

NCW 환경에서 C4I 체계 전투력 상승효과 평가 알고리즘 : 기술 및 인적 요소 고려

정환식
국방대학교 운영분석학과
(jung896@naver.com)

박건우
국방대학교 전산정보학과
(pgw4050@emerald.yonsei.ac.kr)

이재영
국방대학교 운영분석학과
(jung896@naver.com)

이상훈
국방대학교 전산정보학과
(hoony@kndu.ac.kr)

.....

최근, NCW에 적합한 C4I 체계의 전투력 상승효과 평가의 필요성이 제기되고 있다. 기존의 연구는 체계 자체에 중점을 두었으며, 인적 요소를 중요한 요소로 고려하지 않았다. 따라서, C4I 체계의 전투력 상승효과 평가 시 기술 및 인적 요소를 고려하여 평가하는 것이 필요한 시점이라고 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 E-TechMan(A Combat Effectiveness Evaluation Algorithm Considering Technical and Human Factors in C4I System)이라 불리는 전투력 상승효과 평가 알고리즘을 제안한다. E-TechMan 알고리즘은 합동화력체계(Joint Fire Operating System-Korea)에 적용되어 전투력 상승효과를 평가해보았다. 또한, 기존의 연구방법인 C2 이론 및 고전 역학에 의한 결과와 비교를 하였다. 본 연구는 인적 요소에 의한 영향을 반영함으로써 기존의 연구보다 현실적인 전투력 상승효과 결과를 제시했다는 데 가치가 있다.

.....

논문접수일 : 2010년 02월 14일 논문수정일 : 2010년 03월 31일 게재확정일 : 2010년 04월 06일 교신저자 : 박건우

1. 서론

21세기에 접어들면서 전쟁 수행 패러다임은 플랫폼 중심전(PCW : Platform Centric Warfare, 이하 PCW)에서 네트워크 중심전(NCW : Network Centric Warfare, 이하 NCW)으로 진화하였다. 이후 NCW는 정보 중심전(ICW : Information Centric Warfare, 이하 ICW) 및 지식 중심전(KCW : Knowledge Centric Warfare, 이하 KCW)으로의 진화를 위해 정보화 시대에서 진보를 거듭함에 따라 C4I 체계와 같은 정보 전력의 중요성이 크게 강조되고 있다. C4I 체계는 첨단 정보화 기능의 기반 하에서 지휘 통제를 지원하는 정보가 상호 결합되어 신뢰성과 적응성이 보장된 정보를 필요로 하는 누구에게나 적시에, 어디서나, 즉각적으로 이

용할 수 있도록 정제된 정보를 상하 및 인접체대에 제공하는 통합정보관리체계라고 할 수 있다.

전쟁 수행 패러다임 변화에 따라 C4I 체계(Command and Control, Communication, Computer, Intelligence System), 정보자산, 정밀무기체계 등의 전력이 주축이 된다(Kim, Y. K., 2000). 따라서 우리 군은 막대한 예산을 투자하여 효과적인 정보전 수행을 위한 C4I 체계 개발 및 전력화를 추진 중에 있다. 하지만 C4I 체계 개발 및 전력화 이후 체계에 대한 전투력 상승효과를 측정하려는 시도는 미흡하다. 따라서 C4I 체계 구축 후 어느 정도의 전투력 상승 효과가 발생하는지에 대한 체계적이고 신뢰할 만한 판단이 어려운 실정이다(Jung, W. S, and Lee, J. Y, 2008).

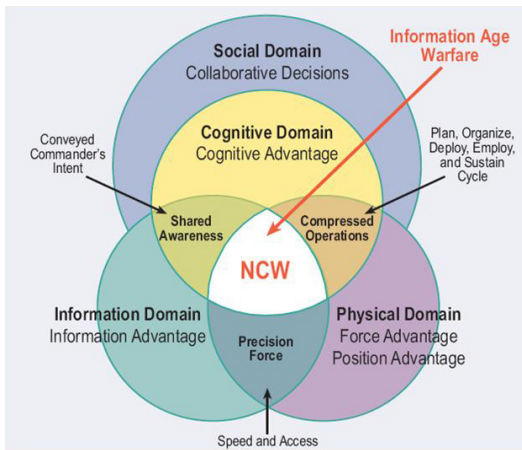
PCW 개념에서 전력평가 방법은 플랫폼을 대

상으로 화력·생존성·기동력 등에 대해 기동과 소모 알고리즘을 바탕으로 전력 지수 및 워 게임(War Game) 등의 평가 방법들을 적용하였다. 하지만 단위 플랫폼의 물리적 특성을 평가하고, 개별 플랫폼들의 평가 결과를 합하여 전체를 평가하는 방법은 네트워크로 연결된 유기적인 조직의 특성을 반영하기에는 한계가 있다. <그림 1>은 정보화 시대의 전쟁 수행에 있어 존재하는 각 영역을 나타내는 것으로 그 핵심에는 NCW가 위치해 있으며, NCW에는 물리 영역(Physical Domain), 정보 영역(Information Domain), 인지 영역(Cognitive Domain) 및 소셜 영역(Social Domain)의 4개 영역이 존재한다. 첫째, 물리 영역(Physical Domain)은 군사력의 시간적, 공간적 이동에 관한 영역, 물리적 플랫폼과 통신 네트워크들이 존재하는 영역이다. 둘째, 정보 영역(Information Domain)은 정보의 창출과 활용, 전파에 관한 영역, 전투원간의 의사소통을 용이하게 하는 영역인 동시에 지휘관의 의도가 전달되는 통제의 영역이다. 셋째, 인지 영역(Cognitive Domain)은 전투원들의 심리와 관련된 영역, 지각·인식·이해력·신념 그리고 가

치들이 있는 영역이며 감각 생성의 결과로 만들어지는 영역이다. 마지막으로 소셜 영역(Social Domain)은 전력 요소들이 상호작용하고 정보교환하며 인식과 이해를 형성하고 협력적 결심을 만드는 영역, 정보, 인지 영역과 중첩되지만 구별되는 영역을 나타낸다(Ablerts, David S, Garstka, John J., Stein, Frederick P., 2002; A. K. Cebrowski, 2005).

NCW에는 물리 영역(Physical Domain), 정보 영역(Information Domain), 인지 영역(Cognitive Domain) 및 소셜 영역(Social Domain)의 4개 영역이 존재한다. 이와 같이 4개의 영역은 기술적인 측면뿐만 아니라 인적 차원(Human Dimension)에서 임무 효과 달성에 영향을 미칠 수 있는 요소들이 상호 유기적인 관계를 맺고 있는 영역이다. 따라서 보다 정확하고 실질적인 전투력 상승효과를 평가하기 위해서는 기술적 측면과 인적 차원에서 평가가 이루어져야 한다. 기술적 측면은 정보 수집 센서 자산, 타격 자산, 네트워크 기반 체계 구축 여부, 네트워크에 연결된 전력 요소들의 수, 정보 정확성/공유 능력 등 하드웨어적인 측면을 의미한다. 인적 차원은 체계 운용 시 최대의 효과를 보장하기 위해 조직의 특성, 개인의 특성, 협업을 위한 구성원들의 의지와 능력 정도, 구성원 간의 신뢰 수준, 팀 구성원 수, 주어진 임무수행과 직접적 상관이 있는 이해의 정도, 전문성 등 인적 요소에 대한 측면을 의미한다. 하지만 기존의 방법들은 기술적인 요소만을 대상으로 하며 전투력 상승효과 평가에 영향을 미칠 수 있는 인적 요소들을 고려하고 있지 않다. 따라서 전투력 상승효과 평가 측면에서 전장환경 변화는 기존 평가 개념을 탈피하여 NCW, ICW 및 KCW 상황에 적합한 새로운 평가 체계 구축을 필요로 한다(Lee, J. Y. et al., 2001).

본 연구에서는 보다 실질적이고 현실적인 전투력 상승효과 평가를 하기 위해 기술적 요소와 인



<그림 1> 정보화 시대의 전쟁 수행을 위한 4개 영역의 핵심 : NCW

적 요소를 동시에 고려하여 전투력 상승효과를 평가하기 위한 알고리즘인 *E-TechMan*(An Evaluation Algorithm of Combat Effectiveness Considering Technical and Human Factors in C4I System)을 제안한다. *E-TechMan*은 전투력 상승효과의 주된 요인인 네트워크 파워를 보다 정확하게 산출하여 적용하고 NCW에 존재하는 4개의 영역을 모두 고려함으로써 실질적인 전투력 상승효과 평가를 가능하게 한다. 즉, 네트워크에 의한 전투력 상승효과 및 전투원 간의 협업 수준을 반영하여 보다 정확하고 실질적인 평가가 가능하다.

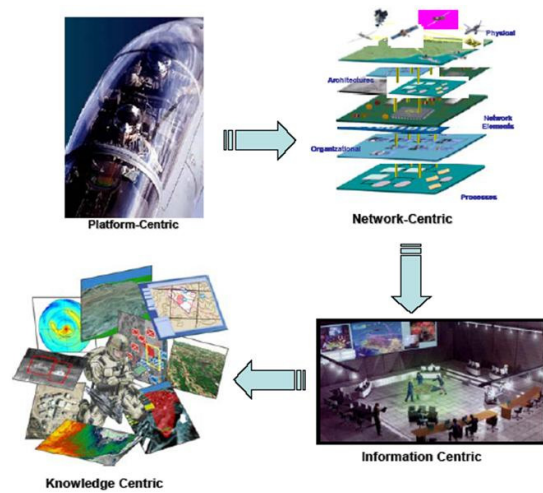
본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 전쟁 수행 패러다임의 변화 및 기존 전투력 상승효과 평가 방법들을 소개한다. 제 3장에서는 제안하는 전투력 상승효과 평가 알고리즘인 *E-TechMan*에 대해 자세히 알아본다. 제 4장에서는 *E-TechMan*에 의한 전투력 상승효과 평가 결과를 분석한다. 마지막으로 제 5장에서는 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

2. 관련 연구

2.1 전쟁수행 패러다임 변화

<그림 2>와 같이 전쟁 수행 패러다임은 보다 질 높은 정보를 필요로 하는 전장 환경에 따라 PCW에서 네트워크를 기반으로 하는 NCW, ICW, KCW로 진화하고 있으며, 이를 위한 많은 연구가 수행되고 있다(Paul W. Phister, Jr, Igor G. Plonisch, 2004).

이러한 변화는 네트워크를 기반으로 하여 단순히 나열된 정보를 공유하는 것보다 각각의 정보를 가공하여 높은 질의 지식을 발견하고, 이와 같은 지식을 심도 있게 이해, 공유하는 것이 더 효율적



<그림 2> 전쟁 수행 패러다임의 변화

이고 중요하다는 것을 의미 한다(Alberts, David S., John, Garstka J., Hayes, Richard E., 2001; Paul W. Phister, Jr, Igor G. Plonisch, 2004).

NCW는 정보화 시대의 변화 특성에 발 맞추어 기존 PCW 형태의 미 국방성의 조직과 전력 구축 방향을 발전시키기 위한 용어로서, 센서, 결심권자, 타격 체계를 네트워크로 연결함으로써 원통형(Stove Pipe)의 체계를 전사적 통합 체계로 전환을 추구하여 전투력 구성 요소들에게 정보공유를 보장하고 군사력의 효율성을 향상한다는 개념이다(A. K. Cebrowski, 2005). NCW의 중점은 전장 공간의 객체, 예를 들면, 플랫폼 등의 실체를 네트워크화 하는 것으로, 이는 시너지 효과 달성을 위해 객체간의 연동을 통해 상호 작용을 하는 것이라 할 수 있다.

2.2 기존 연구 고찰

2.2.1 슈처(Schutzer)의 C2 이론 적용

슈처의 C2 이론을 적용한 방법은 란체스터(Lanchester) 전투 모델을 이용하는 것이다(Schutzer,

D. M., 1982). $C2$ 이론에 의하면 아군의 자산 가치는 아군 k 형 단위부대가 적군의 각 단위부대와의 교전과 관련이 있음을 가정하며, 지휘통제 시간과 정보의 정확도에 의해 생존 확률·할당 비율·교환 비율의 3가지 요인에 대한 변수를 계량화하여 최초 전투력 대비 교전 후 잔존 전투력의 비율을 상호 비교 분석함으로써 전투력 상승효과를 평가하는 방법이다. 생존 확률은 지휘관의 관심지역 내에 위치한 적을 정확하게 분석할 수 있는 확률을 의미하며, 할당 비율은 특정 교전지역에 투입되는 자산 비율로 통제구역 중심의 개념이다. 교환 비율은 각 자산 별 적 손실 대비 아군 손실비율을 의미하며, 생존 확률과 반비례한다.

$C2$ 이론 적용은 생존 확률 증가·할당 된 자산 비율 증가·자산 개별 효과 증가의 3가지 효과 요소를 설정 후 지휘통제 과정상의 시간변수들과 란체스터 전투 모델을 이용하여 교전 전·후 부대 전투력 상승효과(Measure of Effectiveness : MOE , 이하 MOE)를 상호 비교하여 최종 전투력 상승효과 평가를 하는 알고리즘으로 수식 (1)과 같다.

$$MOE_i = \frac{\langle N_i^2 \rangle - \langle M_i^2 \rangle}{N^2} \quad (1)$$

- MOE_i : 교전 i 에서의 전투력 상승효과
- N_i : 교전 i 에서의 아군의 자산
- M_i : 교전 i 에서의 적군의 자산
- N : 아군의 전력 지수

2.2.2 고전 역학 이론 적용

지휘통제 시간이 기준이 되고 중요한 비중을 차지하는 슈처의 $C2$ 이론 및 란체스터 전투 모델 적용에 의한 전투력 상승효과 평가 방법은 전투력을 구성하는 각 요소간의 상호작용에 의한 상승효과를 종합적으로 고려하지 못하는 한계가 있다. 이를

보완하기 위해 고전 역학 이론을 전투력 상승효과 평가에 적용한 것이다(Lee, Y. B. et al., 2009). 정보전에 대한 개념 연구에서 전투력에 대한 개념적 모델을 뉴턴의 제 2법칙을 적용하여 수식 (2)와 같이 정의하였다(Han, H. et al., 1999).

$$F = ma = mvC \quad (2)$$

- F : 전투력
- m : 타격력
- a : 가속도
- v : 기동력
- C : 정보전력

식 (2)는 전투력은 타격력, 기동력 및 정보전력의 곱으로 표현되는데 이는 미래전에 있어 군사력을 극대화하기 위해서는 타격력과 기동력을 일정 수준이상 갖춘 상태에서 정보전력이 중요한 비중을 차지한다는 개념이다. 이는 전체 군사력에서 정보전력이 차지하는 비중에 대한 개념에는 공감하나 정보전력의 효과측정을 위한 구체적 방법을 제시하기에는 다소 한계가 있다.

이를 기반으로 노드(운동 전력)간의 상호작용, 즉 네트워크 파워를 추가적으로 고려하여 전투력에 대한 개념적 모델을 수식 (3)과 같이 정의하였다(Lee, Y. B. et al., 2009).

$$F = ma = m(\Delta v/t) \Rightarrow (MvI) / T = \frac{(n^2 - n)vI}{T} \quad (3)$$

- F : 전투력
- m : 질량 $\leftrightarrow M$: 네트워크 파워
- v : 속도
- t : 시간 $\leftrightarrow T$: 지휘통제 시간
- I : 정보의 정확도

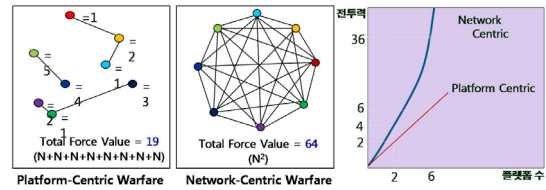
네트워크 파워는 Metcalfe(이하 메트칼프) 법칙을 적용하여 계산된다. 메트칼프 법칙은 상호관계가 존재하는 네트워크상에서 노드 수가 증가할 때, 네트워크의 가치는 노드 수의 승수에 비례하여 증가한다는 이론으로 <그림 3>과 같다. 속도는 '전투가 진행되는 속도'라는 의미로 '전투 속도'는 전투 진도를 시간으로 나눈 개념으로 수식에 적용되었으며, 힘에 대한 표현을 나타내는 뉴턴의 제 2 법칙에 정보의 정확도를 곱함으로써 기존 수식이 확장 되었다. 시간은 고전역학과 전투이론에서 동일하게 사용되는 개념이다. 기동에 소요되는 시간, 공격개시 시간, 전투 지속 시간 등은 물리적 시간을 그대로 사용한다. 질량은 '물리적 전투력'에 해당하며, '전투 질량'이라는 용어를 사용 한다(Lee, Y. B. et al., 2009; Moon, J. L., 2005). 이와 같이 고전역학 이론을 적용하여 전투력을 개념적으로 모델링하며 이를 기반으로 MOE는 수식 (4)와 같이 평가된다.

$$MOE = \frac{F_{(a)}}{F_{(b)}} \quad (4)$$

- MOE : 체계 구축에 따른 전투력 상승효과
- $F_{(a)}$: 체계 구축 후 전투력
- $F_{(b)}$: 체계 구축 전 전투력

3. 제안하는 알고리즘

기존 연구 방법들은 네트워크 구축 이전의 플랫폼 중심의 전장 환경에 적합하거나 네트워크를 고려하더라도 네트워크를 구성하는 각 노드의 특성과 노드 간 이루어지는 정보 흐름을 고려하지 않았다. 또한 인적 차원에서 전투력 상승효과에 큰 영향을 미칠 수 있는 요소인 협업(Collaboration)을 고려하고 있지 않다. C4I 체계는 다양한 가치를



<그림 3> Metcalfe 법칙에 의한 네트워크 파워 증가율

가지고 있는 노드들에 의해 네트워크가 구성되며, 각 노드들은 인적 요소를 포함하고 있다. 따라서 전투원간의 협업 수준은 전투력 상승에 매우 큰 영향을 미친다. 즉, 전투원간의 팀웍이 제대로 이루어지지 않는다면 전투력 상승의 극대화를 보장할 수 없을 것이다.

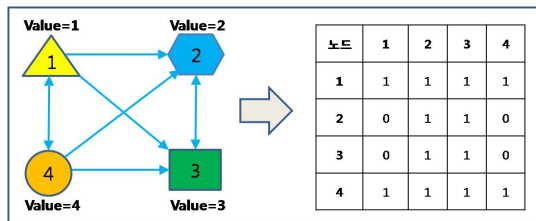
최근 들어 전쟁 수행 패러다임은 네트워크를 핵심 기반으로 하여 필요로 하는 정보를 효과적으로 획득하고 효율적인 활용을 통해 전투 수행 능력을 극대화 시킬 수 있는 정보 중심전(Information Centric Warfare, ICW)· 지식 중심전(Knowledge Centric Warfare, KCW)으로 진화해 가고 있다. NCW는 네트워크화된 전력으로 정보공유에 의한 협력과 정보의 질 및 공유된 상황 인식을 향상시킨다. 즉, 협력과 자기 동기화를 가능하게 하고 지속성과 지휘 속도를 향상시켜 효과적이고 성공적인 임무를 달성하게 한다.

따라서 C4I 체계에 대한 보다 실질적이고 타당한 전투력 상승효과 평가를 위해서는 기술적 측면과 인적 차원에서 접근 가능한 4개 영역 안에서 발생하는 각 요소 간의 상호작용을 고려해야 한다. 이를 위해 물리 및 정보 영역을 기술적 측면에서 분석하고 인지 및 소셜 영역을 인간 차원에서 분석하여 상호 연계성을 통해 전투력 상승효과를 평가하기 위한 알고리즘인 E-TechMan 알고리즘을 제안한다.

3.1 기술적 요소 고려

전투력 상승효과를 적합하게 평가하기 위해서는 지휘통제체제에 영향을 미치는 요소들을 파악하고 이를 잘 분류 및 정리해야 한다. 전투 능력 기초변수는 전장의 각 전투요소들을 네트워크로 연결하여 전장상황을 공유함으로써 효과중심의 동시·통합 작전을 보장함으로써 전투력 상승에 영향을 미치는 작전 환경을 의미한다. 이러한 작전 환경에서 기술적 요소를 고려하면 네트워크에 의해 공유된 상황정보 및 이를 바탕으로 달성된 정보우위를 통해 전투력 산출이 가능하다. 네트워크 구축에 따른 정보우위 달성에 따른 네트워크 파워는 메트칼프 법칙을 이용하며, 기존의 문제점(Lee, Y. B. et al., 2009)을 개선하여 적용한다. 메트칼프 법칙은 네트워크로 연결된 노드의 가치만을 고려하는 방법으로 각 노드의 가치를 동일한 것으로 가정하여 네트워크 파워를 산출한다. 하지만 각 노드의 가치와 공유하는 정보의 양은 유형별로 서로 다르기 때문에 네트워크 파워를 계산할 때 모든 노드에 동일한 가중치를 부여하는 것은 적합하지 않다.

따라서 <그림 4>와 같이 각 노드의 가치를 서로 상이하게 부여하고 링크의 가치를 고려하여 알고리즘을 개선하였다. 이와 같이 서로 상이한 노드 및 링크에 대한 가치를 고려하여 네트워크 파워를 계산하는 것이 개선된 메트칼프 법칙(Advanced Metcalfe's Law, 이하 AML)이다. <그림 4>에 나



<그림 4> AML에 의한 네트워크 파워 평가

타나듯이 각 노드의 가치는 상이하고 노드 간 이루어지는 정보 공유 유·무에 따라 각 링크에 대한 가치 또한 달라진다. 이와 같은 상태에서 메트칼프 법칙과 AML에 의한 네트워크 파워를 계산하면, 각각 $16(= 4^2)$ 과 $12(= 4+(3+1+3))$ 로 차이가 발생 하는 것을 확인 할 수 있다. 즉 AML에 의해 네트워크 파워가 계산됨으로써 보다 실질적이고 정확한 네트워크 파워 산출이 가능하다.

이와 같이 물리 및 정보 영역에서 기술적 측면을 고려하여 실질적인 전투력을 계산하기 위한 알고리즘은 수식 (6)과 같다. 기술적 측면은 네트워크 인프라 구축 여부, 네트워크에 연결된 전력요소(센서 체계, 타격 체계 연결 수), 센서 체계에 의한 정보 수집/정확도, 지휘통제 시간(인적 요소에 의한 협업, 즉 '지휘결심 시간'을 제외한 '탐지 시간', '경고전파 시간', '지휘전파 시간') 및 전투 속도를 고려한 것이다.

$F = ma$ (Han, H. et al., 1999; Lee, Y. B. et al., 2009)

$$\Rightarrow FP_{tech} = \frac{N_{NPwr} v I_{Accuracy}}{T_{td_tw_tcc}} \quad (6)$$

• FP_{tech} : 전투력

• N_{NPwr} : 네트워크 파워

$$N_{NPwr} = \sum_{i=1}^n Node_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Node_i Link_{ij} (i \neq j)$$

$Node_i$: i번째 노드의 가치,

$Link_{ij}$: 링크의 가치($0 \leq Link_{ij} \leq 1$)

• v : 기동력

• $I_{Accuracy}$: 정보의 정확도

• $T_{td_tw_tcc}$: 지휘통제 시간

(탐지시간, 경고전파 시간, 지휘 전파 시간)

3.2 인적 요소 고려

기술적 요소만을 고려하여 계산된 전투력 상승

효과는 지휘통제 시간 및 협업 등과 같이 전투력 상승효과에 큰 영향을 미칠 수 있는 인적 요소를 고려하지 않았기 때문에 평가 결과는 다소 현실성 및 실질적인 값으로 간주하기 어렵다. 즉, 전투원 간의 정보 공유에 의한 협업 시간, 즉 의사 소통 및 상호작용에 의한 지휘결심 시간과 협업 수준을 전투력 상승에 영향을 미치는 요소로 반영함으로써 실질적인 전투력 상승효과 평가가 가능하도록 해야 한다. 이를 위해 지휘통제 시간의 일부인 협업 시간, 즉 의사결정 시간과 협업 수준을 반영하여 영향력 지수를 산출하기 위한 알고리즘은 수식 (7)과 같다(Chong-Man Kim and Injai Kim, 2009; Dekker, A., 2006; Loughran, J., Stahl, M., and Perla, P., 2001).

$$C_{IVal} = \frac{C_{level}}{MAXC_{level} \cdot CT_{time}} \quad (7)$$

- C_{IVal} : 협업 수준에 대한 영향력 지수(Influence Value on Collaboration Level), ($0 \leq C_{IVal} \leq 1$)
- $MAX(C_{level})$: 팀 내 모든 인적 노드 간 링크가 형성되고, 모든 인적 노드에 대해 양방향 커뮤니케이션에 의한 정보 공유가 이루어지는 경우, ($MAX(C_{level}) = 1$)
- C_{level} : 팀 내 인적 노드 간 형성된 링크 및 정보 공유 정도, ($0 \leq C_{level} \leq 1$)
- CT_{time} : 협업 시간, 즉 지휘결심 시간, ($0 \leq CT_{time} \leq \infty$)

영향력 지수 산출 알고리즘을 적용하기 위해 협업 수준 및 수준에 따른 영향력 변수에 대한 값을 할당해야 한다. <표 1>은 협업 수준 및 전투력 상승효과에 미치는 영향력 변수를 나타낸다(Dekker,

A., 2006; Loughran, J., Stahl, M., and Perla, P., 2001).

3.3 E-TechMan 알고리즘

E-TechMan 알고리즘은 네트워크 파워 계산을 위해 *AML*을 적용하였으며, *NCW*의 4개 영역 중 전투력 상승효과 평가를 위해 고려하지 않았던 인적 차원에서 협업 측면을 고려하였다. 즉, *E-TechMan* 알고리즘은 고전 역학의 뉴턴 제 2법칙과 *AML*을 기반으로 인적 차원에서 전투력 상승에 영향을 미칠 수 있는 협업 수준에 따른 영향력 변수 전투력에 대한 개념적 모델에 적용한 것으로 수식 (8)과 같다. 지휘 통제 시간에서 협업 시간은 전투원 간의 상호 토의 및 의견 교환을 통한 지휘결심 시간으로 간주하여 지휘통제 시간에 포함되도록 한다.

$$FP_{tech_human} = \frac{N_{NPwr} \cdot I_{Accuracy}}{T_{time}} C_{IVal} \quad (8)$$

<표 1> 협업 수준 및 전투력 상승효과에 미치는 영향력 변수

협업 수준	정 의	영향력 지수 (C_{IVal})
Level 0	협업을 하지 않는 경우	0.17
Level 1	해당 분야 경험이 없는 팀원들 간 협업을 하는 경우	0.4
Level 2	해당 분야 경험이 없고, poor 리더가 포함된 팀원들 간 협업을 하는 경우	0.71
Level 3	poor 리더가 포함된 팀원들 간 협업을 하는 경우	0.77
Level 4	해당 분야 경험이 많은 팀원들 간 협업을 하며 리더로서의 역할 수행이 적합하게 행해 진 경우	0.87
Level 5	협업이 완벽하게 이루어지는 경우	1

이와 같이 고전역학 이론 및 인적 요소를 적용하여 전투력을 개념적으로 모델링하며 이를 기반으로 MOE는 수식 (9)와 같이 평가된다.

$$MOE = \frac{FP_{tech_human(a)}}{FP_{tech_human(b)}} \quad (9)$$

- $FP_{tech_human(a)}$: 체계 구축 후
- $FP_{tech_human(b)}$: 체계 구축 전

첫째, 지휘통제 시간(T_{c2Time})은 슈처의 C2 이론에서 제시된 C2 시간(Command and Control Time)을 적용하였다. C2 이론에서 지휘통제 시간(t_{cs})은 수식 (10)과 같이 탐지, 경고전파, 지휘결심, 지휘전파에 소요되는 시간이다.

$$T_{c2Time} = t_d + t_{wc} + t_{cd} + t_{cc} \quad (10)$$

- T_{c2Time} : 지휘통제 시간
- t_d : 탐지 시간
- t_{wc} : 경고전파 시간
- t_{cd} : 지휘결심 시간
- t_{cc} : 지휘전파 시간

둘째, 뉴턴의 제 2법칙에서 질량은 크기와 모양을 고려하지 않은 물체의 본질적인 특성을 나타낸다. 따라서 각 플랫폼들이 네트워크로 연결된 공격주체의 근본적인 특성은 전투 질량인 네트워크 파워(N_{NPr})를 의미한다.

셋째, 전투이론 관점에서 속도는 부대의 기동속도 또는 화력자산의 투사속도로 표현할 수 있다. 따라서 화력자산을 운용함에 있어서 속도(v)는 공격주체(탄약, 미사일 등)가 표적에 충격을 가하는 투사 속도를 의미한다.

넷째, 정보의 정확도(I)는 전장상황에 대한 가시화의 정도으로써, 이를 1945년 Shannon이 정보의 전

달량을 계산하기 위해 개발한 수학적 모델인 엔트로피 개념에 의해 설명하면, 군사 분야에서는 ‘유용한 정보(지식)’의 부재로 인해 지휘통제 프로세스 안에서 발생할 수 있는 무질서 또는 불확실성의 범주를 나타낸다(Bjorklund, Raymond C., 1995). 지식이란 엔트로피를 감소시키는 것으로서, 유용한 정보의 양은 전장관리에 있어서 제거된 불확실성의 양과 같다(Guiasu and Siliu, 1997).

불확실성(H)은 표적획득 자산이 탐지 가능한 범위 내에 표적이 있는 경우 Shannon의 엔트로피 개념을 이용하여 수식 (11)과 같이 표현할 수 있다(Darilek, Richard et al., 2001).

$$H = - \sum_{i=1}^w p_i \ln(p_i) \quad (11)$$

w : 표적수, p_i : 각 표적의 발견확률

엔트로피가 높다는 것은 불확실성이 높아짐을 의미하는데 이는 군사 분야에서 “지식의 부재로 인한 지휘통제상의 혼란”이 최 대인 상태를 의미한다. 불확실성의 상대적 개념인 확실성은 $\ln(w+1)-H$ 로 표현할 수 있으며, 이는 수식 (12)와 같이 정규화된 확실성의 형태로 표현 할 수 있다(Darilek, Richard et al., 2001).

$$I = \frac{\ln(w+1) - H}{w(w+1)} \quad (12)$$

- I : 정보의 정확성
- w : 표적 수
- H : 정보의 불확실성

다섯째, 협업 수준은 체계를 운용하는 전투원간 이루어지는 팀 워 수준을 의미하며 협업 수준에 따라 임무 효과에 미치는 영향력을 수치화하여 나타낸 것이 협업 수준에 따른 영향력 지수(C_{Ival})이다.

4. 성능 평가 및 분석

4.1 JFOS-K 체계 개요

JFOS-K 체계는 합참 중심의 대화력전 수행체계로써, <그림 5>와 같이 한국군 합동지휘통제체계(KJCCS : Korean Joint Command and Control System)와 미군의 합동 자동화중심작전 협조체계(JADOCS : Joint Automated Deep Operations Coordination System)를 연동시킴으로써 실시간 탐지-결심-타격을 가능하게 하기 위한 전구합동화력 운용체계이다. 즉, JFOS-K 체계는 전구차원의 중심작전 및 대화력전시 독자적인 임무수행과 실시간 탐지-결심-타격체계 구현을 위해 필요하다.

4.2 전투력 상승효과 평가 방법

본 연구에서는 JFOS-K 체계에 대하여 다음과 같은 요소를 E-TechMan 알고리즘에 적용하였다. 네트워크 파워는 AML을 적용하여 산출하였다.

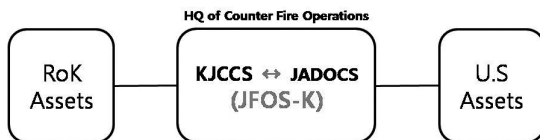
첫째, JFOS-K 체계로 연결된 공격주체(표적 획득자산, 지휘통제체계, 화력지원 자산)의 힘

둘째, 지시된 표적에 대한 화력지원 수단의 투사능력(속도)

셋째, 전투상황에 대한 전장 가시화 수준

넷째, 표적획득으로부터 지휘결심을 통한 화력지원까지의 지휘통제 시간

JFOS-K 체계 구축 전·후의 전투력 상승효과



<그림 5> 대화력전 간 JFOS-K 운용개념

를 나타내는 전투력 상승효과 승수(K)는 수식 (13)과 같다.

$$K = MOE = \frac{FP_{tech_human(a_JFOS-K)}}{FP_{tech_human(b_JFOS-K)}} \quad (13)$$

- $FP_{tech_human(a_JFOS-K)}$: JFOS-K 체계 구축 후
- $FP_{tech_human(b_JFOS-K)}$: JFOS-K 체계 구축 전

4.3 상황 시나리오

4.3.1 가정 사항

일반적인 가정 사항은 다음과 같다.

첫째, 적군의 지휘통제체계 강화로 인한 전투력 상승효과는 없다.

둘째, 정보전달간 기계적 손실은 없다.

셋째, 탐지 및 타격자산은 JFOS-K 체계 구축 전·후 동일하다.

4.3.2 상황 설정

본 연구에서는 적 240mm 방사포와 170mm 자주포의 개도포병 운용지역을 고려하여 군단급 대화력전을 기준으로 상황을 설정하였다.

탐지자산의 경우 전구 정보자산(위성, JSTARS, 금강, U-2 등)에 획득된 표적정보는 고려하지 않았으며, 탐지자산은 상호간 정보를 공유하고 타격자산의 임무 및 능력을 고려하여 정보를 제공한다. 타격자산은 상호간 정보를 공유하고, 탐지자산에게는 정보를 제공하지 않는다.

4.3.3 전투자산

적군 및 아군의 전투자산은 다음과 같이 설정하였다.

- (1) 적군 : 항공기 2개 편대, 240RL 2개 대대,

- 170SP 3개 대대, 152SP 4개 대대
 (2) 아군
 (가) 한측 : 항공기 1개 편대, MLRS 1개 대대, K-9/K-55 1개 대대, KH-179 1개 대대, 다련장(탐지자산 : UAV, TPQ-37, 적중팀)
 (나) 미측 : 항공기 1개 편대, MLRS 1개 대대(탐지자산 : TPQ-37)

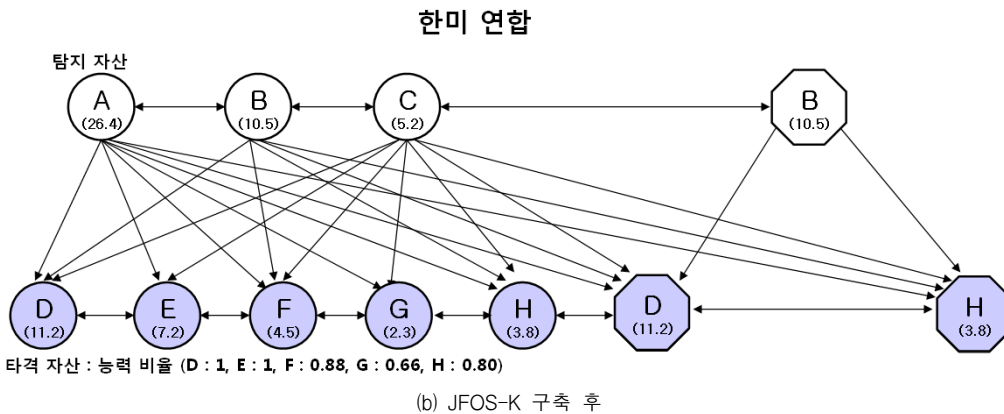
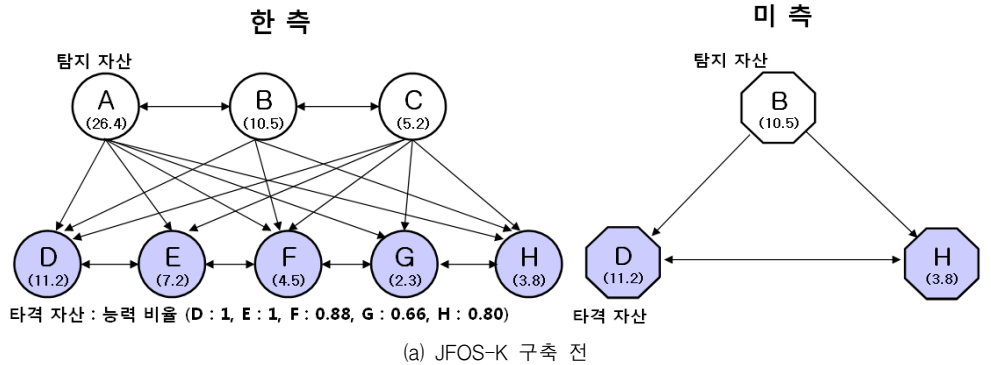
AML을 적용하여 산출하였으며, <그림 6>은 네트워크상 한·미 측의 탐지자산과 타격자산의 네트워크 구성을 보여주고 있다.

<그림 6> (a)의 한 측 네트워크에 나타나듯이 노드 A의 경우에는 모든 노드 사이에 링크가 형성되어 있지만 노드 B의 경우에는 노드 A, C, D, F, H사이에 링크가 형성되어 있는 것을 알 수 있다. 뿐만 아니라, 링크는 양방향 또는 단방향으로 정보의 흐름에 따라서 방향성을 갖는 것을 알 수 있다. 즉, JFOS-K 체계 구축 전의 <그림 6> (a)와 구축 후의 (b)에 나타나듯이 노드 사이 존재하는 링크를 기반으로 정보 흐름을 고려하기 위해 표적에 대한 타격 자산의 능력 비율을 링크에 대한 가중치로 반영하고, 노드 별 서로 다른

4.4 전투력 상승효과 평가

4.4.1 네트워크 파워(NP_{Npwr})

네트워크 파워는 노드와 링크 가치를 고려한



<그림 6> 링크 및 노드 가치를 고려한 한 측 및 미 측의 네트워크 구성

가치를 고려하기 위해 자산 별 무기체계 효과지수를 가중치로 반영하여 네트워크 파워를 산출 한다.

JFOS-K 체계 구축 전 네트워크 파워는 한측과 미측이 이원화되어 있기 때문에 각각의 네트워크 파워를 산출한 후 합하였으며, 산출 된 네트워크 파워는 ($NP_{NPwr(b)} = 454.0+68.3$) 522.3이다.

JFOS-K 구축 후 네트워크 구성은 탐지체계 4개와 타격체계 7개로 구성되며 상호간에 연결되어 가치를 서로 공유할 수 있다. JFOS-K 체계 구축 후 네트워크 파워($NP_{NPwr(a)}$)는 875.7이다.

따라서 JFOS-K 체계 구축 전·후 네트워크 파워 비율($\frac{NP_{NPwr(a)}}{NP_{NPwr(b)}}$)은 1.68배 이다. 이는 한·미간에 이원화되어 운용하는 각각의 네트워크를 JFOS-K 체계를 통해 통합 운용함으로써 1.68배의 네트워크 파워 상승효과가 발생하는 것을 확인 할 수 있다.

4.4.2 속도(v)

대화력전 간 화력지원 수단(정밀유도 미사일, 장사정 포병 등)의 속도는 비과속도(표적타격 지시 후 타격수단으로부터 표적까지의 포탄, 미사일 등의 비행속도)로 나타낼 수 있다. 따라서 네트워크 구축 전·후의 비과속도는 동일하다.

4.4.3 정보의 정확도(IAccuracy)

본 연구에서는 표적정보에 대한 구체적인 분석이 제한되기 때문에 엔트로피 모델을 적용하지 않았으며, 정보의 정확도는 탐지자산의 수집률과 표적획득 및 처리 정확도를 고려하여 수식 (14)와 같이 나타낼 수 있다.

$$I_{Accuracy} = (aE(U_i) + bE(T_i) + cE(P_i)) \times E_r \quad (14)$$

- a, b, c : 탐지자산 표적정보 수집률

- U_i : 표적 i 에 대한 UAV의 표적획득 정확도
- T_i : 표적 i 에 대한 TPQ-37의 표적획득 정확도
- P_i : 표적 i 에 대한 적지 중심작전팀의 표적획득 정확도
- E_r : 표적처리의 정확도

JFOS-K 체계 구축 전의 정보의 정확도($I_{Accuracy(b)}$)는 표적처리의 불확실성을 반영하면 다음과 같다.

$$I_{Accuracy(b)} = [\text{표적정보의 수집률} \times \text{표적획득의 정확도}] \times (\text{표적처리의 정확도}) = 0.782$$

JFOS-K 체계 구축 후의 정보의 정확도($I_{Accuracy(a)}$)는 수작업에 의한 입력오류 및 누락으로 인한 정보의 불확실성이 없고 표적처리의 정확도가 100%라고 할 때 다음과 같이 증가한다.

$$I_{Accuracy(a)} = [\text{표적정보의 수집률} \times \text{표적획득의 정확도}] \times (\text{표적처리의 정확도}) = 0.9095$$

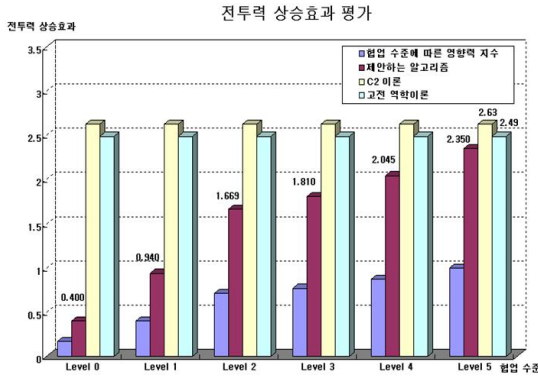
따라서, JFOS-K 체계 구축 전·후 정보의 정확도 비율($\frac{I_{Accuracy(a)}}{I_{Accuracy(b)}}$)은 1.163배 향상 된 것을 확인 할 수 있다.

4.4.4 지휘통제 시간(T_{c2Time})

<표 2>는 대화력전 수행체계상 JFOS-K 체계 구축 전·후에 대하여 지휘통제 주기의 감소효과를 반영한 시간이다. 이때, 체계 구축 후에는 실시간 정보공유가 이루어지므로 t_{trans} 는 0이다. 즉, 전체 지휘통제 시간 중 JFOS-K 체계 구축 시 경고전파(t_{wc}) 및 지휘전파(t_{cc}) 시간이 거의 0에 가까워

<표 2> 체계 구축 전·후 지휘통제 시간

구 분	계	t_{trans}		t_{cd}
		t_{wc}	t_{cc}	
구축 전(T_b)	359"	30"	31"	298"
구축 후(T_a)	298"	0	0	298"



<그림 7> 전투력 상승효과 평가 결과

지기 때문이다.

JFOS-K 체계 구축 전·후 지휘통제 시간의 비율($\frac{T_{C2Time(b)}}{T_{C2Time(a)}}$)은 경고전과 및 지휘전과 시간의 단축으로 1.205배 단축 된 것을 확인 할 수 있다.

4.4.5 평가 결과 분석

(1) 협업수준에 따른 전투력 상승효과

<그림 7>은 기존 알고리즘과 E-TechMan 알고리즘을 적용하여 전투력 상승효과를 비교 평가한 결과를 보여준다.

전투력 상승효과 평가 결과는 C2 이론을 적용한 경우 2.63배, Metcalfe 법칙을 적용한 경우 2.49배를 나타내는 것을 확인 할 수 있다. 제안하는 알고리즘인 E-TechMan을 적용하여 전투력 상승효과를 평가한 결과는 협업이 완벽하게 이루어진 Level 5에서 최대값 2.35를 나타내며, 협업 수준이 낮아짐에 따라서 최소 0.4까지 감소하는 것을 확인 할 수 있다. 즉, 협업 수준이 전투력 상승효과에 매우 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

결론적으로, 기반 체계 구축 및 각종 센서, 슈터 체계의 네트워크 구성을 통해 CAI 체계가 아무리 잘 구축되어 있을 지라도 팀웍이 제대로 이루어지

<표 3> 지휘통제시간 변화에 따른 MOE 변화

구 분	지휘통제 시간(단위 : 초)		MOE
	JFOS-K 구축 전	JFOS-K 구축 후	
1	309	248	2.43
2	319	258	2.41
3	329	268	2.39
4	339	278	2.38
5	349	288	2.36
6	359	298	2.35
7	369	308	2.34
8	379	318	2.32
9	389	328	2.31
10	399	338	2.30
11	409	348	2.29

지 않으면 체계 활용을 통해 얻을 수 있는 많은 이점들을 극대화 할 수 없다는 것을 확인 할 수 있다. 이와 같은 결과를 통해 기술적 요소 뿐만 아니라 인적 요소에 대한 부분을 인간 상호관계 분석, 교육/훈련 등을 통해 개선해 나아감으로써 인적 요소로 인해 발생 할 수 있는 전투력 상승효과에 대한 부정적인 요인들을 최소화 시켜 나아가야 할 것이다.

(2) 지휘통제 시간에 따른 전투력 상승효과

인적 요소와 관련된 지휘통제 시간에 따른 전투력 상승효과에 대한 변화를 살펴보기 위해 민감도 분석을 실시하였다. <표 3>은 지휘통제 시간을 10초 단위로 증감시키면서 MOE 변화를 계산한 결과이다.

지휘통제 시간을 JFOS-K 체계에 적용한 값을 기준으로 10초 단위로 증감시킨 결과, MOE 값은 2.29~2.43의 값을 나타내었다. 지휘통제 시간이 적을수록 MOE 값이 높게 나타났으며, 반대일 경우에는 낮게 나타났다. 이는 지휘통제 시간의 단축

이 MOE와 밀접한 관계가 있음을 보여준다. 즉, 인적 요소가 전투력 상승에 미치는 효과가 크다는 것을 확인 할 수 있다.

(3) 기존 알고리즘과의 차이점

<표 4>는 본 연구와 기존 알고리즘과의 차이점을 분석한 것을 보여준다.

본 연구에서 제시한 E-TechMan 알고리즘은 노드의 가치를 0, 1의 이진 값이 아닌 실제 값으로 산정된 능력을 적용하며, 링크의 연결 여부에 따른 가치 또한 연결 여부를 나타내는 0, 1의 이진 값이 아닌 정보 흐름, 즉 노드 간 정보 공유 여부(양방향, 단방향)를 차별화하여 반영함으로써 기존의 알고리즘에서 불가능 했던 평가를 가능하게 한다. 또한 실질적인 값이 반영됨으로써 평가 결과의 오차범위를 감소시킬 수 있다. 뿐만 아니라 E-TechMan은 인적 요소를 고려, 즉 인적 요소가 전투력에 미치는 영향력에 대한 정량적 결과를 산출함으로써 전투력 상승효과 평가의 보다 현실적 모델을 제안한 것에 의미가 있다고 할 수 있다. 하지만 보다 신뢰성 있는 타당성 검증을 위해 최근 발생한 이라크 및 아프카니스탄 등의 실제 전장자료 또는 한반도 전쟁발생을 가상하여 수행 된 훈련 데이터 등을 통한 추가적인 검증이 요구된다.

5. 결론 및 향후 연구방향

본 연구에서 제안한 C4I 체계에 대한 전투효과 측정 방법은 NCW 개념에서 고전역학의 핵심인 뉴턴의 제 2법칙을 재해석한 전투력 평가함수에서 기존의 네트워크 파워를 산출하는데 적용한 메트칼프 법칙을 현실적으로 보완하고 기존에 고려하지 인적 차원에서 전투력 상승효과에 영향을 미칠 수 있는 요소들을 선별하여 전투력 상승효과 평가

<표 4> 기존 알고리즘과의 차이점 분석

구 분	인적 요소	노드 가치	링크 가치
C2 이론	×	△	×
기존 고전역학	×	△	△
E-TechMan	○	○	○

에 적용했다는데 의미가 있다고 할 수 있다.

메트칼프 법칙은 모든 노드의 가치가 동일하고 네트워크로 연결되어 있을 때만 적용이 가능하나, 개선된 메트칼프 법칙은 각 노드의 가치가 상이하고 네트워크로 연결된 노드 간에 상호작용이 다른 경우에도 네트워크 파워를 산출하기 때문에 현실적이고 합리적인 방법이라고 판단된다. 다시 말해서, 네트워크 상 노드의 가치 및 교환 수준을 구체화한 것이다. 또한 전투력 상승효과에 영향을 미치는 협업 수준, 전투원의 심리적 요인, 교육 훈련 정도 및 기타 잠재 역량 등을 분석하여 전투력 상승효과 평가에 반영함으로써 보다 실질적이고 활용 가능성이 높은 전투력 상승효과 평가 방안을 제시 하였다.

본 연구의 현실적인 적용을 위해서는 다음과 같은 요소들이 보완되어야 할 필요가 있다.

첫째, 본 연구에서 적용한 JFOS-K이외의 타 체계에 대해서 시나리오를 구성하여 다양하게 적용 후 What if 분석 등이 추가로 이루어 진다면 본 연구에서 제안한 모델의 신뢰성을 높일 수 있을 것이다.

둘째, 인적 차원에서 전투력 상승효과에 미칠 수 있는 영향력 변수를 보다 다각적 차원에서 분석할 필요성이 있다. 이를 통해 현재 고려하지 못한 요소들을 추가하여 협업 지수 및 인적 요소 선정에 대한 영역을 보다 세분화 하고 객관화함으로써 인지적, 소셜 차원에서 전투력 상승효과에 미치는 영향 요인에 대한 심도 있는 분석이 요구 된다.

셋째, 전투에 참여하는 구성원 간의 소셜 관계 지수(Social Relationship Value)에 대한 연구가 필요하다. 팀 구성원 간의 소셜 관계지수를 고려하지 않는다면 각 구성원들의 최대 능력발휘가 불가능하기 때문이다.

마지막으로 기존의 연구들은 통합정보관리체계인 C4I 체계 자체에 대한 이상적인 효과를 제시하였는데, 본 연구에서는 인적 요소를 반영함으로써 체계가 확보되더라도 효과가 미미할 수 있다는 측면을 제시하였다.

이는 일반적으로 장기 계획 등을 위해 외부정보를 수집, 처리하도록 고안된 지능정보 시스템 등에서도 효과 및 성능 등을 평가할 때 적용할 수 있는 부분이라고 판단된다.

참고문헌

- Alberts, David S., John, Garstka J., and Hayes, Richard E., "Understanding Information Age Warfare", *CCRP*(2001), 142~143.
- Ablerts, David S., Garstka, John J., and Stein, Frederick P., "Network Centric Warfare : Developing and Leveraging Information Superiority", *CCRP*, 2nd Edition(2002), 94.
- A. K. Cebrowski, "The Implementation of Network-Centric Warfare", Department of Defense Office of Freedom of Information and Security Review, 05-S-0235, <http://www.ofi.osd.mil>(2005).
- Bjorklund, Raymond C., *The Dollars and Sense of Command and Control*, National Defense University Press, Washington D. C.(1995).
- Chong-Man Kim, Injai Kim, "A Study of Influencing Factors Upon Using C4I Systems : The Perspective of Mediating Variables in a Structured Model", *APJIS*, Vol.19, No.2 (2009), 73~94.
- Darilek, Richard et al., *Measures of Effectiveness for the Information-Age Army*, RAND(2001), 14.
- Dekker, A., "Revisiting "SCUDHunt" and the Human Dimension of NCW : Some Thoughts, Human Factor Issues in NCW", *TTCP Symposium*(2006).
- Guinasu and Siliu, *Information Theory with Applications*, McGraw-Hill(1997).
- Han, H. et al., "A Study on the Concept of Information Warfare", Korea Institute for Defense Analyses(1999), 41.
- Jung, W. S. and Lee, J. Y., "An Assessment of Combat Effectiveness of C4I System Established for Joint Fire Operation", *Journal of Defence Science and Technology*, Vol.1, No.2(2008), 42.
- Kim, Y. K., "A Basic Study on the Analysis of Combat Contribution Effectiveness of Networking Weapon System", Korea Institute for Defense Analyses(2000), 46~47.
- Lee, J. Y. et al., "A Basic Concept Study on the Assessment Method of Information Combat Power Systems Analysis of Combat Contribution Effectiveness of Networking Weapon System", Korea Research Institute for Military Affairs(2001), 51~52.
- Lee, Y. B. et al., "A Proposal of New MOE to Assess the Combat Power Synergistic Effect of Warfare Information System", *IE Interfaces*, Vol.22, No.3(2009), 205~213.
- Loughran, J., Stahl, M., and Perla, P., "Key Drivers for C2 Performance : Data Mining SCUDHunt Experiment Data", ThoughtLink Inc(2001).
- Moon, J. L., "The Application of Classical Mechanical Concepts to the Combat Theory and

- its Limitations”, *Won Kwang Military Review*(2005).
- Park, S. K. and Lee, J. Y., “A Study on The Assessment of Power Improvement Effectiveness of Corps Level C4I System Applied to Integrated Fire Operation”, *Journal of the Military Operations Research Society of Korea*, Vol.29, No.1(2003), 26.
- Paul, W. Phister, Jr, Igor G.Plonisch, “Information and Knowledge Centric Warfare : The Next Steps in the Evolution of Warfare”, *CCRTS*(2004).
- Schutzer, D. M., *Selected Analytical Concepts in Command and Control, C2 Theory and Measures of Effectiveness*, Gordon and Breach Science Publisher(1982).

Abstract

A Combat Effectiveness Evaluation Algorithm Considering Technical and Human Factors in C4I System

Whan-Sik Jung* · Gun-Woo Park** · Jae-Yeong Lee* · Sang-Hoon Lee**

Recently, the battlefield environment has changed from platform-centric warfare(PCW) which focuses on maneuvering forces into network-centric warfare(NCW) which is based on the connectivity of each asset through the warfare information system as information technology increases. In particular, C4I(Command, Control, Communication, Computer and Intelligence) system can be an important factor in achieving NCW. It is generally used to provide direction across distributed forces and status feedback from those forces. It can provide the important information, more quickly and in the correct format to the friendly units. And it can achieve the information superiority through SA(Situational Awareness). Most of the advanced countries have been developed and already applied these systems in military operations. Therefore, ROK forces also have been developing C4I systems such as KJCCS(Korea Joint Command Control System). And, ours are increasing the budgets in the establishment of warfare information systems. However, it is difficult to evaluate the C4I effectiveness properly by deficiency of methods.

We need to develop a new combat effectiveness evaluation method that is suitable for NCW. Existing evaluation methods lay disproportionate emphasis on technical factors with leaving something to be desired in human factors. Therefore, it is necessary to consider technical and human factors to evaluate combat effectiveness. In this study, we proposed a new Combat Effectiveness evaluation algorithm called E-TechMan(A Combat Effectiveness Evaluation Algorithm Considering Technical and Human Factors in C4I System). This algorithm uses the rule of Newton's second law($F = (m\Delta v)/\Delta t \Rightarrow \frac{(MvI)}{T} \times C$). Five factors considered in combat effectiveness evaluation are network power(M), movement velocity(v), information accuracy(I), command and control time(T) and collaboration level(C). Previous researches did not consider the value of the node and arc in evaluating the network power after the C4I system has been established. In addition, collaboration level which could be a major factor in combat effectiveness was not considered.

E-TechMan algorithm is applied to JFOS-K(Joint Fire Operating System-Korea) system that can

* Department of Operations Research, Korea National Defense University

** Department of Defense Information Systems, Korea National Defense University

connect KJCCS of Korea armed forces with JADOCS(Joint Automated Deep Operations Coordination System) of U.S. armed forces and achieve sensor to shooter system in real time in JCS(Joint Chiefs of Staff) level. We compared the result of evaluation of Combat Effectiveness by E-TechMan with those by other algorithms(e.g., C2 Theory, Newton's second Law).

We can evaluate combat effectiveness more effectively and substantially by E-TechMan algorithm. This study is meaningful because we improved the description level of reality in calculation of combat effectiveness in C4I system.

Part 2 will describe the changes of war paradigm and the previous combat effectiveness evaluation methods such as C2 theory while Part 3 will explain E-TechMan algorithm specifically. Part 4 will present the application to JFOS-K and analyze the result with other algorithms. Part 5 is the conclusions provided in the final part.

Key words : Combat Effectiveness, Technical Factors, Human Factors, Network Power, C2 Theory, Newton's Second Law, E-TechMan algorithm

저 자 소개



정환식

해군사관학교 해전사학 학사, 고려대학교 산업공학 석사학위를 취득하였으며, 현재 국방대학교 운영분석학과 박사과정 중이다. 관심분야는 Military O.R, C4I 체계 효과평가, 스케줄링 등이다.



박건우

충남대학교 컴퓨터과학 학사, 연세대학교 컴퓨터과학 공학 석사학위를 취득하였으며, 현재 국방대학교 전산정보학과 박사과정 중이다. 관심분야는 인공지능, 소셜네트워크 분석, DataMining, 정보검색, 네트워크, 네트워크 보안 등이다.



이재영

육군사관학교 토목공학 학사, 미국 해군대학원 운영분석 석사, 미국 North Carolina 주립대학교 OR & 통계학 박사학위를 취득하였으며, 현재 국방대학교 운영분석학과 교수로 재직 중이다. 2006년에는 미국 George Mason 대학 교환교수로 연구하였다. 관심분야는 비용대 효과분석, C4I체계 효과평가, 국방지식경영, 의사결정모델 개발, 최적화모델 개발, M&S, MIS, ERP, CRM, SCM, VV&A 등이다.



이상훈

성균관대학교 학사, 연세대학교 전자계산학 공학 석사, 교토대학교 정보공학 박사학위를 취득하였다. 교토대학교 연구원, 서일대학 전자계산학과 겸임교수, 청운대학교 멀티미디어 학과 교수로 재직하였으며, 현재 국방대학교 전산정보학과 교수로 재직 중이다. 관심분야는 국방지식경영, 데이터베이스, 정보검색, HCI 등이다.