

# SNA 기반 네트워크 파워를 이용한 지상전장정보체계 전투력 효과측정 모델제안

정치영\*† · 이재영\*

## A Proposal of Combat Power Measurement Model of Army Warfare Information System Using Network Power based on Social Network Analysis

Chi-Young Jung\* · Jae-Yeong Lee\*

### ■ Abstract ■

It is important not only to introduce the C4I(Command and Control, Communication, Computer, Intelligence) system for realizing the NCW(Network Centric Warfare) but also to evaluate the synergistic effect by the C4I system. However, the study effort for evaluating the system's synergistic effect is insufficient compared with introducing the system. Therefore, in this paper, we proposed a model that measures the synergistic effect of combat power by the warfare information system. To measure the synergistic effect of warfare information system, the network power must be considered, so we also proposed a new methodology for measurement of network power based on SNA(Social Network Analysis), not Metcalfe's law. A model we proposed is a model that measures the raised combat power by the network effectiveness. The methodology and model we proposed in this paper will be used usefully to analyze the practical effect of constructing future warfare information system.

Keyword : Warfare Information System, Network Power, SNA, Combat Power Measurement Model

논문접수일 : 2011년 07월 29일 논문게재확정일 : 2011년 11월 16일

논문수정일(1차 : 2011년 09월 07일)

\* 국방대학교 국방관리대학원 군사운영분석

† 교신저자

## 1. 서 론

21세기로 접어들면서 전쟁수행 패러다임은 플랫폼 중심전(Platform Centric Warfare : PCW)에서 네트워크 중심전(Network Centric Warfare : NCW)으로 진화하였다[12]. NCW는 전투공간 내의 BSE(Battle-space Entity)들을 강건한 네트워크로 연결하여 전투력의 시너지효과를 유발하는 정보우위의 작전개념으로, NCW 전력의 주축은 C4I 체계(Command and Control, Communication, Computer, Intelligence System), 정보자산(Sensor), 정밀무기체계(Shooter)등이며[19], NCW는 또한 정보중심전(Information Centric Warfare : ICW), 지식중심전(Knowledge Centric Warfare : KCW)으로 진화를 하고 있다[21].

NCW와 C4I와 같은 전장정보체계의 관계를 보면, 전장정보체계에 의한 전투업무 프로세스의 효과적인 연결과 전투자산 및 부대 간의 효율적인 네트워킹은 전투효과의 시너지효과를 유발시켰으며, 정보자산-전장네트워크-타격자산의 연결을 가능하게 함으로써 NCW라는 새로운 패러다임을 생산하였을 뿐만 아니라[26], 소모중심의 전투수행 방식을 정보우위를 기반으로 하는 속도중심의 전투수행 방식으로 전환하게 하였다[22]. 즉, 전장정보체계는 BSE들에게 정보자산이 획득한 정보를 제공하여 전투공간에 대한 공통적인 상황인식과 자기 동기화 달성을 가능하게 함으로써 군사작전의 정보우위를 달성하게 하는 것이다[5].

한국군은 이와 같은 전쟁수행 패러다임의 변화에 능동적으로 대처하기 위해 ATCIS, KNTDS, MCRC와 같은 각 군별 C4I체계 개발 및 전력화를 추진하여왔다. 또한 최근 육군은 현재 운용하고 있는 전술통신체계인 SPIDER를 대체하고 감시정찰·정밀타격·지휘통제체계를 하나로 묶어주는 무선네트워크 기반 전술종합 정보 통신체계(Tactical Information Communication Network : TICN)와 대대급 이하 제대를 하나로 묶는 대대급 이하 전투지휘체계(Battalion Battle Command System :

B2CS)를 개발하고 있다.

한국 육군은 국방개혁 2020에 따라 현재의 병력 규모를 대폭 줄이면서 전투력은 혁신적으로 강화해야 하는 당면과제를 안고 있다[20]. 이러한 과제는 NCW 구현을 통해 달성가능한데, 이때 TICN 및 B2CS가 육군의 모든 BSE들을 디지털화된 강건한 네트워크로 연결하여 NCW를 구현할 수 있는 도구 역할을 함으로써 육군의 질적 역량강화라는 당면과제를 충족시켜줄 수 있을 것이다.

그러나 TICN 및 B2CS 뿐만 아니라 각종 전장정보체계 구축과 관련하여, 체계의 하드웨어적 구축은 순조롭게 진행되고 있지만 체계구축에 의한 효과를 측정하려는 시도는 미흡한 실정이며, 전장정보체계구축사업의 효과평가기준이 부재하여 구축 이후 어느 정도의 전투력 효과가 발생하였는지에 대한 체계적이고 신뢰할 만한 판단이 힘든 실정이다[9, 21]. 따라서 많은 국가 재원과 자원이 투자되는 전장정보체계 전력화에 따른 전투력 상승효과 측정 모델링에 대한 기법연구가 절실히 요구된다.

이와 같은 요구에 따라 전장정보체계에 의한 전투력 효과측정과 관련된 다수의 연구들이 수행되어졌다. 그러나 기존의 연구들은 전투력을 구성하는 각 요소간의 상호작용에 의한 상승효과를 종합적으로 고려하지 못했다는 한계가 있다.

이에 본 연구에서는 최근 다양한 분야에서 적용되고 있는 사회 연결망 분석(Social Network Analysis : SNA)기법을 적용함으로써 전장정보체계에 의해 구축되는 네트워크의 구조를 반영할 수 있는 네트워크 파워 산출 방법과 네트워크 파워에 의해 상승하는 전투력을 측정할 수 있는 전투력 상승효과 평가모델을 제안한다. 또한 제안한 방법과 모델을 현재 전장정보체계가 구축되어 있지 않은 육군의 기본 전술단위인 대대급 이하 제대에 적용하여 전투력 상승효과를 측정하고 기존의 분석결과와 비교함으로써 본 연구에서 제안하는 네트워크 파워 산출 방법 및 전투력 상승효과 측정모델의 유용성 및 활용가능성을 제시한다.

## 2. 기존연구 고찰

전장정보체계 구축효과와 관련된 기존의 주요 연구들을 살펴보면, 미 해군대학원의 Daniel M. Schutzer 교수가 해군함정 간의 교전 시 지휘통제체계의 개선으로 나타나는 전투력 상승효과를 측정하기 위해 제시한 C2 효과측정 모델[29]을 이용하여 전장정보체계 구축 전·후의 전투력 상승효과를 측정 한 연구[11, 15]와, 고전역학인 뉴턴의 제 2법칙을 이용하여 전장정보체계에 의한 전투력 상승효과를 측정 한 연구[14, 21], AHP 기법[1] 및 ANP 기법[6]을 이용한 연구 등 다양한 이론 및 기법을 적용한 연구들이 있다.

기존의 주요 연구들을 연구초점 및 특징에 따라 크게 3가지로 분류해 보면, 첫째 Metcalfe's law에 의해 측정된 네트워크 파워를 주요변수로 활용하여 JFOS-K구축시 전투력 상승정도를 평가할 수 있는 새로운 MOE(Measure Of Effectiveness)를 제안한 연구[14, 21], 둘째, Schutzer의 C2 효과측정 모델의 구성 및 해석에 중요한 영향을 미치는 생존 확률, 할당비율, 교환비율 등에 초점을 맞춘 연구[11, 15], 셋째, 설문조사를 이용하여 C4I체계 전투효과를 분석한 연구[1, 6]로 구분할 수 있다.

기존 연구들의 특징과 관련해서 NCW의 개념을 다시 한 번 살펴보면, NCW는 정보자산과 C2 그리고 타격체계들을 강건한 네트워크로 연결하는 것이며[16], 전장정보체계에 의해 구축된다[14]. 따라서 전장정보체계 구축에 의한 전투력 상승효과는 전장정보체계에 의해 생성되는 실질적인 정보공유 네트워크 효과 즉, 네트워크 파워를 반드시 고려해야 한다.

그러나 기존의 연구들은 전장정보체계에 의해 구축되는 네트워크의 구조나 형태의 특성에 대한 고려 없이 즉, 네트워크를 구성하는 각 BSE들이 네트워크내에서 어떠한 형태로 정보를 공유하고 상호작용 하는지에 대한 고찰 없이 전장정보체계 구축에 따른 전투력 상승효과를 제시하였다는 공통적인 특징이 있다. 또한 네트워크 파워를 주요 변

수로 고려하여 전장정보체계에 의한 전투력 상승효과를 측정 한 연구에서는 전장정보체계가 구축되면 네트워크내 모든 BSE들이 무조건 상호간에 정보를 공유함으로써 전투력이 기하급수적으로 상승한다는 Metcalfe's law에 의한 네트워크 파워를 그대로 적용하였다는 특징을 갖고 있다. 요약하면, 기존 연구들은 전장정보체계에 의한 전투력 상승효과를 측정함에 있어 정보공유 네트워크의 연결구조에 따른 네트워크 파워에 대한 고찰이 미흡하였다는 한계점을 갖고 있는 것이다.

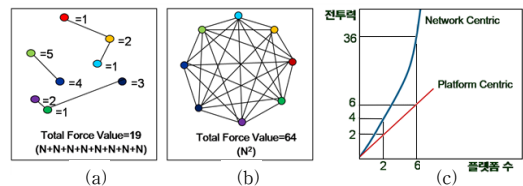
네트워크의 구조를 반영한 네트워크 파워의 중요성은 기존의 네트워크 파워 산출개념인 Metcalfe's law와 B2CS에 의해 구축되는 네트워크내의 BSE들이 모두 전투원(combatant)인 육군 보병대대의 지휘통제체계(계통)의 구조적 특징을 비교함으로써 쉽게 이해할 수 있다.

### 2.1 Metcalfe's law에 의한 네트워크 파워

Metcalfe's law란 네트워크의 파워가 연결된 노드 수의 제곱에 비례한다는 개념으로, 이 법칙에 따르면 네트워크 효과는 노드 간 상호작용의 합수로 나타낼 수 있으며, 네트워크상  $n$ 개의 노드가 존재할 때, 이에 대해  $n-1$ 개의 상호작용이 존재한다. 따라서  $n$ 개의 노드로 구성된 네트워크에서 상호작용에 의해 창출되는 네트워크 파워는 식 (1)과 같고,  $n$ 이 큰 경우 네트워크 파워는  $n^2$ 에 비례한다[12].

$$\text{Network Power} = n(n-1) = n^2 - n \quad (1)$$

$$\text{If } n \text{ is large, Network Power} \propto n^2$$



[그림 1] 네트워크 파워(PCW vs. NCW)

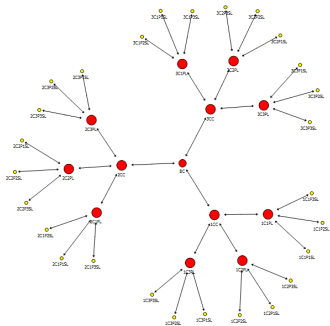
Metcalfe's law에 따르면, NCW에서의 전투력은

PCW에서의 전투력과는 달리 [그림 1](c)와 같이 비선형으로 증가한다[12].

### 2.2 새로운 네트워크 파워측정방법의 필요성

NCW는 정보자산이 획득한 전장정보를 정해진 지휘통제체계(계통)를 통해 타격체계에 실시간으로 전달되게 함으로써, 결국 타격체계가 빠르고 정확한 타격임무를 수행할 수 있도록 하는 것이다. 따라서 단순히 전장 정보체계에 의해 모든 BSE들이 전장정보를 공유할 수 있게 되었다고 해서 [그림 1](b)와 같이 지휘통제체계(계통) 구조를 무시하고 정보공유능력만 고려하여 네트워크 파워를 계산하는 것은 타격체계의 임무결과에 의해 결정되는 전투력과의 연계성과 지휘계통 및 절차를 무시한 왜곡된 값을 산출하게 되는 오류를 범할 수 있는 것이다. 그러나 Metcalfe's law에서는 전장정보체계가 구축되면, 모든 BSE들이 하나의 네트워크로 연결되어 무조건 상호간에 정보를 공유한다고 가정한다. 이때 BSE들이 보유해야할 단말기의 확보 및 운영과 관련된 예산, 과도한 주파수 사용문제, 특히 지휘통제상의 혼란 등을 고려 시 Metcalfe's law의 기본 가정사항은 현실적이지 못하다.

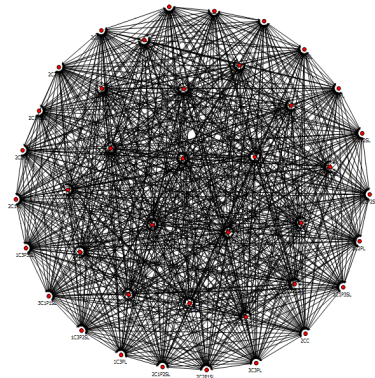
이와 같은 비현실성은 1개 보병대대에서 상급부대의 전장정보와 타격체계역할을 하는 전투원의 연결통로인 지휘통제체계(계통)을 예로 들어 설명할 수 있다. 1개 보병대대의 지휘통제체계(계통)은 [그림 2]와 같이 대대장(중앙에 위치한 노드)은 예



[그림 2] 1개 대대의 지휘통제체계(계통)

하 3개 중대장에게, 각 중대장은 각 중대 예하 3개 소대장에게, 각 소대장은 각 소대 예하 3개 분대장에게 명령을 하달하고, 명령수행 결과 및 상황보고는 다시 분대장-소대장-중대장-대대장과 같은 엄격하고 체계적인 지휘통제계통을 따른다.

그러나 [그림 2]와 같이 대대장으로부터 최종 타격체계역할을 하는 분대장에게 전달되는 명령 및 보고체계(계통)를 무시하고 Metcalfe's law에 의해 모든 BSE들이 무조건 정보를 공유하는 네트워크는 [그림 3]과 같이 나타남으로써 Metcalfe's law를 적용하게 되면, 작전수행을 위한 지휘통제체계(계통)을 무시한 채 현실성이 떨어지는 과도한 네트워크 파워가 산출된다는 것을 직관적으로 알 수 있다. 이 같은 비현실성은 부대규모가 연대, 사단 등으로 커지게 되면 노드 수가 증가함에 따라 더 크게 나타나게 된다. 따라서 실질적인 네트워크 파워를 측정하기 위해서는 네트워크 내의 노드 간 연결 구조(계통)를 반영할 수 있는 새로운 방법이 필요하다.



[그림 3] Metcalfe's law 개념을 적용한 네트워크

## 3. SNA 기반 네트워크파워 산출 방법 제안

### 3.1 SNA의 개념

SNA는 특정한 관계의 패턴을 가지는 인간이나

집단의 집합을 의미하는 social network[24]의 구조 또는 형태의 특징을 도출하여 체계의 특성을 설명하거나 체계를 구성하는 단위의 행위를 설명할 수 있는 방법으로, 네트워크 내 행위자(node)들의 관계를 수치화, 통계화 및 그래프화하여 관계에 대한 계량적이고 과학적인 해석을 가능하게 하는 분석기법이다[18].

본 장에서는 최근 산업공학 뿐만 아니라 다양한 학문분야에 새로운 조명이 이루어지고 있는 SNA[2]를 활용한 네트워크 파워 측정방법을 제안한다. 이때 SNA의 다양한 분석 초점 및 분석지표 들 중 전장정보체계의 네트워크 파워를 산출할 수 있는 네트워크 구조파악과 관련된 내용을 집중적으로 다룬다.

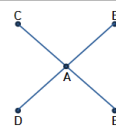
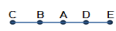
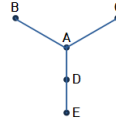
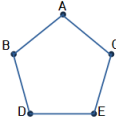
### 3.2 Social network의 유형

Social network는 분석하고자 하는 초점 및 관계의 모양에 따라 <표 1> 및 <표 2>와 같이 구분할 수 있다[12].

<표 1> 분석초점에 따른 social network 유형

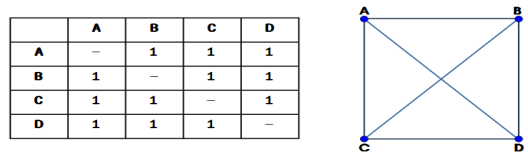
구 분	내용
에고 네트워크 (Ego-centric Network)	한 node를 중심(ego)에 위치시키고 다른 node와의 연결을 표현한 네트워크
양자 네트워크 (Dyadic Network)	두 node를 쌍(pair)으로 분석하기 위해 두 node간의 연결을 표현한 네트워크
전체 네트워크 (Total Network)	N개의 전체 node들로 구성된 네트워크

<표 2> 관계모양에 따른 social network 유형

Type	표 현	Type	표 현
Star		Chain	
Y		Circle	

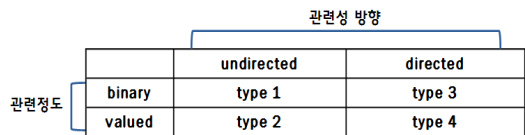
### 3.3 Social Network 표현 및 데이터 유형

Social network를 구성하는 노드들 사이의 관계는 matrix와 graph로 표현할 수 있다. 노드들 사이의 관계를 표현하는 matrix를 인접도(adjacent) matrix 또는 socio-matrix라고 하고, 이때 네트워크를 구성하는 노드가 동질적으로 구성된 matrix를 1-mode socio-matrix, 이질적인 노드로 구성된 matrix를 2-mode socio-matrix라고 하며, 이러한 matrix를 그래프로 나타낸 것을 sociogram이라고 한다. 1-mode socio-matrix 및 그에 대한 sociogram의 예는 [그림 4]와 같다[7].



[그림 4] 1-mode socio-matrix 및 sociogram

[그림 4]의 matrix에 들어가는 자료는 관계 데이터(relation data)이다. 관계 데이터란 관계를 형성하는 한 쌍(pair)의 노드사이에서 발생하는 정보를 의미하며, 관계 데이터 유형은 [그림 5]와 같이 4가지 유형으로 구분한다[13].



[그림 5] 관계데이터 유형

Type 1은 관련성의 방향은 없이 관계의 유무만을 나타내고, type 2는 관련성의 방향은 없고 관계의 정도를 나타내는 유형, type 3은 방향은 있으나 관계의 정도가 포함되지 않고, type 4는 방향이 있고 관계의 정도가 포함되어 있는 데이터 유형이다.

### 3.4 SNA 분석지표

본 연구에서 SNA를 활용하는 목적은 B2CS 전

력화에 따른 육군의 대대급 이하 네트워크 파워를 측정할 수 있는 방법론을 제시하는 것이므로, 분석 수준을 거시적인 전체 네트워크 수준으로 정하고, 거시적 수준에서 네트워크 파워의 의미와 Metcalfe's law에 의한 네트워크 파워를 비교하기 위해 거시적 수준 분석지표인 네트워크의 포괄성, 연결 정도 및 밀도에 대해 설명한다.

연결정도(degree)는 한 노드의 이웃에 있는 모든 노드들의 수를 그 노드의 연결정도라고 하며, 식 (2)와 같이 계산된다[13].

$$Degree = 2 \times \text{number of links} \quad (2)$$

포괄성(inclusiveness)이란 네트워크 내 서로 연결된 노드들의 수를 의미하며, 네트워크를 구성하는 전체 노드의 수가  $n$ 일 때 식 (3)과 같이 계산된다[13].

$$Inclusiveness = \frac{\text{number of linked nodes}}{n} \quad (3)$$

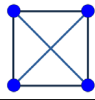
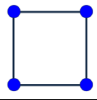
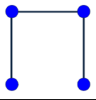
밀도(density)란 네트워크 내의 노드 간에 존재하는 연결정도가 그 노드들이 가질 수 있는 최대한의 연결정도에서 차지하는 비중으로 식 (4)와 같이 계산되고, 같은 수의 노드로 구성된 네트워크의 연결강도를 비교할 때 사용할 수 있다[13].

$$Density = \frac{2 \times \text{number of links}}{n \times (n-1)} \quad (4)$$

밀도의 값은 0부터 1의 범위 값을 갖는데, 밀도 0은 노드들이 하나도 연결이 되지 않은 네트워크를 의미하고, 밀도 1은 모든 노드들이 완벽하게 서로 연결된 네트워크를 의미한다.

이와 같은 SNA 분석지표들은 노드의 수가 같더라도 <표 3>과 같이 네트워크 내 링크의 구조에 따라서 상이하게 나타남으로써, 네트워크를 구성하는 노드의 수가 아니라 노드 간 연결구조의 차이에 따라 네트워크 분석지표 값들의 차이가 발생하는 것을 알 수 있다.

<표 3> 네트워크 구조에 따른 분석지표 변화

구분	유형 1	유형 2	유형 3	
소시오그램				
노드의 수	4	4	4	
포괄성	1.0	1.0	1.0	
링크의 수	6	4	3	
연결 정도	값	12	8	6
	$n^2 - n$	12	12	12
	$n^2 - n =$ 연결정도	○	×	×
밀도	1.0	0.667	0.5	

### 3.5 SNA 기반 네트워크 파워

<표 3>의 1번 유형을 보면, 1번 네트워크는 네트워크를 구성하는 모든 노드들이 서로 연결되어 상호작용을 하고 있고, 연결정도의 합은 12, 밀도는 1이다. 이때 Metcalfe's law를 적용하여 네트워크 파워를 계산해 보면  $4^2 - 4 = 12$ 로 계산되어, 유형 1은 모든 노드들이 서로 완벽하게 연결된 네트워크이며, 이와 같이 모든 노드가 서로 완벽하게 연결된 네트워크의 연결정도의 합이 곧 Metcalfe's law에 의한 네트워크 파워임을 알 수 있다. 그러나 1번 유형과 2, 3번 유형을 서로 비교해 보면, 노드의 수가 동일하다 하더라도 링크의 수에 따라 연결정도의 크기가 변화하는 것을 알 수 있다. 이는 실질적인 네트워크 파워를 측정하기 위해서는 네트워크의 구조 즉, 정보를 공유하기 위해 연결되어 있는 링크의 수를 고려해야 한다는 점을 시사해주며, Metcalfe's law에 의한 네트워크 파워는 네트워크 내 노드들 간의 연결구조 즉, 지휘통제체계(계통)를 무시한 값이라는 것을 알 수 있게 해준다. 따라서 실질적인 네트워크 파워를 측정하기 위해서는 노드의 함수인 Metcalfe's law에 의한 방법이 아니라 네트워크 내의 구조를 반영할 수 있는 링크의 함수인 식 (2)를 활용한 식 (5)에 의해 계산되어야 한다.

$$Network Power = 2 \times \text{number of links} \quad (5)$$

### 3.6 B2CS의 네트워크파워 산출을 위한 SNA

구체적이고 특별한 연결망 구조를 갖는 경우, 인문사회과학 분야가 아닌 다른 학문분야에서도 SNA를 적용한 분석이 가능하다[2]. 육군은 엄격한 지휘통제체계(계통)와 같은 연결망 구조를 갖고 있으므로 SNA를 적용하기 위한 구조적 특성이 잘 갖춰져 있고, 본 연구에서는 B2CS에 초점을 맞춰 대대급 네트워크 특성을 분석하므로 <표 1>에서와 같이 전체 네트워크 수준에서의 분석이 가능하며, 그 노드의 관계모양은 대대장-중대장-소대장-분대장의 명령 및 보고체계로 <표 2>에서 계층구조가 있는 hierarchical-star type으로 생각할 수 있다. 또한 이러한 명령 및 보고망은 각 노드가 직접적인 명령 및 보고라인(정보공유)에 있을 경우 1그렇지 않을 경우 0으로 binary 값인 [그림 5]의 type 1데이터를 활용하여 1-mode socio-matrix로 표현할 수 있다. <표 4>는 이와 같은 대대급 social network의 특징을 요약한 것이며, <표 5>는 [그림 2]의 1개 대대의 지휘통제체계를 1-mode socio-matrix로 나타낸 것이다.

<표 4> 대대급 social network 특징

분석초점	관계 모양	데이터 유형	데이터 표현
Total Network	Hierarchical star	Type 1	1-mode socio-matrix

<표 5> 대대 지휘통제체계 1-mode socio-matrix

	BC	1CC	2CC	..	1CIPL	2CIPL	..	1CIPISL	2CIPISL	..
BC	-	1	0	..	0	0	..	0	0	..
1CC	1	-	1	..	1	0	..	0	0	..
2CC	1	0	-	..	0	1	..	0	0	..
..	:	:	:	-	:	:	..	:	:	..
1CIPL	0	1	0	..	-	0	..	1	0	..
2CIPL	0	0	1	..	0	-	..	0	1	..
..	:	:	:	..	:	:	..	:	:	..
1CIPISL	0	0	0	..	1	0	..	-	0	..
2CIPISL	0	0	0	..	0	1	..	0	-	..
..	:	:	:	..	:	:	..	:	:	..

본 연구에서는 <표 5>와 같은 matrix 자료를 입

력하거나 구축된 matrix를 import하여 SNA의 분석지표 뿐만 아니라 관련된 통계분석 및 네트워크의 시각화를 할 수 있는 종합 프로그램인 NetMiner 4.0을 활용한다.

## 4. 전장정보체계에 의한 전투력 측정모델 제안

전장환경의 변화는 PCW에 기반한 전력평가 개념을 탈피한 NCW 상황에 부합하는 새로운 전력평가 체계를 필요로 한다[14].

전장정보체계는 BSE들 간에 정보를 공유하도록 함으로써 네트워크 파워를 증대시킨다. 그러나 네트워크 파워는 전투공간을 구성하는 BSE들을 얼마나 강하게 연결시킬 수 있는지에 대한 잠재적인 이득일 뿐, 그 값 자체가 전투력은 아니다[5]. 전투력이란 전투에 직접 발휘되는 최종적인 능력으로 [17], 결국 전투력은 shooter들의 전투효과에 의해 나타난다. 따라서 전장정보체계에 의한 전투력은 네트워크 파워라는 잠재이득이 반영된 무기체계들의 시너지 효과로 측정되어야 한다.

### 4.1 전장정보체계 전투력 측정모델 제안의 필요성

전투력은 충격량을 나타내는 고전역학인 뉴턴의 제 2법칙을 이용해서 식 (6)과 같은 단순한 수학모델로 나타낼 수 있다[22].

$$F = ma = \frac{m \times v \times I}{T} = mvC \tag{6}$$

$F$ : 전투력/ $m$ : 타격력/ $v$ : 기동력

$I$ : 판단정확성/ $T$ : 작전반응시간/ $C$ : 정보전력

식 (6)은 전투력이 무기체계의 화력 및 기동력뿐만 아니라 정보전력에 의해 변화한다는 개념이다. 그러나 이 모델에서는 정보전력이라고 한  $C$ 값을 계량화하여 설명하는 데 한계가 있다. 이와 같은 한

계는 <표 6>의 고전역학과 전투이론의 용어 및 개념의 연계성[10] 그리고 정보전력에 의해 구축되는 네트워크의 노드 간 상호작용인 Metcalfe's law에 의한 네트워크 파워를 고려하여 식 (7)과 같이 보완된 바 있다[14].

$$F = ma = m(\Delta v / \Delta t) = (MvI) / T = \frac{(n^2 - n)vI}{T} \quad (7)$$

*F*: 전투력

*m*: 전투질량 ↔ *M*: 네트워크 파워

*v*: shooter의 표적투사속도

*t*: 시간 ↔ *T*: 지휘통제 시간

*I*: 정보의 우위

식 (7)에서는 물질의 본질적인 특성을 나타내는 질량(*m*)을 <표 6>의 전투질량에 대입하고 이 전투질량을 Metcalfe's law를 적용한 네트워크 파워 (*M*)로 대체하였으며, 속도(*v*)를 탄약, 미사일 등과 같은 공격수단의 표적에 대한 투사속도로, *T*를 지휘통제 시간으로, *I*를 표적에 대한 정보의 우위로 하여 네트워크 파워를 고려한 전투력을 측정한다.

이는 전투이론에 고전역학인 뉴턴의 제 2법칙을 적용하여 네트워크 파워, 속도, 정보우위, 지휘통제 시간을 변수로 하는 매우 단순하고 분석이 용이한 전투력 측정모형을 제시하였다는 데 큰 의미가 있다. 그러나 네트워크 파워는 앞서 설명한 바와 같이 전투공간을 구성하는 BSE들을 얼마나 강하게 연결시킬 수 있는지에 대한 잠재적인 이득일 뿐[5], 그 값 자체가 전투력은 아니다. 따라서 네트워크

파워를 전투질량으로 보는 것은 무리가 있다.

그럼에도 불구하고 식 (7)은 단순히 전투질량을 네트워크 파워로 대체함으로써, 네트워크 파워 자체가 <표 6>의 물리적 전투력으로 인식되었다는 한계가 있다. 이는 C4I 체계가 정보자산과 각 타격 체계를 강건한 네트워크로 연결시켜, 결국 각 타격 체계들의 전투력이 시너지 효과로 나타나는 NCW와 전장정보체계의 전투자산 연결 개념을 볼 때, 각 타격체계들의 전투효과를 전혀 고려하지 않은 모델링이라 할 수 있다. 또한 식 (7)은 Metcalfe's law에 의한 네트워크 파워를 적용함으로써 단위부대별로 명확히 구축되어 있는 지휘통제체계를 무시한 네트워크 파워를 적용하였다는 한계가 있다. 따라서 이 같은 한계점을 극복할 수 있는 새로운 전투력 측정 모델이 필요하다. 이에 본 연구에서는 제 3장에서 제안한 SNA 기반 네트워크 파워를 잠재이득으로 하고, 단위 무기체계의 전투효과를 반영할 수 있는 전투력 측정모형을 제안한다.

전투력 상승효과측정 모델은 먼저 SNA 기반 네트워크 파워를 반영하여 네트워크 효과를 반영할 수 있는 전투력 측정 모델을 구축하고 이 모델을 활용하여 전장 정보체계 구축 전과 후의 관계를 승수형태로 계산할 수 있는 모델을 구축하는 절차로 제안한다.

#### 4.2 네트워크 효과를 반영한 전투력 측정모델

본 연구에서 제안하는 전장정보체계에 의한 전투력 평가모델의 가장 핵심은 강건한 네트워크로 묶여있는 BSE들에게 정보자산에 의해 획득된 전

<표 6> 고전역학과 전투이론의 용어 및 개념의 연계성

고전역학(Classical Mechanics)		전투이론(Combat Theory)	
개념	용어	용어	개념
시간	시간	시간	시간
물질의 기본량	질량	전투 질량	물리적 전투력
거리, 위치, 공간	거리	전투 진도	전투의 진척정도, 추상적 공간
위치의 시간적 변화율	속도	전투 속도	전투 템포
속도의 시간적 변화율	가속도	전투 가속도	전투 속도의 시간적 변화율



장정보들이 얼마나 많이 또 얼마나 빠르고 정확하게 전달되어 전투력을 향상시키는가를 측정하는 것이다. 이는 전투력이란 전투에 직접 발휘되는 최종적인 능력으로[16], 정보자산들이 획득한 전장정보들이 네트워크를 통해 얼마나 많은 타격체계들에게 실시간에 전달되어 타격체계들의 타격 신속성 및 정확도 등을 높일 것인가에 따라 전투력의 차이가 발생하기 때문이다. 따라서 전장정보체계에 의한 전투력 상승효과는 네트워크 파워에 의한 단위 무기체계들의 전투력 시너지효과로 측정하는 것이 타당하다.

단위 무기체계들의 전투효과는 기존의 PCW 중심의 전력평가 방법을 활용할 수 있는데, PCW 중심의 전력평가 개념은 주로 화력, 생존성, 기동력 등의 요소를 고려한 단위 무기체계들에 대한 전력평가로, 네트워크에 의해 연결된 단위 무기체계들의 시너지 효과를 반영하는 것은 제한된다. 그러나 각 무기체계의 전투효과와 네트워크 파워의 시너지 효과가 전장정보체계에 의한 전투력으로 나타나므로, PCW의 전력평가결과에 네트워크 파워를 반영하는 형태로 PCW의 전력평가결과를 활용할 수 있다.

따라서 본 연구에서 제안하는 전장정보체계에 의한 전투력 평가 모델은 PCW의 무기체계 효과가 전장정보체계에 의해 얼마만큼의 시너지효과로 나타나는지를 평가하는 모델이라 할 수 있다.

본 연구에서는 PCW 중심의 단위 무기체계 전력평가방법 중 정태적 평가방법으로 이미 잘 알려진 WEI(Weapon Effectiveness Indices)와 WUV(Weighted Unit Value)개념[5, 9]을 활용하되, 전장정보체계에 의한 단위 무기체계들의 시너지 전투효과는 네트워크 파워에 의한 승수로 측정한다.

무기효과 지수인 WEI는 실제 전투 간에 화기, 전차, 항공기 등과 같은 무기체계 종류별 전투력의 상대적 가치를 비교할 수 있도록 각 무기체계의 효과를 지수화한 것으로 식 (8)과 같이 산출되며, 화력, 기동성, 생존성의 효과요소 지수 및 가중계수는 Delphi 기법으로 구한다[9].

$$WEI = C_f F + C_m M + C_s S \quad (8)$$

$F$  = 화력 효과요소 지수

$M$  = 기동성 효과요소 지수

$S$  = 생존성 효과요소 지수

$C_f, C_m, C_s$ : 각 효과요소의 가중계수

$$C_f + C_m + C_s = 1$$

부대 가중치인 WUV는 단위부대의 전투효과를 의미한다. 특정한 부대가 보유하고 있는 무기체계의 종류, 유효화기의 수, 무기유형의 전투수행에 미치는 효과 등을 고려하고, WEI를 활용하여 식 (9)와 같이 계산하며, 이때의 가중치 역시 WEI와 같이 Delphi 기법으로 구한다[9].

$$WUV = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m C_{ij} WEI_j CW_i \quad (9)$$

$C_{ij}$  = 유형  $i$ 의  $j$ 번째 무기체계 유효무기 수

$CW_i$  = 유형  $i$ 의 가중계수

$k$  = 무기체계 유형의 종류

$m$  = 동일한 유형의 무기체계 종류

이때 WUV는 무기체계 종류별 전투효과 및 수량이 반영된 특정 단위부대의 전투효과로, 부대라는 개념을 각종 무기체계나 전투원(combatant) 등과 같은 BSE들이 구성하는 하나의 통합체제라 보면, 결국 WUV는 특정한 체계를 구성하는 타격체계들의 전투효과의 합을 나타낸다고 할 수 있다.

따라서 식 (7)에서 전투질량을 단위 무기체계의 전투력을 고려하지 않고 단순히 Metcalfe's law에 의한 네트워크 파워로 대체한 것과는 달리, 본 연구에서는 네트워크 파워를 기반으로 하는 전투질량(Combat Mass Based on Network Power : CMB NP)을 식 (10)과 같이 타격체계들의 전투효과의 합인 WUV와 식 (5)와 같이 산출되는 네트워크 잠재이득인 네트워크 파워의 곱으로 대체하고, 또한 각 타격체계들의 표적 투사속도는 WUV 측정시 고

려되는 점을 감안하여 모델에서 제외하였다.

$$CMBNP = Network\ Power \times WUV \quad (10)$$

식 (7)에서 정보의 우위인  $I$ 는 전장정보체계 네트워크 위에서 얼마나 많은 양의 정보가 BSE들 간에 공유되는가로 측정할 수 있다. 이는 정보자산의 수나 성능이 전투력에 직접적인 영향을 미치는 것이 아니라 얼마나 많은 전장 정보들이 얼마나 많은 타격체계에 빠르고 정확하게 전달되는가에 의해 전투력이 달라지기 때문이다.

이때의 정보량은 정보이론에서 정의하는 개념으로 측정할 수 있다. 정보이론에서 어떠한 사건  $A$ 가 일어날 확률을  $P(A)$  ( $0 \leq P(A) \leq 1$ )로 보면, 사건  $A$ 가 일어났다는 것을 알았을 때 얻는 정보량  $I$ 는  $P(A)$ 의 역수를 대수로 취하게 되며, 식 (11)과 같이 정의된다[19].

$$I(A) = \ln \frac{1}{P(A)} = -\ln P(A) \quad (11)$$

정보이론에 의하면, 한 사건의 발생확률이 작을수록 그것의 발생을 통해 얻는 정보량은 커진다. 이때  $P(sensor_s)$ 를 특정한 정보자산이 탐지해야 할 표적을 발견하지 못할 확률이라 하면, 표적을 발견하지 못할 확률이 작을수록 획득하는 정보량은 증가한다.

따라서 특정한 체계 내에 있는 모든 정보자산의 정보량  $I$ 는 식 (12)와 같이 나타낼 수 있다.

$$I = - \sum_{s=1}^S sensor_s \times \ln P(sensor_s) \quad (12)$$

$sensor_s$  :  $s$ 번째 정보자산의 수 ( $s = 1, 2, \dots, S$ )

$P(sensor_s)$  :  $s$ 번째 정보자산이 표적을 발견하지 못할 확률

식 (10) 및 식 (12)를 이용하여 식 (7)은 식 (13)과

같이 수정할 수 있고, 식 (13)이 본 연구에서 제안하는 네트워크 파워를 기반으로 하는 전투력(CPBNP : Combat Power Based on Network Power)을 측정할 수 있는 모델로, 이 모델은 네트워크 파워 기반 전투질량, 정보량 및 지휘통제 시간의 함수이다.

$$CPBNP = \frac{CMBNP \times I}{T} \quad (13)$$

$T$  = 지휘통제시간

### 4.3 전장정보체계에 의한 전투력 상승효과 측정모델

#### 4.3.1 네트워크 구조의 변화

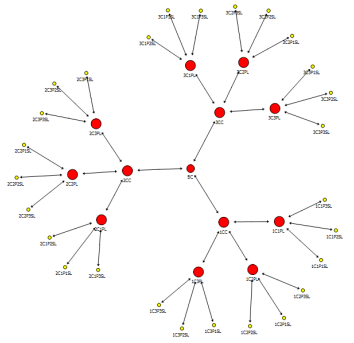
B2CS 구축 전 특정 체계의 네트워크는 제 3장에서 설명한 social network로, 전장정보체계에 의해 하나로 묶이지 않았을 뿐 [그림 6](a)와 같은 지휘통제체계(계통)에 의해 구축되어 있는 social network이다. 따라서 전장정보체계 구축 전의 전투력은 social network power에 의한 전투력이라고 할 수 있으며, 구축 후의 전투력은 식 (13)에 의한 B2CS 네트워크 파워에 의한 전투력이라 할 수 있다. 따라서 B2CS가 새롭게 전력화 될 때 B2CS에 의해 전투력이 구축 전에 비해 얼마나 상승하는가를 나타내는 체계구축 시 전투력 상승효과 승수  $K_C$ 는 식 (14)와 같이 산출할 수 있다.

$$K_C = \frac{CPBNP_{AC}}{CPBNP_{BC}} \quad (14)$$

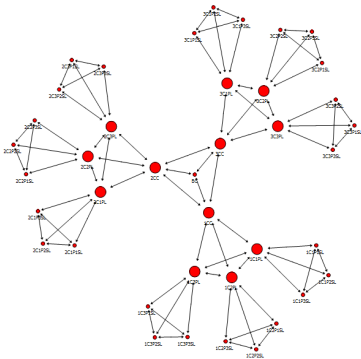
$BC$  : Before Construction,  $AC$  : After Construction

B2CS 구축시의 네트워크 구조의 변화는 [그림 6](a)의 지휘통제체계 social network 내에 있는 노드들 중에서 어떠한 노드들을 연결시켜 상호간에 정보를 실시간에 공유토록 하는가에 따라 [그림 6](b) 또는 [그림 6](c)와 같이 정보공유 네트워크가 강화되는 형태로 변화한다. 여기서 [그림 6](b)는 동등한 level에 있는 BSE들 간에 정보를 공유토록 한

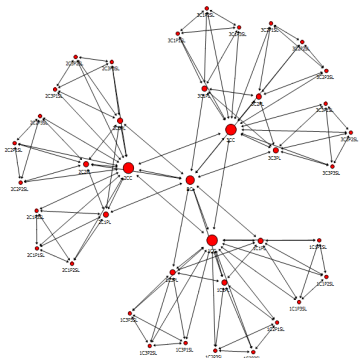
것이고, [그림 6](c)는 [그림 6](b)에 추가하여 2차 상·하위 BSE들 간에도 정보를 공유토록 한 예이다.



(a) Before Construction



(b) After Construction : CASE I



(c) After Construction : CASE II

[그림 6] 전장정보체계 구축 시 네트워크 구조 변화

따라서 전장정보체계 구축에 따른 전투력 상승 효과는 식 (13) 및 식 (14)에 따라 식 (15)와 같이 나타낼 수 있다.

$$K_C = \frac{T_{BC} \times CMBNP_{AC} \times I_{AC}}{T_{AC} \times CMBNP_{BC} \times I_{BC}} \quad (15)$$

$$CMBNP_{BC} = \text{Social Network Power} \times WUV$$

### 4.3.2 정보량의 변화

B2CS가 새롭게 구축된다고 해서 구축 전의 정보 자산의 수, 종류 및 성능이 변화하는 것은 아니므로 정보자산별 획득 정보량이 증가하는 것은 아니다. 단지, B2CS 구축 전에는 정보자산이 획득한 전장정보를 social network 내의 BSE들에게 전달하는데 일정한 시간이 소요되는 것이고, 구축 후에는 각 BSE들이 social network가 아닌 강건한 정보공유 네트워크로 연결되어, 이로 인해 정보가 실시간으로 BSE에게 전달됨으로써 전투력 상승에 상승 효과가 발생하는 것이다. 따라서 B2CS 구축 전·후의 정보량은 식 (16)과 같고, 정보흐름의 양은 social network에서 정보공유 네트워크로의 변화에 따른 네트워크 파워에 반영된다.

$$I_{BC} = I_{AC} = I \quad (16)$$

### 4.3.3 WUV의 변화

특정한 부대의 전투효과를 나타내는 WUV 또한 B2CS가 새롭게 구축된다고 해서 구축 전에 비해 무기의 종류나 수 및 성능이 변화하는 것은 아니므로 체계 구축 전·후의 WUV는 식 (17)과 같다.

$$WUV_{BC} = WUV_{AC} = WUV \quad (17)$$

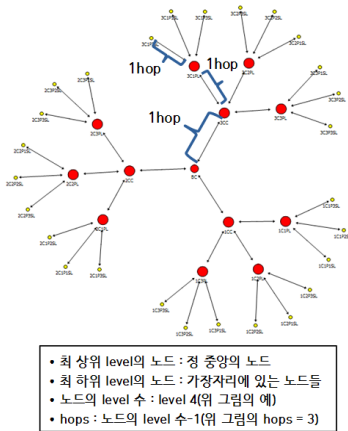
### 4.3.4 지휘통제 시간의 변화

지휘통제 시간은 탐지-경고전파-지휘결심-지휘전파시간으로 정의할 수 있다[29]. 이때 탐지 시간은 정보자산의 기능에 따라 결정되는 시간이므로 본 연구에서는 논외로 한다.

이때 탐지시간을 제외한 지휘통제시간 중 지휘결심 시간( $T_{cd}$ )을 제외하고 경고전파 시간( $T_{wc}$ ), 지휘전파 시간( $T_{cc}$ )은 거의 0에 가까우므로,  $T_{AC}$ 는 지휘결심 시간인  $T_{cd}$ 만 고려하면 된다. 그러나 전장정보체계 구축 전의 지휘통제 시간은 지휘결심 시간  $T_{cd}$ 에 추가하여 social network 내의 각 노드들에게 유·무선으로 경고를 전파하는데 필요한  $T_{wc}$  및 지휘결심을 전파하는데 필요한 시간  $T_{cc}$ 를 고려해야 한다. 따라서 B2CS 구축 전 지휘통제 시간  $T_{BC}$ 와 구축 후 지휘통제 시간  $T_{AC}$ 는 식 (18)과 같다.

$$T_{BC} = T_{cd} + T_{wc} + T_{cc} \quad T_{AC} = T_{cd} \quad (18)$$

식 (18)에서  $T_{wc}$  및  $T_{cc}$ 는 홉(Hop) 개념을 이용하여 구할 수 있다. 홉이란 RIP(Routing Information Protocol)에서 거리 값으로서 어떤 노드까지 홉이 3이라면, 목적지 노드까지 3개의 링크를 경유한다는 의미이다. [그림 7]은 네트워크에서 홉의 개념을 보여준다.



[그림 7] 지휘통제체계 social network의 홉 개념

이때 같은 level에 있는 노드들은 상위 노드로부터 경고 및 지휘결심에 관한 사항을 동시에 전달 받는 것으로 가정하고, 경고전파 시간인  $T_{wc}$ 과 지휘결심전파시간인  $T_{cc}$ 가 동일하며, 각 홉별 소요시간인  $T_{hop}$ 이 동일하다고 가정하면,  $T_{wc}$  및  $T_{cc}$ 는 식

(19)와 같다

$$T_{wc} = T_{cc} = T_{hop} \times Hops \quad (19)$$

$$Hops = \text{노드 level 수} - 1$$

따라서 전장정보체계 구축 전·후의 작전반응시간은 식 (20)과 같다.

$$T_{BC} = T_{cd} + 2 \times T_{hop} \times Hops, \quad T_{AC} = T_{cd} \quad (20)$$

식 (16)부터 식 (20)을 식 (15)에 대입하여 간단히 나타내면 B2CS 구축 시 전투력 상승효과 승수  $K_C$ 는 최종적으로 식 (21)과 같다. 식 (21)이 본 연구에서 제안하는 전장정보체계 구축에 따른 전투력 상승효과 측정 모델로, 이 모델은 네트워크 파워와 지휘결심 시간 및 경고·지휘결심 전파 시간의 함수이다.

$$K_C = \frac{(T_{cd} + 2T_{hop}Hops) \times \text{Network Power}_{AC}}{T_{cd} \times \text{Network Power}_{BC}} \quad (21)$$

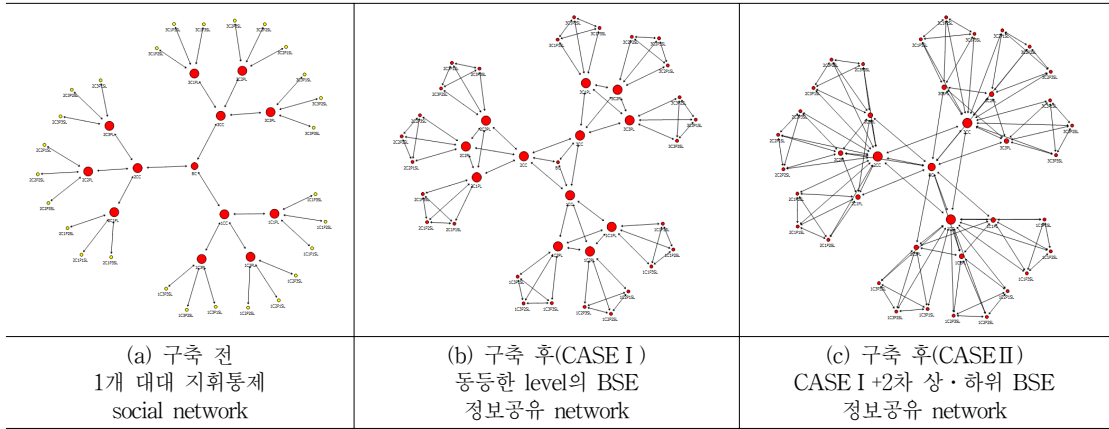
$$\text{Network Power}_{BC} = \text{Social Network Power}$$

## 5. 실험

본 연구에서 제시한 네트워크 파워 측정방법 및 전투력 상승효과 평가 모델을 활용하여 육군의 기본 전술단위인 대대급 이하 제대에 적용하여 전투력 상승효과를 측정하고 기존의 분석결과와 비교함으로써 본 연구에서 제안하는 네트워크 파워 산출 방법 및 전투력 상승효과 측정 모델의 유용성 및 활용 가능성을 제시한다.

### 5.1 가정 및 고려사항

1개 보병대대의 B2CS에 의해 상승되는 전투력을 측정하기 위해 1개 보병대대를 구성하는 BSE는 모두 전투원(combatant)로 대대장, 중대장, 소대



[그림 8] B2CS 구축 전·후의 네트워크 구조

장, 분대장으로 노드의 level을 총 4개로 한정한다. 또한 B2CS에 의해 구축된 네트워크의 구조는 시간이 지남에 따라 변화하지 않는 것으로 가정하고, 대대장의 지휘결심시간  $T_{\alpha}$ 는 10초라 가정하며, B2CS 구축 전, 상위노드에서 하위노드로 경고 및 지휘결심을 전파 시 홉별 5초( $T_{hop} = 5$ 초)가 소요되는 것으로 가정한다.

B2CS 구축 전 social network 및 체계 구축에 따른 정보 공유 네트워크 구조는 [그림 8](a)와 같은 체계구축전 social network, 체계구축 후 [그림 8](b)와 [그림 8](c) 같은 정보공유 network로 가정한다.

### 5.2 네트워크 파워 및 지휘통제시간

제 5.1절의 가정 및 고려사항에 의해 B2CS 구축 전·후의 네트워크 파워와 B2CS 구축 전 social network에서의 경고 및 지휘전파 시간을 산출하는 식(20)에 따라 [그림 8](a)의 노드 level은 4, hops

<표 7> B2CS 구축 전·후 네트워크 파워 및 지휘통제시간

구 분	구축 전	구축 후	
		CASE I	CASE II
Network Power	78	156	228
지휘통제시간	40초	10초	10초

는 3으로 B2CS 구축 전·후의 지휘통제시간은 <표 7>과 같이 계산된다.

### 5.3 전투력 상승효과

B2CS 구축에 따른 전투력 상승효과  $K_c$ 를 구하는 식 (21)에 <표 7>의 결과를 대입하여 계산하면,  $K_c$ 는 <표 8>과 같이 산출된다.

<표 8> B2CS 구축에 따른 전투력 상승효과

구 분	CASE I	CASE II
$K_c$	7.9	11.69

### 5.4 결과 분석

제 5.1절에서 CASE I은 동일한 level의 BSE들이 전장정보를 실시간으로 공유함으로써 효과적인 협동작전을 수행할 수 있도록 네트워크를 구성한 경우이고, CASE II는 중간 BSE의 링크가 끊어졌을 경우를 대비하여 CASE I의 네트워크에 2차 상·하위 BSE들의 연결을 추가하여 링크가 끊기는 우발 상황이 발생하더라도 전장정보의 원활한 실시간 흐름을 보장하기 위한 경우이다. 따라서 지휘통제상의 혼란을 방지하고 원활한 작전을 보장하는 가운데 구현이 가능한 네트워크는 CASE II라고 할 수 있고, 따라서 B2CS를 효과적으로 구축하여 운

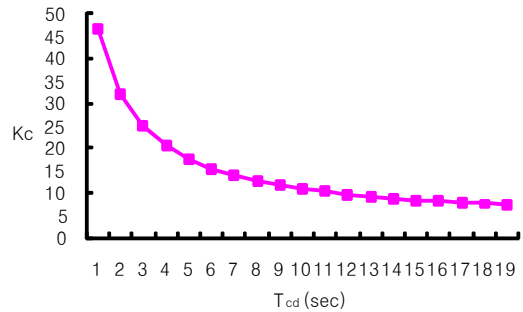
용한다면 전투력 향상효과는 약 11배 향상되는 것으로 볼 수 있다.

이와 같은 결과와 관련하여 한국 육군에서는 자체 판단으로 지상 전술 C4I 체계 구축시 통합 전투력 운용(선견, 선결, 선타)에 의해 10.4배의 전투력 상승효과가 발생할 것으로 판단하고 있으며[9], 미 RAND 국방연구소 NDRI에서는 디지털 통신 네트워크 및 전투지휘체계가 구축된 미 STRIKER 여단의 훈련결과 자료를 분석하여 C4I 체계 구축에 따라 10배 이상의 전투력 상승효과가 나타나는 것으로 판단한 바 있다[20, 25]. 이 같은 결과를 볼 때 본 연구에서 제안하는 전투력 상승효과측정 모델에 의한 전투력 상승효과는 한국 육군 전문가의 판단 또는 미 NDRI의 자료분석 결과 값과 어느 정도 차이는 보이지만 일정 수준 타당성을 갖는다고 할 수 있다. 뿐만 아니라 본 연구에서 제안하는 모델은 네트워크 링크구조를 파악하여 단순한 수학적 모델에 적용하는 단순한 형태와 해석의 용의함으로 인해 상당한 편의 및 유용성을 갖는다 할 수 있다.

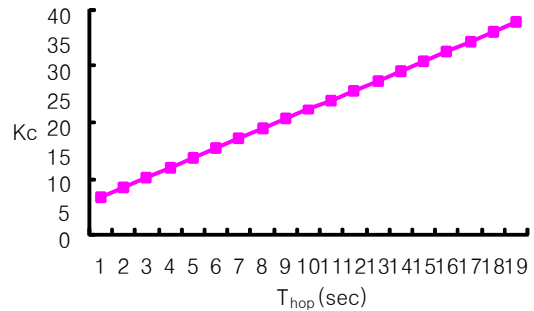
### 5.5 민감도 분석

본 연구에서 제시한 전투력 상승효과 평가 모델은 네트워크 파워 및 지휘통제시간의 함수로, B2CS 구축시 단말기의 수에 따라 결정되는 링크의 수를 제외하면 결국 전투력 상승효과는 지휘결심시간 및 홉별 경고·지휘결심 전파시간에 따라 변화한다. 이때 지휘결심 시간변화에 따른 전투력 상승효과를 분석해 보면, 전투력 상승효과는 [그림 9]와 같이 지휘결심 시간이 증가할수록 전투력 상승효과가 감소하여 B2CS 구축효과를 극대화하기 위해서는 지휘관의 신속한 결심이 요구되는 것을 확인할 수 있다.

또한 전장정보체계 구축 전에 소요되는 시간인 경고 및 지휘결심 전파시간이 증가할수록 [그림 10]과 같이 B2CS 구축에 따른 전투력 상승효과가 크게 나타나 B2CS 구축효과는 결국 정보공유효과임을 알 수 있게 해준다.



[그림 9] 지휘결심시간( $T_{cd}$ )에 변화에 따른 전투력 상승효과승수( $K_C$ )의 변화



[그림 10] 경고·지휘전파시간( $T_{hop}$ )에 변화에 따른 전투력 상승효과승수( $K_C$ )의 변화

CASEⅡ의 11배 이상의 전투력 상승효과는 지휘관의  $T_{cd}$ 를 10초로 하고, 매 홉별 경고 및 지휘결심 전파시간인  $T_{hop}$ 을 5초로 가정했을 때 측정된 값으로 [그림 9] 및 [그림 10]의 전투력 상승효과 민감도분석에서 전투력 상승효과가 감소하는 방향으로  $T_{cd}$  및  $T_{hop}$  값을 <표 9>와 같이 ±2초로 변화시킨다 해도 B2CS 구축에 따른 보병대대의 전투력 상승효과는 최소 9.5배 이상으로 나타난다.

<표 9>  $T_{cd}$  및  $T_{hop}$ 에 따른 전투력 상승효과 변화

구 분		Kc
$T_{cd}$	$T_{hop}$ (CASE Ⅱ)	
8초	3초	9.5
9초	4초	10.7
10초	5초	11.7
11초	6초	12.5
12초	7초	13.2

## 6. 결론 및 향후 연구방향

본 연구에서는 SNA를 활용하여 네트워크내의 링크구조를 고려하는 실질적인 네트워크 파워 산출방법을 제안하였으며, 이 같은 SNA 기반 네트워크 파워를 반영하여 전장정보체계가 구축될 시의 전투력 상승효과를 측정할 수 있는 모델을 제안하였다.

제안한 네트워크 파워 측정방법 및 전투력 상승효과 측정 모델을 육군에서 추진하고 있는 대대급 이하 제대를 하나로 묶는 B2CS에 적용하여 B2SC 구축에 따른 전투력 상승효과를 측정한 결과, B2SC가 구축되면 최소 10배 이상의 전투력 상승효과가 나타날 것으로 분석하였다. 이 같은 결과는 한국 육군 및 미 NDRI의 분석결과와 유사한 값으로, 본 연구에서 제안한 네트워크 측정 방법과 전투력 상승효과 측정모델이 일정 수준 신뢰성을 갖고 있으며, 또한 네트워크 링크구조를 파악하여 단순한 수학적 모델에 적용하는 해석의 용의함으로 인해 상당한 편의 및 유용성을 갖는다는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 본 연구의 방법론은 추후 전력화되는 전장정보체계에 의한 전투력 상승효과 측정시 유용하게 활용될 수 있을 것이라 판단된다.

그러나 본 연구에서는 한번 구축된 네트워크는 시간의 흐름과 상관없이 구조가 변화하지 않는다는 가정사항을 적용함으로써 지휘통제상 중요한 위치에 있는 노드가 작전수행간 작전불가 상황이 발생함으로써 변화할 수 있는 네트워크의 구조 및 특성, 즉, 링크의 구조 및 수 변화, 그에 따른 네트워크 파워 및 정보흐름 양의 변화, 지휘통제시간의 변화 등에 대한 고려가 미흡하였다는 한계를 갖고 있다. 따라서 추후 실제 전장에서의 시간에 따른 네트워크 구조변화에 대한 Dynamic simulation과 노드의 가중치 및 링크의 형태 등을 고려한 전투력을 최대화 할 수 있는 네트워크의 최적화 등에 대한 연구를 수행함으로써 대규모 국가 재원이 투입되는 전장정보체계의 전력화 효과를 보다 정확하게 측정할 필요가 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 강승철, "AHP 기법을 이용한 지상전술 C4I 체계의 전투효과 분석에 관한 연구", 국방대학교 석사학위논문, 2001.
- [2] 김상국, "사회 연결망 분석(SNA)와 산업공학", 『IE-메거진』, 제18권, 제1호(2011), pp.24-32.
- [3] 김성희, 장로사, "사회연결망 분석 연구동향 및 정보학 분야에서의 활용가능성에 관한 연구", 『정보관리학회지』, 제27권, 제4호(2010), pp.71-87.
- [4] 김영길, "네트워크 중심 미래전력의 전력효과 측정", 『국방정책연구』, 제55호(2002), pp.35-61.
- [5] 김영일, 임길섭, 전병욱, "네트워크화 무기체계의 전투기여 효과분석을 위한 기반연구", 한국국방연구원, 2000.
- [6] 김진준, "ANP 기법을 이용한 C4I 체계의 효과 평가 방법에 관한 연구", 국방대학교 석사학위논문, 2003.
- [7] 김용학, "사회연결망 분석", 박영사, 2003.
- [8] 김충영, 민계료, 하석태, 강성진, 최석철, 최상영, 이재영, "군사 OR 이론과 응용(개정판)", 도서출판 두남, 2010.
- [9] 광영진, "군 C4I 체계 전력지수는 얼마?", 『군사세계』, 21세기 군사연구소, 2006.
- [10] 문장렬, "전투이론에 대한 고전역학 개념의 적용과 그 한계", 『원광군사논단』, 2006.
- [11] 박송기, 이재영, "지상전술 C4I 체계의 통합화력운용간 전투력 상승효과 평가에 관한 연구", 『한국국방경영분석학회지』, 제29권, 제1호(2003), pp.8-27.
- [12] 배달형, "NCW 수행개념 발전방향", NCW 연구 프로그램 세미나, 한국국방연구원, 2005.
- [13] 손동원, "사회 네트워크 분석", 경문사, 2002.
- [14] 이용복, 정환식, 김용흡, 이재영, "전장정보체계의 전투력 상승효과 측정을 위한 새로운 MOE 제안", 『IE Interfaces』, 제22권, 제3호(2009), pp.205-213.

- [15] 이재영, 신철, “Schutzer의 C2 효과측정 모델을 이용한 지휘통제체계 강화와 전투효과와의 함수적 상관관계”, 『대한산업공학회지』, 제30권, 제1호(2004), pp.65-75.
- [16] 이태공, “NCW 이론과 응용”, 홍릉과학출판사, 2008.
- [17] 원은상, “전력평가의 이론과 실제”, 한국국방연구원, 1998.
- [18] 장선희, 장석현, “사회연결망 영향력 시각화를 위한 프레임워크”, 『멀티미디어학회논문지』, 제12권, 제1호(2009), pp.139-146.
- [19] 정동열, 김성진, “이론정보학”, 한국도서관 협회, 2003.
- [20] 정종문, 고동철, “NCW 구현을 위한 대대급 이하 전투 지휘체계 및 전투실험 방안”, 2007 전투실험 세미나, 한국전략문제연구소, 2007.
- [21] 정환식, 박건우, 이재영, 이상훈, “NCW 환경에서 C4I 체계 전투력 상승효과 평가 알고리즘”, 『지능정보연구』, 제16권, 제2호(2010), pp.55-72.
- [22] 한희, 어하준, 장수덕, “정보전 개념연구”, 한국국방연구원, 1999.
- [23] Author, K. Cebrowski, VAdm, USN, “Network Centric Warfare : A Revolution in Military Affairs,” *A Presentation Material*, 1997.
- [24] Barnes, J., “Class and committees in a Norwegian island parish,” *Human Relations*, (1954), pp.39-58.
- [25] Gonzales, D., M. Johnson, J. McEver, D. Leedo, G. Kingston, and M. Tseng, “Case Study : The Striker Brigade Combat Team,” RAND Corporation, 2005.
- [26] Albert, D.S., J.J. Garska, and F.P. Stein, “Network Centric Warfare : Developing and Leveraging Information Superiority,” 2nd Edition(Revised), CCRP Publication Series, www.dodccrp.org.
- [27] Scott, J.P., “Social Network Analysis : A Handbook,” SAGE Publications, London, (2000), pp.7-16, 27-65.
- [28] Darilek, R., W. Perry, J. Bracken, J. Gordon, and B. Nichiporuk, “Measures of Effectiveness for the Information-Age Army,” *RAND*, 2001.
- [29] Schutzer, D.M., “Selected Analytical Concepts in Command and Control, C2 Theory and Measures of Effectiveness,” Gordon and Breach Science Publisher, 1982.
- [30] Wasserman, S. and K. Faust, “Social Network Analysis,” Cambridge University Press, 1994.