

합동작전 지휘통제 효과도 모의분석을 위한 평가기준 연구

손영환^{1†} · 김원배¹

A Study on Evaluation Criteria for M&S Analysis of Command and Control Effectiveness in Joint Operations

Young Hwan Sohn · Weon Bae Kim

ABSTRACT

Concerning the effectiveness of command and control is increasing worldwide as future warfare is changing into Network Centric Warfare (NCW). Unlike the old attrition warfare that depends mainly on mobility and strike assets, the modern warfare is based on information and network which regards acquisition and circulation of information as important. Therefore, there's no room for rediscussion that C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) system will play an important role in warfare. In spite of this fact, there isn't any way to explain clearly how to measure the effectiveness of command and control system in a battle and to reflect it systematically in a system effectiveness. In this study, we examined NCO-CF (Network Centric Operations-Conceptual Framework), developed by the Department of Defense (DOD), which can conceptually explain the increment of effectiveness of C4ISR system that is the basis of NCO. And we suggested methodology based on NCO-CF to establish the evaluation criteria for M&S analysis of command and control effectiveness. As a case study we derived the evaluation criteria for the command and control system in joint operations by applying the suggested methodology.

Key words : Command and Control, C4I, Effectiveness, Evaluation Criteria, M&S

요약

미래전이 네트워크중심전(NCW, Network Centric Warfare)으로 변화함에 따라 세계적으로 지휘통제의 효과도에 관한 관심이 점점증하고 있다. 과거의 기동과 타격자산 중심의 소모전 위주의 전투와 달리, 현대전은 정보의 획득과 유통이 중요시되는 정보·네트워크 기반의 전쟁으로서 C4ISR(Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) 체계가 핵심적인 역할을 담당할 것이라는 데는 재론의 여지가 없다. 그럼에도 불구하고 지휘통제가 전투에 기여하는 효과의 정도를 측정하는 방법론이나 효과 반영체계 등을 명확하게 설명할 방법을 갖추고 있지 못한 실정이다. 본 연구에서는 네트워크중심작전의 기반이 되는 C4ISR 체계에 의한 효과도 증진을 개념적으로 설명할 수 있는 프레임워크인 미국방부가 개발한 NCO-CF(Network Centric Operations-Conceptual Framework)에 대하여 살펴보았다. 그리고 NCO-CF를 기반으로 하여 지휘통제 효과도 모의분석을 위한 평가기준을 도출하기 위한 방법론을 제시하였다. 사례연구로 합동작전의 지휘통제 체계에 이 방법론을 적용하여 모의분석을 위한 평가기준을 도출하였다.

주요어 : 지휘통제, C4I, 효과도, 평가기준, 모델링 & 시뮬레이션

1. 서론

과학기술의 획기적 발전에 따라 전쟁양상도 진화하면서 급속하게 변화를 거듭하여 왔다. 1960~70년대의 전쟁양상은 전투력 위주의 소모전이었으나 1980~90년대에 들어서는 합동작전과 비선형전이 강조되는 비선형 기동전양상을 보였으며, 21세기는 전장영역의 확대, 비선형 다

*본 논문은 국방과학연구소의 위탁연구과제로 수행한 연구의 연구결과이다.

접수일(2011년 7월 1일), 심사일(1차 : 2011년 9월 9일, 2차 : 2011년 12월 21일), 게재 확정일(2011년 12월 22일)

¹⁾(주)심네트 기술경영분석연구소

주 저 자 : 손영환

교신저자 : 손영환

E-mail: yhsohn@simnet.co.kr

차원전투화, 정밀 비살상전 등 네트워크중심의 비선형 정보전이 예상된다.

전쟁양상이 플랫폼 중심전(PCW, Platform Centric Warfare)에서 네트워크 중심전(NCW, Network Centric Warfare)으로 변화함에 따라 다수의 무기체계, 전투체계가 동시적으로 정보를 생성/공유하는 네트워크로 조직되어 전투력을 발휘함으로써 효과도가 극대화되게 된다.

네트워크 중심전(NCW)이란 개념 자체는 정보기술의 발전을 기본으로 하는 미국의 군사혁신(Revolution in Military Affairs)의 기본적인 방향개념으로 광범위하게 제기되어 왔다. 이 용어가 공식적으로 소개된 것은 1998년 미 해군의 세브로스키(Arthur K. Cebrowski) 제독과 가르츠키(John Garstka)가 미 해군연구소의 Proceedings에 공동으로 기고한 『네트워크 중심전 : 그 기원과 미래(Network Centric Warfare: Its Origins and Future)』란 논문을 통해서다.

NCW는 네트워크화된 전장환경 내에서의 전쟁에 대한 것으로서, 정보화 시대로의 변화에 따른 당연한 군사적 변화이며 미래전에서의 승리를 위한 군사력 건설 및 운용 능력 구현을 위해 정립되어진 이론적인 기반이라 할 수 있다. NCW는 지리적으로 분산되어있는 감시체계, 지휘 통제체계, 정밀타격 무기체계 등을 실시간으로 정보격자로 이루어진 네트워크망을 통하여 연결함으로써 전장정보를 공유하고 전장상황 정보의 질을 향상시켜 임무에 가장 적합한 전투력을 필요한 시간과 장소에 즉각적으로 집중하여 운용함으로써 군사력의 효율성을 극대화하는데 그 목적이 있다.

NCW는 전쟁의 양상을 변화시키고 있다. 과거 전쟁은 기동과 화력에 의한 대량살상 방식이었으나 최근에는 인공 위성, 정찰기, 무인항공기(UAV, Unmanned Aerial Vehicle) 등의 정보를 네트워크를 통해 실시간 전파/공유함으로써 각종 무기체계의 능력과 효율을 극대화하여 적의 지휘 센터, 네트워크 등에 대한 정밀타격 위주의 효과중심작전(EBO, Effects-Based Operations)을 수행할 수 있게 되었다. 특히, 아프가니스탄 전쟁과 이라크 전쟁에서 NCW의 유용성이 입증되었을 뿐만 아니라 전 세계적으로 확산되는 추세이다. 이와 같이 미래전의 양상이 네트워크 중심전으로 변화함에 따라 세계적으로 네트워크에 기반한 지휘통제의 효과도에 관한 관심이 점증하고 있다.

우리 군도 네트워크 기반의 효과중심 동시·통합작전 수행능력 구비가 강조됨에 따라 합참 및 각 군은 C4ISR(Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) 체계를 구축하여 활용하고 있다. 그러나 C4ISR을 통한 지휘통제가 전투에 기여

하는 효과의 정도를 측정이나 효과 반영체계 등을 명확하게 설명할 방법론은 미흡한 실정이다. 따라서 한국적 NCW 개념정립 및 C4ISR 체계의 구축과 동시에 실제 운용에 따른 효과도 분석방안 대한 연구 또한 병행되어 이루어져야 할 것이다.

C4ISR의 효과도 측정을 위해서는 실 체계를 운용하면서 그 결과를 비교해 보는 것이 좋겠지만 비용·시간적인 측면에서 비효율적이다. 뿐만 아니라 다양한 상황을 상정하여 반복수행 등이 제한되므로 지휘통제 효과도 측정을 위한 M&S 모의 도구를 실제체계와 최대한 유사하게 개발하여 모의실험을 통해 효과도를 산출하는 것이 유용한 방안이 될 것이다.

NCW 기반의 지휘통제 효과도 측정도구를 개발하기 위해서는 평가목적 정립, 평가대상 선정, 평가항목 및 기준 도출, 평가기준에 대한 효과척도 계산, 효과척도에 대한 가중치 부여 등에 대한 연구가 수행되어야 한다.

본 논문에서는 NCW와 밀접하게 연관되어 있는 합동 작전을 대상으로 하여 지휘통제 효과도 분석에 필요한 평가항목 및 기준을 도출하는 방법론의 정립에 대한 연구를 수행하였다. 2장에서는 지휘통제 효과도 평가항목 및 기준의 도출하는 방법의 정립을 위하여 네트워크중심작전(NCO)의 기반이 되는 C4ISR 체계에 의한 효과도 증진을 개념적으로 설명할 수 있는 프레임워크인 네트워크중심작전-개념프레임워크(NCO-CF)¹⁾에 대해 살펴보았다. 3장에서는 NCO-CF에 기반한 지휘통제 효과도 분석 평가항목 및 기준 도출을 위한 체계적인 방법론을 제시하였다. 이 방법론을 적용하여 지휘통제 모의분석에 필요한 합동작전 지휘통제에 관한 효과도 평가항목 및 기준을 도출한 사례를 통하여 설명하였다.

2. NCO-CF

2.1 기본개념

최신 전쟁이론과 NCW 능력을 성공적으로 구현하기 위해서는 전쟁의 4개 영역 즉, 물리, 정보, 인지, 사회 영역에 대해 이해하여야 할 뿐만 아니라 영역들 간에 겹치는 영역에 대한 이해도 필요하다. NCW 이론은 다음과 같은 네 가지 교의(tenets)에 바탕을 두고 있다.

첫째, 네트워크로 강건하게 연결된 부대는 정보의 공유를 향상시킨다.

둘째, 정보공유 및 협동(collaboration)은 정보의 품질

1) NCO-CF: Network Centric Operations-Conceptual Framework

과 공유된 상황인식을 제고한다.

셋째, 공유된 상황인식은 부대 상호간 협동, 자기 동기화(self-synchronization)를 가능하게 하며 지휘의 지속성 및 속도를 제고한다.

넷째, 이상과 같은 활동은 임무 효과도를 획기적으로 증진시킨다.

“강건한 네트워크 전력”의 충분한 힘을 실현시키기 위해서는 물리, 정보, 인지, 사회 영역 내부와 각 영역 요소들을 서로 연결하는 것은 절대적이다. 그림 1은 교의가 어떻게 개발되었고 확장되었는지를 보여준다(John Garstka, David Alberts, 2004).

지휘통제 효과도를 모의분석하기 위해서는 평가기준의 정립이 선결되어야 정확한 효과도 측정이 가능하다. 현재 군에서는 효과중심의 NCO 개념을 반영하여 지휘통제의 효율성을 추구하고 있다. 성공적인 NCO 수행을 위해서

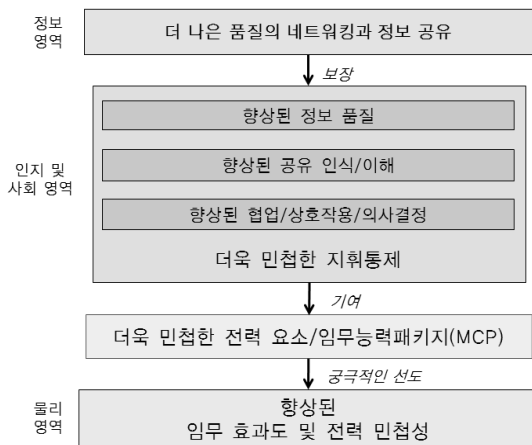


그림 1. 네트워크중심 능력의 가치

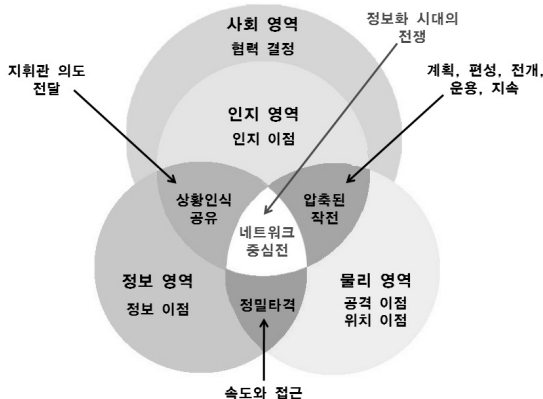


그림 2. 정보화 시대 전쟁의 4가지 영역

는 그림 2에서 보는 바와 같이 전쟁의 4가지 영역 즉, 물리 영역, 정보 영역, 인지 영역, 사회 영역과 이들이 중복되는 부분을 네트워크중심전과 관련하여 이해하고 이를 활용할 수 있어야 한다(Office of Force Transformation, 2005).

2.1.1 물리 영역(Physical Domain)

물리 영역은 전쟁의 전통적인 영역으로서 전투력이 시간과 공간적으로 이동된다. 이 영역은 물리적 플랫폼과 이들을 연결하는 통신 네트워크를 이용하여 지상, 해상, 공중 및 우주에서 군사작전이 수행되는 영역이다. 물리 영역의 요소들은 상대적으로 측정하기 쉬우며 전통적으로 전투력은 물리 영역에서 계량화 평가가 되어왔다.

2.1.2 정보 영역(Information Domain)

정보 영역은 정보가 생성, 운용, 공유되며 전투수행자 간에 정보의 소통을 촉진시켜주는 영역이다. 이것은 센서의 영역과 처리된 정보뿐만 아니라 센서가 획득한 산물을 공유하고 접근할 수 있는 영역이다. 이 영역은 부대에 대한 지휘통제가 이루어지며 지휘관의 의도가 전달되는 영역이다. 결과적으로 적의 공격에 직면했을 때 부대가 전투력을 발휘하기 위하여 반드시 보호되고 방호되어야 하는 것이 정보영역이다.

2.1.3 인지 영역(Cognitive Domain)

인지 영역은 전투 수행자의 마음과 관련된 영역이다. 이것은 효과기반작전(EBO)²⁾의 영역이다. 모두는 아니더라도 수많은 전투, 전역, 전쟁이 이 인지 영역에서 승패가 결정된다. 무형적인 리더십, 사기, 부대 응집력, 훈련 및 경험의 정도, 상황인식이 이 영역의 요소이다. 이 영역에는 지휘관의 의도, 교리, 전술, 기술 및 절차 등이 속하며 또한 결정적 전장개념 및 전술이 나타나는 영역이다.

2.1.4 사회 영역(Social Domain)

사회 영역은 인간사회에 필요한 요소를 나타낸다. 이것은 인간이 상호작용을 하고 정보를 교환하며 상황인식과 이해를 공유하며 협동적인 의사결정 등이 이루어지는 영역이다. 또한 사회 영역은 문화, 가치, 태도, 사회(군 또는 민간)에 대하여 지도자에 의해 견지되고 전달되는 신념 등의 영역이다. 이 영역은 정보 영역 및 인지 영역과 중복이 되지만 이들과는 분명히 구분이 된다. 인지적 활동은

2) EBO: Effects-Based Operations

본질적으로 개인적인 차원의 것으로서 개인의 마음에 일어나는 활동이다.

그러나 공유된 상황인식으로부터 공유된 이해로 전환하는 과정인 공유된 인지/의사결정(sensemaking)은 사회-인지적 활동이다. 그 이유는 개인의 인식활동은 사회적인 의사교환 특성에 의해 직접적으로 영향을 받는다.

그림 2에서 보는 바와 같이 각 영역이 중첩되는 부분은 중요하며 개념에 입각한 실험이 수행되어야 하는 동적인 영역임을 나타낸다. 성공적인 합동작전을 위하여 중요한 정밀타격은 정보의 영역과 물리적 영역사이에서 일어나며 상황인식의 공유와 전술적인 혁신은 정보의 영역과 인지적 영역 사이에서 일어난다. 많은 전투와 전역의 승패가 인지적 영역에서 결정되기 때문에 이 중첩 부분은 대단히 중요하다.

물리적 영역과 인지적 영역이 중첩되는 부분에서는 군사적 전술이 작전적, 전략적 효과를 달성하고 고도의 변화가 이루어지는 곳으로 작전과정의 압축현상이 일어나는 곳이다. 네트워크 중심전은 이 모든 영역이 중첩되는 곳에 위치하고 있다.

2.2 NCO-CF 개요

미 국방부 전력변환실(OFT, Office of Force Transformation)과 네트워크 및 정보 통합 차관보실(OASD-NII, Office of Assistant Secretary of Defense for Networks and Information Integration)에서는 2003년부터 NCO-CF의 공동개발에 착수, 2004년에 버전 2.0을 완성한 바 있다(그림 3 참조).

NCO-CF는 물리영역뿐만 아니라 정보 및 사회/인지 영역의 다양한 척도를 개발, 제시하고 있다. 또한, 이들 척도간의 상호관계를 제시함으로써 NCW 체계의 다양한 부분의 성능 및 효과를 측정하기 위한 기반을 제공하고 있다. NCO-CF는 기술에 관한 것만이 아니라 사람, 절차, 기술에 관한 사항을 포괄하고 있다.

NCO-CF의 개념요소 관계도는 NCO 관점에서 평가되어야 할 주요 부분과 이들 간의 관계를 식별한 것으로서 기존의 NCW 가치사슬 개념(‘네트워크화 된 전력 → 정보의 공유 → 상황인식의 공유 → 전력의 통합 활용 가능 → 극적인 작전수행 효과 창출’)을 세분한 것으로 평가할 수 있다.

또한 기존의 통상적인 성과척도가 물리적인 부분을 대상으로 하고 있으며 C4I능력을 고려하기 위해 개발된 최근의 성과척도들 역시 정보영역 수준에서 머무르는 것이 현실임을 고려할 때 제시된 평가척도체계는 NCW 관점

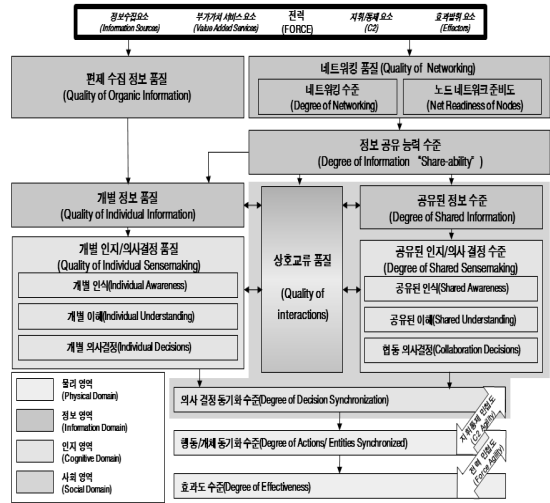


그림 3. NCO-CF 개념체계(버전 2.0)

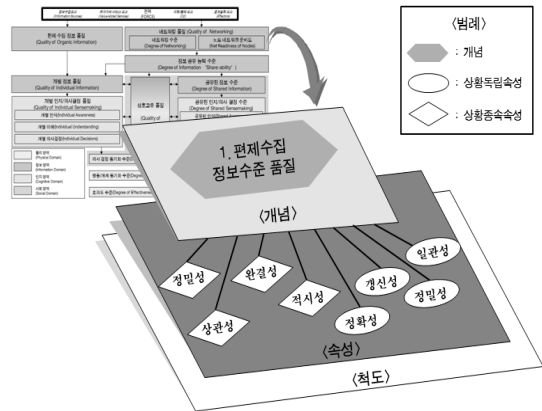


그림 4. NCO-CF의 개념-속성-척도 3층 구조

에서 그 중요성이 강조되고 있는 사회/인지 영역의 척도를 적극적으로 포함하여 제 척도간의 상호관계를 계약적이나 규명함으로써 보다 체계적인 NCW 평가업무 수행 기반을 제공할 수 있을 것이다.

이렇게 정의된 최상위 개념요소들은 다시 척도개발 가능 수준으로 분화한 세부적 개념의 속성(attribute)으로 분화되고 이들 속성은 구체적인 측정수단(yardstick)으로 정의된 척도(metric)를 수반하게 된다. 이러한 속성은 상황 독립 척도와 상황 의존 척도로 구분된다(그림 4 참조).

예를 들어 ‘편제 수집 정보 수준’의 상황 독립 속성 중 하나인 ‘정확성’은 실제와의 차이 정도를 의미하나 상황 의존 속성인 ‘정확성 만족도’는 현재 요구되고 있는 정확성 수준에 대한 만족도를 의미한다(손태중, 노훈 외, 2009).

2.3 NCO-CF 적용사례

평가를 위한 NCO-CF는 물리, 정보, 인지 및 사회 영역(domain)의 상호관계로 NCO 가치사슬을 통해 척도를 산출하기 위해 핵심 개념 및 연결관계를 식별하는 것이다. 기본적인 개념에 따르면 NCW는 그림 3과 같이 물리 영역, 정보 영역, 인지 영역, 사회 영역 등 4가지 영역으로 구성된다.

네트워크화가 많이 이루어질수록 정보공유와 협동을 활성화하여 정보와 인식의 양질도를 제고하고 상황인식의 공유 또한 촉진하게 된다. 결과적으로 협동이 증진되고, 자기동기화(self-synchronization)가 가능해지며, 지속 능력 그리고 지휘속도 등도 늘어나서 결국에는 임무효과가 증가하게 된다(Office of Force Transformation, 2005).

여기서 정보영역과 물리적 영역을 연결시켜주는 인지적 영역과 사회적 영역의 중요성이 부각된다. 기존에는 주로 물리적 영역과 정보영역에 관한 개념만을 전력분석시 사용해왔으며 사회 영역과 인지 영역은 간과되어 왔지만 NCO 개념 하에서는 오히려 정보기술이나 물리적인 장비보다도 사회적인 영역이 더욱 큰 비중을 차지하게 되었다.

NCO에서 의미하는 네트워크는 단순히 정보수집, 공유와 전파를 위한 정보기술만을 의미하는 것이 아니며 사람과 집단 또는 조직이 개입된 체계나 절차까지 포함하는 광범위한 개념이기 때문이다. 즉, 물리적 영역과 정보영역에서 의미하는 네트워크와 인지영역 그리고 사회적 영역에서 나타내는 네트워크의 의미는 엄연히 다르며 그림 2에 나타난 바와 같이 인지/사회적 영역의 네트워크가 정보/물리적 영역의 네트워크를 포괄하는 개념이라고 할 수 있는 것이다.

최근까지 미 국방부는 여러 연구 및 컨설팅 기관을 통해 NCO-CF 버전 2.0을 적용한 7개 이상의 사례연구를 수행하여 NCO-CF의 타당성을 검증하고 유효한 평가결과를 도출한 바 있다.

사례연구 중에서 RAND 연구소는 공대공 교전시 링크 16 없이 음성통신만 사용하는 경우와 링크 16이 있을 경우의 효과도를 NCO-CF에 의거하여 분석하였다.

연구결과에 따르면 각 공대공 교전에 영향을 미치는 NCO-CF의 각 해당요소별 전반적인 임무능력패키지(MCP, Mission Capability Package) 점수를 링크 16이 있는 경우와 없는 경우로 구분하여 비교하였다. 결과적으로 임무효과도 측면에서 링크 16 없이 음성통신만 있는 경우에는 0.38, 링크 16이 있을 경우에는 1.00으로 평가되어 효과도가 2.6배 이상 향상되는 것으로 분석되었다(Daniel Gonzales 외, 2005). 이러한 효과도 향상과 관련된 NCO-CF에 기

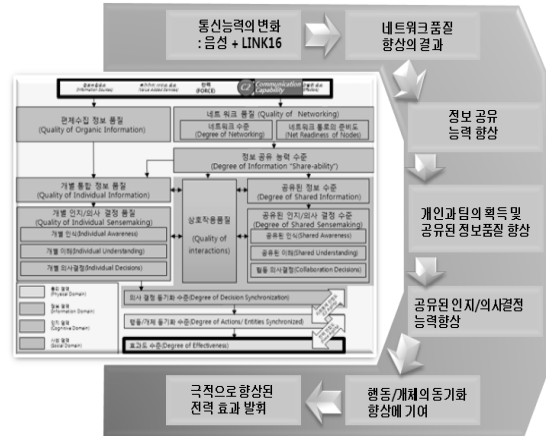


그림 5. 공대공 교전의 링크 16 도입에 따른 가치사슬 기반 가치사슬은 그림 5와 같다.

3. NCO-CF에 기반한 지휘통제 효과도 모의분석 평가기준 도출

3.1 지휘통제 효과도 평가기준 도출 방법론

전투효과에 영향을 미치는 요인들로는 정보자산이나 탐지센서의 성능, 지휘통제시간, 정보의 정확도, 무기체계의 성능 등 전장을 구성하고 있는 다양한 요소들이다. 이러한 전장요소들은 C4ISR 체계 구축으로 인해 발생하는 전투효과를 계량화하는데 핵심변수로 작용하고 있으므로 이들 핵심변수와 C4I 체계 구축으로 인한 전투효과와의 상관관계에 대한 이해는 매우 중요한 연구 과제가 되고 있다. 그러나 C4ISR 체계 구축으로 인한 전투효과를 계량화하기에는 고려해야 할 전장요소가 너무 광범위하다. 따라서 본 연구에서는 C4ISR 체계의 핵심 부분 중 하나인 지휘통제체계에 중점을 두었다.

지휘통제체계의 효과도를 분석하는 방법은 다양한 접근방법이 있을 수 있을 것이나 본 연구에서는 미 국방부가 개발한 NCO-CF에 기반하여 지휘통제 효과도 평가기준을 도출하는 방법론을 제안하였다. 이를 위한 체계적인 접근 방법론은 다음과 같다.

- 1단계 : 우선 현업(As-Is) 분석을 위해서 부대 훈련평가 직무분석을 통해 지휘통제 평가요소를 이해하고 효과도 모의와 연계할 수 있는 요소를 식별한다.
- 2단계 : 분석한 내용을 토대로 하여 현용 지휘통제 아키텍처를 작성한다.

- 3단계 : 아키텍처에서 식별된 각 노드별 정보처리의 흐름을 분석하고 노드별 처리작업, 처리정보, 자원 등 평가에 필요한 요소를 식별하여 지휘통제 효과도 모의분석에 적용 가능한 평가요소를 분석/설계한다.
- 4단계 : 현용 아키텍처를 이용하여 노드별 정보의 흐름, 세부적인 정보유형 및 작업유형을 식별하여 모의 분석을 위한 지휘통제 아키텍처를 작성한다.
- 5단계 : NCO-CF 개념을 적용하여 지휘통제 각 노드 간 정보처리의 흐름과 지휘통제 효과분석을 위한 상호관계를 정의하고 개념항목을 식별한다. 그리고 지휘통제 체계의 효과척도를 정의한다.
- 6단계 : 지휘통제 효과분석 아키텍처를 기반으로 하여 가능한 시나리오를 식별하고 노드간 관계도를 이용하여 작전 시나리오별 가치사슬 형성한다. 이를 이용하여 효과척도를 평가할 수 있도록 임무별 시나리오에 적합한 노드별 평가 항목 및 기준을 정립한다.
- 7단계 : 지휘통제 체계의 효과척도를 모의결과에 기반하여 산출하고 각 효과척도에 대한 가중치를 부여하여 최종적인 시나리오의 지휘통제 효과도를 산출한다.

3.2 합동작전 적용사례

3.2.1 합동작전 개요

본 연구에서의 합동작전은 가용 탐지자산과 화력지원 수단을 통합 운용하여 적의 화포, C41체계, 탄약시설 등 간접 화력지원체계를 와해, 전환, 파괴, 제압, 무력화하기 위한 작전을 말한다. 이러한 작전은 아군 기동부대의 행동자유 보장 및 화력 우세달성을 통한 작전 주도권 획득에 결정적 기여를 할 수 있다.

이를 위해 적 화력지원수단을 사전에 예측하여 대응지침을 결정하고, 결정된 표적에 대해서는 가용 타격수단을 이용하여 실시간 타격이 이루어지도록 표적처리 절차에 준하여 다음과 같이 결심, 탐지, 타격 및 평가절차에 의해 수행하게 된다.

• 탐지단계

정보자산으로부터 획득된 모든 적의 정보가 분석체계를 통해 공유되고, 적 표적 중에서 타격 시 피해효과를 기대할 수 있는 표적에 대해 신속하게 전파한다. 정보/레이더 자산에 의해 획득한 표적정보는 C41체계에 의해서 전담부대 및 관련부서로 실시간 전파된다.

• 결심단계

작전에 관련된 지휘관의 지침과 의도를 충족시킬 수

있도록 공격에 가장 효율적인 시기, 수단, 방법에 대한 대응 지침과 반드시 탐지 및 대응해야 할 표적목록을 작성한다.

결심단계는 작전의 초기 일반적인 절차이며, 적 표적을 공격하기 위하여 정보자산에 의해 사전에 표적이 식별 및 분석되었기 때문에 기 계획된 표적은 결심단계 없이 바로 타격이 수행될 수 있다.

• 타격 단계

표적정보는 표적분석 단계를 거쳐 타격 우선순위와 수단을 결정한다. 타격수단 결정시 효과도를 고려해 항공전력을 요청하고 불가용시에는 포병전력에 의한 공격을 실시한다.

전파수단은 C41체계를 이용하며, 항공전력을 유도하여 타격하거나 포병전력에 의한 사격을 실시한다.

• 평가 단계

타격결과에 대한 피해평가(Damage Assessment)를 통해 재 타격 및 목표달성 여부를 결정하게 된다.

3.2.2 합동작전 지휘통제 모의분석을 위한 평가기준 도출 방법론 적용사례

- 1단계 : 우선 합동작전 현황(As-Is) 분석을 위해서 부대 훈련평가 직무분석을 통해 지휘통제 평가요소를 이해하고 효과도 모의와 연계할 수 있는 요소를 식별한다.
- 2단계 : 분석한 내용을 토대로 하여 현용 합동작전 지휘통제 아키텍처를 작성한다.
- 3단계 : 합동작전 지휘통제 아키텍처에서 식별된 각 노드별 정보처리의 흐름을 분석하고 노드별 처리작업, 정보 등 평가에 필요한 요소를 식별한다.

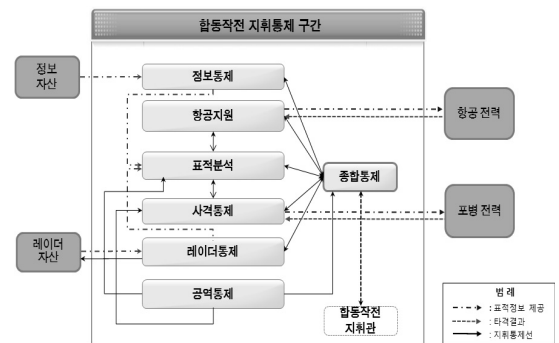


그림 6. 지휘통제 아키텍처

표 1. 처리작업 요소 식별

처리작업	고려요소	설명
RegDistInf	· 시간지연	· 정보 접수, 배분 (Registered/ Distributed Information)
GenInf	· 시간지연	· 정보 생산(Generated Information)
EnInf	· 상황보고 생성 · 적 특이동향 · 시간지연	· 적 정보 (Enemy Information)
AggEnInf	· 적 정보 통합 · 적 정보 분석	· 적 정보 통합 (Aggregated Enemy Information)
OwnInf	· 상황보고 생성 · 타격수단 선정 · 진지이동, 부대선정, 탄중/발사탄수 선정 · 시간지연	· 아 정보 (Own Information)
AggOwnInf	· 상황보고 생성 · 방책비교 정보 생성 · 시간지연	· 아 정보통합 (Aggregated Own Information)
Decide	· 종합통제에 의한 방책 비교 및 선정 · 공역통제, 가용자산 등 효과중심 타격수단 선정	· 지휘결심(Decide)
GetOrd	· 사실확인 및 시간지연	· 명령 접수(Get Order)
Send	· 전송수단 (음성, 팩스, 데이터)에 따른 시간지연	· 정보전송(Send)

표 2. 처리정보 요소 식별

정보 종류	고려요소	설명
T	· 정보자산 정보 · 레이더 정보	· 의미 : 표적정보 · 용어 : Target Information
a	· 항공전력/포병전력 타격결과 예측 적 피해평가 보고	· 의미 : 예측피해평가 보고 · 용어 : Assumed Damage Assessment Report
A	· 항공전력/포병전력 타격결과 적 피해평가 보고	· 의미 : 피해평가 보고 · 용어 : Assessment Report
D	· 항공전술지휘(탄중, 투하수량 등) · 포병전술지휘(진지이동, 발사 탄중/탄수 등) · 정보자산, 레이더 전송 운용	· 의미 : 지휘결심 · 용어 : Decision Making
f	· 정보자산 정보 · 영상 정보, 전자파 정보 등	· 의미 : 적 정보 · 용어 : Foe Information
F	· 적 도발 징후 포착 정보	· 의미 : 적 종합정보 · 용어 : Foe Intelligence
s	· 정보자산 관련 정보 · 레이더 운용 정보 · 공역통제 정보	· 의미 : 아군 정보 · 용어 : Situational Information
S	· 방책비교 및 가용자산 정보 · 피해평가 정보	· 의미 : 아군 종합정보 · 용어 : Situational Intelligence
O	· 표적 탐지 및 획득/운용, 전술 지휘	· 의미 : 명령 정보 · 용어 : Order Information

이렇게 식별된 요소를 중심으로 합동작전 수행 기능별 모의분석에 적용 가능한 지휘통제 평가요소를 분석/설계한다(표 3 참조).

- 4단계 : 모의분석을 위한 합동작전 지휘통제 아키텍처를 작성한다(그림 7 참조).
- 5단계 : NCO-CF 버전 2.0을 적용한 가치사슬을 작성하여 각 노드간 정보처리의 흐름과 지휘통제 효과 분석을 위한 상호관계 및 영역을 정의한다(그림 7 참조).
- 6단계 : 합동작전 모의분석을 위한 지휘통제 아키텍처에 기반한 가능한 시나리오를 식별하고 노드간 관계도를 이용하여 시나리오별 가치사슬을 형성한다(그림 9 참조).

표 3. 사격통제 기능 지휘통제 요소 식별(예시)

구분	정의 및 지휘통제 요소
정보 노드	정의 지휘통제선 상에서 정의된 메시지(정보)의 종류
	지휘통제 요소 · 표적분석/처리반에서 제공된 표적정보 · 가용자산 정보 · 공역통제 정보
작업 노드	정의 처리할 수 있는 작업의 종류
	지휘통제 요소 · 포병 전송 통제(진지이동, 부대선정, 사격발수 등) · 공역통제
자원 노드	정의 작업노드의 자원을 바탕으로 작업노드에 맞도록 가용인원 및 시간 정의
	지휘통제 요소 · 포병 전송 통제(진지이동, 부대선정, 사격발수 등) 가용인원 및 시간 · 공역통제 가용인원 및 시간

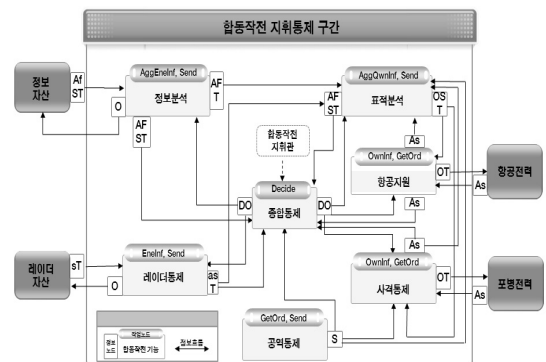


그림 7. 합동작전 모의분석을 위한 지휘통제 아키텍처

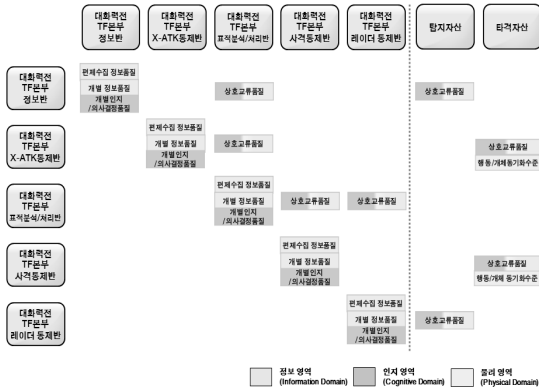


그림 8. NCO-CF V.2.0에 기반한 노드간 관계도

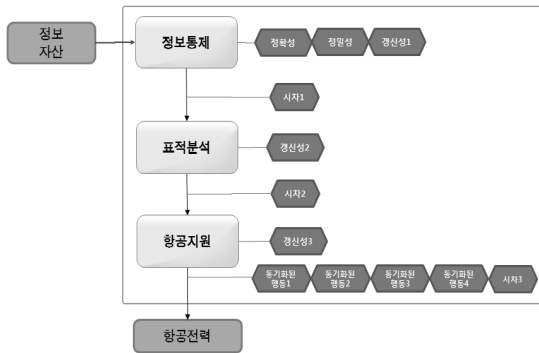


그림 9. 정보자산 → 항공전력 시나리오의 가치사슬

그리고 지휘통제 체계내 정보의 정확도, C4I 체계반응의 적시성, 지휘통제 동기화 수준 등을 평가할 수 있는 평가 항목 및 기준을 도출한다. 이를 위해서 NCO-CF에서 제공하는 속성, 척도를 이용하여 해당 시나리오에 적합한 평가 항목 및 기준을 작성한다(표 4 참조).

- 7단계 : 지휘통제 체계내 정보의 정확도(A), C4I 체계반응의 적시성(T), 지휘통제 동기화 수준(S) 등을 산출한다. 그리고 각 효과적도에 대한 가중치(w1, w2, w3)를 도출하고 이를 적용하여 합동작전 시나리오의 지휘통제 효과도(MOE, Measure of Effectiveness)³⁾를 산출한다. 각 항목에 대한 가중치를 도출하기 위해서는 각 평가항목 별 상관관계를 결정하고 관련된 해당부서의 근무자에게 설문조사를 실시한다. 그리고 그 결과에 대해 ANP 기법⁴⁾을 활용한 연산을 통

3) 합동작전 시나리오의 지휘통제 효과도(MOE) = w1A + w2T + w3S

표 4. 정보분석 평가항목 및 평가기준(예시)

노드	정보통제		
	영역	정보영역	NCO-CF 개념요소
속성	갱신성	유형	출력
평가항목	게시정보를 인지하는데 까지 소요되는 시간		
평가기준	표적분석 노드로 송신하는 시간 - 정보의 도착시간		
비고	초단위로 출력		

하여 효과평가 결과를 구하는 방법이 있다. 가중치 도출 및 효과평가 결과를 구하기 위한 세부적인 절차는 이재영 등(2003)에 상세하게 나와 있으며 본 연구에서는 자세한 방법은 생략하기로 한다.

본 연구에서 세밀하게 다루고자 한 내용을 정리하면 지휘통제의 효과도 측정에 있어서 중요한 부분이라 할 수 있는 평가항목과 기준을 도출하는 방법론을 제시함에 있다. 물론 본 연구에서 제시한 방법론과는 다른 관점으로 접근하여 더 효과적인 방안을 제시할 수도 있다고 생각하며 추후 유사연구 시 본 연구결과가 참고자료로서 활용될 수 있을 것이다.

4. 결론

무기체계의 효과도 분석을 위한 평가기준에 대한 연구는 구체적이고 다양하게 수행되고 있으나, 지휘통제 효과도에 대한 연구는 아직 체계적으로 정립되지 못하고 미진한 실정이다. 본 연구는 미래전이 네트워크 중심전(NCW) 개념으로 변화하는 추세를 반영하여 C4ISR 체계에 의한 효과도 증진을 개념적으로 설명할 수 있는 프레임워크인 미국의 NCO-CF를 기반으로 하여 지휘통제 효과도 모의 분석을 위한 평가기준을 도출하는 방법론을 제시하였다. 또한, 합동작전을 사례로 들어 본 연구에서 제시한 방법론을 적용하여 지휘통제 효과도 모의분석을 위한 평가항목 및 기준을 도출하는 절차를 설명하였다.

본 연구에서 제시한 방법론을 적용하여 지휘통제에 관

4) ANP(Analytic Network Process) 기법 : AHP에 기초를 둔 시스템분석, 통합 및 조정을 위한 방법으로 요소간의 비선형 관계를 모델화하는 복잡한 의사결정을 다룰 수 있다. 목표, 기준, 대안상호간의 종속성이나 네트워크 구조의 의사결정 시스템으로 1996년 Thomas Saaty 교수가 AHP기법을 보완한 ANP기법을 개발하였다.

한 평가항목을 도출한다고 하여도 많은 제한점이 있을 수 있다. 지휘통제의 효과도를 측정하는데 필요한 평가항목 중 매우 중요한 부분 중 하나는 의사결정을 하는 사람의 능력이다. 예를 들면 사람의 능력이라 할 수 있는 신속성, 정확성 등을 측정하기는 쉽지 않다. 그 이유는 개개인이 가지는 능력과 판단기준이 모두 다르며 어떠한 결정을 내렸을 때 가장 좋은 결과를 낼 수 있는지도 예측하기 어렵기 때문이다. 실 전장에서는 다양한 상황의 변화가 수시로 일어나기 때문에 수없이 많은 가정을 고려하여 모의실험을 한다고 하더라도 완전히 신뢰할 수 있는 결과를 얻으리라는 보장은 없다. 하지만 실 전장과 최대한 가깝게 모의하기 위해서 다양한 기술들을 연구 중에 있다. 향후 지휘통제 모의분석 개발 시에 에이전트 기법, 인공지능 기술 등을 활용하여 모의하거나 개개인의 능력의 기준을 대략적으로 정하여 입력값으로 적용하는 등의 방법을 고려해볼 수 있다. 본 연구를 진행하며 느낀점은 아무리 잘 만든 체계와 모의 분석도구라고 하더라도 인간의 이성과 감정을 완전히 반영한다는 것은 현재의 기술로는 한계가 있다는 점이다. 하지만 NCW를 기반으로 최적의 체계를 구축하는 노력을 계속한다면 인간의 판단의 범위가 점차적으로 좁혀져 자동화에 가까운 체계를 구축할 수 있을 것이라 생각한다.

본 연구에서 정립된 평가항목 및 기준을 도출하는 방

법은 지휘통제 효과도 모의분석 도구 개발을 위한 데이터베이스 테이블 및 속성값 정의 시 활용될 수 있을 것이다. 따라서 지휘통제 체계의 변화에 따른 임무 효과도 변화에 대한 민감도 분석 등이 가능해 질 것이므로 지휘통제 체계의 질적 개선에도 기여할 수 있을 것이다.

본 연구는 지휘통제 효과도를 측정할 수 있는 평가기준 정립을 위한 체계적인 접근 방법론을 제시함으로써 향후 지휘통제 효과도 모의분석에 대한 평가 메커니즘 구축을 위한 기반이 될 것이다.

참 고 문 헌

1. 손태중, 노훈 외 전문가 14명, 네트워크중심전, 한국국방연구원, pp. 293-294, 2003.
2. 이재영, 김철환, 김진준, 장수진, “지휘통제(C4I) 체계의 전투효과 평가방법 연구”, 21세기 군사 연구소, pp. 107-144, 2003.
3. John Garstka and David Alberts, Network Centric Operations Conceptual Framework Version 2.0, 2004.
4. Office of Force Transformation, The Implementation of Network Centric Warfare, pp. 19-21, 2005.
5. Daniel Gonzales et al., Network-Centric Operations Case Study Air-to-Air Combat With and Without Link 16, RAND, pp. 71-73, 2005.



손 영 환 (yhsohn@simnet.co.kr)

1982 고려대학교 산업공학과 학사
 1984 KAIST 산업공학과 석사
 1998 KAIST 산업공학과 공학박사
 1988~2002 한국국방연구원 연구위원
 2010~현재 (주)심네트 기술경영분석연구소 소장

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, Combat Analysis



김 원 배 (wbkim@simnet.co.kr)

1986 금오공대 전자계산학 학사
 1999 국방대학교 전자계산학 석사
 2005 충남대학교 전산학 박사수료
 2006 육군 중령 예편
 2007~현재 (주)심네트 M&S 2사업본부 본부장

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 소프트웨어 공학