

무기체계설계시 효율적 군수지원을 위한
산업공학/경영과학 기법
(A Study on Industrial Engineering/Management
Science Techniques for Efficient Armament
Systems Design)

김 상 원*

Abstract

This paper provides a research on some design techniques of Industrial Engineering / Management Science (IE/MS) for more efficient logistics support in developing armament systems. It includes RAM (reliability, availability and maintainability) analysis techniques, decision making analysis techniques, human factors engineering techniques and logistics support analysis techniques.

* 국방과학연구소

1. 서론

과학기술의 급속한 발전에 따라 현대 무기체계의 특성은 다양성, 복잡성, 고가성 및 가속적 진부화, 개발기간의 장기화 및 개발 실패의 위험성 등을 들 수 있다. 이러한 현대 무기체계의 개발은 이에 수반되는 군수지원을 보장하기 위하여 지원체계 및 구비요소가 복잡, 다양하고 전문성이 요구될 수밖에 없게 되어있다. 주장비의 성능만을 고려해 아무리 우수한 무기를 개발하게 되었다 하더라도 거액의 투자비용과 고도의 기술 및 훈련이 필요하며 통상적인 방법으로 지원이 곤란하다면 무기체제로 채택하여 운용하는 것이 적합하지 않다고 하겠다.

따라서 최상의 전투준비 태세를 유지하고 획득, 수명 및 주기비용 등을 최소화시키며 경제적이며 효율적인 군수지원을 하기 위하여 무기체계 설계 초기 단계부터 종합군수지원을 개발하기 위한 구체적인 계획을 수립하지 않을 수 없다. 여기에서 종합군수지원(Integrated Logistics Support ; ILS)이란 무기체계의 효율적이며 경제적인 군수지원을 보장하기 위하여 무기체계의 소요제기 단계부터 소요 결정, 설계, 획득, 운용 및 폐기시까지 제반 군수지원요소를 종합관리활동을 말한다. 일반적으로 무기체계 획득시 고려해야 하는 네 가지 요소는 성능, 비용, 일정계획 및 군수지원성이다. 이들의 역할은 상호보완적이며 획득관리 업무의 효율성, 획득순기간의 경제성을 보장해주는 합리적인 관리가 필요하다.

본 연구에서는 무기체계 설계시 효율적인 군수지원 계획 수립을 위한 산업공학/경영과학 기법을 신뢰성, 가용성 및 정비성 분석기법, 의사결정기법, 인간공학기법 및 군수지원성 기법으로 분류, 서술

하였다. 이러한 공학적 기법들은 무기체계 설계시 여러 가지 대안에 대하여 최적안을 결정하기 위한 수단으로 이용되며 정량화된 방법을 이용하는 것이 보편화되어 있다. 최적의 무기체계를 설계하기 위해서는 반드시 이러한 방법들을 이용하여야만 할 것이다.

2. 본론

2.1 신뢰성, 가용성 및 정비성 (RAM)

분석 기법

(1) 신뢰성(Reliability)분석 기법

신뢰성이란 어떤 장비가 주어진 시간동안 정해진 환경조건하에서 규정된 성능을 발휘할 수 있는 확률이다. 이는 어떤 장비가 대량 생산과정에서 동일하게 제작되었다 하더라도 장비의 발사탄수, 주행거리 등이 일정하지 않고 어떤 분포를 이루고 있어 수학적 도구로써 확률을 이용할 수밖에 없기 때문이다. 따라서 장비의 수명을 나타내는 확률변수(Random Variable)를 T라고 하면 주어진 시간 [0,t]에서의 장비 신뢰성은 다음과 같이 표현된다.

$$\text{신뢰성 } R(t) = P(T > t)$$

신뢰성에 대한 측정척도는 여러 가지가 있으나 군용장비는 주로 MTBF (Mean Time Between Failures : 고장간 평균시간)와 관련된 사항을 다룬다. 보통 정비 가능한 장비의 신뢰성은 MTBF로 표현되며 이는 다음과 같은 다양한 방법으로 표현된다.

· MKBF (Mean Kilometers Between Failures Kilometers : 고장간 평균 거리)

- MMBF (Mean Miles Between Failures : 고장간 평균 거리)
- MRBF (Mean Rounds Between Failures : 고장간 평균사격 발수)
- MCBF (Mean Cycles Between Failures : 고장간 평균주기)

(2) 시스템 신뢰성 예측

어떤 장비를 개발하는 과정에서 시스템의 신뢰도를 고려한다는 것은 크게 두 가지로 대별할 수 있는데 첫째는 시스템이 어떤 시간 t에 있어서 작동상태에 있을 확률이 얼마나 될 것인가 하는 시스템신뢰도를 예측하는 문제이고, 둘째는 시스템의 신뢰도가 요구규격에 미달되거나 만족스럽지 못할 때에 어떻게 시스템의 신뢰도를 높일 수 있는나 하는 시스템 신뢰도 증진 문제이다.

그런데 시스템 신뢰도의 예측이란 장비개발완료 이전에 이루어지는 문제로서 차후 완성된 시스템 신뢰도를 평가하여 보면, 실제로는 예측신뢰도보다 높을 수도 있고 또는 낮을 수도 있을 것이다. 그러나 시스템 신뢰도의 사전예측은 그 장비의 설계를 확정시키기 이전에 설계상의 어떤 문제점이나 취약점을 찾고 이에 대한 수정이 필요한가를 결정짓는 과정에서 고려요소가 된다는 점에서 가치 있는 활동이 될 것이다. 따라서 시스템신뢰도의 예측은 장비가 완전히 개발되어 배치될 때까지 반복적으로 이루어져야 할 사항이다.

(3) 수명시간분포와 고장율

어떤 장비가 n개의 부품으로 구성되어 있을 때 각 부품에 대한 신뢰도를 알기 위해서는 직접 시험

에 의해서 알아내어야 한다.

일반적으로 어떤 부품(시스템, 하부체계, 부품 등)은 정비관점에서 볼 때 두 가지로 분류할 수 있다. 그 하나는 정비가 가능한 부품이며 다른 하나는 정비가 불가능한 부품이다. 정비가 가능하다는 것은 어떤 고장에 대하여서는 수리를 통하여 그 부품이 다시 요구되는 임무를 수행할 수 있음을 뜻하며, 정비가 불가능하다는 것은 그 부품이 고장이 나면 더 이상 사용할 수 없어 폐기한다는 것을 말한다.

수명시간분포란 정비불가품의 경우는 어떤 부품의 작동시간에 대한 분포를 말하며, 정비가능품의 경우에는 작동시간의 합에 대한 분포를 의미한다.

어떤 부품의 수명시간을 나타내는 확률변수를 t, 그의 분포함수를 F, 확률밀도함수를 f라고 할 때, 다음과 같이 표현되는 함수 r을 t의 고장율함수라고 하며 r(t)를 시간 t에서의 고장율이라고 한다.

$$r(t) = \frac{f(t)}{1-F(t)} = \frac{f(t)}{R(t)}$$

자주 사용되는 수명시간분포는 지수분포, 웨이블분포, 감마분포, 정규분포, 대수정규분포, 일양분포 등이 있다.

(4) MTBF의 개념

어떤 시스템이 n개의 부품으로 구성되어 있으며, 어떤 특정된 고장에 한해서는 정비가 가능하다고 하자. 그런데 시스템의 고장이란 결국 시스템에 조립되어 있는 어떤 부품의 고장에 기인되는 것으로서 시스템의 정비는 고장난 부품을 교환하던가 또는 어떠한 손질을 통해서 이루어질 것이다. 여기에서 어

떠한 손질이라고 한 것은 나사를 조인다던가 혹은 납땀을 한다던가 등의 직접적인 부품의 교환이 없는 것을 의미하였는데 그러한 손질에 의해서 시스템의 기능이 복귀되므로 마치 새로운 부품으로 교환하는 것과 동일한 것으로 생각하여도 될 것이다.

다시 말해서 시스템의 고장은 그 원인을 일으키는 부품의 교환에 의해서만 정비되며, 부품 자체는 정비가 불가능한 것으로 생각하자는 뜻이다.

모든 부품의 고장사상은 상호독립(즉, 어떤 부품의 고장이 다른 부품의 고장유발에 영향을 주지 않음)이라고 하고 i 번째 부품의 j 번째 수명시간을 X_{ij} 으로 나타내자.

따라서 X_{i1}, X_{i2}, \dots 들을 i 번째 부품의 수명시간 X_i 로 나타내면 신뢰도 $R_i(t)$ 또는 고장을 $r_i(t)$ 로서 i 번째 부품의 신뢰도를 평가할 수 있다.

그러나 전체 시스템의 경우에는 첫번째 고장은 부품 1, 두번째 고장은 부품 2, ...등 고장을 일으키는 부품이 서로 달라 고장간의 작동시간 T_1, T_2, \dots 들이 동일한 분포함수를 갖지 않을 수 있으며, 이로 인해 T 하나로서 T_1, T_2, \dots 들을 대표시킬 수 없어 신뢰도 $R(t)$ 와 고장을 $r(t)$ 가 의미를 갖지 못하는 경우가 있게 된다. 따라서 정비가 가능한 시스템에서는 작동시간들의 평균, 즉 MTBF를 새로운 신뢰도의 척도로 사용하게 되는 것이다. (실제로 여러 가지 자료에서는 정비가 가능한 시스템에서도 신뢰도 $R(t)$, 고장을 $r(t)$ 등이 사용되고 있음을 볼 수 있는데 이것은 T_1, T_2, \dots 들이 동일한 분포함수를 갖는 확률변수로 가정된 경우이다.)

군용장비에서는 대개 T_1, T_2, \dots ,들이 동일한 지수분포를 하는 확률변수로 가정하여 위의 정의들을 사용하고 있다. 우리에게는 시스템을 개발하는 과정

에서 시스템의 MTBF를 예측할 수 있고 차후 시료를 이용한 작동시간들의 관측치로서 시스템의 MTBF를 추정할 수 있게 하는 확률 및 통계적 개념을 이용한 MTBF의 수학적 정의가 필요하다.

(5) 가용성(Availability) 분석 기법

가용성이란 어떤 주어진 시간 t 에 있어서 어떤 시스템이 가동 (또는 운용) 상태에 있을 확률로 신뢰성과 정비성에 의해 결정되며 어떤 장비가 불시에 임무를 받았을 때 가용될 수 있는 정도를 나타내는 것으로 전투태세의 측정치로 사용된다. 어떤 시스템이 이원(二元) 구조함수를 만족하고 있을 때 시스템의 상태벡터를 $X(t)$ 라고 하면 시스템의 가용성은 다음과 같이 정의된다.

$$\text{가용성} : A(t) = P(\varphi(X(t)) = 1)$$

가용성을 표시하는 방법으로는 다음과 같은 세 가지가 있다.

가. 고유 가용성 (Inherent Availability : A_i)

고유 가용성은 이상적인 지원 환경 하에서 명시된 조건대로 사용되어질 때 주어진 시점에 어떤 시스템이 (만족할 만한) 가동상태에 있을 확률을 말한다. (수리시간은 예방 및 계획정비시간, 군수지원 시간, 행정지원시간은 포함시키지 아니한다.)

나. 성취 가용성 (Achieved Availability : A_a)

성취 가용성은 이상적인 지원 환경 하에서 명시된 조건대로 사용되어질 때 주어진 시점에 어떤 시스템이(만족할 만한) 가동상태에 있을 확률을 말한다. A_a 는 수리시간에 예방 및 계획정비 시간을 포함하는 것이 A_i 와 다르다.

다. 운용가용성 (Operational Availability : A_o)

운용 가용성은 실제 운용 상황하에서 명시된 조

건대로 사용되어질 때 주어진 시점에 어떤 시스템이 (만족할 만한) 가동상태에 있을 확률을 말한다.

(6) 정비성 분석 기법

정비성은 어떤 장비가 고장났을 때 규정된 기술자, 물자와 절차에 따라 정비를 하여 주어진 기간 내에 시스템을 규정된 상태로 원상 복구시킬 수 있는 확률로 정비의 용이성 및 정비 업무량을 나타내는 척도로 사용된다.

정비성을 나타내는 척도는 다음과 같은 것이 있다.

가. 평균 비계획정비시간 (Mean Time To Repair : MCMT or MTTR)

어떤 시스템이 고장나면 원래의 상태로 시스템을 복구시키려는 일련의 정비행위가 이루어진다. 이러한 정비 행위는 고장 탐지, 배제, 분해, 수리 등으로 이루어지며 이를 비계획 정비라 부른다. 평균 비계획 정비시간(또는 평균수리시간)은 이러한 비계획 정비시간의 총합은 주어진 시간동안의 정비활동수로 나눈 값(산술 평균값)을 말한다.

나. 평균 예방정비시간 (Mean Preventive Maintenance Time : MPMT)

예방정비는 주기적인 검사, 교환 및 일정주기를 가지는 계획된 정비를 포함하며 평균 예방정비시간은 이러한 예방정비시간의 총합을 계획정비 포함 정비수로 나눈 값(산술평균)을 말한다. 여기서 예방정비시간은 군수 및 행정지연 시간은 포함시키지 않는다.

다. 평균 정비시간 (Mean Active Maintenance Time : MAMT)

평균 정비시간은 예방 계획 및 비계획 정비 시간

의 총합을 정비수로서 나눈 값을 말한다.

라. 최대수리시간 (MAX TTR : Maximum Time To Repair)

정비계단과 관련하여 임의의 정비를 수행할 때 허용되는 최대수리시간을 말한다.

마. 군수지연시간 (LDT : Logistics Delay Time)

군수지연시간은 정비를 수행하기 위하여 시험장비를 기다리는 시간, 스페어 부품 등이 없어 이를 기다리는 운반시간, 정비시설을 이용하기까지의 대기시간 등으로 인한 정비 지연시간을 말하며 실제정비시간은 포함시키지 아니한다.

바. 행정지연시간 (ADT : Administrative Delay Time)

행정지연시간은 행정과 관련하여 여러 가지의 요인으로 정비가 지연되는 시간을 말하며 실제정비시간은 포함시키지 아니한다.

사. 정בי지연시간 (MDT : Maintenance Down Time)

정בי지연시간은 실제정비시간 (MAMT), 정בי지연시간(LDT) 및 행정지연시간을 포함하는 것으로 원래의 운용 상태가 되는데 까지 걸리는 모든 시간을 말한다.

2.2 의사결정기법

의사결정문제는 인류의 생존과 더불어 존재해 왔으며 일상 생활에서 거의 모든 활동이 의사결정 과정을 통하여 이루어진다 하여도 과언이 아니다. 그러나 의사결정의 중요성은 사회의 발전과 더불어 점차 동태적이고 불확실한 의사결정문제가 증가되고 있는 점에서 논의되며, 동태적이고 수리적인 의사결정 방법의 필요성이 강조되고 있다.

정량적인 의사결정 방법의 기원은 오퍼레이션즈 리서치(OR)의 응용을 들 수 있다. 2차대전 중 영국이 독일의 U-보트 공격을 방어하고 효과적인 군수수송을 위한 해상방위의 과학적인 연구방법으로부터 오퍼레이션즈리서치(OR)가 시작되었으며, 미국의 해군 잠수함 및 함대보호문제에 대한 OR연구도 이때에 개발되었다. 종전 후에는 군사적인 목적에서 재고관리, 생산스케줄링, 전략적인 마케팅 등의 산업전반의 경영문제에 중요한 도구로서 활용되기 시작했다.

(1) 단일 평가 요소에 의한 의사결정 기법

단일평가 요소만을 고려하여 의사를 결정하는 것으로 다음과 같이 분류된다.

가. 확실성 하에서의 의사결정기법

이 방법은 결정기준에 따라서 연간등가법(annual equivalent cost method), 현재등가법(present worth method), 수익율법(rate of return method), 자본회수기간법(payont period method)등이 있다.

나. 위험하의 의사결정기법

의사결정 요소들의 값이 확률적 가치로 표현될 수 있는 사건들로 구성되어있을 때의 의사결정 방법으로 의사결정나무(decision tree) 방법에 의한 투자대안 선택이 이 방법에 속한다.

다. 불확실성 하에서의 의사결정기법

평가요소들을 확률로 표시하기 어려울 때 사용되며, 최소최대원칙(minimax principle), 최소최소원칙(minimin principle), 후르비츠원칙(Hurwicz principle), 최소최대후회원칙(savage principle), 라플라스원칙(Laplace principle)등이 이 범주에 속한다.

라. 혜택/비용분석, 비용/효과 분석 기법

① 혜택/비용분석(Benefit-Cost Analysis)

국가에서 행하는 공공사업은 사기업과는 성격이 다르다. 기업에서는 우선 이윤을 의사결정기준으로 따지지만 공공사업에서는 혜택이라는 면을 생각한다. 즉, 공공사업을 고려할 때는 어떻게 해야 혜택을 받는 사람의 입장에서 경제, 문화, 사회, 또는 대중손익면에서 최대의 복지향상이 보장되는가를 생각한다. 그리고 다음 단계에서 공공사업을 하려는 단체가 지출해야 하는 비용을 계산한다. 이와 같이 산출된 혜택과 비용의 관계를 비교하여 그 공공사업의 시행여부를 결정하게 된다. 혜택과 비용의 관계를 비교하기 위해 혜택/비용비율이 쓰인다.

② 비용/효과분석(Cost-effectiveness Analysis)

혜택/비용분석은 민간경제분야에서 개발된 것임에 반해 비용/효과분석은 복잡한 방위 및 우주 시스템의 경제성 평가를 위해 개발된 것이다. 비용/효과분석을 어떤 시스템에 적용하려면 다음과 같은 조건들이 만족되어야 한다.

- . 평가되고 있는 시스템들은 공통목표를 가져야 한다.
- . 목표를 달성할 수 있는 대안이 존재해야 한다.
- . 가용자원의 한계용량이 존재해야한다.

③ Delphi 방법

과거의 의사결정 자료 중에서 추출된 정보를 체계화시키면 미래의 의사결정내용을 예측하는데 유용하게 쓰일 수 있다. Delphi 방법은 최종결과에 대한 논쟁대신 Delphi 기법의 사전에 설계된 절차에 따라 얻어지는 정보와 feedback을 중간 중간에 삽입하며, 연속적으로 개인에게 질문을 하여 합리적인 결론에 도달하는 방법이다.

④ 손익분기점분석 (Break-Even-Point Analysis)

손익분기점이란 총수입 (total revenue)과 총비용 (total cost)이 일치하는 점, 즉 순이익이 0이 되는 점이다. 즉, 손익분기점을 이용하여 제품의 판매량이나 비용의 변화를 연구하는 방법을 손익분기점 분석이라 한다.

(2) 다중 평가 요소에 의한 의사결정 기법

정책수립 과정에서 야기되는 의사결정 문제는 평가요소가 다양하고 불확실성이 존재하며, 따라서 중요한 평가요소를 가능한 한 많이 반영하여 최적 대안을 설계하는 의사결정 방법이 개발되어 왔다. 이러한 의사결정방법을 다중평가요소에 의한 의사결정 분석기법이라 한다.

가. 다중요소 의사결정기법 (MADM)

군 수송체계를 계획할 때 이동시간·출발지연·도착지연 수송분계를 결정하는 문제, 또는 미사일 시스템을 선정하기 위해서 속도·정확도·최대사정범위·기동성·신속성을 고려해야 하는 경우의 의사결정 문제가 다중요소에 대한 의사결정 방법에 속한다. 일반적으로 MADM 방법을 사용할 때 의사결정자가 쓸 수 있는 정보에 한계가 있기 마련이다. 이러한 정보의 한계는 다음의 세가지로 구분될 수 있다.

- i) 요인에 정보가 주어지지 않은 경우
- ii) 요인에 정보가 주어진 경우
- iii) 대안에 정보가 주어진 경우

사용 정보의 한계가 있을 때 MADM의 사용 방법을 상술하면 다음과 같다.

① 요인에 정보가 주어지지 않은 경우

가) 우월요인법

어느 한 대안(A1이라 하자)이 다른 대안(A2라 하자)에 비해 모든 요인에 있어서 우월하다면 대안 A1은 대안 A2를 지배한다고 한다. 또한 A2는 A1에 의해 지배당한다고 한다. 의사결정 문제에 있어서 지배당한 대안을 제거함으로써 다른 의사결정법을 사용하기 위한 기초 단계로 사용될 수 있다.

나) 최소최대법 (Minimax Method)

단일평가요소에 의한 의사결정기법의 최소최대법과 동일한 방법이다.

다) 최소최소법 (Minimin Method)

단일평가요소에 의한 의사결정기법의 최소최대법과 동일한 방법이다.

② 요인에 정보가 주어진 경우

가) 요인에 표준수준 (Standard Level)이 주어진 경우

1) Disjunctive 방법

프로 축구 선수 선발과 같이 패스를 특별히 잘한다든지 또는 킥을 특히 잘하는 경우에 그 선수를 선발하는 것과 같은 방법이다. 즉 어느 한 요인이라도 기준을 넘어서는 대안을 선정하는 방법이다.

2) Conjunctive 방법

Disjunctive 방법과는 달리 각 요인의 기본인 수준을 모두 만족하는 대안을 선정하는 방법이다.

나) 요인의 정보가 서수적(Ordinal)인 경우

1) Lexicographic 방법

이 방법에서는 요인간의 중요도 우선순위가 주어져 있어서 첫번째 순위의 요인에서 가장 바람직한 대안을 선택하고, 만약 동일한 등위의 대안이 둘 이상이면 두번째 순위의 요인보다 바람직한 대안을 선정한다. 이 과정을 반복하여 최종 대안을 선정하는 방법이다. 이 방법은 요인간의 주요도 우선순위를

추론할 수 없다는 문제점이 있다.

2) Permutation 방법

각 대안의 우선순위를 나타낼 수 있는 모든 합의 순열을 구했을 때 ($m!$ 개의 경우의 수) 평가기준치가 가장 큰 우선순위 순열이 최적 우선순위로 하는 방법이다.

다) 요인의 정보가 기수적(Cardinal)인 경우

1) TOPSIS 방법

이 방법은 의사결정행렬의 각 요인 내에서 가장 좋은 값들로 구성된 이상적인 해를 찾고, 각 요인 내에서 가장 바람직하지 못한 값들로 구성된 역으로 이상적인 해를 구하여, 각각의 대안과 이상적인 해와의 Euclidean 거리를 구하고, 대안과 역으로 이상적인 해와의 Euclidean 거리를 구하여, 이상적인 해에 가장 가깝고, 역으로 이상적인 해에 가장 먼 대안을 선정하는 방법이다.

2) SAW 방법

각 요인에 대한 가중치가 주어졌을 때, 각각의 의사결정행렬의 요인 내의 값들이 선형적으로 중요하다고 보고 그 값들과 가중치의 곱의 합이 가장 큰 대안을 선정하는 방법이다.

3) ELECTRE 방법

이 방법은 의사결정행렬의 각 요인에서 우수집합과 열등집합을 구하여 우수집합에 많이 속하고 열등집합에 적게 하면 좋은 대안이라는 개념으로 대안을 선정하는 방법이다.

4) LAM 방법

주어진 의사결정행렬 값으로 각 요인 내에서의 대안간의 우선순위를 알 수 있다. 그 우선순위에 따른 가중치행렬을 만들고 이것을 이용하여 최적화기법인 선행배분기법을 사용하여 구한 변수 값이 각 대

안의 우선순위가 된다.

라) 요인의 한계대치율(Marginal Rate of Substitution)이 주어진 경우

1) 무차별곡선법

각 요인에 상쇄(trade-off)가 있을 경우 요인 X_1 을 Δ 단위만큼 증가시킬 때 요인 X_2 의 감소량을 알 수 있는 X_1 과 X_2 간의 무차별곡선 (Indifference Curves)을 구하여 각각의 대안의 의사결정 행렬 값에서 지배 (dominate)하는 대안을 선정하는 방법이다. 즉 무차별곡선의 값이 큰 대안을 선정하는 방법이다. 요인이 두 개 이상인 경우에는 위의 과정을 반복하여 가장 지배적인 대안을 선정하게 된다. 이 방법은 요인간의 상호 관계를 알 수 있을 때 상쇄관계가 있는 문제에 적용하고, 요인의 수가 많아질수록 상호 비교가 어려워진다는 단점이 있다.

③ 대안에 정보가 주어진 경우

각 대안간의 가능한 순서쌍(Ordered Pair)과 이적인 해와의 Euclidean 거리를 구하기 위해 선형계획으로 문제를 만들어 이상적인 해와 가중치를 구하여 각각의 대안이 이상적인 해로부터 거리가 가장 짧은 대안을 선정하는 방법이다. 이 방법은 대안의 수가 많아지면 $m(m+1)/2$ 로 증가하기 때문에 선형계획의 심플렉스 방법으로 최적해를 구하는데는 제한 요소가 된다.

나. 다중평가요소 의사결정기법의 응용대상

정책 수립 과정시 야기되는 많은 문제들이 다중가요소로 이루어졌으므로 이 기법의 응용 대상은 무척 광범위하다. 이러한 대상에는 다음과 같은 것이 좋다.

o 상업적 목적의 대안선정 문제

- 컴퓨터 시스템 선정

- 음식 선정
- 잡지 선정
- 자동차 선정
- 공공 시설 위치 선정
 - 공항 위치 선정
 - 원자력 발전소 위치 선정
 - 위락 지역 선정
 - 거주 지역 선정
- 요원 및 인원선발
 - All Star 야구 선수 선발
 - 회사원 고용
 - 대학원생 입학평가
- 사업 계획 선정
 - 환경 관리계획 ~ 오염, 상하수도
 - 토지 이용계획 ~ 간척사업, 파이프라인 선정
 - 연구 개발계획 (R/D Project)
 - 수자원 계획
- 방위 시스템 개발
 - 방공 시스템 선정 (경제성, 초기 가용성, 신뢰성, 치명성, 기동성, 부대 안정성)
 - 미사일 시스템 결정(항속거리, 지속시간, 총발사량, 정확도, 기동성, 적재가능량)
- 공공시설 선정
 - 은행선정
 - 병원선정
 - 학교선정

다. 다목적 의사결정기법 (MODM)

제한조건하에서 정적으로 표현될 수 있는 목적의 수준을 만족시킬 수 있는 최적의 대안을 설계하는 계획 문제이다. 이 문제는 m 개의 제한식과 k 개의 목적을 갖는 벡터최대화문제(VMP)로 VMP 문제를

풀기 위해 크게 두 가지 접근방법이 사용되어 왔다. 하나는 어느 한 목적함수를 제외한 다른 목적함수를 제약조건식에 넣어서 새로운 제약조건식이 의사결정자가 이미 정해준 수준을 만족하는 해를 찾아내는 방법이다. 또 다른 방법은 각각의 목적에 정량적인 가중치를 주어 단일의 목적함수로 만들어서 이것을 최적화 시키는 방법이다. MODM 방법에서 가장 널리 사용되고 있는 방법은 다중선형계획법(MOLP)이다.

VMP 문제의 모든 함수가 선형인 문제의 우에 사용되는 경우에 사용되는 기법으로 선형의 제약조건식에 의해 형성된 선형블록집합(linear convex set)의 극한점 중에서 지배당하지 않은 해를 찾아내는 방법이다. 간략한 알고리즘은 다음 3단계로 표시할 수 있다.

Step 1 : 초기 가능한 영역의 극한점을 찾는다.

Step 2 : 초기 지배당하지 않는 극한점을는다.

이 지배당하지 않는 극한점을 찾는 5가지 방법을 소개한다.

- ① 순서적 최대화 방법.
- ② 최대화 단계 후에 극한점의 비지배성을 확인하는 순서적인 최대화방법.
- ③ 각 극한점이 나올 때마다 비지배성을 확인하면서 하는 순서적 최대화 방법.
- ④ 다른 원래의 목적에 동일한 가중치를 주서 단일목적함수로 만든 후 최대화하는 방법.
- ⑤ 극한점을 만날 때마다 비지배성을 확인하면서 ④에서 만들어진 단일목적함수를 최대화하는 방법 순서적 최대화는 다음과 같다.

Step 3 : 모든 지배당하지 않는 해를 구한다.

이 다중선형계획 (MOLP)의 이용 가능한 분야는

캠퍼스 계획, 수리 경제학, 예산 계획, 보건 계획, 인력 수급 계획, 토지 행정 계획, 수송 계획 및 교통 관리, 수자원 관리, 시스템 신뢰성 등이다

(3) 수리계획법 (Mathematical programming)에

의한 의사결정기법

가. 선형계획법 (Linear programming)

여러개의 변수로 이루어진 최적화 되어야 할 목적함수(선형)와 제약조건(선형, 양의 변수)으로 구성된다. 표준화된 model 형태가 있고 이의 해를 얻기 위해 사용할 수 있는 여러 종류의 package가 있다. 목적함수, 제약조건, 변수값 등의 변화가 최적해에 미치는 영향을 분석하는 민감도 분석(sensitivity analysis)을 쉽게 할 수 있다.

나. 목표계획법 (Goal programming)

조직에 대한 기여도나 중요도에 따라 우선순위를 매길 수 있는 여러개의 목적함수와 제약조건(선형)을 갖는 문제에 적용된다. 선형계획법의 한계인 목적함수의 일차원적 성질을 극복할 수 있으므로 다양한 목적, 비용, 가치측정 등을 하나의 효용 측정기준으로 변환시킬 필요가 없이 조직 전체의 최적해에 이를 수 있다. 목적들의 중요도에 따라 우선순위를 주고 그 우선순위에 따라 선형계획법(simplex method)을 이용하여 목적함수를 최적화 시켜나간다.

다. 정수계획법 (Integer programming)

선형계획법 문제를 정수 변수로 바꾼 해법을 정수계획법이라 한다. 이 경우 선형계획법의 simplex method와 같이 모든 형태의 문제를 풀 수 있는 방법은 없으나 알려진 해법은 다음과 같다.

o cutting plane method, some type of enumeration method, Bender's decomposition method, group

theory

계산을 간단히 하기 위한 여러 가지 heuristic 방법이 개발되고 있다. 변수가 0 또는 1만을 갖는 정수 계획법의 경우 비교적 효율적인 해법이 개발되어 있다.

라. 동적계획법 (Dynamic programming)

일반적으로 사용될 수 있는 일정한 model 형태가 없고 문제마다 그 특성을 살려 수식을 만들어야 하며 그 수식에 맞는 특별한 해법을 필요로 한다.

동적계획법은 다단계 의사결정과정의 최적화로 이루어진다. 즉, 주어진 문제를 여러개의 stage 또는 subproblem으로 나눈 후 초기문제의 최종해에 도달할 때까지 이들을 축차적으로 풀어나간다. 이러한 동적계획법은 초기상태의 초기결정이 무엇이든 간에 나머지 결정들은 초기결정의 결과로서 발생된 상태만 이용하여야한다는 Bellman의 최적성의 원리(The principle of optimality)에 기초를 둔다. 이 해법들은 보통열거법(enumeration)의 범주에 속한다.

마. 네트워크 모델 (network model)

동적계획법과 같은 다단계적인 성질을 가지며 경제, 사회, 과학의 모든 분야에서 나타나는 현상과 이들의 목적사이의 관계를 시각적이고 개념적으로 잘 이해할 수 있도록 해 준다.

대표적인 문제들로는 Network에서 가장 짧은 길을 찾는 shortest route, 어느 두점 사이의 network에 흐르는 흐름이 최대가 되도록 하는 maximize-flow method, PERT/CPM 등의 project의 계획, 조정 등을 들 수 있다.

2.3 인간공학적 기법

장비를 설계하는데 있어 인간공학적 요소에 대한

소요는 장비의 운용 소요 및 장비의 정비 개념으로 부터 유도되며, 완전한 설계가 되기 위하여서는 인간공학적 요소에 대한 고려와 인간-기계간의 인터페이스에 대한 고려가 반드시 되어야 한다.

장비에 대한 인간공학적 요소 시스템분석은 우선 기능분석이 이루어진 후 이를 바탕으로 인간 생리학적 요소, 인간 심리학적 요소, 인체측정학적 요소 및 이들간의 인터페이스에 대한 분석이 이루어져야 한다. 좋은 장비 시스템설계는 하드웨어, 소프트웨어 및 기타 요소에 대한 적절한 설계는 물론이며 이들의 인간공학적 요소간의 적합한 결합이 필요하다.

(1) 인간공학적 요소 분류

가. 인체측정학적 요소 (anthropometric factors)

장비의 기본적인 설계에 있어 인간 활동과 관련하여 반드시 신체의 물리적 치수, 부피, 용적 등을 고려하여야만 한다. 몸무게, 키, 손의 크기, 등은 장비 운용 및 정비 등과 관련하여 설계시 대단히 중요한 고려 대상이다. 인간의(신체) 물리적 치수, 부피, 면적 등은 정적인 상태에 있을 때와 동적인 상태에 있을 때 서로 다르다. 정적인 상태에서의 측정이란 신체를 어떤 규정된 자세로 유지시키면서 측정하는 것을 말하며, 동적인 상태에서의 측정이란 여러 가지 작업위치 및 계속적인 움직임 하에서 측정하는 것을 말한다.

따라서 설계자는 여러 가지 환경 하에서 작업자의 인체 측정학적 요소에 대한고려를 반드시 하여 운용 및 정비 작업시의 효율증대에 노력해야할 것이다.

나. 인간 감각적(sensory) 요소

① 시각적 요소

장비의 설계와 관련하여 시각적 요소는 인간-기

계간의 인터페이스와 밀접한 관련을 갖는다. 설계자는 최대한으로 가능한 눈의 각도, 머리의 회전 및 색깔 등을 반드시 고려해야만 한다. 이러한 조건을 만족시키지 못하면 콘솔이나 콘트롤 패널등의 조작시 운용자의 효율저하 및 시스템 조작 실수 등을 야기케 한다. 또한 작업의 만족스러운 결과를 위하여 적합한 조명도 중요한 고려 대상이 된다.

② 청각적 요소

인간이 활동을 함에 있어 구두로 대화하거나 소음에 대한 소요는 중요한 고려대상이 된다. 소음 문제는 작업의 효율과 밀접한 관련을 갖는 것으로써 보통 작업성능을 저하시키는 것으로 여겨지고 있다. 소음의 수준이 증가되면 작업자는 불편을 느끼게 되며 생산성과 효율은 저하된다. 따라서 구두로 대화하는 것이 어려워지거나 불가능하게 된다. 소음의 수준이 120dB이 되면 인간은 보통 물리적 sensation을 경험하게 되며, 130dB이 되면 고통이 수반된다. 또 하나의 소음수준을 결정하는 중요한 요소는 그 성격으로 지속적인 경우와 간헐적인 경우로 구분한다. 소음이 지속적이면 이것에 적용할 수 있으며 작업 효율은 그다지 저하되지는 않는다. 물론 소음의 수준이 너무 높으면 청각력의 손실을 가져오게 될지도 모른다. 반면에 소음이 간헐적이면 강도에 관계없이 고통을 받게 된다. 따라서 보다 많은 노력이 필요하게 되며 피로가 보다 쉽게 온다.

설계자는 장비의 운용 및 정비작업을 파악하여 발생하는 모든 소음의 수준은 작업효율을 극대화시킬 수 있도록 유지시킬 수 있어야 한다. 바람직한 소음 수준은 50~80 dB 이다.

③ 인간의 생리화적인 요소

인간의 생리화적인 요소에 대한 고려는 작업을

수행하는 동안 신체에 미치는 환경요소에 의한 스트레스가 그 대부분이다. 스트레스는 작업자의 효율을 저하시키는 환경요인 또는 인간 내부적 측면을 말하는 것으로 심리학적 또는 생리학적인 효과를 불러일으키기도 한다. 스트레스의 원인 다음과 같다.

- 온도 요인 - 경험에 의하면 온도조건은 작업 효율에 영향을 미친다고 알려져 있다.
- 습기 요인 - 열과 습기는 운용자의 효율을 저하시키는 요인이 된다. 인간은 습기가 많은 상태에서보다 건조한 상태에서(상당히 고온일 경우) 보다 잘 견뎌낼 수 있다.
- 진동 요인 - 높은 수준의 진동은 운용자의 효율에 영향을 미친다. 장비설계자는 운용 및 정비작업의 완수를 위하여 안전조건 범위를 고려하여야만 한다.
- 소음 요인 - 높은 수준의 지속적인 또는 간헐적인 수준의 소음은 운용자의 효율을 저하시킨다.
- 기타 요인 - 가스, 유해물질, 모래, 먼지 등등이 신체의 스트레스를 야기시키는 바 장비설계자는 이를 고려하여야 한다.

④ 인간의 심리화적인 요소 (Psychological factor)

심리화적인 요소는 장비 운용자의 정신상태, 감정 및 행동유형에 관련된 것으로써 아무리 다른 요소가 완벽히 갖추어져 있다 하더라도 심리화적인 요소가 부족하게 되면 작업에 대한 효율은 낮아지게 된다. 심리화적인 요소는 생리화적인 요소에 의하여 크게 영향을 받는다. 보통 개인의 태도, 이니셔티브, 동기 등등은 개인의 필요와 기대에 좌우된다. 이러한 필요한 기대의 충족은 조직환경의 함수이다. 운용자가 작업에 대한 만족이 없거나, 그의 관리자

가 목표와 목적에 대하여 지원적이지 않다면 작업 효율은 저하된다. 운용자의 작업효율에 대한 심리적 측면은 다양하다.

(2) 무기체계 순기 동안의 인간공학적 요소

무기체계 개발과 관련하여 전 순기동안의 인간공학적 요소는 다음과 같다

개념설계

- 개발가능성 검토
운용요구성능, 정비개념 ← 장비의 정량 및 정성적 인간공학적 요소 설계.

예비 시스템 설계

- 시스템 기능 분석.
- 예비 조합 및 할당 (설계기준) ← 정량 및 정성적 인간공학적 요소 할당.
- 시스템 조합 및 정의.

상세설계

- 시스템 상세 설계.
- 시스템 시제품 시험평가 ← 설계지원, 시스템 분석, 인원 요소에 대한 시험평가.
- 시스템 개조

제품 제조

- 시스템 제조, 시험평가 ← 인원요소에 대한 시험평가, 자료수집, 분석 및 수정보완.

시스템 사용, 군수지원

- 시스템 사용.
- 순기동안의 군수지원 ←인간공학적 요소 자료 수집, 분석, 수정보완, 제품 개조

2.4 군수지원성 분석 기법

(1) 군수지원분석(LSA) 기법

군수지원분석(logistic support analysis : LSA)은 체계의 설계과정에서 지연성에 관한 소요가 반드시 고려되도록 다양한 기법과 기능을 종합하고 이를 적용하는 것이다. 그 적용 측면을 본다면, 군수지원분석은 전체적인 체계의 설계 및 개발기간중 반복적으로 이행되는 절차이다. 여기에는 다양한 규모의 광범위한 문제들을 해결하기 위해 상이한 분석방법이 적용되며 그 적용 심도는 특정계획의 요구에 따라 적절히 조정된다. 근본적으로 다음과 같은 경우에 적용된다.

첫째, 군수지원분석은 체계 운영 소요의 평가를 통하여 개발 설계기간중 초기의 지원성 요소를 설정하는데 도움을 준다. 군수지원분석은 임무측면에 관한 대안과 접근방법을 선택하고, 체계/장비를 배치하고 운용하는 등, 체계의 지원문제에 대한 비용 대 효과문제를 해결하는 방법을 규명하는데 도움이 되도록 이용된다. 군수지원분석을 통해 얻을 수 있는 주요 출력자료에는 체계 규격서에 포함되는 체계정비개념과 지원성 설계기준이 포함된다.

둘째, 군수지원분석은 체계/장비의 설계형상에 대한 대안들의 평가에 도움을 준다. 이는 가능성 있는 설계방법에 대하여 각 접근방법을 분석하고, 선택적 교환분석(Trade-Off)을 평가하고 더 좋은 해결책에 도달하도록 한다. 군수지원분석이 특정하게 적용될 경우는 다음과 같다.

① 수리정책 대안의 평가

정비개념과 주어진 수리방침내에서 군수지원분석은 고장시 수리할 것인가, 폐기할 것인가, 그리고 수리할 경우, 그 수리가 수행될 정비수준(정비제대)에 관한 설계 결함에 도움을 준다.

② 체계/장비의 설계에 있어서 특정한 신뢰성 및 정

비성에 관한 특성의 평가, 이것은 종합체계 대안, 고장점점 규정이 내포된 시험방법 및 범위, 자체시험 장비 대 외부시험수준, 수동 대 자동 정비절차 및 그 혼합, 수송 및 취급절차, 접근성 등을 포함한다.

③ 단일체계에 적용을 위해 고려중인 두 가지 이상의 기존 장비품목의 평가의 신규 설계가(비용, 생산 요소기간 등이 이유로) 부적합하다고 가정하고, 체계의 부속품으로 장치되는 어떤 품목의 전반적인 군수 부담(예산)에 가장 적은 영향을 줄 것인가? 이의 목적은 하부체계 및 잠재적인 공급자의 적절한 선정을 통하여 지원성에 대한 체계 설계에 영향을 주기 위한 것이다. 그 결과 미래의 조달 결심뿐만 아니라 계약 형태도 영향을 줄 것이다.

셋째, 군수지원분석은 특별한 군수지원자원 소요의 결정과 관련하여 주어진 설계 형상(즉 확정된 또는 가정된)의 평가에 도움을 준다.

일단 이러한 자료들이 가용하게 되면, 시험 및 지원장비의 형태와 수행 예비/수리부속 및 재고소요, 인원수 및 기술수준, 교육소요, 기술자료, 컴퓨터지원시설, 수송 및 취급소요 등을 결정할 수 있게 된다. 군수지원분석을 통하여 상이한 지원방법이 식별되며, 세부적인 지원 대안간의 교환분석이 수행되고, 특정한 군수지원소요가 건의된다.

넷째, 군수지원분석은 사용자의 운용환경하에서의 효과성과 지원성면에서 운영체계의 측정 및 평가에 도움을 준다. 완전한 운영능력이 주어진다면 체계는 계획화된 수명주기 전반에 걸쳐 경제적 효과적으로 지원될 것인가? 사전운용자료가 수집되어 군수지원분석은 최신화되고, 그 결과가 분석되며, 또한 최초로 규정한 체계 요구조건과 비교된다. 문제가 있는 분야가 식별되며, 필요할 경우 체계 개선을 위

한 수정이 이루어진다.

군수지원분석 소요를 검토함에 있어서, 전반적인 노력의 중요한 부분은 분석부분으로서 다양한 자료 양식과 보고서 형태로 제공되는 결과는 나와야 한다. 분석절차(또는 소요결정에 대한 분석노력)와 관련하여, 분석방법의 적용을 필요로 하는 취급될 문제들이 수없이 많이 있다. 수명주기 초기단계에서, 분석자는 정비빈도인수를 결정함에 있어서 시물레이션 또는 몬테칼로 분석법을 적용할 수 있고, 지원장비 소요를 결정함에 있어 대기행렬 분석법을 이용할 수도 있다. 통계적 예측기법 및 분석방법의 이용을 포함하는 신뢰성과 정비성의 분석 및 예측방법이 군수지원분석 초기입력자료로 사용된다. 초기의 예비부속 소요결정에서는 포아송 인수와 재고이론이 적용되고 자원배분, 수송 및 물자취급 소요결정 등에서 선형계획법 및 동적계획법 등이 사용된다. 통계적 분석 및 회귀절차를 이용하는 비용-효과 분석 및 수명주기 비용화작업은 체계개발과정 전반에 걸쳐 수행된다.

기본적으로 군수지원분석은 대안들을 평가하는데 이용되는 수단으로 공헌하고 있으며, 군수지원분석 결과는 군수자원의 최적할당이라는 측면에서 더 좋은 체계모형이 되도록 한다. 군수지원분석을 수행함으로써 체계의 상이한 분야를 독립적으로 평가할 뿐만 아니라 전체를 평가하게 된다. 예를 들면, 설계형상 대안들이 고정된 운용요구측면과 이미 알려진 정비개념측면에서 평가될 수도 있고, 고정된 설계형상 측면에서 상이한 수리정책이 평가될 수도 있는 등 여러 가지로 평가 될 수가 있다. 이런 형태를 계속 반복함으로써 전체적인 체계의 주장비 및 지원형태는 최적의 상태로 접근하게 된다.

신규체계 개발의 초기 개념형상단계 기간중에는, 체계의 여러 가지 요소들이 아직 정확하게 규정되어 있지 않으므로, 군수지원분석은(개략적인 판단과 입력자료를 이용하여)총괄적인 수준에서 수행된다. 설계가 진전됨에 따라, 확실한 자료나 공학적 모델이 가용하게 되므로 이러한 분석은 보다 더 명확하게 된다. 세부적인 예측, 정비분석, 그리고 시험결과 등이 군수지원분석 과정에서 입력자료로 구성된다. 체계설계 및 개발의 모든 단계에서 군수지원분석은 적절한 수단이 되며, 만일 생산되는 체계가 비용효과성이 있고 지원성이 있게 하려면, 군수지원분석의 적절한 적용이 필수적이다.

(2) 분석 접근방법(Analysis Approach)

군수지원분석 과정은 필요한 관리행위를 함에 있어 분석의 필요성을 인식하는 것으로부터 시작되며 분석목표를 이행하는데 필요한 단계를 제안한다. 비록 노력의 정도와 내용의 심도가 문제 상황에 따라 다양하며 체계의 초기단계에서는 기능분석과 할당을 통해 식별된 소요를 충족시킬 수 있도록 체계를 설계하는 것이 그 목표이다. 이러한 목표를 달성하기 위한 대안에 접근하는 방법은 수없이 많이 존재하는데 이러한 방법은 각각 효과성 측정방법, 총 수명주기비용 또는 동등한 장점을 지닌 관점에서 평가될 수 있는 양상을 지니고 있다. 그 취지는 특정한 문제의 정의로부터 유래되는 일련의 개별적인 평가를 수행하는 최상의 접근방법을 찾아내는 것이다.

① 문제 정의

최초단계는 그 목표를 명시하여 관련된 문제점을 정의한 뒤에 효율적이고 적절한 방식으로 연구될 수 있는 내용으로 한정한다. 많은 예로 볼 때 문제의 명확한 정의가 전체 과정중 가장 어려운 부분이

므로 문제의 본질이 명확하게 나타나야 한다. 만약 그렇지 않을 때는 어떤 분석형태가 가장 유효한지 알 수 없다.

② 적절한 대안 식별

다음은 문제를 해결하기 위해 가능한 대안을 식별하는 것이다. 모든 가능한 대안이 초기에 마련되지 않으면 안되며 그럼에도 불구하고 고려해야 할 대안이 많으면 많을수록 분석절차는 더욱 더 복잡해진다. 그래서 일단 부주의에 의해 누락되는 사항이 확인될 수 있도록 가능한 제안들의 목록을 작성한 뒤 평가를 위해 필요한 단 몇 가지만을 남겨두고 별로 주목할 필요가 없는 대안들은 제거하는 것이 바람직하다. 그런 뒤에 대안들은 더 나은 접근방법을 선택할 의도로 분석된다.

③ 평가기준 선택

평가 과정에서 선택된 기준은 표명된 문제점과 수준 및 분석의 복잡성에 따라 상당히 변화를 받을 수 있다. 예를 들면 체제수준에서 가장 중요한 매개변수(parameter)들에는 비용효과성, 체제효과성, 군수효과성, 수명주기비용(또는 순기비용), 운용가용성 및 임무수행도 등이 포함된다. 평가기준으로 선정된 매개변수는 문제서술과 직접적으로 관련을 맺고 있어야 한다. 예를 들면 그것은 최소수명주기비용(또는 순기비용)으로 규정된 효과성을 가지면서 주어진 임무를 수행할 수 있는 어느 체제를 설계하는 문제가 될 수도 있다. 몇 가지 가능한 설계(접근)대안들이 존재할 수 있으며 그 안들은 체제 효과성과 수명주기비용의 관점에서 평가되고 있다. 이와 반대의 경우는 기준으로서의 설계상 지원특성(예를 들면 정비 접근성, 유니트의 표준화, 고장징후 조치능력등)을 고려해 보면서 여러 가지 기준장비중 가장 훌륭한

것을 선정하는 결과가 나타나는 문제가 될 수도 있다. 이러한 경우에는 많은 평가요소들이 존재하고 있다. 여러 가지 매개변수들이 관련된 경우, 각 변수들은 적절성과 중요도 측면에서 검토되어야 한다. 그 중요도는 매개변수에 가중치요소(가장 비중이 큰 가장 중요한 품목)를 적용함으로써 실현될 수 있다. 또 가중치 요소의 적용은 도입한 평가기법에 따라 좌우될 것이다.

④ 분석기법의 적용

다음단계는 분석적인 국면을 수반한다. 여러 가지 분석기법들을 선택하여 한가지 또는 일련의 여러 가지 모델들 내에서 결합하는 것을 필요로 한다. 하나의 모델은 분석되어야 할 문제에 관련된 상황을 요약시킴으로써 현실분야를 단순화시킨 것이다. 현재 검토중에 있는 각종 대안들을 순서에 따라 평가(사정)하는 것이 분석자가 이용하는 방법이다. 이 모델은 현재 당면한 문제에 적용시켜야 하며 그 결과는 선정된 평가 기준을 근거로 하여 이루어져야 한다. 이 모델은 그 자체로서 의사결정 역할을 하지는 못하지만, 의사결정과정에 적절한 도움을 줄 수 있는 필요한 자료를 제공하는 수단이 된다.

이 모델은 아주 단순하면서도 복잡하고, 고등수학적이면서도 그렇지 않을 수도 있고 컴퓨터의 적용은 물론 수동 적용 등도 가능한 것이다. 이 모델의 확장여부는 변수들의 수량과 관계되는 문제의 성격, 입력되는 매개변수의 상호관계 평가중에 있는 대안 등의 수, 그리고 운영의 복잡성 등에 달려있다. 어떤 모델을 선택하거나 또는 새로 개발함에 있어서 궁극적인 목적은 단순화와 유용성에 있다. 이용될 모델은 아래 사항을 충족해야 한다.

첫째, 모델은 이해하고 취급하기에 아주 용이한

방법에 의해 평가중에 있는 체계의 역학관계를 설명할 수 있을 뿐만 아니라 성공적인 결과를 얻을 수 있도록 현실적 운영에 아주 밀접한 방법이 되어야 한다.

둘째, 모델은 당연한 문제와 가장 밀접한 관계를 가지고 있는 요소는 뚜렷이 강조해야 하며 중요하지 않은 요소는 표현할 필요가 없다. 가능한 범위 내에서 모든 관련 요소들을 포함 시킴으로써 포괄적이어야 하며 반복되는 결과는 신뢰성이 있어야 한다.

셋째, 모델은 문제를 해결함에 있어 적시에 적용할 수 있도록 단순하게 설계되어야 한다. 만일 이런 수단이 분석자나 관리자에 의해서 적시에 충분히 활용될 수 없다면, 그것은 가치가 없는 것이다. 그 모델이 규모가 크고 아주 복잡하면 여러개로 만들어 하나에서 나오는 출력이 다른 것의 입력으로 연결되도록 개발하는 것이 적절할 것이다. 또한, 체계상 어느 특수 부문을 다른 부문과 관련시키지 말고 검토(평가)하는 것이 바람직할 수도 있다.

다섯째, 모델을 설계할 때는 필요에 따라 추가적인 요소들의 검토(평가)가 가능하고 수정이 용이할 수 있도록 강구되어야 한다. 성공적인 모델의 개발은 전체적인 목적이 달성되기 전에 수차례의 시련이 있을 때도 있다. 최초에는 즉시 발견되지 않고 분명하지 않은 결함을 가진 정보를 제안할 수도 있으나 그 뒤에는 유익한 변화를 제안할 수도 있다.

여섯째, 체계를 대상으로 할 경우 여러 가지 고려 사항이 존재한다. 즉, 운영설계생산, 건설, 시험 및 군수지원상의 여러 가지 문제점을 고려해야 한다. 이때는 하나의 체계로서 종합되어야 하며 개별적으로 취급되어서는 안될 수많은 관련요소들이 있다. 모델은 문제를 하나의 본질로써 취급할 수있게

한다. 아주 드문 일이지만 모델은 언어상의 표현으로는 불분명한 문제의 여러 가지 상황들간의 상호관계를 포함하지 못할 경우도 있다.

일곱째, 분석모델은 문제를 계량적으로 취급하기 위해 수집해야 할 자료들의 형태를 지정해 준다.

여덟째, 모델은 효과성 인수, 신뢰성, 및 정비성 매개변수, 군수요소 등과 같은 미래 상황의 예측을 용이하게 한다. 또한, 모델은 위험과 불확실한 부문을 식별하는데 도움을 준다. 평가분석 모델을 선정하기 위해 문제를 분석할 경우, 현재 가능한 방법을 먼저 조사하는 것이 바람직하다.

이미 모델이 존재하고 그것이 쓸만하다면, 그 모델을 택하는 것이 좋다. 그러나 당연한 문제에 올바른 기술을 적용할 경우와 문제 해결에 필요한 민감도(sensitivity)를 제공하여 깊이있게 그것을 적용할 때는 세밀한 주의를 기울여야 한다. 모델을 잘못 적용할 경우에는 요망하는 결과를 제공하지 못하고 비용만 소비할 수도 있다. 한편, 새로운 모델을 설정하는 것이 필요한 경우도 있다. 이를 위해 모의 실험 중의 상황을 설명해 주는 체계/장비의 포괄적인 매개변수 목록을 작성해야 한다. 다음에 매개변수 상호 연관성을 나타내는 매트릭스(행렬표)를 작성할 필요가 있으며, 각각의 매개변수는 중대한 관련성을 결정하기 위하여 다른 모든 매개변수들에 관련시켜서 세밀히 검토되어야 한다.

모델의 입력/출력 요소와 매개변수의 환류관계 등이 결정되어야 한다. 모델은 여러 가지 요인들을 결합시키고 타당성 시험을 함으로써 완성된다. 제기된 문제점들은 본래 확인하기가 불가능한 미래의 행위에 대한 것이므로 시험을 행하기가 어렵다. 그러나 몇 년간 재고 계통에 있으므로 이미 알고 있는 체계

또는 장비의 품목을 선정하고 기존의 매개변수를 이용하여 그 모델을 적용하는 것은 가능할 것이다. 그리고 자료와 그 상관관계가 알려질 것이며 경험자료들과 비교될 수 있을 것이다.

⑤ 자료 작성 및 적용

분석 과정에서 가장 중요한 단계중의 한가지는 적합한 입력자료를 결합하는 것이다. 올바른 형태의 자료가 적시에 수집되어 적절한 양식으로 제공되어야 한다. 평가 목적으로 사용될 모델의 평가기준과 입력 소요로부터 특정 자료의 소요가 식별된다. 전형적인 체계 또는 장비품목을 평가할 때, 운영소요, 정비개념, 설계형상, 생산/건설계획, 예상되는 군수지원등을 고려하는 것이 필요하다. 예를 들면 만일 분석자가 대체할 설계 대안방법을 비교하고 싶다면, 제시된 개개의 모형은 계획된 운영 상황의 조건하에서 시행되도록 계획되어야 한다. 또한, 수명 주기를 바탕으로한 평가를 수행하기 위하여 가상의 정비개념과 예상되는 군수지원 정책 등이 요구된다. 바꾸어 말하면, 특히 수명주기의 초기에서 분석은 체계의 전반적인 측면에서 서로 상이한 요소들의 평가를 포함하며, 여러 가지가 변화하지만 어떤 형태는 계속 일정하게 유지시키는 반복적인 과정이다. 이 목적은 군수지원과 체계/주장비 형상간에 접속기능(interface)을 염두에 둔 분석을 수행하기 위한 것이다.

⑥ 분석결과

이미 설명한 바와 같이, 군수지원분석은 여러 가지 상황의 문제에 적용되는 또 다른 분석기술을 종합하고 적용하는 것이다. 또한, 군수지원 분석은 진행하면서 개발되는 것으로서, 그로 인한 출력자료는 적용방법에 따라 상이하다.

⑦ 민감도분석

어떤 한가지 분석을 수행함에 있어서, 분석자가 확신을 할 수 없는(불확실한 자료, 기술적 상황에 생긴)몇 개의 중요 매개변수가 있을지도 모른다. 문제는 “이러한 불확실한 매개변수에 분석상 변동(variation)의 결과가 얼마나 민감하게 영향을 주는가?”하는 것이다. 분석자는 기본적인 체계형상을 이용하여 그 모델을 운영해 보고자 할 것이며, 그 다음은 주요 입력 매개변수를 변화시켜가며 모델을 다시 운영하여 그 결과가 어떻게 될 것인가를 알아내고 싶은 것이다. 변동(variation)이란 시험중에 있는 입력매개변수에 상이한 복합요소들을 적용함으로써 나타나게 된다.

⑧ 우발상황 분석

민감도 분석과 밀접한 관련이 있는 것은 우발적 상황 분석으로서 이는 최초의 기준치에 관련된 상황변경에 대한 결심을 조사하는 것이다. 새로운 체계가 개발될 때, 그 기본적인 소요는 변경될 가능성이 항상 존재한다는 것이다. 분석자는 가능한 최선을 다해서 그러한 변화를 예견해야 하며 군수지원분석을 정확히 적용해 주장비와 부수적인 군수지원에 미칠 변경의 영향에 관한 관리를 철저히 해야 한다.

⑨ 위험성 및 불확실성

평가절차는 미래에 중요한 영향을 줄 의사결정을 유도한다. 미래는 물론 알 수 없는 것이기 때문에 위험성과 불확실성의 이 같은 고유의 절차가 존재한다. 이런 점을 생각할 때 위험성과 불확실성의 특성에 관련되는 근본개념이 잘 이해한다는 것이 대단히 중요하다. 어떠한 평가 과정에서도 위험성과 불확실성을 극소화하기 위해서 적용될 접근방법은 아래와 같은 기본적 분야를 적절히 해야 한다.(모든

것이 포함되어야 한다고는 생각지 않는다.)

⑩ 분석의 타당성

분석에 대한 마지막 점검으로서 설정된 가정, 모델의 매개변수 상관관계, 이들의 포함 및 제거 여부, 그리고 설정한 결론 등의 타당성에 대하여 수많은 의문점(질문)이 제기될 수도 있다.

(2) 최적보급 및 정비 정책 산출 기법

최적보급 및 정비정책 산출 모델은 무기체계의 수리수준 분석을 위한 정비계단별 보급량의 상호 연계성을 고려하여 최적수리수준을 도출하는 수학적 모델을 말한다. 이는 무기체계의 목표 운용 가용도를 최소의 순기비용으로 충족시키는 정비정책과 이때의 시험장비 및 수리요원의 소요, 각 정비계단별 수리/예비부품의 보급량을 결정하는 것으로 현재 미 육군에서 최적 및 정비정책 산출모델 프로그램(OSAMM : Optimal Supply and Maintenance Model Program) 이 개발 운용중이다.

(3) 군수지원비용 분석 기법

신규 무기체계 획득과정에서 군 요구 지원성 목표를 달성하면서 최소의 순기비용을 제공하는 무기체계 선정을 위해서는 정확한 순기비용의 산출이 선결 조건이다. 무기체계 순기비용 (Life Cycle Cost)은 연구개발비, 투자비 및 운영 유지비로 구성되며 순기비용의 대부분을 차지하는 운영 유지비는 정비개념에 의하여 크게 달라지게 된다. 따라서 군수지원 분석 업무를 수행하기 위해서는 무기체계에 적용될 수 있는 여러가지 정비정책에 대하여 운영 유지비를 정확히 계산해 주는 수학적 모델이 필요하게 된다. 군수지원비용 분석 모델 프로그램은(LOS

CAM : Logistic support cost analysis model) 이와 같은 문제를 해결하기 위한 수학적 모델 및 전산 프로그램을 말한다.

LOSCAM은 무기체계를 구성하는 주요 LRU (Line Replaceable Unit)의 정비정책에 대하여 운용가용도 및 고유가용도, 시험장비 소요, 정비요원 소요, 정비계단별 초도보급 소요 및 보급지원 소요와 계산된 자료를 기초로 한 초도보급 및 보급지원 관련비용, 시험장비 비용, 정비 인건비용, 수송비용 등의 군수지원비용을 산출한다. 또한 무기체계의 연구개발비, 투자비 및 정비정책에 따라 발생하는 군수지원 비용과 무기체계를 운영하는 운영부대의 편제표에 기초한 운용 유지비를 계산하여 순기비용을 제공한다.

LOSCAM의 용도는 크게 두가지로 구분할 수 있다. 첫번째는 정비 대안별 군수지원비용 산출을 통해 최적 정비개념을 설정하는 것이고 두번째는 정비개념이 설정된 상태에서 무기체계의 순기비용을 추산하는데 사용할 수 있다.

(4) 수리 대 폐기 분석 기법

수리 대 폐기 분석 모델 (REDCAT : Repair vs. Discard Cost Analysis Technique)은 무기체계를 구성하는 품목에 대한 수리 대 폐기 분석을 위한 수학적 모델로, 분석 대상 품목 고장시 고장난 품목을 수리할 경우와, 폐기할 경우의 비용을 계산·비교하여 최적 정비정책(수리, 폐기)을 결정한다.

무기체계를 구성하는 모든 품목이 분석 대상이 될 수 있으며, 분석에 있어서 완제품을 제외한 최상위 조립체 부터 분석을 실시하여 수리대상 품목과 폐기대상품목을 구분할 수 있다. REDCAT 분석 결

과로 얻어진 수리대상 품목에 대하여 보다 자세한 수리수준 분석을 통하여 교체가 이루어지는 정비계단과 교체업무분포 (RTD : Replacement Task Distribution), 수리가 이루어지는 정비계단과 정비업무분포(MTD : Maintenance Task Distribution) 등을 결정할 수 있다.

이러한 수리 수준 분석을 할 수 있는 모델로는 최적지원성분석 (KOSA : Korean Optimal Supportability Analysis), 최적보급 및 정비정책 산출모델 (OSAMM : Optimal Supply and Maintenance Model) 등이 있다. 또한 REDCAT는 단순히 수리대 폐기 분석 뿐 만 아니라, 이들 복잡한 수리 수준 분석 모델의 분석대상품목을 선정하는 과정에도 사용될 수 있다.

3. 결 론

본 연구는 효율적인 무기체계 설계를 위하여 이의 계획 수립시 적용 가능한 경영과학적 기법에 대하여 고찰하였으며, 이를 군수지원성 분석 기법, 신뢰성, 가용성 및 정비성 분석기법, 및 의사결정기법 등으로 분류하였다.

이러한 공학적 기법들은 특히 대형무기체계 설계시 널리 사용되는 것으로 최적의 무기체계를 설계하기 위해서는 반드시 이러한 방법들을 이용하여야만 할 것이다. 추후 이를 바탕으로 보다 효율적이고 경제적인 무기체계 설계가 가능할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 김철, "연구업무절차에 따른 RAM 기법," 기술보고서, 국방과학연구소, 1989.
2. "군수공학 및 관리," 육군군수관리학교, 1990.
3. B.S.Blanchard and W.J.Fabrycky, "Systems Engineering and Analysis," 2nd Edition, Prentice-Hall International, 1990.
4. R.J.Thierauf and R.C.Klekamp, "Decision Making Through OR," 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 1975.
5. R.E.Truman, "An Introduction To Quantitative Methods For Decision Making," 2nd Edition, Holt, Rinehart and Winston, 1977.