

技術豫測 方法論 및 이의 軍事研究計劃에의 應用*

(Technological Forecasting and Its Application to Military R&D Programming)

陸軍少領 李 相 珍**
李 軫 周***

Abstracts

This paper is to explore technological forecasting methodologies and their application to military R&D programming. Among a number of forecasting methodologies, eight frequently used methods are explained. They are; Delphi method, analogy, growth curve, trend extrapolation, analytical model, breakthrough, normative method, and combined method. Due to the characteristic situation of a developing country, the application of technological forecasting to the Korean military R&D programming is limited. Therefore, only two forecasting methods such as Delphi and normative method are utilized in the development of a decision model for the military R & D programming. The model consists of a dynamic programming using decision tree model, which optimizes the total cost to equip a certain military item under a given range of risk during a given period. Some pitfalls in forecasting methodologies and of the model are discussed.

I. 서 론

석유과동 이후 “자원의 빈곤”이란 문제가 전 세계적으로 크게 대두되면서 부터 한정된 자원의 배분과 사용에 있어서 효용의 문제가 중요한 관점으로 더욱 깊게浮刻되고 있다. 따라서 최상의 효과를 낼 수 있는 합리적인意思決定이 요구되고 있다. 만약 그 의사결정의 대상이 과학기술에 관한 것이라면 이 의사결정의 고려요소로 제공될 과학기술의 能力 및 水準 예측이 先行되어야만 한다. 본 논문은 科學技術의 豫測에 관한 것으로 크게 두 부분으로

구성되어 있다. 전반부에서는 技術豫測 방법론이 소개되었고, 후반부에서는 기술예측으로부터 얻은 자료를 입력으로 하여 軍 연구개발(R&D)계획 수립에 적용될 수 있는 動的計劃法을 응용한 의사결정 모형이 개발되었고 이를 가상 데이터에 의해서 풀이하였다.

II. 技術豫測 方法論

기술예측 방법(Technological Forecasting Methods)이 몇가지로 한정되어 있는 것은 아니다. 일반적으로 直觀的 방법(Intuitive Methods)과 實驗的 방법(Experimental methods)으로 대별될 수 있고 探究的(Exploratory) 방법과 當爲的(Normative) 방법으로 구분될 수도 있다. Manahan(1968)은 技術豫測을 다음과 같은 네

* 이 연구는 韓國科學院의 碩士學位 論文支援으로 遂行된 것이다.

** 洪陵機械工業會社

*** 韓國科學院 産業工學科

가지로 나누고 있다.

- (1) 直觀的 예측(Intuitive Forecasting)
- (2) 趨勢 外挿法(Trend Extrapolation)
- (3) 趨勢 相關 分析法(Trend Correlation Analysis)
- (4) 類推法(Analogy)

본 논문에서는 Martino(1972)가 제시한 분류에 따라서 다음과 같은 8가지 기술예측의 기법을 중점적으로 소개하겠다.

- (1) 델파이(Delphi)기법
- (2) 유추법에 의한 예측
- (3) 성장 곡선법
- (4) 추세 외삽법
- (5) 분석 모형
- (6) 비약적 해결
- (7) 복합에 의한 예측
- (8) 당위적 방법

2. 1 Delphi 기법

Delphi 기법은 여러 명의 전문가들에게 수차에 걸친 반복 설문을 통해서 과학기술을 예측하려는 방법이다. 반복설문은 같은 내용에 대해 여러번의 설문을 실시하는 것으로서 나중의 설문에서는 먼저 설문의 응답내용이 분석 정리되어 설문에 대한 보충자료로 제공되는 것이 보통이다. 이 방법은 여러명의 專門家(Expert)로 하여금 같은 설문에 답하게 하므로써 어느 한 전문가의 단점을 보완할 수 있고 또한 개별적인 응답은 委員會를 구성해서 결론을 얻게할 때 범하기 쉬운 다음과 같은 결점을 방지할 수 있다.

(1) 위원회에서는 표현을 잘하는 어느 한 사람의 주장이 전체의 의견에 영향을 미쳐서 판단을 흐리게 할 위험이 있다.

(2) 위원회는 多數意見에 밀려 정당한 小數意見이 무시되어 버리는 경우가 있다.

Delphi 설문의 작성방법과 결론 도출 과정에 대해 RAND 연구소의 Helmer(1968)는 다음과 같이 설명하고 있다. Helmer에 의하면 이 방법은 동일 사항에 대한 설문을 반복해서, 설문응답자(Panelist)들의 잘못된 主見들을 제

거하는 것으로 다음과 같은 5단계를 거쳐 결론에 도달하게 된다.

제 1 단계

예측하려고 하는 과학 기술에 관해서 언제 어느정도로 진보할 것인가에 대한 설문을 작성해서 一團의 선택된 전문가들에게 배부한다.

제 2 단계

제1차 응답자중 계속해서 설문에 응하기를 원하는 전문가들에게만 다시 제2차 설문을 보낸다. 제2차 설문서에는 제1차 응답자 전체의 의견을 근거로 한 평균치, IQR(Interquartile Range)을 명기하고, 응답자 자신의 의견과(원한다면 지난번 의견을 수정 할 수 있음) 만약 지난번 자신의 의견이 IQR를 벗어나면 그 이유를 밝혀 줄 것을 요청하게 된다.

제 3 단계

제2차 설문서에 대한 응답을 분석해서 제3차 설문을 각 전문가들에게 다시 보낸다. 제3차 설문서에도 설문자가 제2차 응답 전체를 분석해서 평균, IQR, IQR 보다 빠른 이유, IQR 보다 늦은 이유 등을 기재해 주고 응답자들로부터 이 전체의 의견에 대한 비평을 하도록 요청하고 응답자 자신의 의견을 다시 한번 적어 주도록 요청한다.

제 4 단계

제3차 응답을 종합해서 제3차 설문서와 같은 요령으로 작성된 제4차 설문을 다시 한번 더 전문가들에게 보낸다. 이때 응답자의 最終意見을 요구한다.

제 5 단계

위의 제4차 설문에 대한 응답을 가지고 여러 가지로 분석해서 최종적인 결론을 얻게 된다.

이상과 같은 Delphi 기법을 이용함에 있어서 가장 중요한 문제는 專門家를 어떻게 선정할 것인가 하는 문제이다. 첫째는 어떤 사람이 과연 전문가이냐의 문제이고 둘째는 이들 대상 전문가들 중에서 어떤 사람을 설문의 응답자(Panelist)로 선택할 것이냐의 문제이다.

2. 2 類推法에 의한 예측(Forecasting by Analogy)

Delphi 기법이 직관에 의해서 과학기술의 장

래를 예측하는데 비해서 좀더 엄밀한 예측을 하고 방법중의 하나는 예측하려고 하는 과학기술과 유사한 지난날의 사례를 상호 比較分析하는 것으로서 이를 “유추법에 의한 예측”이라 한다. 과학기술을 예측한다함은 그 변천을 예측한다는 것을 뜻한다. 즉 새로운 裝置나 技術의 발명, 이 發明의 “사회에의 적용 및 보급정도”를 예측하게 되는 것이다. 따라서 우리는 이와같은 발명과 보급을 촉진하는 요소에 흥미를 가지게 되며 이들 요소가 바로 유추법에 의한 예측의 비교 대상이 되는 것이다. 유추법에서 사용되는 환경적 요소는 대략 다음과 같다. (Martino, 1972, p. 71)

1) 技術的 요소(Technological Dimension)

완전히 독립적으로 존재한다든지 성장해 나가는 과학기술은 하나도 없다. 따라서 過去의 기술이나 예측하려는 未來의 기술이거나 모두 그 주위의 기술적 환경이 유추법의 비교 대상이 되어야 한다. 기술이란 어떤 要求를 만족시키기 위해서 혹은 어떤 機能을 수행하기 위해서 존재하는 것이다.

2) 經濟的 요소(Economic Dimension)

과학기술은 어떤 機能을 수행하려고 존재하는데 이 기능이란 사람들이 그것을 위해서 다른것을 지불 혹은 포기하는 대가로 얻는 “活用性(useful)”인데 이 기능수행을 위한 기술의 변천은 주로 경제성에 의해 영향을 받는다. 즉 동일한 기능을 수행하기 위한 상대적 비용은 받아들여져야 할 두가지 경쟁적 기술에 중요한 영향을 미친다.

3) 經營요소(Managerial Dimension)

발명과 기술적 변천은 저절로 대중에게 소개되는 것이 아니라 人爲的으로 되어야만 된다. 얼마나 크고 복잡한 과업을 어느 정도로 잘 훈련되고 경험있는 관리자가 운영해 나갈 것인가가 경영적 요소이다.

4) 政治的 요소(Political Dimension)

과학기술의 발달은 어떤 단체나 개인의 권력변천에 영향을 미치게 된다. 따라서 과학기술의 발달은 정치적으로 중요한 두가지 질문을 가져온다. 첫째는 누가 受惠者이나이고 둘째는 누가 被害者이나이다.

5) 社會的 요소(Social Dimension)

보통 사회의 성격은 人口動態로 특정지어진다. 즉 종인구, 연령분포, 지리적 분포, 인구밀도, 개인소득의 분포, 인구의 도시 농촌간의 분포등이다. 사회를 이루는 중요한 集合體는 가정, 학교, 사업체, 정부등이다. 가정이 진취적이나, 소극적이냐에 따라 또 얼마나 많은 사람들이 기술적인 학습을 받게 되느냐에 따라 또한 사업체도 과학기술 발달의 動機를 부여하고 촉진시키는 중요한 역할을 한다. 그러나 역시 과학기술 발달의 결정적인 역할을 하는 것은 政府이다. 정부는 여러가지 가용한 政策을 통해서 가장 직접적으로 영향을 미치게 된다.

6) 文化的 요소(Cultural Dimension)

이 요소는 과학기술의 개발이 존재하는 사회의 價値(values), 態度(attitudes), 目標(goals)를 다루게 된다. 가치는 건강, 편안함, 신체적 안녕, 경제적 안녕, 생산성, 정직, 정당성, 박애, 예의, 자유, 정의, 美(beauty), 양심, 직업의 안정등으로 분류될 수 있는데, 이와같은 가치는 그 사회가 추구하는 목표이며 이론적 모형인 것이다. 따라서 어느 쪽의 가치가 그 사회에서 중요시^o되느냐에 따라 그 방향으로 科學技術은 진보해 갈 것이다.

7) 知性的 요소(Intellectual Dimension)

여기서는 어떤 사회 전체가 아니라 지성적 指導者의 가치, 태도, 목표가 대상이 된다. 통상 지성적 지도자는 決定權者로 형성되는데 결정권자란 자신의 통제하에 중요한 자원이 놓여 있고 자신의 통제에 의해서 그 자원을 분배할 수 있는 권한을 가진 사람이다. 따라서 이들 결정권자의 가치와 목표가 어디 있느냐에 따라 사회의 政策方向이 좌우되는 것이다.

8) 宗教/倫理的 요소(Religious/Ethical Dimension)

대부분의 사람들은 자신의 행동을 선과 악에 기준을 두고 판단하는데 이는 윤리적 판단이다. 일반적으로 종교적 요소는 과학기술의 발달과 밀접한 관계를 이루고 있다.

9) 環境生態學的 요소(Ecological Dimension)

이 요소는 과거에는 문제가 되지 않았다. 그러나 과학기술이 발달함에 따라 점점 심각한

문제로 변하고 있다. 인간도 하나의 동물이므로 동물의 생태에 결정적인 요소인 공기와 물이 점점 오염되어 간다면 인간의 생존도 자동적으로 위협을 받게 될 것이다.

2. 3 成長曲線(Growth Curves)

Delphi 기법이 본질적으로 主觀的인데 비해서 유추법에 의한 예측이 덜 주관적이지만 아직도 객관성이 결여되어 있다. 여기에 좀더 객관적인 예측방법이 요청되었는데 生物의 成長形態와 科學技術이 進步成長하는 사이에 유사성이 있는 것을 발견하고 “成長曲線法”이 제시되었다. Lenz(1968)는 생물의 성장과 과학기술의 개발사이에 다음과 같은 類似性을 비교하였다.

생물의 성장	과학기술의 발달
1차 세포	초기 아이디어
세포분열	발명과 발전
2차세포	새로운 아이디어
세포분열 기간	초기발명에서 새 발명에 이르는 기간
영양 매개물	경제적 뒷받침
세포의 수명	발명품의 수명
세포의 죽음	발명품의 노폐
세포집단	기술적 지역 혹은 기계구름
세포 집단의 부피한계	주어진 기술지역에서의 발명품에 대한 경제적 수요의 한계
세포집단의 크기	기술지역내에 존재하는 총 발명품
세포집단의 힘	수행능력

이와같이 유사한 생물의 성장과정과 과학기술의 발전과정을 그래프로 표시해 보면 모두 S모양을 이루고 있음을 알게 되는데 이 곡선들을 성장곡선이라고 한다. 이 성장곡선을 數式으로 표시한 것이 두가지가 있다. 그 하나는 미국의 생물학자이며 인구학자인 Pearl에 의해서 발견된 Pearl 곡선이며, 그 방정식은 다음과 같다.

$$Y = \frac{L}{1 + ae^{-bt}}$$

여기서 L은 Y로 표시되는 변수의 成長上限(Upper Limit)이며, a와 b는 매개변수(parameter)이다. 또 다른 하나의 곡선은 영국의 수

학자 Gompertz에 의해서 발견된 Gompertz 곡선인데, 그 방정식은 다음과 같다. $Y = Le^{-be^{-kt}}$

이들 곡선을 이용해서 실제로 어떻게 예측을 하느냐하면 주어진 자료를 도표위에 점 찍어서 이루는 일련의 곡선이 Pearl 혹은 Gompertz 곡선과 일치하면 그 곡선을 연장하여 미래를 예측할 수 있는 것이다. 이때 주의할 점은 연속적인 데이터를 사용해야 된다는 것과 상한점을 측정할 때 과소평가나 과대평가를 하지 말아야 한다는 것이다.

2. 4 趨勢 外挿法(Trend Extrapolation)

앞에서 설명한 “성장 곡선법”에 의하면 과학기술은 어떤 상한선에 접근하게 되고 그 한계 이상은 진보되지 않는다고 보았다. 그러나 실제로 과학기술의 진보는 그 한계점에서 정지하는 것이 아니라 다른 기술에 의해서 동일한 기능을 보다 우수하게 수행하게 되는 것이다.

기술의 진보가 성공적으로 계승되는 여러가지 예중에서 한가지만 들겠다.

그림(2.4-1)은 1850년 이후 電燈의 照明度 발전상황을 보인 것이다. 이것은 동일한 기능을 다른 기술이 이어받는 하나의 예인데 성장의 율이 수세기동안 놀라울 정도로 지속적인을 보여준다. 그래프에 나타난 點(plot)은 젤리움 비산업 다이오드(Ge As Diode)를 제외하고는

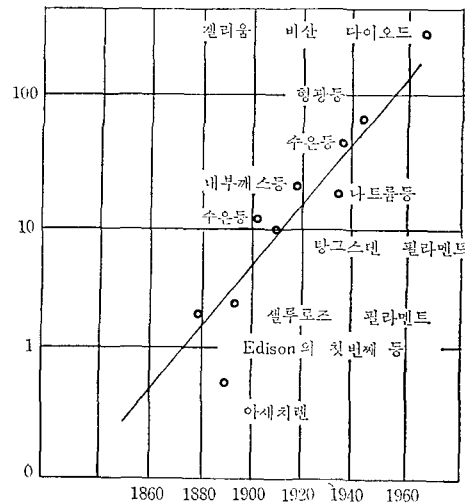


그림 2.4-1 조명원의 효용도 (자료출처: Encyclopædia Britannica)

모두 실제 자료를 근거로 한 것이다.

여기서 回歸 分析法에 의한 추세곡선을 도출할 수 있다. (Martino, 1972, p.661) 만약 추세가 직선으로 나타나면 그 결과는 다음과 같은 방정식으로 표시된다.

$$Y=A+BT$$

Y : 추세 기술의 능력수준

T : 시간

A, B : 상수(과거의 데이터에 의한 회귀 분석으로 구함)

이와같은 분석을 함에 있어서 주의해야 할 것은 媒介變數(Parameter)의 선택을 잘 해야 한다는 것이다. 이제 추세의 상관관계에 대해서 살펴보면 한 기술이 다른 기술의 선행기술로 나타나는 경우가 많이 있다. 이때 遲延時間(lag time)을 관찰하므로서 선행기술의 달성도를 근거로 제승기술을 예측할 수가 있다.

Y_p 를 선행기술의 능력수준, A 와 B 는 상수 T 를 선행기술의 능력에 의한 달성시간이라하면 $Y_p=A+BT$, D 를 제승기술의 지연시간, Y_s 를 제승기술의 능력수준이라하면, $Y_s=A+B(T-D)$

2. 5 分析模型(Analytical Model)

앞에서 설명한 기술예측 방법론들은 Delphi 法에 의한 직관적 예측에서 탈피하여 객관적인 접근방법을 시도한 것이라고 볼 수 있다. 그러나 이들 방법들은 아직도 시스템 内部作用을 고려하지 않은 오직 投入상태와 產出상태의 관계만을 가지고 시도한 방법들이기 때문에 크게 유효하지 못하다. 따라서 시스템 내보작용을 알고 시스템내의 인과관계를 분석의 중심으로 하는 因果模型이 필요하게 된다. 이 모형은 특히 많은 統計資料를 사용하여 높은 정확도를 가지는 결과를 얻고자 할때나 原因要素가 심하게 변화하는 경우에 매우 효과가 크다. 이 要因 分析模型을 成長曲線模型, 指數型成長模型, 構造模型으로 구분해서 설명 하겠다.

1) 成長 曲線 模型(Growth Curve Model)

기능력 수준(level of functional capability)의 성장이 표준 S형으로 표시되는 성장 곡선

모형의 특징은 기술 발전에 중요한 요인들의 혼합사용에 의한 유효성 제시에 있는바 그 중요한 모형은 다음과 같은 3가지로 나뉘어진다.

(i) The Isenson Hartman 모형

무릇 기술발전이란 어떤 정보를 여하히 잘 취급하느냐에 크게 영향받는 것으로 이 모델은 과학기술 情報의 성장을 연구하는데 기반을 두고 있다.

(ii) 一般 成長 模型(Universal Growth Model)

이것은 Floyd(1968)에 의해서 개발된 모형인데 이른바 “기술의 성장”은 현존하는 기능력을 향상시키려는 노력에 의존한다는 학설이다.

(iii) 산업내 기술혁신의 확산에 관한 모형 (Models of Diffusion of Innovations in Industry)

산업내의 기술혁신의 확산은 일반적으로 S 곡선을 형성한다는 것이 밝혀졌으나 동일 산업내에서의 두 확산곡선이 똑 같은 모양을 갖는다는 보장은 없다.

Mansfield(1968)는 곡선의 모양이 기술혁신을 직관적으로 측정할 수 있는 어떠한 양으로 표시 할수 있음을 밝혔다.

2) 指數型 성장모형(Exponential Growth Model)

많은 기술성장의 과거실적이 지수성장 형태를 이루어 왔는데 이의 이론적인 설명을 위해 Seamans가 기술성장을 표현하는 다음과 같은 모형을 만들었다.

A 와 B 두 경쟁자를 생각하자. 그들은 서로가 상대를 앞지르려고 한다. A 는 B 를 100m%만큼 앞서려고 하고 B 는 A 를 100n%만큼 앞서려고 한다고 가정하자.

그리고 A 는 반응시간 S (새사업을 시작하기로 결정한 시각부터 그 사업을 달성한 시각까지의 시간) B 는 반응시간 T 를 가지며 : A 는 반응율 f, B 는 반응율 g 를 갖는다고 가정한다. 그러면 다음과 같은 모형을 도출해 낼 수 있다.

$$a = \frac{\ln[(1+m)(1+n)]}{fT+gS}$$

이 모형에서는 반응시간, 반응율이 적으면

적을수록 성장의 속도가 증가됨을 알 수 있다.

3) 構造的 模型(Strutural Models)

앞에서 성장곡선 모형, 지수성장 모형은 일반적으로 관측되는 기술성장의 생태를 증명하기 위한 시도로써 측정 가능한 구조변수를 예비 탐사적 설명 변수로 사용하였으나 여기에서는 일반적으로 관측되는 생태를 증명하지 않아도 되는 몇가지 구조변수로 기술성장을 설명하려 한다.

(i) 特許權과 技術進歩

개개의 기술예측 보다는 종합적인 기술예측이 더 쉬운 경우가 많다. 이러한 관점에서 기술진보를 측정하는 척도중의 하나는 매년 허가되는 “특허의 수”이다.

Schmookler(1955)는 특허의 통계 자료로써 回歸 方程式을 만들어 본 결과 1940년대 이전에는 유효하나 그 이후에는 有意水準이 낮음을 밝혀냈다.

(ii) 企業 生産性과 研究開發投資規模

일반적으로 기업의 생산성은 노동과 자본의 함수인 산출량으로 표시된다.

$X=f(L,K)$, P 를 생산성이라 하면

$$X=f(Lt, Kt, Pt)$$

만약 기술의 변화가 노동과 자본에 똑같은 변화를 미친다고 가정하면,

$$X=Pt^f(Lt, Kt)$$

위의 모형은 Minasian(1962)이 제시 했는데 그의 모형은 연구개발비의 지출이 많으면 많을수록 생산성은 향상된다는 것을 전제로 하고 있다.

2. 6 飛躍의 解決(Breakthroughs)

과학기술의 예측방법으로써의 비약적 해결은 “원리에 근거를” 두면서 구기술이나 장치의 한계를 단연 초월해서 신장치의 기능을 수행할 수준의 진보”라고 할 수 있다. Wiener(1949)는 發明이란 필연적인 것이라고 주장하였다. 역사적으로 보면 똑같은 혹은 비슷한 발명이 거의 같은 시대에 이루어진 경우가 종종 있다.

만약 한 사람이 어떤 것을 발명하지 않았다면 다른 사람이 거의 같은 시기에 그것을 발

명했을 것이라는 주장이다.

이것은 그 발명품이 그 시기에 발명될 必然性을 지닌 것이라고 볼 수 있다.

성장곡선법에서 보았듯이 한가지 기술은 일정한 단계를 거치는 수명을 가지고 있다. 갑작스런 跳躍이 있는 것이 아니라 한가지 기술에서 다른 것으로 전파되어가는 것이다. 다시 말하면 한가지 발명이 이루어 지기까지는 많은 前兆(Precursor events)가 있는 법인데 우리는 이 전조를 관찰하므로써 그 발명품을 예측할 수 있는 것이다. 이와같은 前兆는 하나의 信號(Signal)로 나타내게 되는데 이 신호가 앞으로 나타날 사건의 정보를 제공하게 되므로 우리는 이 신호를 잘 해석하므로써 앞으로의 사건을 예측할 수가 있다. 그러나, 흔히 이 신호들이 적절하게 해석되지 못하는 이유가 있는데 그 하나는 사람들이 그 신호의 중요성이나 가능성을 인식하지 못하기 때문이고 또 하나는 신호가 雜信號(Noise)에 묻혀 버리기 때문이다. 예측자에게 문제가 되는 것은 후자인데 어떻게 하면 여러가지 잡다한 사건들 속에서 그 신호를 구별해 낼 수 있는지의 문제이다. 이 문제의 적절한 해답을 위해서 形態(Pattern)란 단어가 있다. 탁초오는 突破의 신호를 관측함에 있어서 우리들의 목적은 일정한 형태에 있는 것이지 개개의 사건 형태에 있는 것이 아니다. 이 단계를 밝아서 형태를 찾게되는 대상은 잠재적 신호가 발견되는 모든 분야의 주위환경이라고 할 수 있다. 주위환경에는 다음과 같은 분야가 있다.

- | | |
|---------------|---------------|
| (1) 기술적 분야 | (2) 경제적 분야 |
| (3) 경영적 분야 | (4) 정치적 분야 |
| (5) 사회적 분야 | (6) 문화적 분야 |
| (7) 지성적 분야 | (8) 종교/윤리적 분야 |
| (9) 환경 생태적 분야 | |

2. 7 複合的 방법에 의한 예측(Combining Forecasts)

어떠한 기술을 예측하기 위해서는 그 대상 기술에 가장 적합한 한 방법을 선택하는 것이 바람직스러운 일이지만 실제 문제에 있어서는 문제가 단순하지 않고 여러가지 문제가 서로

작용을 하여 복잡하므로 몇가지 방법들을 복합해서 사용하는 것이 더욱 손쉽고 서로의 약점을 보완해 줄수도 있다.

(1) 동일 기술에 대한 예측

한가지 기술성장을 예측하기 위해서 몇가지 예측방법을 조합해서 사용하는 주된 이유는 어느 한 방법의 약점을 다른 방법의 강점으로 보완하려함에 있으며 다른 이유는 기술성장예측하는 과정에서 예측자로 하여금 보다 나은洞察力을 부여함에 있다. 흔히 사용되는 예측방법의 복합은 成長曲線法과 趨勢外插法의 조합인데 이 복합된 예측방법은 어느 한 방법만으로는 획득하기 어려운 예측하려는 기술의 미래에 관한 어떤 결론을 얻을 수 있다. 즉 성장 곡선법만으로는 기술성장이 어떤 제시된 수준에 언제 도달할 것이냐하는 “時期”를 발견하기 곤란하다. 또한 추세외삽법만으로는 어떤 기술이 제시된 수준까지 추세를 따라 과연 성장할 것인지 그 “可能性”을 확정하기 곤란하다.

2) 다른 기술에 대한 예측

여러가지 다른기술들을 예측함에 있어서 복합적 예측방법을 사용하는 이유중의 하나는 여러가지 다른 기술들이 相互作用을 하며 相互關聯을 가지고 있다는 사실이다. 또 다른 하나의 이유는 미래를 예측함에 있어서 각각이 아닌 전체적인 일관성이 있어야 한다는 것 때문이다.

3) 交叉行列(Cross Impact Matrix)

여러가지 예측방법을 복합하는 과정에서 각 예측들간의 상호 연관 작용이 있는지 여부를 결정하는 과정이다. 많은 수의 예측을 일일이 비교하여 상호 연관 여부를 결정하는 작업이란 대단히 번거롭고 시간이 소비되는 일이다. 이를보다 쉽게 해결하려는 體系의인 접근방법중의 하나가 이 交叉行列法이다.

2. 8 當爲的 방법(Normative Methods)

지금까지 전술된 여러가지 예측방법들은 과거와 현재의 기록을 근거로 성장의 형태가 지속될 것이란 가정하의 미래의 기능을 예측하는 探索的 방법(Exploratory Methods)들이었다. 당위적 방법이란 體系分析(Systems Anal-

ysis)에 근거를 두고 있는데 즉 어떤 체계의 구성요소들을 세분하여 그들사이의 상호관계와 그들의 비용, 능력, 한계, 애로지점등을 조사하는 것이며 이 방법의 목적은 어떤 기능을 수행하는데 요구되는 기술적 능력수준을 결정하는데 있다. 이를 目的設定法(goal-setting)이라고도 한다. 당위적 방법에는 다음과 같은 3가지가 있다.

(1) 相關나무(Relevance Trees)

상관나무는 複雜性 혹은 階層(hierarchy)의 독특한 수준이 확인될 수 있는 어떤 體系와 過程을 분석하는데 사용된다. 그림(2.8-1)은 간단한 예를 도시하고 있다.

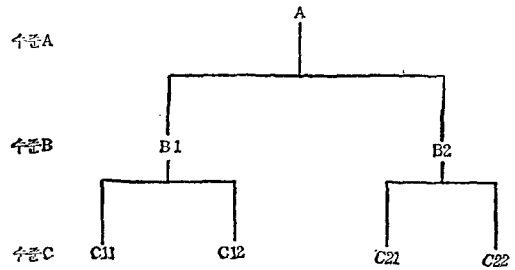


그림 2.8-1 간단한 상관나무

이 그림의 상관나무는 3개의 水準을 가지고 있으며 한수준의 각 가지(branch)는 次下級水準의 2개의 가지로 나뉘어지고 있다. 가지가 나뉘어지는 점을 마디(Node)라 한다. 각 마디에서는 최소한 둘 이상의 가지로 나뉘어지며 가지수의 상한은 없다. 이 그림에 나타나지 않은 상관나무의 특성은 첫째 한 마디로부터 관련된 가지들은 하나의 閉鎖集合을 이루어야만 되는 것이고 둘째 한 마디로부터 관련된 가지들은 相互排他的 이어야만 한다.

상관나무는 어느 체계의 각 분야에 대한 목표를 설립하는 데 사용되고, 어떤 문제에 대한 여러가지 방안의 해결점을 제시하는데도 사용되며 어떤 목표가 제한 조건에 도달하기 전에 해결해야 될 문제점들을 설명하는데도 사용될 수 있다.

(2) 形態學的 模形(Morphological Models)

형태학적 분석방법이란 어떤문제를 독립적으로 취급할 수 있는 분야까지 세분하여 이 독립적인 각 분야별로 문제를 해결하고, 이들 해

결책을 종합함으로써 그 본래의 문제를 해결 있게 되는 방법이다. 따라서 어떤 문제에서 가능한 모든 경우의 해답수는 각 분야에서 얻을 수 있는 해답수의 모든 조합의 수와 같다.

(3) 任務 흐름 圖表(Mission Flow Diagrams)

이 기법은 어떤 임무나 과업을 수행하게 될 모든 방안의 經路나 順序를 세밀하게 나열하여 각 방안을 세밀히 검토하고 애로점과 비용 관계를 파악한 다음 최선의 방안을 채택하게 되며 보다 나은 새로운 방안을 모색하기도

한다.

이상에서 科學技術 豫測의 當爲의 방법을 고찰했다. 이들의 응용은 어떤 문제점과 해결되면 성취해야만 하는 기능적 수준을 결정하는데 있다. 상관나무법은 垂直的 계통적구조의 분석에 사용되며 형태학적 모형은 平行的 구조의 분석에, 임무흐름도표는 공간적 시간적 혹은 논리적 연관성의 단계적 과정의 분석에 사용된다.

2. 9 각 예측 방법들의 장단점

기법	장점	단점
Delphi 기법	(1) 직접 얼굴을 맞볼 수 있는 위원회에 비교해서 소수의 정당한 의견이 존중될 수 있고 어느 영향력있는 자의 잘못된 주장에 영향을 받지 않을 수 있다. (2) 역사적 자료가 전혀없는 새로운 분야든지, 대단히 많은 요소들이 복합적으로 작용하는 분야의 예측을 쉽게 할 수 있다.	(1) 개인적 전문가의 속단은 피할 수 있지만 다른 기법에 비해서 직관적이다.
유의추환법예측	(1) Delphi 기법에 대해서 직관적이며 더 엄격하다. (2) 역사적으로 자료가 있는 거의 모든 분야에 응용될 수 있다.	(1) 한가지 혹은 일부 사실만 관찰 비교해서 전체적인 결론을 내리는 속단을 하기 쉽다. (2) 이 세상에 완전히 똑 같은 것은 없다. 즉 관찰된 자료를 가지고 유사성을 찾기란 대단히 어렵다.
성장곡선법	(1) 과거의 자료가 성장곡선과 일치만 하면 계속 곡선을 연장해서 예측할 수 있으므로 이용이 간편하다. (2) Delphi 기법이나 유추법에 의한 예측 보다는 더 객관적이다.	(1) 자료의 선택에서 성장 곡선에 맞는 것을 택하려 하는 주관성이 개입되기 쉽다. (2) 곡선을 연장할 때 주관적이며 오차가 클 수 있다.
추세의삽법	(1) 그 스스로는 예측하기가 복잡하고 어려운 기술적 매개 변수를 가진 추세도 둘 이상의 추세간에 상관 관계를 추적함으로써 쉽게 표현될 수가 있다.	(1) 실제로 존재하는 자연과학의 한계점을 넘어서까지 확장 예측함은 모순이다. (2) 환경적 조건이 틀린 메이타는 잘못된 결과를 낳는다.
분석모형에 의한 기법	(1) 타 기법이 시스템 내부의 작용을 고려하지 않고 오직 투입상태와 산출상태의 관계만을 가지고 예측했기 때문에 유효하지 못했던 점을 시스템 내부작용을 고려함으로써 인과관계를 분명히 하게 되었다. (2) 많은 통계자료를 사용하여 높은 정확도를 얻을 수 있다. (3) 원인 요소가 심하게 변동하는 경우에도 사용가능하다. (4) 생산성 향상에 영향을 주는 모든 요소들을 이용하여 미래의 생산성을 예측할 수 있다.	(1) 자연과학 분야와 달라 기술자나 과학자들이 제시된 모형의 형태대로만 움직여주지 않는다. (2) 과학기술 개발 시스템을 설명함에 있어서 모형속에 내재하는 피치 못할 오류가 존재한다. (3) 자료의 중요한 요소상에 발생하는 오차로 말미암아 매개변수의 측정이 나빠질 수 있다. (4) 모형에 포함되는 변수들의 중요성 판단기준 혹은 객관적 중요성이 시간의 변화에 따라 변화 가능하다.

기법	장	점	단	점
비해결 약기 적법	(1) 여러가지 환경적 변화는 종합 분석하여 지금까지 없었던 새로운 과학기술의 발명을 예측할 수가 있다.		(1) 예측의 자료가 되는 신호(signals)와 잡신호(noise)와를 구별하기가 힘들다. (2) 어떤 신호가 과연 어느 정도로 중요한 것인가를 정하기가 어렵다.	
복합적 예측 기법에	(1) 한가지 기법으로는 예측할 수 없는 여러 가지 사건이나 과학기술이 복합된 문제를 해결 가능하게 된다. (2) 한가지 기법의 약점을 타 기법이 보강할 수 있다. (3) 예측의 지속성을 유지할 수 있다.		(1) 데이터 수집에 많은 노력이 필요하다. (2) 교차 행렬법에 의한 예측을 할 때에는 계산이 번잡해진다. (3) 비용이 많이 든다.	
당위적 방법	(1) 설정된 목표를 달성하기 위한 지름길을 제시한다. (2) 문제의 구성을 체계적으로 나열해서 분석하므로 우수한 안을 강구할 수 있게 한다.		(1) 제시된 해결책이 경직성을 가졌다. 주어진 문제가 일률적으로 당위적 분석구조에 적용시켜야 하는 무리가 있다. (2) 각 분야에 상대적 가중치(Relevance Number)를 주는 것이 곤란하다.	

3. 나무꼴 의사결정 모형

3. 1 모델 형성

본 논문이 취급하려는 의사결정 모형은 제기된 문제의 최선의 해결책(Optimal Solution)으로 “最小費用의 方案”을 선택하는 모형이며 그 방안의 소요비용이 과학기술 능력수준의 변수인 경우이다. 즉 본 논문에서 취급하려는 모형은 과학기술 능력수준의 정도에 따라 전체 계획 기간에 발생하는 비용을 최소화 하는 각 계획기간의 최적방안을 구하는 문제이다. 과학기술의 능력은 전문가에 의해서 그 구분은 미리 정해지지만 미래의 계획기간에 도달할 그 수준은 추정에 의해서 確率의으로만 알 수 있다고 가정한다. 이러한 문제는 다단계의 사결정 모델로써 動的 計劃法(Dynamic Programming)의 문제로 설정될 수 있다. (그림 3.1-1)

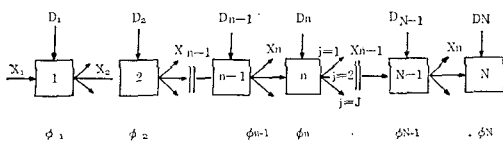


그림 3.1-1 다단계 결정체계(Multistage Decision System)

3. 1. 1 기호 정의

- (1) n : 계획기간(의사결정 단계 = decision stage), 양의 정수. $1 \leq n \leq N$
- (2) D_n : 계획기간 n 에서의 제기되는 문제를 해결할 수 있는 방안(alternative)을 나타내는 결정변수(decision variable)
- (3) X_n : 의사결정 단계 n 에서의 입력이 되는 상태변수(state variable)
(X_1 은 주어짐. $X_n = D_{n-1}$, $n=2, \dots, N$)
- (4) T_n : 계획기간 n 에서의 과학기술 능력의 수준(technological capability level)을 나타내는 확률변수, 이 수준은 전문가들에 의해서 확률적으로 推定될 수 있는 것으로 한다.
- (5) $\bar{RC}(T_n=j, D_n)$, $j=1, \dots, J$: 이것은 과학기술 능력수준 $T_n=j$ 와 채택될 방안 D_n 과의 함수인 相對的 비용(Relative Cost)임. 이 상대적 비용은 실제로 어떤 방안을 채택했을 때의 소요되는 비용과 그 결과로 나타나는 효과를 동시에 고려한 상대적 금액이다.
- (6) $\bar{OC}(D_n, X_n)$: 이는 의사결정단계 n 에서 채택할 방안 D_n 과 바로 전단계 $n-1$ 에서 채택된 방안 X_n 과의 함수로 나타나는 기회비용(Opportunity Cost)임.
- (7) $P(T_n=j | T_{n-1}=\bar{j})$, $j=1, \dots, J$
 $\bar{j}=0, \dots, J-1$

$$n=1, \dots, N$$

이는 계획기간 $n-1$ 에서의 기술수준 \bar{j} 상태에서 계획기간 n 에서의 기술수준 j 상태로 변할 수 있는 確率임.

이는 State space = $\{1, 2, \dots, J\}$, parameter space = $\{1, 2, \dots, N\}$ 인 time homogeneous 가 아닌 마르코프 連鎖(Markov Chain)인데 본 논문 제2장에서 소개된 Delphi 기법과 복합에 의한 기법(Combining Forecasts)을 이용해서 전문가에 의해 推定되어 주어진다.

(8) W_1 : 계획기간중에 계속 발생할 비용을 계획기간 초의 현재가치로 변환시켜주는 현가계수(Uniform Series Present Worth Factor)

(9) W_2 : 계획기간말에 발생하는 비용을 계획기간 초의 현재가치로 환산시키는 현가계수(Single Payment Present Worth Factor)

3. 1.2 의사결정 모형

軍事 研究開發計劃에서 우리가 구하려고 하는 해답은 最小費用이 요구되는 방안을 찾는 것이다. 다만 이때 고려되는 방안들은 주어진 목표를 효과면에서 회생시키지 않는 것들이다. 본 논문에서는 각 방안별 비용을 산출, 비교해서 최소비용의 방안을 찾는 道具(tool)로 Magee(1964)의 나무결 의사결정 모형(Decision Tree Model)을 이용하겠다, 다단계 동적 계획법으로 표시되는 의사결정모형은 다음과 같다.

(1) 段階 變換(Stage Transformation)

$X_n = D_{n-1}$, $n=2, \dots, N$ X_1 은 주어짐.

(2) 단계 비용함수(Stage cost function)

$$\phi_n(D_n, X_n) = w_1 \sum_{j=1}^J P(T_n=j | T_{n-1}=\bar{j}), \bar{RC}(T_n=j, D_n) + \bar{OC}(D_n, X_n), n=1, \dots, N$$

이는 의사결정단계 n 에서 기대되는 그 계획기간중에 발생하는 비용(Expected Cost)임.

(3) 循環式(Recursive equation)

계획기간 N , 기술능력수준 $T_N=j$ 에서의 최적 기대비용(Optimal cost expect)을 $f_N^j(X_N)$ 이라 하면 $f_N^j(X_N) = \min_{D_N} \phi_N(D_N, X_N)$

계획기간 n , 기술능력수준 $T_n=j$ 에서의 최적 기대비용을 $f_n^j(x_n)$ 이라 하면

$$f_n^j(X_n) = \min_{D_n} [\phi_n(D_n, X_n) + W_2 \sum_{j=1}^J P(T_n=j | T_{n-1}=\bar{j}) \cdot f_{n+1}^j(X_n+1)] = \min_{D_n} [\phi_f(D_n, X_n) + W_2 \sum_{j=1}^J P(T_n=j | T_{n-1}=\bar{j}) \cdot f_{n+1}^j(D_n)]$$

$$n=1, \dots, N-1.$$

3. 2. 1 모델의 사용 예

3. 2. 1 문제

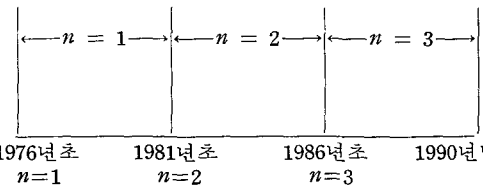
(1) 문제 제기

한국군은 최신행 전투기 1000대를 1990년 말까지 장비하여야 한다. 한국군의 과학 기술능력수준에 따라 어떤 방법으로 획득하는 것이 費用과 危檢性을 최소로 할 수 있을까(Cost & Risk Minimization)하는 것이 문제이다.

(2) 계획기간 및 의사결정 단계.

전 계획기간을 신뢰할 수 있는 예측을 할 수 있는 기간으로 단축하기 위해서 1976년초에서 1990년말에 이르는 15년의 기간을 5년마다 재조정 한 계획기간과 의사결정단계는 그림 4.2-1과 같다.

제 1 계획기간 제 2 계획기간 제 3 계획기간



제 1의 사결정단계 제 2의 사결정단계 제 3의 사결정 단계

그림 3.2-1 계획기간 및 의사결정단계

(3) 가능한 방안들(D_n)

$D_n = A_1$: 외국으로 부터 구입하는 방안임.

$D_n = A_2$: 국내 민간회사에 주문하는 방안임.

$D_n = A_3$: 군이 직접 개발 생산하는 방안임.

(4) 과학기술 능력수준($T_n=j$)

$T_n=1$: 한국군의 기술수준이 목표수준의 90% 이상의 상태.

$T_n=2$: 한국군의 기술수준이 목표수준의 80%~90%에 머문 상태.

$T_n=3$: 한국군의 기술수준이 목표수준의 80% 미만인 상태.

(5) 상대적 비용($\bar{RC}(T_n=j, D_n)$)

이 비용은 일정한 금액을 각 방안에 투입한다고 가정할 때 기술수준의 정도에 따라 우수한 효과를 얻을 수 있는 잇점과 충분한 전투 효과를 얻을 수 없는 위험을 복합적으로 고려한 상대적인 비용이다. 그 결과가 전문가에 의해서 표 3.2-1과 같이 나왔다고 하자.

$T_n=j$ \ D_n	$D_n=A_1$	$D_n=A_2$	$D_n=A_3$
$j=1$	200	100	50
$j=2$	100	150	100
$j=3$	50	100	200

n : stage(각단계가 동일함)

표 3.2-1 상대적비용(단위: 억원)

(6) 기회 비용($OC(D_n, X_n)$)

과업수행도중에 결실을 바꿈으로서 통상 상당한 損害가 발생하게 된다. 이러한 機會費用을 실제로 수치화시키는 것은 상당히 어렵겠지만 전문가에 의해서 표 3.2-2와 같은 결과를 얻었다고 하자.

제 2의 사결정단계

X_2 \ D_2	$D_2=A_1$	$D_2=A_2$	$D_2=A_3$
$X_2=A_1$	0	∞	∞
$X_2=A_2$	30	0	20
$X_2=A_3$	40	30	0

제 3의 사결정단계

X_3 \ D_3	$D_3=A_1$	$D_3=A_2$	$D_3=A_3$
$X_3=A_1$	0	∞	∞
$X_3=A_2$	50	0	∞
$X_3=A_3$	60	∞	0

표 3.2-2 기회비용(단위: 억원)

(7) 한국군 기술수준이 j 에 해당될 확률 ($P(T_n=j | T_{n-1}=\bar{j})$)은 1차로 Delphi 기법에 의한 설문을 통해서 응답을 얻고 이를 종합분석하여 표 3.2-3과 같은 자료를 얻었다고 하자.

기술수준 \ 계획기간	$n=1$	$n=2$	$n=3$
$j=1$	0.2	0.3	0.6
$j=2$	0.3	0.5	0.3
$j=3$	0.5	0.2	0.1

표 3.2-3 Delphi 기법으로 예측된 한국군의 기술수준($P(T_n=j | T_{n-1}=\bar{j})$)

그런데 한 계획기간의 기술수준이 다음 계획기간의 기술수준에 영향을 미치게 되므로 그 단계와 3단계의 기술수준은 다시 조정된다. (제 2장 복합에 의한 예측법중의 교차행렬법(Cross Impact Matrix) 참조) 앞 단계의 기술수준이 다음 단계에 10% 만큼 영향을 미친다고 가정하면 조정된 확률은 표 3.2-4와 같은 것을 얻을 수 있다.

제 2 계획기간 T_2 \ T_1	$j=1$	$j=2$	$j=3$
$j=1$	0.4	0.45	0.15
$j=2$	0.25	0.6	0.15
$j=3$	0.25	0.45	0.3

제 3 계획기간 T_3 \ T_2	$j=1$	$j=2$	$j=3$
$j=1$	0.7	0.25	0.05
$j=2$	0.55	0.4	0.05
$j=3$	0.55	0.25	0.2

표 3.2-4 한국군 기술수준이 j 에 머문 단계별 확률

$$(P(T_n=j | T_{n-1}=\bar{j}))$$

(8) 계속 발생 현가 계수(W_1)

각 계획기간이 5년이고 이자율을 년 15%로 하면 $W_1 = (P/A, 15\%, 5) = 3.352$

(9) 단일 발생 현가 계수(W_2)

각 계획기간이 5년이고 이자율이 년 15%로 하면 $W_2 = (P/F, 15\%, 5) = 0.4972$

3.2.2 문제 해결

(1) 의사결정나무(Decision Tree)

주어진 문제를 분석하여 의사결정나무를 그림 3.2-2 부록-1과 같이 그렸다. 의사결정점은 의사결정자가 각 방안별 비용을 산출해서 최소비용의 방안을 선택해야 하는 단계이다. 기회지점은 한국군의 기술수준 정도에 따라 의사결정권자의 의사에 관계없이 진도가 결정되는 점이다.

(2) 각 의사결정점에서의 최적방안

① 제 3단계(최종단계)에서의 최적방안

$$f_N^j(X_N) = \text{Min}_{D_N} \phi_N(D_N, X_N) \\ = \text{Min}_{D_N} \left[W_1 \sum_{j=1}^3 P(T_N=j | T_{N-1}=\bar{j}) \cdot \bar{R}C \right]$$

$$(T_n=j, D_n) + \overline{OC}(D_n, X_n)]$$

$$\dots\dots (4.2-1)$$

$$n=1, 2, \dots\dots, N$$

본 문제의 의사결정 최종단계는 그림 3.2-2 부록-1의 의사결정나무를 기준하면 기회지점 O₂₅에서 의사결정점 D₄₃까지이다. O₂₅에서 O₃₆까지는 의사결정점이 없고 기회지점뿐이므로

각 기회지점의 비용만 산출하고 D₈에서 D₄₈까지는 식(4.2-1)을 이용하여 각 의사결정점에서의 최적방안을 결정한다. 대표적으로 D₃에서의 의사결정을 표 3.2-5와 같이 습을 보이나 다른점에서의 의사결정도 동일한 방식으로 이루어질 수 있다.

의사결정점	기회지점 방안	기술수준별 기대비용						총상대비용 ⑩ (③+⑥+⑨) ×(W ₁)	기회비용 (OC) ⑪	총기대비용 ⑩+⑪	선택된비방 안용
		\overline{RC} (T _n =1) ①	③	\overline{RC} (T _n =1) ④	⑥	\overline{RC} (T _n =1) ⑦	⑨				
		P (T _n =1) ②		P (T _n =1) ⑤		P (T _n =1) ⑧					
D ₈	O ₃₇ (A ₁)	200	140	100	25	50	2.5	561.5	50	611.5	A ₂ 362.0
		0.7		0.25		0.05					
	O ₃₈ (A ₂)	100	70	150	37.5	100	5	362.0	0	362.0	
		0.7		0.25		0.05					

표 3.2-5 최종단계중 제 8 의사결정점에서의 최적방안

② 제1,2단계(최종이 아닌 단계)에서의 최적방안

$$f_n^j(X_n) = \min_{D_n} [\phi_n(D_n, X_n) + W_2 \sum_{j=1}^J P(T_n=j) T_{n-1} = j] \cdot f_{n+1}^j(D_n)] n=1, 2, \dots\dots, N \dots\dots (4.2-2)$$

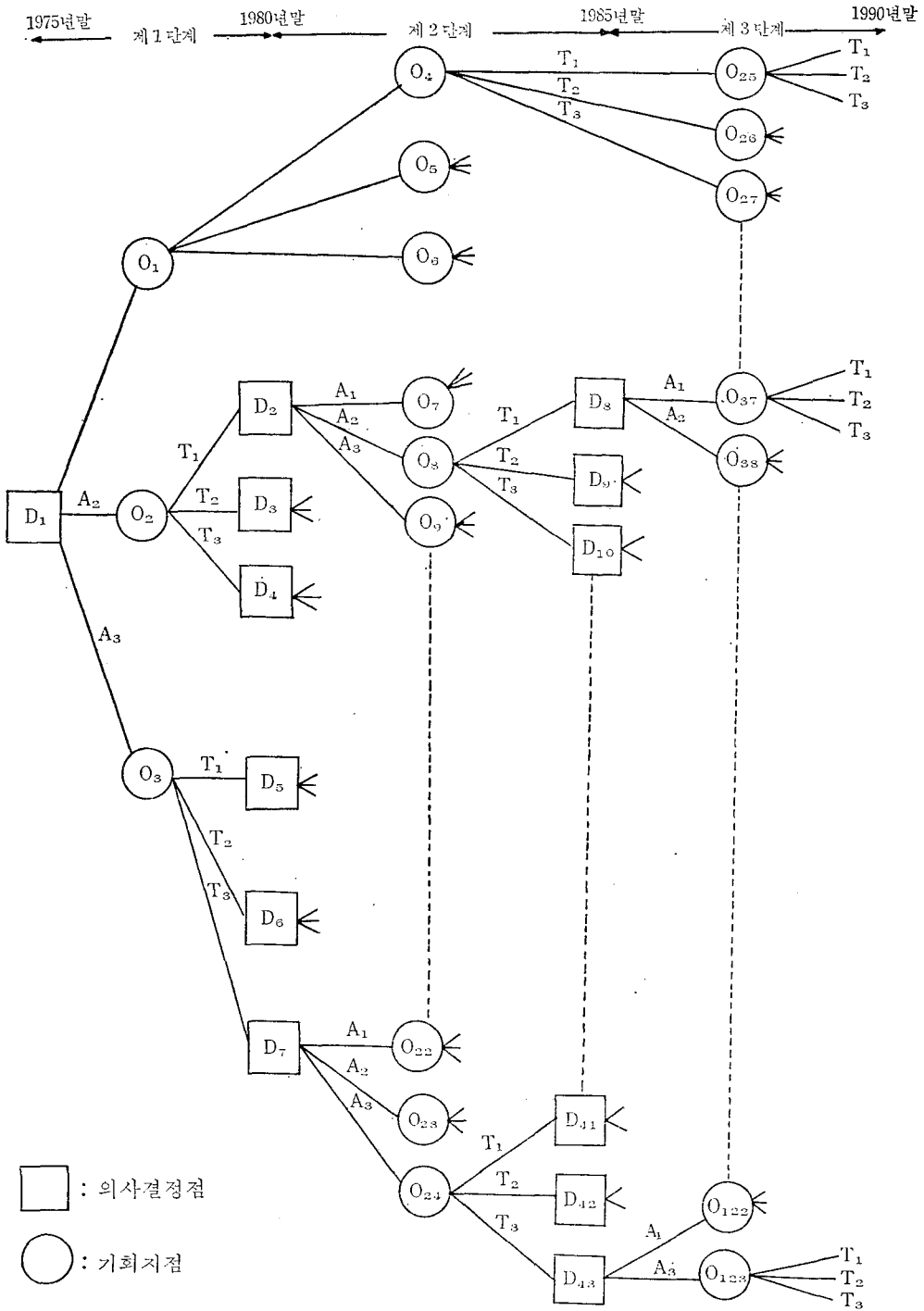
그림 3.2-2 부록-1 의사결정나무를 기준으

로 하면 제2 의사결정단계에서 해야할 것은 기회지점 O₄, O₅, O₆의 비용제산과 의사결정점 D₂에서 D₇까지의 최적방안을 구하는 것인데 보기로 D₂에서의 의사결정과정을 표 4, 2-6에 도시되어 있다.

의사결정점	기회지점 (방안)	기술수준 T _n =j	기술수준별 상대기대비용					총상대비용 ⑦ 비용	기회비용 ⑧	총기대비용 ⑦+⑧	선택된비방 안용
			앞방안에서 선택된 ①	현재가치 ②	기비 간용 내발 생 ③	현재가치 ④	확 율 P (T _n =j) ⑤				
D ₂	O ₇ (A ₁)	j=1	561.5	279.2	200	670.4	0.4	379.8	706.2	30	A ₃ 468.0
		j=2	510.3	253.7	100	335.2	0.45	265.0			
		j=3	468.0	241.6	50	167.6	0.15	61.4			
	O ₈ (A ₂)	j=1	362.0	180.0	100	335.2	0.4	206.1	600.7	0	
		j=2	402.2	200.0	150	502.8	0.45	316.3			
		j=3	376.2	187.0	100	335.2	0.15	78.3			
	O ₉ (A ₃)	j=1	234.6	116.6	50	167.6	0.4	113.7	448.8	20	
		j=2	270.8	134.6	100	335.2	0.45	211.4			
		j=3	310.0	154.1	200	670.4	0.15	123.7			

표 3.2-6 제 2 단계중 D₂에서의 최적방안

그림 3.2-2 의사결정 나무



3. 3 결과 분석

분석의 결과는 최초단계 (D_1)에서 방안 A_1 이 최선의 방안으로 선택되었다. 즉 1990년까지 최신형 전투기 1000대를 장비하기 위해서 “외국으로부터 구입하는 방안”이 효율과 위험을 고려한 상대적 비용이 최소가 되는 방안이다. 그러나 이 결과는 과연 외국으로부터 전투기를 돈만 지불하면 언제나 구매할 수 있는가하는 政治的, 外交的 문제는 고려되지 않은 것이다. 또한 이 결과는 어디까지나 Delphi 기법에 의해서 예측 技術 水準에 의한 것이므로 만약 표 3.2-5에서 제시된 豫測值가 한국군의 기술 수준이 높은 것으로 나타났더라면 “군이 직접 개발 생산하는 방안”이 최선책으로 분석 결과가 나왔을 것이다. 따라서 이 결과는 중요한 의사결정을 함에 있어서 입력이 되는 데이터의 정확성이 얼마나 중요한가를 강조하고 있으며, 동시에 과학 기술 분야의 의사결정을 위해서 기술예측을 가능한 한 정확하게 할 필요성을 강조하고 있다.

4. 결 론

미국의 대외 군사원조 감축에 따른 한국의 自主國防문제는 한국이 당면한 가장 중요한 문제로 대두되었다. 따라서 제한된 자원인 國防 豫算을 어떻게 하면 가장 효율적으로 사용할 것인가를 판단하는 의사결정의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 의사결정의 성패가 거의 전적으로 투입되는 자료(data)의 양과 질에 달려 있으므로 정확하고 많은 자료를 획득한다는 것이 대단히 중요하다고 하겠다. 技術豫測은 과학기술분야에 있어서 미래의 정보를 의사결정의 입력으로 제공하는 역할을 한다. 본 논문은 지금까지 한국군에서 등한시 해온 기술예측을 정책 입안자로 하여금 고려하도록 주의 를 불러 일으키는 의무에서 이의 중요성을 강조하였으며 그에 앞서 技術豫測方法論에 관해서 구체적으로 소개를 하였다. 그런데 소개된 여러가지 기법들이 선진국을 배경으로 했기 때문에 한국적인 배경하에 이들을 응용하려면 적

당한 조정을 필요로 한다. 그중 Delphi 기법과 당위적 방법(Normative methods)은 한국군에서도 쉽게 이용될 수 있다고 본다.

기술예측이 어떻게 의사결정 과정에 응용되는가를 보기 위해서 나무꿀 意思決定 模型을 통한 간단한 예를 들었다. 이 모형을 電算化 시키면 더욱 편리한 모형이 될 것이다.

後 記

본 論文은 韓國科學院의 支援으로 研究된 것이다. 이 논문에 취급된 意思決定模型을 檢討·補完해 준 車東完박사께 감사드린다.

6. 참고 문헌

- (1) Ayres, R.U., *Technological Forecasting and Long-Range Planning*, N.Y.: MacGraw-Hill, 1969.
- (2) Bird, J.R. and Darracott, H.T., “Developing and Using the U.S. Army Long-Range Technological Forecast”, *Technological Forecasting for Industrial and Government*, J.R. Bright, Ed., Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968.
- (3) Buttner, F.H. and Cheaney, E.S., “An Integrated Model of Technological Change”, *Technological Forecasting for Industrial and Government*, J.R. Bright, Ed., Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968.
- (4) Cetron, M.J. and Martino, J.P. and Roepcke, L., “The Selection of R & D Program Content-Survey of Quantitative Methods”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. EM-14, No.1, March 1967.
- (5) Cetron, M.J. and Monahan, T.I., “An Evaluation and Appraisal of Various Approaches to Technological Forecasting”, *Technological Forecasting for Industry and Government*, J.R. Bright, Ed., Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968.
- (6) Cetron, M.J. and Ralph, C.A., *Industrial Applications of Technological Forecasting*, N. Y.: Willey-Interscience, 1971.
- (7) Floyd, A.L., “A Methodology for Trend-Fore-

- casting of Figures of merit”, *Technological Forecasting for Industry and Government*, J.R. Bright, Ed., Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968.
- (8) Haney R.L., “A Three-dimensional model for Assessing the Impacts of Future Technology on Navy Business Management”, *A Guide to Practical Technological Forecasting*, J.R. Bright and M.E.F. Scholman, Eds., Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968.
- (9) Helmer, O., “The Delphi Method-An Illustration”, *Technological Forecasting for Industrial and Government*, J.R. Bright, Ed., Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968.
- (10) Gantsch, E., *Technological planning and Social Futures*, N.Y.: Halsted Press, 1972.
- (11) Lenz, R. C., Jr., “Forecasts of Exploding Technologies by Trend Extrapolation”, *Technological Forecasting for Industrial and Government*, J.R. Bright, Ed., Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968.
- (12) Magee, J.E., “How to Use Decision Trees in Capital Investment”, *Harvard Business Review*, Sep. Oct., 1964.
- (13) Mansfield, E., *Industrial Research and Technological Innovation*, N.Y.: W.W. Norton, 1968.
- (14) Martino, J.P., *Technological Forecasting for Decision making*, N.Y.: Elsevier, 1972.
- (15) Martino, J.P., “Technological Forecasting for Planning Research and Development”, *A Guide to Practical Technological Forecasting*, J.R. Bright and M.E.F. Schoeman, Eds., Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968, A.
- (16) Martino, J.P., “The Use of Technological Forecasts for Planning Research”, *Technological Forecasting for Industrial and Government*, J.R. Bright, Ed., Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968, B.
- (17) Martino, J.P., “Trend Extrapolation”, *A Guide to Practical Technological Forecasting*, J.R. Bright and M.E.F. Schoeman, Eds., Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968, C.
- (18) Peake, H.J., “Difference Between Engineers and Scientists”, *IEE Transactions on Engineering Management* EM-16, 1969.
- (19) Schmitt, A.W. and Smith, D.F., “Generation and Application of Technological Forecasts for R & D Programming”, *Technological Forecasting for Industrial and Government*, J.R. Bright, Ed., Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968.
- (20) Schmookler, J., *Invention and Economic Growth*, Cambridge Mass.: Harvard Univ. Press, 1955.
- (21) Wiener, N., *Extrapolation, Interpolation and Smoothing of stationary Times Series*, N.Y.: Willey, 1949.