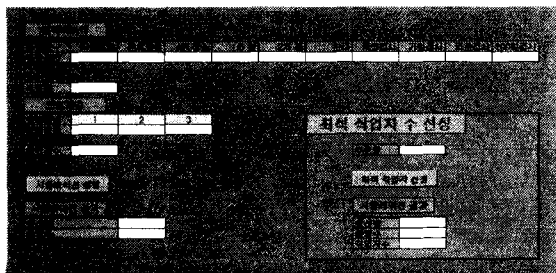
<그림 5>에서 User Interface의 데이터 입력으로는 각 공정의 작업시간과 직행률, 직행률에

따른 조도작업 비율, 그리고 작업자 수를 입력하며, 입력한 값들은 Excel VBA에서 ActiveX를 이용하여 입력받은 데이터를 ProModel의 Macro 변수로 입력한다.



<그림 5> 시뮬레이터 구성도

ProModel에서는 Macro를 통해 입력받은 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 실행하고 그 결과를 파일로 출력한다. 출력한 결과를 Excel VBA에서 ActiveX를 이용하여 필요로 하는 결과들을 입력받아 Excel Sheet에 출력한다. <그림 6>은 시뮬레이터의 초기화면으로 데이터 입력부분과 시뮬레이션 실행단추, 그리고 결과부분을 보여주고 있다.



<그림 6> 시뮬레이터 초기화면

최적 작업자수 선정은 필요한 생산량을 입력하면 작업자수를 시뮬레이션 실험을 통해 생산량과 작업자수를 구하는 부분이다. 최적 작업자수 선정의 알고리즘의 순서는 다음과 같다. 여기서 작업자 수는 공장의 여건상 최대 5명까지 가능하다.

- Step1. 작업시간, 조도작업비율, 주문량(필요한 생산량) 등 초기데이터를 입력 받는다.
- Step2. 기존:작업자수(3명), 대안:작업자수(2명)로 설정된 시뮬레이션을 실행한다.
- Step3. 시뮬레이션 실행결과, 주문량이 생산량보다 큰 경우, 작업자수를 1명 줄여 Step4로 이동하고, 적은 경우는 작업자수를 1명 늘려 Step5로 이동한다.
- Step4. 주문량이 생산량보다 작아질 때까지 작업자수를 1명 줄여 시뮬레이션을 반복 실행한 후 생산량, 불량 수, 작업자수를 출력하고, 종료한다. 만약 작업자수가 0인 경우는 그 때의 생산량과 불량수, 작업자수를 출력하고, 종료한다.
- Step5. 주문량이 생산량보다 커질 때까지 작업자수를 1명 늘려 시뮬레이션을 반복 실행한 후, 생산량, 불량 수, 작업자수를 출력하고, 종료한다. 만약 작업자수가 5명보다 큰 경우, 그 때의 생산량, 불량수, 작업자수를 출력하고, 종료한다.

3.3 대안 선정

현 공정에서 가장 문제가 되는 점은 조도공정의 작업자수에 따라 생산량이 결정된다는 점이다. 따라서 조도공정의 작업자를 줄이는 방법으로 대안을 설정하게 되었다. 조도공정의 작업 중 작업자가 부품의 이상유무만 파악하는 작업을 기계로 대체했을 경우를 고려하기로 하였다. 이 작업에 필요한 기계는 '중간특성검사의 기계를 활용하면 될 것이다.

<표 8> 시물레이션 실행결과

구분	기존(3명)		기존(4명)		기존(5명)		대안(1명)		대안(2명)	
생산량 (25회)	695	651	916	841	965	976	763	841	989	983
	713	670	913	786	946	1002	814	844	1013	1000
	656	680	851	771	993	1004	852	840	1025	985
	708	678	909	927	994	976	823	801	1014	977
	711	701	751	780	971	947	828	879	988	983
	702	565	869	841	1030	981	884	768	1012	1005
	706	698	829	849	1002	964	872	879	972	986
	608	568	784	762	1005	947	815	773	955	1004
	617	653	785	831	933	946	837	935	975	995
	641	686	864	892	993	961	808	762	1007	957
	675	625	816	853	947	963	870	900	985	981
	711	654	873	849	1009	981	933	777	1035	1002
	680		821		952		724		983	
	평균	666.08		838.52		975.52		832.88		992.44
표준편차	42.60		50.67		25.29		54.19		19.37	
95%C.I.상한	683.66		859.44		985.96		855.25		1000.43	
95%C.I.하한	648.50		817.60		965.07		810.51		984.45	

현재 작업자가 이 작업을 하는 경우 작업시간은 Uniform(8,10.9)이고, 기계로 하는 경우, 3.1초로 작업시간이 반 이상 단축된다. 새로운 대안을 시물레이션으로 구성하기 위해 본체조립공정 후 컨베이어를 통해 중간특성검사의 기계로 이동하게 하며, 중간특성검사 후 직행틀에 따라 Air청소공정으로 이동하는 컨베이어와 조도공정의 버퍼로 이동하게 하였다.

4. 시물레이션 결과 분석

조도작업의 비율이 60:30:10인 경우, 작업자수가 3명과 4명, 그리고 5명일 때의 생산량은 <표 8>과 같다. <표 8>의 시물레이션 실행결과에서 기존과 대안(1명, 2명)의 비교를 하기 위해 Paired-t 검정법[11]을 사용하여 검정하였다. Paired-t 검정법을 이용한 이유는 공통난수기법[10, 12]을 이용하여, 시물레이션 실행결과를 구했기 때문이다.

4.1 기존(3명,4명,5명)과 대안(1명)의 비교

기존(3명)과 대안(1명)의 비교, 기존(4명)과 대안(1명)의 비교, 기존(5명)과 대안(1명)의 복수대안의 비교[11]를 위해 생산량의 차를 구하면 <표 9>와 같고, 비슷한 방법으로 기존(3명)과 대안(2명)의 비교, 기존(4명)과 대안(2명)의 비교, 기존(5명)과 대안(2명)의 비교를 위해 생산량의 차이도 <표 9>의 오른쪽에 나타나 있다. 예를들어 μ_1 을 대안(1명)의 생산량, μ_2 를 기존(4명)의 생산량이라 할 때 기존 4명과 대안 1명인 경우, <표 9>의 결과를 이용하여, 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 검정을 수행하는 절차는 다음과 같다.

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0 \quad (\text{기존의 생산량이 많다})$$

<표 9> Paired-t검정을 위한 생산량의 차(대안 1명과 대안 2명)

구분	대안(1명)						구분	대안(2명)						
	기존(3명)		기존(4명)		기존(5명)			기존(3명)		기존(4명)		기존(5명)		
D_r	68	190	-153	0	-202	-135	D_r	294	332	73	142	24	7	
	101	174	-99	58	-132	-149		300	330	100	214	67	7	
	196	160	1	69	-150	-164		369	305	174	214	23	-19	
	115	123	-86	-126	-171	-175		306	299	105	50	20	1	
	117	178	77	99	-143	-68		277	282	237	203	17	36	
	182	203	15	-73	-146	-213		310	440	143	164	-18	24	
	166	181	43	30	-130	-85		266	288	143	137	-30	22	
	207	205	31	11	-190	-174		347	436	171	242	-50	57	
	220	282	52	104	-96	-11		358	342	190	164	42	49	
	167	76	-56	-130	-185	-199		366	271	143	65	14	-4	
	195	275	54	47	-77	-63		310	356	169	128	38	18	
	222	123	60	-72	-76	-204		324	348	162	153	26	21	
	44		-97		-228			303		162		31		
	표준편차	166.8		-5.64		-142.64			표준편차	326.36		153.92		16.92
	평균	59.337		77.943		55.512			평균	44.917		49.523		26.722

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i = -5.64,$$

t통계량을 구하면,

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n-1}} = 77.943$$

$$T = \frac{\bar{D}}{S_D/\sqrt{n}} = \frac{-5.64}{77.943/\sqrt{25}} = -0.362$$

$$T = -0.362 > t(24, 0.05) = -1.711$$

따라서 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서 H_0 를 기각할 수 없으므로, 대안(1명)의 생산량이 기존(4명)의 생산량보다 적다고 할 수 없다.

4.2 대안과 기존의 Paired-t 검정 결과

대안과 기존의 Paired-t 검정 결과를 정리하면, <표 10>과 같다. 조도작업비율이 60:30:10일 때, 기존의 조도공정에서 작업자가 3명일 경우에 대안을 적용하면, 작업자수를 2명 감축, 기존의 작업자가 4명인 경우에는 대안을 적용하면, 작업자

수 3명 감축, 그리고 기존의 작업자가 5명인 경우에 대안을 적용하면, 작업자수를 3명 감축하여 적용하여도 기존공정의 생산량 이상 생산할 수 있음을 알 수 있다.

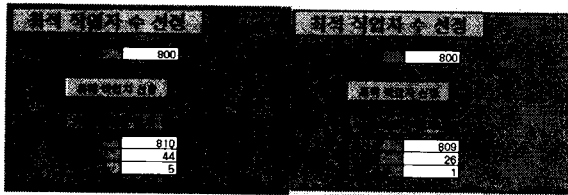
<표 10> 대안과 기존의 Paired-t검정 결과

대안(1명) ≥ 기존(3명)	대안(2명) ≥ 기존(3명)
대안(1명) ≥ 기존(4명)	대안(2명) ≥ 기존(4명)
대안(1명) < 기존(5명)	대안(2명) ≥ 기존(5명)

4.3 최적작업자수 선정결과

조도공정의 비율은 그날 그날 작업조건에 따라 달라진다. 예를들어 조도공정의 비율이 50:30:20일 때, 최적작업자 수를 결정하는 프로그램을 실행한 결과가 <그림 7>이다. 기존의 공정에서 최적의 작업자 수를 구하면 주문량이 800일 때, 작업자수를 5명으로 하면 생산량 810개를 얻을 수 있다. 그러나, 대안의 공정을 이용하여 최적의 작

업자수를 결정하면 1명으로 809개의 생산량을 얻을 수 있다. 따라서 기존의 공정상황보다 대안의 경우 작업자 수를 4명 줄일 수 있어 인력원가 절감과 생산성 향상을 시킬 수가 있다.



<그림 7> 최적작업자수 선정 시물레이션 실행결과

조도공정의 비율이 60:30:10일 경우 생산량을 800개 이상 생산하려면, 기존의 경우에는 작업자 수가 4명이 필요하며, 대안의 경우에는 작업자 1명이 필요하다. 따라서, J전기의 자동차 전장부품 생산라인은 조도공정에서 직행률에 따라 작업자의 수가 정해짐을 알 수 있다. 대안의 경우, 직행률이 낮을수록 작업자수가 기존에 비해 적게 줄어들고, 직행률이 높을수록 기존에 비해 작업자수가 많이 줄어든다.

5. 결론

본 연구는 ProModel Software를 사용하여 자동차 전장부품 생산라인을 대상시스템으로 하여 시물레이션한 것이다. 현장 관리자가 쉽게 데이터를 입력하여 그 결과를 확인 할 수 있도록, Excel VBA와 ActiveX Automation을 사용하여 시물레이터를 설계하였다. 또한 새로운 생산라인의 설계를 위해 문제점으로 지적된 조도공정을 위해 새로운 대안인 조도공정의 작업 중 작업자의 이상유무 파악을 위한 기계를 설치하는 대안을 제시하여 현재의 공정상황보다 대안의 공정을 활용하면 현재보다 작업자 수를 적게는 1명에서 많게는 4명까지 줄임으로써 여유의 작업자를 확보할 수 있다. 또한 이러한 결과들은 새로운 생산라인을 설계하는데 필요로 하는 정보를 제공할

수 있다.

본 연구의 대상시스템에 대한 시물레이션 모형을 확인하기 위해서 현장의 자료를 수집하고, 필요한 데이터에 대해서는 측정을 하였으나 현장의 생산라인을 가동하는 여러 가지 상황들에 대해서 적절한 대응이 미흡했다. 또한 새로운 대안을 적용할 경우 예상되는 비용에 관한 측면도 고려할 필요가 있다. 시물레이터 설계 시 Interface 환경을 사용자가 쉽게 활용할 수 있도록 구축해야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 고종영, 조대호, “제조공정 개선을 위한 생산계획 평가 시물레이션”, 한국시물레이션학회 논문지, 제8권 제2호, 1999.
- [2] 문덕희, 장구길, “타이어 제조셀 시스템 설계 지원을 위한 시물레이션 모델”, 한국시물레이션학회 논문지, 제9권 제2호, 2000.
- [3] 오필범, 임석철, 한형상, “시물레이션을 사용한 엔진생산라인의 설계개선”, 한국시물레이션학회 논문지, 제9권 제1호, 2000.
- [4] 이영해, 박경중, “시물레이션을 이용한 기어 드 모터 생산시스템 분석”, 한국시물레이션학회 논문지, 제4권 제2호, 1995.
- [5] 이진춘, 윤재곤, “시물레이션에 의한 복합형 흐름라인간의 성과 비교”, 한국시물레이션학회 논문지, 제4권 제1호, 1995.
- [6] Charles Harrell, Biman K.G., and Royce Bowden, “Simulation Using ProModel”, McGraw-Hill, 2000.
- [7] Charles Harrell, Robert E. Bateman, Thomas J. Gogg, R. A. Mott, “System Improvement Using Simulation”, 4th Ed., ProModel Corporation, Orem Utah, 1966
- [8] ProModel User's Guide, ProModel Corporation, Orem, Utah, USA, 1997.
- [9] ActiveX Automation User's Guide, ProModel Corporation, Orem, Utah, USA, 1997.

-
- [10] Paul Bratley Bennett L.Schrage "A Guide to Simulation" 2nd Edition, Springer-Verlag, 1987.
- [11] Matejcik, F. J., B. L. Nelson, "Simultaneous Ranking, Selection and Multiple Comparisons for Simulation", Winter Simulation Conference Proceedings, LA, California, 1993.
- [12] Wilson, J.R., "Variance Reduction Techniques for Digital Simulation," American Journal of Mathematical Management Science, 4, pp. 277-312, 1984.

● 저자소개 ●

김원경



1977년 서울대학교 산업공학과 학사
1979년 서울대학교 대학원 산업공학과 석사
1989년 미국 Ohio 주립대학교에서 M.S.
1993년 미국 University of Houston에서 Ph.D.
현재 경남대학교 벤처창업학부 교수
관심분야: 시뮬레이션, 신뢰도 공학, 응용통계