

## 수정고유벡터법과 퍼지종속관계를 이용한 시스템수준 평가모델

### An Evaluation Model of Systems Level Using Modified Eigenvector Method and Fuzzy Subordination Relations

김종수 · 황승국\*

Jong-Soo Kim · Seung-Gook Hwang\*

동명대학 공업경영과

\*경남대학교 정보통신공학부

#### 요 약

본 논문은 수정고유벡터법과 퍼지종속관계를 이용한 시스템 수준의 평가방법을 제안한다. 이 모델은 기업에 있어서 시스템의 수준을 평가하기 위하여 설계되었다. 여기서, 수정고유벡터법은 두 평가그룹에 있어서 각 평가기준의 가중치를 계산하기 위하여 제안되었다. 또한, 퍼지종속관계는 일대비교에 의한 평가기준간의 관계를 평가하는데 사용된다. 본 논문에서는 시스템의 현재수준의 평가치를 구하여 시스템의 운영 및 개선에 도움을 주고자 하며, 제안하는 방법의 유효성을 환경경영시스템의 평가문제에 대한 사례연구를 통하여 보이고자 한다.

#### ABSTRACT

In this paper, we propose an evaluation model of systems level using modified eigenvector method and fuzzy subordination relations. This model is designed to evaluate the level of system in enterprise. In here, modified eigenvector method is proposed to compute the weights of each criteria in two evaluation group. Also, fuzzy subordination relations is used to evaluate the relationship between the criteria by pairwise comparison. In this paper, we can get the evaluated score for the present level of system. This method will help to manage and improve the systems. We show the efficiency of the this method by means of a case study for evaluation problem of environmental management systems.

#### 1. 서 론

오늘날 기업을 둘러싸고 있는 국내외의 급변한 환경변화는 기업으로 하여금 언제 어느 때라도 생존할 수 있는 기업경쟁력의 향상을 더욱 요구하고 있는 실정이다. 기업경쟁력은 고객을 대상으로 생산하는 제품이나 서비스의 수준에 의존한다고 볼 수 있다. 즉, 기업의 궁극적인 목적은 제품과 서비스의 질을 높이면서 저렴한 가격으로 고객이 필요한 시점에 제공하여 고객만족을 이끌어내면서 영리집단의 본질인 이익증대를 도모하는 것이라고 정의할 수 있다. 이와 같이 하기 위해서는 제품과 서비스를 창출하는 기업의 제반 시스템이 여기에 적합하도록 구축되고 실행되어야 하기 때문에 기업의 시스템을 구축하고 발전시키는 것이 요구되고 있다. 특히, 우리 나라에서는 지금까지 수출지향적인 정책을 사용하여 오고 있는 실정이므로 우리의 제품을 구매하는 외국인 고객의 구매성향에 대한 파악은 매우 중요한 썬이다. 과거에는 우리의 제품들은 가격이 저렴하다는 이유로 외국인 고객으로부터

선호를 받아 왔으나, 최근에는 저렴한 가격만으로는 제품이 팔리지 않으며, 반드시 품질을 좋게 하면서 환경친화적이어야 한다는 것이다.

기업경쟁력, 즉 제품에 대한 품질경쟁력을 확보하기 위해서는 제품을 생산하는 기업에 적합한 합리적인 품질시스템의 구축 및 운용이 필요하며, 이것은 국제표준화기구에서 제시하고 있는 품질보증시스템인 ISO 9000 시리즈[1]를 이용하고, 환경친화적인 제품을 생산하기 위해서는 ISO 14000[2]을 이용하여 환경경영시스템을 운용하는 것이 효과적이라고 할 수 있다. 이들 양 시스템의 평가모델구축을 위해서는 시스템의 요구항목에 대하여 업무를 어떻게 평가하는 것이 효과적인가에 관심이 모아진다. 우선, 양 그룹을 평가하는데 척도가 되는 평가기준을 선정하고, 그들 평가기준의 가중치와 현재 이행수준을 5점 또는 9점척도법을 이용하여 가중점수를 구하고, 양 그룹의 각 평가기준간의 일대일 비교에 의한 관련성을 결정하여 시스템의 현재수준을 평가할 필요성이 대두된다.

품질시스템의 수준평가에는 종속성을 가지는 평가

기준이 있어서 평가기준의 순위의 역전현상[3]이 발생하기 쉽기 때문에 이것을 방지할 수 있는 방법을 고려하고, 환경경영시스템의 수준평가에는 계층별로 가중치를 결정하는 방법이 Saaty의 고유벡터법[4]을 중심으로 행해지기 때문에 이것을 수정고유벡터법이라고 명명하여 사용하고, 평가기준의 관련성 평가를 위해서는 퍼지종속관계[5]를 이용하고자 한다. 따라서, 본 연구에서는 수정고유벡터법과 퍼지종속관계를 이용하여 이상의 양 시스템을 정량적으로 평가하기 위한 방법을 위한 모델을 제시하고, 현재의 시스템의 수준을 평가함으로써 개선목표가 설정되어 시스템이 지속적으로 유지·개선될 수 있도록 관리함을 그 목적으로 한다. 또한, 사례연구로서는 양 시스템중 ISO 14000 환경경영시스템을 평가모델을 이용하여 평가함으로써 제안한 모델의 유효성을 보이고자 한다.

## 2. 이론적 배경

본 장에서는 시스템수준 평가모델의 각 시스템구성요소와 시스템 요구항목의 가중치를 구하기 위하여 사용되어지는 AHP에서의 고유벡터법에 평가기준간의 순위의 역전을 방지하기 위한 방법이 포함된 수정고유벡터법을 제안하고, 시스템 요구항목과 업무간의 관련성을 나타내는데 사용되어지는 퍼지종속관계에 대하여 기술한다.

### 2.1 수정고유벡터법

Saaty가 제안한 AHP에 있어서 일대비교행렬[6]을 이용한 가중치 결정법인 고유벡터법은 가중치의 합이 1이고, 평가기준은 서로 독립이어야 한다고 가정하고 있다. 그러나 실제 문제들의 평가시에 평가기준이 완전히 독립성을 유지하기는 어렵기 때문에 이러한 현실을 감안하여 평가기준의 종속성을 인정하게 되면 평가기준의 순위역전문제가 대두된다. 이러한 평가기준의 순위역전문제를 방지하기 위하여 사전에 순위를 결정하게 되면 문제가 해결될 수 있는 방법을 수정고유벡터법이라고 하고, 이것을 사용하여 양 시스템의 평가기준들에 대한 가중치를 결정하는 것으로 한다.

먼저, 평가기준들간의 순위결정은 일반적으로 그룹 평가시 평가자들의 주관적인 판단에 의한 일대비교행렬의 요소의 값들을 기하평균을 이용하여 하나의 일대비교행렬을 만들기 전에 그룹평가자들에 의한 평가기준의 중요도의 순서를 통합함으로써 평가자들간의 순위의 혼란을 방지하고, 평가자들이 일대비교행렬을 만들 때 그 순위에 따라 비율만 결정하게 함으로서 보다 합리적인 의사결정을 할 수 있도록 하는 것이다.

### 2.2.1 평가기준의 통합순위결정

평가자가 1인인 경우는 그 평가자의 결정이 의사결정에 영향을 미치게 되지만, 평가자가 다수인 경우에는 그들의 의견을 통합하지 않으면 안되는 경우가 있다. 일반적으로 Saaty의 AHP에서는 다수의 평가자들이 만든 일대비교행렬에 대하여 같은 요소값을 기하평균을 이용하여 하나의 일대비교행렬로 만들고 가중치를 구해 다수의 의사결정으로 하고 있다. 여기서 관과해서는 안되는 것은 다수의 평가자들이 만든 일대비교행렬에는 중요도 순위에 따르는 비율에 대한 검증이 없다. 이것은 평가기준의 통합된 순위에 의하여 평가한다면 해결가능하게 된다.

통합순위결정을 위한 방법으로 Shannon과 Svestka 방법[7]을 사용한다. 이 방법을 선정한 이유는 다른 방법과 비교하였을 때 이산적특성, 완전순위특성, 강순위특성, 평가지수의 제한 등에 대해서도 강한 경향을 보이고 있기 때문이다[8].

이 방법은 합계빈도행렬에서 원소(i, j)와 (j, i)를 비교하여 원소(i, j) > 원소(j, i)이면 원소(i, j)를 1로, 그반대이면 0으로, 동률이면 1/2로 하여 새로운 행렬을 만들고 이 행렬에서 행의 합이 큰 순서로 우선순위를 정하는 방법을 예로서 설명하고자 한다.

예) 평가자 1 :  $x_1 > x_2 > x_3 > x_4$

평가자 2 :  $x_2 > x_3 > x_4 > x_1$

평가자 3 :  $x_1 > x_2 > x_3 > x_4$

평가자 4 :  $x_1 > x_2 > x_4 > x_3$

평가자 5 :  $x_2 > x_4 > x_3 > x_1$

평가자들의 평가치를 합계한 합계빈도행렬(Fig. 1)을 먼저 구하고 여기에 Shannon절차를 적용하면 Fig. 2와 같은 새로운 행렬을 얻는다.

|    | X1 | X2 | X3 | X4 |
|----|----|----|----|----|
| X1 | -  | 3  | 3  | 3  |
| X2 | 2  | -  | 5  | 5  |
| X3 | 2  | 0  | -  | 3  |
| X4 | 2  | 0  | 2  | -  |

Fig. 1. Total Frequency Matrix

|    | X1 | X2 | X3 | X4 | 행의 합 |
|----|----|----|----|----|------|
| X1 | -  | 1  | 1  | 1  | 3    |
| X2 | 0  | -  | 1  | 1  | 2    |
| X3 | 0  | 0  | -  | 1  | 1    |
| X4 | 0  | 0  | 0  | -  | 0    |

Fig. 2. Shannon Matrix

따라서, Shannon방법의 결과는 Shannon행렬의 행 합의 크기 순인  $w > x > y > z$  순으로 중요하다고 할 수 있으며, 평가기준의 통합순위 결정시 다수의 평가 결과를 종합하는데 적절히 활용가능하다.

**2.2.2 일대비교행렬에 의한 가중치 결정**

2.2.2.1 평가기준이 종속성을 가지고 그 수가 많은 경우[9]

$n$ 개의 평가기준에서 선호되는 중요한 평가기준을  $q$  개 선택하고, 의사결정자에게 “평가기준  $i$ 는  $j$ 와 비교하여 어느 정도 중요합니까?” 라고 물어 Saaty의 고유벡터법의 일대비교행렬인  $A$ 대신에  $B$ 를 얻는다. 그리고, 고유벡터  $V = (v_1, v_2, \dots, v_q)$ 를  $\max v_i = 1$ 이 되도록 하여

$$(B - \lambda I)V = 0 \tag{1}$$

을 푸는 것에 의하여 구한다. 단,  $q$ 개의 평가기준에는 가장 선호되는 요소를 포함하여 가능한 한 다양한 것을 선택한다. 그리고 1개의 평가기준을 추가하여 새로운 평가기준과  $q$ 개의 평가기준과의 비교를 행한다. 이것은  $q$ 회의 비교이고,  $(q+1) \times (q+1)$ 의 행렬  $B$ 를 얻을 수 있다. 식(1)과 같이 하여 가중치벡터를 구하고  $q+1$  번째의 가중치  $v_{q+1}$ 를 결정한다. 이것을  $n$ 개의 요소 전부에 대하여 행한다. 그러므로  $n - q$ 개 행하는 것이 된다. 이 방법을 사용하면 일대비교의 횟수를  $q \times (q-1)/2 + q \times (n - q)$ 회로 감소하게 된다. 최초의  $q$ 개에 대하여 식(1)의 계산은 다음의  $q+1$ 개 일 때의 계산으로 대응하여 생략할 수 있다. 이렇게 구한 가중치의 합을 1로 하고자 할 때에는 기준화를 하면 된다. 이 방법은 평가기준이 종속성을 가지고 그 수가 많은 경우이므로 품질시스템의 수준평가시에 이용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

2.2.2.2 평가기준이 종속성을 가지고 그 수가 많지 않은 경우

여기서는 평가기준이 종속성을 가지고 있으나 그 수가 많은 경우와는 달리 가중치를 구하는데 평가기준 전부를 사용하는 경우로서 Saaty의 AHP의 계층별로 가중치를 구하는 방법이다.

**2.2 퍼지종속관계**

퍼지관계는 보통관계의 확장으로서 다음과 같이 정의할 수 있다[3,9].

직적  $X \times Y = \{(x, y) \mid x \in X, y \in Y\}$ 에 있어서 퍼지관계  $R$ 은

$$\mu_R : X \times Y \rightarrow [0, 1] \tag{2}$$

로 되는 멤버쉽함수  $\mu_R$ 에 의하여 특성지워지는  $X \times$

$Y$ 에 있어서의 퍼지집합  $R$ 이고, 멤버쉽함수  $\mu_R(x, y)$ 는  $x$ 와  $y$ 의 관계의 정도를 나타낸다. 퍼지관계는 퍼지행렬로 표현한다. 즉,  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ 이고  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ 인 유한집합이라면  $X \times Y$ 에 있어서는 퍼지관계  $R$ 은 아래의 행렬과 같은  $m \times n$ 행렬에 의하여 나타낼 수 있다. 멤버쉽함수  $\mu_R$ 은  $[0, 1]$ 의 값을 취하므로 퍼지관계행렬의 성분도  $[0, 1]$ 의 값을 취한다.

본 논문에서는 이상의 퍼지관계를 이용하여 시스템 요구항목과 구성요소의 평가항목 간의 교차종속의 정도를 구하여 이것을 시스템 평가항목간의 관련성으로 간주하고 이것을 식으로 나타내면 다음과 같다.

직적  $X \times Y$ 에서 2변수 함수  $d$ 를 퍼지종속관계라고 부르고 다음과 같이 나타낸다.

$$d : X \times Y \rightarrow [0, 1] \tag{3}$$

여기서  $d_{ij}$ 값은 2개의 평가항목  $i$ 와  $j$  사이의 교차종속성의 정도를 나타내는 것으로서 다음과 같이 정의한다.

평가항목  $i$ 는 평가항목  $j$ 에 완전종속이다.  
 $\Leftrightarrow d_{ij} = 1, w_j \geq w_i$  (4)

평가항목  $i$ 는 평가항목  $j$ 에 부분종속이다.  
 $\Leftrightarrow d_{ij} = 0$ 과  $1$ 사이,  $0 < w_j < w_i$  (5)

평가항목  $i$ 는 평가항목  $j$ 와 완전독립이다.  
 $\Leftrightarrow d_{ij} = 0, \forall i \in X, \forall j \in Y$  (6)

이것을 그림으로 나타내면 Fig. 3과 같다.

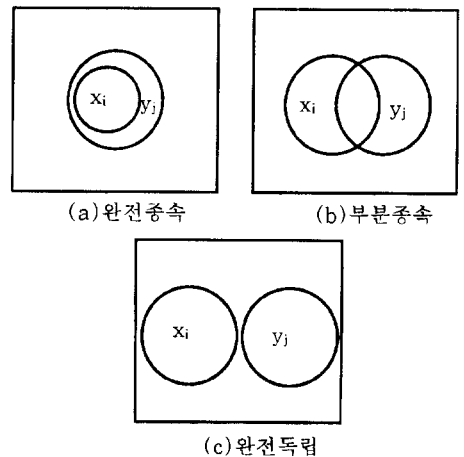


Fig. 3. Subordination Relations between Criterion  $w_i$  and  $w_j$

### 3. 시스템 수준평가 모델

시스템 수준평가 모델은 시스템의 요구사항과 업무에 대하여 구축한다. 시스템의 요구사항과 업무를 선정하고 시스템 구축에 참가하고 있는 다수의 전문가를 대상으로 설문한 자료들을 통하여 시스템의 수준을 평가하고, 시스템의 목표 수준을 결정하여 시스템의 수준을 향상시키기 위한 방안을 제시하고자 한다.

#### 3.1 시스템 요구사항과 업무의 결정

평가에서는 평가기준에 대한 결정은 결과에 직접적인 영향을 줄 수 있기 때문에 매우 중요한 것이라 할 수 있다. 시스템의 요구사항을 결정한 후 각각에 대해 중요하다고 판단되는 세부요구사항을 결정하고, 시스템의 요구사항과 관련된 업무를 선정한다. 실제 기업의 시스템 평가시에는 체크리스트를 이용하고 있지만, 시스템의 요구사항과 관련된 업무를 하는 기업의 부서나 부문은 실제로 고정되어 있지 않고 기업에 따라 차이가 나기 때문에 이점을 고려하여 각 기업에 사용시 업무와 관련부서를 명시할 필요가 있다.

#### 3.2 평가기준의 통합순위결정

다수의 전문가들이 평가한 평가기준에 대한 순위를 통합하기 위하여 2.2.1에서 기술한 Shannon의 방법을 사용한다.

#### 3.3 시스템 요구사항의 가중이행점수 산출

시스템 요구사항의 가중이행점수를 산출하기 위해서는 세부요구사항에 대한 가중치와 이행정도가 필요하다. 여기서는 세부요구사항에 대한 가중치를 구하기 위해서는 2.2.2 일대비교행렬에 의한 가중치 결정에서 제시한 방법을 사용한다. 세부요구사항에 대한 기업의 이행정도는 5점 척도 또는 9점 척도를 사용한다.

이상에서 구한 세부요구사항의 가중치와 이행정도의 곱에 의하여 가중이행점수를 구할 수 있게 된다. 이것을 식으로 나타내면 식(7)과 같다.

$$X_i = w(x_i) \times A_i \quad (7)$$

$X_i$  : 시스템 세부요구사항별 가중이행점수  
 $w(x_i)$  ;  $i$ 차 세부요구사항의 가중치  
 $A_i$  ; 시스템 세부요구사항별 이행정도

#### 3.4 업무의 가중이행점수 산출

업무의 가중치 및 이행정도도 3.3과 동일하게 구한다. 업무의 가중치와 이행정도의 곱에 의하여 가중이행점수를 식(8)과 같이 구할 수 있다.

|       |          |          |       |          |       |          |
|-------|----------|----------|-------|----------|-------|----------|
|       | Y        |          |       |          |       |          |
| X \ Y | $Y_1$    | $Y_2$    | ..... | $Y_j$    | ..... | $Y_n$    |
| $X_1$ | $C_{11}$ | $C_{12}$ | ..... | $C_{1j}$ | ..... | $C_{1n}$ |
| $X_2$ | $C_{21}$ | $C_{22}$ | ..... | $C_{2j}$ | ..... | $C_{2n}$ |
| .     | .        | .        |       | .        |       | .        |
| $X_i$ | $C_{i1}$ | $C_{i2}$ | ..... | $C_{ij}$ | ..... | $C_{in}$ |
| .     | .        | .        |       | .        |       | .        |
| $X_m$ | $C_{m1}$ | $C_{m2}$ | ..... | $C_{mi}$ | ..... | $C_{mn}$ |

$C_{ij}$  : 시스템 요구사항과 업무의 관련성

Fig. 4. Relationship Between System Requirements and Job

$$Y_j = w(y_j) \times B_j \quad (8)$$

$Y_j$  ; 업무별 가중이행점수  
 $w(y_j)$  ; 각 업무별 가중치  
 $B_j$  ; 업무별 이행정도

#### 3.5 시스템 세부요구사항과 업무와의 관련성 결정

시스템 세부요구사항과 업무간의 관계를 행렬로 표현하고, 이들간의 관련성을 나타낸 것이 Fig. 4이다. 시스템 요구사항과 업무의 관련성은 2.2에 기술한 퍼지중속관계에 의하여 구한다.

#### 3.6 시스템 평가요소별 수준평가

식(7), (8)에서 구한  $X_i, Y_j$ 의 값을 이용하여 다음과 같이 시스템의 수준평가를 할 수 있다. 여기서의 평가치는 시스템의 수준을 의미한다고 볼 수 있다. 각각의 시스템의 세부요구사항과 업무와의 시스템 수준을  $d_{ij}$ 라 하면, 이것은 식(9)에 의하여 구할 수 있다.

$$d_{ij} = (X_i + Y_j) \times c_{ij} \quad (9)$$

식(9)을 이용하여 구한 값을 식(10)과 같이 하면 시스템 전체의 수준  $T$ 를 구할 수 있다.

$$T = \sum_i \sum_j d_{ij} \quad (10)$$

시스템의 세부요구사항에 대한 수준과 업무별 수준의 평가는 다음의 식을 이용한다.

$i$ 번째 시스템 세부요구사항의 수준을  $R_i$ 이라 할 때 이것은 식(11)와 같다.

$$R_i = \sum_j (X_i + Y_j) \times C_{ij} = \sum_{j=1}^n d_{ij} \quad (11)$$

시스템 세부요구사항에 대한 수준을  $R$ 이라 할 때  $R = \sum R_i$ 가 된다.

$j$ 번째 업무별 수준을  $P_j$ 라 할 때 이것은 식(12)와

| Y<br>X         | Y <sub>1</sub>  | Y <sub>2</sub>  | ... | Y <sub>j</sub>  | ... | Y <sub>n</sub>  | 계              |
|----------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----|-----------------|----------------|
| X <sub>1</sub> | d <sub>11</sub> | d <sub>12</sub> | ... | d <sub>1j</sub> | ... | d <sub>1n</sub> | R <sub>1</sub> |
| X <sub>2</sub> | d <sub>21</sub> | d <sub>22</sub> | ... | d <sub>2j</sub> | ... | d <sub>2n</sub> | R <sub>2</sub> |
| ⋮              | ⋮               | ⋮               | ... | ⋮               | ... | ⋮               | ⋮              |
| X <sub>i</sub> | d <sub>i1</sub> | d <sub>i2</sub> | ... | d <sub>ij</sub> | ... | d <sub>in</sub> | R <sub>i</sub> |
| ⋮              | ⋮               | ⋮               | ... | ⋮               | ... | ⋮               | ⋮              |
| X <sub>m</sub> | d <sub>m1</sub> | d <sub>m2</sub> | ... | d <sub>mi</sub> | ... | d <sub>mn</sub> | R <sub>m</sub> |
| 계              | P <sub>1</sub>  | P <sub>2</sub>  | ... | P <sub>i</sub>  | ... | P <sub>n</sub>  | T              |

Fig. 5. Level Evaluation Each System Elements

같다.

$$P_j = \sum_i (X_i + Y_j) \times C_{ij} = \sum_{i=1}^m d_{ij} \quad (12)$$

업무에 대한 시스템 수준을  $P$ 라 하면  $P = \sum P_j$ 가 된다. 이 관계를 행렬로 나타내면 Fig. 5와 같다.

### 3.7 시스템 요구사항 및 업무에 대한 민감도 분석

시스템 요구사항에 대한 민감도분석은 현재 시스템 세부요구사항의 이행정도와 업무의 이행정도를 기준

으로 평가한 시스템의 수준과 각 시스템 요구사항의 이행정도를 각각 변화시키면서 시스템 수준의 변화정도를 조사하고, 가장 민감하게 변하는 요소가 어떤 것인지를 확인한다. 업무에 대한 민감도도 동일하게 하여 분석한다. 민감도분석을 통하여 현재 시스템의 수준을 향상시키고자 할 때 관리대상 평가요소를 객관적으로 선정할 수 있다.

## 4. 사례연구

### 4.1 연구 대상

본 사례연구의 대상은 제조업을 하는 D사의 환경경영시스템을 대상으로 하였으며, 환경경영시스템의 시스템 평가기준을 위해 동종 업체 5곳을 같은 내용으로 설문을 실시하였다. 설문의 대상자는 환경경영시스템의 실무를 담당하고 있는 내부감사자를 대상으로 하였다. D사는 1997년 12월에 ISO 14001을 획득한 업체이다.

### 4.2 시스템수준 평가모델의 적용

시스템수준 평가모델에 의하여 D사의 환경경영시스

Table 1. Level of System Requirements and Weight Computation

| 시스템 요구사항      | 1 차 가중치 | 시스템요구세부사항               | 2 차 가중치 | 가중치 (1 차 × 2 차) | 이행정도 | 시스템요구사항의 점수 |
|---------------|---------|-------------------------|---------|-----------------|------|-------------|
| 4.1 환경 방침     | 0.218   | 1. 최고경영자의 결의와 지도력       | 0.653   | 0.142           | 4    | 0.570       |
|               |         | 2. 규정준수 및 환경목표의 설정      | 0.141   | 0.030           | 4    | 0.123       |
|               |         | 3. 지속적 개선과 오염 방지 결의     | 0.204   | 0.044           | 4    | 0.178       |
| 4.2 계획        | 0.140   | 1. 환경측면의 영향평가           | 0.281   | 0.039           | 4    | 0.157       |
|               |         | 2. 법률 및 그 밖의 요건         | 0.244   | 0.034           | 4    | 0.136       |
|               |         | 3. 목표 및 세부목표            | 0.239   | 0.033           | 4    | 0.134       |
|               |         | 4. 환경경영 추진계획수립          | 0.234   | 0.032           | 4    | 0.131       |
| 4.3 시행과 운영    | 0.192   | 1. 구조 및 책임              | 0.142   | 0.027           | 4    | 0.108       |
|               |         | 2. 훈련, 인식 및 자격교육        | 0.101   | 0.019           | 4    | 0.077       |
|               |         | 3. 의사소통 절차 고려           | 0.094   | 0.018           | 4    | 0.072       |
|               |         | 4. 환경경영체제 문서화           | 0.109   | 0.020           | 4    | 0.083       |
|               |         | 5. 문서관리                 | 0.116   | 0.022           | 4    | 0.089       |
|               |         | 6. 운영관리 및 적합성 보장을 위한 계획 | 0.193   | 0.037           | 3    | 0.111       |
|               |         | 7. 비상시 대비 및 대응          | 0.241   | 0.046           | 3    | 0.138       |
| 4.4 점검 및 시정조치 | 0.285   | 1. 감시 및 측정              | 0.266   | 0.075           | 4    | 0.303       |
|               |         | 2. 부적합 시정 및 예방조치        | 0.323   | 0.092           | 3    | 0.276       |
|               |         | 3. 환경기록의 식별, 유지 및 처분    | 0.153   | 0.043           | 3    | 0.131       |
|               |         | 4. 환경경영체제 감사            | 0.256   | 0.073           | 4    | 0.292       |
| 4.5 경영자 검토    | 0.165   | 1. 주기적검토 및 개선           | 0.378   | 0.062           | 4    | 0.249       |
|               |         | 2. 목표 및 세부목표의 달성 정도     | 0.340   | 0.056           | 4    | 0.224       |
|               |         | 3. 변화하는 상황에 대한 적합성      | 0.280   | 0.046           | 3    | 0.138       |
| 합 계           | 1.000   |                         |         | 1.000           |      | 3.734       |

템의 수준 평가를 하였다. 시스템 요구사항과 시스템 요구세부사항은 연구대상 업체인 D사를 포함한 5개 업체의 실무담당자를 대상으로 설문을 실시한 결과를 종합하여 시스템 요구사항을 ISO 14001의 요건들 중심으로 선정하고, 통합순위결정과 계층별 가중치를 5 점척도를 이용하여 산정하는 방법을 채택하여 Table 1과 같이 시스템 요구사항의 가중이행점수를 산출하였다.

4.1과 동일하게 하여 업무의 가중이행점수를 산정한 것이 Table 2와 같다. 환경경영시스템에서 시스템 요구사항을 만족시키기 위한 업무로서 요구사항에 대해 실제 업무를 담당하고 있는 업무부문들로 선정하였다. Table 3은 식(15)를 이용해 환경경영시스템 구성 요소의 수준을 결정하고, 결정된 환경경영시스템 구성 요소와 수준, 가중치를 종합하여 나타낸 것이다.

시스템 세부요구사항과 업무와의 관련성의 정도는

퍼지중속관계를 이용하여 Table 3과 같이 구해졌다. 5 점 척도로 받은 설문의 값들을 평균하여 다시 5로 나누어 0과 1사이의 값으로 변환한다. Table 3은 평균하여 계산된 환경경영시스템 요구사항과 업무와의 관련성을 나타내는 값이다. 계산된 값 중 0.2이하의 값은 삭제한다. 이유는 설문지의 1점은 “업무부문과 연관성이 있다.”로 0~1점 사이의 변환된 값 0.2 이하의 의미가 없으므로 버린다.

환경경영시스템 요구사항과 업무별 수준은 식(11)과 식(12)를 이용하여 구한 결과는 Table 4와 같다.

D사의 환경경영 시스템의 전체수준은 32.128로 나타났다. 그리고 만약 D사가 환경경영시스템의 요구사항과 업무의 이행정도를 모두 5점으로 아주 잘 수행하고 있다고 볼 때 시스템 수준의 값은 44.36으로 평가되었다. 최고목표수준과 비교하여 현재 D사의 환경경영시스템 수준은  $(32.13/44.36) \times 100 = 72.43\%$ 로 목

Table 2. Level of EMS Job and Weight Computation

| 점수         | 업무부문<br>경영자 | 기획<br>부문 | 환경/<br>안전<br>부문 | 총무/<br>경리<br>부문 | 연구개<br>발/설<br>계<br>부문 | 기술/생<br>산기술<br>부문 | 구매<br>부문 | 품질<br>관리<br>부문 | 설비<br>관리<br>부문 | 교육,<br>훈련<br>부문 | 생산/<br>생산관<br>리<br>부문 | 창고/<br>자재<br>부문 | 합계    |
|------------|-------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------------|----------|----------------|----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-------|
| 이행정도       | 4           | 4        | 4               | 3               | 3                     | 4                 | 4        | 3              | 3              | 3               | 3                     | 3               | 41    |
| 가중치        | 0.155       | 0.101    | 0.056           | 0.095           | 0.059                 | 0.070             | 0.084    | 0.068          | 0.081          | 0.082           | 0.082                 | 0.068           | 1.000 |
| 시스템 업무의 점수 | 0.620       | 0.404    | 0.224           | 0.285           | 0.177                 | 0.280             | 0.336    | 0.204          | 0.243          | 0.246           | 0.246                 | 0.204           |       |

Table 3. EMS Requirements and Relation of Job

| 요구항목  | 부문<br>경영자 | 기획<br>부문 | 환경/<br>안전<br>부문 | 총무/<br>경리<br>부문 | 연구개발<br>/설계<br>부문 | 기술/생<br>산기술<br>부문 | 구매<br>부문 | 품질<br>관리<br>부문 | 설비<br>관리<br>부문 | 교육,<br>훈련<br>부문 | 생산/<br>생산관<br>리<br>부문 | 창고/<br>자재<br>부문 |
|-------|-----------|----------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|----------|----------------|----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| 4.1.1 | 0.825     |          | 0.700           |                 | 0.300             |                   |          |                |                | 0.300           |                       |                 |
| 4.1.2 |           |          | 0.850           |                 | 0.350             | 0.425             |          | 0.375          |                |                 |                       |                 |
| 4.1.3 | 0.475     |          | 0.875           | 0.300           | 0.450             | 0.625             | 0.375    | 0.375          | 0.500          | 0.350           | 0.375                 | 0.275           |
| 4.2.1 |           |          | 0.875           |                 | 0.550             | 0.600             |          |                |                | 0.375           | 0.400                 |                 |
| 4.2.2 |           |          | 0.925           |                 | 0.475             | 0.400             |          |                |                |                 | 0.300                 |                 |
| 4.2.3 |           | 0.425    | 0.875           | 0.350           | 0.400             | 0.450             | 0.375    | 0.375          | 0.400          | 0.350           | 0.375                 | 0.300           |
| 4.2.4 |           |          | 0.825           |                 |                   |                   |          |                |                | 0.375           |                       |                 |
| 4.3.1 | 0.650     |          | 0.800           |                 |                   |                   |          |                |                | 0.375           | 0.300                 |                 |
| 4.3.2 |           |          | 0.775           |                 |                   |                   |          | 0.275          | 0.275          | 0.600           | 0.250                 | 0.225           |
| 4.3.3 |           | 0.375    | 0.900           |                 |                   |                   |          |                |                |                 |                       |                 |
| 4.3.4 |           | 0.450    | 0.825           | 0.300           | 0.350             | 0.350             | 0.275    | 0.325          | 0.275          | 0.275           | 0.350                 | 0.250           |
| 4.3.5 |           | 0.350    | 0.800           | 0.425           | 0.350             | 0.350             | 0.325    | 0.350          | 0.325          | 0.325           | 0.375                 | 0.300           |
| 4.3.6 |           |          | 0.875           |                 |                   | 0.300             |          |                |                |                 | 0.250                 | 0.000           |
| 4.3.7 |           | 0.325    | 0.925           | 0.350           | 0.350             | 0.575             | 0.325    | 0.325          | 0.400          | 0.325           | 0.350                 | 0.300           |
| 4.4.1 | 0.425     | 0.400    | 0.925           | 0.325           | 0.275             | 0.400             | 0.275    | 0.300          | 0.300          | 0.300           | 0.300                 | 0.250           |
| 4.4.2 | 1.000     | 0.350    | 0.825           | 0.350           | 0.275             | 0.425             | 0.300    | 0.350          | 0.400          | 0.325           | 0.350                 | 0.275           |
| 4.4.3 |           | 0.325    | 0.750           | 0.425           | 0.325             | 0.400             | 0.350    | 0.375          | 0.350          | 0.300           | 0.350                 | 0.325           |
| 4.4.4 | 0.375     | 0.375    | 0.750           | 0.275           | 0.225             | 0.325             | 0.250    | 0.350          | 0.250          | 0.250           | 0.250                 | 0.225           |
| 4.5.1 | 1.000     | 0.350    | 0.825           | 0.325           | 0.275             | 0.325             | 0.275    | 0.350          | 0.300          | 0.275           | 0.300                 | 0.250           |
| 4.5.2 | 1.000     | 0.350    | 0.850           | 0.350           | 0.300             | 0.350             | 0.300    | 0.300          | 0.325          | 0.275           | 0.325                 | 0.250           |
| 4.5.3 |           |          | 0.850           |                 |                   |                   |          |                |                |                 |                       |                 |

Table 4. Level of Total EMS

| 요구항목        | 부문 | 경영자    | 기획부문  | 환경/안전부문 | 총무/경리부문 | 연구개발/설계부문 | 기술/생산기술부문 | 구매부문  | 품질관리부문 | 설비관리부문 | 교육·훈련부문 | 생산/생산관리부문 | 창고/자재부문 | 시스템요구항목수준 | 요구항목수준의 비율 | 목표값   |
|-------------|----|--------|-------|---------|---------|-----------|-----------|-------|--------|--------|---------|-----------|---------|-----------|------------|-------|
|             |    |        |       |         |         |           |           |       |        |        |         |           |         |           |            |       |
| 4.1.1       |    | 0.983  |       | 0.556   |         | 0.224     |           | 0.983 |        |        | 0.245   |           |         | 2.008     | 6.251      | 2.563 |
| 4.1.2       |    |        |       | 0.295   |         | 0.105     | 0.171     |       | 0.122  |        |         |           |         | 0.694     | 2.162      | 0.926 |
| 4.1.3       |    | 0.379  |       | 0.352   | 0.139   | 0.160     | 0.286     | 0.193 | 0.143  | 0.211  | 0.149   | 0.159     | 0.105   | 2.277     | 7.086      | 3.094 |
| 4.2.1       |    |        |       | 0.334   |         | 0.184     | 0.262     |       |        |        | 0.151   | 0.161     |         | 1.093     | 3.401      | 1.486 |
| 4.2.2       |    |        |       | 0.333   |         | 0.149     | 0.166     |       |        |        |         | 0.115     |         | 0.764     | 2.377      | 1.021 |
| 4.2.3       |    |        | 0.229 | 0.313   | 0.147   | 0.125     | 0.186     | 0.176 | 0.126  | 0.151  | 0.133   | 0.142     | 0.102   | 1.831     | 5.699      | 2.531 |
| 4.2.4       |    |        |       | 0.293   |         |           |           |       |        |        | 0.142   |           |         | 0.435     | 1.353      | 0.582 |
| 4.3.1       |    | 0.474  |       | 0.266   |         |           |           |       |        |        | 0.133   | 0.106     |         | 0.979     | 3.048      | 1.293 |
| 4.3.2       |    |        |       | 0.233   |         |           |           |       | 0.077  | 0.088  | 0.194   | 0.081     | 0.064   | 0.737     | 2.294      | 1.079 |
| 4.3.3       |    | 0.260  |       | 0.267   |         |           |           |       |        |        |         |           |         | 0.526     | 1.639      | 0.658 |
| 4.3.4       |    |        | 0.219 | 0.254   | 0.111   | 0.091     | 0.127     | 0.115 | 0.093  | 0.090  | 0.091   | 0.115     | 0.072   | 1.378     | 4.291      | 1.925 |
| 4.3.5       |    |        | 0.172 | 0.250   | 0.159   | 0.093     | 0.129     | 0.138 | 0.102  | 0.108  | 0.109   | 0.125     | 0.088   | 1.475     | 4.592      | 2.080 |
| 4.3.6       |    |        |       | 0.293   |         |           | 0.117     |       |        |        |         | 0.089     |         | 0.499     | 1.554      | 0.716 |
| 4.3.7       |    |        | 0.176 | 0.335   | 0.148   | 0.111     | 0.240     | 0.154 | 0.111  | 0.153  | 0.125   | 0.134     | 0.103   | 1.792     | 5.577      | 2.733 |
| 4.4.1       |    | 0.393  | 0.283 | 0.488   | 0.191   | 0.132     | 0.233     | 0.176 | 0.152  | 0.164  | 0.165   | 0.165     | 0.127   | 2.667     | 8.302      | 3.532 |
| 4.4.2       |    | 0.897  | 0.238 | 0.413   | 0.197   | 0.125     | 0.236     | 0.184 | 0.168  | 0.208  | 0.170   | 0.183     | 0.132   | 3.151     | 9.808      | 4.766 |
| 4.4.3       |    |        | 0.174 | 0.266   | 0.177   | 0.100     | 0.164     | 0.163 | 0.125  | 0.131  | 0.113   | 0.132     | 0.109   | 1.655     | 5.151      | 2.538 |
| 4.4.4       |    | 0.342  | 0.261 | 0.387   | 0.159   | 0.106     | 0.186     | 0.157 | 0.173  | 0.134  | 0.135   | 0.134     | 0.112   | 2.287     | 7.120      | 3.034 |
| 4.5.1       |    | 0.869  | 0.228 | 0.390   | 0.174   | 0.117     | 0.172     | 0.161 | 0.158  | 0.148  | 0.136   | 0.148     | 0.113   | 2.815     | 8.760      | 3.717 |
| 4.5.2       |    | 0.844  | 0.220 | 0.381   | 0.178   | 0.120     | 0.176     | 0.168 | 0.128  | 0.152  | 0.129   | 0.152     | 0.107   | 2.756     | 8.579      | 3.650 |
| 4.5.3       |    |        |       | 0.308   |         |           |           |       |        |        |         |           |         | 0.308     | 0.958      | 0.434 |
| 시스템구성요소별 수준 |    | 5.442  | 2.200 | 7.007   | 1.780   | 1.945     | 2.854     | 1.786 | 1.679  | 1.736  | 2.320   | 2.142     | 1.236   | 32.128    | 100.0      | 44.36 |
| 구성요소별 비율    |    | 16.937 | 6.849 | 21.811  | 5.541   | 6.054     | 8.883     | 5.560 | 5.225  | 5.404  | 7.223   | 6.667     | 3.847   | 100.0     |            |       |
| 목표값         |    | 6.92   | 2.83  | 9.04    | 2.76    | 2.89      | 3.69      | 2.31  | 2.55   | 2.67   | 3.52    | 3.30      | 1.89    | 44.36     |            |       |

Table 5. Sensitivity Analysis of EMS Level

| 시스템요구항목 | 수준의 변화    |        |           |        |         | 수준의 변화    |        |           |        |         | 수준 향상정도 |
|---------|-----------|--------|-----------|--------|---------|-----------|--------|-----------|--------|---------|---------|
|         | 현행수준      |        | 목표수준      |        | 수준 향상정도 | 현행수준      |        | 목표수준      |        | 수준 향상정도 |         |
|         | 요구항목 수행정도 | EMS 수준 | 요구항목 수행정도 | EMS 수준 |         | 요구항목 수행정도 | EMS 수준 | 요구항목 수행정도 | EMS 수준 |         |         |
| 4.1.1   | 4         |        | 5         | 32.43  | 0.3     | 4.3.5     | 4      |           | 5      | 32.22   | 0.09    |
| 4.1.2   | 4         |        | 5         | 32.19  | 0.06    | 4.3.6     | 3      |           | 4      | 32.18   | 0.05    |
| 4.1.3   | 4         |        | 5         | 32.35  | 0.22    | 4.3.7     | 3      |           | 4      | 32.34   | 0.21    |
| 4.2.1   | 4         |        | 5         | 32.24  | 0.11    | 4.4.1     | 4      |           | 5      | 32.47   | 0.34    |
| 4.2.2   | 4         |        | 5         | 32.20  | 0.07    | 4.4.2     | 3      |           | 4      | 32.61   | 0.48    |
| 4.2.3   | 4         | 32.13  | 5         | 32.29  | 0.16    | 4.4.3     | 3      | 32.13     | 4      | 32.31   | 0.18    |
| 4.2.4   | 4         |        | 5         | 32.17  | 0.04    | 4.4.4     | 4      |           | 5      | 32.41   | 0.28    |
| 4.3.1   | 4         |        | 5         | 32.19  | 0.06    | 4.5.1     | 4      |           | 5      | 32.43   | 0.3     |
| 4.3.2   | 4         |        | 5         | 32.17  | 0.04    | 4.5.2     | 4      |           | 5      | 32.41   | 0.28    |
| 4.3.3   | 4         |        | 5         | 32.15  | 0.02    | 4.5.3     | 3      |           | 4      | 32.17   | 0.04    |
| 4.3.4   | 4         |        | 5         | 32.21  | 0.08    |           |        |           |        |         |         |

표수준에 72.43% 정도 이행된 것을 의미한다.

Table 5는 요구사항들에 대한 민감도분석을 나타낸 것이다. 이것은 환경경영시스템 업무의 한 부분의 이행 수준을 한단계 증가했을 경우에 환경경영시스템의 전체의 수준 변화에 대한 것을 파악함으로써 환경경

영시스템의 업무추진과 효율적인 시스템 운영과 유지를 위한 방향을 제시하고자 하는 것이다. 수준향상정도에서 환경경영시스템의 최고경영자의 지도력이 아주 높은 비중을 차지하면서 수준 증가에도 영향을 크게 미치는 것으로 나타났다. 이를 통하여 어느 항목에

Table 6. Sensitivity Analysis of Job Level

| 수준변화   | 부문<br>경영자 | 기획<br>부문 | 환경/<br>안전<br>부문 | 총무/<br>경리<br>부문 | 연구개<br>발/설계<br>부문 | 기술/생산<br>기술부문 | 구매<br>부문 | 품질관<br>리부문 | 설비관<br>리부문 | 교육,<br>훈련<br>부문 | 생산/생<br>산관리<br>부문 | 창고/<br>자재<br>부문 |
|--------|-----------|----------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------|----------|------------|------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|        |           |          |                 |                 |                   |               |          |            |            |                 |                   |                 |
| 현행수준   | 4         | 4        | 4               | 3               | 3                 | 4             | 4        | 3          | 3          | 3               | 3                 | 3               |
| 업무수준   | 32.13     |          |                 |                 |                   |               |          |            |            |                 |                   |                 |
| 목표수준   | 5         | 5        | 5               | 4               | 4                 | 5             | 5        | 4          | 4          | 4               | 4                 | 4               |
| 업무수준   | 33.08     | 32.50    | 33.11           | 32.49           | 32.44             | 32.57         | 32.42    | 32.43      | 32.46      | 32.57           | 32.55             | 32.35           |
| 수준향상정도 | 0.95      | 0.37     | 0.98            | 0.36            | 0.31              | 0.44          | 0.29     | 0.3        | 0.33       | 0.44            | 0.42              | 0.22            |

대해 어떤 업무를 중점적으로 개선하고 추진해 나가야 하는지 쉽게 파악 할 수 있을 것이다. 환경경영시스템의 목표수준은 전체 부문이 모두 5점을 받았을 때를 100으로 했을 때의 해당하는 시스템의 상대적 수준을 나타낸 것이다. 그래서 요구사항별 요소에서는 최고경영자의 의지와 지도력, 부적합 시정 및 예방 조치의 수준이 전체 환경경영시스템에 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 환경경영시스템을 아주 효율적으로 운영하는데 있어서 경영자의 확고한 의지와 지도가 필요하고 부적합한 사항들에 대한 시정 조치와 이러한 문제점에 대한 사전의 예방이 중요함을 보여준다고 할 수 있다.

Table 6은 업무의 이행 정도에 따른 시스템의 수준 변화를 보여주고 있다. 여기서 보는 바와 같이 환경/안전 업무와 경영자의 업무를 한 단계 높였을 경우 시스템 수준의 변화도 큰 것으로 나타났다. 이것은 시스템 요구항목에서와 같이 업무에서도 경영자의 의지가 중요함을 보여주고 있으며, 주무부서의 업무활동이 활발히 이루어짐으로써 시스템 수준도 향상될 수 있음을 알 수 있다.

### 4.3 결과분석

제조업에 해당하는 D기업을 대상으로 사례연구를 하여 환경경영시스템의 수준평가를 하였다. 설문을 통하여 전체적인 시스템 요구사항과 업무부문의 가중치를 구하고, 여기에 두 항목간의 관련성을 곱하여 현재 환경경영 시스템의 수준을 평가한 것이다. 업무별 비중을 보면 D기업의 경우 환경/안전부문의 업무가 많이 차지하고 있었다. 이것은 각 기업마다 모두 다를 것이다. 그리고 대기업과 중소기업의 부서가 각기 다르기 때문에 환경경영시스템을 담당하는 부서도 달랐다. 그리고 경영자의 의지와 지도력 부문이 높은 비중을 차지하고 있는데 이는 모든 기업들이 환경경영시스템의 수준을 향상하기 위해 경영자의 의지와 지도력이 확고하게 표명되고 목표 및 세부 목표를 확실히 세워줌으로써 환경경영시스템이 이루어짐을 보여주고 있다.

D사의 환경경영시스템의 수준에 대한 총평가점수는 32.13으로 최고수준대비 72.43%로 이행되고 있음을 알 수 있었고, 민감도 분석을 통하여 목표수준에 이르기 위하여 어떠한 점에 역점을 두어야 하는 지에 대하여 파악하였다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 기업경쟁력의 향상을 위해 현재의 기업시스템의 수준을 파악하고 어떻게 하여야 수준을 향상시킬 수 있는지에 대하여 수정고유벡터법과 퍼지중속관계를 이용한 정량적인 평가모형을 제안하였다. 이 평가모형의 사례연구로서는 D사를 대상으로 환경경영시스템 수준을 평가하였다. D사의 환경경영시스템의 수준에 대한 점수로는 32.13이었으며, 이것은 최고목표의 수준과 비교하여 72.43%로 이행되고 있음을 알 수 있으며, 시스템의 요구사항 및 업무에 대한 민감도 분석을 통하여 한단계 위의 목표수준에 이르기 위하여 어떠한 점에 역점을 두어야 하는 지에 대하여 파악하였다. D사의 경우 환경업무를 담당하는 부문으로 크게 경영자, 기획부문, 환경/안전부문, 기술/생산기술부문, 구매, 품질, 교육/훈련 부문 등으로 나누어져 있다. 특히 업무에 있어서는 경영자와 환경/안전부문이 많이 차지하는 것으로 나타났으며, 이는 경영자의 확고한 의지가 중요함을 나타낸다고 할 수 있다. 시스템의 요구사항에서도 최고 경영자의 결의와 지도력이 시스템의 효과적인 운영 및 유지를 위한 성공여부를 결정하는 것으로 나타났으며 감시 및 측정을 통한 부적합 시정 및 예방조치에도 많은 비중을 차지하고 있음을 알 수 있었다.

시스템수준 평가모형의 효과는 첫째, 시스템의 요구사항을 객관적으로 파악하고, 요구사항에 대한 업무별 특성 파악이 가능하며 시스템의 유지, 개선이 명확해진다는 점이다. 둘째로는 시스템의 요구사항과 업무를 행렬로 표현함으로써 시스템의 구성을 한 눈에 알아보기 쉽게 표현된다는 점이고, 셋째로는 요구사항과 업무의 가중치를 고려함으로써 더욱 정확한 시스템수준



평가를 할 수 있으며, 요구사항과 업무의 수준 변화를 쉽게 알아 볼 수 있도록 하였다. 이는, 넷째로는 시스템에 대한 업무의 연관성과 중요성이 나타나므로 부서간의 사전 협조와 업무의 명확화로 업무추진에 도움을 줄 수 있다는 점 등을 들 수 있었다.

향후 연구과제는 시스템을 구성하는 항목들의 선정과 설문 의 객관화로 더욱 객관적인 데이터와 정확한 가중치 산정에 대한 연구가 필요하며, 기업경영시스템의 도입시에 업종별, 규모별로 대량의 데이터를 수집하여 시스템의 표준을 제시함으로써, 시스템의 효과적인 도입과 활용방안을 제시하여 국내 기업들의 국제 경쟁력 확보를 위한 경영시스템 도입에 많은 도움을 주는 것이다.

**참고문헌**

[1] 한국능률협회, “ISO 9000시리즈 실무추진자 과정”, 한국능률협회, 1999.  
 [2] 스키 도시히로 저, 한국표준협회 역, “알기 쉬운 환경경영체제”, 한국표준협회, 1997.  
 [3] 정규연외 1인, “퍼지교차종속관계를 이용한 다기준 평가문제의 가중치 책방법”, 한국경영과학회지, 1994.  
 [4] 황승국, “AHP를 이용한 의식구조분석법”, 한국퍼지 및 지능시스템학회 논문지 Vol. 6, No. 4, 1996.  
 [5] Eiichiro TAZAKI and Michio AMAGASA, “Structural modeling in a class of systems using fuzzy sets theory”, *Fuzzy sets and systems*, Vol. 2, 1979.  
 [6] 황승국, “퍼지구조모델링법에 의한 품질시스템구축에 대한 의식구조분석”, 경남대학교 경남지역문제연

구원 논집, Vol. 2, 1996.

[7] Shannon, R. E., “The Analgamation of Group Opinions on Evaluations”, *Journal of Industrial Engineering*, Vol. XI X, No. 6, 1968.  
 [8] 조길복, “연구개발프로젝트 선정평가를 위한 퍼지계 충분석법”, 동의대학교대학원 박사학위논문, 1999.  
 [9] 黄承國, “フェジ理論の評價問題への應用”, 大阪府立大學 大學院博士學位論文, 1990.



**김 종 수 (Jong-Soo Kim)**

1972년 : 동아대학교 공업경영학과(I.E) 공학사  
 1979년 : 동아대학교 공업경영학과(I.E) 공학석사  
 1981년~현재 : 동명대학 공업경영과 교수



**황 승 국 (Seung-Gook Hwang)**

1981년 : 동아대학교 공업경영학과(I.E) 공학사  
 1983년 : 동아대학교 공업경영학과(I.E) 공학석사  
 1991년 : 일본 오사카부립대학 경영공학과(I.E) 공학박사  
 1991년~1998년 : 경남대학교 공과대학 산업공학과 부교수

1999년~현재 : 경남대학교 공과대학 정보통신공학부 부교수