

## 다 단계 의사결정지원시스템을 위한 웹기반의 시뮬레이션소프트웨어 개발

### Development of GUI-type Simulation Software for AHP Decision Support System

황 흥 석\*,            최 철 훈\*\*,            조 규 성\*  
Heung-Suk Hwang, Chul-Hoon Choi, Gyu-Sung Cho

614-714, 부산시 부산진구 가야동 산24번지  
전화 : 051-890-1657, Fax : 051-890-1619  
E-Mail : hshwang@hyomin.dongueui.ac.kr

#### ABSTRACT

다 단계 의사결정지원시스템, AHP(Analytic Hierarchy Process)는 다수 대안에 대하여 다 면적인 평가기준과 다수 주체에 의한 의사결정을 위해 설계된 의사결정지원방법의 하나이다. AHP 시스템은 먼저 주어진 시스템을 구성하고있는 요소를 세분하고 그 분할된 요소를 계층적으로 구성하며 다음으로 계층간 각 레벨에 있는 요소의 상대적 중요도에 대한 판단을 종합하는 과정을 거친다. 본 연구에서는 이러한 AHP방법을 실용화하기 위하여 사용자가 Web기반에서 활용하기 쉽도록 GUI-type 프로그램을 개발하고 이를 검증하였으며 예제를 들어 보였다. 본 연구에서 개발한 소프트웨어는 크게 다음과 같이 3 가지 구조로 구성하였다 :

- 단계 1 : 대안 평가의 아이디어 창출 단계(Brainstorming)
- 단계 2 : 다 단계, 다 기준 의사결정지원시스템(AHP)
- 단계 3 : 우선 순위 종합모델(MRM)

**Keywords : Computer Simulation, MRM(Majority-Rule Methodology), AHP, Brainstorming**

#### 1. 서 론

최근의 경영환경은 급속히 변화하고 있으며 정보기술의 가속화, 선진국의 무역개방 압력, 환율 폭동의 어려운 사회적·경제적 환경에 직면하고 있다. 이러한 국내외 변화에 적응하고 경쟁력을 향상시키기 위해서는 좀더 체계적이고 합리적인 경영기법이 필요하나 이를 위해서는 다양한 요소들로 구성된 시스템에 대한 분석과 이를 통한 효율

적 의사결정이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 다 기준 다 단계 의사결정 방법을 이용하여 효율적인 의사결정을 수행할 수 있는 의사결정지원시스템을 제시하고 이를 위한 시뮬레이션프로그램을 개발하였다. 기존의 의사결정지원 시뮬레이션 소프트웨어들은 브레인스토밍과 AHP기법을 응용한 2 단계 의사결정지원기법을 적용하여 의사결정을 수행하도록 개발되었다. 그러나 본 시스템은 1) 브레인스토밍, 2) 계층적 의사결정과정, 3) 우선순위종합모델단계 즉, 3 단계방법을 적용하여 대안의 가중치를 합리적으로 계산하고 대안선정을 수행하도록 개발되었다. 본 시뮬레

\* 동의대학교 기계산업시스템공학부  
\*\* 한일기술연구소

이선소프트웨어는 이를 위해 사용자의 편의성을 고려한 Web 기반에서 활용 가능하도록 GUI-type 방식으로 개발하였다. 이를 검증하기 위하여 예제를 적용하여 보였다.

## 2. 3단계 의사결정지원 시스템

다단계 의사결정지원시스템을 위해 본 연구에서 개발된 시물레이션모델은 그림 1과 같이 3단계 과정을 통해 최적 대안을 선정하도록 하였다. 단계 1 및 2는 기존의 방법을 응용하였으나, 브레인스토밍과 쌍비교 매트릭스는 많은 관련 평가자들의 의견이 고려되어야 하므로 이를 Web기반에서 활용 가능하도록 프로그램하였다. 그리고 단계 3에서는 각 평가자들이 평가대안(우선순위)을 평가를 수행한 후 우선순위종합모델을 기반으로 최적을 대안을 선정하는 우선순위종합모델을 개발하였다.

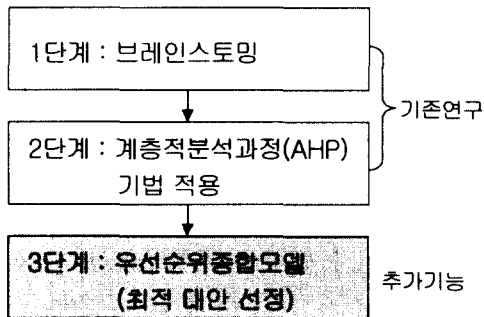


그림 1. 의사결정지원시스템 선정 단계.

### 2.1 브레인스토밍

의사결정문제에 대해 문제를 해석하고 각 대안과 기준설정을 위해 브레인스토밍을 단계 1에서 적용하였다. 보통의 회의와 다른 점은 타인의 아이디어나 의견에 대해 판단하지 않고(비판금지), 자유분방한 아이디어나 의견을 제시하며, 질보다 양을 추구하여 다수의 아이디어를 내고, 타인의 아이디어에 의견을 결합하여 새로운 아이디어와 의견을 발상하는 4가지 원칙을 적용하는 것이다. 이를 위해 Web을 통한 각각의 의견을 수렴 가능하도록 개발하였다.

## 2.2 AHP기법

AHP는 Satty(1980)에 의하여 제안된 방법으로 의사결정자가 복잡한 의사결정문제를 해결할 때 의사결정자의 목적을 정확히 파악하고 문제를 여러 계층으로 분해한 후 문제의 파악 및 효율적 의사결정을 수행할 수 있도록 고안된 기법이다. 다단계 다 속성 분석방법인 AHP를 Zahedi에 의한 4가지 단계에 따른 기본 방법을 제시하였다.

- ① 의사결정 요소들의 계층적 분석 구조 선정
- ② 의사결정 요소들의 쌍비교 Matrix 작성
- ③ 계층간 의사결정 요소들의 상대적 가중치를 추정하여 의사결정대안의 우선순위 결정
- ④ 쌍비교에 의한 일관성 검증

### 2.2.1 계층적 평가구조 설계

의사결정대안 평가자는 평가목적에 적합하도록 관련요소들을 계층화 구조로 설정한다. 계층의 최상위는 가장 총체적인 평가목적이 되며, 각 하부계층은 이의 목적에 주요 영향을 주는 요소들로 구성한다. 계층구조의 최하위에는 선택의 대상이 되는 대안들로서 구성된다. 이를 도식화하면 그림2와 같다.

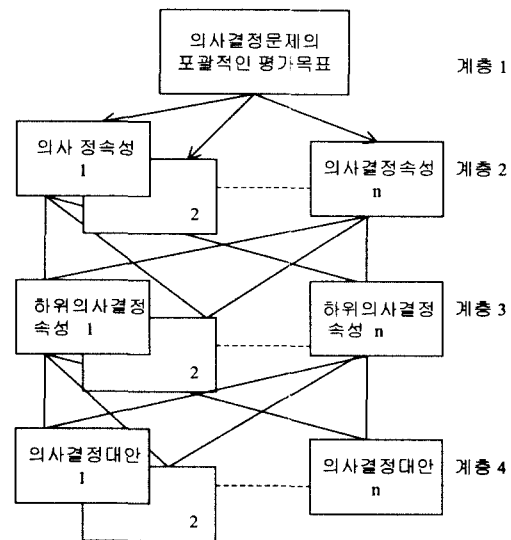


그림 2. 계층화 의사결정법의 계층적 구조

### 2.2.2 고유값(Eigenvalues)우선 순위결정

각 계층적 구조를 설정하고 나면 다음단계로 쌍비교에 의한 쌍비교 행렬(Pairwise Comparison Matrix)을 작성한다. 여기서 쌍비교 Matrix는 다음

과 같이 주어진다.

$$A = (a_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

여기서  $a_{ij}$ 는 대안 i가 대안 j에 미치는 상대적인 우월성이며,  $a_{ij} = k$  이면  $a_{ji} = 1/k$  가 되도록 하고, 대안 i와 j가 동일한 우월성일 경우  $a_{ij} = 1$  및  $a_{ji} = 1$ 이 되도록 한다. 여기서  $a_{ij}$ 의 값을 각 쌍 비교값  $w_i/w_j$ 의 추정치로 사용하며 다음 그림에서와 같이 n개의 분석목표들에 대한 일반적인 Matrix를 표시하였다.

$$A = \begin{bmatrix} W_1/W_1 & W_1/W_2 & \dots & W_1/W_n \\ W_2/W_1 & W_2/W_2 & \dots & W_2/W_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_n/W_1 & W_n/W_2 & \dots & W_n/W_n \end{bmatrix}$$

본 연구에서는 Saaty에 의한 9점(Points)법을 사용하였다. 각 계층간의 의사결정요소들의 상대적 가중치를 추정하여 의사결정 대안의 우선 순위를 결정하였다.

### 2.2.3 쌍비교 평가의 일관성 검증

만일  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$ 라 두면,  $AW = \lambda W$  단  $W \neq 0$ 을 만족하고  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ 는 Matrix A의 고유값(Eigenvalue)이다.

이때에  $a_{ij} = 1, \forall i$  이면,

$$\sum \lambda_i = n, \quad \lambda_i = 0, \quad \forall i \quad \lambda_i \neq e_{\max}, \quad \lambda_{\max} = n$$

만일  $AW = nW$ 가 만족되면 이의 모든 고유값은 n을 제외하고는 모두 0이 된다. 즉 일관성이 성립할 경우 n은 Matrix A의 최대고유값( $\lambda_{\max}$ )이다.

이에 Saaty(1980)는 가중치 Vector W를,  $AW = \lambda_{\max} W$ 를 만족하는 고유 Vector W를 구하여 사

용하고 이의 일관성 지수(Consistency Index)를 다음과 같이 구하였다.

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

$\lambda_{\max}$ 는 쌍비교 Matrix A에서 구한 고유값(Eigenvalue)중에서 제일 큰 값으로 일관성 판단의 척도가 되며 이는 랜덤오차를 내포하고 있다. CI가 0에 가까울수록 일관성이 크다고 볼 수 있고,

$CI < 1$ , 이면 일관성이 있음.

$CI < 2$ , 이면 쌍비교 판단이 매우 일관성이 적음.

일관성비율(Consistency Ratio) CR은 다음과 같다.

$$CR = CI / RI$$

위의 CR이 0.1보다 작거나 같으면 일관성이 있다고 판정할 수 있다(Saaty, 1980).

### 2.3 우선순위종합모델

우선순위종합모델은 다수 또는 다 그룹에 의해 평가된 단계 2의 우선순위를 종합화하는 방법이다. 그리고 다수 또는 다 그룹에 의해 평가된 단계 2의 우선순위를 종합화하는 방법으로 고려된 방법들은 다음과 같은 8가지 방법들이다.

- 1) Borda 방법, 2) 수정 Borda 방법
- 3) Condorcet 방법, 4) Black 방법
- 5) Dodhson 방법, 6) Copeland 방법
- 7) Shanon과 Svestka 방법
- 8) Fuzzy Set 방법

### 3. 의사결정지원 소프트웨어의 개발 및 적용사례

본 연구에서 개발된 의사결정지원시스템 시물레이션은 C++를 이용하여 개발하였고 마이크로소프트 윈도 95 / 98 / NT / 2000의 운영체제하에서 사용 가능하다. 본 프로그램은 3단계 의사결정시스템으로 사용자가 쉽게 사용 가능한 GUI-type의 프로그램으로 구현되었다. 단계 1에서 문제분석과 목표의 판단기준으로 사용될 기준아이디어 창출을 위해 브레인스토밍을 수행하고 단계 2에서는 단계 1의 자료를 읽어와서 또는 자체 모델링을 한 자료를 이용하여 그림 3과 같은 AHP 계산순서를 통해서 대안들의 가중치를 계산하여 최적대안을 선정한다. 본 프로그램은 AHP를 위한 쌍비교 Matrix를 각 평가자로부터 입력받으면 일관성검증, 가중치에 의한 우선순위 결정 그리고 민감도 분석을 수행하도록 구성되어 있다.

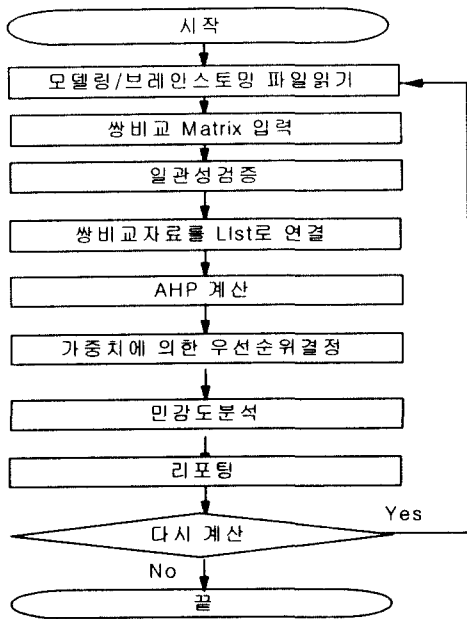


그림 3. 단계 2 AHP계산 순서도

단계 3에서는 단계 2에서 계산된 결과를 기반으로 다수 또는 다 그룹에 의해 평가한 각 평가자의 대안 우선순위를 그림 4와 같은 순서를 통해 우선순위결정모형을 적용하여 종합화하여 최적대안을 선정한다. 그리고 일관성 검증을 통하여 각 평가자들이 설정한 순위리스트 사이의 의견일치 여부를 검증하고 그 결과를 출력할 수 있다.

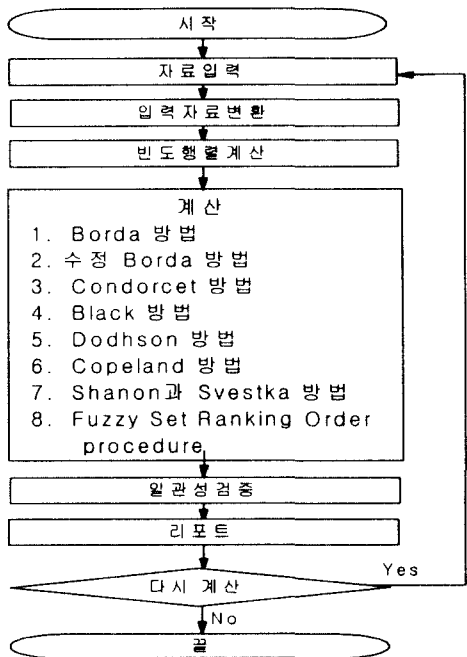


그림 4. 단계 3 우선순위결정모형계산 순서도

### 3.1 브레인스토밍 구현 예:

본 예제는 연구개발프로젝트 선정에 대해 시간과 비용에 따라 각 분야별 사업과 각 사업에 영향을 미치는 요인들을 고려하여 4가지 대안에 대해 상위 레벨에서 하위 레벨로의 관계도를 브레인스토밍을 통해서 그림 5와 같이 모델링하였다.

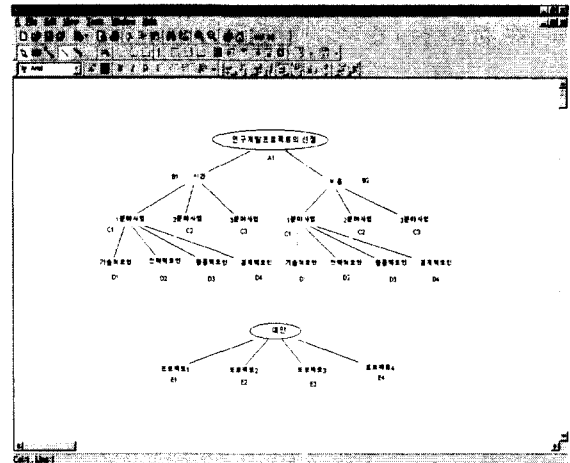


그림 5. 브레인스토밍구현 예

### 3.2 AHP 구현 예:

단계 2에서는 브레인스토밍을 통해서 설정된 모델링을 읽어서 AHP 계층구조로 변환하고 각 레벨별로 입력된 자료를 AHP 방법에 의해 계산한다. 그림 3은 그림 2의 브레인스토밍에 의한 모델링을 단계 2에서 읽어와서 AHP 계층도로 변환한 그림이다.

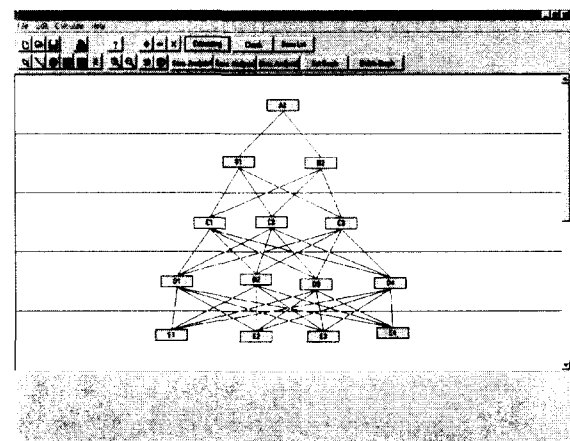


그림 6. 평가구조도

그림 7은 각 평가위원으로부터 얻은 평가 데이

터를 쌍비교 Matrix로 입력하고 일관성을 체크하는 화면이고 그림 8에서 입력된 전체자료를 통해서 프로젝트의 우선순위를 결정하는 화면이다. 본 예제에서 계산된 우선순위는 다음과 같다.

$E3(0.291) > E1(0.259) > E2(0.235) > E4(0.214)$   
 즉 세 번째 프로젝트가 29.1%의 가중치로 최적대안으로 선정되었고 다음으로 첫 번째, 두 번째, 네 번째 프로젝트가 선정되었다.

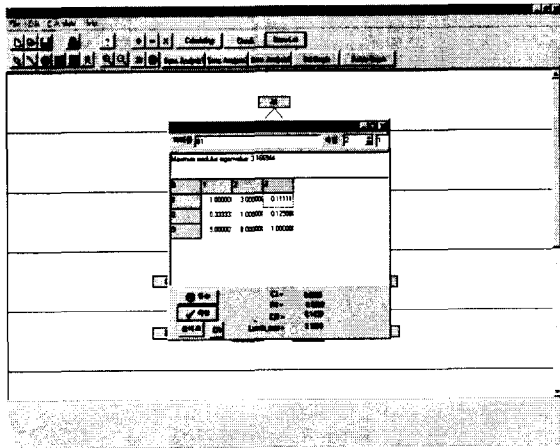


그림 7. 각 평가요인별 가중치 및 고유값 산정

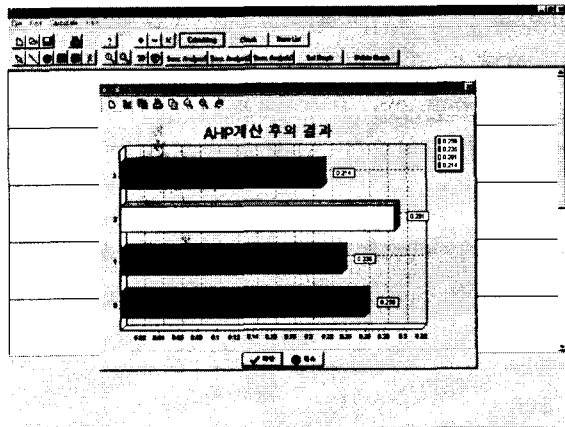


그림 8. AHP 수행후의 우선순위 결정

### 3.3 우선순위종합모델

단계 3은 다수 또는 다 그룹에서 평가된 대안의 우선순위를 종합화하여 최적대안을 선정한다. 평가위원별 대안을 각 대다수 법칙 방법론을 통해서 우선순위를 결정하기 위해 개발된 프로그램화면이 그림 9와 같다. 표 2와 같이 4명의 평가위원들이 평가한 4가지 대안의 우선순위를 프로그램에 입력

된 후, 본 프로그램은 대다수법칙방법과 Fuzzy set 우선 순위 결정방법등의 7가지 기법을 이용하여 최적 우선순위를 결정할 수 있도록 구성되어 있다.

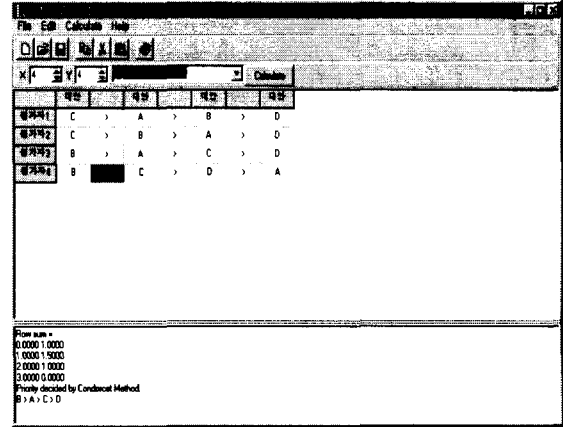


그림 9. 대다수 법칙 방법론을 이용한 대안평가

표 2. 평가위원별 대안별 우선순위

- 평가위원 1 : E3 > E1 > E2 > E4
- 평가위원 2 : E3 > E2 > E1 > E4
- 평가위원 3 : E2 > E1 > E3 > E4
- 평가위원 4 : E2 > E3 > E4 > E1

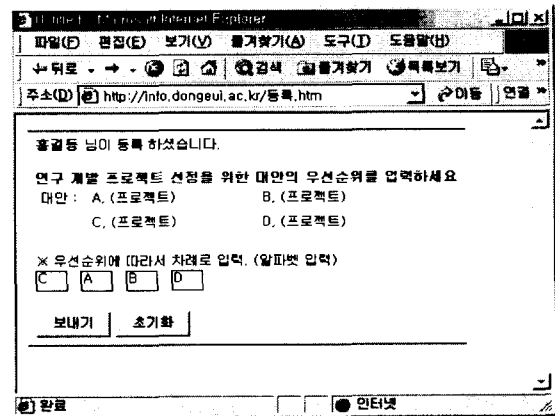


그림 10. Web을 통한 우선순위선정

그림 10은 Web을 통해서 각 평가자들이 주어진 대안을 우선순위에 따라 기입한 결과를 전송하여 각 대안들을 그림 9와 같이 대다수 법칙 방법론에 따라 대안평가를 수행한다.

주어진 예제의 대다수 법칙 방법론을 적용하여 최적 대안을 계산한 결과는 표 3과 같다.

표 3. 대다수 법칙 방법론에 따른 우선순위

대다수 법칙 방법론	대안별 순위
Borda Method	B > C > A > D
Adjusted Borda Method	B > C > A > D
Condorcet Method	B > A > C > D
Copeland Method	B > C > A > D
Black Method	B > A > C > D
Shannon and Svestka Method	B > A > C > D
Fuzzy Set Ranking Order procedure	B > C > A > D

7가지 기법을 통하여 결정된 최적대안은 두 번째 프로젝트가 선정되었고 두 번째, 세 번째, 네 번째 최적대안은 기법마다 약간의 차이가 있었다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 다 단계 의사결정지원시스템을 위한 시물레이션소프트웨어 개발에 대해 3 단계기법을 종합화하여 구현하였다. 기존의 다 기준 의사결정지원시스템들은 2 단계과정 즉 문제 분석과 모델링을 위한 브레인스토밍과 대안의 순위결정을 위해 다 기준 의사결정기법인 AHP기법을 적용하였지만 본 연구에서 개발된 프로그램은 3단계 방법인 브레인스토밍, AHP기법 그리고 그룹에 의해 평가된 대안의 우선순위를 종합화 할 수 있는 우선순위종합 모델을 통해서 최적대안을 선정할 수 있도록 구성하였다. 본 연구는 앞으로 보완 개발될 경우 복합계층 및 복합 우선순위결정을 위한 의사결정지원 시스템으로 활용될 수 있으며 추후로 각 평가자가 인터넷기반으로 실시간 모델링, 자료입력 그리고 평가가 가능한 프로그램으로 추가적 보완할 예정이다.

#### 참 고 문 헌

[1] 김성희, 정병호, & 김재경, "의사결정분석 및 응용", 영지문화사 1998.  
 [2] 조근태, 홍순욱, & 권철신, "리더를 위한 의사결정.", 동현출판사, 2000.  
 [3] Barbarosoglu, G. and Yazgas, T., "Application of the analytic hierarchy process to the supplier selection problem.", Production and

Inventory Management Journal, Vol.38, No.1, pp.14-21, 1997.  
 [4] Blin, J. M., "Fuzzy Relations in Group Decision Theory.", International Journal of Cybernetics, Vol.4, No.2, pp.17 - 22, April-June, 1974.  
 [5] Harker, P. T. & Vagas, L. G., "The Theory of the Ration Scale Estimation : Saaty's AHP", Management Science, Vol. 33, No.11, 1987.  
 [6] Mohan K. Menon. Michael A. Moginis, & Kennedy B. Ackerman, "Selection Criteria for Providers of Third Party Logistics Services : An Exploratory Study.", Journal of Business Logistics, Vol.19, No1., p.124, 1998.  
 [7] Saaty, T. L., "The Analytic Hierarchy Process.", McGraw-Hill, 1980.  
 [8] Zahedi, F., "The analytic Hierarchy Process - A Survey of the Method and it's Applications." Interfaces, Vol. 16, No. 4, pp.96-104, 1986.