

KNTDS의 전투력 상승효과 측정에 관한 연구
(A Study on the assessment of force improvement
effectiveness of KNTDS)

이 수 열, 이 재 영*

Abstract

Most C4I Systems are considered as one of the major system in future Information Warfare. However, it is difficult to measure the effectiveness of force improvement when C4I System is used with other weapon systems, quantitatively. In this paper, we propose a quantitative method to evaluate the force improvement effectiveness of KNTDS(Korea Naval Tactical Data System). This method utilized the Lanchester's equations and its applications. We also showed a numerical example based on a given scenario in a sea battle and the AHP(Analytic Hierarchy Process) Method is applied to verify its results.

* 국방대학교 관리대학원

1. 서 론

군이 보유하고 있는 체계와 군이 수행하고 있는 모든 행위는 그 형태에 관계없이 전쟁을 수행하기 위한 것이다. 지휘통제체계도 여기서 예외일 수는 없다. 현재 각 군에서는 C4I 체계구축을 중심으로 정보전력체계 건설사업을 적극 추진하고 있다. 미래의 전장이 이러한 정보전력체계에 의한 정보우위와 정밀타격 위주의 전장이 될 것이라는 것을 의심하는 이는 없을 것이다. 그러나 현재 군에서 이러한 정보전력체계를 구축하여 군의 전투력이 상승할 것으로 예상하고 있으나, 구체적으로 어느 정도 향상되었는가에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 따라서, 이러한 분야연구를 통해 이미 구축된 정보전력체계의 효과성을 측정하고 이를 기초로 미래 정보전력체계의 효과성을 예측할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 지휘통제체계의 효과성을 측정함에 있어 지휘통제체계 전력평가 모델을 이용하여 전투이전의 전력(가치) 대비 전투후의 전력(가치)을 비교, 분석 하고자한다. 이러한 효과성을 측정할 때 가치는 전력지수 또는 전투자산에 비례한 가치로 사용할 수 있으며 해군의 경우 건조비용에 비례한 가치를 산정 후 효과측정을 할 수도 있다. 본 연구에서는 이러한 효과성 측정모델을 소개하고, 특히 전투 진행 절차상에서 KNTDS 사용시의 의사결정 시간 단축에 따른 효과성을 측정하고자 한다.

연구방법은 첫째, 기존의 지휘통제체계 전력평가 모델을 고찰하고 둘째, 고찰된 모델을 이용 지휘통제체계에서의 시간 단축에 따른 효과성 측정공식을 분석 후 셋째, 현재 운용중인 KNTDS 실제 DATA를 이용하여 효과성을 측정 하고자 한다. 추가적으

로 본 모델의 분석결과와 별도로 사용자의 주관적인 전투력 상승효과 평가를 위하여 AHP기법을 사용하였다. 본 연구에서 제시된 계량화된 MOE를 잘 활용한다면 차후 각 군에서 지휘통제 체계 구축사업 추진시 의사결정에 효율적으로 이용 될 수 있을 것이다.

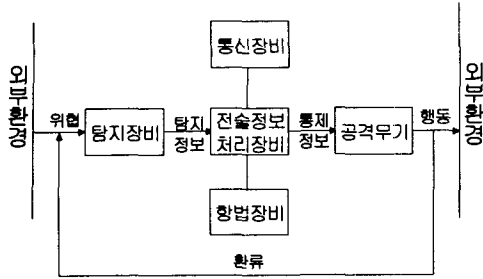
2. KNTDS 소개

2.1 NTDS 일반

NTDS는 지휘, 통제, 통신 및 정보 (C^3I :Command, Control, Communication, and Information) 체계의 최하위 체계중 하나이다.

C^3I 체계란 본질적으로 평가를 해주는 전자계산기와 결심을 하는 인간을 도와주는 MAN / MACHINE SYSTEM 이다. 현재에는 컴퓨터가 결합된 C^4I 체계로 이는 SENSOR와 SHOOTER를 연결해주는 Linker의 개념이라고 할 수 있다. 함정

C^3I 의 모형은 <그림 2-1>와 같이 표시 할 수 있다. 함정은 외부 환경으로부터 위협을 탐지하여, 그 탐지된 자료를 정보처리 장비에 보내고, 외부로부터의 통신망을 통해서 입력된 정보와 자함의 항해 자료를 함께 처리하여 그 결과를 기반으로 자함에 배치된 공격용 무기를 통제하고, 각종 위협상황을 배제시킨다. 그리고 공격의 결과는 즉시 외부 환경의 변화에 의하여 탐지되고, 다시 새로운 행동을 위한 자료가 된다. 또 우군 함정, 항공기 등과는 데이터 통신망이나 음성통신에 의한 정보 전송을 통하여 연계된 행동을 취할 수 있게 된다.



<그림 2-1 : 함정탐제 C³I 개념도>

<그림 2-1>을 함정의 C³I체계라고 하지만 협의로는 전술정보 처리장비 자체만을 함정에서의 C³I체계라 하기도 한다. 이 전술정보 처리장비에서 취급하는 모든 데이터 처리 시스템, 즉 입력, 처리, 제어, 피드백, 출력 등을 NTDS라고 한다.

2.2 KNTDS

한국해군 전술지휘통제체계는 함정 무기체계와 육상 전담감시소 간에 실시간 전술 자료교환을 통하여 해상전투 능력을 향상시키기 위한 목적으로 중형 함정 및 기지에 설치 운용되는 시스템이며 모든 자료 처리를 컴퓨터에 의존한 자동화된 전술지휘 통제 및 통신체계이다. 각 설치 함소는 실시간 전술 자료 처리를 위해 내부적으로 기존 무기체계 및 탐지장비와 연동하고 외부적으로는 이들 함소간 연결을 위해 NATO 표준규격인 Link-11 과 함소간 데이터 링크(ISDL : Inter Site Data Link)를 사용한다. 또한 KNTDS는 Link-11을 사용함으로써 미 해군 함정과 연합작전이 가능하며 상호간 정보교환이 가능하다. KNTDS의 주요 구성요소는 크게 컴퓨터 및 통신장비와 전술적 처리 요구 기능을 수행하는 소프트웨어

로 구분된다.

2.2.1. 함소별 체계구성

가. 함대사령부(FCC : Fleet Command Center)
함대사 체계는 KNTDS의 중심체계로서 주 기능은 육상기지 및 함정에서 탐지한 전술자료를 종합 처리하여 재분배하는 기능이며, 지휘결심 보조 기능으로는 대형스크린을 이용한 종합상황전시, 주요 상황녹화, 영상그래픽 프린터 기능이 있다.

나. 함 정

함정 무기체계 및 탐지장비와 연동하여 자함에 서 탐지된 전술자료를 종합 처리하여 타 함정 또는 함대사를 통하여 육상기지와 상호교환 한다.

다. 전탐기지 및 유도탄 보유 함소

탐지장비와 연동하여 자체 탐지된 전술자료를 종합 처리하여 함대사를 통하여 타 함소 또는 함정 간 상호 교환하고 유도무기와 연동하여 유도무기 통제자료를 제공한다.

라. 전담감시소

레이더 및 ESM(Electronic Warfare Support Measure) 장비와 연동하여 자체 탐지한 전술자료를 종합 처리하여 일방적으로 함대사에 전송한다.

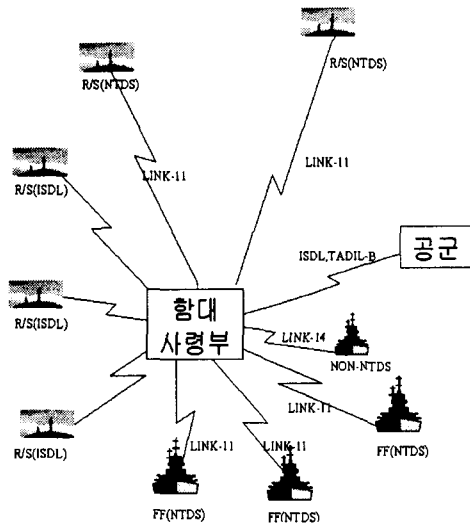
마. MCRC(Master Control Reporting Center)

공군 방공 자동화체계와 연동하여 대공 전술자료를 종합 처리하여 함대사를 통한 함정 및 해군 육상기지와 상호 교환한다.

2.2.2. KNTDS 통신망

KNTDS를 설치한 함소간 전술정보를 교환하기 위해서 적용되는 통신망은 LINK-11, ISDL, LINK-14 그리고 TADIL-B(Tactical Digital

Information Link) 이다. 이들 통신망은 각 함소별 특성에 따라 적용되며 함소별 구성은 <그림 2-2>와 같다.



<그림 2-2 KNTDS 통신망>

제 3 장 지휘통제체계 평가 모델 개요

본 논문에서는 미국에서 지휘통제체계 연구책임자 중에서 Daniel Schutzer[3]가 연구한 내용을 소개하겠다. 이 연구에서는 C4I체계의 핵심인 지휘통제체계의 개선이 어떻게 전투력을 상승시키는가를 아래의 세 가지 방법으로 표현하였다.

1. 전투체계의 생존가능성 증대.
2. 전투체계 자체의 효율성 증대 : 상호 교환 비율의 증가.
3. 전투체계 운용의 효율성 증대 : 특정 전투국면에서 함정 할당 비율 증가.

지휘통제체계는 모든 무기체계의 종류나, 지휘계통상의 서열과 관련된다. 여기서 지휘하는 부대가 상급부대인가 하급부대인가는 그 지휘체계가 관심을 가져야 될 자산에 관계되며, 일반적으로 하급부대일수록 관심을 가져야될 구역이 작고 자산의 수가 작다. 현재 해군함정의 경우, 임무수행은 자신이 보유하고 있는 탐지능력과 무기체계에 의존하여 수행한다. 군의 과학화에 따라 무기체계의 사정거리가 길어지고 통신능력이 발달함에 따라 실시간 상호 정보교환이 필수적인 요소가 되었다. 이러한 과학기술의 발달로 실시간 지휘통제가 가능하게 되었으며, 지휘관들은 어떻게 하면 아군의 실시간 지휘통제능력을 증대시키고 적의 지휘통제 능력을 감소시킬 것인가 하는 것을 연구하게 되었다. 만약 단위 함정이 외부로부터 정보획득 없이 임무 수행시 이 함정은 함 자체에서 보유하고 있는 지휘통제 체계에 의해서만 외부로부터의 위협을 감당해야 할 것이다. 이때의 임무수행 여부는 오로지 함정자체의 탐지능력, 무기체계와 지휘관의 지휘능력에 좌우될 것이다. 이렇게 단위전투 부대가 잠재적인 적과 싸워서 이길 확률을 p 라고 할 때 실시간 정보교환이 이루어진다면 이 p 는 증가하게 될 것이다. 이렇게 증가된 p 를 \hat{p} 로 가정하자.

\hat{p} : 외부로부터 정보를 제공받은 경우 단위 전투부대의 이길 확률.

단, $\hat{p} \geq p$ 라고 가정.

만약 적이 장거리 미사일을 보유하고 있다면 이를 조기에 회피하기 위해서는 외부로부터의 적 미사일 발사 정보제공이 필수적이고 이러한 정보에 의해 생존성은 증대될 것이다.

현재 해군에서 사용하고 있는 KNTDS체계는 정보의 실시간 공유를 통해서 전투세력간 상호 협조로 생존성 및 타격력을 증대하고 있으며, 이에 따라 전투결과에서 전투력 상승효과를 얻을 수가 있다. 본 연구에서는 이러한 전투력 상승효과 측정단위로써 MOE(Measure of Effectiveness)를 사용하였다. MOE는 시스템의 효과도 측정을 위한 MOM(Measure of Merits)¹⁾의 구성체계의 하나이며 [그림 3-1]과 같이 도식될 수 있다.

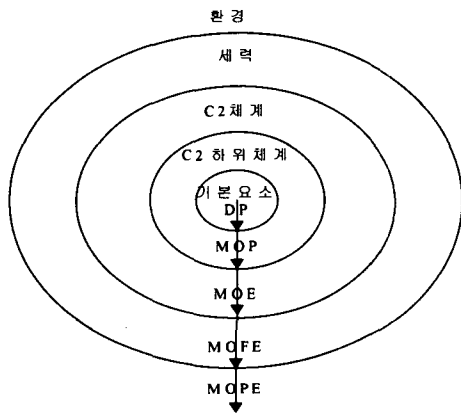


그림 3-1 MOM 체계

여기서 DP(Dimensional Parameters)는 지휘통제 체계 내에 내재된 물리적 성질/특성 등을 의미하며, MOP(Measure of Performance)는 내부 시스템의 구조, 특성, 행동을 측정하는 것으로 시간이나 정확도, 용량 등이 해당되며, MOE는 지휘통제체계가 작전영역에 미치는 파급효과로 계획작성능력, 반응시간 등

의 비교 및 측정이 해당되며, MOFE(Measure of Force Effectiveness)는 세력이 임무를 얼마나 잘 수행하는가 혹은 목표를 달성하는 수준 등으로써 실제 전투에서의 전진속도, 사상자율 등이 있고, MOPE(Measure of Policy Effectiveness)는 군사활동이 보다 광의적인 정치, 사회적 결과에 미치는 영향으로 지역안정 기여도나 사회질서 유지 기여도 등이 있다.

요약해 보면, MOE란 지휘통제체계가 작전범주에 미치는 파급효과나 목표달성을 위한 계획작성 능력, 전투공간 공통전술상황 생성능력, 반응시간을 위주로 효과분석을 하는 것이며, 본 연구에서의 MOE는 전투 이전의 가치와 전투 이후 가치의 상대적인 전투력의 비율로 나타내었으며, 변수는 란체스터 방정식으로부터 유추하였다. 이러한 실시간 정보교환에 의해 개별 전투부대의 할당 및 배진의 최적화, 현전장상황 파악으로 미래에 대한 예측이 가능해짐으로써 단위 전투부대에서의 전투력승수효과 보다 상위 체대로 갈수록 전투력승수효과는 커질 것이다. 이러한 정보교환으로 얻을 수 있는 가장 큰 장점은 적의 잠재적인 위협에 대비 아군세력을 사전에 효과적으로 집중 및 회피 할 수 있다는 것이다

3.1 모델구성

최초, 청군 N_0 개의 자산, 홍군 M_0 개의 자산이 있고 각각에는 가치가 있다. 가치는 정량적으로 나타낸 것으로 이것은 전력지수를 기준으로 할 수 있을 것이다. 청군과 홍군의 전투 이전 총 자산은 각각 V_0 , W_0 로 식(3.1)과 식(3.3)으로 표시된다.

1 Ricki Sweet, "The MCES and the search for Generic Measure," In S.E. Jhonson and A.H.Lewis,(eds.) *Science of Command and Control: Coping with Uncertainty*, AFCEA International Press, 1988, pp.106-117.

$$V_0 = \sum_{k=1}^T n_k v_k, \quad (3.1)$$

$$N_0 = \sum_{k=1}^T n_k, \quad (3.2)$$

$$W_0 = \sum_{k=1}^S m_k w_k, \quad (3.3)$$

$$M_0 = \sum_{k=1}^S m_k, \quad (3.4)$$

여기에서 v_k 는 청군 함정형 k에 부여된 가치,

w_k 는 홍군 함정형 k'에 부여된 가치, n_k 는 청군 k형 함정의 수, m_k 는 홍군 k'형 함정의 수, T는 청군 함정의 종류, S는 홍군 함정의 종류이다.

특정교전을 j라고 할 때 함정의 가치는 각각의 교전에서의 가치의 합으로 식(3.5)과 식 (3.6)로 표시된다.

$$v_k = \sum_{j=1}^E v_{kj}, \quad (3.5)$$

$$w_{k'} = \sum_{j=1}^E w_{k'j}, \quad (3.6)$$

여기에서 E는 총 교전 수, v_{kj} 는 청군 함정형 k의 교전 j에서 가치, $w_{k'j}$ 는 홍군 함정형 k'의 교전 j에서 가치이다.

두 세력이 교전 후에는 청 / 홍군 각각 어느 일정 비율만큼 손실을 입게 된다. 임의의 시점 t에서 세력들 각각의 총 가치는 각각 확률변수 $\mathbf{V}(t)$, $\mathbf{W}(t)$ 로 표시된다.

$$\mathbf{V}(t) = \sum_{k=1}^T n_k(t) v_k, \quad (3.7)$$

$$\mathbf{W}(t) = \sum_{k=1}^S m_k(t) w_k, \quad (3.8)$$

여기에서 $n_k(t)$, $m_k(t)$ 는 확률변수로서 각각은 시간 t에서 k 및 k'형 함정의 수이며, $n_k(t) \leq n_k$, $m_k(t) \leq m_k$ 이다.

전투란 것은 이러한 교전의 연속적인 과정이다. 따라서 전투 후에 남는 총 자산의 가치는 전투 중 계속적인 교전국면에서 변수 $\mathbf{V}(t)$, $\mathbf{W}(t)$, $n_k(t)$, $m_k(t)$ 를 반복계산 함으로써 표시할 수 있다.

청군의 MOE는 전투이전의 총 가치 대비 전투 후의 평균 순 가치로 나타내거나 우군손실, 우군 대 적군 손실비율, 우군 대 적군손실의 차이 등으로 사용하기도 한다. 본 연구에서는 $MOE = \mathbf{V}(t) / V_0$ 를 사용한다.

청군 함정의 가치는 교전에 참가한 홍군의 함정의 수, 함형에 종속적이며, 홍군도 동일한 조건일 것이다. 이러한 종속성은 식(3.9)과 식 (3.10)의 함수로 표시된다.

$$v_{kj} = \sum_{k=1}^S f(n_{kj}, -m_{k'j}), \quad (3.9)$$

$$w_{k'j} = \sum_{k=1}^T g(-n_{kj}, m_{k'j}), \quad (3.10)$$

여기에서 n_{kj} 는 청군의 함정형 k가 교전 j에 참가한 수, $m_{k'j}$ 는 홍군의 함정형 k'가 교전 j에 참가한 수이다.

청군자산의 가치는 청군 k형 함정이 홍군의 각 함정과의 교전에 관련되며, 함수 $f(n_{kj}, -m_{k'j})$,

$g(-n_{kj}, m_{kj})$ 는 n_{kj}, m_{kj} 의 함수이므로 이 함수를 Taylor 급수로 나타내면 식(3.11)으로 표시된다.

$$f(n_{kj}, -m_{kj}) = B_j + P_{kj} n_{kj} + Q_{kj} m_{kj} + D_{kjk} n_{kj} m_{kj} + A_{kj} n_{kj}^2 + C_{kj} m_{kj}^2 + \dots \quad (3.11)$$

여기에서, $P_{kj}, Q_{kj}, D_{kjk}, A_{kj}, C_{kj}$ 는

Lanchester attrition-rate coefficient, B_j 는 임의의 시점 t 에서 청군함정의 교전 j 에서 가치이다.

앞의 식 (3.5)과 식 (3.9)을 식 (3.7)에 대입, 청군 자산을 미분방정식으로 나타내면 식(3.12)과 같이 표시된다.

$$dV(t) = \sum_{j=1}^E \sum_{k=1}^T \sum_{\ell=1}^S \left(\frac{\partial f}{\partial n_{kj}} \frac{\partial n_{kj}}{\partial t} - \frac{\partial f}{\partial m_{kj}} \frac{\partial m_{kj}}{\partial t} \right) dt \quad (3.12)$$

식 (3.12)에서 $(\frac{\partial f}{\partial n_{kj}}), (\frac{\partial n_{kj}}{\partial t}), (\frac{\partial f}{\partial m_{kj}})$

및 $(\frac{\partial m_{kj}}{\partial t})$ 를 Taylor 급수로 표현하기 위해 식

(3.11)의 첫 여섯 개의 항을 계산하면

$$\frac{\partial f}{\partial n_{kj}} \cong P_{kj} + 2 A_{kj} n_{kj} + D_{kj} m_{kj},$$

$$\frac{\partial f}{\partial m_{kj}} \cong Q_{kj} + 2 C_{kj} m_{kj} + D_{kj} n_{kj}$$

이 되고, 이를 식(3.12)에 대입하면 개략 식(3.13)으

로 표시된다.

$$dV(t) = \sum_{j=1}^E \sum_{k=1}^T \sum_{\ell=1}^S [(P_{kj} + 2 A_{kj} n_{kj} + D_{kj} m_{kj}) d n_{kj} - (Q_{kj} + 2 C_{kj} m_{kj} + D_{kj} n_{kj}) d m_{kj}] \quad (3.13)$$

식(3.13)을 적분하면 식(3.14)로 표시된다.

$$V(t) = \sum_{j=1}^E \sum_{k=1}^T \sum_{\ell=1}^S (P_{kj} n_{kj} + A_{kj} n_{kj}^2 - Q_{kj} m_{kj} - C_{kj} m_{kj}^2) \quad (3.14)$$

만약 함정할당이 함정의 특성에 관계없이 된다면 $n_{kj} = n_j$ 이고 $m_{kj} = m_j$ 이다.

여기에서, $n_j \leq N_j, m_j \leq M_j$ 이고, N_j, M_j 는 교전 j 에 할당될 수 있는 총 가용자산의 수, n_j, m_j 는 교전 j 에 할당된 자산의 수이다.

이 경우 위 식(3.12), (3.13) 및 (3.14)은 식(3.15), (3.16) 및 (3.17)과 같이 간단해진다.

$$dV(t) = \sum_{j=1}^E \left(\frac{\partial f}{\partial n_j} \frac{\partial n_j}{\partial t} - \frac{\partial f}{\partial m_j} \frac{\partial m_j}{\partial t} \right) dt, \quad (3.15)$$

$$dV(t) = \sum_{j=1}^E (P_j + 2 A_j n_j + D_j m_j) d n_j - (Q_j + 2 C_j m_j + D_j n_j) d m_j \quad (3.16)$$

$$V(t) = \sum_{j=1}^E (P_j n_j + A_j n_j^2 - Q_j m_j - C_j m_j^2) \quad (3.17)$$

식(3.16)에서 $dV(t)=0$ 으로 두면,

$$\begin{aligned} & \frac{d n_j}{dt} (P_j + 2 A_j n_j + D_j m_j) \\ &= \frac{d n_j}{dt} (Q_j + 2 C_j m_j + D_j n_j) \end{aligned} \quad (3.18)$$

이 되고, 이것은

$$\begin{aligned} \frac{d n_j}{dt} &= Q_j + 2 C_j m_j + D_j n_j, \\ \frac{d m_j}{dt} &= P_j + 2 A_j n_j + D_j m_j \end{aligned} \quad (3.19)$$

이 되어 란체스터 방정식의 일반형²⁾의 형태이다.

만약, $P_j = Q_j = 0$ 이고,

$$\begin{aligned} A_j &= \frac{G_j(t)}{1 + X_0}, \\ C_j &= X_0 A_j \end{aligned} \quad (3.20)$$

이면, 식 (3.17)은 란체스터 자승법칙이 적용되며 식 (3.21)이 된다. 여기에서, $G_j(t)$ 는 시점 t 에서 임의의 함수, X_0 는 교환비율(청군손실/홍군손실)이다.

$$V_j(t) = N_j^2 - X_0 M_j^2, \quad (3.21)$$

여기에서 $N_j^2 = \sum_{k=1}^T n_{kj}^2$, $M_j^2 = \sum_{k=1}^S m_{kj}^2$ 이다.

단일 교전 j 에서 MOE는 식(3.22)이 된다.

$$MOE_j = \frac{\langle N^2 \rangle - E_0 \langle M^2 \rangle}{N_0^2}, \quad (3.22)$$

여기에서,

E_0 : 교환비율(평균 청군손실/평균 홍군손실),

$$\langle N^2 \rangle = \sum_{k=1}^T \sum_{k'=1}^T p_{kj} p_{k'j} a_{kj} a_{k'j} n_{kj} n_{k'j},$$

$$\langle M^2 \rangle = \sum_{k=1}^S \sum_{k'=1}^S q_{kj} q_{k'j} b_{kj} b_{k'j} m_{kj} m_{k'j},$$

p_{kj} : 청군 k 함정의 교전 j 에서 생존확률,

q_{kj} : 홍군 k' 함정의 교전 j 에서 생존확률,

a_{kj} : 청군 k 함정의 교전 j 에서 할당비율,

$b_{k'j}$: 홍군 k' 함정의 교전 j 에서 할당비율.

이상의 경우는 함정특성을 고려하지 않은 경우이고 함정의 특성을 고려할 경우를 고려해보자.

만약 $P_j = Q_j = 0$ 이고

$$\begin{aligned} A_{jk} &= \frac{G_j(t)}{1 + X_{kk'}}, \\ C_{jk} &= X_{kk'} A_{jk} \end{aligned} \quad (3.23)$$

이면, 식 (3.14)은 식(3.24)이 된다.

$$\begin{aligned} V_j(t) &= \sum_{k=1}^T \sum_{k'=1}^S \left(\frac{p_{kj} a_{kj} n_{kj}^2}{1 + X_{kk'}} \right. \\ &\quad \left. - \frac{X_{kk'} q_{k'j} b_{k'j} m_{k'j}^2}{1 + X_{kk'}} \right) \end{aligned} \quad (3.24)$$

여기에서 $X_{kk'}$ 는 홍군 k' 함정과 청군 k 함정의 교환비율이다.

자산특성을 고려한 MOE는 식(3.25)으로 표시된다.

$$MOE_j = \frac{\langle N^2 \rangle - \langle M^2 \rangle}{N_0^2}, \quad (3.25)$$

2) G. Taylor, *Optimal Commitment of Force in Some Lanchester Combat Model*, NPS 55-77-2, 1976.

$$\langle N^2 \rangle = \sum_{k=1}^T \sum_{k'=1}^S \frac{p_{kj} a_{kj} n_{kj}^2}{1 + X_{kk'}}$$

$$\langle M^2 \rangle = \sum_{k=1}^T \sum_{k'=1}^S \frac{X_{kk'} a_{kj} b_{kj} m_{kj}^2}{1 + X_{kk'}}$$

3.2 시간의 민감도

지휘통제체계에 의한 MOE 증가는 앞에서 언급한 바와 같이 세 가지 측면을 고려할 수 있다

첫째, 함정형 k가 j교전에서 생존할 확률 p_{kj} 는 지휘통제체계 사용에 의해 반응시간 단축이후에는 αp_{kj} , $\alpha > 1$ 로 증가된다. 즉,

$$p_{kj} \rightarrow \alpha p_{kj}, \quad \alpha > 1. \quad (3.26)$$

둘째, 전투체계 자체의 효용성증대로 교환비율 X_0 , $X_{kk'}$ 는 지휘통제체계 사용에 의해 반응시간 단축이후에는 γX_0 , $\gamma X_{kk'}$ $\gamma > 1$ 로 증가된다. 즉,

$$X_0 \rightarrow \gamma X_0, \quad X_{kk'} \rightarrow \gamma X_{kk'}, \quad \gamma > 1. \quad (3.27)$$

셋째, 함정형 k가 j교전에 할당될 비율 a_{kj} 는 지휘통제체계 사용에 의해 반응시간 단축이후에는 δa_{kj} , $\delta > 1$ 로 증가된다. 즉,

$$a_{kj} \rightarrow \widehat{a}_{kj}, \quad \widehat{a}_{kj} = \delta a_{kj}, \quad \delta > 1. \quad (3.28)$$

식(3.26), (3.27) 및 (3.28)은 청군의 지휘통제체계의 효과성만을 표시한 것이며, 홍군의 경우도 지휘통제

체계에 의한 위 3가지 요소의 상승이 있을 경우 동일한 방법으로 효과성을 측정할 수 있다. 이러한 세 가지의 지휘통제의 효과성 증대는 지휘통제 시간의 단축에 따라 효과성이 증가되며 이러한 상관관계는 3절에서 언급하고자 한다.

3.3 지휘통제체계의 시간변수

어떤 상황에 대처하는 군사력 활동에서 중요한 인자는 상황에 대한 “최초대응”과 이 최초 대응을 구현하는 시점이 될 것이다. 효과적인 지휘통제체계는 지휘관에게 지속적으로 정보를 제공하여 “최초사건”을 인지하고 원하는 최초대응을 생성하여, 예하 세력에게 대응을 집행하도록 지시를 내릴 수 있게 함으로써 상황의 우위를 선점하도록 해준다.

3.3.1. 상황전개

한 사건이 시간 T_0 에 발생하여 상황이 전개되기 시작하여, 시간 T_P (선제 공격을 받는 시간)이전에 대응하여 상황우위를 선점하는 과정은.[그림 3-2]와 같다. 지휘관이 상황을 인지하고 대응책을 강구, 예하부대에 지시하여 최초대응이 이루어지는 시각 T_R 이 T_P 보다 선행하면 이 지휘는 성공적 또는 최소한 적절한 것으로 간주된다. 만약 T_R 이 T_P 보다 늦게 된다면 이 대응은 적으로부터 선제 공격을 받게되어 실패가 된다.

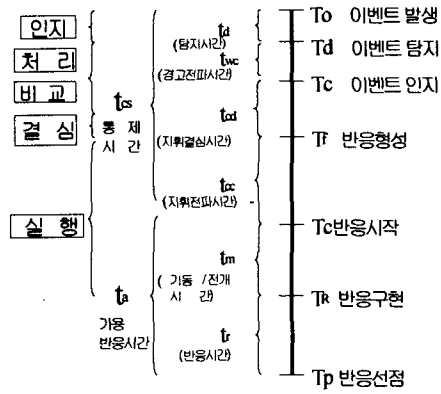


그림 3-2 지휘통제체계의 시간

이러한 상황전개의 시간은 통상 다음과 같은 8가지의 시간종류를 갖는다

- t_a : 상부지시 수명 후 T_P 까지의 시간,
- t_{cs} : 최초 지시를 수명할 때까지 시간,
- t_d : 상황발생과 상황탐지 시간(센서),
- t_{wc} : 상황 중요성인지 후 지휘관이 인지 시간,
- t_{cd} : 지휘관이 인지 후 반응 형성시까지 시간(명령 준비 시간),
- t_{cc} : 관련된 세력에게 지시하는 시간,
- t_m : 반응을 위해 이동(준비)하는 시간,
- t_r : 세력 반응시간.

이 시간개념에서 특이한 점은 지휘통제체계의 MOE는 지휘관의 계획 기능이 상당히 큰 영향 변수라는 것이다. 만약 지휘관이 “우발계획”을 미리 가지고 있다면 t_{cd} , t_{cc} 는 현저하게 감소할 것이다 (물론 통신능력도 고려되어야 한다). 또한 지휘관의

우발계획이 잘 작성되었다면 세력을 적절한 위치에 배치할 수 있어서 t_m 도 감소시킬 수 있을 것이다. 이런 측면에서 볼 때 지휘통제체계의 시간단축은 지휘통제체계에 의한 시간단축과 함께 사전에 준비된 상황대처 능력(우발계획)도 중요한 영향변수이다.

3.3.2. 시간의 민감도

시간의 민감도는 파라미터 α , δ , γ 를 통해 지휘통제체계 효과와 연관될 수 있다

- $\alpha > 1$: 플랫폼의 생존확률 개선비율,
- $\gamma > 1$: 플랫폼 개별 효과도 개선비율,
- $\delta > 1$: 전투세력 할당 증가비율.

먼저 할당 증가비율에 대해 생각해보자. 예를 들어 적 수상함이 접근하는 단순한 경우를 고려해보자.

- t_a = 무장발사 이전에 가용한 시간,
- v_w = 무기의 비행속도 일때,

플랫폼의 이동속도를 제외한 통제거리 r_c 는 식(3.29)로 표시된다.

$$r_c = v_w t_a \quad (3.29)$$

만약 반응을 위한 여유시간이 없다면 $r_c \leq r_w$ 이지만, 여유시간이 주어진다면 함정은 사전에 이동을 할 수 있고, 이 경우 함정의 이동속도 고려시 통

제거리는 식(3.30)와 같이 표시된다.

$$r_c = r_w + v_p(t_a - t_w), \quad (3.30)$$

여기에서, v_p 는 함정 속도, t_w 는 무기 비행시

간, r_w 는 무기 최대거리이다.

식(3.30)을 양변에 r_w 로 나누면 식(3.31)와 같이 표시된다.

$$r_c / r_w = 1 + v_p(t_a - t_w) / r_w. \quad (3.31)$$

$r_w = v_w t_w$ 이 성립되므로 식(3.31)은 식(3.32)와 같이 표시된다.

$$r_c / r_w = 1 + (v_p / v_w)(t_a / t_w - 1). \quad (3.32)$$

지휘관은 단위 세력들이 통제할 수 있는 구역에 관심이 있으며, 만약 세력들이 어느 일정구역에 균일하게 분포되어 있다면 세력집중요소는 식(3.33)과 같이 가용시간(t_a)의 함수가 된다.

$$\delta a_k = C_0 \left[1 + \frac{v_p}{v_w} \left(\frac{t_a}{t_w} - 1 \right) \right]^2, \quad (3.33)$$

여기에서, C_0 는 임의의 상수이다.

이와 유사하게 각 플랫폼의 생존 및 공격확률은 장차의 적에 대해 충분한 시간(t_m)을 가지고 정확한 탐지와 적절한 대응에 직접적으로 연관된다.

만약 청군이 관심구역 내에서 적의 위치를 계속적으로 기점, 유지하기 위해서는 지속적인 보고가 되어야 한다. 이러한 개념을 식으로 나타내면 아래와 같이 된다. 만약 적이 관심구역 A에 임의로 분포되어 있다면 밀도는 식(3.34)로 표시된다.

$$\rho = \frac{N}{A}, \quad (3.34)$$

여기에서, N은 적 함정의 수이다.

센서의 유효면적이 ΔA 이면 $N = \rho \Delta A$ 가 되고, ΔA 구역에서 정확한 연관분석을 할 확률(Probability of

Correct Association)은 $p_c = \frac{1}{1 + \rho \Delta A}$ 이다.[2]

ΔA 구역에서의 정보 불확실성은

v_p, σ^2 (정보의 초기정확도), t_{cs} 의 함수이다.

즉 $\Delta A = C_1 v_p t_{cs}^2 \sigma^2$ [2]이므로, t_{cs} 이내에

정확히 탐지 및 연관분석을 할 확률 p_c 는

식(3.35)로 표시된다. 여기서 C_1 은 임의상수이다.

$$p_c = \frac{1}{1 + C_1 \rho v_p t_{cs}^2 \sigma^2}. \quad (3.35)$$

이 경우 생존성은 무장을 발사할 수 있는 시간 또는 회피를 시작할 수 있는 시간, t_m 에 연관되고,

ρ 는 일정한 값을 가지므로, 이러한 관계는 식(3.36)로 표시할 수 있다.

$$\alpha p_k = \frac{1}{1 + C_1 v_p \sigma^2 (T_R - t_m)^2}. \quad (3.36)$$

제 4 장 KNTDS체계 전투력 상승효과 평가

본 장에서는 3장에서 소개했던 지휘통제체계 평가모델을 적용하여 현재 2함대에서 운용중인 KNTDS가 체계운용 이전보다 얼마나 전투력을 상승시켰는지 평가해 보고자 한다. 체계운용 이전은 일반적인 란체스터 방정식의 손실율만을 고려하고, 체계운용 이후에는 정보의 실시간 전파에 따른 생존성 증가를 고려하였다. 모델 적용에는 아래와 같은 가정사항을 고려하였다.

1. 지휘관의 지휘능력은 동일하다.
2. 체계를 운용하는 요원의 기술적 조작능력은 동일하다.
3. 첩보수집과 전투수행 국면은 이전 지휘통제체계와 동일하다.
4. 수집되는 정보의 정확도는 항상 일정하다.
5. 지휘관의 지휘결심 절차는 일정하다.
6. 참모조직 구조에 변화는 없다.
7. 전장환경에 변화는 없다.
8. 전투수행중 장비의 고장은 없다.
9. 홍군의 지휘통제체계의 효과성 증가는 없다.
10. 청, 홍군은 전투에서 각 군의 전 자산을 투사한다.

4.1 KNTDS 운용자료

4.1.1. 상호교환비율

현재 2함대에 보유세력과 북한해군의 세력들은

현재 해군에서 분석용 모델에서 사용하고 있는 상호교환비율을 사용하였으며, 교환비율은 [표 4-1]과 같다.

표 4-1 상호교환 비율

구분	A	B	C	D	E	F
1	**	**	**	**	**	**
2	**	**	**	**	**	**
3	**	**	**	**	**	**
4	**	**	**	**	**	**
5	**	**	**	**	**	**
6	**	**	**	**	**	**
7	**	**	**	**	**	**
8	**	**	**	**	**	**
9	**	**	**	**	**	**
10	**	**	**	**	**	**
11	**	**	**	**	**	**
12	**	**	**	**	**	**
13	**	**	**	**	**	**
14	**	**	**	**	**	**
15	**	**	**	**	**	**
16	**	**	**	**	**	**
17	**	**	**	**	**	**
18	**	**	**	**	**	**

4.1.2. 전력지수

위 상호교환비율에 기술된 함정의 전력지수는 아래 [표 4-2]과 [표 4-3]와 같다.

표 4-2 청군 전력지수

비고	A	B	C	D	E
전력지수	**	**	**	**	**

표 4-3 홍군 전력지수

함형	전력 지수	함형	전력 지수	함형	전력 지수
1	**	7	**	13	**
2	**	8	**	14	**
3	**	9	**	15	**
4	**	10	**	16	**
5	**	11	**	17	**
6	**	12	**	18	**

4.1.3. 지휘통제 시간

지휘통제시간 변수의 구분은 3장의 8가지 시간 변수를 기준으로 현재 2함대에서 사용하고 있는 작전의 일반적인 절차를 KNTDS 사용 이전의 시간과 이후의 시간 차이를 이용하였으며, 시간에 대한 값은 현재 2함대에 근무하고 있는 장교 및 부사관의 설문조사로 이루어 졌으며 결과는 [표 4-4]와 같다.

표 4-4 상황전개시간

구 분	소요시간
표 적 접 촉	**
현장지휘관 상황인지	**
함대사보고	**
함대사기점 및 상황파악	**
함대사령관 보고	**
함대사령관 상황인지	**
반 응 지 시	**
현장세력 반응	**

4.2 KNTDS체계 전투효과 평가

본 절에서는 1절의 2함대 운용자료를 근거하여 주어진 시나리오에 의한 교전에서 KNTDS의 전투력 상승효과를 수치적으로 구하고자 한다. 본 시나리오에 사용될 세력은 [표4-5]와 같다.

표 4-5 청, 홍군 함정 구성

청 군	홍 군
D형의 함정 2척	4형 함정 2척
E형 함정 10척	5형 함정 3척
	11형 함정 1척
	17형 함정 2척
	18형 함정 2척

우선 어떤 교전에서 함정이 생존할 확률은 지휘통제 시간내에 표적을 얼마나 정확하게 탐지하고 연관분석을 하느냐에 의존하게 된다. 따라서 생존확률(p_{kj})은 식 (3.36)의

$$ap_{kj} = \frac{1}{1 + C_1 [v_p \sigma^2 (T_R - t_m)^2]}$$

로 계산할 수 있고, 시간감소에 따른 생존확률 증가도 식 (3.36)을 이용해서 구할 수 있다.

특정 교전에서 적. 아간 생존확률은 0.5이고, 함정의 속력은 30KTS이며 정보의 정확성은 일정하다. 교전이전에 생존확률을 0.5로 이고 KNTDS 사용이전의 지휘통제 시간은 [표 4-4]에 의거 15분이므로 이때 식(3.35)에 의해 C_1 값은 0.696가 된다.

KNTDS에 의한 생존확률 증가는 지휘통제시간 5분 단축으로 계산할 때, ap_{kj} 는 다음과 같이 표시된다.

$$ap_{kj} = \frac{1}{1 + 0.696 [30KTS (0.167)^2]} = 0.632.$$

위에서 구한 p_{kj} , ap_{kj} 를 이용하여 KNTDS 체계 이전의 MOE_1 과 이후의 MOE_2 를 비교하면 아래와 같다.

1. KNTDS체계 이전의 MOE_1 는 아래와 같다.

$$MOE_1 = \frac{\langle N^2 \rangle - \langle M^2 \rangle}{N^2} = 0.477,$$

$$\langle N_1^2 \rangle = \sum_{k=1}^T \sum_{j=1}^S \frac{p_{kj} a_{kj} n^2_{kj}}{1 + X_{kk}} = 83.99,$$

$$\langle M^2 \rangle = \sum_{k=1}^T \sum_{j=1}^S \frac{X_{kk} q_{kj} b_{kj} m^2_{kj}}{1 + X_{kk}} = 15.262.$$

2. KNTDS체계 이후의 MOE_2 는 아래와 같다.

$$MOE_2 = \frac{\langle N^2 \rangle - \langle M^2 \rangle}{N^2} = 0.6316,$$

$$\langle N_2^2 \rangle = \sum_{k=1}^T \sum_{j=1}^S \frac{ap_{kj} a_{kj} n^2_{kj}}{1 + X_{kk}} = 106.205,$$

$$\langle M^2 \rangle = \sum_{k=1}^T \sum_{j=1}^S \frac{X_{kk} q_{kj} b_{kj} m^2_{kj}}{1 + X_{kk}} = 15.262.$$

즉 KNTDS 사용이전의 MOE_1 대비 사용이후의 MOE_2 와 비교한 MOE_R 은 $MOE_R = \frac{0.6316}{0.477} = 1.324$ 로 약 32.4%의 전투력 상승효과를 가져온다.

3. CEC체계 도입시 MOE_C 는 아래와 같다.

위와 유사한 방법으로 제 2장에서 소개된 CEC체계 도입시의 전투력 상승효과도 위 공식을 사용하여 계산 할 수 있을 것이다. CEC 경

우는 시간에서 반응지시시간 및 현장세력 반응시간이 단축될 것이다. 이는 현재 배치된 세력 중에서 가장 근접한 세력이나 가장 생존성을 높일 수 있는 세력을 투입함으로써 달성될 수 있으나, 현장 근처에 세력이 존재하지 않는다면 반응지시시간 만이 감소된다. 여기서는 반응지시시간 만을 고려하고, [표 4-4]에서 시간단축이 2분이므로, 생존확률을 구하면,

$$ap_{kj} = \frac{1}{1 + 0.696[30KTS(0.13)^2]} = 0.74,$$

이고, 이때의 MOE_C 는 다음과 같다.

$$MOE_C = \frac{\langle N^2 \rangle - \langle M^2 \rangle}{N^2} = 0.758,$$

여기에서 $\langle N_3^2 \rangle = \sum_{k=1}^T \sum_{j=1}^S \frac{ap_{kj} a_{kj} n^2_{kj}}{1 + X_{kk}} = 124.368,$

$$\langle M^2 \rangle = \sum_{k=1}^T \sum_{j=1}^S \frac{X_{kk} q_{kj} b_{kj} m^2_{kj}}{1 + X_{kk}} = 15.262.$$

CEC 사용이전의 MOE_1 대비 사용이후의 MOE_C 를 비교한

$$MOE_F = \frac{0.758}{0.477} = 1.589$$

로 약 58.9%의 전투력 상승효과를 가져온다.

물론 이러한 CEC개념은 시간의 단축을 더욱 필요로 하는 대공전이나 미사일전 상황에서는 더욱 생존성을 증대시킬 수 있고 다른 시간요소도 포함이 되면 MOE_F 는 더욱 증대될 것

이다.

위 계산식은 단순히 시간에 의한 감소분만을 계산하였다. 그러나 실제 전장상황이 되면 이외에도 다양한 변수가 고려되어야 하므로 좀 더 세부적인 항목별로 측정기준이 있어야 할 것이다. 현재의 KNTDS 체계는 한국연안에서 근접 함포전시에는 R/D의 거리분해 능력 등의 문제점으로 인해 성능이 감소할 수 있다. 그러나 이 체계는 최초 설계시 대양작전을 위주로 하는 미군을 위해 만들어졌기 때문에 이러한 체계는 대양에서 더욱 효과를 발휘할 수 있는 것이다. 앞으로 우리 해군도 대양작전을 할 경우 이전 체계보다는 KNTDS가 KNTDS보다는 CEC가 더욱더 작전의 효과를 증진시킬 수 있을 것이다.

4.3 AHP기법에 의한 전투효과 평가

4.3.1. 개요

본 절에서는 2절에서 평가한 전투력 상승 효과를 현재 운용중인 2함대 장병들이 동일한 효과로 느끼는가를 조사하기 위해 AHP기법을 사용하였다. AHP기법은 정량적인 평가요인은 물론 정성적인 평가요인도 수용하는 의사결정 기법으로 복잡한 문제를 계층화함으로써 매우 간결하게 분석이 가능하고, 1 : 1 쌍 비교를 실시하기 때문에 두 가지 문제의 비교에만 집중함으로써 전문가에게 부담을 감소시켜 교정된 상대적 가중치를 산출함으로써 신뢰도를 높일 수 있는 기법이다. 위 기법으로 문제를 해결할 경우 크게 3단계를 적용한다. 1단계에서는 의사결정계층을 구성하고 2단계에서는 전문가

집단을 통해 의사결정 요인을 쌍 비교함으로써 상대적 가중치를 산출하며, 3단계에서는 의사결정 요인의 상대적 중요도를 종합한다.

특히, 산출된 상대적 가중치를 종합하는 방법에는 여러 가지가 있는데, 일관성 비율(CR : Consistency Ratio)이 0.1이하인 판단치만 선택하여 산술평균을 종합하거나 합의에 의한 종합 방법 등이 있다. 비록 일관성 비율이 0.1이하라도 전문가의 판단수준에 따라 종합하고자 할 때는 “AHP 가중치 결정에서의 다수 전문가 의견종합 방법”을 사용할 수 있다. 또한 최종 가중치 종합은 산술평균 또는 기하평균 등을 이용할 수 있다.

이러한 AHP 기법에 의한 우선순위 산출은 현재 경영분야에서 사용하고 있는 CRM(Customer Relationship Management)에 일부분의 개념으로 사용하였으며 이러한 개념은 현재의 e-commercial에서 각광 받고 있는 분야로, 이는 고객의 만족도를 자료화하여 앞으로의 마케팅에 사용하는 것으로, 정보화 체계에서는 현재 KNTDS를 사용중인 2함대 장병의 설문조사를 통해 사용자의 만족도를 고려, 앞으로의 정보화 체계구축에 있어 기반을 삼고자 하는 것이다.

가. 계층구조 구축

계층구조를 구축하기 위하여 KNTDS체계의 운용교범과 기타 관련 연구보고서 등을 분석하여 5단계로 계층구조를 설계하였다.

표 4-6 KNTDS 계층도

1단계	2단계	3단계	4단계	5단계
전투력 상승효과	센서체계	전장공간 가시화	첩보수집	탐지성능 탐지확률
			표적관리	추적능력 식별능력
			정보융합	정보분석
		정보유통		저장능력 전파능력
				지휘통제 체계
		의사결정	의사결정 시간 C2조작 효율	
	통신		운용능력	
		생존능력	보안성 연동성	
	타격체계	표적획득 및 분석능력	표적획득	동시획득 전파
				표적분석
			타격수단 운용능력	
		타격		정밀성 통합화력 운용

계층1에 KNTDS체계의 전투력 상승효과라는
목표를 두고 그 하위 계층에는 C4I체계의 기

능별 특성에 따라 센서체계-지휘통제체계-타격
체계로 구분 설계하였다. 계층 2,3,4에는 각 기
능별로 특성들의 역할을 중심으로 그리고, 계층
5에서는 각 기능별 특성들이 전투력 효과기에
에 따른 세부평가요소들로 설계하였다.

나. 상대적 가중치 및 우선순위 분석

설문에 참가하는 사용자들로부터 [부록 1]
의 설문자료를 통하여 KNTDS체계의 전투력
상승효과에 얼마만큼 기여했는가를 분석, 각 평
가요소에 대한 상대적 가중치를 산출하여, 전체
적인 기능별 우선순위를 판단함으로써 비용요
소를 도출한다. 각 평가요소에 대한 상대적 가
중치 산출을 위하여 AHP기법의 상대 척도법을
이용하여 여러 사용자가 부여한 상대적 가중치
를 “일관성비율을 고려한 의견종합방법”으로
종합함으로써 설문을 실시한 사용자들의 수준
을 반영했다. 또한 기존체계와 KNTDS체계를
비교, 전투력의 상승효과에 상대효과 점수산출
을 위해서 절대 척도법을 병행 사용했다.

4.3.2. AHP에 의한 전투력 상승효과 측정

가. 전투력 상승효과 가중치 산출

계층1 KNTDS체계 전투력 상승효과에 가
중치를 1로 두고 하위계층에 대해 사용자 32명
에 중 유효한 설문지 18명에 대한 설문조사 결
과와 가중치 산출결과는 [표 4-7]과 같다. 여기
서 일관성 비율은 0.2를 기준으로 하였으며 이
는 설문조사 집단이 전문가라기보다는 사용자
이기 때문이다.

표 4-7 KNTDS 전투력 상승효과 가중치

1	2	3	4	5	가중치
전투력 상승효과 1	센서 체계	0.545	0.524	탐지성능(0.744)	0.083
				탐지확률(0.256)	0.029
			0.476	추적능력(0.5)	0.051
				식별능력(0.5)	0.051
		0.455	0.333	적시성(0.73)	0.043
				정확성(0.27)	0.016
			0.667	저장능력(0.756)	0.090
				전파능력(0.244)	0.029
	지휘 통제 체계	0.565	0.697	전술상황전시(0.615)	0.093
				전투부대관리(0.385)	0.058
			0.303	의사결정시간(0.722)	0.047
				C2조직 효율(0.278)	0.018
		0.435	0.767	신속성(0.5)	0.064
				자능성(0.5)	0.064
			0.233	보안성(0.737)	0.029
				연동성(0.263)	0.010
	타격 체계	0.762	0.524	동시획득(0.697)	0.063
				전파(0.303)	0.028
			0.476	종합분석(0.615)	0.051
				표적관리(0.385)	0.032
0.238		0.655	화력지원(0.412)	0.015	
			화력통제(0.588)	0.021	
		0.345	정밀성(0.524)	0.010	
			통합화력운용(0.476)	0.009	

나. KNTDS 전투력 상승효과 절대 평가치 산출
 전투력 상승효과 절대 평가치는 설문조사시 각 세부요소별 효과정도를 1에서 9까지로 구분하고 이 척도를 0-10으로 100%로 환산하여 각 사용자들의 각 각의 절대 평가치를 산술평균하였다. 절대 평가치 계산에는 설문대상인원 전원의 결과를 이용하였으며 결과는 [표 4-8]과 같다. 예를 들어, 표에서 사용자1은 탐지성능의 성능향상은 없다(1)고 했으며, 사용자32는 매우 좋아졌다고(5) 했다. 통합화력운용 면에서는 사용자 1은 약간 좋아졌다(3)고 했으며, 사용자 32는 매우 좋아졌다와 확실히 좋아졌다의 중간(6)을 선택했다. 기타 2에서 31까지의 사용자의 의견은 생략하였다.

표 4-8 KNTDS 전투력 상승효과 절대 평가치

구분	사용자	절대 평가치
	1.....32	
탐지성능	1.....5	0.41
탐지확률	2.....4	0.41
추적능력	3.....6	0.60
식별능력	3.....4	0.55
적시성	5.....5	0.61
정확성	2.....4	0.52
저장능력	7.....7	0.66
전파능력	7.....6	0.76
전술상황전시	7.....7	0.81
전투부대관리	7.....3	0.64
의사결정시간	5.....5	0.70
C2조직 효율	5.....4	0.65
신속성	1.....8	0.70
자능성	1.....5	0.55
보안성	1.....6	0.47
연동성	5.....7	0.69
동시획득	7.....8	0.70
전파	7.....5	0.71
종합분석	7.....7	0.69
표적관리	7.....5	0.72
화력지원	2.....5	0.37
화력통제	2.....5	0.38
정밀성	2.....5	0.36
통합화력운용	3.....6	0.41

다. KNTDS 전투력 상승효과 산출

AHP에 의한 전투력 상승효과는 식(4.1)로 표현되고 결과는 [표 4-9]와 같다

$$P = \sum_{i=1}^n x_i k_i \quad (4.1)$$

여기에서 x_i 는 세부 평가요소 가중치, k_i 는 세부 평가요소 절대치이다.

표 4-9 KNTDS 전투력 상승효과

구분	절대 평가치	계
탐지성능(0.083)	0.41	0.034046
탐지확률(0.029)	0.41	0.011715
추적능력(0.051)	0.60	0.030416
식별능력(0.051)	0.55	0.027882
적시성(0.043)	0.61	0.026395
정확성(0.016)	0.52	0.008322
저장능력(0.090)	0.66	0.05924
전파능력(0.029)	0.76	0.022017
전술상황전시(0.093)	0.81	0.074938
전투부대관리(0.058)	0.64	0.037067
의사결정시간(0.047)	0.70	0.033051
C2조직 효율(0.018)	0.65	0.011817
신속성(0.064)	0.70	0.044608
자동성(0.064)	0.55	0.035049
보안성(0.029)	0.47	0.013411
연동성(0.010)	0.69	0.007026
동시획득(0.063)	0.70	0.044417
전파(0.028)	0.71	0.019585
종합분석(0.051)	0.69	0.035093
표적관리(0.032)	0.72	0.022924
화력지원(0.015)	0.37	0.005418
화력통제(0.021)	0.38	0.007942
정밀성(0.010)	0.36	0.003532
통합화력운용(0.009)	0.41	0.003654
계		0.619565

지휘통제체계 전력평가 모델에 의한 전투력 상승효과는 32%였고, AHP기법으로 평가시는 61%로 약 29%의 차이가 발생했는데, 이는 지휘통제체계 전력평가 모델의 경우는 함대 전체 세력 중에서 일부 세력만을 고려한 전투력상승효과인 반면, AHP는 2함대에 근무하는 장병들은 2함대 세력 전체를 고려하였기 때문이다.

4.4 비용대 효과분석

4.4.1. 전투력상승효과를 고려한 비용대 효과분석

2절에서 KNTDS의 효과성을 평가한 결과 32.4%의 전력상승 효과를 가져왔다. 이는 최초

전력지수 338고려시 109.512의 증가로 D형 함정의 건조 비용대 기존 전력지수(84) 고려시 아래와 같은 결과가 된다.

본 절에서는 D형 함정만을 고려 비용대 효과를 고려하였는데 이는 1,2절에서 지휘통제체계 평가모델에 포함한 함정이 D,E형 함정이므로 D형 함정만 포함 시켰으며 다른 함정과 비교시에는 대상함정을 포함한 지휘통제체계 평가모델을 실행 후 효과분석을 할 수 있을 것이다.

표 4-10 비용자료

단위 : 억

비교	A	B	C	D	E	KNTDS
비용	**	700	2400	320	60	137

D형 함정의 비용대

효과는 $\frac{84}{320} = 0.2625$ 이고, KNTDS의 비용대

효과는 $\frac{109.512}{137} = 0.78$ 이다. 즉, D형 함정 대

KNTDS 효과는 $\frac{0.78}{0.2625} = 3.045$ 로

KNTDS 체계가 약 3배의 효과가 더 있다.

이런 비용 대 효과는 몇 개의 함정으로 한정하여 계산한 것으로 함대세력 전체를 모델에 적용시킬 경우 효과는 더욱 증대 될 것이다.

4.4.2. 비용대 효과분석 방법론 소개

전투력 상승효과를 고려한 비용대 효과분석에서는 KNTDS체계를 단위 함정과 비교하여 비용대 효과를 도출하였으나, 비용대 효과분석 방법에서는 투자비 할당에 관한 일반적인 방법론을 제시하고자 한다.

우리 군은 앞으로 정보화 사업의 일환으로 모든 전투요소에 정보화 장비를 장착하게 될 것이다. 이러한 정보화 전력을 구축함에 있어서 한정된 국방자원으로 어떠한 사업순서에 입각해서 전력을 건설해야 군 전력발전에 가장 효과적인가 하는 것의 결정도 중요한 관심사항이 될 것이다. 이러한 정보전력 건설에서 한정된 비용으로 어떠한 기준에 의해 전력 건설을 해야 하는가, 즉 어떠한 설치합소를 우선적으로 설치해야 하는가에 대한 방법론을 제시하고자 한다.

예를 들어, 현재 해군에서 추진되고 있는 KNTDS 2차 사업대상 중 어떤 합소에 대해 투자를 해야 동일한 국방자원으로 작전사령부의 전투력을 가장 높일 수 있는가를 결정하고자 한다면, 우선 체계 구축의 목적은 한정된 자원으로 **작전사령부의 전투력을 가장 크게 할 수 있는 KNTDS 체계를 설치하는 것이다.** 이때 전투력은 AHP기법에서 정의된 센서체계, 지휘통제체계, 슈터체계로 구분하고 현재 설치대상 합소와 기타 대상합소를 변경했을 경우의 전투력 증가를 상호 비교하여 최대의 전투력을 발휘할 수 있는 설치합소를 결정하고자 한다.

어떤 설치 대상합소의 전투력 가중치는 기존에는 합정별 전력지수를 산출하여 사용하였으나, KNTDS의 경우는 합정뿐만 아니라 지휘소, 전탐감시소 등 다양한 설치 대상이 존재하므로 기존의 전력지수 방법으로는 합정을 제외한 부분에 대한 전력지수를 산출할 수 없으므로, AHP기법에 의한 가중치를 이용, 다양한 설치대상 합소에 대한 전력지수를 산출하는 방법을 제시하고자 한다.

우선 다양한 설치대상 합소는 센서, 지휘통제, 슈터체계로 구분하고 각 각 보유하고 있는 센서, 지휘

통제, 슈터체계 요소의 기존 전력지수를 해당 가중치에 곱으로 나타내면 α_i 를 구할 수 있으며, 식 (4.2)로 표현할 수 있다.

$$\alpha_i = w_s X_s + w_c X_c + w_h X_h, \quad (4.2)$$

여기에서 w_s 는 센서체계 가중치,

X_s 는 보유센서의 전력지수, w_c 는

지휘통제체계

가중치, X_c 는 지휘통제 전력지수,

w_h 는 슈터체계 가중치, X_h 는 보유 슈터 전력지수이다.

식 (4.2)에서 다른 계수의 값은 기존의 문헌에서 자료를 이용할 수 있으나, X_c 의 값은 새로운 개념으로 기존에 연구결과가 없으므로 X_c 를 다른 무기체계와 비교 가능한 전력지수가 될 수 있도록 새로운 전력지수 산출법이 연구되어야 하겠다.

제 5 장 결 론

본 연구에서는 현재 해군 2함대에서 사용중인 지휘통제체계(KNTDS)의 전투력 상승효과를 네트워크에 의해 실시간 표적정보 공유를 통한 지휘통제 시간단축 측면에서 평가해 보았다. 먼저 지휘통제체계 전력평가 모델을 이용, KNTDS체계의 전투력 상승효과를 평가하였고, AHP기법으로 평가하였다. 여기서 AHP기법은 지휘통제체계 전력평가 모델에 의한 결과와 비교하기 위해 참고로 적용하여 보았다. 지휘통제체계 전력평가 모델을

이용한 분석결과, KNTDS 사용으로 5분의 지휘통제시간이 단축되었을 경우, 주어진 시나리오에 의한 교전에서는 사용이전보다 32% 정도 전투력이 상승하였고, AHP기법으로 평가시는 61%로 증가되어 약 29%의 차이가 발생하였다. 이 이유는 첫째, 지휘통제체계 전력평가 모델을 이용한 경우는 함대 전체 세력 중에서 특정교전의 일부 세력만을 계산에 포함시켰으나 AHP기법에서는 2함대에 근무하는 장병들이 2함대 세력 전체를 고려하였기 때문인 것으로 판단된다. 둘째, 지휘통제체계 전력평가 모델을 이용해서 지휘통제체계 전투력상승효과를 측정시에는 생존성 이외에 할당비율개선, 자체 효용성증대 등의 요소가 고려되어야 하나 본 논문에서는 생존성만을 고려하였기 때문이다. 지휘통제체계 전력평가 모델에 모든 전투요소를 고려하고, 사용부대 전 세력을 포함하여 전투력 상승효과를 평가한다면, 사람의 주관적인 요소가 포함된 AHP기법 보다 더욱 정확한 결과를 산출할 수 있다.

본 논문의 연구 결과의 계량화된 MOE를 잘 활용한다면 정보화 사업 추진시 사업간의 대안 비교나 단위 사업별 정보화 체계의 비용대 효과를 측정할 수도 있을 것이다.

본 논문에서는 정보화 전력을 평가함에 있어 여러 가지 복합적인 요소 중에서 단순히 지휘통제시간의 단축으로 증가된 생존성이 전투력상승에 어떠한 영향을 미치는가를 중심으로 분석하였다. 향후에는 전투에 관련되는 제반 모든 요소를 고려한 전투력 측정모

델을 개발해야겠으며, 또한 4장에서 제시된 비용대 효과분석 방법론을 활용할 수 있도록 지휘통제체계에 대한 전력지수 산출방법이 추가로 연구되어야 할 것이다.

參 考 文 獻

- [1] James. G. Taylor, *Optimal Commitment of Force in Some Lanchester Combat Model*, NPS 55-77-2, 1976.
- [2] J. S. Lawson, *Selected Analytical Concepts in Command and Control ; The State Variable of a Command Control System*, GORDON AND BREACH SCIENCE PUBLISHERS, 1982.
- [3] D. Schutzer, *Selected Analytical Concepts in Command and Control ; C2 Theory and Measure of Effectiveness*, GORDON AND BREACH SCIENCE PUBLISHERS, 1982.
- [4] P. M. Morse and G. E. Kimball, *Method of Operation Research*, M.I.T PRESS Vol.3, 1951.
- [5] James. G. Taylor, *Lanchester Model of Warfare*, March 1983.
- [6] 해군본부, 「해군 전술지휘통제체계 운용」, 1997.
- [7] Ricki Sweet, "The MCES and the search for Generic Measure," In S.E. Jhonson and A.H.Levis,(eds.) *Science of Command and Control: Coping with Uncertainty*, AFCEA International Press, 1988, pp.106-117.
- [8] 이수열 "KNTDS의 전투력상승효과 평가에 관한 연구" 석사학위논문, 국방대학교, 2001.