한국 퍼지 및 지능시스템학회 논문지 1999, Vol. 9, No. 4. (1999)451~456

# 퍼지이론을 이용한 지도항목의 우선순위 결정에 관한 고찰
# A Study of an Order Decision of Teaching Item Using Fuzzy Theory

최 용 엽
Yong-Yub Choi

호서대학교 컴퓨터공학부

## 요 약

교과서내의 모든 지도항목들은 순서가 정해져 있다. 그러나 같은 종류의 교과서들에서도 지도항목의 순서가 다른 것을 볼 수 있다. 학생들은 이전 항목들의 배움없이는 다음 항목을 이해하는데 어려움을 겪을 수 있다. 따라서, 수업계획 작성시 지도항목의 우선순위 결정은 매우 중요하다. 이러한 지도항목의 우선순위 결정문제를 해결하기 위해 Isamu MATSUBARA은 그래프이론을 이용한 해결 방안이 제시됐다. 그의 방안에는 직선형, 그룹형, 분기형, 독립형의 4가지형이 있다. 이들 가운데 직선형을 제외한 나머지 세가지형은 객관성이 결여되어있다. 본 논문는 퍼지이론을 이용하여 그룹형, 분기형, 독립형의 객관적인 해결방안을 제시한다.

## ABSTRACT

All the teaching items in a textbook are normally arranged in a prescribed teaching order. However, one can easily find that the textbooks of the same kind, even with the same teaching items, show different arrangements. Without learning preceding teaching items, students may have a difficulty in understanding the teaching items. In this sense, it is very important to decide how to arrange teaching items in terms of teaching sequence. As a solution to this problem, Isamu Matsubara presents a method based on the graph theory. The four types defined in his method are the straight type, the group type, the branch type, and the independent type. Among these, the three types except the straight type lack the objectivity. An objective solution to these three types, based on the fuzzy theory, is propopsed in this paper.

## 1. 서 론

1965년 미국 켈리포니아 대학의 L.A. Zadeh 교수에 의해서 제창된 퍼지이론이 우리 인간이 추구하는 인공지능 세계를 실현하는데 한목을 톡톡히 하면서 1980년대 들어서는 패턴인식 분야, 의사결정론, 경영과학분야, 전문가 시스템, 제어공학분야 등 여러분야에 그 가능성이 인정되어 보다 많은 연구가 활발히 진행되고 있다.

이러한 가운데, 수업계획에 관해서도 항목간의 관련을 그래프에 대응하는 행렬의 작성에 의하여 수업설계지원 시스템이 제안되었다.[1,2]

그러나, 이들 논문에서는 직선형 이외의 그룹형, 분기형, 독립형에는 객관성이 결여 되어있다. 그리고 그 이후로 퍼지이론을 이용한 교재분석[3] 및 수업설계지원 시스템의 평가에 대한 논문[4]도 발표되었다. 또한 퍼지이론를 이용하여 학습자에게 주어진 문항의 복잡도와 중요도를 정의하여 객관적인 평가기준을 정한 논문[5]도 발표된 바가 있다.

본 논문에서는 2.에서는 그래프에 의한 시스템 원리에 따른 지도항목간의 접속행렬 작성방법에 대해서 설명하고, 3.에서는 퍼지이론에 의해 멤버쉽값 적용에 의한 지도항목간의 우선순위 결정에 대한 객관적인 시스템을 제안하고, 4.에서는 결론을 맺기로 한다.

## 2. 그래프이론에 의한 시스템의 원리[1][6]

### 2.1 지도항목간의 접속행렬 작성방법

수업계획을 위한 지도항목과 항목간에 어느것을 먼저 가르쳐야 되는지 전후 관계의 이해를 돕기 위해 지도항목을 정방 평면상의 행과 열로 ①, ②, ③ ...번호로 표시한다. 즉 지도 항목이 $N$개 일 때 그의 그래프에 대응하는 $N$차의 정방행렬 $M$의 요소 $m_{ij}$를, $i$번째와 $j$번째의 항목간에 $i$번째의 항목을 먼저 가르치고 $j$번째의 항목을 후에 가리키는 편이 좋은 관계가 되면 $m_{ij}=1$로 하고 그 반대일 경우에는 $m_{ij}=0$로 해서 접속행렬을 만든다. 즉, ①의 항목을 가르친 후에 ②의 항목을 가르쳐야 되고, ②의 항목을 가르친 후에 ③의

$$\begin{array}{cc|cccc} & & ① & ② & ③ & ④ \\ \hline & ① & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \tilde{M}= & ② & 0 & 0 & 1 & 0 \\ & ③ & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

**그림** 1. 접속행렬

항목을 가르쳐야 되는 경우, 또한 ③의 항목을 가르친 후에 ④의 항목을 가르쳐야 될 경우에 이들의 행렬 $i$와 $j$에는 $m_{ij}$=1로 하고 반대로 ①의 항목을 가르치기 전에 ③을 가르쳐야 되는 경우의 행렬 $i$와 $j$에는 $m_{ij}$=0로 놓기로 하면 그림 1와 같은 접속행렬이 된다.

또한 단위행렬 $I$와 $N$차의 정방행렬 $M$을 부울화 한 $(I \vee M)$의 행렬을 단위접속행렬이라 부른다.

이와같은 단위접속행렬$(I \vee M)$을 $k$승 하면,

$$(I \vee M)^k = I \vee M \vee M^2 \vee \cdots \vee M^k \tag{1}$$

이 된다.

이들 행렬의 연산은 식 (2)의 min연산과 sup연산을 따르기로 한다.

min 연산 $\wedge$ : $1 \wedge 1 = 1,\ 1 \wedge 0 = 0,\ 0 \wedge 1 = 0,\ 0 \wedge 0 = 0$

sup 연산 $\vee$ : $1 \vee 1 = 1,\ 1 \vee 0 = 1,\ 0 \vee 1 = 1,\ 0 \vee 0 = 0$ (2)

위와 같은 Sup · Min 합성 연산에 의해 단위 접속행렬을 제곱해 나갈 때 이전의 행렬과 같은 행렬이 되어 더 이상의 행렬요소의 총합이 변화하지 않을 때까지 한다. 이 때까지의 행렬 $A$를 가도달 행렬(reachability matrix)이라 한다.

$$(I \vee M)^{2n-1} \neq (I \vee M)^{2n} = (I \vee M)^{2n+1} = A \tag{3}$$

여기에 $k=N-1$로 하면 이 그래프의 모든 경로를 나타낼 수 있다.

$$\begin{array}{ccc|cccc} & & & 1 & 2 & 3 & 4 \\ & & & ① & ② & ③ & ④ \\ \hline & 1 & ① & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \tilde{M}= & 2 & ② & 0 & 1 & 1 & 1 \\ & 3 & ③ & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array}$$

**그림** 2. 최종행렬

그림 2는 그림 1의 접속행렬을 식 (1), (2), (3)에 의해 처리된 행렬이다. 이 가도달행렬을 행과 열로 Sort한 것이 최종행렬이다.

그림 2의 최종 행렬의 결과를 보면 $N$개 항목의 경우 행으로 최대 $N$–1의 긴 경로인 해밀톤 경로(Hamiltonian path)의 수의 크기에 따라 ①의 항목 다음에 ②의 항목, ②의 항목 다음에 ③의 항목, ③의 항목다음에 ④의 항목 순서로 모순없이 항목간에 지도순서의 결정 방법을 가장 쉽게 얻어진 방법이다.

그러나 여기서는 설명을 쉽게 하기 위해서 항목수를 적게 잡아서 설명을 하고 있으나 항목수가 많을 경우의 단위접속행렬을 처리한 가도달행렬은 위와같이 항목간에 지도순서의 결정이 직선형 패턴으로 되는 경우보다는 그림 3과 같은 그룹형 패턴, 분기형 패턴, 독립형 패턴의 유형으로 되기 때문에 이들로부터 항목간에 지도순서를 결정하기에는 애매한 경우가 발생된다.

즉, 그림 3(a) 그룹형 패턴에서의 우선순위는 ①과 ②의 항목에서 첫번째와 두번째의 순위 결정과 ③ ④ ⑤ 항목에서의 세번째, 네번째, 다섯번째 순위 결정

$$\begin{array}{c|ccccccc} & ① & ② & ③ & ④ & ⑤ & ⑥ & ⑦ \\ \hline ① & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ ② & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ ③ & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ ④ & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ ⑤ & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ ⑥ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ ⑦ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array}$$

(a)그룹형 패턴

$$\begin{array}{c|ccccccc} & ① & ② & ③ & ④ & ⑤ & ⑥ & ⑦ \\ \hline ① & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ ② & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ ③ & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ ④ & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ ⑤ & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ ⑥ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ ⑦ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

(b)분기형 패턴

$$\begin{array}{c|ccccccc} & ① & ② & ③ & ④ & ⑤ & ⑥ & ⑦ \\ \hline ① & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ ② & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ ③ & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ ④ & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ ⑤ & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ ⑥ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ ⑦ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

(c)독립형 패턴

**그림** 3. 경우의 가도달행렬들

및 ⑥ ⑦이 또한 그룹으로 되어 있어 이와 같은 경우에 이들의 항목간에 우선순서 결정 방안이 애매하다.

그림 3(b) 분기형 패턴에서는 ①의 항목을 제일 첫 번째 가르친 후 다음에 ②와 ④항목 중에 어느것을 먼저 가르쳐야 할지 결정을 내려야 한다. 만약에 ②의 항목을 두 번째 가르친다면 그 다음에 분기되어 있는 ③과 ④의 항목에 있어서도 해밀톤 경로(Hamiltonian path)의 수의 크기가 같기 때문에 객관적인 결정 방안을 제시해 주지 못하고 있다. 또한 마지막의 ⑥과 ⑦의 항목에서 어느 것을 먼저 가르쳐도 상관은 없더라도 이에 따른 객관적인 결정 방안이 또한 애매하다.

그림 3(c) 독립형 패턴에서는 ① ② ③과 ④ ⑤ ⑥ 및 ⑦과 같이 세 개로 분류되는 독립된 그래프인 경우에 이들 사이의 전후관계는 모두가 불명하기 때문에 ①~③을 가르치고 ④~⑥을 가르쳐야 할지, 반대로 ④~⑥을 가르치고 ①~③을 가르쳐야 할지, 또한 ⑦은 언제 가르쳐야 할지 애매하다. 이와 같이 독립된 그래프가 작성되어진 패턴에서의 순서는 연결관계가 성립되지 않아서 어떤 객관적인 우선순위 결정을 내릴수가 없다.

그러서 본 논문에서는 이와같은 그룹형 패턴, 분기형 패턴, 독립형 패턴들의 행렬에서 항목간에 지도순서를 결정할 수 있는 퍼지이론에 의한 해결방법을 제안한다.

## 3. 퍼지이론에 의한 시스템 원리 [7]

### 3.1 퍼지집합의 정의

$X$를 전체집합으로 하고 그의 요소를 $x$ 즉 $X=\{x\}$로 할 때, $X$에 있어서 퍼지 부분 집합 $\tilde{A}$*라 함은 $X$의 임의의 요소 $x$가 $\tilde{A}$에 속하는 정도를 나타내는 특성함수 $\mu_{\tilde{A}}$ (이를 멤버쉽 함수라 부른다)에 의해

$$\mu_{\tilde{A}} : X \rightarrow [0,\ 1] \tag{4}$$

와 같은 특성을 갖는 $x$의 모임으로서 정의된다. 단, [0, 1]은 0에서부터 1까지의 폐구간내의 전체의 실수치를 나타내는 것이며 식 (4)는 $X$의 전체 요소 $x$를 $\mu_{\tilde{A}}$ 에 있어서 [0, 1]의 실수치로 할당하는 것이다.

### 3.2 퍼지관계의 합성

일반적으로, 관계의 합성에 대한 수학적인 수법으로 나타내면, $\tilde{Q}$와 $\tilde{R}$의 합성을 $\tilde{Q} \circ \tilde{R}$로 쓰지만 $\tilde{Q}$와 $\tilde{R}$을 행렬로 생각하면 $\tilde{Q} \circ \tilde{R}$의 표기법은 행렬의 곱을 계산할 때의 순서와 일치하기 때문에 $\tilde{Q}$를 $I \times K$상의 퍼지관계, $\tilde{R}$을 $K \times J$상의 퍼지 관계로하면 $\tilde{Q}$와 $\tilde{R}$의 합성 $\tilde{Q} \circ \tilde{R}$은 $I \times J$ 상의 퍼지 관계가 되고 이에 따른 값은 식 (5)에 의해 정해진다

$$\mu_{\tilde{Q} \circ \tilde{R}}(i,\ j) = \bigvee_{k \in K} (\mu_{\tilde{Q}}(i,\ k) \wedge \mu_{\tilde{R}}(k,\ j)) \tag{5}$$

여기서 $\tilde{Q} \circ \tilde{R}$에 있어서의 기호 $\circ$은 단지 Sup · Min 합성 연산이다. 이들 행렬의 요소는 min 연산 $\wedge$과 sup 연산 $\vee$에 따른다.

다음 행렬 $\tilde{Q}$인 $I \times K$ 상의 퍼지관계를 다음과 같이 임의에 값을 갖는 것으로 한다.

$$\tilde{Q} = \begin{array}{cl} \begin{pmatrix} .2 & .3 & .8 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} & \begin{array}{l} i=1 \\ 2 \\ 3 \end{array} \\ \begin{array}{ccc} k=1 & 2 & 3 \end{array} & \end{array}$$

또한 행렬 $\tilde{R}$인 $K \times J$ 상의 퍼지관계를 아래와 같이 임의에 값을 갖는 것으로 정했을때,

$$\tilde{R} = \begin{array}{cl} \begin{pmatrix} 0 & .3 & .8 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & .8 \\ 0 & 1 & 0 & .3 \end{pmatrix} & \begin{array}{l} k=1 \\ 2 \\ 3 \end{array} \\ \begin{array}{cccc} j=1 & 2 & 3 & 4 \end{array} & \end{array}$$

이때 $\tilde{Q} \circ \tilde{R}$은 식 (5)에 의해 다음과 같이 구한다. 예를 들면$(i,\ j)$ = (1, 4)에 대한 멤버쉽 값은

$$\begin{aligned} \mu_{\tilde{Q} \circ \tilde{R}}(1,\ 4) &= \bigvee_{k \in 1,2,3} (\mu_{\tilde{Q}}(1,\ k) \wedge \mu_{\tilde{R}}(k,\ 4)) \\ &= (.2 \wedge 1) \vee (.3 \wedge .8) \vee (.8 \wedge .3) \\ &= .3 \end{aligned}$$

로 된다.

같은 방법으로 나머지 $(i,\ j)$에 대한 멤버쉽 값을 계산하면 $\tilde{Q} \circ \tilde{R}$은 다음과 같이 값을 갖는다.

$$\tilde{Q} \circ \tilde{R} = \begin{array}{cl} \begin{pmatrix} 0 & .2 & .2 & .3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} & \begin{array}{l} i=1 \\ 2 \\ 3 \end{array} \\ \begin{array}{cccc} j=1 & 2 & 3 & 4 \end{array} & \end{array}$$

### 3.3 멤버쉽값에 의한 접속행렬 작성방법

여기서도 2.1지도항목간의 접속행렬 작성방법과도 같이 일반적인 그래프에 의해 지도 항목이 $N$개 일 때 그것에 대응하는 $N$차의 정방행렬 $M$의 요소 $m_{ij}$를, $i$번째와 $j$번째의 항목간에 $i$번째의 항목을 먼저 가르치고 $j$번째의 항목을 후에 가리키는 편이 좋은 관계가 되면 $m_{ij}$=1로 하고 그 반대일 경우에는 $m_{ij}$=0로 해서 접속행렬을 만들었다. 그러나 지도항목간의 전후관계에 있어서 이들 모두의 관계가 $m_{ij}$=1 혹은 $m_{ij}$=0만으로 정의 하기에는 전후관계의 모순이 발생 할 수 있으리라 생각된다. 즉, 항목간에 전에 가르치나 후에 가르치나 상관이 없는 항목간의 관계가 있을 경우 $m_{ij}$=1 혹은 $m_{ij}$=0 만으로는 정의를 내릴 수가 없다. 그래서 이를 해결하기 위해서 표 1의 퍼지화 데이터에 따른 멤버쉽값에 의해 반듯이 ①의 항목을 가르친 후에 ②의 항목을, ②의 항목을 가르친 후에 ③의 항

**표 1.** 퍼지값과 멤버쉽값

| 퍼지값 | 지도항목과 항목간의 퍼지화 데이타 | 멤버쉽값 |
|---|---|---|
| 1 | 반듯이 후에 가르쳐야 한다 | 1 |
| 2 | 가능한 후에 가르쳐야 한다 | 0.75 |
| 3 | 후에 가르치나 전에 가르치나 상관 없다 | 0.5 |
| 4 | 가능한 전에 가르쳐야 한다 | 0.25 |
| 5 | 반듯이 전에 가르쳐야 한다 | 0 |

$$\tilde{M}=\begin{array}{c|cccc} & ① & ② & ③ & ④ \\ \hline ① & 0 & 1 & 0 & .25 \\ ② & 0 & 0 & 1 & 0 \\ ③ & 0 & 0 & 0 & .75 \\ ④ & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$$

**그림 4.** 멤버쉽값이 적용된 접속행렬

$$\tilde{M}=\begin{array}{c|cccc} & ① & ② & ③ & ④ \\ \hline ① & 1 & 1 & 1 & .75 \\ ② & 0 & 1 & 1 & .75 \\ ③ & 0 & 0 & 1 & .75 \\ ④ & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

**그림 5.** 멤버쉽을 갖는 최종 행렬

목을 가르켜야 하는 경우 $m_{ij}$=1이며, 가능한 ③의 항목을 가르친 후에 ④의 항목을 가르켜야 좋은 경우의 $m_{ij}$=0.75이다

또한 가능한 ①의 항목을 가르키기 전에 ④의 항목을 가르쳐야 하는 경우 $m_{ij}$=0.25이며 그외에 반듯이 주어진 어느 항목보다 전에 가르쳐야 하는 것들을 $m_{ij}$=0로 나타낸 행렬이 그림 4이다. 즉, $i$에 대한 $j$의 지도항목과 항목간의 $\tilde{M}$의 멤버쉽값 $\mu_m(i, j)$는 폐구간 [0, 1]중의 적당한 실수치를 가지며, 1에 가까우면 가까울 수록 퍼지관계 $\tilde{M}$에 만족되는 정도가 높고, 반대로 0에 가까우면 가까울 수록 퍼지관계 $\tilde{M}$이 만족되는 정도가 낮음을 나타내고 있다. 이와같이 정의된 행렬을 멤버쉽값이 적용된 접속 행렬이라 한다.

그림 5는 그림 4의 접속행렬을 식 (1), (2), (3)에 의해 처리된 행렬이다.

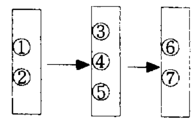
### 3.4 그래프패턴에 멤버쉽값 적용에 의한 해결방안

여기서는 그림 3에서 보인 것과 같이 우선순위 결정이 애매한 가도달행렬을 그래프 패턴으로 나타내어 이들을 다시 멤버쉽값이 적용된 접속행렬을 만들어 식 (1), (2), (3)에 의해 우선순위를 결정하였다.

그림 6(a), 그림 7(a), 그림 8(a)은 그림 3(a), (b), (c)의 가도달 행렬을 그래프 패턴으로 나타낸 것이다.

3.4.1 접속행렬에 입력방법

여기서 그룹형을 가지고 멤버쉽이 적용된 접속행렬




(a)그래프 패턴

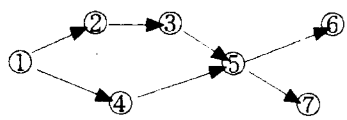
| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | 0 | .5 | .75 | .75 | .75 | 0 | 0 |
| ② | .5 | 0 | .75 | .75 | .75 | 0 | 0 |
| ③ | 0 | 0 | 0 | .5 | .5 | .75 | .75 |
| ④ | 0 | 0 | .5 | 0 | .5 | .75 | .75 |
| ⑤ | 0 | 0 | .5 | .5 | 0 | .75 | .75 |
| ⑥ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | .5 |
| ⑦ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | .5 | 0 |

(b)멤버쉽값이 적용된접속행렬

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
| 1 | ① | 1 | .5 | .75 | .75 | .75 | .75 | .75 |
| 2 | ② | .5 | 1 | .75 | .75 | .75 | .75 | .75 |
| 3 | ③ | 0 | 0 | 1 | .5 | .5 | .75 | .75 |
| 4 | ④ | 0 | 0 | .5 | 1 | .5 | .75 | .75 |
| 5 | ⑤ | 0 | 0 | .5 | .5 | 1 | .75 | .75 |
| 6 | ⑥ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | .5 |
| 7 | ⑦ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | .5 | 1 |

(c)멤버쉽값이 적용된 최종행렬

**그림 6.** (a) 그래프 패턴 (b)멤버쉽값이 적용된 접속행렬 (c) 멤버쉽값이 적용된 최종행렬




(a)그래프 패턴

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ② | 0 | 0 | 1 | .5 | 0 | 0 | 0 |
| ③ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | .5 |
| ④ | 0 | .5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| ⑤ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| ⑥ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | .5 |
| ⑦ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | .5 | 0 |

(b)멤버쉽값이 적용된접속행렬

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
| 1 | ① | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | ② | 0 | 1 | .5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | ③ | 0 | .5 | 1 | .5 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | ④ | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | ⑤ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | ⑥ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | .5 |
| 7 | ⑦ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | .5 | 1 |

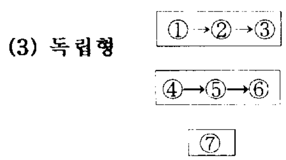
(c)멤버쉽값이 적용된 최종행렬

**그림 7.** (a) 그래프 패턴 (b)멤버쉽값이 적용된 접속행렬(c) 멤버쉽값이 적용된 최종행렬

의 입력방법에 대해서 설명을 한다

그림 3(a)의 그룹형패턴의 가도달행렬은 그림 6(a) 그래프 패턴과 같이 크게 세 개의 그룹 단위로 나뉘어진다. 그림 6(a)의 첫번째 그룹내에 있는 ①의 항목과 ②의 항목과는 후에 가르치나 전에 가르치나 상관이 없기 때문에 접속행렬의 값 $m_{12}$ = $m_{21}$에 0.5의 멤버쉽값을 입력하며, 첫 번째 그룹을 가르친 후 반듯이(또는, 가능한) 후에 두번째 그룹을 가르쳐야 하므로 ① ②의 항목후 ③ ④ ⑤의 항목간에 접속행렬인 $m_{13}$=$m_{14}$=$m_{15}$와 $m_{23}$=$m_{24}$=$m_{25}$에는 1(또는 0.75)의 멤버쉽값을 입력하며 두번째 그룹내에 있는 ③ ④ ⑤의 항목간에는 후에 가르치나 전에 가르치나 상관이 없도록 접속행렬인 $m_{34}$=$m_{35}$=$m_{43}$=$m_{45}$=$m_{53}$=$m_{54}$에 0.5의 멤버쉽값을 입력한다. 그래프에서 두번째 그룹에서 세번째 그룹간에 관계는 첫번째 그룹을 가르친후 반듯이(또는, 가능한) 후에 두번째 그룹을 가르치도록 되어 있으므로 앞에서와 같이 멤버쉽값 1(또는0.75)을 입력하였으며 세번째 그룹내에 있는 ⑥의 항목과 ⑦의 항목간의 접속행렬 $m_{67}$=$m_{76}$도 전후관계가 상관없는 0.5의 멤버쉽값으로 입력한다.

이와같은 방식에 의해 모든 입력을 맞친 것이 그림




(a)

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | 0 | .75 | 0 | .5 | 0 | 0 | .5 |
| ② | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ③ | 0 | 0 | 0 | .5 | 0 | 0 | .5 |
| ④ | .5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | .5 |
| ⑤ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | .75 | 0 |
| ⑥ | .5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | .5 |
| ⑦ | .5 | 0 | 0 | .5 | 0 | 0 | 0 |

(b)

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
| 1 | ① | 1 | .75 | .75 | .5 | .5 | .5 | .5 |
| 2 | ② | .5 | 1 | 1 | .5 | .5 | .5 | .5 |
| 3 | ③ | .5 | .5 | 1 | .5 | .5 | .5 | .5 |
| 4 | ④ | .5 | .5 | .5 | 1 | 1 | .75 | .5 |
| 5 | ⑤ | .5 | .5 | .5 | .5 | 1 | .75 | .5 |
| 6 | ⑥ | .5 | .5 | .5 | .5 | .5 | 1 | .5 |
| 7 | ⑦ | .5 | .5 | .5 | .5 | .5 | .5 | 1 |

(c)

**그림 8.** (a) 그래프 패턴 (b)멤버쉽값이 적용된 접속행렬 (c) 멤버쉽값이적용된 최종행렬

6(b)이다.

그림 3(b), (c)의 가도달 행렬을 그림 7(a), 그림 8(a)의 그래프 패턴으로 하여 위에서 설명한 것과 같이 적용한 접속행렬의 입력값이 그림 7(b), 그림 8(b)의 접속행렬이다.

3.4.2 우선순위 결정방법

멤버쉽값이 적용된 최종행렬의 그림 6(c), 그림 7(c), 그림 8(c)에서 단위행렬의 대각선 아래부분의 멤버쉽값 0.5을 무시하고 단위행렬의 대각선 윗부분의 멤버쉽값 0.5을 존속시켜 멤버쉽값 0.5 또는 0.75의 값을 1로 하여 해밀톤 경로의 수의 크기에 따라 행과 열로 내림차순과 올림차순을 하여 우선 순위 결정을 하였다. 여기서 멤버쉽값 0.75는 표 1의 퍼지화 데이터에서 "가능한"이라는 어순의 긍정을 갖고 있으며 멤버쉽값 0.5는 먼저 해도 되고 나중에 해도 된다는 긍정과 부정의 어순에 따라 대각선 윗부분는 존속시켰으며, 대각선 아랫부분은 무시하기로 하였다. 또한 단위행렬인 대각선의 아래부분의 멤버쉽값 0.5을 무시할 때 이 부분에는 멤버쉽값 0.75 또는 멤버쉽값 1이 나타나지 않아 멤버쉽값 0.5를 무시하는데 위배되지 않았다. 이결과 그림 6(c)에서의 ① ② 항목간의 우선순위, ③ ④ ⑤ 항목간의 우선순위, ⑥ ⑦ 항목간의 우선순위에 관해서 객관적인 결론에 따라 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦의 항목 순으로 우선순위가 결정된다.

## 4. 결 론

본 논문에서 제시한 시스템은 지도항목이 크게 나누어진, 일종에 Charpt 단원을 우선순위 결정을 하기 위해 사용하는 것은 무의미하다. 그러나 지도항목 수가 많아서 지도항목간의 관계가 매우 복잡한 경우에 기존에 그래프 이론을 쓰면 유효함을 알고 사용하여 보았으나 대부분 그룹형, 분기형, 독립형의 유형으로 나타남을 알았다. 그래서 이러한 유형을 그래프 패턴으로 나타내에 본 시스템에 적용한 결과 최종 결과를 얻기까지에 가도달행렬 과정이 나타나지 않고 곧바로 최종행렬에서의 우선 순위 결정순서를 얻을 수가 있었다.

마지막으로 그림 6(c)에서 우선순위를 ② ① ⑤ ④ ③ ⑦ ⑥으로 결정하여 가르친다고 해서 잘못되었다고는 할수 없다. 이와같이 그림 3(a)에서의 경우의 수는 12가지나 된다. 그러면 이 중에 어느 것을 택하여 가르쳐야 가장 좋인가? 이것은 계산상에서 얻어진 객관적인 지도항목순서로 결정하는 것이 가장 큰 의미가 있다고 생각되어진다.

## 참고문헌

[1] 松原勇, "그래프 이론을 이용한 수업설계지원 시스템에 관한 고찰", 전자통신학회논문지, Vol. J69-A, No. 9, pp. 1043-1049.

[2] 松原勇, Yuuichi OOSAKI, "그래프 이론을 이용한 지도항목정리 시스템의 試作", 信學技報, ET85-10(1986-03), pp. 69-74.

[3] 松原勇, "퍼지이론을 이용한 교재분석", 信學技報, ET87-3(1987-06), pp. 61-66.

[4] 松原勇, "퍼지 이론을 이용한 수업설계지원 시스템과 그의 평가", 전자정보통신학회 논문지, Vol. J74-D-I, No.2, pp. 82-87.

[5] 신동희, 원성현, 정환묵, "퍼지이론을 적용한 교육평가 방법에 관한 연구", 한국퍼지및지능시스템학회논문지, Vol. 6, No.1, pp. 74-82, 1996.

[6] 安思明, "전산수학", 출판사 정익사, 1984.

[7] 최용엽, "퍼지공학 입문", 출판사 웅보, 1997.

**최용엽 (Yong-Yub Choi)**

1979년 : 명지대학교 전자공학과 졸업
1982년 : 동대학원 전자공학과(공학석사)
1990년 : 동대학원 전자공학과(공학박사)
1987년~현재 : 호서대학교 컴퓨터 공학부 교수