

## ☒ 연구논문

로봇선택을 위한 의사결정 모델 개발  
-The Development of Decision Model for Robot  
Selection-

조 용 옥 \*

Cho, Yong Wook

박 명 규 \*\*

Park, Myeong Kyu

김 용 범\*\*\*

Kim, Yong Beom

**Abstract**

We propose a decision model that incorporates the values assigned by a group of experts on different factors in selecting robots. Using this model, SN ratio of taguchi method for each of subjective factors as well as values of weights are used in this comprehensive method for robot selection. A numerical example is presented to illustrate the model and to show a rank reversal when compared to a model that does not eliminate extreme values and eliminates the highest and lowest experts' values allocating the weights and the subjective factors.

**1. 도입**

로봇을 포함한 기계 및 설비들은 공장에서 위험하고 단조로운 작업을 하는데 많이 이용되고 있다. 부적합한 기계 및 설비를 선택함으로써 안전을 포함한 모든 측면에서 불이익을 당할 수 있기 때문에 기계 및 설비를 선택하는데 있어서 신중함을 기할 수밖에 없다. 효과적인 기계 및 설비를 선택하기 위해서는 몇몇의 요인이 고려된다. 이러한 요인은 객관적 요소와 주관적 요소로 구분된다. 첫째, 객관적인 요소는 수치적으로 정의가 가능한 것으로 예를 들면 제품의 가격, 사양 등등이다. 둘째, 주관적인 요소는 특성상 정성적으로 예를 들면 소비자 서비스품질, 안전성 등등을 들 수 있다. 기계

---

\* 명지대학교 산업기술연구소 전임연구원(명지대학교 산업공학과 박사과정 수료)

\*\* 명지대학교 산업공학과

\*\*\* 충주대학교 경영학과

및 설비를 선택하는데 있어서 도움을 주는 의사결정방법으로 전문가 시스템[7]과 컴퓨터를 이용한 방법[1,8]이 제시되었다. 기계 및 설비를 선택하는데 있어서 많은 자본의 지출이 수반되고 다양한 전문가의 의견이 요구되어진다. 그러므로 의사결정은 한사람의 결정보다는 전문가들의 그룹에 의해 결정되어야 한다.[6,10] Imany와 Schlesinger[5]은 단지 객관적 기준의 목표에 가장 근접한 로봇을 선택하는데 goal programming을 이용하였다. 또한 Knotte와 Gretto[3]는 다수의 의사 결정자를 고려하였지만 로봇의 선택과 평가에 있어서 경비와 노동비만을 고려했기 때문에 단지 기준으로 비용만을 이용하는 것은 적절치 못한 방법이 될 수 있다. 왜냐하면 속도가 낮은 값싼 로봇이 생산성이 낮을수 있기 때문에 높은 속도를 가지는 비싼 로봇보다 더 낫다고 볼수 없기 때문이다. Wang[4]은 marginal fuction을 이용하여 객관적 요소를 평가하였고 fuzzy set을 이용하여 주관적 요소를 평가하였다. Goh는 로봇을 선택하는데 있어서 주관적인 요소의 값과 요소의 가중치를 전문가의 그룹에 의해 값을 할당하여 통합하는 교정된 가중합 모델을 제시하였다. 이 모델은 전문가 의견의 최대값과 최소값은 제거되고 각 특성치의 상대적인 중요도에 대한 나머지 값들을 정규화 한다. 또한 주관적 요소와 객관적 요소를 위한 가중치를 전문가에 의해 할당된다. 이때 최대값과 최소값은 제거되고 나머지 값들은 정규화하는 방법을 제시하였다.[2] 이 방법은 소수의 중요한 전문가의 의견을 무시하므로써 잘못된 의사결정을 할 수 있다. 또한 전문가를 3명을 고려했을 때 최대값과 최소값을 부여한 전문가의 의견이 무시되므로 한명의 의사만을 가지고 결정하는 오류를 범할 수 있다. 그러므로 본 논문에서는 다구제 방법의 SN비를 이용하여 로봇 선택에 있어서 임의의 요소에 전문가들이 부여한 값들의 평균이 크고 그 값들이 차이가 적은 즉, 거의 일치한 평가를 내리는 로봇에 우선순위를 두도록 하였다.

## 2. 제안된 모델

본 논문에서는 Goh가 제시한 로봇에 대한 객관적 요소값과 주관적 요소값들의 예를 이용하여 기존방법과 비교 분석하고자 한다. 본 논문에서 제안한 모델에서는 로봇을 선택하고 평가하는데 있어서 주관적 요소, 객관적 요소, 임계값(critical value), 요소에 대한 가중치를 이용한다. 로봇 선택에 있어서 주관적 요소와 객관적 요소는 중요하다고 생각되는 모든 요인들을 의사 결정자들과 협의 하에 포함시켜야 한다. 임계값은 효과적인 의사결정을 위한 정량적인 최소 평가 조건이 된다. 최소 평가 조건에 만족하기 위해서는 선택된 로봇이 최소 평가 조건에 일치하거나 초과해야한다. 만일 비용에서 임계값이 주어질 경우에 선택된 로봇의 비용이 임계값 보다 작아야 한다. 로봇에 대한 객관적 요소는 수치 값을 할당하거나 측정될 수 있다. 객관적 요소의 예를 들면 (1) 로봇 관절의 최대 속도(velocity) (2) 로봇이 들어 올릴 수 있는 최대 무게인 부하능력(load capacity) (3) 구입, 설치, 훈련비용(cost) (4) 고정된 위치로 반복적으로 돌아오는 반복성(repeatability)등등이다.

주관적 기준은 특성상 정성적이다. 주관적 요소의 예로는 판매자의 서비스 품질(vendor service quality)과 로봇의 프로그래밍의 유연성(programming flexibility)을 들

수 있다. 이때 판매자의 서비스 품질은 판매자에 의해 제공되는 서비스의 수준을 의미하고 프로그래밍의 유연성은 다른 프로그램과의 호환성을 의미한다. 객관적인 요소는 숫자로 표현되는 값을 할당하고 측정한다.[2] 주관적인 요소는 특성상 정성적이므로 평가치를 나타내기 위해 1부터 9까지의 구간 척을 이용하여 전문가들에 의해 가중치를 부여하도록 한다. 이때 1은 매우 중요하지 않음을 나타내고 9는 매우 중요함을 의미한다. 이때 각기 다른 전문가에 의해 부여된 주관적 요소값은 다를 수도 있다. 본 논문에서는 여러 전문가가 각각의 주관적 요소에 부여된 값을 다구찌 기법에서 이용하는 SN비로 계산하고 그 값들을 정규화 한다. 주관적 요소와 객관적 요소를 위한 가중치 또한 전문가에 의해 1부터 9까지의 구간 척을 이용하여 할당된다. 이때 각각의 요소에 부여된 값을 SN비로 계산하고 그 값들을 정규화 한다. 로봇을 선택에 있어서 최종결정은 다음의 단계를 따른다.

(단계 1) 데이터 수집

이 모델에서는 Goh가 제시한 4개의 객관적 요소와 두 개의 주관적 요소를 고려하기로 한다. 객관적 요소로는 최대속도, 부하능력, 비용, 반복성이다. 또한 주관적 요소는 판매자의 서비스 품질과 로봇의 프로그래밍 유연성이다. 이 단계에서는 데이터의 세 가지 유형인 임계값에 대한 데이터와 객관적 요소와 주관적 요소를 수집한다. 최대속도, 부하능력, 비용, 반복성 각각에 대한 임계값은  $V_c, LC_c, C_c, R_c$ 로 정의한다. 객관적 기준 데이터는 판매자로부터 얻어진다. 본 논문에서는 n개의 로봇을 고려하기로 한다. 이때 로봇 i의 객관적 요소인 최대속도, 부하능력, 비용, 반복성 각각에 대한 데이터들을  $V_i, LC_i, C_i, R_i$  ( $i=1,2,\dots,n$ )라 하자. 주관적 요소 데이터는 전문가로부터 얻어진다. 주관적 요소를 위해 1부터 9까지의 구간 척을 이용하여 전문가들에 의해 가중치를 부여하도록 한다. 1은 이때 매우 중요하지 않음을 나타내고 9는 매우 중요함을 의미한다. 이때  $VS_j$ 와  $PF_j$  ( $i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m$ )을 로봇 i에 대해 전문가 j가 주관적 요소인 각각의 판매자 서비스 품질과 로봇의 프로그래밍 유연성에 부여한 값이라고 하자.

(단계 2) 각각의 객관적 요소값과 임계값과의 비교

임의의 로봇 i에 대한 모든 객관적 요소값이 각각의 임계값을 만족해야 한다. 그렇지 않으면 로봇 선택에서 제거된다.

$$V_i \geq V_c, LC_i \geq LC_c, C_i \leq C_c, R_i \leq R_c \tag{1}$$

(단계 3) 객관적 요소값과 주관적 요소값의 정규화

먼저 각각의 로봇에 대한 객관적 요소를 정규화 하는 방법을 살펴보면, 최대속도와 부하능력은 요소값이 클수록 좋은 경우이므로 다음과 같이 정규화 한다.

$$NV_i = V_i / (V_1 + V_2 + \dots + V_n) \tag{2}$$

$$NLC_i = LC_i / (LC_1 + LC_2 + \dots + LC_n) \tag{3}$$

또한 로봇의 비용과 반복성은 요소값이 작을수록 좋은 경우이므로 아래와 같다.

$$NC_i = (1/C_i)/[(1/C_1)+(1/C_2)+\dots+(1/C_n)] \quad (4)$$

$$NR_i = (1/R_i)/[(1/R_1)+(1/R_2)+\dots+(1/R_n)] \quad (5)$$

다음으로 로봇에 대한 주관적 요소를 정규화 하는 방법을 살펴보기로 한다. 여러 전문가가 각각의 주관적 요소에 부여된 값을 다구찌 기법에서 이용하는 SN비로 계산하고 그 값들을 정규화 한다. 주관적 요소와 객관적 요소를 위한 가중치 또한 전문가에 의해 할당된다. 이때 각각의 요소에 부여된 값을 SN비로 계산하고 그 값들을 정규화 한다. SN비(Signal-to-Noise ratio)는 원래 통신분야에서 통신시스템의 품질수준을 평가하는 척도로써 신호의 힘 S와 잡음의 힘 N의 비의 값을 SN비라는 이름으로 사용해온 것인데 다구찌에 의해 설계, 제조공정의 우수성 및 제품의 신뢰성등을 측정하는 척도로써 확장되어 널리 사용되어 왔다. 제품의 성능을 나타내는 변수를 일컬어 특성치라 하며 특성치는 일반적으로 가장 바람직한 값(이상치 또는 목표치)을 가진다. 이상치나 목표치의 관점에서 특성치를 세 종류로 구분할 수 있다.

- 1) 망소 특성치 : 품질 특성치가 작을수록 좋은 경우
- 2) 망대 특성치 : 품질 특성치가 클수록 좋은 경우
- 3) 망목 특성치 : 품질 특성치의 특정한 목표치가 주어진 경우

망소 특성의 경우에 SN비가 크다는 것은 특성치들의 평균과 분산이 모두 작아지는 것을 의미하고 망대 특성의 경우에 SN비가 크다는 것은 특성치들의 평균은 크고 분산은 작아지는 것을 의미한다. 주관적인 요소는 1부터 9까지의 구간 척을 이용하여 전문가들에 의해 가중치를 부여하므로 전문가들이 부여한 값들을 망대 특성치로 간주하였다. 본 논문에서는 로봇 선택에 있어서 임의의 요소에 전문가들이 부여한 값들의 평균이 크고 그 값들이 차이가 적은 즉, 거의 일치한 평가를 내리는 로봇에 우선순위를 두도록 하였다. 망대 특성치에 대한 SN비 공식은 다음과 같다.[9]

$$SN = -10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right] \quad (6)$$

이때  $y_i$ 는 전문가들이 부여한 값을 의미한다.

임의의 주관적 요소에 전문가들의 부여한 값들을 식(6)에 의해 계산하고 그 값들을 정규화 한다. 로봇 i의 판매자의 서비스 품질에 대한 정규화는 식(7)과 같다.

$$NVSSN_i = VSSN_i/(VSSN_1 + VSSN_2 + \dots + VSSN_n) \quad (7)$$

로봇 i의 프로그래밍의 유연성에 대한 정규화는 식 (8)과 같다.

$$NPFSN_i = PFSN_i/(PFSN_1 + PFSN_2 + \dots + PFSN_n) \quad (8)$$

(단계 4) 모든 객관적, 주관적 요소에 대한 전문가의 상대적 중요도를 계산

모든 전문가가 1부터 9까지의 구간척을 이용하여 전체 객관적, 주관적 요소에 가중치를 할당한 다음, 각각의 요소에 대해 SN비를 구하고 그 값들을 정규화 한다. 이때

$SN_{km}$ 를 m명의 전문가들이 요소 k(k=1,2,...,t)에 부여한 값들의 SN비 값이라 하자. 모든 객관적, 주관적 요소 K에 대한 정규화된 가중치  $NW_k$ 는 다음과 같다.

$$NW_k = SN_{km} / (SN_{1m} + SN_{2m} + \dots + SN_{tm}) \tag{9}$$

(단계 5) 선호도 계산 및 로봇 선택

$PRE_i$ 를 로봇 i에 대한 선호도라 하면  $PRE_i$ 는 객관적 요소와 주관적 요소의 가중평균이 된다.

$$PRE_i = \sum_{k=1}^t NW_k \times N(i)_k \tag{10}$$

$N(i)_k$ 는 요소 k에서의 로봇 i의 정규화된 값이다. 이때  $\sum_{i=1}^n PRE_i = 1$ 이 된다. 각각의 로봇에 대해 식(10)을 이용하여 계산한 결과, 가장 높은 선호도를 가지는 로봇이 선택되어진다.

즉, 임의의 로봇 i가 최상의 로봇이라면  $PRE_i = \max(PRE_1, PRE_2, PRE_3, \dots, PRE_n)$ 이 된다. 이 모델에서 각각의 요소는 서로 독립적이라고 가정한다.

### 3. 수치 예제

Goh(1996)가 제시한 예를 이용하여 Goh가 제시한 방법과 본 논문에서 제시한 방법을 비교 분석하고자 한다. 이 예는 6개의 로봇과 5명의 전문가를 고려하였다.

(단계 1) 데이터 수집

로봇에 대한 임계값과 객관적 요소값은 [표 1]과 [표 2]와 같다. 또한 2개의 주관적 요소에 대한 전문가의 평가치는[표 3]에 나타내었다.

[표 1] 객관적 요소의 임계값

	임계값
최대속도(m/s)	0.7
부하능력(kg)	55
비용(\$)	9500
반복성(mm)	0.48

[표 2] 로봇의 객관적 요소의 평가치

요 소	로 봇					
	1	2	3	4	5	6
최대속도(m/s)	1.8	1.4	0.8	0.8	0.5	1.0
부하능력(kg)	90	80	70	60	75	85
비용(\$)	9500	5500	4000	4000	7000	9800
반복성(mm)	0.45	0.30	0.20	0.15	0.35	0.25

[표 3] 주관적 요소의 전문가 평가치

	로 봇					
	1	2	3	4	5	6
<u>판매자의 서비스 품질</u>						
전문가 1	2	3	4	9	8	4
전문가 2	9	8	7	3	5	6
전문가 3	8	7	6	4	6	3
전문가 4	7	6	5	5	5	7
전문가 5	9	8	7	3	7	4
<u>프로그래밍 유연성</u>						
전문가 1	9	8	7	2	8	7
전문가 2	3	4	5	8	7	6
전문가 3	4	5	6	7	5	7
전문가 4	5	6	7	6	6	6
전문가 5	3	4	5	8	5	6

(단계 2) 각각의 객관적 요소값과 임계값과의 비교

[표 1]과 [표 2]를 비교해 보면, 로봇 5는 최대속도의 평가치가 임계값보다 작으므로 제거하고 로봇 6은 비용의 평가치가 임계값보다 크므로 제거한다.

(단계 3) 객관적 요소값과 주관적 요소값의 정규화

식(2)~식(5)를 이용하여 객관적 요소값을 정규화 하면 [표 4]와 같다.

[표 4] 객관적 요소값의 정규화

요 소	로 봇			
	1	2	3	4
최대속도(m/s)	0.3750	0.2916	0.1667	0.1667
부하능력(kg)	0.3000	0.2667	0.2333	0.2000
비용(\$)	0.1401	0.2293	0.3153	0.3153
반복성(mm)	0.1290	0.1935	0.2903	0.3872

식(6) ~식(8)을 이용하여 주관적 요소값을 정규화 하면 [표 5]와 같다.

[표 5] 주관적 요소값의 정규화

요 소	로 봇			
	1	2	3	4
판매자의 서비스 품질	0.2293	0.2696	0.2785	0.2226
프로그래밍 유연성	0.2227	0.2624	0.2903	0.2246

Goh(1996)가 제시한 방법에 따라, 주관적 요소의 평가에 있어서 전문가에 의해 할당된 최대값과 최소값을 제거한후, 평균한 값들을 객관적 요소와 동일한 방법으로 정규화하면 [표 6]과 같다.

[표 6] Goh가 제시한 방법에 의한 주관적 요소값의 정규화

요 소	로 봇			
	1	2	3	4
판매자의 서비스 품질	0.3200	0.2800	0.2400	0.1600
프로그래밍 유연성	0.1818	0.2273	0.2727	0.3182

극단값을 제거하지 않고 모든 전문가가 할당한 값들을 포함하여 정규화 하면 [표 7]과 같다.

[표 7] 모든 전문가가 부여한 값들을 포함한 주관적 요소값의 정규화

요 소	로 봇			
	1	2	3	4
판매자의 서비스 품질	0.2916	0.2667	0.2417	0.2000
프로그래밍 유연성	0.2143	0.2410	0.2679	0.2768

(단계 4) 모든 객관적, 주관적 요소에 대한 전문가의 상대적 중요도를 계산

모든 객관적, 주관적 요소에 5명의 전문가가 부여한 가중치를 [표 8]과 같이 가정하자.

[표 8] 모든 요소에 전문가가 부여한 가중치

	최대속도	부하능력	비용	반복성	판매자의 서비스 품질	프로그래밍 유연성
전문가 1	2	2	8	8	2	9
전문가 2	9	9	5	5	9	6
전문가 3	8	8	6	6	8	7
전문가 4	7	7	7	7	7	8
전문가 5	9	9	5	5	9	6

식(9)를 이용하여 모든 객관적, 주관적 요소에 대한 정규화된 가중치를 구하면 [표 9]와 같다.

[표 9] 모든 요소에 대한 정규화된 가중치

	가중치
최대속도(m/s)	0.1439
부하능력(kg)	0.1439
비용(\$)	0.1838
반복성(mm)	0.1838
판매자의 서비스 품질	0.1439
프로그래밍 유연성	0.2007

Goh(1996)가 제시한 방법에 따라, 모든 객관적 요소와 주관적 요소의 평가에 있어서 전문가에 의해 할당된 극단값을 제거한후, 평균한 값들을 객관적 요소와 동일한 방법으로 정규화하면 [표 10]과 같다.

[표 10] Goh가 제시한 방법에 의한 모든 요소에 대한 정규화된 가중치

	가중치
최대속도(m/s)	0.1860
부하능력(kg)	0.1860
비용(\$)	0.1396
반복성(mm)	0.1396
판매자의 서비스 품질	0.1860
프로그래밍 유연성	0.1628



극단값을 제거하지 않고 모든 전문가가 할당한 값들을 포함하여 정규화 하면 [표 11]과 같다.

[표 11] 전문가가 부여한 값들을 전부 포함한 모든 요소에 대한 정규화된 가중치

	가중치
최대속도(m/s)	0.1724
부하능력(kg)	0.1724
비용(\$)	0.1527
반복성(mm)	0.1527
판매자의 서비스 품질	0.1724
프로그래밍 유연성	0.1774

(단계 5) 선호도 계산 및 로봇 선택

식(10)을 이용하여 선호도를 계산하면 로봇 우선순위는 다음과 같다.

로봇 3(0.2672) > 로봇 4(0.2590) > 로봇 2(0.2495) > 로봇 1(0.2243)

Goh가 제시한 방법에 의해서 구해진 가중치를 식(10)을 이용하여 선호도를 계산했을 때 로봇 우선순위는 다음과 같다.

로봇 1(0.2522) > 로봇 2(0.2520) > 로봇 3(0.2480) > 로봇 4(0.2478)

전문가가 부여한 값들을 전부 포함한 모든 요소에 대한 정규화된 가중치를 식(10)을 이용하여 선호도를 계산하면 다음과 같다.

로봇 4(0.2541) > 로봇 3(0.2506) > 로봇 2(0.2495) > 로봇 1(0.2458)

#### 4. 결론

본 논문에서는 로봇을 선택하는데 있어서, 여러 전문가가 각각의 주관적 요소에 부여된 값을 다구찌 기법에서 이용하는 SN비로 계산하고 그 값들을 정규화 하였고, 주관적 요소와 객관적 요소를 위한 가중치 또한 SN비로 계산하고 그 값들을 정규화하는 모델을 제시하였다. 이 모델은 로봇선택에 있어서 다른 요소들에 대한 다수의 전문가의 의견을 통합을 시도하였고, 동시에 로봇 선택에 있어서 임의의 요소에 전문가들이 부여한 값들의 평균이 크고 그 값들이 차이가 적은 즉, 거의 일치한 평가를 내리는 로봇에 우선 순위를 두도록 하였다. 위의 예에서 보면 알수 있듯이 극단값을 제거하지 않고 모든 전문가가 할당한 값들을 포함하여 정규화 하면 극단값의 영향으로 순위역전 현상이 일어남을 알 수 있었다. Goh의 주관적인 요소의 값과 요소의 가중치를 전문가의 그룹에 의해 값을 할당하여 통합하는 교정된 가중합 모델을 이용할 경우에도 순위 역전 현상이 발생하고 또한 전문가가 4명 이상이 되어야하는 한계가 있음을 알 수 있었다. 가중치 계산방법에 좋은 방법과 나쁜 방법이 있지는 않다. 의사 결정자가 의사결정문제에 대해서 어떤 모형과 어떤 가중치를 사용할 것인가 결정하였다면 그 방법을 일관성 있게 적용하는 것이 필요하다고 본다. 본 논문에서 제시한 방법은 계산

절차가 간단하고 적용하기 쉬워 기계 및 설비선택 뿐만 아니라 모든 대안 선정에 있어서 이용될 수 있으리라 생각된다.

## 참고문헌

- [1] C. Wei, A. K. Kamrani and H. Wiebe, " Animated simulation of the robot process capability," Computers ind. Engng, 23, pp237-240, 1992.
- [2] C. H. Goh, Y. C. Alex Tung and C. H. Cheng," A revised weighted sum decision model for robot selection," Computers ind. Engng, Vol.30, No.2, pp193-199, 1996.
- [3] K. Knott and R. D. Gretto, " A model for evaluating alternative robot system under uncertainty" Int. J. Product. Res. 20, pp155-165, 1982.
- [4] M. J. J. Wang, H. P. Singh and W. V. Huang, " A decision support system for robot selection, " Decis. Support Syst. 7, pp273-283, 1991.
- [5] M. M. Imany and R. J. Schlesinger, " Decision models for robot selection: a comparison of ordinary least squares and linear goal programming methods" Decis. Sci. 20, pp40-53, 1989.
- [6] M. S. Jones, C. J. Malmborg and M.H. Agee, " Robotics: decision support systems used for robot selection" Ind. Engng 20, pp66-73, 1985.
- [7] N. Boubekri, M. Sahoui and C. Lakrib, " Development of expert system for industrial robot selection," Computers ind. Engng, 21, pp119-127, 1991.
- [8] O. F. Offodile, B. K. Lambert and R. A. Dudek, "Development of a computer aided robot selection procedure (CARSF)" Int. J. Product. Res. 25, pp1109-1121, 1987.
- [9] P. J. Ross, Taguchi Techniques for Quality Engineering, Mcgraw Hill 1989.
- [10] P. Y. Huang and P. Ghandforoush, " Robotics: procedures given for evaluating selecting robots," Ind. Engng Apr, pp44-48, 1984.

- ♣ 조용욱 : 명지대학교 산업공학과를 졸업하고 동 대학원 산업공학과 석사 및 박사과정을 수료하였다. 명지대학교 산업기술연구소 전임연구원으로 재직중이며 주요 관심분야는 실험계획법, 품질공학, TQM, 생산관리등이다.
- ♣ 박명규 : 한양대학교 산업공학과 졸업. 미국 일리노이 공대에서 산업공학 석사, 건국대학교 대학원 산업공학과에서 박사학위를 취득하였으며 현재 명지대학교 산업공학과 교수로 재직중이다. 주요관심분야는 TQM, QE, METHODS ENG, 재고물류관리, 확률모형, FORECASTING, 시스템분석등이다.