

VERT를 이용한 위험 분석 사례연구

안병찬* · 이정구*

Case Study of Risk Analysis Using VERT

Ahn Byung Chan* · Lee Jeong Gu*

ABSTRACT

This paper shows the case study of risk analysis in an weapon system research and development project. For risk analysis, an advanced stochastic networking technique-VERT(Venture Evaluation and Review Technique) is used. Assumptions for activities of network diagram and conversion methods from PERT(Program Evaluation and Review Technique) to VERT are discussed. Also, simulation result is presented and discussed.

1. 서 론

우리나라의 방위산업은 70년대초 전반적으로 산업수준이 미약한 가운데 출발하여 정부의 자주 국방을 위한 강력한 방위산업 건설의지와 방위산업체들의 적극적인 참여로 우리 군이 필요로 하는 기본병기의 양산체제를 구축하였고, 일부 고도 정밀무기체계의 생산기반을 구축하여 우리 군의 전력증강 목표달성과 우리나라 중화학공업 발전에 크게 기여하였다.

방위산업이란 방산물자를 생산하는 업체를 말하며, 방산물자란 무기체계로 채택된 물자 혹은 연구개발후 무기체계로 채택될 것으로 예상되는 물자를 말한다. 또한 무기체계란 무기와 이에 관련된 물적 요소와 인적 요소의 결합체로서 전투수행과정에서 무기의 사용목적을 달성하는데 필요한 기재, 자재, 시설, 인원, 보급, 그리고 전술, 전략 및 훈련등으로 성립되는 전체의 체계라 정의할 수 있다. 이러한 무기체계의 일반적이며 공통적인 특성을 열거하면 다음과 같다.[2]

* 국방과학연구소

1) 무기체계의 다양성

과거에는 무기가 무기자체의 고유한 특정 임무 하나만을 수행할 수 있도록 연구개발되었으나, 최근 급속하게 발달된 현대 과학기술이 군사목표에 적극적으로 응용되어 무기체계의 기능과 역할이 다양화되고, 또한 특정한 군사적 임무를 수행할 수 있는 대체적 무기체계의 수가 증가되었다.

2) 무기체계의 복잡성

현대 과학기술의 발전은 무기체계의 성능과 형태에 일대 혁신을 초래하여 무기의 사거리, 정확도, 파괴력등의 기능을 강화시켰으며, 이에 대응하는 무기체계와의 경쟁적인 발전은 계속 추가적인 장치를 부가시켜 복잡성은 계속 증대되었다.

3) 무기체계의 고가성

무기체계는 복잡다양하고 질적 수준이 계속 향상되어 가고 있으며, 또한 무기의 질적 향상추세는 무기체계의 획득비용, 운영유지비용을 급격히 증대시켰다.

4) 무기체계의 진부성

과학기술의 발전속도의 가속화는 무기체계의 평균 유효수명을 대폭 단축시키고 있으며, 극단적인 경우 무기체계가 연구개발되어 야전에 배치되기도 전에 신기술의 도입으로 연구개발을 포기하거나 배치후 수개월만에 퇴역하는 예가 허다하다.

5) 무기체계의 기밀성

무기체계는 적을 파멸시키기 위한 것으로 적에

게 기습적인 충격효과를 가할 수 있어야 하며, 그러기 위해서는 무기체계의 구상부터 배치에 이르기까지 비밀을 유지해야 한다.

6) 무기체계 수요의 제한성

무기체계란 자국 방어를 위한 경우가 대부분이므로, 수요자가 해당 국가로 제한되어 경제성이 결여되기 쉬우며 따라서 무기체계 전순기를 검토하여 과학적인 비용 대효과 분석을 통하여 획득하여야 한다.

7) 무기체계의 파급효과

일반적으로 무기체계는 복잡다양하며 비용이 많이 들고 위험부담율도 높은 반면 최신 기술을 개척할 수 있는 기회도 많이 가지며 부차적인 이익 특히 기술적, 경제적인 파급효과가 크다.

8) 무기체계 개발기간의 장기화 및 개발실패의 위험성

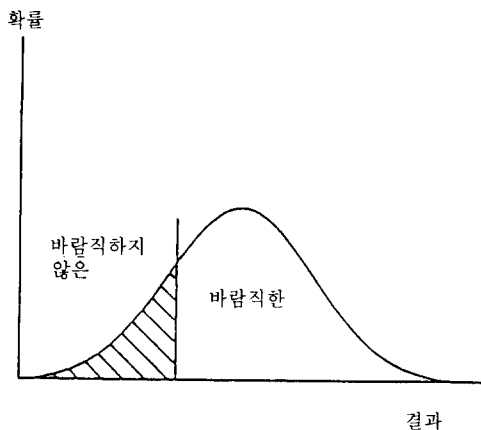
무기체계를 선진국에서 직접 구입한다면 획득기간이 짧아지지만, 연구개발 생산을 할 경우 일반적으로 5년에서 10년의 장기간의 시일이 소요된다. 그런데 무기체계는 통상 군사적인 요구조건에 시간적 제약이 있는 상태이며, 장기간의 연구개발중 계획대로 되지않아 계획변경도 자주 발생하며, 연구개발의 실패 위험성도 높다.

이렇게 무기체계 시스템이 복잡해지고, 기술수준이 고도화되면서 초기 계획된 비용의 초과현상 및 초기 계획된 기간의 연장등 연구개발에 따른 위험성의 증가는 위험분석의 필요성을 대두시켰다.

본 연구에서는 무기체계 연구개발사업에 따른 위험분석을 위한 기법중 시뮬레이션(Simulation)을 이용한 확률적 네트워크 기법인 VERT(Venture Evaluation and Review Technique)를 사용한 무기체계 연구개발 사업의 위험분석 사례를 소개하고자 한다.

2. 위험분석 및 VERT

일반적으로 위험분석(Risk Analysis)이란 판단이나 활동에서 얻어지는 결과중 어떤 것이 바람직한지, 바람직 하지 못한지를 결정하고 이런 바람직하지 못한 것들이 일어날 확률을 평가하는 것이다. 그래서 위험(Risk)이란 이러한 바람직하지 못한 결과가 출현할 확률을 뜻하고 위험분석이란 이러한 바람직하지 못한 결과가 발생할 확률의 가능성을 판단하는 것을 말한다. [그림 1]은 위험분석의 개념을 간단히 보여주는 것이다.[1], [4]



[그림 1] 위험분석의 개념

어떤 연구개발 사업이 실패할 가능성은 사업에 대한 결정을 하기 위하여 모든 사업 관리자나 분석가에게 필요한 정보이다. 만약 이러한 정보가 없다면 전문가에 의해 판단, 추정하게 하거나 또는 다른 어떤 방법을 사용하던지 얻어져야 하며 결코 무시되어서는 안된다. 사업 관리자나 분석가의 위험분석에 도움을 줄 수 있는 여러가지 기법 들로는 확률론, 네트워크이론, 의사결정론, 신뢰성이론등이 있으며, 최근에는 이런 여러가지 기능을 모두 가진 진보된 확률적 네트워크 기법이 개발되었다고 한다. 이러한 진보된 기법은 사업 관리자와 분석가에게 대상 연구개발 사업을 현실과 흡사하게 모델링하여 가능한 결과들과 그들의 확률을 보여주고 또한 총비용/수익, 일정, 달성 효과 및 기간, 경비 효과의 상관관계등도 그림으로 표시해 준다. 그래서 사업 관리자나 분석가는 복잡하고 상호작용적이며 확률적인 대상을 조직적으로 대처하고자 할 때 이러한 기법들의 도움을 받을 수 있다.

불완전하고 부적절한 정보를 가지고 의사결정을 하는 것은 관리과정에서 가장 자주 발생하는 상황인데 이런 위험상황에서의 의사결정(Decision under Risk)에 있어서 판단기준은 크게 예산 혹은 비용(Cost), 기간(Time), 성과(Performance)의 세 범주로 나누어 진다. 이렇게 위험상황에서 의사결정을 해야 하는 사업관리자를 돕기 위해서 선형계획법, 게임이론 및 여러가지 모델링 기법이 개발되어 있으며, 최근에 와서는 컴퓨터의 발달로 인하여 시뮬레이션(Simulation) 기법이 가장 많이 사용되고 있다.

VERT(Venture Evaluation and Review Technique)는 1970년대 미군의 물자대기성사령부(Army Armament Readiness Command)에서 개발한 위험분석을 위한 확률적 시뮬레이션 네트워크(Stochastic Simulation Network) 기법으로

서 이의 응용범위로는 진행중인 단위 사업, 종합 계획 및 운영중인 사업의 전반적인 평가, 진행사항 점검 및 조정, 자원 배분계획 및 새로운 사업에 포함된 위험 평가등이 있다. 이러한 VERT를 활용한다면 지금까지 분석이 불가능했던 극도로 복잡한 의사결정 문제의 모형화가 가능해지며 실제 상황을 알아보기 쉬운 몇개의 단위 기호로 이루어진 네트워크로 표현할 수 있다. VERT의 실제적인 효용가치는 이를 이용하여 부정확한 정보와 불확실한 기대효과를 자료로 분석해야하는 대형 의사결정 문제를 전혀 제한이 없이 다룰 수 있다는 점이며, 이것이 지금까지의 다른 기법과 구분되는 효과이다. [4], [6]

사업관리 기법으로 가장 많이 사용하는 PERT (Program Evaluation and Review Technique)의 경우, 모든 활동(Activity)이 아무리 기간이 지연되더라도 활동이 중도에 실패하여 포기하는 일이 없이 없다고 가정하지만, VERT의 경우에는 PERT에 사업을 구성하는 활동 하나하나가 실패하여 중도에 중단될 수 있다는 확률론을 추가시킨 것이라 볼 수 있다. [3]

VERT 네트워크 모델에서 사용되는 기호는 PERT와 같이 크게 노드(Node)와 아크(Arc)로 구분되며, 노드는 의사결정점을, 아크는 사업을 구성하는 활동을 나타낸다. VERT에서 사용할 수 있는 노드에는 14가지의 종류가 있으며 아크로 표현되는 각 활동의 특성치(소요기간, 비용, 성과)는 확률분포, 막대그래프 또는 아크나 노드의 특성치의 함수값으로 표현할 수 있다. VERT에서 말하는 네트워크는 활동의 흐름(Flow)의 진행방향을 결정하는 노드와 출발노드에서 도착노드로 연결시켜 주는 아크로 이루어지는 도표를 말하며 이 노드와 아크들은 서로 연결되어 분석하고자 하는 시스템의 모형을 이룬다.

VERT의 중요한 장점으로 네트워크안의 어떤

시점에서의 소요기간, 비용, 성과를 고려한 의사결정을 모델링 할 수 있다는 점과 부분 최적화 및 전체최적화를 이룰 수 있다는 것이다. VERT는 최적(Optimal)경로와 중요(Critical) 경로를 구할 수 있으며, 이 때 최적경로는 최소시간, 최소비용, 최대성과를 나타내는 경로를 말하며, 중요경로는 최대시간, 최대비용, 최소성과를 나타내 중요한 관리의 대상이 되는 경로를 말한다.

위험분석이 판단이나 활동에서 얻어지는 결과 중 바람직하지 못한 결과를 평가하는 것으로 VERT에서는 다음과 같이 바람직하지 못한 경우 즉 사업의 실패를 세가지 경우로 나누었다.

- 가) 사업이 예정된 시간(t:time)내에 끝나지 않았을 경우
- 나) 사업이 원래 예정된 비용(c:cost)을 초과하였을 경우
- 다) 사업의 결과가 기대한 효과(p:performance)를 전부 이루지 못했을 경우

따라서 VERT에서 사업의 성공이란 소요기간(Time)내에 요구되는 성능(Performance)을 갖는 무기를 계획된 비용(Cost)으로 성취할 확률을 말한다. 이를 확률적으로 표현하면 사업성공확률 P_r 은 다음과 같이 표현된다.

$$P_r = P(\text{Cost} \leq c, \text{Time} \leq t, \text{Performance} \geq p)$$

3. 위험분석 사례

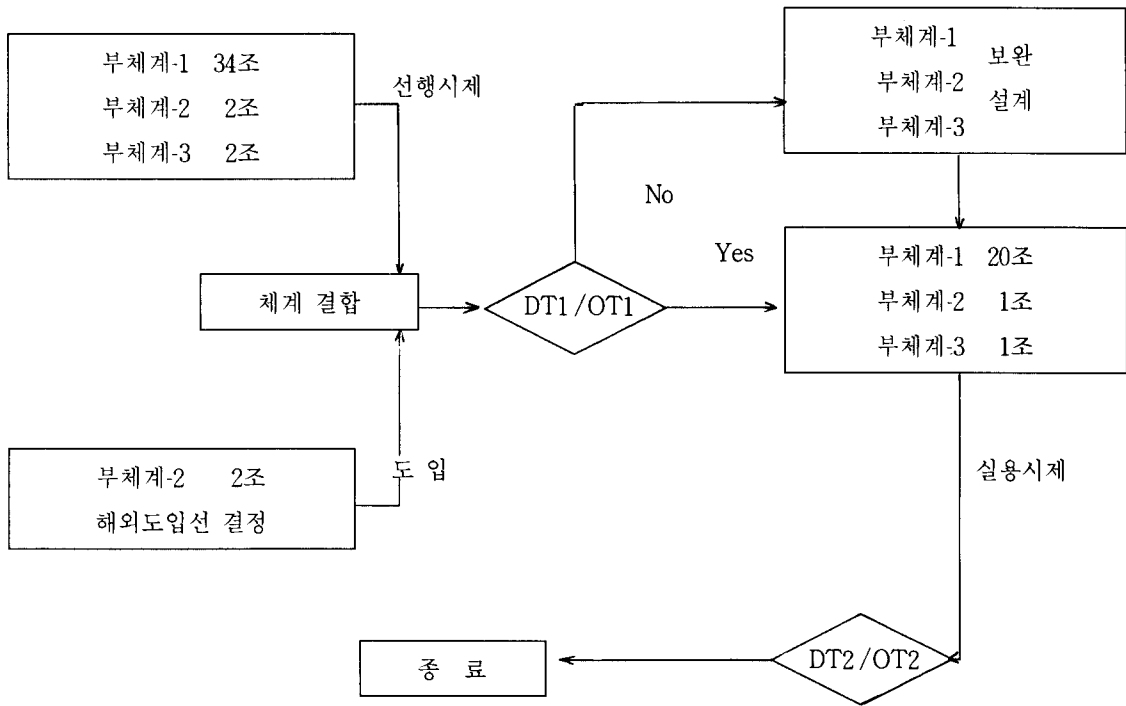
3.1 위험분석의 목적

VERT를 적용한 X 연구개발 사업(보안 문제로 사업명은 X로 표기)은 선행개발 단계전에 탐색개

발을 통하여 기술적 위험도(Technical Risk)를 감소시키는데 주력하였으며, 분석 시점은 선행개발 추진여부를 결정하고자 하는 단계이다. 사업 기간과 예산에 관련된 위험을 분석하고 년도별 예산 및 주요 관리대상 활동들의 집합인 중요(Critical) 경로등을 산출하여 사업의 타당성 검증 및 사업관리에 필요한 정보를 획득하는 것이 위험분석을 수행한 목적이며 가장 중요한 목적의 하나는 연구개발 사업의 성공확률을 추정하는 것이다. 단 성과 관련 자료는 과거 자료가 전무하므로 분석에서 제외한다.

3.2 사업내용

X 연구개발 사업은 선행개발과 실용개발 단계로 나뉘어 지며, 선행개발 단계에서는 부체계(Subsystem)-1을 34조 설계 및 제작하고, 부체계-2 및 부체계-3을 각 2조 설계제작하며, 부체계-2를 연구개발과 별도로 2조 해외도입하며, 이들 부체계를 시스템 결합하며 선행기술시험(DT1) 및 선행운용시험(OT1)이 이루어지면 실용개발단계로의 전환여부를 결정한다. 실용개발단계로 단계 전환이 결정되면 부체계-1을 20조 설계 및 제작하고, 부체계-2 및 부체계-3 각 1조 설계 및 제작하고, 부체계-2를 보완하여 체계를 결합하여 실용기술시험(DT2) 실용운용시험(OT2)을 실시한다. 이러한 사업 내용을 그림으로 표현하면 [그림 2]와 같다.



[그림 2] X 연구개발사업의 내용

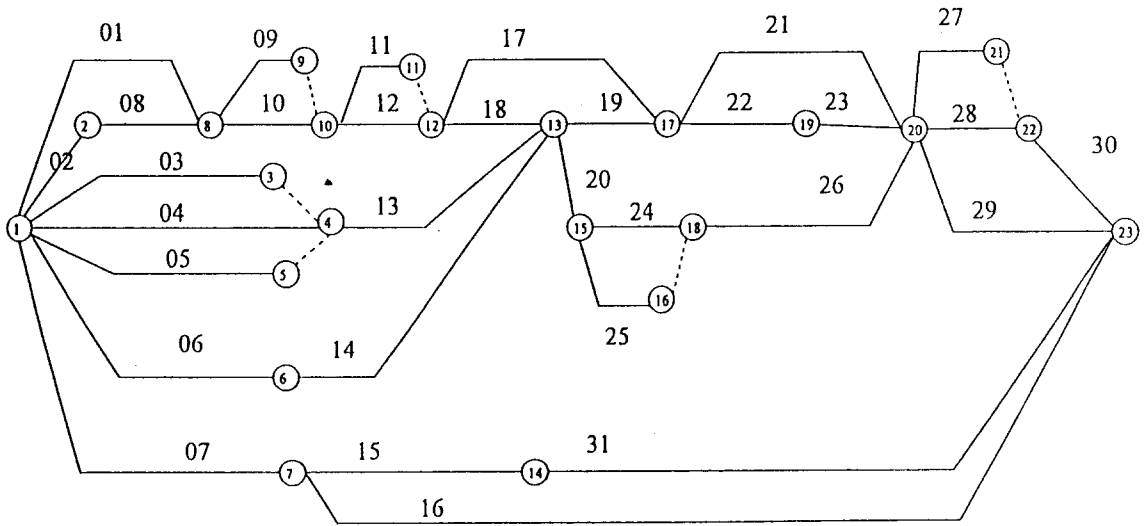
3.3 위험분석기법 VERT의 적용

확률적 시뮬레이션 기법 VERT를 적용한 위험 분석 절차는 다음과 같다.

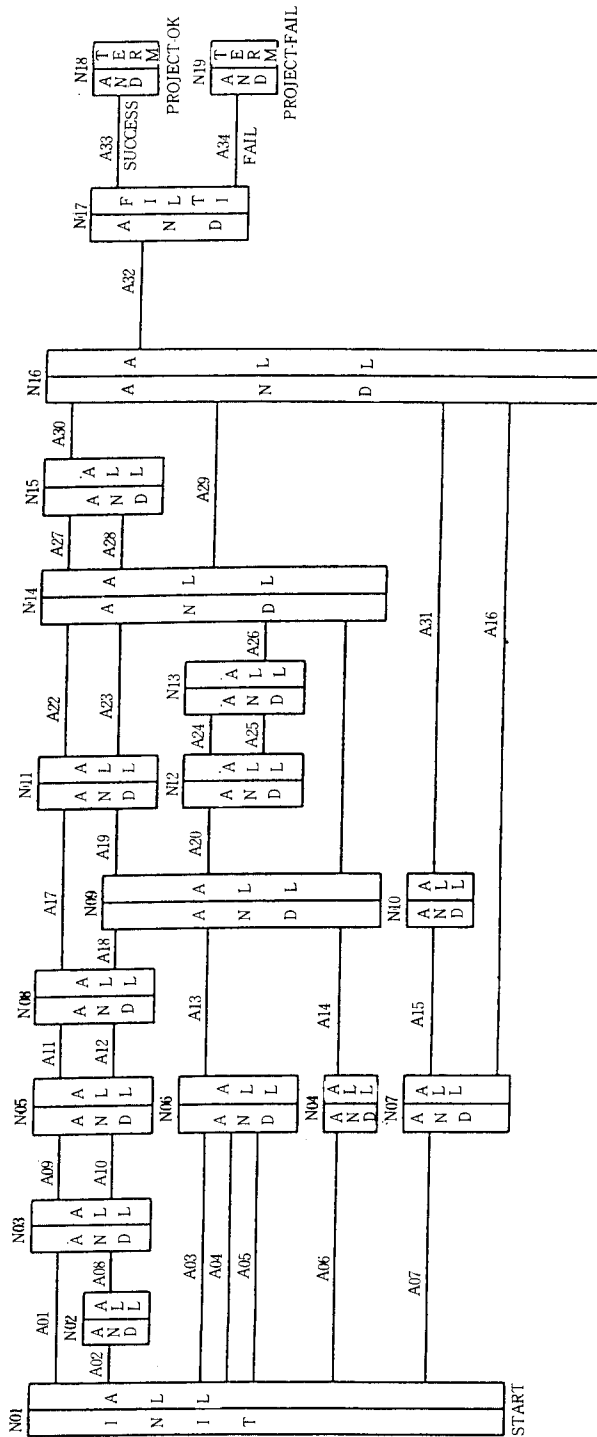
3.3.1 네트워크(Network) 작성

X 연구개발 사업의 VERT 네트워크를 작성하기 위해서는 먼저 해당 사업의 PERT 네트워크를 작성하여야 한다. 하지만 개발실에서 작성한

PERT 네트워크는 Gantt 도표와 크게 다를 바가 없는 네트워크로 PERT 네트워크 작성 원칙에 크게 위배되는 부분이 많다. 따라서 먼저 개발실에서 작성한 PERT 네트워크를 받아 이를 네트워크 작성 원칙에 맞게 수정하여 사업관리자와 토의 검토 후 이를 근거로 VERT 네트워크를 작성하였다. 수정완료된 PERT 네트워크는 [그림 3]과 같고 이를 근거로 작성한 VERT 네트워크는 [그림 4]와 같다. 이러한 네트워크를 구성하고 있는 아크(Arc) 즉 활동은 <표 1>에 설명되어 있다.



[그림 3] PERT 네트워크



[그림 4] VERT 네트워크

〈표 1〉 네트워크 구성 활동

활동명	개발실추정기간	개발실추정비용	기간추정치				비용추정치			
			최소	최대	평균	표준편차	최소	최대	최우	
A01	18	56.7	12.60	20.70	16.65	1.350	45.40	56.70	53.90	
A02	6	0.5	4.20	6.90	5.55	0.450	0.40	0.50	0.48	
A03	27	27.9	18.90	31.05	24.98	2.025	27.30	27.90	26.50	
A04	27	32.8	18.90	31.05	24.98	2.025	26.20	32.80	31.20	
A05	27	220.8	18.90	31.05	24.98	2.025	176.60	253.90	220.80	
A06	15	41.0	16.80	27.60	22.20	1.800	32.80	47.20	41.00	
A07	24	43.5	18.00	23.00	20.00	1.800	34.80	43.50	41.30	
A08	3	2.0	상	수	3.00	0.675	1.60	2.00	1.90	
A09	9	32.0	6.30	10.35	8.33	0.675	25.60	32.00	30.40	
A10	3	3.6	상	수	3.00	0.675	2.90	3.60	3.40	
A11	18	45.4	6.30	10.35	8.33	0.675	24.80	31.00	29.50	
A12	9	3.8	6.30	10.35	8.33	0.675	3.00	3.80	3.60	
A13	12	23.8	8.40	13.80	11.10	0.900	22.60	32.50	28.30	
A14	15	5.0	12.00	14.00	13.00	0.900	4.00	5.00	4.80	
A15	24	20.7	18.00	23.00	20.00	1.800	16.60	20.70	19.70	
A16	60	15.3	42.00	69.00	55.50	4.500	12.20	15.30	14.50	
A17	18	45.4	12.60	20.70	16.65	1.350	36.30	45.40	43.10	
A18	3	1.1	상	수	3.00	0.900	0.90	1.10	1.00	
A19	12	9.5	8.40	13.80	11.10	0.900	7.60	9.50	9.00	
A20	12	12.8	8.40	13.80	11.10	0.900	10.20	12.80	12.20	
A21	24	51.2	16.80	27.60	22.20	1.800	41.00	58.90	51.20	
A22	18	35.5	12.60	20.70	16.65	1.350	28.40	35.50	33.70	
A23	3	6.5	상	수	3.00	0.900	5.20	6.50	6.20	
A24	12	14.7	8.40	13.80	11.10	0.900	11.80	14.70	13.90	
A25	12	17.0	8.40	13.80	11.10	0.900	13.60	17.00	16.20	
A26	9	27.4	6.30	10.35	8.33	0.675	21.60	31.50	27.40	
A27	6	6.4	4.20	6.90	5.55	0.450	5.10	6.40	6.10	
A28	3	8.0	상	수	3.00	0.450	6.40	8.00	7.60	
A29	12	16.1	9.00	12.00	11.00	삼각분포	12.90	16.10	15.30	
A30	3	9.0	상	수	3.00	삼각분포	7.20	9.00	8.60	
A31	36	40.5	30.00	35.00	32.50	1.250	32.40	40.50	38.50	
A32	84	56.0	-	-	-	-	기간결과값	*12.0	-	

[그림 4]를 보면 VERT 네트워크의 노드는 여러가지 형태를 하고 있다. 네트워크의 최초 시작점에 있는 노드는 최초출발점을 나타내는 INIT (Initial) 입력 로직(Input Logic)과 모든 출력 아크를 동시에 출발시키는 ALL 출력 로직(Output Logic)으로 구성되어 있으며, 대부분의 네트워크상의 노드들은 입력되는 아크가 모두 성공적으로 수행되어야 출력 로직이 효력을 발휘하는 AND 입력 로직과 ALL 출력 로직으로 구성되어 있다. 네트워크의 오른쪽에 있는 N17 노드는 기간과 비용에 허용범위를 두어 그 노드의 허용범위를 만족시키는 아크만을 출발시키는 FILT1 (Filter 1) 출력 로직을 사용한다. FILT1 출력 로직을 사용하여 사업기간이 7년(84개월), 비용이 922억원이내로 소요될 경우에만 A33 아크로 출발하여 사업의 성공을 나타내고 사업기간과 비용이 초과될 경우에는 A34 아크로 출발하여 사업 실패를 나타낸다. 이렇게 노드 N18과 N19를 구분하여 사업성공과 실패를 쉽게 구분할 수 있다. N18, N19의 노드를 나타내는 TERM(Terminal) 출력 로직은 네트워크의 종착점을 나타낸다.

3.3.2 데이터 입력

각 활동의 예상되는 성공확률, 활동에 소요될 것으로 예상되는 기간, 비용에 대한 자료를 입력한다. 기간, 예산, 성과의 입력방법은 다음과 같이 다양하다.

- 정규분포, 삼각분포, 베타분포등 14가지의 확률함수
- 막대그래프 (Histogram)
- 다른 아크나 노드의 데이터 이용법 37가지

각 활동별 데이터를 입력하기 위한 가정사항은 다음과 같다. 시뮬레이션의 결과의 정확성은 결국 입력 데이터의 정확성에 달려 있으므로 데이터

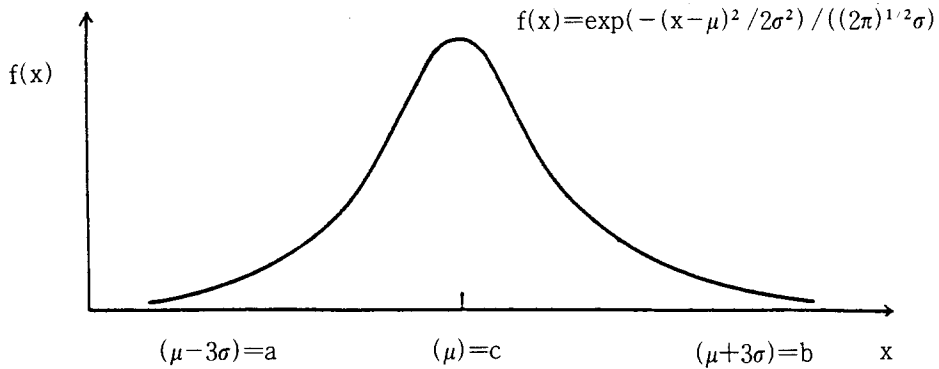
입력을 위한 가정사항의 설정에 상당한 주의가 필요했다.

(1) 기간

활동기간에 대한 다음과 같은 가정사항은 한번에 도출된 것이 아니고 개발실측의 기본 자료 즉 사업관리자가 추정한 각 활동별 기간 추정치를 근거로 그동안 연구소에서 수행된 유사사업의 관련자료 분석을 통한 가정사항 제시 및 토의를 거쳐 이루어진 것이다. 각 활동 각각에 대하여 과거 자료를 근거로 한 기간 추정이 이루어지기에는 과거자료가 부족하여 활동 전반에 대하여 기본적인 가정사항을 제시하였다. 전반적인 토의결과 소요기간은 평균을 중심으로 대칭적인 형태를 취하며 개발실에서 추정한 소요기간값은 소요기간의 평균값보다는 약간의 여유기간을 갖는, 사업추진상 달성가능한 기간값이라는 것을 알았다. 개발실의 사업관리자 및 부체계 개발담당자들과의 토의를 거쳐 확정된 기간에 대한 가정사항은 다음과 같다.

- 연구개발 각 활동별 기간은 정규분포를 한다. (일부 활동 제외)
- 개발실의 사업관리자가 추정한 활동별 기간값을 기준으로 기간의 최대초과율은 15%이다. (<표 2> 참조)
- 각 활동별 평균값(μ)은 개발실에서 추정한 활동별 기간값의 92.5%이다.
- 각 활동별 최소 소요기간($\mu-3\sigma$)은 개발실에서 추정한 활동별 기간값의 70%이다.
- 연구개발 활동별 기간중 3개월 이하 소요되는 경우는 상수(constant)로 가정한다.

이상의 가정사항을 그림으로 표시하면 [그림 5]와 같다.



여기에서 a = 개발실 추정기간 * 0.700
 b = 개발실 추정기간 * 1.150
 c = 개발실 추정기간 * 0.925

[그림 5] 연구개발 활동의 기간 분포

<표 2> 과거 유사사업 개발 기간 연장 사례

유 사 사 업	계 획 기 간	실소요기간	비 율
A 사업	7년	8년	1.14
B 사업	4년	5년	1.25
C 사업	5년	5년	1.00
D 사업	8년	10년	1.25
E 사업	10년	11년	1.1
평 균			1.15

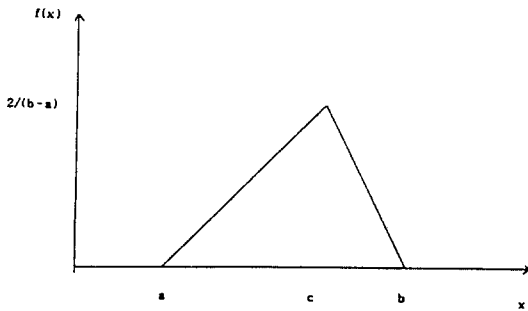
(보안문제로 사업명은 미표기)

(2) 비용

연구개발의 각 활동 비용에 대한 가정사항도 한번에 도출된 것이 아니고 개발실측의 산출 자료와 그동안 연구소에서 수행된 유사사업의 관련 자료 분석을 통한 가정사항 제시 및 토의를 거쳐 이루어진 것이다. 기간에 대한 가정사항과 같이 각 활동 각각에 대하여 과거자료를 근거로 한 기간 추정이 이루어 지기에는 과거자료가 부족하여

활동 전반에 대하여 기본적인 가정사항을 제시하였다. 전반적인 토의 결과 비용에 대한 분포는 특별한 형태를 확정하기 곤란하였으며, 특히 정규분포와 같이 평균값에 대칭되는 형태를 취하지 않고 최소값보다는 최대값 근처의 발생확률이 더 높은 삼각분포를 취한다고 의견을 모았다. 개발실의 사업관리자 및 부체계 개발담당자들과의 토의를 거쳐 확정된 비용에 대한 가정사항은 다음과 같다.

- 연구개발 각 활동별 비용은 삼각분포(Triangular Distribution)를 한다.
- 각 활동별 최소값은 개발실 추정비용의 80%이다.
(연구소 사업관리 측면에서 비용실적이 80% 미만이 되었을때 부진사업으로 판단되고 있어 획득비용중 최소 80%는 사용하려고 한다.)
- 최대값은 국내연구개발 활동인 경우 개발실 추정비용의 100%이며, 국외 연구개발 관련 활동인 경우 추정비용의 134%이다.
(미국의 70년대 무기체계개발 17개 사업의 비용증가 비율 인용, [그림 7] 참조. [5])
- 최우값은 개발실 추정비용의 95%이다. (<표 3> 참조)



$$f(x) = \begin{cases} 2(x-a)/(b-a)(c-a), & a \leq x \leq c \\ 2(b-x)/(b-a)(b-c), & c < x \leq b \end{cases}$$

단 a(최소값) = 개발실 추정비용*0.8

b(최대값) = 개발실 추정비용*1.0

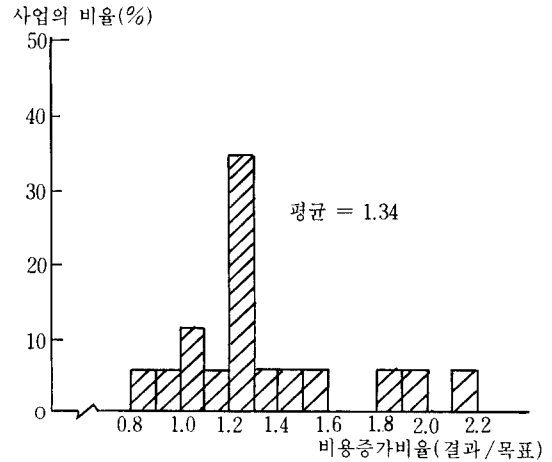
(국내연구개발활동)

개발실 추정비용*1.34

(국외연구개발활동)

c(최우값) = 추정비용 *0.95

[그림 6] 연구개발 활동의 비용 분포



[그림 7] 미국의 70년대 무기체계 17개사업 비용증가 비율

<표 3> 유사연구개발사업비용의 계획대집행비율

년도	사업수	당초계획 대 집행비율
x년	6	99%
x+1년	5	103%
x+2년	3	99%
x+3년	4	89%
x+4년	3	97%
x+5년	2	94%
x+6년	2	81%
x+7년	2	98%
평균		95%

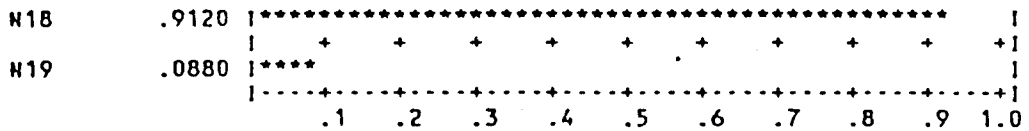
3.3.3 시뮬레이션 수행

VERT를 이용하여 입력된 데이터의 시뮬레이션을 수행한다. VERT는 프로그램의 크기가 크므로 중앙컴퓨터인 Cyber에서 운용되고 있다. X 연구개발 사업의 위험분석 결과를 요약하면 <표 4>와 같다.

〈표 4〉 위험분석 결과 요약

항 목	내 용
사업성공확률	91.2%(사업비용 922억원 사업기간 7년 이내 완료 확률)
추정 평균사업 비용 및 기간	·평균 사업비용 : 873.4억원 ·평균 사업기간 : 81 개월
중요 경로 (Critical Path)	·선행시제 체계 결합 ·부체계1 설계보완 ·실용시제 체계결합 ·실용시제 보완

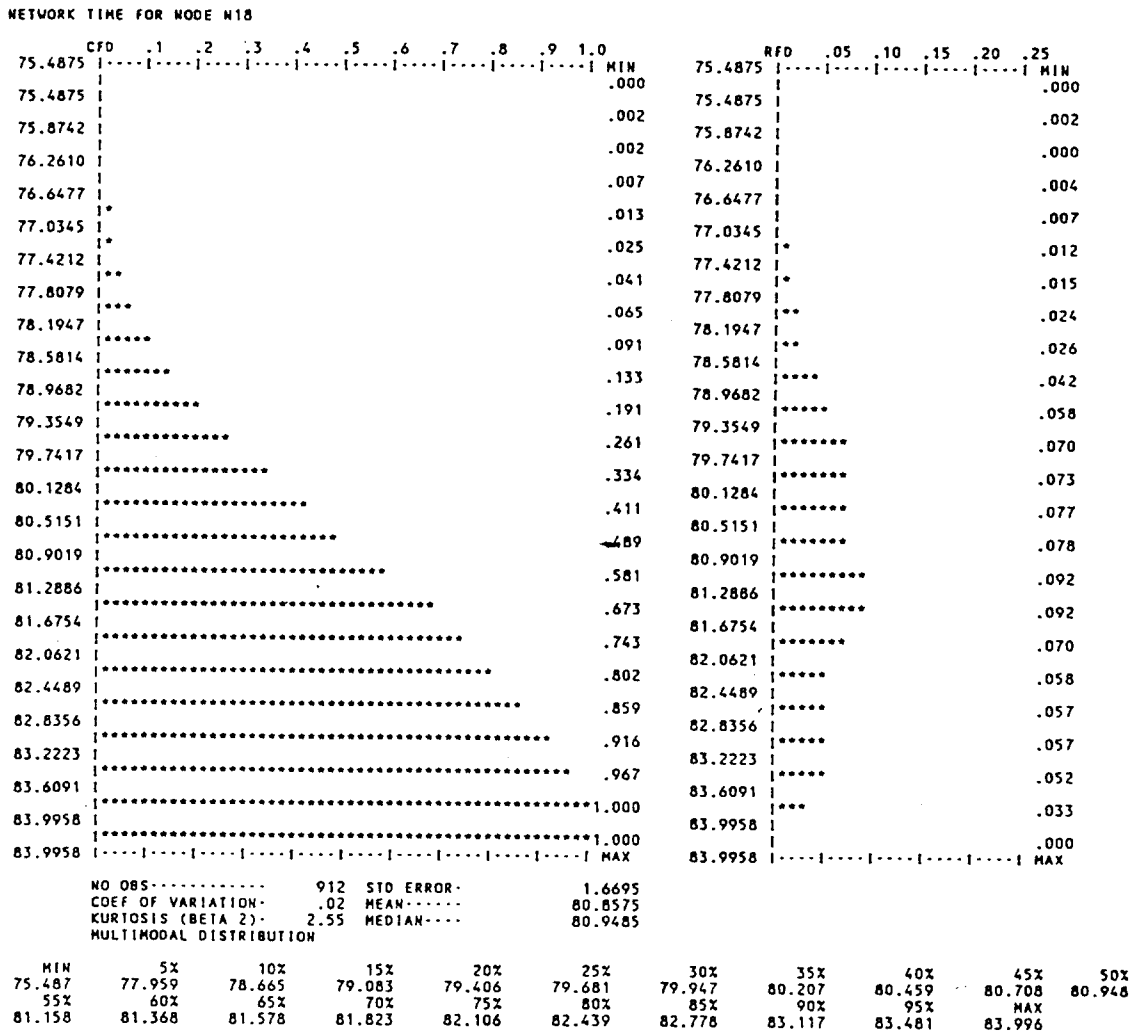
개발실에서 계획한 비용 및 기간내에 사업을 완료할 확률은 [그림 8]에서 보는 바와 같이 91.2%이다.



[그림 8] 사업성공 확률

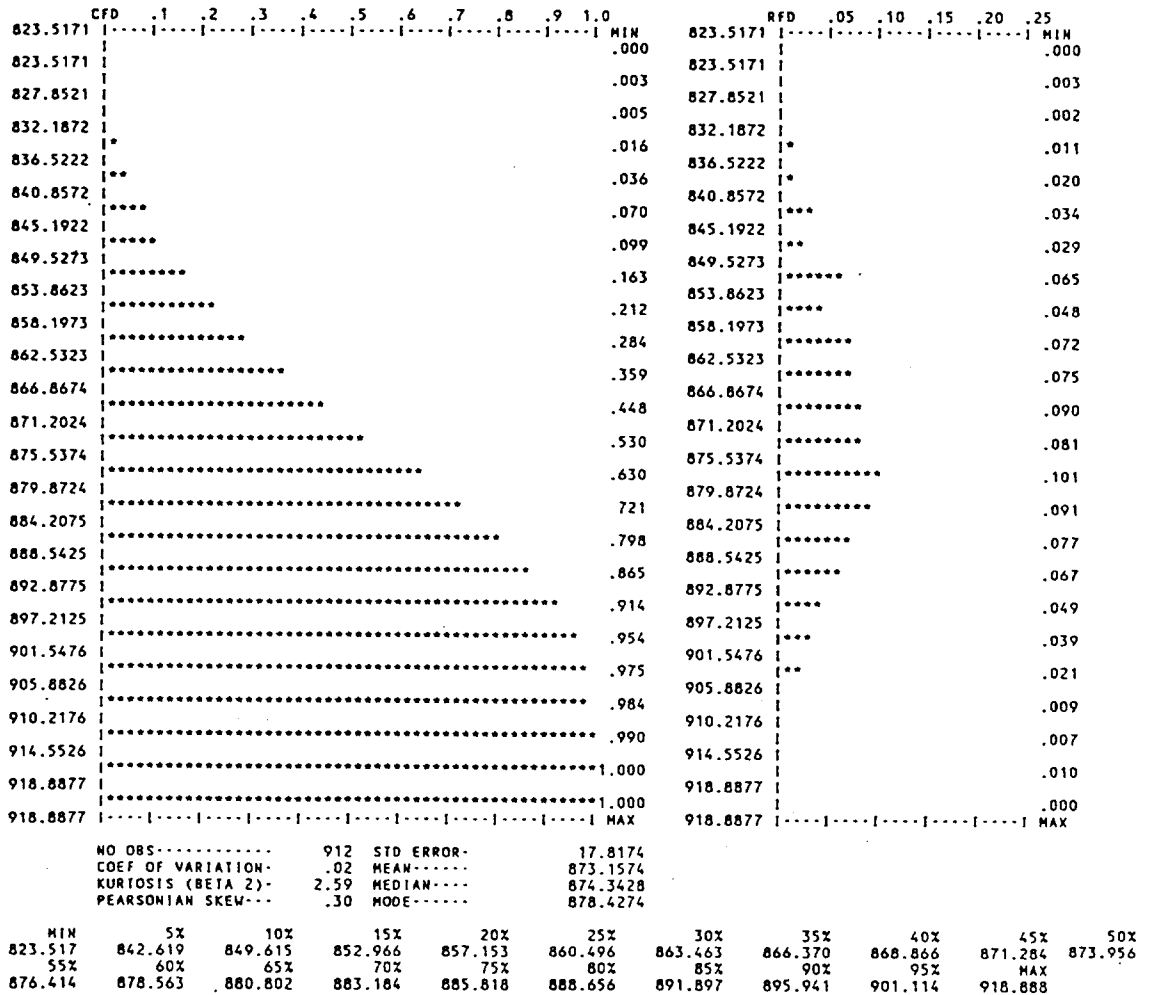
[그림 9]와 [그림 10]은 사업성공시만의 사업기간과 비용을 추정한 것으로 사업기간의 평균(Mean)이 80.9개월, 총사업비용의 평균이 873.2억원임을 알 수 있다. [그림 11]과 [그림 12]는 사업성공, 실패를 불문하고 사업완료시의 사업기간과 비용을 추정한 결과로서, 사업기간의 평균이

81.2개월, 총사업비용의 평균이 873.4억원으로 성공시만을 고려할 때보다 기간과 비용이 많이 소요된다는 것을 알 수 있으며, 이렇게 VERT에서 사업성공시만을 고려한 사업비용, 기간의 추정이 가능하다.



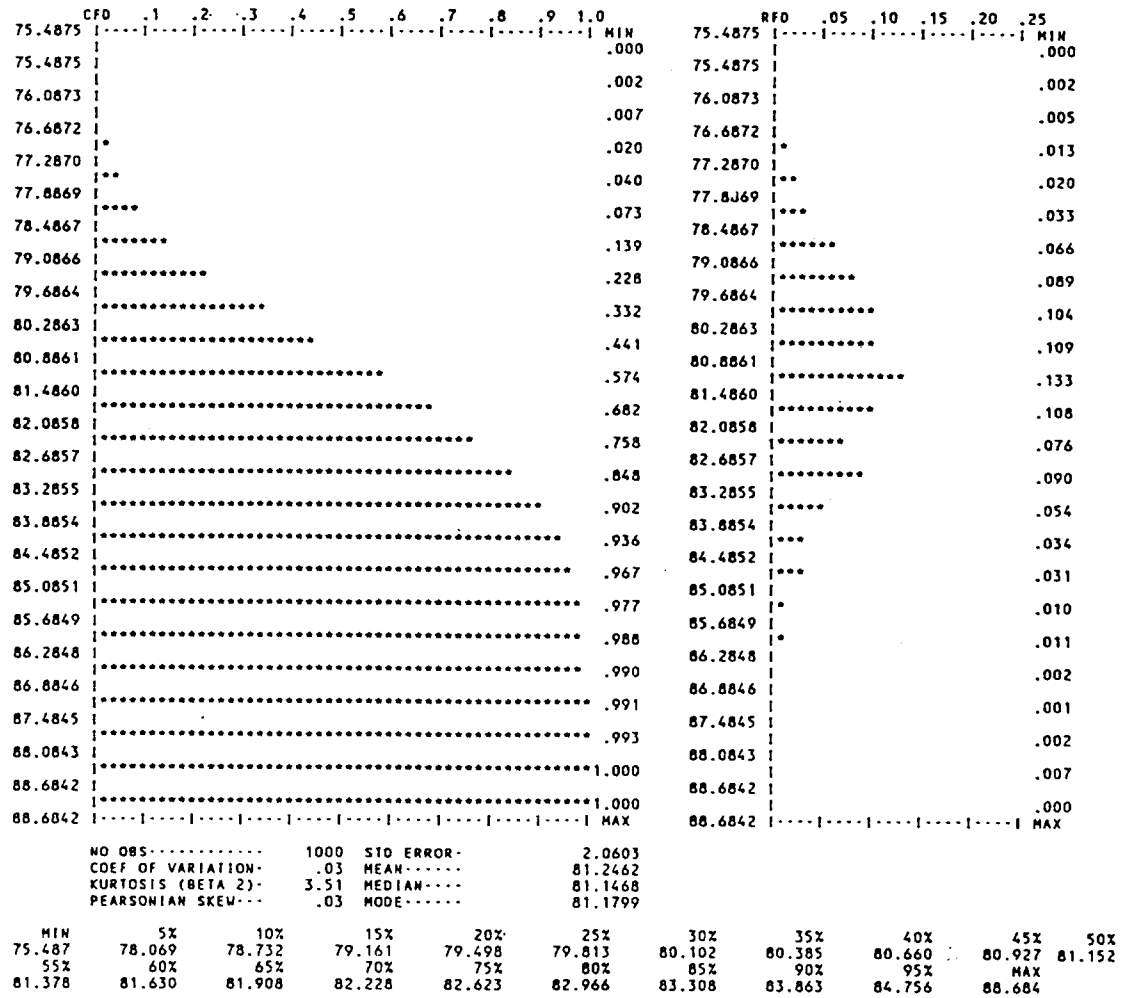
[그림 9] 사업성공시의 사업기간 추정

OVERALL COST FOR NODE N18



[그림 10] 사업성공시의 사업비용 추정

NETWORK TIME FOR THE COMPOSITE TERMINAL NODE



[그림 11] 사업종료시의 사업기간 추정

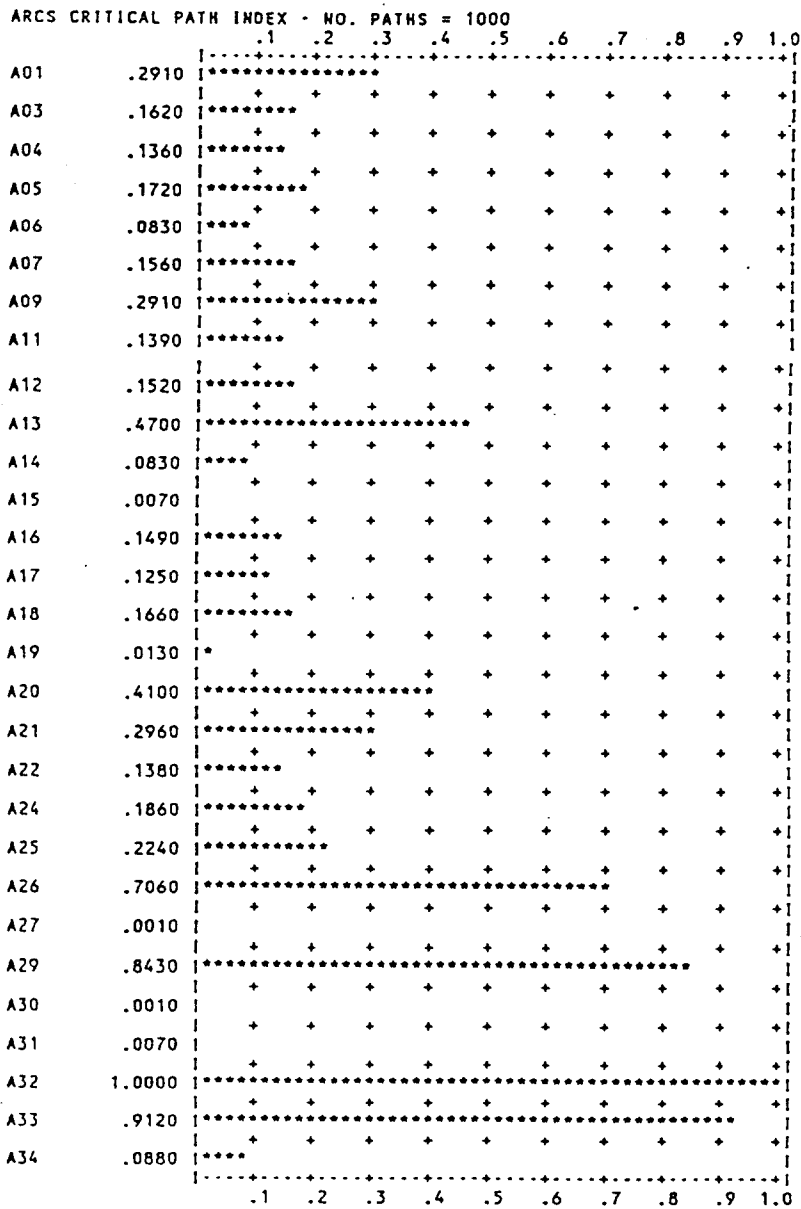
OVERALL COST FOR THE COMPOSITE TERMINAL NODE

CFD											RFD					
	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	1.0		.05	.10	.15	.20	.25
823.5171											MIN	823.5171				MIN
823.5171											.000	823.5171				.000
828.0186											.003	828.0186				.003
832.5200											.005	832.5200				.002
837.0215											.016	837.0215				.011
841.5230											.040	841.5230				.024
846.0244											.071	846.0244				.031
850.5259											.107	850.5259				.036
855.0274											.172	855.0274				.065
859.5288											.220	859.5288				.048
864.0303											.311	864.0303				.091
868.5317											.386	868.5317				.075
873.0332											.473	873.0332				.087
877.5347											.562	877.5347				.089
882.0361											.676	882.0361				.114
886.5376											.752	886.5376				.076
891.0391											.841	891.0391				.089
895.5405											.897	895.5405				.056
900.0420											.942	900.0420				.045
904.5434											.962	904.5434				.020
909.0449											.981	909.0449				.019
913.5464											.989	913.5464				.008
918.0478											.995	918.0478				.006
922.5493											1.000	922.5493				.005
922.5493											1.000	922.5493				.000
											MAX					MAX

NO OBS-----	1000	STD ERROR-	17.7193
COEF OF VARIATION-	.02	MEAN-----	873.4032
KURTOSIS (BETA 2)-	2.62	MEDIAN----	874.6851
PEARSONIAN SKEW---	.33	MODE-----	879.3210

MIN	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
823.517	842.975	849.651	853.504	857.653	861.013	863.486	866.371	869.256	871.843	874.399
55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	MAX	
876.928	879.035	881.009	883.458	886.419	888.965	891.763	895.841	901.843	922.549	

[그림 12] 사업종료시의 사업비용 추정

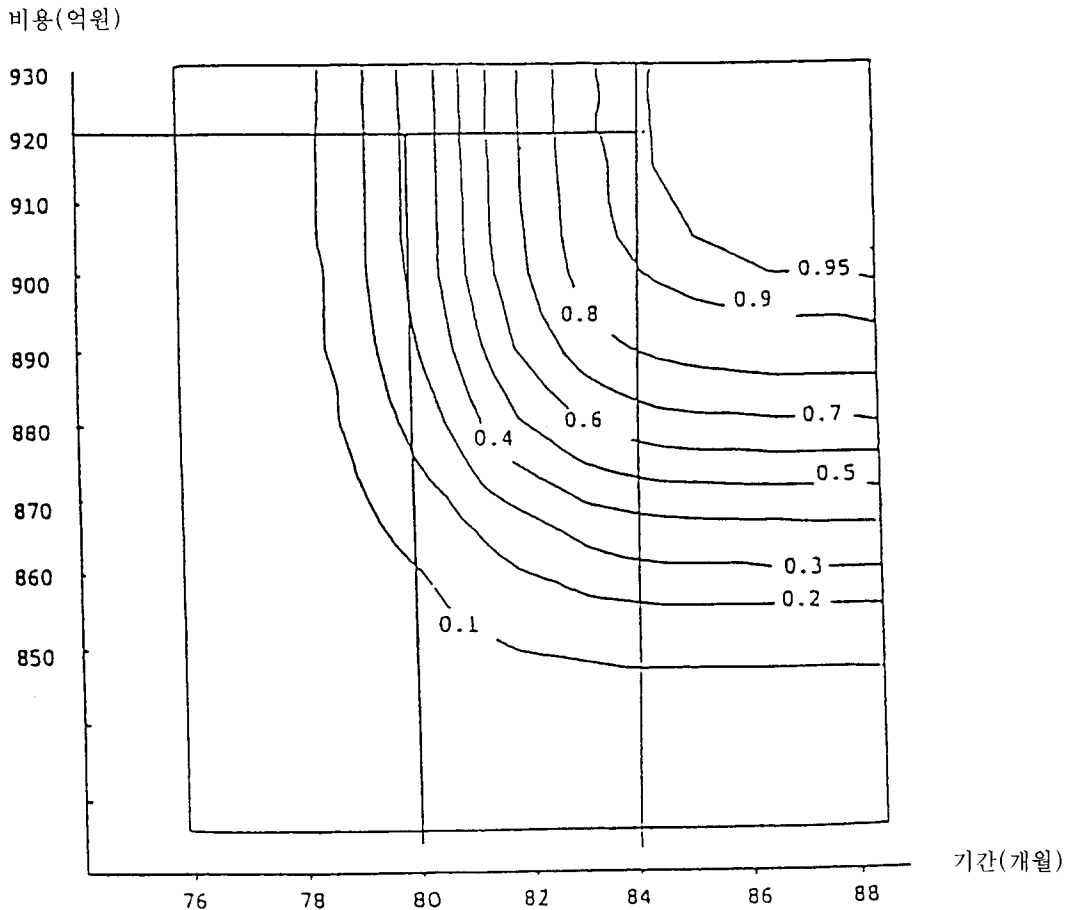


[그림 13] 중요경로 지수

[그림 13]은 중요 경로지수(Critical Path Index)를 나타내 주는 그림으로 각 활동 하나하나가 매번의 시뮬레이션에서 중요경로 즉 최대 비용과 최대 기간을 소요하는 경우의 수를 표시한 것이다. A32 활동은 1000번의 시뮬레이션에서 매번 중요 경로에 포함되었으며, A26 활동은 약 70%, 700번 가량이 중요경로에 포함되었음을 알 수 있다. 중요경로를 이루는 활동들은 관리상의 집중적인 관심이 요구된다.

VERT는 [그림 14]와 같이 사업성공확률을 기간과 비용의 2차원 평면상에서 분석할 수 있도록 성공확률의 등고선을 보여주며, X 연구개발 사업

의 경우, 기간이 80개월, 총 사업비용을 920억원으로 제한했을 경우 사업성공확률이 30%로 낮지만, 비용은 같은 상태에서 기간을 84개월로 늘려 줄 경우 사업성공 확률이 90% 이상이 된다는 것을 알 수 있다. 사업승인시 사업기간을 80개월로 제한할 경우 혹은 사업승인 지연으로 실질적 사업추진이 늦어져 실사업 기간이 80개월 이하로 된다면 사업기간을 연장할 확률이 상당히 높다는 것을 알 수 있다. 또한 동일한 사업기간에서 아무리 예산을 증액시켜도 사업성공 확률이 95%이상으로는 올라가지 못한다는 것을 알 수 있다.



[그림 14] X 연구개발사업의 2차원 위험분석

4. 결론

시스템이 복잡해지고 기술수준이 고도화됨에 따라 시스템 개발의 초기단계일수록 실제집행예산/기간과 예측예산/기간의 차이는 커지게 되며 연구개발 활동 자체에 못지 않게 계획 수립 및 평가분석등 사업관리 측면이 중요시 된다. 따라서 연구개발 사업의 제한된 예산 및 기간을 보다 효율적으로 활용하기 위해서는 연구개발과정에 내재하고 있는 위험성을 인식하고 사전에 충분한 분석을 통하여 가능한 한 사업의 변동폭을 줄여야 하며, 이를 위하여 확률적 시뮬레이션을 이용한 VERT를 사용할 수 있다.

본 연구에서는 X 연구개발 사업의 계획서 작성 단계에서 VERT를 이용한 위험분석을 실시하여, 사업성공 확률을 예측할 수 있으며, 어느 활동이 주요 관리대상이 되어야 하는가를 보여 주었다. 먼저 개발실에서 작성한 PERT 네트워크를 기초로 보다 현실적이고 분석가능한 VERT 네트워크로 변환하는 과정을 설명하였으며, 특히 사업성공과 실패를 구분할 수 있도록 네트워크를 작성할 수 있는 방법을 제시하였다. 그리고 연구개발 각 활동의 예상되는 성공확률, 활동에 소요될 것으로 예상되는 기간, 비용에 대한 입력자료 작성 과정을 제시하여, 사업관리 실무자들이 추후 적용시에 참고할 수 있도록 하였다. X 연구개발 사업의 위험분석 결과 사업성공 확률은 91.2%로 나타났으며, 선행시제 체계결합, 실용시제 체계결합등이 중요경로를 이루는 활동으로 밝혀져 사업관리상 집중관리가 필요한 활동들로 판명되었다. 또한 2차원 위험분석을 통하여 사업기간과 비용의 함수로 표현되는 사업 성공확률의 계산결과를 보여 주었으며, 이러한 결과를 활용하면 일정한 사업성공확률을 보장하는 사업기간, 예산의 할당도 가능

하리라 생각한다.

VERT를 이용한 위험분석 사례 적용시 가장 힘든 부분은 네트워크의 작성 그리고 각 활동의 기간과 비용에 대한 가정사항을 결정하는 부분이다. 그 이유는 사업관리자의 네트워크 작성 능력이 아직은 부족하며 각 활동에 대한 비용 및 기간 추정시 구체적인 자료없이 과거의 경험에 의한 전문가의 판단에 상당부분을 의존하고 있기 때문이다. 이러한 경향은 과거 유사 사업 분석을 통한 과거 자료의 체계화 및 데이터베이스화 등으로 상당 부분 해소될 것으로 생각되므로 이에 대한 지속적인 연구가 수행되어야 하겠다.

참고문헌

- [1] 황홍석, 김동윤, 김병중, 임호, 김병섭, 「연구개발사업 관리를 위한 확률적 Network 분석 기법 VERT-K 소개」, 국과연, 1985. 10
- [2] 이홍주, 김철환, 「무기체계」, 청문각, 1984. 2
- [3] 이정구, 권문원, 「연구개발 위험분석 사례연구」, 국과연, 1990. 12
- [4] Sang M, Lee, G. L. Moeller, *Network Analysis for Management Decisions*, Kluwer-Nijhoff Publishing, Boston, 1982. 1
- [5] E. Dews, G. K. Smith, *Acquisition Policy Effectiveness : Department of Defense Experience in the 1970s*, Rand Corporation, Santa Monica, 1979. 10
- [6] G. L. Moeller, *Venture Evaluation and Review Technique (VERT)*, US Army Armament Materiel Readiness Command, Illinois, 1979. 10