

확률적 네트워크 Simulation 방법을 이용한 프로젝트의 위험분석모델

A Stochastic Network Simulation Model for Project Risk Analysis

황 흥 석

Hwang Heung-Suk

동의대학교 산업공학과

Abstract

본 연구는 대형 프로젝트의 위험분석을 위한 확률적 Network 시물레이션모델의 연구로서 Simulation방법으로 프로젝트의 성공 및 실패확률을 산정 하였다. 프로젝트의 주요 불확실성 요소(Uncertainty Factors)인 프로젝트의 수행기간(Time), 비용(Cost) 및 성과(Performance) 등의 계획은 실패 없이 추진되어야 하는 것이 중요하다. 연구 개발 및 신기술개발과 같이 대형 프로젝트의 경우, 그 성과 달성의 위험(Risk)성은 매우 크며 이러한 위험 예측 및 분석이 프로젝트의 성공적인 수행을 위하여 매우 중요 시 된다. 본 연구에서는 이를 위한 위험분석(Risk Analysis)의 방법으로 일반적으로 쉽게 사용할 수 있는 위험요인법(Risk Factor Analysis)과 확률적 Network 시물레이션모델을 제시하였으며 또한 이를 위한 Simulation프로그램을 개발하였으며 이를 신 기술개발 프로젝트에 응용하는 과정을 보였다. 본 연구에서 개발된 관련 프로그램을 보완 할 경우 대형 프로젝트의 각종 의사결정 시에 매우 유용하게 활용될 수 있으리라 생각된다.

Keyword : Stochastic Network Simulation, Project Evaluation, Risk Analysis

1. 개요

본 연구는 프로젝트의 위험분석(Risk Analysis)방법의 연구이다. 프로젝트의 주요 불확실성 요소(Uncertainty Factors)인 프로젝트의 수행 기간(Time), 비용(Cost) 및 성과(Performance) 등의 계획은 실패 없이 추진되어야 하는 것이 중요하다. 연구·개발 및 신기술이나 대형 설비의 획득 프로젝트의 경우일수록 그 성과 달성의 위험(Risk)성은 크며 이러한 위험분석이 더욱 필요시 된다. 본 연구에서는 이를 위한 위험 분석(Risk Analysis)의 방법으로 일반적으로 쉽게 사용할 수 있는 위험 요인법(Risk Factor Analysis)과 확률적 Network 시물레이션 모델을 제시하고 이를 R&D

프로젝트에 응용하는 과정을 제시하였다. 프로젝트의 수행 과정에서 수행 성과의 위험(Risk)성이 관련되어 있을 경우 위험 구분, 평가 및 통제 등 위

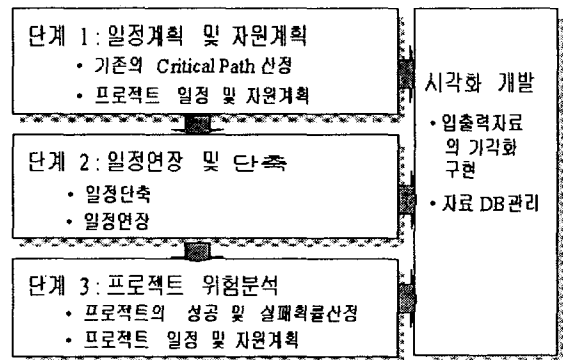


그림 1. Donggeui Visual-PERT/CPM 개발 과정

험 분석이 이루어져야 할 것이다. 여기서 위험 분석이란 위험구분, 위험예측 및 평가 등의 과정이고, 위험관리는 계획된 위험의 통제와 관리 분석 과정을 포함한다. 이를 정리하면 그림 2와 같다.

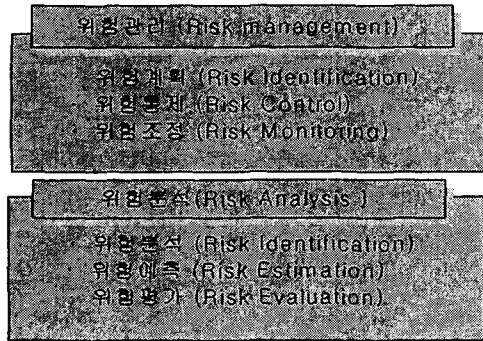


그림 2. 위험분석 및 위험관리의 범위

위험평가(Risk Evaluation)는 위험이 예상되는 곳에 대한 적절한 조치 및 반응을 위한 절차로서 의사결정자의 여러 가지 의사결정 경우마다 이에 따른 결과를 위험측면에서 분석하는 과정이다. 이러한 위험분석과정 즉 위험구분, 예측 및 평가는 정확하게 구분할 수는 없으나 각각 서로 동시에 같은 방법을 사용하여 중복되게 이루어지기도 한다. 그림 3은 이러한 중복되는 경우를 표시한 것이다. 이러한 위험분석은 위험 자체가 위험분석 비용보다 클 경우에만 적절하다고 생각되어질 것이다. 즉 "얼마나 많은 비용을 Project의 위험을 줄이기 위

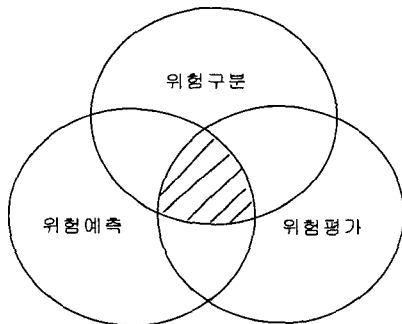
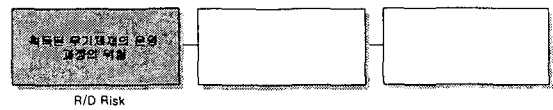


그림 3. 위험분석 구성 요인

하여 사용할 것인가?"하는 문제를 생각해보면, 전혀 위험 분석이 없을 경우의 프로젝트 수행은 가능한 최대의 위험을 안고 추진될 것이며 이로 인

한 위험(기대손실) 또한 매우 클 것이다. 특히 R&D 및 대형 설비획득 프로젝트의 경우 위험 분석의 효과는 매우 크며, 이 분야에 위험 분석이 응용된 것은 아직 그 초기 단계에 있다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 일반 프로젝트, 대형 R&D 프로젝트의 위험분석에 활용될 수 있도록 그 사용 절차에 중점을 두어 연구하였다. 위험분석이 프로젝트 수행에 미치는 영향을 프로젝트의 진행과정 즉 R&D, 획득 및 운용 단계에 따라 그림 4와 같이 분류하였다.

- 기술상의 불확실성(Technical Uncertainty)



- 획득 불확실성(Acquisition Uncertainty)



- 운용 불확실성(Operation Uncertainty)



그림 4. 프로젝트 수행 단계별 위험분석 구분

2. 위험분석 모형

본 연구에서는 이러한 위험분석을 위한 실용 모형으로 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 평점법 보다는 실용적이고 합리적인 방법이라고 볼 수 있다.

(2) Network Simulation Model[4] : 프로젝트 수행에서 각 단계의 활동을 Network로 구성한 각 활동의 시간(Time), 비용(Cost) 및 성과(Performance)의 확률분포를 추정하여 실제로 소요횟수만큼(충분한 횟수) Simulation한 자료(Data)

로부터 위험분석을 하는 방법으로 본 연구에서는 이를 위하여 VERT Network을 이용하였다.

2.1. 위험 평가 요인법

본 평가모형은 다음과 같이 2가지 평가단계의 각 평가치를 고려하였다. 즉 기초평가(Base Case Assessment)와 연구후 평가(Post-Research Assessment)이다. 기초평가는 대형 프로젝트일 경우 공공 연구기관에의 기초연구가 완전히 배제된 상황을 가정하고 순수 투자만으로 프로젝트를 수행할 때 이 계획이 성공할 확률을 추정하는 과정이다. 본 모형은 표 1과 같은 위험평가 표(프로젝트 분야에 따라 다름)를 이용하여 다음과 같이 4가지 단계에 따라 이루어지는 절차이다.

단계 1 : 각 평가항목의 평점 란의 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 : 프로젝트의 수행이 완전히 성공적이고 공공 연구기관이 프로젝트수행 업무에 대해 적극적으로 지원한다는 가정 하에 (즉, Post-Research) 이 절차를 반복한다.

표 1은 가상적인 자료를 이용한 R&D 프로젝트의 위험분석(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 R&D 프로젝트가 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 프로젝트가 성공할 확률이 0.74로 증가되며, 이때의 실패할 확률은 0.26이다. 표 1의 위험평가 표에서 각 평점에 대한 확률 표는 축척(Scale) -2~+2까지의 평점으로부터 가중치를 고려하여 각 평

가 분야(산업 경쟁력 기여도, 기술적 타당성, 경제적 효과 및 제도적 타당성)의 종합 평점으로부터 구한 R&D 프로젝트의 성공확률의 자료로 다음과 같이 추정하여 구한 결과이다.

t : 평가평점,

f(t) : 평가평점에 해당하는 프로젝트의 성공할 확률.

여기서 f(t)는 프로젝트의 분야와 특성에 따라 여러 분포를 사용할 수 있으나 본 예에서는 Wei(α, β)분포를 사용하였으며 여기서 가상자료(실제 자료 가용 시 실 자료 활용)로부터 α 및 β 를 추정하였다. 각 활동의 T, C 및 P의 확률분포 함수의 각 파라메타를 먼저 추정하고, 시물레이션 과정을 통하여 얻은 자료로부터 요구되는 위험도를 계산하였다.

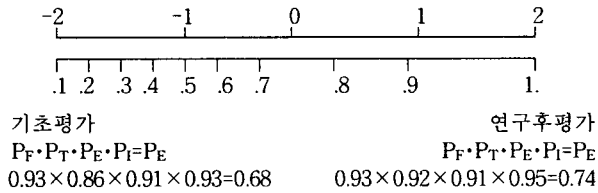
표 1. Project 위험평가표(예:)

· 산업 경쟁력에의 기여도					
주요항목	AHP 가중치	평 점		가중치 고려	
		기 초	연구후	기 초	연구후
		1. 필요성	0.2	1	1
2. 비용의 기여도	0.3	1	1	0.3	0.3
3. 신뢰성	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. 진부화	0.1	2	2	0.2	0.2
	P _F		1.2	1.2	

· 기술적 타당성					
주요항목	AHP 가중치	평 점		가중치 고려	
		기 초	연구후	기 초	연구후
		1. 기술적가능성	0.3	1	1
2. 기술적 성취기간	0.2	2	2	0.4	0.4
3. 전문가의 경험	0.1	1	1	0.1	0.1
4. 난이도	0.2	-2	0	-0.4	0.0
5. 기술 진부화	0.1	1	1	0.1	0.1
6. 설비	0.1	2	2	0.2	0.2
	P _T		0.6	1.1	

· 경제적 효과					
주요항목	AHP 가중치	평 점		가중치 고려	
		기 초	연구후	기 초	연구후
		1.소요예산의 적정성	0.3	0	0
2.운영유지비의 적절성	0.3	1	1	0.3	0.3
3.기술(연구개발)기반 조성	0.2	1	1	0.2	0.2
4.순기비용(LCC)의 적절성	0.2	2	2	0.4	0.4
	P _E		0.9	0.9	

· 제도적 타당성	AHP 가중치	평 점			
		평 점		가중치 고려	
		기초	연구후	기 초	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 장애요인	0.2	2	2	0.4	0.4
4. 미성숙도	0.1	-2	0	-0.2	0.0
	P _i		1.2	1.4	



2.2 위험분석을 위한 Network Simulation 모형

본 모형은 기술 및 여건변화에 신속히 대처해 가기 위하여 VERT(Venture Evaluation and Review Technique)를 이용한 확률적 시뮬레이션 모형에 의한 위험분석 방법이다. 프로젝트 수행의 각 활동의 Network를 작성하고 전체 Network System에서 기간(T), 비용(C), 및 성과(P) 등의 불확실한 요인을 고려하여 성공(또는 실패) 확률을 계산한다. 본 연구에서는 VERT(Venture Evaluation and Review Technique)를 활용하여 그림 5에서와 같이 R&D 프로젝트를 Network 모형으로 표현하고 시작 Node에서 종료 Node까지의 각 Node각 활동에 주어진 확률분포에 따라 각 완료시간, 비용 및 성과의 시행 값을 구하고 이를 요구 횟수만큼 반복 시행하였다.

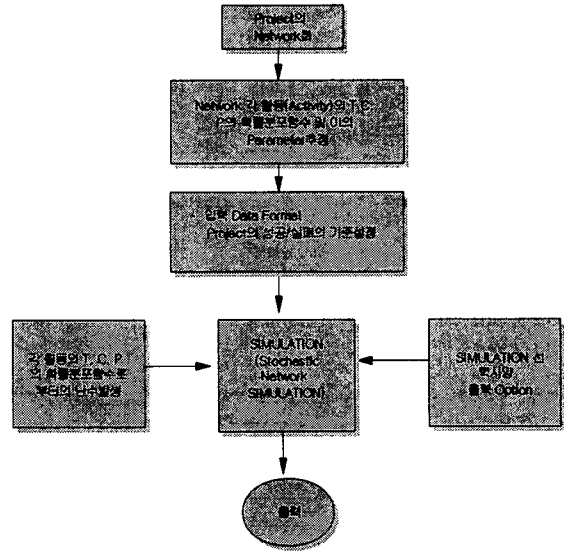


그림 5. 확률적 Network 시뮬레이션 구조.

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 기간을 몇 개의 구간으로 나누어 각 구간별 소요 예산 및 수행 성과를 구할 수도 있도록 하였다(이 정보

는 연간예산 배정 등에 유용하다). 또한 시간과 비용의 2차원 평면에서 그림 5와 같은 위험분석을 수행할 수 있는 기능을 고려하였다.

- ① 프로젝트 완료시간 및 비용의 기대치와 신뢰구간 계산,
- ② 성공확률,
- ③ 2차원 위험분석.

3. 위험분석 모형의 응용

1) 프로젝트의 개요

앞의 예제를 VERT를 이용한 확률적 시뮬레이션(Stochastic Network Simulation)방법을 이용하여 활동 1-2 (기초연구)를 4개 분야 추진제

(Propuls), 탄두(WHEAD), 본체(MBODY), 및 유도장치(GUIDE)등 4가지 분야의 기초연구를 수행하고, 활동 2-3(본체설계)도 3개의 본체(PTAOK, PTBOK, PTCOK)를 개발하도록 하였으며 활동 3-4(시제품제작)도 3개의 시제품을 제작하여 이중 1개 이상의 성공적인 시제가 개발되면 다음단계의 시험평가를 하도록 하였다. 이를 VERT Network을 작성하면 그림 6과 같다.

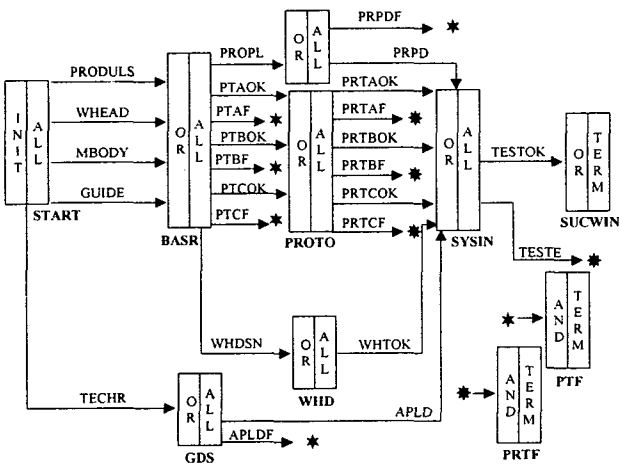


그림 6. 연구·개발 프로젝트의 Block Diagram

2) 입력 Data

VERT Model을 사용하기 위한 입력 Data는 크게 다음과 같이 3가지의 입력 자료들이 준비된다.

- Control Module : 본 Simulation의 각종 선택 (Option)변수들이 입력되며, 입출력내용, 문제의 기술 등의 내용들의 통제변수들이 입력된다.
- 활동(Activity) Module : Activity의 이름과 출발, 도착 Node관련자료, 활동시간(T),비용(C) 및 성능(P)의 확률분포의 파라미터 기타 활동과 관련된 Data들이 입력된다.
- Node Module : 각 Node의 종류와 이름 등 Node에 관련된 Data들이 입력된다.
- Sample 입력 File

3) Network Simulation Test Run결과

VERT Network Simulation Model의 수행결과 기대비용 및 시간은 그림 9에서 구할 수

있다. 총 기대비용은 6.101억원 이며 95%의 신뢰도를 가지려면 약 10562.86억원이 되며 70%의 신뢰도를 가지려면 약 5.761억원이 소요된다. 이를 기간별로 요약하면 다음 표 2와 같다.

표 2. xx Project의 위험평가 결과

구분	내용	비교(confidence)
년도별 소요비용	1차년도: 3.948억	88%
	2차년도: 1.866억	83%
	3차년도: 2.076억	76%
	계 7.891억	85%
사업 성공확률	*소요예산7.9억원으로85% *소요기간 43개월로 80%	
기간 45개월 예산5.5억원으로	45%	85%로 높이기 위하여추가소요 예산 1억원소요

3년 project 수행기간동안 약 85%의 확실성을 가진 추정비용은 그림 7에서 보면 7.992억원이 된다. 사업기간은 그림 7에서와 같이 기대기간이 43개월이고 95%확실성을 가지려면 약 81개월 70%확실성을 가지려면 약 40개월이 소요된다. 또한 비용(cost)-기간(time)에 대한 성공별 확률(risk)을 구할 수 있다.

프로젝트 시간-비용에 따른 위험 결과 (예:)

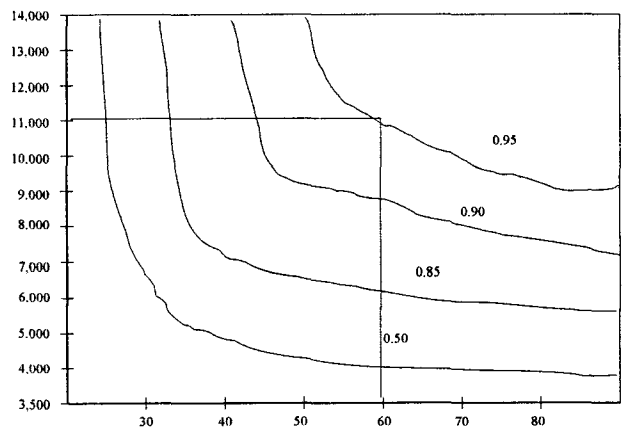


그림 7. 프로젝트 비용-시간 관계 예:

4. 결론

최근에 발전하고 있는 Network상의 프로젝트관리

의 기반이 되는 시각화 프로그램을 개발하여 추후 보완 연구될 경우 실무에 크게 활용 가능하다. 기존의 PERT/CPM 단계로부터 한층 확장된 GUI-TYPE 프로그램 개발로 다양한 기능을 추가하였다.

- 입출력의 시각화
- 일정 단축 및 일정연기에 따른 분석
- 프로젝트의 성공 실패 확률 산정
- 기타 다양한 출력의 시각화

본 연구는 불확실성이 큰 R&D 프로젝트를 수행이 프로젝트의 성공적인 목표 달성 확률을 예측하고 목표 달성의 확실성을 높이기 위하여 프로젝트의 비용, 기간 및 성과간의 관계로부터 최선의 대안을 도출하는데 그 목적이 있다. 이를 위하여 먼저 프로젝트의 개념과 위험(Risk) 요소들을 구분하고, 위험분석을 위한 방법으로 간편하게 활용할 수 있는 AHP가중치와 확률 지를 이용한 위험 분석모형과, VERT를 이용한 Network 시뮬레이션 모형을 제시하였다. 이를 성공 및 위험성이 큰 대형 R&D 프로젝트의 위험분석에 적용하고 그 결과(예)를 제시하였다.

참 고 문 헌

1. 황홍석, "연구개발 Project 관리를 위한 확률적 Network 기법 연구", ADD 연구보고서, MAAD-405-85116, 1985.10.
2. Bodenstei,E.D., "Uncertainty and Stress in an R&D Project Environment", R&D Management, Vol. 19, No. 4, 1989.
3. Fahrni,P., "An Application-Oriented Guide to R&D Project Selection and Evaluation Methods", R&D Management, Vol. 20, No. 2, 1990.
4. Moeller,G.L., "Operations Planning with VERT", Opns. Res.,Vol. 29, No. 4, pp. 676-697, 1981.
5. Lee,S.L., Network Analysis for Management Decisions, Kluwer-Nijhoff Pub.,Hingham, MA,C.,1981.
6. Lane,E.F. and W.A.Verdini,"A Consistency

- Test for AHP Decision Makers", Decision Science, Vol.20(1989).
7. "Post-Challenger Evaluation of Space Shuttle Risk Assessment and Management",National Academy Press, Jan. 1988.
8. Zahedi,F., "The Analytic Hierarchy Process: A Survey of the Method and its Applications", Interfaces,Vol.16,No,4(1986).
9. Lee,S.L., Network Analysis for Management Decisions, Kluwer-Nijhoff Pub., Hingham, MA,C.,1981.