

네트워크 시뮬레이션 방법을 이용한 웹기반의 SCM구조설계의 위험분석모델의 연구

Web-based Risk Analysis Model for SCM System Construction Using Network Simulation

황 흥 석*

Heung Suk Hwang*

동의대학교 산업공학과

부산시 부산진구 가야동 산24

Tel : 051 890 1657, Fax : 051 890 1619

E Mail : hshwang@dongeui.ac.kr

Abstract

최근의 정보기술의 급속한 발전과 더불어 대형사업의 성공 및 실패할 확률을 고려한 프로젝트 위험분석 연구가 널리 연구되고 있다. 특히 정보시스템을 기반으로 발전되고 있는 SCM(Supply Chain Management)의 구축사업은 복잡하고 대형프로젝트들로서 계획 초기부터 운영단계에 이르기까지 사업의 성공 및 실패할 확률을 예측하는 매우 중요하다.

본 연구에서는 이러한 SCM구축사업의 위험분석을 위하여 다 속성(Multi-Attribute)구조를 가지는 분석방법과, 구축사업의 비용, 기간 및 고객 서비스능력 등을 고려한 위험 분석모델을 개발하였으며, 두 가지 방법을 사용하였다 : 1) AHP 방법을 이용한 가중치 방법, 2) SCM 네트워크를 구축하고 Stochastic Network Simulation 방법을 사용하였다. 또한 이를 위한 전산프로그램을 개발하고 실행결과를 보였다.

Keyword : Risk Analysis, SCM Project Evaluation, Stochastic Network Simulation

1. 서론

본 연구는 다-속성 및 다-계층 의사결정구조를 고려한 SCM구축사업의 위험분석을 위한 다-특성평가 모델의 연구이다. 대부분의 기존의 연구들은 다-특성(Multi-attribute) 및 다-단계의사결정 구조에서 합리적인 방법으로 분석하지 못하는 주요한 이유로 프로젝트의 각 특성별 효율성(Effectiveness), 비용(Cost), 프로젝트의 기간(Time) 및 성능(Performance) 등 다-특성 다-목적성들을 동시에 고려할 수 없는 점들을 들 수 있다. 본 연구에서는 SCM구축사업의 위험분석의 특성을 고려한 웹기반의 다-특성평가 모델을 제안하고 이를 위한 웹기반의 GUI-type 프로그램을 개발하였다. 본 연구에서는 2-단계의 분석모델을 사용하였으며 단계 1에서는 SCM 구축사업의 대안 평가 단계로서 대안설정 및 평가구조설정을 위하여 Web 기반의 다-단계의사결정시스템(AHP ; Analytic Hierachy Process)과 Fuzzy Set Ranking Method를 이용한 개별 대안을

평가하고 이 결과들을 통합하는 종합우선순위를 결정하였다. 단계 1에서 SCM구축대안설정을 위하여 브레인스토밍과 AHP기법을 응용한 의사결정지원기법을 적용하였다. 다음 단계 2에서는 선정된 SCM구축사업의 계획에 따라 수행할 경우 성공 및 실패할 확률을 산정(Risk Analysis)하는 모델을 개발하였다.

본 연구에서 제시하는 의사결정지원시스템은 그림 1과 같이 2-단계 접근방법을 적용하였다. 즉 첫 번째 단계에서 브레인스토밍을 통한 의사문제 해석 및 각 대안과 기준설정을 수행하고, AHP기법을 이용하여 제시된 문제를 분해하고 계층화시킨 후 최적 대안을 선정하도록 우선순위를 결정하였다. 두 번째 단계에서는 선정된 대안의 SCM구축사업의 성공 및 실패할 확률을 산정 하는 위험분석(Project Risk Analysis)을 위하여 Stochastic Network Simulation 방법을 사용하였다.

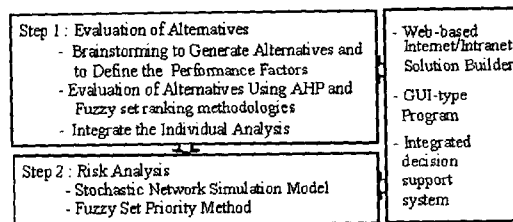


그림 1. 2-단계 프로젝트평가모델

본 연구에서는 그림 2와 같이 기존 Web 기반의 프로그램 개발하고 SCM구성 대안설정을 위한 의사결정방법, 및 internet/intranet 기반의 위험분석/평가시스템을 개발하였다.

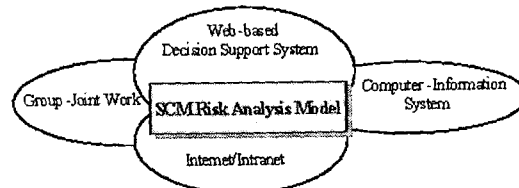


그림 2. SCM대안 위험분석모델

특히 본 연구의 각 단계의 실행을 위하여 각 대안에 따른 우선순위를 산정 할 수 는 웹기반프로그램을 개발하였고, 사용자의 편의성을 고려한 GUI-type 방식의 프로그램을 개발하였다.

2. SCM구축사업의 대안평가

2.1 SCM구축사업의 특성

SCM구축사업은 다단계의 구조를 가지며 다음과 같은 주요 특성을 가진다:

- 고객 지향적 연관관계 개선,
 - 융통성(Flexibility)
 - 적시배달(On time delivery)
- SCM구축 및 운영의 총 비용의 최소화,
 - 획득비용,
 - 제조비용,
 - 운송비용,
 - 행정비용
- 시설/장비의 최적활용,
 - 원자재, 반제품, 및 완제품의 최적화

SCM구축사업은 그림 3과 같이 고객 지향적 서비스를 우선으로 구축되어야하므로 위의 주요 특성들을 고려하여 대안 평가 지표를 설정해야한다.

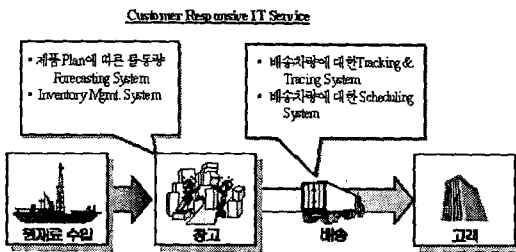


그림 3. 고객 지향적 IT Service

위의 특성들을 고려하여 그림 4와 같이 공급자 또는 생산자로부터 중간 취급자(Distributor and Retailer) 및 고객에 이르기까지의 여러 대안들을 비교하고 가장 효과적인 대안을 구하기 위하여 대안 분석 방법을 제안하였으며 또한 각 구성 대안을 선정 시에 고객 요망 수준을 어느 정도 충족시킬 수 있을지 (또는 실패할지)를 분석하는 위험 분석(Risk Analysis) 방법을 제안하였다.

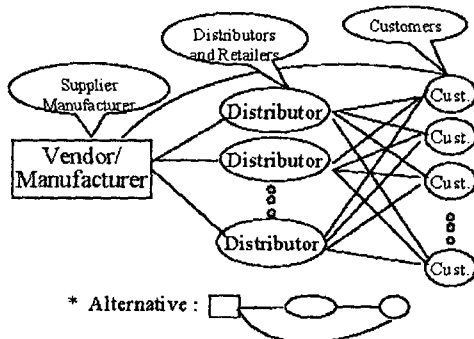


그림 4. SCM 구성대안

2.1 개별대안 분석

개별대안 평가를 위하여 대안 구축 및 평가방법 등 SCM구축분야의 전문가들의 의견을 합리적으로 도출하기 위하여 다음과 같이 3 단계의 평가과정을 활용하였다.

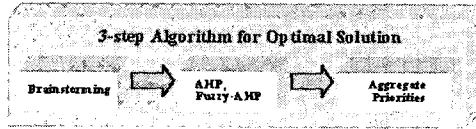


그림 5. 대안 평가의 3단계

또한 이를 Internet/Intranet기반의 의사결정 지원 시스템을 구축하였다.

1) 브레인스토밍

사업평가 구조를 설정하고 각 대안과 평가 기준설정을 위해 브레인스토밍을 적용하였다. 브레인스토밍의 용도는 창의성 훈련, 짧은 시간 내에 많은 아이디어 획득, 팀 구성원 전원의 아이디어를 총동원, 참가정신, 주인 의식, 공동책임감을 고취, 및 친화도, 명목그룹기법 등 사업평가의 시작 단계에서 필요하다. 브레인스토밍의 장점은 쉽게 실행할 수 있고, 거의 모든 경우에 적용하여 다양한

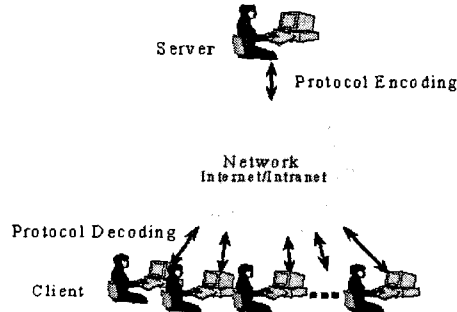


그림 6. Internet/Intranet of Decision Support System

아이디어를 얻을 수 있다. 이를 토대로 마인드 맵을 구성할 수 있다. 즉 브레인스토밍을 통해서 아이디어를 창출하고 이를 마인드 맵으로 구현할 수 있다. 본 연구에서는 사용자를 위하여 브레인스토밍과정을 프로그램으로 개발하고 Web기반에서 쉽게 활용할 수 있도록 하였다.

2) AHP방법을 이용한 대안 평가

AHP는 Satty에 의하여 제안된 방법으로 의사결정자가 복잡한 의사결정문제를 해결할 때 의사결정자의 목적을 정확히 파악하고 문제를 여러 계층으로 분해한 후 문제의 파악 및 효율적 의사결정을 수행할 수 있는 기법이다. 이는 다음과 같이 4가지 단계를 따른다:

- ① 의사결정 요소들의 계층적 분석 구조설정
- ② 의사결정 요소들의 쌍비교 Matrix 작성
- ③ 계층 간 의사결정 요소들의 상대적 가중치를 추정하여 의사결정대안의 우선순위 결정
- ④ 쌍비교에 의한 일관성 검증

① 계층적 평가구조 설계

의사결정문제를 평가하는 평가 자는 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 의사결정 대안들로서 구성된다. 이를 도식화하면 그림 7과 같다.

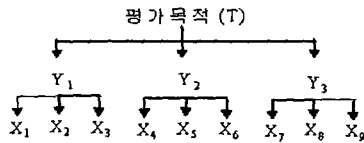


그림 7. 계층화 의사결정법의 계층적 구조

② 고유값(Eigenvalues) 우선순위결정

각 계층적 구조를 설정한 후 쌍비교에 의한 쌍비교 행렬(Pairwise Comparison Matrix)을 작성한다. 여기서 쌍비교 Matrix는 다음과 같이 주어진다.

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

만일 Matrix A에 W를 곱하면 AW = nW 여기서 W는 특성식 (A - nI) W = 0로부터 구할 수 있다.

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

즉 n은 A Matrix의 고유값(Eigenvalues)이 되고 W는 A의 고유벡터(Eigenvector)가 된다.

3) 우선순위종합모델

위에서 각 평가자가 평가한 각 대안들의 우선 순위를 종합하기 위해서, 여러 심사위원들이 작성한 대안별 우선 순위 리스트들을 종합하기 위하여 대다수 법칙 방법론(Majority-Rule Methodology)을 적용하여 대안들의 우선순위를 결정하였다. 다수 또는 다 그룹에 의해 평가된 2 단계의 개별 우선순위를 종합하는 방법으로 다음 3 가지 방법들은 개발 사용하였다 :

- 1) Heuristic Model 1, 2) Heuristic Model 2,
- 3) Fuzzy Set Ranking Model

- Heuristic Model 1

N명의 평가위원이 M개의 대안에 선호순서와 순서에 의한 평가결과를 산정한 후 종합 우선순위를 산정 하는 방법이다. 각 대안마다 평가위원들로부터 얻은 평점을 합한 값이 큰 순서로 우선순위가 부여된다. 여기서 각 평가위원의 평점은 m개 대안일 경우 각 평가위원으로부터 평가순위에 따라 (m-1), (m-2), ..., 0으로 부여된다. 각 평가위원의 선호순서 리스트로부터 합계빈도 행렬을 구하여 행합

(Row Total)에서 열합(Column Total)을 뺀 값이 큰 순서로 우선순위를 정하는 방법이다. 여기서 행합을 자기 뒤에 있는 대안의 총수를 나타내고, 열합은 자기 앞에 있는 대안의 총수를 나타낸다. 이를 위하여 본 연구에서는 GUI-type 프로그램을 개발하여 사용하였다.

- Heuristic Model 2

이 방법은 합계빈도행렬에서 원소(i, j)와 (j, i)를 비교하여 원소(i, j) > 원소(j, i)이면 원소(i, j)를 1로, 그 반대이면 0으로, 동등이면 1/2로 하여 새로운 행렬을 만들고 이 행렬에서 행합이 큰 순서로 우선순위를 정하는 방법이다.

- 취지집합 우선순위 모델

이는 Heuristic Model 2의 빈도 Matrix로부터 우선순위결정을 위하여 Fuzzy 집합이론을 응용한 모델이다. 여기서 n개의 개별 Fuzzy Matrix를 합한 Matrix의 Cell의 값은 nk가 부여되며 여기서 0 < k < 1의 값이다. 여기서 n는 평가위원의 Matrix수이고 k는 평가위원이 부여하는 수치(0~1)이다. Fuzzy 우선순위 관계(Fuzzy Rank Relation)의 기본개념은 X_{ij} , X_{ji} 와 같이 상호보완(Complement) Cells를 위한 다른 추가적인 Fuzzy Set, 즉 $X_{ij} - 1 - X_{ji}$ 가 필요하며 Fuzzy Set Matrix R을 구하고, 다음과 같이 R의 전치행인 R^T 와의 차이를 구하여 사용하였다.

$$R - R^T = \begin{cases} U(x,y) - U(y,x), & \text{if } U(x,y) > U(y,x) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

여기서 $U(x,y)$: Project x가 Project y보다 우세함을 뜻한다. 취지집합(Fuzzy Set)이론을 이용하여 우선순위를 결정하는 절차를 요약하면 다음과 같다:

단계 1 : 각 평가위원 선호순서로부터 합계빈도 행렬(Shannon의 방법으로부터 합계빈도 행렬(Summed Frequency Matrix)을 만든다.

단계 2 : 합계빈도행렬의 각 원소를 총 평가위원 수로 나누어 취지집합 행렬 R을 만든다.

단계 3 : $R - R^T$ 을 계산한다.

$$R - R^T = \begin{cases} U(x,y) - U(y,x), & \text{if } U(x,y) > U(y,x) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

단계 4 : 지배되지 않는 각 대안의 비율을 아래와 같이 계산한다.

$$X_{n \times ColA} = X_{ColA}^{ND} - 1 - \text{Max}(X_{1 \times ColA}, X_{2 \times ColA}, \dots)$$

즉 (R - R^T) Matrix에서 대안 a에 대한 지배되지 않는 값은 Col A에서의 큰 값을 1에서 뺀 값과 같다.

단계 5 : X^{ND} 를 내림차순으로 정렬하면 이것이 취지집합 순위결정 절차의 순위가 된다.

4. 의사결정지원 소프트웨어개발 및 적용사례

본 연구에서는 3 단계 과정을 수행하는 사업평가 시스템으로 사용자가 쉽게 사용 가능하고 결과 값을 쉽게 산출할 수 있도록 GUI-type의 프로그램을 개발 사용하였다.

4.1 브레인스토밍 구현 예

본 연구에서 개발된 프로그램을 사용하여 의사결정 수행과정을 보였다. 특히 의사결정 수행과정 중에서 SCM 구성대안 선정에 대한 시간과 비용에 따라 각 분야별 사업과 각 사업에 영향을 미치는 요인

들을 고려하여 4가지 대안에 대해 상위 레벨에서 하위 레벨로의 관계 도를 브레인스토밍을 통해서 구현을 하였다. 첫 단계는 문제분석과 목표에 대한 대안 선정 및 하위기준에 대한 아이디어 창출단계이다. 본 예제는 SCM 구성대안선정에 대해 서비스 기간과 비용에 따라 각 분야별 사업에 영향을 미치는 요인들을 고려하여 4 가지 대안에 각 전문가 등의 의견을 수립한 후 종합하여 상위 레벨에서 하위 레벨로의 관계 도를 브레인스토밍을 통해서 그림 8과 같이 구축하였다.

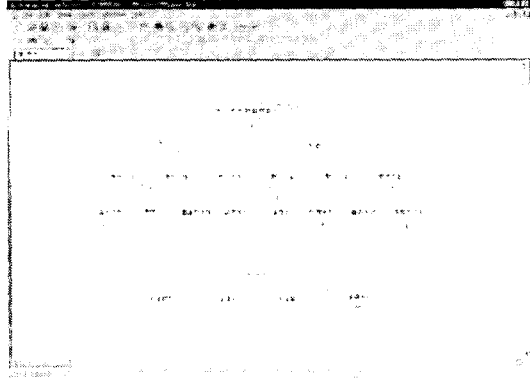


그림 8. 브레인스토밍구현 예

4.2 AHP의 구현 예:

단계 1에서 브레인스토밍을 통해서 구현된 계층적 구조는 본 연구에서 개발된 AHP프로그램, 즉 단계 2에서 브레인스토밍을 결과로부터 AHP 계층구조로 변환하고 각 레벨별로 쌍비교 매트릭스를 작성하여 입력하고, 이를 토대로 AHP 방법에 의해 계산을 수행한다. 이를 GUI-type으로 구현하였다. 그림 9는 AHP 계층도로 변환한 그림이다. 그림 10은 각 평가

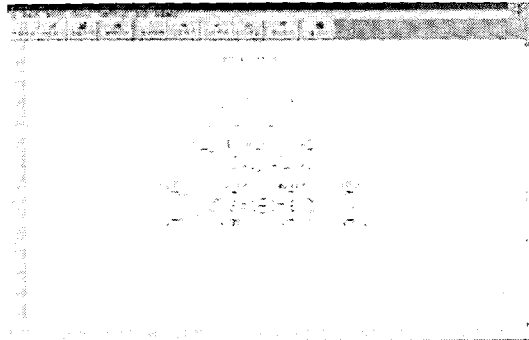


그림 9. AHP 계층 평가구조도 전환

위원으로부터 얻은 평가 데이터를 쌍비교 매트릭스로 입력하고 일관성을 체크하는 화면이고 본 예제에서 계산된 가중치 및 우선순위는 다음과 같다. E3(0.292) > E1(0.273) > E2(0.222) > E4(0.213). 각 계층별 요소에 대한 대안들의 쌍대비교 행렬표를 작성하였으며 행렬 표에 따른 각 레벨별 일관성 지수 및 Eigenvalues를 AHP로 모델링한 후 출력된 결과 값을 표 1과 같이 종합하여 제시하였다.

그림 10. 쌍비교 매트릭스 작성 및 일관성 지수 산정

표 1. 쌍 비교 행렬표

0) 레벨 I

A	시간	비용	Eig.
시간	1.0	1.0	0.5
비용	1.0	1.0	0.5

1) 레벨 II

비용	1분야	2분야	3분야	Eig.
1분야	1.0	3.0	1.0/9.0	0.133
2분야	1.0/3.0	1.0	1.0/8.0	0.067
3분야	9.0	8.0	1.0	0.800
CR	0.144			

4.3 우선순위 종합

단계 3은 다수 또는 다 그룹에서 평가된 대안의 우선순위를 종합화하여 최적대안을 선정하는 단계이다. 본 SCM구성대안에 대한 평가 위원별 대안 우선순위가 표 2와 같이 계산되었다. 표 2는 4명의 평가위원들이 평가한 4가지 대안의 우선순위이다.

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

평가위원별 대안을 대다수 법칙 방법론을 통해서 우선순위를 결정하기 위해 개발된 프로그램화면이 그림 6과 같다. 본 프로그램은 대다수법칙방법과 Fuzzy set 우선 순위 결정방법 등을 이용하여 최적 우선순위를 결정하기 위해 웹브라우저에서 활용가능하도록 개발하였다. 각 평가위원들이 대안별 우선순위를 산정하고 웹기반에서 입력된 우선순위를 웹 환경에서 바로 계산이 되어 대안의 우선순위를 출력하도록 구성되어있다. 그림 11은 웹 환경에서의 대안 평가를 수행하는 것을 나타내고 있다. 웹을 통한 대다수 법칙방법론에 따른 주어진 예제의 최적 대안을 계산한 결과는 표 3과 같다. 3 가지 기법을 통하여 결정된 최적대안은 두 번째 프로젝트(B)가 선정되었고 A, C, D순위는 최적대안은 기법마다 약간의 차이가 있었다.

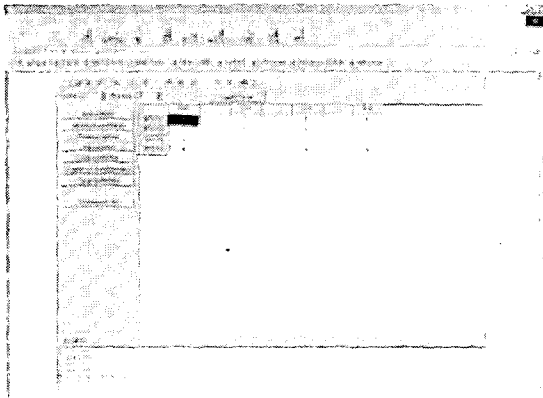


그림 11 웹 환경에서 대다수 법칙 방법론을 이용한 대안평가

표 3. 대다수 법칙 방법론에 따른 우선순위

No	대다수 법칙 방법론	대안별 순위
1	Heuristic Model 1	B>C>A>D
2	Heuristic Model 1	B>A>C>D
3	Fuzzy Set Ranking Method	B>C>A>D

5. SCM구성대안의 위험분석모델

본 연구는 SCM 구성대안의 성공 및 실패확률을 산정 하는 위험분석(Risk Analysis)을 위한 연구로서, CM구조상의 주요 불확실성요소(Uncertainty Factors)인 프로젝트의 수행기간(Time), 비용(Cost) 및 성과(Performance) 등의 계획은 실패 없이 추진되어야 하는 것이 중요하다. 다 단계 및 대형 SCM 구조일수록 그 성과 달성의 위험(Risk)성은 매우 크며 이러한 위험예측 및 분석이 매우 중요 시 된다. 본 연구에서는 이를 위한 위험분석(Risk Analysis)의 방법으로 일반적으로 쉽게 사용할 수 있는 위험요인 법(Risk Factor Analysis)과 확률적 Network 시뮬레이션 모델을 제시하고 이를 SCM구성대안의 위험분석에 응용하는 과정을 제시하였다. 본 연구에서 개발된 관련 프로그램을 보완 개발할 경우, 대형 SCM구성 대안 및 의 각종 의사결정 시에 매우 유용하게 활용될 수 있으리라 생각된다.

5.1 위험분석 개념

SCM 구성대안의 주요 불확실성 요소(Uncertainty Factors)인 서비스기간(Time), 비용(Cost) 및 성과(Performance) 등의 계획은 실패 없이 추진되어야 하는 것이 중요하다. 대형 SCM 구조일 경우 그 성과 달성의 위험(Risk)성은 크며 이러한 위험분석이 더욱 필요시 된다. 본 연구에서는 이를 위한 SCM구성대안의 위험 분석(Risk Analysis)의 방법으로 일반적으로 쉽게 사용할 수 있는 위험요인 법(Risk Factor Analysis)과 확률적 Network 시뮬레이션 모델을 제시하였다. 여기서 위험 분석이란 위험구분, 위험예측 및 평가 등의 과정이고, 위험관리는 계획된 위험의 통제와 관리 분석 과정을 포함한다. 이를 정리하면 그림 12 같다. 본 연구에서는 SCM대안의 위험분석에 활용될 수 있도록 그 사용 절차에 중점을 두었다. 위험분석이 SCM서비스 성과에 미치는 영향을 SCM 수행과정 즉 계획 및 운용 단계에 따라 그림 13과 같이 분류하였다. 본 연구에

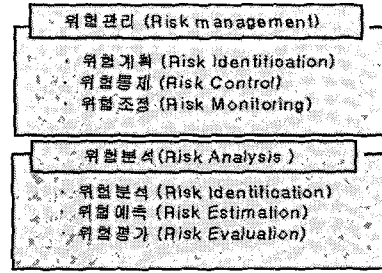


그림 12. 위험분석 및 위험관리의 범위

서는 SCM의 위험분석 요소를 그림 14와 같이 3가지로 구분하여 SCM의 수행과정에서 위험(Risk)이 무엇인지를 정의하고, 잠재 위험 요소들을 구분하고, 위험을 줄일 수 있는 대안들을 도출해 내는 과정 중점을 두었다.

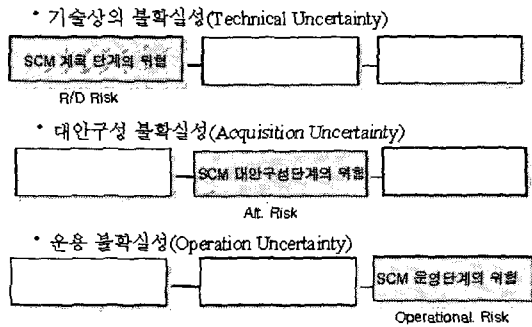


그림 13. 프로젝트 수행 단계별 위험분석 구분

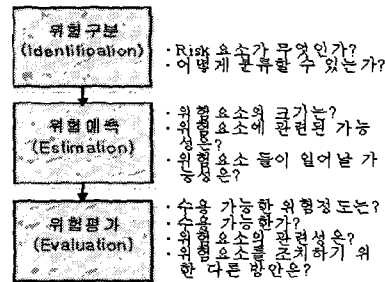


그림 14. 대안의 위험분석요소

5.2 위험분석 모형

SCM의 수행 각 단계에서 계획된 성과를 성공적으로 수행하는데 위험성을 분석하기 위한 실용적인 모형을 제시하였다. SCM 수행과정의 위험은 계획이 성공적으로 수행되지 못할 확률을 뜻하며 주로 다음과 같은 4가지 요인과 관련되어 분석될 수 있다.

- ① SCM의 성과에의 기여효과,
- ② 기술적 타당성,
- ③ 경제적 효과,
- ④ 제도적 타당성.

본 연구에서는 이러한 위험분석을 위한 실용 모형

으로 다음과 같이 2가지를 제시하였다.

1) 위험평가 요인법(Risk Factor Analysis Model):

이는 위험 요소들을 나열하고 AHP(Analytic Hierarchy Process) 방법에 의한 각 위험요소별 가중치(Weighted Value)를 구하고 이를 이용한 종합평가 평점을 계산하여 위험 확률 지에 적용하는 방법으로서 기존의 평점 법보다는 실용적이고 합리적인 방법이라고 볼 수 있다.

(2) Network Simulation Model[4] : SCM 수행의 각 단계의 활동을 Network로 구성한 각 활동의 시간(Time), 비용(Cost) 및 성과(Performance)의 확률 분포를 추정하여 실제로 소요횟수만큼(충분한 횟수) Simulation한 자료(Data)로부터 위험분석을 하는 방법으로 본 연구에서는 이를 위하여 VERT(Venture Evaluation and Review Technique) Network을 이용하였다.

· 위험 평가 요인 법

본 평가모형은 다음과 같이 2가지 평가단계의 각 평가가치를 고려하였다. 즉 기초평가(Base Case Assessment)와 연구 후 평가(Post-Research Assessment)이다. 기초평가는 대형 SCM구조일 경우 연구기관의 기초연구가 완전히 배제된 상황을 가정하고 순수 SCM계획만으로 SCM대안을 선정 수행할 때 이 계획이 성공할 확률을 추정하는 과정이다. 이 단계의 위험 추정치는 평가 표에 기초평가 치로 사용된다. 또한 연구 후 평가는 SCM을 위한 기초연구가 사전에 추진된 다음과 같은 상황에서 SCM 수행계획을 상대적으로 평가하기 위한 시도이다.

- ① SCM 계획이 완전히 성공했음.
- ② 공공 연구기관의 기초연구에 의하여 적극적인 지원과 제도상의 장애 요인을 제거시켜줌으로써 이 계획의 실용화 타당성을 증가시킨.

본 모형은 표 1과 같은 위험평가 표(SCM 분야에 따라 다름)를 이용하여 다음과 같이 4가지 단계에 따라 이루어지는 절차이다.

단계 1 : 각 평가항목의 평점란의 평점을 -2~+2로 평가한다.

단계 2 : 모든 항목들에 할당된 가중치(AHP기법에 의해서 구함)를 단계1의 점수에 곱하여 합을 구한 다음 위험 평가 표를 이용하여 이에 해당되는 성공 확률을 구한다.

단계 3 : 전체 위험 확률을 결정하기 위하여 4가지 요인의 확률 값을 곱한다.

단계 4 : SCM의 수행이 완전히 성공적이고 공공 연구기관이 SCM 운영업무에 대해 적극적으로 지원한다는 가정 하에 (즉, Post-Research) 이 절차를 반복한다.

다음 표는 가상적인 자료를 이용한 SCM의 위험 분석(예)의 결과이다. 먼저 기초평가인 경우에는 산업 경쟁력 증강에 대한 기여 가능성의 점수와 가중치의 합은 1.2이고 확률 지에서 이에 해당되는 확률은 0.93이다. 그리고 기술적 타당성과 경제적 효과 및 제도적 타당성의 확률은 각각 0.86, 0.91 및 0.93의 값으로 구해진다. 따라서 이 SCM계획이 성공할 확률은 $0.93 \times 0.86 \times 0.91 \times 0.93 = 0.68$ 로 계산되어지며, 실패할 확률은 $1 - 0.68 = 0.32$ 가 된다. 연구 후 평가의 경우에는 이 SCM계획이 성공할 확률이 0.74로 증가되며, 이때의 실패할 확률은 0.26이다. 표 1의 위험평가 표에서 각 평점에 대한 확률 표는 축적(Scale) -2~+2까지의 평점으로부터 가중치를 곱

려하여 각 평가 분야(산업 경쟁력 기여도, 기술적 타당성, 경제적 효과 및 제도적 타당성)의 종합 평점으로부터 구한 SCM계획의 성공확률의 자료로 다음과 같이 추정하여 구한 결과이다.

t : 평가평점,

f(t) : SCM계획의 성공할 확률.

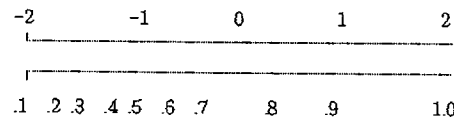
표 1. XXXX SCM계획의 위험평가결과(예):

주요항목	AHP 가중치	평 점			
		평 점		가중치 고려	
		기초	연구후	기초	연구후
1. 필요성	0.2	1	1	0.2	0.2
2. 비용의 기여도	0.3	1	1	0.3	0.3
3. 서비스신뢰성	0.1	0	0	0	0
4. 활용성	0.1	1	1	0.1	0.1
5. 경쟁성	0.2	2	2	0.4	0.4
6. 실용성	0.1	2	2	0.2	0.2
	P_E			1.2	1.2

주요항목	AHP 가중치	평 점			
		평 점		가중치 고려	
		기초	연구후	기초	연구후
1. 기술적가능성	0.3	1	1	0.3	0.3
2. 기술적성숙기간	0.2	2	2	0.4	0.4
3. 전문가의 경험	0.1	1	1	0.1	0.1
4. 운영의 난이도	0.2	2	0	0.4	0.0
5. 기술적 적응성	0.1	1	1	0.1	0.1
6. 설비의 활용성	0.1	2	2	0.2	0.2
	P_E			0.6	1.1

주요항목	AHP 가중치	평 점			
		평 점		가중치 고려	
		기초	연구후	기초	연구후
1. 소요예산의 적정성	0.3	0	0	0.0	0.0
2. 운영유지비의 적절성	0.3	1	1	0.3	0.3
3. 기술(연구개발)기반조성	0.2	1	1	0.2	0.2
4. 비용의 절감	0.2	2	2	0.4	0.4
	P_E			0.9	0.9

주요항목	AHP 가중치	평 점			
		평 점		가중치 고려	
		기초	연구후	기초	연구후
1. 관련부서의 의지	0.3	2	2	0.6	0.6
2. 법적 장애요인	0.4	1	1	0.4	0.4
3. 환경적 장애 요인	0.2	2	2	0.4	0.4
4. 미성숙도	0.1	2	0	0.2	0.0
	P_E			1.2	1.4



$P_E \cdot P_r \cdot P_E \cdot P_r - P_E$
 $P_E \cdot P_r \cdot P_E \cdot P_r - P_E$
 $0.93 \times 0.86 \times 0.91 \times 0.93 - 0.68$
 $0.93 \times 0.92 \times 0.91 \times 0.95 - 0.74$

여기서 f(t)는 SCM계획의 분야의 특성에 따라 여러 분포를 사용할 수 있으나 본 예에서는 Wei(c,β) 분포를 사용하였으며 여기서 가상자료(실제자료 가용 시 실 자료를 활용)로부터 c 및 β를 추정하였다. 본 모형의 응용은 실제 문제에서 간편하면서도 일반적인 평점법(Checklist 및 간이 확률 지)보다는

합리적이므로 이의 계산과정을 전산화하고 주요 항목별 평점을 주관적인 확률 Code(Computer Aided Subjective Probability)에 의하여 전문가의 의견을 사용하여 객관적인 판단을 도출해 내도록 개선될 경우 널리 활용될 수 있을 것이다.

• **위험분석을 위한 Network Simulation 모형**
본 모형은 기술 및 여건변화에 신속히 대처해 가기 위하여 확률적 시뮬레이션 모형에 의한 위험분석 방법이다. SCM계획의 각 활동의 Network를 작성하고 전체 Network System에서 기간(T), 비용(C), 및 성과(P) 등의 불확실한 요인을 고려하여 성공(또는 실패) 확률을 계산한다. 이를 도시하면 그림 4와 같다.

- 각 활동의 T, C 및 P의 확률분포 함수의 각 페러미터를 먼저 추정하고, 시뮬레이션 과정을 통하여 얻은 자료로부터 요구되는 위험도를 계산하였다. 본 연구에서는 VERT(Venture Evaluation and Review Technique)를 활용하여 그림 4에서와 같이 R&D 프로젝트를 Network 모형으로 표현하고 시작 Node에서 종료 Node까지의 각 Node각 활동에 주어진 확률분포에 따라 각 완료시간, 비용 및 성과의 시행값을 구하고 이를 요구 값수만큼 반복 시행하여 구한 통계적 자료를 분석을 하였다.

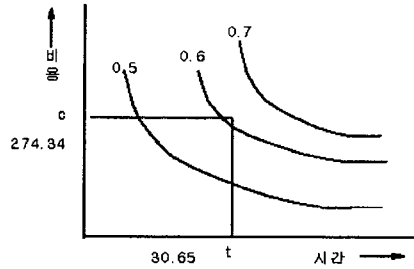


그림 16. SCM의 서비스 비용/시간에 대한

성공확률(예) 높으며 SCM의 실패 확률 추정에 유용하게 활용될 수 있으나 SCM의 각 활동의 위험요소(T, C, P)의 확률분포 함수 및 페러미터의 예측이 어려우며 실제 Data준비 및 전산 입력과정 등이 복잡하여 실무에 활용되기까지는 많은 연구가 계속되어야 할 것이다.

5.3 위험분석 모형의 응용

1) SCM계획구조의 개요

앞의 예제를 확률적 네트워크시뮬레이션(Stochastic Network Simulation)방법을 이용하여 활동 1-2(기초연구)를 4개 분야, SCM구성단계(STRT), 대안분석(ALT), 시스템구성(STRCT), 및 적정대안선정(SLTALT) 등 4가지 분야의 기초연구를 수행하고, 활동 2-3(SCM 구조설계)은 공급자(SPLOK), 대리점(RTLOK), 및 운영정보시스템(OPRSOK)을 개발하도록 하였으며, 활동3-4(부분단계 시스템 개발)도 공급자, 배송센터 및 소매점 등으로 구성되어 있다.

- 본 네트워크는 기초연구를 완료하여 선행개발에 착수하려는 시점에 있으며, 본 시스템은 4개 분야의 기초연구와 3개 분야의 SCM 구조설계로 구분된다. 개발시험(DT)과 운용시험(OT)은 체계결합(System

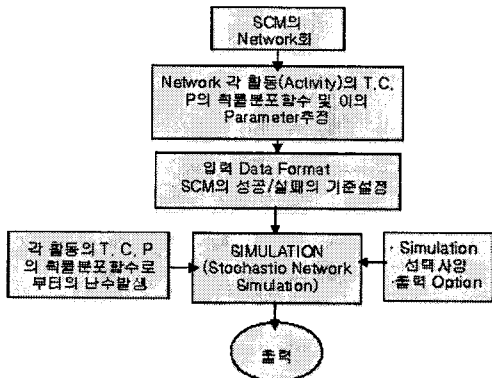


그림 15. 확률적 Network 시뮬레이션 구조.

본 모형에서는 각 종료 Node 및 합성된 종료 Node에 대한 위의 정보는 자동 출력되며 내부 Node의 임의의 구간(내부 Node와 내부 Node사이)은 필요시 출력될 수 있다. 출력항목(시간, 비용, 성과)중 비용은 경로비용(Path. Cost)과 전체비용(Overall Cost)을 모두 계산하여 분리 출력하였으며, 임의의 Arc나 Node의 여유시간 역시 필요시 위의 형태로 출력될 수 있다. 이외에 전체 고객 요망 서비스기간을 몇 개의 구간으로 나누어 각 구간별 소요 예산 및 수행 성과를 구할 수도 있도록 하였다(이 정보는 연간 예산 배정 등에 유용하다). 또한 시간과 비용의 2차원 평면에서 그림 16과 같은 위험분석을 수행할 수 있는 기능을 고려하였다.

본 모형에서 분석 가능한 사항은 다음과 같다.

- ① SCM 고객 서비스 기간 및 비용의 기대치와 신뢰구간 계산,
- ② SCM의 서비스 성공확률,
- ③ 2차원 위험분석.

본 Network 모형은 다양한 출력과 그 신뢰성이

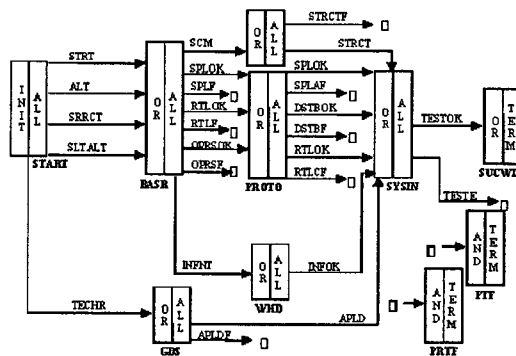


그림 17. 연구·개발 프로젝트의 Block Diagram

Integration) 후에 실시한다. 본 CM구조 설계사업은 선행개발단계로서 선행 구조를 개발하여 기능시험을 한 후 실용개발로의 전환여부를 결정한다. 본 SCM 구조설계의 시험결과 비용이 2 억원을 초과하면 본 CM계획은 경제성이 없는 것으로 판단하고 중단하

며 본 SCM계획의 위험분석을 위하여 그림 17과 같이 VERT Network으로 표시하였다.

2) 입력 Data

본 Network Simulation Model을 사용하기 위한 입력 Data는 크게 다음과 같이 3가지의 가상적인 입력 자료들이 준비된다.

1) Control Module

본 Simulation의 각종 선택(Option)변수들이 입력되며, 입출력내용, 문제의 기술 등의 내용들의 통제 변수들이 입력된다.

2) 활동(Activity) Module Activity의 이름과 출발, 도착 Node관련자료, 활동시간(T),비용(C) 및 성능(P)의 확률분포의 페러미터 기타 활동과 관련된 Data들이 입력된다.

3) Network Simulation Test Run결과

Network Simulation Model의 수행결과 기대비용 및 시간은 그림 8에서 구할 수 있다. 총 기대비용은 6.101억원이며 95%의 신뢰도를 가지려면 약 10562.86억원이 되며 70%의 신뢰도를 가지려면 약 5.761억원이 소요된다. 이를 기간별로 요약하면 다음 표 5-8과 같다. 3년 간의 도입기간동안 약 85%의 확실성을 가진 추정비용은 그림 18에서 보면 7.992억원이 된다. 또한 도입 기간의 분석을 위한 출력을 요약하면 표 2와 같다. 사업기간은 그림 18에서와 같이 기대기간이 43개월이고 95%확실성을 가지려면 약 81개월 70%확실성을 가지려면 약 40개월이 소요된다.

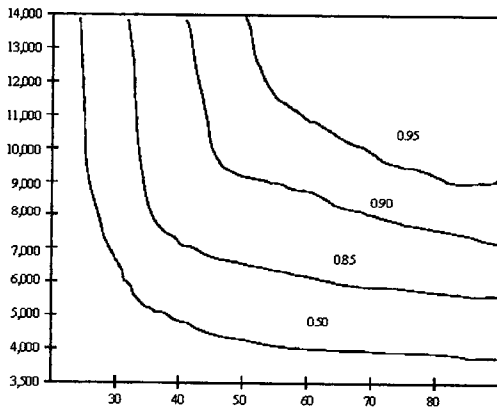


그림 18. 위험분석결과(예)

6. 결론

본 연구에서는 다 단계, 다 속성 구조를 가지는 SCM 구성대안의 위험 평가를 위한 2 단계 접근 방법을 제안하였다. 첫 번째 단계에서 SCM구성 대안을 평가하기 위하여 3 단계접근방법을 제안하고 이 전산프로그램을 개발하여 각 단계별 실험예를 들어 구현하여 보였다. 본 연구에서 개발된 3 단계 방법인 브레인스토밍, AHP 및 Fuzzy Set Ranking기법 그리고 그룹에 의해 평가된 대안의 우선순위를 종합 할 수 있는 우선순위종합모형을 통해서 최적 SCM구성을 위한 최적대안을 선정할 수 있도록 하였다. 이를 위해서 GUI-type으로 구현하여 사용자

가 쉽게 프로그램을 운영하도록 하였다.

두 번째 단계에서는 불확실성이 큰 SCM 시스템 구성대안의 성공적인 목표달성 확률을 예측하고 목표 달성의 확실성을 높이기 위하여 SCM 구성 대안의 서비스 비용, 기간 및 성과간의 관계로부터 최선의 대안을 도출하는데 그 목적이 있다. 이를 위하여 먼저 SCM구조의 개념과 위험(Risk) 요소들을 구분하고, 위험분석을 위한 방법으로 간편하게 활용할 수 있는 AMP가중치의 확률 지를 이용한 위험분석 모형과, VERT를 이용한 Network 시뮬레이션 모형을 제시하였다. 이를 성공 및 위험성이 큰 대형 SCM 구성 대안의 위험분석에 적용하고 그 결과(예)를 보였다. 계획된 SCM구성 대안의 성공 및 실패할 확률과 사업의 성공적인 수행에 필요한 시간과 비용을 예측할 수 있어 각 Node와 활동의 Data 수집과 보다 확실한 분포의 추정방법이 추가 보완되어야 할 것이다. 본 연구는 추후로 복합계층 및 복합 우선순위 결정을 위한 의사결정지원 시스템 및 위험분석모델의 개발 및 각 평가자가 인터넷기반으로 실시간 모델링, 자료입력 그리고 평가가 가능한 프로그램으로 추가적 보완할 예정이다.

참고문헌

1. Barbarosoglu, G. & 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.
2. Bodenstei,E.D., "Uncertainty and Stress in an R&D Project Environment", R&D Management, Vol. 19, No. 4, 1989.
3. Criterium Decision Plus User Manual, InfoHarvest, 1995.
4. Expert Choice User Manual, Expert Choice Inc, 1993.
5. Fahrni,P., "An Application-Oriented Guide to R&D Project Selection and Evaluation Methods", R&D Management, Vol. 20, No. 2, 1990.
6. Fishburn, P.C., "A Comparative Analysis of Group Decision Methods." Behavioral Science, Vol. 16, pp. 538-544, 1971.
7. French, S., "Interactive Multi-objective Programming: Its Aims, Applications and Demands.", Journal of Operation Resear췌 Society, Vol. 35, No. 9, pp. 827-834, 1984.
8. Moeller,G.L., "Operations Planning with VERT", Opns. Res.,Vol. 29, No.4, pp. 676-697, 1981.
9. Robert, F. D., Ernest, H. F., "An Analytic Approach to Marketing Decisions.", PRENTICE HALL, 1991.
10. Saaty, T. L., "The Analytic Hierarchy Process.", McGraw-Hill, 1980.
11. Saaty, T. L., "The Analytic Hierarchy Process.", McGraw-Hill, New York, 1981.
12. Zahedi, F., "The analytic Hierarchy Process-A Survey of the Method and it's Applications." Interfaces, Vol. 16, No. 4, pp.96-104, 1986.
13. 황홍석, "연구개발 Project 관리를 위한 확률적 Network 기법 연구", ADD 연구보고서, MAAD-405-85116, 1985.10.