한국시뮬레이션학회 논문지
Vol. 23, No. 4, pp. 203-210 (2014. 12)
http://dx.doi.org/10.9709/JKSS.2014.23.4.203
ISSN 1225-5904

시뮬레이션과 회귀분석을 연계한 적응형 공정의사결정방법

이병훈 · 윤성욱 · 정석재*

Adaptive Process Decision-Making with Simulation and Regression Models

Byung-Hoon LEE · Sung-wook Yoon · Suk-jae Jeong*

ABSTRACT

This study proposes adaptive decision making method having feed-back structure of regression and simulation models to support the quick decision making of production managers by managing and integrating the mutual relationship among historical data. For that, from historical data that have extracted and accumulated from each process, we first selected major constraint resources that are used as independent variables in regression model. The regression model is designed by using the dependent variables (objectives) that defined above by managers and independent variables selected in previous step and simulation model that are composed of constraint resources is designed. In process of simulation run, we obtain the multiple feasible solutions (alternatives) by using meta-heuristic method. Each solution is substituted by regression equation and we found the optimal solution that is minimum of difference between values obtained by regression model and simulation results. The optimal solution is delivered and incorporated to production site and current operation results from production site is used to generate new regression model after that time.

Key words : Adaptive Process Decision Making, Simulation, Regression Model

요 약

본 연구는 생산공정운영시 발생하는 담당자의 의사결정 지원을 위한 학습형 공정 의사결정 시스템 구축방법에 대한 것이다. 먼저 추출 및 누적된 각 공정 별 이력 데이터에서, 주요한 주요자원(Critical Resource)을 단계적 회귀법에 따라 선정한다. 선정된 주요자원을 독립변수로 취급하여 담당자의 의사결정 대상이 되는 공정운영 성과를 종속변수로 하는 회귀모형을 산출하고, 해당 주요자원으로 구성된 시뮬레이션 모형을 설계한다. 메타휴리스틱 방법을 통하여 의사결정 시점의 생산계획 및 목적에 대한 시뮬레이션 분석을 실행하고, 복수 대안 및 가능해(기대성과)를 산출한다. 각각의 대안에서 주요자원 별 회귀모형을 구성하는 분석 값을 회귀식에 대입하고, 여기에서 얻어지는 값과 시뮬레이션 분석에 의해 산출된 가능해 간의 비교를 통하여 그 차이가 가장 작은 대안을 최적대안으로 선정하고 실제 공정운영 의사결정에 반영하여 생산을 실시한다. 이때 발생하는 공정 이력 데이터들은 이후 의사결정을 위한 회귀모형에 피드백 된다.

주요어 : 적응형 공정의사결정, 시뮬레이션, 회귀분석 모형

1. 서 론

제조 기업에서 의사결정이란 현장에서 끊임없이 발생하는 사건과 그에 대한 대응 활동이 대부분을 차지하고 있다. 이를 위한 의사결정지원의 기본적 관심은, 발생하는 사건에 대응하기 위해 현장 제어를 담당하는 생산관리자로 하여금 가장 적합한 결정을 내리도록 해당 사건의 발생 원인과 대안을 제시하는데 있다. 생산관리자의 의사결정은 항상 불확실성과 위험을 바탕으로 이루어진다. 제조원가 절감, 납기준수 등의 생산관리 기본 목적 달성을 위해 관리자들은 다양한 의사결정 방법들을 활용하고 있다.

Received: 15 July 2014, **Revised:** 18 December 2014, **Accepted:** 22 December 2014

***Corresponding Author:** Suk-jae Jeong
E-mail: sjjeong@kw.ac.kr
Kwangwoon University, School of Business

특히, 발생하는 사건과 관련한 불확실성과 위험을 파악하기 위하여 다양한 형태와 방법으로 공정 이력데이터를 관리하고 있는데, 주로 생산 라인을 구성하는 설비의 평균 가동률, 공정 간 발생하는 재공재고 수준 등의 공정현황 정보는 해당 공정의 성과를 평가하는 척도로 활용되고 있다.

본 연구는 기존의 생산관리자를 위한 현황정보 제공 위주의 의사결정지원 방법에서 나아가 수집된 현황정보를 기반으로 단계적 회귀법에 의해 생산 환경 및 공정 능력에 따른 주요 자원(Critical resource)을 파악하고, 이를 바탕으로 한 메타휴리스틱분석에 의해 의사결정 대안을 제공할 수 있는 방법 마련에 집중한다. 또한 생산관리자의 효율적이고 효과적인 의사결정지원에 필요한 정보와 자료의 관리 및 활용 도구를 구현함에 있어 개별 특이사항을 일반화하고 그 방법을 체계화하는 것에 목적이 있다.

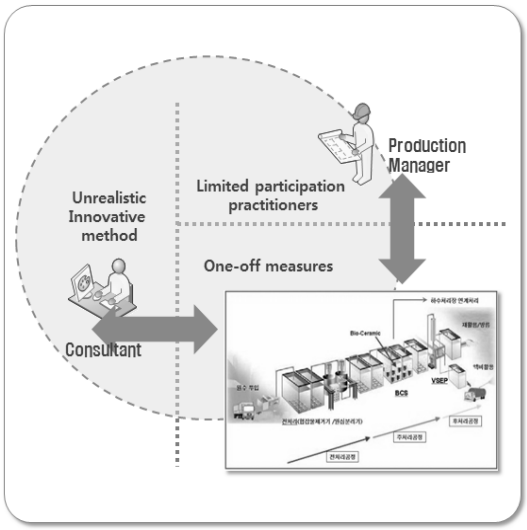

Fig. 1. Limitation of traditional approach

2. 이론 및 기술적 배경

공정 의사결정을 내리는 생산관리자들은 전문적인 의사결정 기법의 관리 및 활용이 익숙하지 않기 때문에, 직접 시스템 등의 방안을 이용하기보다 컨설팅 등의 외부 중개자를 통해 단발적인 조치를 받는 것이 일반적이다 (Turban, 1990). 외부 중개자가 개입되는 일회성 조치는 일반이론 및 성공사례를 중심으로 대상공정을 다루기 때문에 해당 조치의 실효성 및 적절성 측면에서 실무자의 참여가 제한된다. 이와 같은 한계는 결국 의사결정 방법 구축 및 활용에 있어 그 효과를 저하시킨다.

추론과 경험 보다 실제 데이터에 기반한 의사결정이 제조분야의 특징이라 할 수 있는데(Tsatsoulis and Kashyap, 1993), 여러 여건 상 단기간에 수행되는 외부 중개자의 프로젝트는 방대한 공정 데이터 및 자료를 다루는데 많은 자원 제약이 따른다.

본 연구는 Fig. 1과 같이 이러한 배경에 따라 공정정보화 시스템 등의 방법을 통해 추출되는 다양한 형태의 이력 데이터를 이용하여 공정의 특성을 모형화 하고, 이를 기반으로 최적 의사결정 대안을 탐색하는 방법을 제시하여, 중개자에 의한 의사결정 방법 및 구축 효과의 한계를 보완 하고자한다.

본 연구는 반응표본분석(Response Surface Analysis) 이론을 토대로 진행되었다. 시뮬레이션 반복횟수가 제한되고, 반응 변수(Response Variable)에 영향을 미치는 요인 변수(Factor)가 많은 경우에는 시뮬레이션 모델을 직접 구동하는 것보다 시뮬레이션 모델을 묘사하는 간단한 통계적 모형을 사용하는 것이 훨씬 편리할 수 있다. 이렇게 간단히 묘사된 모델은 메타 모델이라고 부른다 (Barton 1998). 예를 들어 시뮬레이션 한번 수행의 결과값을 y라고 하고, y에 영향을 주는 요인변수들을 $x=(x_1,x_2,...,x_n)^T$이라고 간주한다면, 우리는 다음의 식 (1)과 같은 시뮬레이션 메타모델을 가정할 수 있다.

$$y=q(x,\theta)+\varepsilon \tag{1}$$

여기서, $q(x,\theta)$는 요인변수들 x에 대한 반응 변수 y를 묘사하는 회귀 추정식이며, ε은 관찰되는 결과값에 내재된 랜덤성을 허용하는 노이즈 값을 의미한다. 한편, $\theta=(\theta_1,\theta_2,...,\theta m)^T$는 회귀식의 상관계수의 집합을 의미한다. 이러한 상관계수의 값들은 회귀 추정식을 시뮬레이션 결과에 맞춰가면서 추정된다. 회귀식은 p개의 요인변수들이 시뮬레이션 결과에 미치는 영향을 추정하는 데 있어 p차의 공간 표본으로 정의될 수 있다.

반응표면 분석은 시스템 반응을 최적으로 하기 위한 최적의 요인변수 값(x^*)를 결정하는데 매우 용이한 방법이다. 예를 들어, 메타 모델링이 시스템의 결과를 묘사한다면 $q(x,\theta)$는 간단한 성과지표 추정치이며, x^*는 $q(x,\theta)$를 최적으로 하는 요인을 의미하게 된다.

이러한 시뮬레이션 기반 최적화 및 반응표면 분석 방법을 활용하여 실제 적용한 연구들은 다양하게 연구가 진행되어 오고 있다.

Neddermeijer et al.(2000)은 반응표본 분석을 이용한 확률적 시뮬레이션의 최적화를 위한 프레임워크를 제안

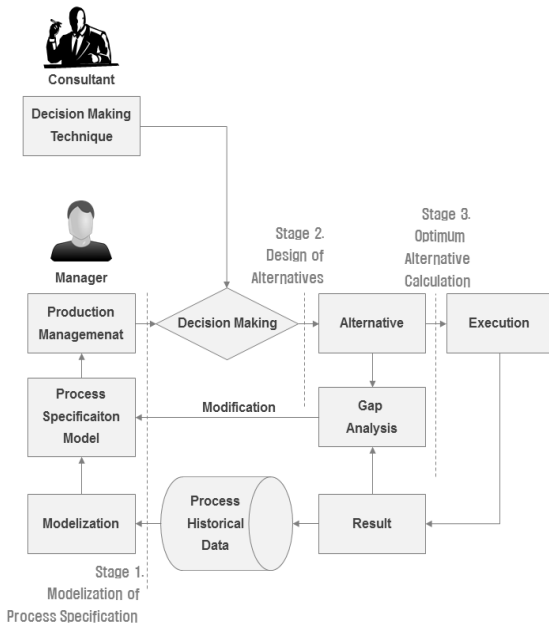

Fig. 2. Adaptive Decision-making process

한 바 있다. 그들은 기존의 연구들이 수동적 방법으로 반응표본분석을 이용한 시뮬레이션 최적화를 수행할 경우 많은 시간을 요한다는 단점을 극복하기 위해 2단계 접근법을 제시하였으며, 1단계에서는 1차 다항식 형태로 반응표본함수를 추정하였으며, 2단계에서는 2차 다항식을 통해 목적값을 도출하는 방법을 취하였다.

Dengiz et al.(2000)은 PCB생산공정의 시뮬레이션 분석 방법에 있어, 회귀메타모델을 이용하여 최적 배치사이즈를 산출하였다. 그들은 회귀식에 기반한 메타모델을 통해 시뮬레이션 분석에 소요되는 비용 및 시간을 크게 절감했을 뿐만 아니라 분석대상 공정의 특성을 나타냄에 있어 높은 근사치를 보였다.

Yildiz et al.(2008)은 복수 자원에 의해 통제되는 재공재고수준을 위한 작업자들의 유연 할당 문제를 다루고 있다. 목적함수인 작업자의 유연성 정도를 평가하기 위한 결정변수로써 작업장에 할당된 기계 대수와 재공재고 수준을 기초로 반응표면분석 기반의 시뮬레이션 최적화 방법을 활용하였다.

본 연구는 과거 공정의 이력정보를 토대로 생산 담당자가 정의한 공정 성과지표에 영향을 미치는 주요 변수들을 단계적 회귀모형을 통해 도출하고, 이를 토대로 간소화된 시뮬레이션 모형을 설계한다. 주요 변수들의 변화를 대안으로 구성하여 공정 성과지표에 미치는 영향을 토대로 생산 현장에 가장 적합한 대안을 제시하는 데 연구의 목적이 있다.

3. 의사결정 대상 생산공정 특성 파악

본 연구는 수집된 이력정보를 기반으로 의사결정 대상이 되는 공정의 특성을 최적변수 선정 및 모형화를 통해 도출하는 것으로 시작한다.

공정 특성의 모형화에 있어 주 자원의 선정은 최소 조기·지연납기시간(Minimized Earliness/Tardiness) 등의 의사결정 목적에 따라 그 영향정도가 큰 공정 및 과업의 탐색으로 이루어진다. 본 연구에서는 개별적인 공정·설비 가동률·재공재고수준·택트타임 등의 성과 및 그것들로 구성된 생산라인의 상대적 효과를 평가하기 위해 단계적 회귀분석 방법을 적용한다. 먼저 생산라인을 구성하는 전체 공정별 성과 회귀계수를 추정하여 통계적 유의성을 평가하고, 유의하다고 평가된 공정을 선정하여 다음과 같이 선형회귀모형을 설정한다.

$$의사결정목적 = \beta_0 + \beta_1 P_{1i} + \beta_2 P_{2i} + ... + \beta_k P_{ki_i} + \epsilon_i$$

여기에서, P_{1i}는 선정된 공정의 해당 성과지수 값을 갖는 가변수이고 β_1은 그에 따른 회귀계수이다. 마찬가지로 P_{2i}는 해당 성과지수 값을 갖는 가변수인데, 이와 같은 가변수는 통계적 유의성에 따라 선정된 공정 수 k개만큼 존재하며 각각의 가변수는 회귀계수 β_k가 따른다. ϵ_i는 종속변수인 의사결정목적 값을 추정할 때 발생되는 오차를 나타낸다.

4. 대안설계 및 최적대안 도출

모형화 과정을 통해 도출된 공정특성에 따라 시뮬레이션 모형을 설계하고 최적대안 도출을 위한 메타휴리스틱 분석을 수행한다. 본 단계에서 구현되는 시뮬레이션 분석 모형의 규모 및 복잡성은 주 자원 선정에 따라 실제 생산공정의 형태와 수준 보다 간소화된다.

4.1 시뮬레이션 모형 설계 및 분석

시뮬레이션 모형 구성 대상이 되는 주요자원은 초기 모형화 과정에서부터 설비 기준의 병렬배치가 가능한 공정 구성이 아닌 단계 별 과업 기준의 직렬 공정 구성으로 가정한다. 이는 공정의 병렬 배치에 따른 동일 공정 단계

간 간섭을 제거하여 혼동요인을 통제하고 모형을 간소화 하는데 목적이 있다. 직렬배치 상의 각각 공정은 필요에 따라 범용 설비를 서로 공유하여 운용할 수 있고, 개별 공정의 매개변수 값은 독립적이다.

4.2 대안 구성 및 최적대안 도출

설계 및 분석이 완료되어 그 적합성이 검증된 시뮬레이션 모형을 기반으로 의사결정 대안 생성을 위한 분석을 수행한다.

분석 방법으로는 타부 검색을 이용한다. Glover (1989, 1990)에 의해 현재의 형태로 정립된 타부검색 방법은 여러 메타휴리스틱 방법과 함께 주어진 조건 아래 현실적인 대안을 탐색하는데 우수한 접근방법으로 알려져 있다. 타부 검색은 해를 탐색해 나가는 과정을 기억하여 중복탐색을 금지하고 해의 순환을 방지함으로써 지역최적해에 빠지는 것을 방지하여, 의사결정 시 다양한 고려 대상이 존재하는 생산공정에서의 의사결정과 같은 조합최적화 문제에서 빠른 시간에 근사최적해를 찾는데 적합한 기법이다.

본 연구에서는 타부 검색 방법을 통하여 생산관리 담당자의 의사결정에 있어 고려 대상이 되는 공정 조건 등을 제약조건으로 설정하고, 담당자의 의사결정 의도에 따라 목적식을 구성하여 실행 가능한(Feasible) 대안(Solution) 목록을 해의 최적 수준 정렬에 따라 산출한다. 목록을 구성하는 대안 중 가장 상위의 최적 대안부터 순차적으로 초기 공정특성 모형에 해당하는 성과지수 값을 대입하여 종속변수인 의사결정 목적을 측정하고 그 차이가 가장 작은 대안을 최적 대안으로 선정한다. 이는 발견적 기법에 의해 탐색되어 실행 및 만족이 가능한 대안들 중에서 의사결정이 발생할 때, 이력정보에 의해 구축된 개별 공정성과에 따른 상대적 효과를 의사결정에 반영하기 위한 것이다.

담당자의 의사결정에 의해 최적 대안으로 도출된 주요 자원의 생산조건은 작업지시서의 형태로 현장에 전달되고 생산이 실행된다. 생산 실행에 따른 이력정보는 기존의 이력정보에 누적되어 반영되고 이는 공정특성 모형의 변경을 일으켜, 이후 의사결정 발생 시 수정된 공정의 특성에 따라 최적대안을 선정하는 피드 백 구조를 이루게 된다.

5. 사례연구

본 연구의 사례분석은 PCB 기판의 CNC 드릴 제품을 생산하는 S사의 공정 정보 및 수요데이터를 통해 수행한다. 작업시간, 배치사이즈, 수요 등의 생산 조건은 별도로 수집된 실제 데이터를 사용하였으며, 이력정보는 ARENA

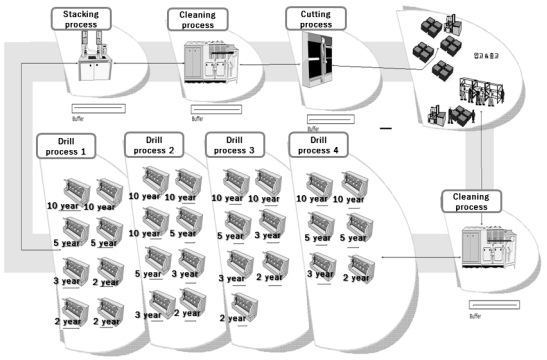

Fig. 3. Current state of drill machine in S company

13.9v 패키지를 이용하여 해당 기업의 공정모형을 구축하고 업종 특성에 따른 계절성의 반영을 위한 6개월간의 시뮬레이션 분석 데이터를 생성하여 마련하였다.

5.1 공정특성의 모형화

사례연구대상인 S사의 생산 공정 구성은 Fig. 2과 같다. 모형화는 SPSS17을 이용한 단계적 회귀분석을 통해 수행하였다. 생산관리자의 의사결정목적은, 드릴설비 유지보수시기 도래에 따른 한 달(20일) 간 일일 정비 드릴설비 대수 선정에 있어 조기납기 수준과 지연납기 수준으로 구성된 납기위반 수준의 최소화로 종속변수를 설정하고, 전체 5개 공정별 일일 주문 처리 시 총 대기시간과 택트타임(P1~P10)을 주요자원 선정 대상의 독립변수로 설정하였다.

이때, 종속변수를 구성하는 조기납기 수준과 지연납기 수준의 개별 요소 결정계수를 측정하여, 상쇄효과의 발생 여부와 실제 수요에 대응하여 사례연구 대상공정이 갖는 조기납기 문제 또는 지연납기 문제의 비중 특성을 확인하였다.

다음의 Table 1은 종속변수와 해당 종속변수를 각각의 조기납기 수준과 지연납기 수준으로 설정하였을 때 측정되는 결정계수 값이다. 지연납기 특성이 갖는 설명력은

Table 1. R-squared of each by dependent variable

Dependent Variable	R	R Square	Adjusted R Square	Std.Error of the Estimate
Earliness	.971	.942	.942	103.59407
Tardiness	.657	.432	.432	89.98216
Earliness& Tardiness	.877	.770	.769	187.61654

Table 2. Description of Variable

Variable	Description
P1	Waiting time of Cutting Process
P2	Tact time of Cutting Process
P3	Waiting time of Cleaning Process1
P4	Tact time of Cleaning Process1
P5	Waiting time of Stacking Process
P6	Tact time of Stacking Process
P7	Waiting time of Drill Process
P8	Tact time of Drill Process
P9	Waiting time of Cleaning Process2
P10	Tact time of Cleaning Process2

Table 3. Process specification model (= Earliness)

$$Earliness = -935.136 - 0.839P_3 - 1.059P_9 - 34.665P_8 + 9992.097P_4 - 5.091P_5 - 254.435P_2 + 75.798P_1$$

Variable	Selection	Unstandardized Coefficients	Siq.	Collinearity Statistics	
		B		Tolerance	VIF
P1	-	-	-	-	-
P2	Selected	-254.435	.082	.366	2.735
P3	Selected	-.839	.000	.639	1.564
P4	Selected	9992.097	.000	.253	3.947
P5	Selected	-5.091	.000	.909	1.101
P6	-	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	-
P8	Selected	-34.665	.000	.604	1.656
P9	Selected	-1.059	.000	.675	1.481
P10	-	-	-	-	-

조기납기 특성이 갖는 설명력의 절반이하 수준이고 납기위반에 대한 설명력은 이의 사이 값을 취하여, 사례연구 대상공정이 갖는 조기납기 문제 특성 및 종속변수 간 상쇄효과를 확인할 수 있었다.

다음의 Table 3은 조기납기 수준을 종속변수로 설정하였을 때의 공정특성모형 및 회귀분석 결과이고, Table 4는 납기지연 수준을 종속변수로 설정하였을 때 산출된 공정특성모형 및 회귀분석 결과, Table 5는 사례연구 대상의 납기위반 수준을 종속변수로 설정하였을 때 산출된 공정특성모형 및 회귀분석 결과이다.

이와 같은 분석결과에 따라, 사례연구 대상공정은 조기납기수준의 특성에 있어 해당 제조기업이 병목공정으로

Table 4. Process specification model (= Tardiness)

$$Tardiness = 766.290 + 0.287P_3 - 0.234P_9 - 3951.519P_{10} + 10.493P_8 - 0.449P_1 + 402.316P_2 - 1.935P_5 + 65.935$$

Variable	Selection	Unstandardized Coefficients	Siq.	Collinearity Statistics	
		B		Tolerance	VIF
P1	Selected	-.449	.000	.012	84.839
P2	Selected	402.316	.000	.366	2.735
P3	Selected	.287	.000	.011	87.550
P4	-	-	-	-	-
P5	Selected	-1.935	.006	.882	1.134
P6	-	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	-
P8	Selected	10.493	.000	.603	1.657
P9	Selected	-.234	.000	.642	1.558
P10	Selected	-3951.519	.000	.252	3.970

Table 5. Process specification model (= Earliness and Tardiness)

$$Earliness \text{ and } Tardiness = -207.335 - 0.654P_3 - 1.267P_9 - 24.264P_8 + 6240.718P_4 - 6.357P_5 + 97.128P_1$$

Variable	Selection	Unstandardized Coefficients	Siq.	Collinearity Statistics	
		B		Tolerance	VIF
P1	-	-	-	-	-
P2	-	-	-	-	-
P3	Selected	-.654	.000	.643	1.555
P4	Selected	6240.718	.000	.553	1.808
P5	Selected	-6.357	.000	.911	1.098
P6	-	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	-
P8	Selected	-24.264	.000	.629	1.591
P9	Selected	-1.267	.000	.675	1.481
P10	-	-	-	-	-

지정하여 관리하고 있는 제1수세공정의 택트타임(P4) 영향 정도가 강한 것을 확인하였다. 지연납기수준의 추정에 있어 공정 특성모형 분석 결과는, 사례연구 대상 S사 공정의 생산능력이 발생하는 수요수준 보다 높아(Table 6.) 제2수세공정의 택트타임(P10)이 늘어날수록 지연납기 수준이 감소하는 음의 상관관계를 보이고 독립변수간 공선성 문제가 발생하는 등, 해당 모형은 지연납기 수준의 추정에 있어 적합하지 않은 것을 확인할 수 있었다.

Table 6. Paired sample T-test of two simulation models

	Paired Differences					t	df	Siq. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair o - n	-3.3	4159.2	759.4	-1556 .4	1549.8	-.004	29	.997

Table 7. Conditions for Tabu search run

Condition	Contents
The objective funtion	Minimize Earliness and Tardiness
Decision Variable	Number of available Drill Machines (each day)
Constraint	$Drill\ Machine\ Utilization < 70\%$ $End\ of\ Maintanance \leq 20\ days$ $The\ objective\ function < 600\ \min$

이후 수행한 조기납기수준과 지연납기수준의 합을 추정하는 납기위반수준에 대한 공정특성모형의 구성에서, 앞서 확인한 결정계수 값에 따른 조기납기수준과 지연납기수준 특성의 상쇄효과가 나타났으나, 선정된 주요자원성과 및 영향정도, 통계적 유의성과 공선성 문제에 있어 의사결정 목적에 적합한 추정 형태를 나타냄을 확인하였다.

5.2 시뮬레이션 모형 설계

선정된 독립변수에 해당하는 주요자원 구성으로 시뮬레이션 모형을 구축한다. 이때, 구축된 주요자원 시뮬레이션 모형의 타당성 검증을 위하여, 이력정보 마련을 목적으로 기 설계되어 있는 전체 공정구성 시뮬레이션 모형과 선정 주요자원으로 구성된 모형 간, 실험대상 업체에서 실제로 병목공정으로 관리중인 2차 수세공정의 대기시간 비교분석을 실시하였다. 동일 수준의 가상 수요를 분석한 결과는, 두 모형 간 T검정을 통하여 얻은 유의확률이 99.7%로 유의수준 0.05에서 평균차이가 없는 것으로 나타났다.

시뮬레이션 분석 수행 시 확률에 따른 분포 값을 갖지 않는 S사의 수집된 데이터 특성 상 작업시간, 준비시간 등이 상수(Constant) 값을 취하도록 하였다.

5.3 대안목록 생성

최적대안의 선정 대상이 되는 대안 목록은 OptQuest for ARENA의 타부 검색 기능을 이용하여 산출하였다. 분석에 사용된 조절변수 및 반응변수, 제약조건, 목적함수의 구성은 다음의 Table 7과 같다.

분석 설정에 따라 산출된 대안의 조절변수 값은 Table 7 대안 별 의사결정 성과 및 주요자원 성과지수는 Table 8과 같다.

Table 8. Alternative control variable available

Solution No.	Decision Variable
1	9
2	10
3	11
4	12
5	13
6	14
7	15
8	16
9	17

Table 9. Performance results by alternatives (S, Solution)

	P3	P9	P8	P4	P5	P1	Results
S 1	740.51	61.63	2.27	0.22	0.27	167.01	553.14
S 2	740.50	64.22	2.12	0.22	0.29	167.01	552.52
S 3	740.54	61.49	2.05	0.22	0.29	166.97	556.59
S 4	740.54	66.31	2.02	0.22	0.268	166.97	552.78
S 5	740.51	62.75	1.93	0.22	0.29	167.01	562.38
S 6	740.51	62.69	1.94	0.22	0.28	166.99	561.64
S 7	740.51	63.49	1.86	0.22	0.28	167.01	557.57
S 8	740.55	66.35	1.78	0.22	0.28	166.96	560.02
S 9	740.53	63.58	1.73	0.22	0.28	166.98	561.52

5.4 대안 선정

최적대안의 선정을 위해 각각의 대안 별 주요자원 성과지수를 앞서 도출한 공정특성 모형의 가변수로 대입하여 그 의사결정 성과를 구하였다. Table 9는 대안 별 타부 검색에 의한 의사결정 성과와 공정 특성 모형의 의사결정 성과, 그리고 그 차이 값의 오름차순 정렬을 통해 선정된 최적 대안을 나타낸다.

6. 결론 및 추후 연구

본 연구에서는 생산공정에서 의사결정지원을 위한 공정특성 모형과 메타휴리스틱 분석 간의 피드백 구조를 통

해 이력정보를 의사결정에 반영하는 방법을 제시하였다. 본 논문에서 제시하는 방법은 공정특성의 모형화와 시뮬레이션 모형의 설계, 대안탐색 및 선정으로 구성되어 있으며, 공정특성의 모형화에는 단계적 회귀법을, 대안탐색에는 메타휴리스틱 중의 하나인 타부 탐색을 이용하였다. 실제 데이터를 사용한 사례연구에서 본 연구가 제시하는 의사결정 방법을 통해 이력정보와 공정특성의 모형화, 대안탐색 및 선정을 수행하여 해당 방법을 통해 학습형 공정 의사결정 방법의 타당성을 검증하였다. 본 연구가 제안하는 의사결정 방법은 공정 정보화 시스템 등의 수단을 통해 이력정보를 관리하는 어떠한 형태의 생산 공정에도 적용가능하며, 공정 이력정보의 직접적인 반영을 통한 의사결정 업무환경 구축을 통해, 컨설팅 등의 중개자에 의한 의사결정 방법의 혁신 및 고도화 활동에도 실무자로 하여금 참여의 수준을 높일 수 있을 것이다. 또한, 기존의 시뮬레이션 분석을 통한 대안을 도출하는 연구들은 최적 대안의 선정에 있어 가상의 시뮬레이션 모형에 종속적이 되어 구성된 모형 이외의 사항에 대한 반영이 어려웠으나, 본 연구에서 제시하는 공정특성모형과 시뮬레이션 분석 결과 간의 비교 및 이를 통한 최적대안 선정은 기존 연구의 한계점을 적절하게 보완할 수 있을 것으로 기대된다.

추후 연구로는 현재 본 연구는 일반적인 형태의 다중 선형회귀모형으로 공정특성 모형을 생성하고 있는데, 선형성을 띄기 어려운 공정 이력정보의 특성 반영을 위한 개선된 모형 생성 방법을 모색하여 본 연구의 완성도를 높일 것이다.

References

1. Park, J. and Moon, Y. (2007), A case study on the design of the decision support system for make-to-order type manufacturers, IE Interfaces, Vol. 20, No. 1, pp. 11-20.
2. Cheng, R. C. H. (1998), Simulation Metamodels, In Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference, P. A. Farrington, H. B. Nembhard, D. T. Sturrock, and G. W. Evans, eds., Piscataway, NJ:Institute of Electronics and Electrical Engineers, pp. 330-335.
3. Cheng, R. C. H. (2004), Optimization of Systems by Simulation Metamodelling Methods, In Proceeding of OR Society Simulation Workshop 2004, S. Robinson and S. Taylor, eds., Birmingham:OR Society, pp. 39-44.
4. Cheng, R. C. H. and Currie, C. S. M. (2004), Optimization by Simulation Metamodelling Methods, In Proceeding of 2004 Winter Simulation Conference, R. G. Ingalls, M. D. Rossetti, J. S. Smith, and B. A. Peters, eds., pp. 485-490.
5. Dengiz, B. and Akbay, K. S. (2000), Computer simulation of a PCB production line:metamodeling approach, International Journal of Production Economics, Vol. 63, pp. 195-205.
6. Fan, C-Y., Chang, P-C., Lin, J-J. and Hsieh, J.C. (2011), A hybrid model combining case-based reasoning and fuzzy decision tree for medical data classification, Applied Soft Computing, Vol.11, pp. 632-644.
7. Glover, F. (1989), Tabu search-Part I. ORSA ournal on Computing, Vol. 1, pp. 149-162.
8. Gonda, H., H.G. Neddermeijer, J. Gerrit, G. J. van Oortmarssen, N. Piersma and R. A. Dekker. (2000), Framework for Response Surface Methodology for Simulation Optimization, In Proceeding of the 2000 Winter Simulation Conference, J. A. Joines, R. R. Barton, K. Kang, and P. A. Fishwick, eds., Piscataway, NJ:Institute of Electronics and Electrical Engineers, pp. 485-490.
9. Hood, S. J. and P. D. Welch. (1993) Response surfacce methodology and its application in simulation, In Proceedings of the 1993 Winter Simulation Conference, G, W. Evans, M. Mollaghasemi, E. C. Russell, and W. E. Biles, eds., pp. 115-122.
10. Tsatsoulis, C. and Kashyap, R.L. (1993), Case-Based Reasoning and Learning in Manufacturing with the TOLTEC Planner, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cyvernetics, 23, 1010-1023.
11. Turban, E. (1990), Decision Support and Expert Systems: Management Support Systems, 2nd ed., McMillan Publishing Company, N.Y.
12. Wardono, B. and Yahya, F. (2004), A tabu search algorithm for the multi-stage parallel machine problem with limited buffer capacities, European Journal of Operation Research, Vol. 155, pp. 380-401.

정 석 재 (sjjeong@kw.ac.kr)

2002 한국해양대학교 물류시스템공학과 학사
2004 연세대학교 정보산업공학과 석사
2009 연세대학교 정보산업공학과 박사
2010～현재 광운대학교 경영학과 교수

관심분야 : SCM, 시뮬레이션, 생산운영관리

이 병 훈 (byunghoon85@gmail.com)

2012 광운대학교 신문방송학과 학사
2013～현재 광운대학교 경영학과 석사
2014～현재 (주)비아이매트릭스 전략사업부 선임

관심분야 : SCM, 시뮬레이션

윤 성 욱 (giantguard@naver.com)

2013 광운대학교 경영학과 학사
2013～현재 광운대학교 경영학과 석사

관심분야 : SCM, 시뮬레이션