

상호영향 관계를 고려한 가상교육 시스템 평가 방법론

한기준[†] · 김성옥^{††}

요 약

이 논문은 사이버교육시스템의 평가방법론을 제시하고자 한다. 사이버 교육에 대한 정보기술의 급격한 발달에도 불구하고 사이버교육환경에 대한 평가 방법론에 대한 연구가 거의 없는 실정이다. 우리는 사이버교육시스템 평가를 위한 기준에 대하여 정의를 하고 시스템 솔루션 선택 및 평가를 위한 방법론을 제시한다. 기준들간의 상호영향관계를 고려하여 사이버교육시스템 평가 과정과 방법을 예제를 통하여 제시하고 있다.

An Evaluation methodology of cyber-Education system based on interdependent relationship

Ki-Joon Han[†] · Sung-Ok Kim^{††}

ABSTRACT

This study aims to suggest a evaluation methodology of cyber-education. In spite of rapid development of information technology for cyber-education, there are few research of evaluation methodology in cyber-education environment. we suggest a definition of criteria and a methodology of system solution selection for cyber-education system. Considering an interdependent relationship among criteria, we shows a process of an evaluation method or a selection method for evaluation of cyber-education system solution through an example.

1. 서 론

정보 통신의 발달은 사이버 공간에서의 가상교육에 대한 많은 관심과 요구가 증대되고 있다 [1][2][6][7]. 더욱이 인터넷의 발달과 사용의 증대로 인하여 시간적·공간적 제약을 벗어나 교육자원에 대한 전통적 교육환경을 탈피한 새로운 점

근제도를 생각하게 하고 열린교육 및 평생교육을 가능케 할 수 있는 방법이라는 점에서 가상교육은 매우 전망이 밝다고 보아진다. 최근에는 가상교육이 여러 가지 차원에서 시행되고 있으며 디지털 대학이 시범적으로 운영되어 학사학위를 수여하는 대학이 개설되고 있다. 이러한 환경은 시스템적 인프라의 발달이 매우 활발하게 진척이 되어감을 의미하며 어느 정도 가상교육환경이 면모를 갖추게됨을 의미하기도 한다.

한편으로 웹 상에서의 교육환경이 기존의 교실

† 정회원: 대원과학대학 멀티미디어정보관리계열 교수
 †† 정회원: 한남대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수
 논문접수: 2001년 6월 25일, 심사완료: 2001년 8월 26일

교육에 비하여 효과적인가라는 근본적인 질문이 제기되고 있으며[8][10], 이에 대한 효과 검증을 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 지금까지 많은 대학들이 가상교육을 실험적 또는 시범적으로 운영하면서 많은 결과들을 발하여 왔지만 아직까지는 시범적 교육 환경에 머물고 있는 실정이다[3,4]. 그러나 정보통신의 기술을 응용한 새로운 형태의 교육방법과 서비스가 이미 미국, 유럽, 캐나다, 호주 등의 여러 대학과 정보통신 서비스 제공자들을 중심으로 다양하게 발달되고 있으며 더욱이 인터넷과 인트라넷 및 방송기술을 활용하여 더욱 광범위하게 확산될 전망이다[4][5][9]. 이러한 환경에 따라 가상교육 학습평가 또는 가상교육 시스템에 대한 평가는 과거 전통적인 학습평가, 시스템평가와는 다른 요인 또는 고려사항들이 있다고 판단된다.

과거의 평가방법은 평가기준들간의 상호 독립성을 가정하여 문제를 해결하였다. 그러나 실제로 평가기준들간에는 상호 독립적이기보다는 상호 영향을 주거나 어떤 한 기준이 다른 기준에게 영향을 미치는 경우가 많이 존재한다[11][12][13]. 이러한 경우 기준들간에는 상호 네트워크 관계가 존재하게 된다.

이러한 상호 영향관계를 해결하는 문제는 복잡하고 어렵기 때문에 많은 연구가 없었다. 최근에 상호 영향관계가 존재하는 경우에 대하여 문제를 해결하려는 시도가 활발하게 진행되고 있다.

가상교육 시스템평가문제는 평가기준들간에 상호 영향관계 즉 네트워크 관계가 존재하는 경우가 많다는 것을 알게 되었다. 따라서 본 연구에서는 이러한 상호 영향 관계가 존재하는 시스템 평가 기준들간의 문제를 해결하는 과정을 제시하고자 한다.

평가기준들간에 상호 독립적이라고 가정을 하면 문제를 해결하기가 쉽고 많은 연구방법론이 있으나 상호 영향관계가 존재한다고 하면 문제는 복잡하여진다. 이러한 경우에도 전문가에게 상호 영향관계의 정도를 수치로 받게되는데 독립적일 때보다도 서로 영향관계를 주는 정도를 점수화하기가 쉽지 않다. 더욱이 점수화 한 전문가의 점수에는 많은 편차가 존재하게 된다. 즉 의사결

정자들이 내어준 점수에는 편견이 존재하게 되어 불일치성을 내포하게 된다.

이러한 불일치성을 최소화하는 것을 해결하고자 본 논문에서는 퍼지 엔트로피 개념을 도입하여 제시하고 있다. 논문의 구성으로는 2장에서 관련된 연구방법론에 대하여 간단하게 기술하며, 제 3장에서 퍼지엔트로피 네트워크 방법론을 제시하고 4장에서 예제를 통한 평가과정을 보이고 결론을 맺는 순서로 되어 있다.

2. 관련된 연구방법론

2.1 퍼지집합 이론

각각 Zadeh(1965)와 Goguen(1967)에 의하여 처음 발된 퍼지집합 이론은 서수집합에서 사용되어진 프레임웍을 반영하는데 개념적 프레임을 작성하는 출발로 널리 사용되어져 왔다. 이는 불확실함의 원천이 정확하게 정의되거나 결정하기 어려운 부분을 여유 있는 범위의 값으로 정하여 사용되어지는데 유용하다. 이러한 퍼지집합이론은 평가문제같은 언어적 자료를 현하는데 더 많이 사용되어진다[14].

본 논문에서 사용하는 퍼지집합 함수는 삼각퍼지집합 함수를 사용하고 있다. <표 1>에서는 삼각퍼지함수의 특성을 나타내고 있다.

<표 1> 삼각퍼지함수특성

Fuzzy number	Characteristic (membership) function
$\bar{1}$	(1, 1, 3)
\tilde{x}	$(x-2, x, x+2)$ for $x=3, 5, 7$
$\bar{9}$	(7, 9, 11)

2.2 Saaty의 9점 척도

1980년에 T.L.Saaty는 의사결정 문제를 푸는데 기준에 대한 대안간의 관계를 계층적으로 도식화하여 기준들간, 대안들간의 상호 비교 평가를 함

으로서 쉽게 결정을 내리는 방법론을 제시하고 있다[11][12].

이 방법론에서 Saaty는 9점 척도를 사용하고 있는데 <표 2>에서 9점척도에 관한 사항을 나타내고 있다. 이 9점 척도는 일반적으로 사람이 평가점수를 부여하는데 널리 사용되어지고 있다. 본 연구에서도 Saaty의 9점 척도에 따르고자 한다.

<표 2> Saaty의 9점척도

중요도	정 의
1	동일한 정도로 중요(Equal Importance)
3	약간 더 중요(Moderate Importance)
5	중요(Strong Importance)
7	매우 중요(Vary strong Importance)
9	절대 중요(Absolute Importance)
2,4,6,8	위의 수치들의 중간정도의 중요도
역수	a_{ij} 가 위의 값들을 가질때의 a_{ji} 값

2.3 Entropy 방법

Shannon은 인간 현실세계에서 불확실성의 정도를 측정하는 방법으로 엔트로피를 제시하고 있다. 엔트로피는 실제 현실 세계뿐만 아니라 사회 문제에서도 개념적으로 널리 응용되고 있다 [15].

$$\text{수식 } H(p_1, p_2, \dots, p_n) = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

(p_i 는 상대적빈도)에서 확률분포함수 p_i 에 의해 표현되어지는 불확실성의 양에 대한 기준을 정보이론에서의 엔트로피라고 한다. 이 엔트로피의 개념을 정규화하여 엔트로피 가중치를 구할 수 있는데 본 논문에서는 이 엔트로피 가중치를 이용하여 삼각퍼지함수 값과 엔트로피의 변화값을 이용하여 여러 가지의 대안을 제시하는 방법을 제시하고 있다.

3. 퍼지엔트로피 네트워크 평가 방법론

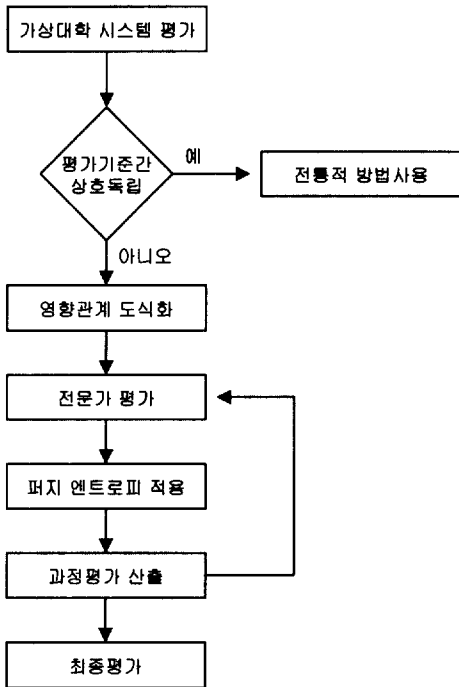
본 논문의 연구 모형은 (그림 1)에서 보여주고 있다.

(그림 1)에서 보듯이 시스템을 평가하고자 할 때 평가기준들간의 상호 영향 관계가 존재하는지를 전문가 또는 평가자들에게서 의견을 받는데 이때 상호 영향관계가 존재하지 않는다고 판단이 되면 전통적인 방법을 따르면 되고 그렇지 않을 경우에는 본 연구에서 제시하는 일련의 과정을 적용하면 된다.

즉, 먼저 평가기준들간의 상호 영향관계를 구명하기 위하여 기준에 대하여 도식화하고 전문가들로부터 상호 영향 주거나 받는 정도를 수치화하여 받는다. 이의 결과를 행렬형태로 받을 수 있다. 이때 전문가들로부터 받은 점수에는 편차가 존재하게 되는데 예로 시스템 기능성은 사용성에 영향을 주는 정도가 "높다" 즉 Saaty의 9점 척도를 환산할 하였을 때 5점 정도에 해당한다고 하면 이 5점이라는 점수에는 4점 또는 6점의 개념도 포함되어 있다는 의미이다. 이렇듯 전문가들도 정확하게 5점이다라고 주기에는 부담을 느낄 것이다. 따라서 전문가들의 제시한 점수를 퍼지 개념을 도입하여 해결하면 좀 더 합리적이고 정확한 시스템 평가를 할 수 있다고 본다.

또한 이러한 전문가가 제시한 점수에는 불확실성이 의미가 내포되어 있다고 보아짐으로 이를 해결하기 위하여 엔트로피 개념을 도입하여 적용을 하였다. 그 다음 과정으로 퍼지 엔트로피과정을 수행하고 결과를 도출한 후에 최종적인 결론을 도출하는 순서로 문제를 해결하게 된다. 이때 문제의 결론이 합리적이기 못하다고 판단이 되면 다시 전문가들로부터 평가하는 과정으로 되돌아가게 된다.

<표 3>에서는 평가기준에 대한 정의를 나타내고 있다. 평가자로부터 평가치를 받는데에는 확정적인 값보다는 정성적인 값 형태로 받는 것이 더 편리하다. 따라서 본 논문에서는 가중치의 개념으로 중요함을 High, 보통을 Medium, 낮음을 Low형태로 받아 퍼지숫자로 변환하여 사용한다. 이 변환표는 <표 4>에서 나타낸다.



(그림 1) 퍼지엔트로피 네트워크 시스템 평가 모델

<표 3> 평가기준 정의

평가기준	정 의
기능성 (functionality)	컴퓨터의 기능에 대한 사항으로 학습자가 원활하게 학습에 필요한 기능을 보유한 환경을 의미한다.
신뢰성 (reliability)	학습을 하는 동안에 기능적으로 안정된 환경의 정도를 의미한다.
사용성 (usability)	주어진 기능 및 각종 틀 등을 사용하는 정도를 의미한다.
효율성 (efficiency)	주어진 기능이나 틀을 활용함으로써 얻어지는 효율성의 정도를 의미한다.
유지보수성 (maintainability)	주어진 기능이나 틀 등에 대한 학습환경에 대한 유지보수가 얼마나 잘 이루어지는가 하는 정도를 의미한다.

<표 4> 영향관계의 퍼지 변환표

High	7
Medium	5
Low	3

다음은 퍼지엔트로피 네트워크 시스템 평가 과정은 다음과 같다.

단계 1 전통적인 방법에 따라 기준들간에 상호 영향관계(네트워크 관계)가 없다고 가정을 하여 기준에 대하여 상대적 중요도 값을 평가자로부터 받는다.

$$\tilde{w} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n)$$

\tilde{w}_j : j 기준에 대한 가중치의 의미이다.

단계 2 역시 전통적인 방법에 따라 기준들간에 상호영향관계(네트워크 관계)가 없다고 가정을 하고 기준에 대한 대안에 대하여 초기값을 평가자로부터 받는다.

$$\tilde{x} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \dots & \tilde{x}_{nn} \end{bmatrix}$$

\tilde{x}_{ij} : j 기준에 대한 I 대안의 초기 평가치의 의미이다.

단계 3 단계 1-2에서 구한 값을 기초로 판단행렬값을 구한다.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1 \times \tilde{x}_{11} & \tilde{w}_2 \times \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{w}_n \times \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{w}_1 \times \tilde{x}_{21} & \tilde{w}_2 \times \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{w}_n \times \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{w}_1 \times \tilde{x}_{n1} & \tilde{w}_2 \times \tilde{x}_{n2} & \dots & \tilde{w}_n \times \tilde{x}_{nn} \end{bmatrix}$$

$\tilde{w}_j \times \tilde{x}_{ij}$: j 기준에 대한 I 대안의 평가치를 j 기준의 가중치에 곱한다.

단계 4 기준들간에 상호영향관계(네트워크 관계)의 미치는 정도를 평가자로부터 구한다.

$$\tilde{\lambda} = \begin{bmatrix} \tilde{\lambda}_{11} & \tilde{\lambda}_{12} & \dots & \tilde{\lambda}_{1n} \\ \tilde{\lambda}_{21} & \tilde{\lambda}_{22} & \dots & \tilde{\lambda}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{\lambda}_{n1} & \tilde{\lambda}_{n2} & \dots & \tilde{\lambda}_{nn} \end{bmatrix}$$

$\tilde{\lambda}_{ij}$: j 기준에 대한 I 기준이 영향관계의 정도를 의미한다.

단계 5 단계 3에서 구한 판단행렬값과 단계 4에서 구한 행렬값을 기초로 네트워크퍼지 행렬값을 도출한다.

$$\tilde{A}_T = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1 \times \tilde{x}_{11} & \tilde{w}_2 \times \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{w}_n \times \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{w}_1 \times \tilde{x}_{21} & \tilde{w}_2 \times \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{w}_n \times \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{w}_1 \times \tilde{x}_{n1} & \tilde{w}_2 \times \tilde{x}_{n2} & \cdots & \tilde{w}_n \times \tilde{x}_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11} & \tilde{d}_{12} & \cdots & \tilde{d}_{1n} \\ \tilde{d}_{21} & \tilde{d}_{22} & \cdots & \tilde{d}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{d}_{n1} & \tilde{d}_{n2} & \cdots & \tilde{d}_{nn} \end{bmatrix}$$

단계 6 평가자의 판단에 대한 불확실성을 제거하기 위하여 엔트로피 개념의 α 값을 도입한다.

$$\tilde{A}_\alpha = \begin{bmatrix} [a_{11l}^\alpha, a_{11u}^\alpha] & \cdots & [a_{1nl}^\alpha, a_{1nu}^\alpha] \\ \vdots & & \vdots \\ [a_{n1l}^\alpha, a_{n1u}^\alpha] & \cdots & [a_{nnl}^\alpha, a_{nnu}^\alpha] \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} [d_{11l}^\alpha, d_{11u}^\alpha] & \cdots & [d_{1nl}^\alpha, d_{1nu}^\alpha] \\ \vdots & & \vdots \\ [d_{n1l}^\alpha, d_{n1u}^\alpha] & \cdots & [d_{nnl}^\alpha, d_{nnu}^\alpha] \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} [\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ijl}^\alpha \cdot d_{ijl}^\alpha, \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{iju}^\alpha \cdot d_{iju}^\alpha] & \cdots & [\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ijl}^\alpha \cdot d_{inl}^\alpha, \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{iju}^\alpha \cdot d_{imu}^\alpha] \\ \vdots & & \vdots \\ [\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{njl}^\alpha \cdot d_{ijl}^\alpha, \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{nju}^\alpha \cdot d_{iju}^\alpha] & \cdots & \end{bmatrix}$$

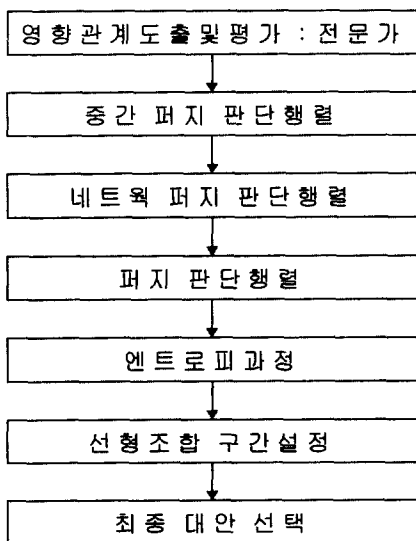
where $a_{ijl}^\alpha = w_{jl}^\alpha \cdot x_{ijl}^\alpha$, $a_{iju}^\alpha = w_{ju}^\alpha \cdot x_{iju}^\alpha$

단계 7 평가자의 판단에 대한 폭넓은 대안을 제시하기 위하여 선형조합으로 표현한다.

$$a_{ij}^\alpha = \lambda \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ijl}^\alpha \cdot d_{ijl}^\alpha + (1-\lambda) \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{iju}^\alpha \cdot d_{iju}^\alpha, \forall \lambda \in [0,1]$$

단계 8 퍼지선형조합의 λ 값과 α 값의 변화에 따라 대안을 도출하여 평가 선택을 한다.

이상과 같은 일련의 수행과정은 (그림 2)에 나타나고 있다.



(그림 2) 퍼지엔트로피 네트워크 시스템 평가 과정

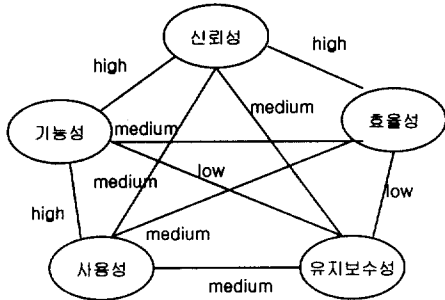
4. 사례연구

본 연구의 방법론을 수행하는 일련의 과정을 기존 연구논문과 연계하여 보여주기로 하겠다. 즉 가상교육 시스템 평가를 위하여 제시한 5가지 기준에 대하여 상호 영향관계를 도식화하고 그 영향 관계를 전문가들로부터 받아 퍼지 엔트로피 개념을 적용하여 결과를 도출하는 일련의 과정은 다음과 같다.

먼저 5가지 기준에 대하여 영향관계 정도를 나타내는 그림은 (그림 3)에서 나타나고 있다.

이 그림에서 보듯이 시스템의 기능성은 사용성에 매우 높은 영향을 미치며 신뢰성에 역시 높은 영향을, 효율성에 중간정도의 영향관계를 미침을 의미한다. 이러한 자료는 전문가로부터 시스템 기준에 대한 영향관계를 9점 척도의 개념으로 받아 정리를 하면 된다. 즉 본 연구에서는 이러한 기준에 대하여 상호영향관계의 정도를 나타내는

수치를 전문가로부터 받았다고 가정을 하고 설명을 하고 있다. 이러한 영향관계는 기준에 따른 행렬형태로 표현의 되는데 이에 대한 자료가 (그림 4)에서 보여지고 있다. (그림 4)의 행렬은 기준들간에 상호 영향관계를 나타내는 행렬로 퍼지 네트워크 엔트로피 수행과정에서 사용되어진다.



(그림 3) 5가지 기준에 대한 상호 영향관계도

(그림 4)의 자료의 의미는 시스템 사용성은 기능성이 매우 높은 정도의 영향을 미침을 의미하며 시스템 효율성에는 중간정도의 영향을 미침을 의미한다. (그림 3)의 자료를 근거로 행렬을 도출한 것인데 본 자기 자신의 영향관계, 예를 들면 시스템 기능성이 자기 자신의 기능성에 영향관계는 중간정도의 영향관계를 가짐을 가정을 하고 동일하게 처리를 하였다. 이는 점수화한 9점 척도의 의미에서 행렬의 곱을 통하여 영향관계를 계산하기 위하여 자기 자신의 영향관계의 정도를 medium 수치로 처리를 하여 정규화 하였다. (그림 4)에서 F는 기능성(functionality), U는 사용성(Usability), E는 효율성(efficiency), R은 신뢰성(reliability), M은 유지보수성(Maintainability)를 의미한다.

	F	U	E	R	M
F	Medium	High	Medium	High	Low
U	High	Medium	Medium	Medium	Medium
E	Medium	Medium	Medium	High	Low
R	High	Medium	High	Medium	Medium
M	Low	Medium	Low	Medium	Medium

(그림 4) 기준간의 상호영향정도 행렬

앞에서 제시한 평가 수행 과정을 가상교육시스템 대안 3개의 솔루션이 있는 상태에서 5가지의 기준에 대한 퍼지 네트워크 평가 과정은 다음과 같다.

첫째, 기준에 대한 상대적 가중치를 구한 행렬은

$$S = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 \\ 9 & 7 & 5 & 5 & 3 \end{bmatrix} \text{로 표현된다.}$$

기준에 대한 3가지의 대안의 평가치를 나타내는 행렬은

$$CA = \begin{bmatrix} 5 & 7 & 3 & 7 & 3 \\ 3 & 5 & 7 & 5 & 7 \\ 5 & 9 & 1 & 5 & 3 \end{bmatrix} \text{로 표현된다.}$$

세 번째 단계에 해당하는 중간 퍼지판단행렬은

$$FJ = \begin{bmatrix} 9 \times 5 & 7 \times 7 & 5 \times 3 & 5 \times 7 & 3 \times 3 \\ 9 \times 3 & 7 \times 5 & 5 \times 7 & 5 \times 5 & 3 \times 7 \\ 9 \times 5 & 7 \times 9 & 5 \times 1 & 5 \times 5 & 3 \times 3 \end{bmatrix} \text{로 표현}$$

된다.

이제 네 번째 단계에서는 기준에 대한 상호 영향관계를 나타내는 (그림 4)의 행렬을 <표 4>의 퍼지 변환표에 의하여 나타낸다. 이를 나타내는 행렬은

$$I = \begin{bmatrix} 5 & 7 & 5 & 7 & 3 \\ 7 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & 7 & 3 \\ 7 & 5 & 7 & 5 & 5 \\ 3 & 5 & 3 & 5 & 5 \end{bmatrix} \text{와 같이 나타낸다.}$$

다섯 번째 단계로 세 번째 단계의 행렬값과 네 번째 단계의 행렬값의 곱을 구하게 되는데 그 의미는 기존의 상호영향관계를 고려치 않은 상태에서 기준에 대한 대안간의 평가치에 기준간의 상호 영향관계를 반영하는 것을 의미한다.

이를 나타내는 행렬은

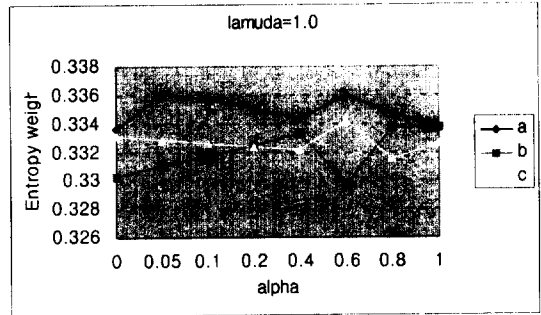
$$\tilde{A}_T = FJ \times I \text{로 표현된다.}$$

이제 삼각퍼지의 특성을 반영한 유의수준 α 를 도입하게 되는데 이의 근거는 Cheng(1996)이 발표한 삼각퍼지 표현수식을 따른다. 이 삼각퍼지

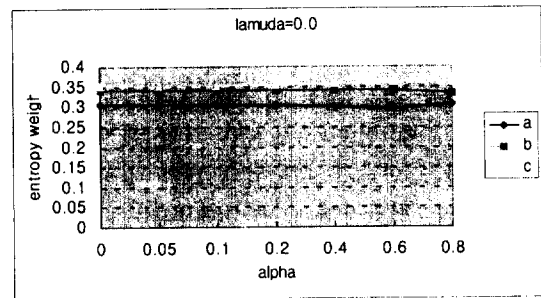
표현수식은 다음과 같다.

$$\forall \alpha \in [0, 1], \tilde{X}_\alpha = [a_1^\alpha, a_3^\alpha] \\ = [(a_2 - a_1)\alpha + a_1, -(a_3 - a_2)\alpha + a_3]$$

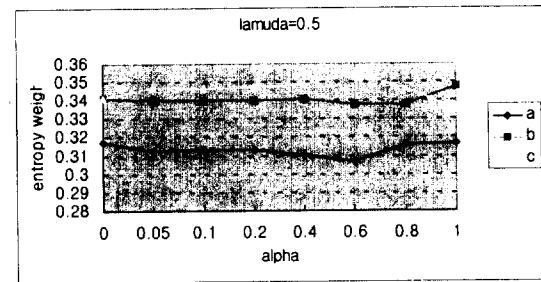
다음단계로 여섯 번째 단계의 삼각퍼지 수식과 일곱 번째 단계의 λ 선형 표현식으로 변환하여 λ 값과 α 값의 변화에 따라 다양한 대안을 제시하는 종합표가 <표 5>에 나타나고 있다. 여기서 엔트로피 가중치와 λ 선형 표현식에서 구하는 모든 수치는 MS EXCEL 2000과 WHAT'S BEST를 사용하여 구하였다. <표 5>에서 나타내는 수치의 의미는 α 가 0이고 λ 가 1일 때 대안 A가 가장 좋은 평가를 받았다는 의미이다. 또한 λ 가 0이고 α 가 0.6일 때에는 대안 C가 가장 좋은 평가를 받았다는 의미가 된다. 이는 α 가 0이고 λ 가 1일 때, 즉 평가자가 제시한 점수의 범위에서 삼각퍼지값 함수로 선형조합으로 구한 범위로 해석하면 λ 가 0이라는 의미는 평가자가 가장 후한 점수로 계산했을 때의 의미이고 λ 가 1은 가장 낮은 점수로 계산하여 엔트로피 가중치를 구했을 때 대안이 다르게 나올 수 있다는 것을 보여준다. 이는 평가자의 점수에 가장 낮은 점수와 가장 높게 평가를 한 점수사이의 여러 가지 대안을 시스템적으로 제공하여 주어 평가자에게 고려되는 대안에 대한 다양한 결과를 보여줌으로써 합리적이고 과학적인 평가를 할 수 있도록 도와준다. (그림 5~7)에서는 이러한 결과를 그래프 형태로 나타내고 있다.



(그림 5) $\lambda=1$ 일 때 대안에 대한 결과치



(그림 6) $\lambda=0$ 일 때 대안에 대한 결과치



(그림 7) $\lambda=0.5$ 일 때 대안에 대한 결과치

<표 5> 종합가중치

$\lambda \backslash \alpha$	system	0.0	0.05	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
0.0	A	0.3067	0.3059	0.3051	0.3034	0.2995	0.295	0.3041	0.273
	B	0.3397	0.3398	0.3399	0.3401	0.3404	0.3403	0.3325	0.3624
	C	0.3536	0.3543	0.355	0.3565	0.3602	0.3648	0.3634	0.3646
0.5	A	0.318	0.313	0.313	0.313	0.31	0.307	0.316	0.3165
	B	0.341	0.34	0.34	0.34	0.341	0.338	0.338	0.3478
	C	0.341	0.347	0.347	0.347	0.349	0.355	0.346	0.3357
1.0	A	0.3336	0.3361	0.3357	0.3351	0.3344	0.336	0.3347	0.3337
	B	0.3303	0.3311	0.3317	0.3325	0.3333	0.3298	0.3337	0.3337
	C	0.3331	0.3329	0.3326	0.3324	0.3322	0.3342	0.3315	0.3326

(그림 5)와 7에서보면 대안간에 평가수치 결과가 다르게 나오는 것을 확인 할 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 최근 정보기술과 웹 환경이 급격하게 변화하는 가운데 가상대학이 활발하게 진행되고 있고, 이에 따른 가상교육시스템이 많이 개발되어지고 보급되고 있는데 비추어 가상교육 시스템을 평가하는 방법론이 부재하다는 인식하에서 이루어지게 되었다. 가상교육시스템에 대한 평가 방법론은 현재 국내에서는 거의 없는 상황에서 해외 논문을 근거로 한 기준을 정의하고 최근 평가 기준들간에 상호 의존적인 영향 관계를 고려해야 한다는 이슈가 대두되고 있어 영향 관계를 도식화하여 평가자에게 정성적으로 영향관계에 대한 자료를 받고 그 자료를 근거로 퍼지개념을 도입하여 수치 변화를 시도하였다.

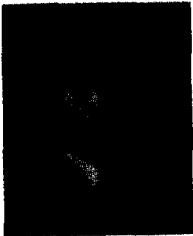
또한 평가자로부터 받은 자료를 근거로 행렬로 처리하여 선형조합으로 변환함으로써 다양한 대안을 제시하는 과정을 시스템적으로 구현이 가능하다는 가능성을 보여주었다는데 의미가 있다고 보아진다. 한계로는 발표된 논문이 부재한 가운데 평가기준에 대한 정의가 널리 사용되어지고 타당성이 있는지에 대한 검증이 미비하며 향후 지속적으로 보완하여야 웹 상에서 시스템적으로 평가시스템을 구현하는 분야의 연구가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이순흠, 이병수, 가상교육에 관한 이해, 순천향산업기술연구소논문집, 제3권, 제3호, 1997.
- [2] 김현수, 최형립, 가상교육의 핵심성공요인, 교육공학연구, 제15권, 제1호, 241-264, 1999.
- [3] 이홍길, 방대욱, 가상교육 시스템의 상호작용적 모형 개발, 계명대학교 산업기술연구소 논문보고집, 제21-1집, 1998
- [4] 정재환, 김기환, 송정길, 웹상에서의 가상교육 평가시스템 설계, 한국인터넷정보학회 춘계 학술발표대회, 2000.
- [5] Andreas Ortmann, Richard Squire, *A game-theoretic explanation of the administrative lattice in institutions of higher learning*, Journal of Economic Behavior & Organization, vol.43, pp.377-391, 2000.
- [6] Anthony A. Renshaw, Joshua H. Reibel, Charles A. Zukowski, Katie Penn, Robert O. McClinock, Morton B. Friedman, *An Assessment of On-Line Engineering Design Problem Presentation Strategies*, IEEE transactions on education, vol.43, no.2, pp.83-91, 2000.
- [7] J. S. Busby, K. Payne, J. Scamans, R. E. Hibberd, *An Evaluation of Instructional System for Engineering Task Estimation*, IEEE transactions on education, vol.43, no.1, pp.30-35, 2000
- [8] Jack McGourty, *Using Multisource Feedback in the classroom: A Computer-Based Approach*, IEEE transactions on education, vol.43, no.2, pp.120-124, 2000.
- [9] Jian Ma, Duaning zhou, *Fuzzy Set Approach to the Assessment of Student-Centered Learning*, IEEE transactions on education, vol.43, no.2, pp.237-241, 2000.
- [10] Thaddeus A. Roppel, John. Y. Hung, Stuart W. Wentworth, A. Scottedward Hodel, *An Interdisciplinary Laboratory Sequence in Electrical and Computer Engineering: Curriculum Design and Assessment Results*, IEEE transactions on education, vol.43, no.2, pp.143-152, 2000.
- [11] Saaty, T. L., *Modelling Unstructured Decision Problems : The Theory of Analytical Hierarchies*, Mathematics and Computers in Simulation, vol.20, no.3, pp.147-157, 1978.
- [12] Saaty, T. L., *How to make a Decision : The Analytic Hierarchy Process*, Interfaces, vol.24, no.6, pp.19-43, 1994.

- [13] Saaty, T. L., *A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures*, Journal of Mathematical Psychology, vol.15, no.3, pp.234-281, 1977.
- [14] Zadeh, L.A., *Fuzzy Sets*, Information and content 8, pp.338-353, 1965.
- [15] Ching-Hsue Cheng, *Evaluating naval tactical missile system by fuzzy AHP based on the grade value of membership function*, EJOR 96, pp.343-350, 1996.

한 기 준



1984 한남대학교 (이학사)
1994 청주대학교 (공학석사)
1997~현재 한남대학교 컴퓨터
공학과 박사과정
현재 대원과학대학 멀티미디어
정보관리계열 교수

관심분야 : CAI(교육공학), 멀티미디어
E-Mail : kjhan@daewon.ac.kr

김 성 욱



1966 연세대학교 (이학사)
1976 Univ. of Minn.(이학석사)
1989 연세대학교 (이학박사)
현재 : 한남대학교 공과대학
컴퓨터공학과 교수

관심분야: 수치해석, 시뮬레이션 CAI(교육공학)
E-Mail : sokim@eve.hannam.ac.kr