

## 네트워크 중심 운용환경에서 통신중계 영향분석

홍진근<sup>1\*</sup>

### The Effect Analysis of Communication Relay in the Network Centric Operations

Jin-Keun Hong<sup>1\*</sup>

**요 약** 미 국방성은 미래 전장에서 네트워크화를 통한 전투 능력의 시너지 효과 증대를 도모하고 있다. 특히 Joint Vision 2020에서는 전장에서 작전 수행시 합동군의 지식 우위와 결심 우위를 위한 정보 우위를 추구하고 있다. 본 연구에서는 미국을 중심으로 하는 네트워크 중심 작전에 대한 개념과 운용 사례를 살펴보고 작전운용 거리에 대한 정량적인 거리와 영향, 통신중계 성능을 분석하였다.

**Abstract** In the future combat fields, US department of defense (DoD) pursuits the enhancement of the synergy effects of the force through the networking. In specially, the US army force has been emphasized the information superiority for the knowledge superiority and decision superiority of the collaboration force in the Joint Vision 2020, when the operations is performed in the battle fields. In this case study, we are reviewed about the concept of network centric operation and operation case in the centering around the US and analyzed the quantitative distance and effect, performance of communication relay about the distance of mission operation.

**Key words** : Information, 네트워크, Model, Structure, 컴퓨터통신, NCW

#### 1. 서론

최근 미 국방성은 미래 전장에서 네트워크화를 통한 전투능력의 시너지 효과 증대를 목표로 전장에서 작전을 수행 할 때 합동군의 지식 우위와 결심 우위를 위한 정보 우위를 추구하고 있다. 미국은 특히 1990년대에 국방분야에서 혁신 3대 혁신과제로 군사기술의 혁신, 작전운용 개념의 혁신, 군사조직의 혁신을 주창해오고 있다. 이러한 환경 하에 미 육군은 지식에 기초한 디지털 육군 즉 21세기 육군(force XXI), 차차기 세대 육군 정책아래 디지털 구조를 바탕으로 중심 및 근접작전에서의 동시작전 개념의 전시작전을 수행하고 있으며, 미 공군은 우주계획 2020, 공군2025를 중심으로 작전에서의 기민성과 반응력을 증강시키고 있다. 아울러 미 해군의 경우 21세기를 지향하는 해군 준비 정책하에 분권화된 적시기동에 초점을 맞추고 있다[1][2]. 또한 미 국방성이 추진하는 군사력 연구개발 측면에서는 디지털화, 미래전투시스템, UAV,

JTRS, Joint experimentation, UUV, 합동지휘통제시스템, 우주레이저기지(SBL), ABL 등에 대한 개발 계획이 추진되고 있는 실정이다.

이러한 환경에서 본 연구에서는 현재 미 국방성을 중심으로 추진되고 있는 네트워크 중심 작전에 대한 기본 개념과 네트워크 중심 작전을 성공적으로 추진되기 위해 필요로 하는 요소기술, 그리고 미국을 중심으로 네트워크 중심작전의 운용 사례 등을 살펴보고자 한다. 2장에서는 네트워크 중심 작전을 위해 요구되는 작전 개념 및 도메인 등의 용어를 살펴보고, 3장과 4장에서 네트워크 중심작전에서 요구되는 요소기술, 운용사례를 기술하였으며, NCW 환경 Ad hoc 넷에서 작전노드의 중계영향을 분석한 후 5장에서 결론을 맺었다.

#### 2. 네트워크 중심 작전[3][4]

##### 2.1 Joint Vision2020과 네트워크중심작전

Joint Vision 2020은 미 육군의 혁신적인 변화를 도모하고 있는 이슈로서 주도적인 기동 능력, 정밀한 교전 능

<sup>1</sup>백석대학교 정보통신학부

\*교신저자: 홍진근(jkhong@bu.ac.kr)

력, 포커스된 보급 능력, 다차원의 방어능력을 상호의존적으로 적용함으로써 미 육군에 혁신적인 변화를 유도할 것으로 예측하고 있으며 이에 초점을 맞추고 있다. 미 국방성이 Joint Vision 2020 작전 능력 수행이 가능하도록 하기 위해서 요구되는 전투 개념인 네트워크 중심 작전은 혁신적인 변화를 목표로 하며 실현하기 위해 요구되는 다차원적인 통합과 시너지를 이루기 위한 것으로 언급되고 있다. 네트워크 중심작전은 군으로 하여금 비대칭적인 정보 우위를 가능하게 하고, 네트워크 중심 영역인 정보 도메인이 도달 할 수 없었던 영역에 접속이 가능하도록 하며 수집되는 정보 양의 증가와 함께 수집되는 정보 도달 거리 또한 증가함으로써 정보 수집 및 공유가 가능하도록 한다. 정보 공유를 위해 개선된 능력이 예측 가능함으로써 도달 지역의 확장성을 제공하며, 정보 우위 달성은 곧 개선된 정보 위치, 결심, 이전에 불가능했던 방식으로의 전투가 가능하도록 한다. 즉 센서의 능력이 증가할수록 정보 공유가 증가할 수 있으며 이는 군으로 하여금 주도적인 기동능력의 증가, 정밀한 교전 능력의 가능, 다차원의 방어능력의 증가, 집중화된 보급 능력의 실현 등이 가능하도록 한다. 네트워크 중심 작전과 Joint Vision 2020 간의 관계는 네트워크 중심작전과 정보우위의 관계로부터 출발하게 되며 이러한 정보우위는 연합군의 작전 능력의 변화에 기본이 된다. 또한 비대칭적인 정보 우위를 달성하기 위해 전장의 모든 면에서 정확하고 적시에 정보 획득 능력과 획득된 정보를 분석하며 분석된 정보를 육군, 해군, 공군 및 각급 기관 지휘관에게 유효함으로써 정보우위가 가능하도록 한다. 결심우위는 적의 대응보다 신속하고 보다 나은 결정 능력을 제공하는 것이 목표로 하며 상황을 형상화하거나 임무를 변경하고 적의 작전 수행에 대응하기 위한 작전 템포를 결정할 수 있는 능력을 의미한다. 이러한 결정 우위의 도달은 무엇보다 전투원의 경험, 지식, 훈련 및 판단을 통해 필터링된 우위의 정보를 획득함으로써 가능하게 된다. 주도적인 기동성은 임무 수행에 있어서 결정적인 속도 및 적보다 앞선 작전 템포를 가지고 위치 우위를 점유하는 능력을 언급하며 폭넓게 산재된 지역에서 신속하고 결정적인 작전 목표를 이루기 위해 군의 배치 및 재배치를 위한 속도, 민첩성을 보유하는 것을 의미한다. 정밀한 교전 능력은 목표나 목표물을 위치, 조사, 식별, 추적하는 능력을 의미하며 작전에 적합한 시스템을 선택하고 구성하며 활용하며 바람직한 효과를 유발시키며 결과를 평가하고 이를 통해 결정적인 속도, 뛰어난 작전 템포를 위한 재 교전 능력을 가지도록 한다. 정밀한 교전능력은 정보 수집 시스템, 전송 시스템 및 효과들이 상호 연결됨으로써 가능하다.

## 2.2 도메인

네트워크 중심 작전을 수행하기 위해서는 물리 도메인, 정보 도메인, 인지 도메인 사회적인 도메인의 4개 도메인으로 구성된다. 물리 도메인은 군 생존에 영향을 주는 위치에 대한 장소, 지상 및 해상, 공중 전반에 걸친 기동과 공격, 방어가 일어나는 도메인으로서 물리적인 플랫폼과 통신 네트워크가 이 도메인 내부에 존재하며 상호 연결하여 안전성 및 상호운용성을 제공하는 도메인이다. 정보 도메인은 상대적인 정보의 이점을 구축하고 유지하며 정보 공유, 접근, 보안 능력 등을 제공하는 도메인으로 정보 조작, 공유가 가능하며 전투원간의 의사소통 도메인으로 지휘관의 의도가 전달되는 통제 도메인이다. 이 도메인에서는 상관관계 정의, 융합(fusion), 분석 프로세스를 통한 정보 능력을 향상시킬 수 있는 곳이다. 인지 도메인은 사람의 심리, 지각, 인식, 이해력, 신념 및 가치가 있는 장소로서 자질 인식과 인식 공유를 위한 능력을 보유하며 지휘관의 의도, 교리, 전술, 기법 및 조치에 대한 이해력 개발 능력을 보유하며 부대 작전을 자체 동기화하는 능력을 보유하고 있는 도메인으로 도메인 전반에 걸친 정보 작전 수행이 가능한 곳이다. 마지막으로 사회적인 도메인은 공유된 상황인식을 통한 이해, 인식 및 평가가 존재하는 곳이다. 따라서 네트워크 중심 작전을 수행하기 위해서는 4개 도메인 즉 물리, 정보, 인지, 사회적인 도메인으로 구분하여 수행한다. 물리 도메인에서는 군사 능력 능위 및 위치 우위를 점유하며 정보 도메인에서 정보 우위를 점유하고 인지 도메인을 통해 인식 차원에서 우위, 사회적인 도메인에서 협력에 의한 결정 능력을 갖도록 한다. 이때 인지 도메인과 정보 도메인의 공유를 통해 공유된 인식을 유도하며 지휘관의 의도를 결정하게 된다. 인지 도메인과 물리 도메인의 공유를 통해 축약된 작전 운용을 유도하며 작전 계획을 수립하고 조직하며 배치하고 실행하며 유지한다. 정보 도메인과 물리 도메인의 공유는 정밀한 전투 능력을 유도하며 속도와 접근 능력을 갖춘다.

## 2.3 Global information grid(GIG)

Joint Vision 2020의 정보 도메인에서 작전 수행이 가능한 개선된 능력을 이루기 위해서는 global information grid 구조가 요구되며 이 구조는 전투원, 정책 결정자, 지원 부서원을 위해 요구되는 상호 정보를 제공하거나 관리하기 위한 정보능력, 프로세스, 사람의 연결체로 글로벌 상호 접속 연결 구조를 가진다. 이 GIG 구조는 합동군, 동맹군, 협력 파트너 간에 정보 공유를 개선시키며 폭넓은 정보 공유를 목적으로 개별적인 상호 운용 능력을

가진 구조로서 완전히 상호 운용 가능한 군사력을 이루고자 하는 방안이다. 또한 소요 군과 센서간의 유연성 및 적응적인 협조가 가능한 개선된 지휘통제 적용을 위한 정보 구조를 제공한다. GIG는 네트워크 중심의 정보 환경을 만들기 위해 신속하고 개선된 정보 기술을 레버리지 하는 효과를 적용하며 이를 통해 군사력과 정보공유 능력을 개선할 수 있고 full spectrum dominance, 결심 우위, 정보 우위, 네트워크 중심 작전을 수행한다.

### 3. NCO 수행을 위한 프레임워크[3]

네트워크 중심 작전은 전장에서 모든 플랫폼과 정보 시스템의 통합을 목표로 하고 있으며 기동이나 기동을 위한 지원, 보급과 정보 시스템 등에 매우 민감하므로 네트워크 중심 작전을 위해서는 모든 보급품과 데이터에 정확성, 적시성, 보안성이 제공되어야 하며 네트워크 상의 모든 부분에 접속 가능해야 한다. 그러므로 네트워크 중심성은 끊임이 없는 네트워크 인프라 구조와 서비스가 제공되어야 하고, 엔터프라이즈 어플리케이션의 통합구조와 소프트웨어 측면에서 상호운용성이 만족해야 한다. 통합된 프로세스와 엔터프라이즈 표준과 통합 구조와 접속 가능한 웹 서비스와 모듈러하고 구성 가능한 플랫폼, 결심 우위의 지휘명령 체계, 마지막으로 보증되고 보안성이 제공되는 정보 구조를 가지고 있어야 한다.

#### 3.1 Transformation

이 개념은 평화시에 설득력이 있고 전쟁시에는 결정적이며 어떤 분쟁에도 탁월한 군 작전의 전체적인 스펙트럼에 주도적인 군사력을 창출한다는 개념으로 정의되며, 더 크고 더 빠르게 한층 더 이상 진화하는 정상적인 현대화 개념을 넘어서는 기본적인 혁신적인 변화를 의미한다. 혁신적인 변화는 군으로 하여금 혁신적이거나 비대칭적인 우위를 제공하기 위한 전투능력의 기동 연습이나 배치를 제공하고 이때 현대화의 개념은 전투 능력을 지속시키거나 개선하기 위한 시설을 업그레이드하거나 운용비용을 감소시키기 위한 장비, 무기 시스템, 시설의 교체 수준 정도의 개선을 의미한다. 그렇다면 현대화의 개념을 넘어서는 혁신적인 변화가 군에 가능하도록 하는 방법이 무엇인가? 어떻게 하면 혁신적인 변화를 이룰 수 있을 것인가에 대한 물음에 대한 응답으로 미 국방성은 보증된 GIG 구조에 IP 컨버전스를 바탕으로 하는 서비스를 제공하는 방안을 제시하고 있다. 모든 가용한 정보를 활용하기 위한 프로세스, 어플리케이션 제공과 함께 보다 트러스트된 정보원에 신뢰할 만한 접속을 제공하고 또한

임무 역할에서의 진화와 네트워크 중심환경에서 전술 및 전략적인 책임성의 변화가 수반된다면 미군에서의 혁신적인 변화를 이룰 수 있다고 언급하고 있다. 이 혁신적인 변화는 종래의 시스템 중심 구조에서 네트워크 중심구조로 변화하는 즉 전투원간의 장벽을 없애고 개발자 중심에서 소비자 중심으로 파워의 이동을 의미한다. 또한 포인트 통합 중심에서 수평적인 융합 구조 중심으로 이동하며 스토브 파이프 중심에서 네트워크 중심으로 이동하는 것을 의미한다. 마지막으로 데이터 중심 구조에서 프로세스 중심과 지식 중심으로 이동하는 것을 의미한다. 이러한 방식은 곧 새로운 방식으로의 능력이 결합되도록 개방된 통합 구조 성격을 가진다. 그러나 이러한 혁신적인 변화를 추진하면서 동반되는 문제점들이 제시되고 있다.

#### 3.2 요소기술

융합 (Fusion)은 네트워크 중심성을 이루기 위해 정보의 합병을 가능하게 하는 프로세스나 어플리케이션으로서 수평적인 융합 개념으로 적용된다. 수평적인 개념은 전통적인 스토브 파이프 조직이나 군, 군 제대(지휘계통), 첩보 정보조직들이 교차하여 접근할 수 있는 의미로 웹 베이스를 기본으로 하고 있다. 표준 수립은 보안이나 도메인간 크로스로 정보를 공유하거나 전술적인 무선 환경 및 다른 틀에 표준을 수립하는데 돕는 것 뿐 아니라 실행하도록 하는데 이 개념이 적용되고 있다. 그러므로 새로운 전장에서는 “에지에서 파워를” 개념을 이루기 위해 요구되는 요소기술과 작전을 운용, 통합, 최적화하기 위한 직접적인 해결책으로 떠오르고 있다. 해결책으로 떠오르는 요소기술로는 광대역의 위성통신기술, GIG 구조, joint tactical & radio system(JTRS), 네트워크 중심 엔터프라이즈 서비스, 정보 보증 및 수평적인 융합 기술이다. 광대역 위성통신 기술은 이동 및 전술 사용자들에게 유비쿼터스 통신 능력을 제공하며 GIG 구조는 보안 기능이 제공되고 강인한 광 IP 지상망을 제공한다. 또한 JTRS 는 개방형 통신 구조를 갖는 소프트웨어 재 프로그램이 가능한 무선 장비 패밀리를 제공하며 전술 광대역의 IP 통신 능력을 제공한다. 넷 중심의 엔터프라이즈 서비스(NCES)는 네트워크 중심 엔터프라이즈에 널리 사용되는 폭넓은 범위의 어플리케이션 및 데이터를 지원하기 위한 9개의 핵심적인 엔터프라이즈 서비스 인프라를 제공하며 넷 중심의 전쟁이 가능하도록하고 비즈니스측면, 전투적인 측면, 첩보정보 임무분야에서 이점을 제공한다. 정보 소유주로 하여금 엔터프라이즈 서비스를 통해 글로벌 정보를 광고하고 전달이 가능하도록 하며 정보를 필요로 하는 사람으로 하여금 정보를 발견하고 수신하여 글로벌

서비스가 가능하도록 해준다. 그러므로 NCES는 대부분의 사용자가 정보 리소스를 발견할 수 있도록 하는 가시성과 넷상에서 활용하기 쉽게 그것을 사용가능하도록 하는 툴을 제공하는 접근성, 의미적인 측면에서 보다 잘 문서화되어야 하는 이해성, 사용자가 이용 가능한 데이터 소스의 정확성과 현재성을 제공하는 신뢰성, 다른 정보와 비교하고 결합가능한 상호운용성, 사용자가 필요로 하는 데이터 유형과 개선을 위한 사용자의 강인한 피드백 메커니즘에 관련된 대응성 등의 특성을 제공해야 한다. 이를 위해 개발되고 적용된 DoD 메타데이터의 레지스터리, 공학적으로 방어 발견 메타 데이터 사양, 공학적인 코어 탐색을 위한 분류, 적용된 서비스 레지스터리 등과 관련한 데이터 전략이 구현되어야 한다. NCES는 주요 정보에 사용자 접근을 개선시키기 위해 정보 가치 부가, 웹 및 컴퓨팅 능력에 대한 적합한 설계가 요구된다. 9개의 핵심적인 엔터프라이즈 서비스에는 collaboration, mediation, IA/security, discovery, service management, storage, application, messaging, user assistant가 있으며, 9개의 서비스를 위한 성과 라인에는 collaboration, 엔터프라이즈 포털, 콘텐츠 발견과 전달을 기반으로 하고 있다. 공동협력을 위해서는 웹 컨퍼런싱이나 인스턴트 메시징이, SOA 기반에는 DoD 웹 서비스 프로파일, 서비스 발견, 서비스 보안, 서비스 관리, ID 관리, 메타 데이터 서비스, 서비스 중재, 머신 대 머신 메시징이 있으며, 콘텐츠 발견 및 전달에는 통합탐색 메타 서비스, 엔터프라이즈 카달로그 서비스, 데이터 소스 통합, 콘텐츠 전달이, 그리고 포털이 요구된다. 서비스 보안은 GIG 엔터프라이즈 서비스를 위해 접근 통제 정책이 마련되어 서비스를 생성하고 관리할 수 있는 기능이 제공되어야 한다. 엔터프라이즈 서비스 관리항목에서는 GIG 엔터프라이즈 서비스 소비자를 위해 리포팅 기능이 제공되어야 하며 엔터프라이즈 서비스를 위해 서비스 관리가 이루어져야 한다. 서비스 발견은 등록되고 카테고리화된 서비스를 발견하기 위해 공개되어 사용할 수 있도록 서비스가 제공되어야 하며 머신 대 머신 메시징은 머신 수준에서 교환 기능이 이루어져야 한다. 또한 중재는 형식 간에 해석을 지원하는 서비스가 제공되며 엔터프라이즈를 통해 생성과 구현이 지원되어야 한다. 메타 데이터 레지스터리는 다양한 메타 데이터 엔터프라이즈 시스템을 위한 능력을 제공하며 메타 데이터를 위해 데이터를 볼 수 있는 저장소를 지원해야 한다. 인적 요소 및 디바이스 발견은 GIG 사용자나 연결된 디바이스 상에 서비스를 위해 공개되어야 한다. 통합탐색 서비스는 GIG 엔터프라이즈 데이터를 통해 정보에 탐색할 수 있는 서비스를 제공해야 하며 엔터프라이즈 카달로그는 GIG 엔터프라이즈로부터 공개된 메

타 데이터를 저장하기 위한 서비스를 제공해야 한다. 데이터 소스 통합은 NCES 통합 탐색을 거쳐 접근을 위해 GIG 리소스를 생성하는 방법을 설명하는 가이드 라인을 정해야 한다. 엔터프라이즈 콘텐츠 전달 네트워크는 캐쉬와 포워드 단 정보를 제공해야 하며, 콘텐츠 발견 사용자 인터페이스는 GIG 엔터프라이즈 데이터로부터 GIG 데이터를 검색할 수 있어야 하고 협력 사용자 인터페이스는 텍스트 대화, 워크그룹 문서화를 통하는 GIG 사용자 공동 협력 가능한 능력을 제공해야 한다. 사용자 프로파일링과 커스터마이징 인터페이스는 환경설정과 커스터마이징하기 위한 능력을 제공해야 하고, 정보보증 기술은 넷이 강인하고 신뢰성이 있으며 트러스트한 것을 보증하기 위한 모든 노력을 의미한다. 수평적인 융합 기술은 전장에서 교차되는 복잡하고 애매모호한 상황 감지 능력을 갖는 분석가 및 전투원들에게 확신을 가지다 주는데 필요한 넷 중심의 어플리케이션이나 콘텐츠를 제공하는 기술을 의미한다.

### 3.3 운용사례[5-7]

미 육군은 네트워크 중심 작전을 위해 통신, 보안, 처리 및 정보 전파 관리 서비스를 제공하며 단대단 연결성, 인트라 서비스, 합동군 및 동맹국 상호 운용 가능한 능력을 제공하며 전장의 실제 영상을 지휘관에게 보증하여 미래 기만술, 은폐기술 등을 해결하고자 한다. 현재 적의 동향과 적시에 수행해야 할 임무를 결정하기 위한 자동화된 프로세스 및 강력한 체계를 구축하기 위한 목표를 수립하고 LANDWarnet 구축하고 있다. 미 육군이 추진하는 future combat system (FCS)은 다 기능, 다 임무, 재구성이 가능한 family of systems (FoS)를 설계하고 있는데 이는 합동 상호 운용성과 전략적인 전달성, 임무 역할의 공통성을 최대화하고 먼저 보고 먼저 이해하며 먼저 행동하여 결정력을 가질 수 있도록 한다. 또한 이동 및 네트워크화된 C4I의 기능성, 자동화된 로보틱 시스템, 정밀한 직간접적인 화력, 항공 및 지상 센서 플랫폼, 적 기후 정찰 및 감시, 표적화 및 수집 능력, 전장에서 상호작용 및 상호접속을 위한 여단급에 연결성을 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 미 육군은 미래 군을 위한 네트워크 능력 수행의 핵심으로 warfighter information network tactical (WIN-T) 구축을 추진하고 있으며 현재의 이동장비 및 전술 통신 시스템의 대체용도로 전투를 위해 진보된 상용 네트워킹 능력을 제공하는 전술 디지털 통신 시스템이다. 미 육군은 보다 개선된 C4I 능력을 제공하며 현존하는 이동 가입자 장비와 WIN-T 시스템 간 갭을 보완하기 위해 joint network transport capability spiral (JNTC-S)로 항공 디비전 101 곳, 산악 디비전 10곳, 보병

다비전 4곳에 구축하고 있다. 미 해군과 해병대는 4개의 상호의존적이고 시너지를 갖는 해군 능력 개발이라는 가치프레임아래 FORCEnet를 구축하고 있다. FORCEnet은 해상에서 지상에 이르기까지 작전 운용을 위해 센서, 무기, 플랫폼, 수송체, 인적 자원의 통합된 네트워크로서 감시능력, 신속한 네트워크화된 지휘통제 능력, 정확한 전장 영상제공, IP 가능한 연결성, 개선된 연합 효과를 생성할 수 있는 실제 합동, 통합된 능력으로 개발하고 구현하는 것이 목표이다. 또한 전장에서 신속하게 결정하고 실행 가능한 능력, 폭넓게 분산된 전투력의 동기화, 폭넓은 상황 인식 정보를 공유함으로써 피아식별 위협을 감소하는 방안 등을 고려하고 있다. 미 공군은 새로운 연합 작전 개념과 DoD의 혁신적인 변화 목표, 미 공군의 비전 등에 적합한 네트워크 중심 작전 운용 개념을 수용하고 있다. 이 운용개념에는 끊김이 없는 합동 장비와 장비간 통합 개념, 전장에서 실시간 영상능력, 예측 가능한 전장 인식 능력, 효과적인 정보보증 및 정보 작전을 통한 정보도메인의 확실한 사용, 효과적인 정보 작전을 통해 적의 효과적인 C4ISR 좌절 등을 포함하고 있다. 미 공군이 추진하는 지휘통제 배열 구조는 AWACS, JSTARS, 우주시스템 등 상호 의존된 시스템을 통한 데이터 수집으로부터 합동 군 인식을 제공하는 C2 배열 구조로 진화하고 있다. 이 배열 구조는 크루즈 미사일 방어를 위한 항공이동 표적 식별 능력 및 지상 이동 표적 식별 능력을 제공하고 공유된 전장 인식과 시너지를 위한 항공, 우주, 해상 네트워킹 능력을 제공하는 것을 목표로 한다. 마지막으로 선진국의 네트워크 중심 작전에 대한 정책에 관련된 운용 사례를 살펴보면, 오스트레일리아는 네트워크중심작전을 위해 Force 2020 비전에서 센서와 지휘통제 시스템을 갖춘 교전 시스템 연결 체제 구축하고 정보 인프라와 상호 운용성을 제공을 목표로 추진하고 있다. 보다는 교전을 위한 새로운 센서 기술을 제공하며 교리 및 교육, 훈련 차원에서의 변화를 수용하며 방위산업체와 파트너쉽을 통한 변화, 이노베이션 프로세스를 가속화해 가고 있다. 뉴질랜드는 지식 우위의 군사력, 통합된 합동능력을 위한 군의 목표아래 다 임무를 위한 군, 네트워크화된 전투력을 위한 정책을 추진하고 있다. 영국의 네트워크 중심 운용은 상호접속, 통합, 동기화, 공유된 인식의 상황에서 진화 프로세스를 수행해 가고 있다. 상호접속 개념은 현재의 교리, 조직, 프로세스, 장비의 최소화된 조직적인 변화, 장비의 개선 등을 포함하고 있으며, 통합 개념은 현재의 교리와 조직, 프로세스, 장비가 핵심적인 조직적인 변화나 시스템 통합 등을 포함하는 개선 능력을 유도하고, 동기화 개념에서는 최적의 정보 관리와 분배를 목표로 하며 공유된 이해 개념은 상황인식과 지휘자의

도를 보완하는 방향으로 추진하고 있다.

#### 4. NCW 환경 Ad hoc 넷에서 작전 노드의 통신중계 영향분석

NCW환경에서 정보 유통이 일어나는 각 게이트웨이는 정보의 품질 저하가 발생하므로 애드혹 망과 같은 경우에 적합한 운용거리가 계산되어야 하며 간접중계의 경우 직접중계와 달리 기여도가 고려되고 있다. 일반적으로 Node i와 Node j 링크 간 도달 거리에 대한 기여도를  $R_{ij}$ 로 정의하면 이 거리는 서브 넷의 수에 역함수 관계로 나타낼 수 있다[5].

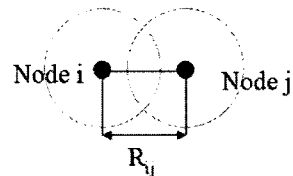


그림 1. 노드간 통달거리에 대한 기여도

측정된  $d_{ij}$ 는 0과 1사이의 값으로 0의 값을 가질 때 링크가 없는 경우이거나 무한대의 거리를 가질 때이며, 1의 값을 가질 때는 i와 j가 동일한 서브넷에 포함되어 있을 때이다.

$$R_{ij} = 1/d_{ij} \tag{1}$$

네트워크 중심작전 운용시 부대 지휘관과 부대원간의 통신도달 거리를 계산할 때 중계 교환기와 교환기 사이의 거리에 대한 기여도는 그림1에서와 같이 i와 j 사이에 구성되어 있는 부대원의 통신 네트워크 수에 의해 계산될 수 있다. 이때 부대지휘관과 부대원간에 상황인식정보가 어떻게 전파여부가 주요한 이슈가 된다. 노드j가 지휘관 노드이고  $d_{ij}$ 가 통신 중계장비를 소유하고 있는 부대원의 서브 넷 수라고 하면 지휘관에게 도달하기 위한 통신 거리에 대한 기여도는 통신중계 장비를 소유한 부대원의 연결된 통신시스템 거리에 대한 기여도의 평균 합으로 나타낼 수 있다. 즉 노드 수가 n일 때 지휘노드에 도달하기 위한 중계노드 거리의 기여도 합을 노드 수 n으로 나누면 도달거리의 평균 기여도가 된다.

$$R_{sj} = n_s/d_{sj} \tag{2}$$

여기서  $R_{sj}$ 는 서브 넷으로부터 지휘노드에 도달하기 위한 도달 기여도를,  $n_s$ 는 서브 넷 상에서의 노드 수를,

$d_{ij}$  는 서브 넷 S 상에서 노드 i에 대한, 즉 서브 넷 S로부터 지휘도는 링크를 포함하는 중간의 중계노드 수로서 각 서브 넷에 대해 링크 도달 기여도는 서브 넷 상에서 노드 수를 중계노드 수로 나누어 얻을 수 있다. 따라서 지휘 노드에 도달은 서브 넷의 합으로 나타낼 수 있고 식 (3)과 같다[5].

$$R_j = 1/n \cdot \sum R_{sj} = 1/n \cdot \sum (n_s/d_{sj}) \quad (3)$$

이때 n은 망내에 포함된 노드 수를 말하며,  $n_s$ 는 서브 넷 상에서의 노드 수를,  $d_{sj}$ 는 중계되는 서브넷 수를 나타낸다.

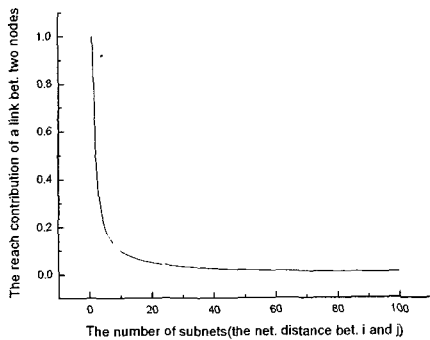


그림 2. 서브 넷 수 vs. 노드간 통달거리에 대한 기여도 관계

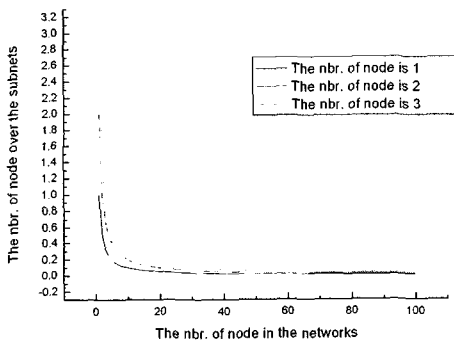


그림 3. 네트워크 내에 포함된 노드 수 vs. 서브 넷 상에서 노드 수와 관계

넷 중심의 전투부대의 작전 상황인식 정보 전달 임무를 수행할 때 요구되는 주요 상황 인식정보는 부대원 voice 통신에 의한 직접 정보 중계 방식과 노드 교환기에 의해 중계되는 간접 중계방식으로 구분해 볼 수 있으며, 이들 중계방식은 지형 등의 주위 환경요소에 의한 영향으로 인해 정보전달 지연 및 오류전파로 인한 재전송이

요구된다. 일반적인 부대원에 의한 voice 통신을 활용한 직접 상황정보 중계방식은 별다른 지연 요인이 발생하지 않으나 노드 교환기에 의한 간접 중계방식은 중계기간의 전달구간에서 오류 등으로 인해 재전송이 발생하고 이로 인해 수신된 정보가 가용할 수 없으므로 재전송되는 경우가 일어난다. 그림4에서는 전투 지휘부대 노드 교환기와 하급부대 노드간의 넷 중심 작전을 위해 상황인식 정보를 전달하기 위한 전달 구조의 예를 나타내고 있다. Node 1의 경우 9.6Kbps 통신구간, 영역A의 통신구간은 19.2Kbps, Node 2의 경우 19.2Kbps, 영역 B의 통신구간은 64Kbps, Node 3의 경우 64Kbps, 영역C의 통신구간은 64Kbps, Node 4 노드일 경우 1Mbps 전송속도를 제공한다고 가정한다.

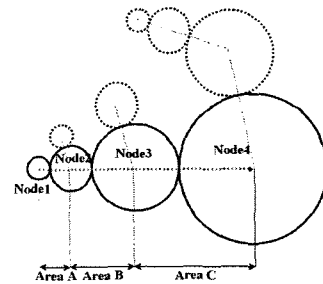


그림 4. 전투 지휘부대 노드 교환기와 하급부대망 노드간의 넷정보 전달구조

제시된 표 1에서는 영역A 노드와 영역B 지휘노드간 상황인식 정보를 전달할 때 부대원의 voice 통신을 이용한 직접중계 방식과 데이터 교환 노드에 의해 전달되는 간접중계 방식의 성능을 비교한 것이다. 즉 Tree 넷으로 이루어진 넷 중심의 전투부대가 상황인식 정보를 상급부대 지휘관에 보고한다고 할 때, 3stage relay의 경우는 하급 부대의 지휘관이 상급부대 지휘관에 상황인식 정보를 전달하기 위해 3개의 노드 교환기를 거쳐 전파되는 경우이다.

표 1. 영역A와 영역B 지휘노드간 직접중계와 간접중계 상황인식정보의 전달 소비시간(3단 중계, 전송비트=9600bits, 전송율=9.6Kbps /19.2Kbps /64Kbps, 교환기 간접중계 성공률=80%)

구분	9.6Kbps	19.2Kbps	64Kbps
교환기에 의한 간접 중계	1.25sec	0.625sec	0.188sec
voice 통신에 의한 직접중계	1sec	0.5sec	0.3sec

이때 간접중계 방식을 활용할 경우 3개의 노드 교환기를 거쳐 정보가 정상적으로 전달되기 위해서는 영역A에

서는 9.6Kbps로 전달되고, 영역B에서는 19.2Kbps, 영역C에서는 64kbps 전송속도로 전달된다. 이때 voice 통신의 경우 비트오류율이 10-3 환경이면 음성품질은 열악하나 상황인식 정보를 구분할 수 있으므로 지휘노드에 전파가 가능하고, 비트오류율이 10-4 이상의 환경일 경우 정상적인 상황인식 전파 확인이 가능한 것으로 판단된다. 19.2Kbps 전송환경에서 간접 중계방식의 경우 0.625sec가 소비시간이 요구되는 반면 직접중계방식에서는 0.5sec 시간이 평균소요된다. 이것은 간접중계방식의 중계 성공률이 80% 환경일 때 추가적인 재전송을 위해 0.125sec이 소요되는데 반해 주어진 환경에서 직접중계방식은 별다른 재전송이 요구되지 않으므로 간접중계방식에 비해 소비되는 시간측면에서 효율적이라 볼수 있다. 그림5에서는 주어진 전송환경에서 간접 중계방식에서 상황인식 정보를 전송할 때 노드별 전달 성공 확률에 따른 전송 소비시간을 나타낸 것이다. 간접중계 방식의 경우 중계 환경이 열악할 수록 재전송 횟수가 증가하고 이 경우 오히려 넷 중심 작전을 수행하는 측면에서 비효율적인 것으로 판단된다.

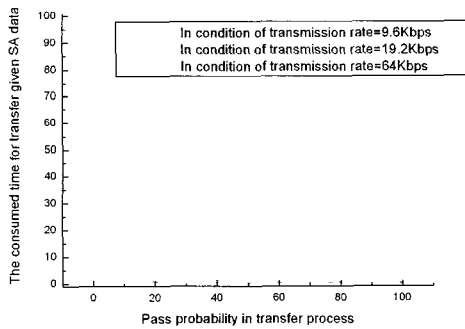


그림 5. 상황인식 정보 간접중계시 전송 노드의 전달성공 확률에 따른 소비시간(전송비트9600bits)

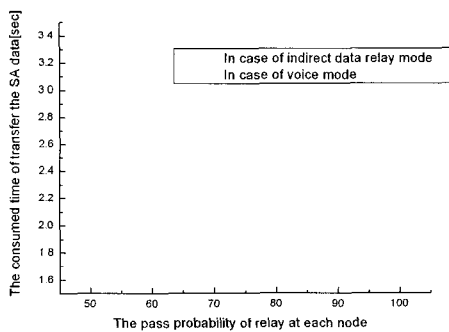


그림 6. 상황인식 정보의 voice 중계와 간접중계시 전달성공 확률에 따른 소비시간

주어진 그림 6에서는 주어진 그림 3을 기반으로 상황인식 정보를 전파한다고 가정한다. 하급부대 노드에서 상급부대 지휘노드로 직접 voice 중계의 경우와 교환기를 통한 간접중계의 경우와 비교할 때, 비트오류율이 10-2~10-3 환경에서 간접 중계로 통해 전송되는 상황인식정보 전송 성공 확률이 50%이라면, 9600비트를 전송하기 위해 3.3sec가 소요되는데 반해 voice 중계에 의해서는 1.65sec가 소요된다. 넷 중심 작전은 신속한 시간에 정보가 수집, 전파되어 상급 지휘노드에서 결심할 수 있도록 유도하는 것이 매우 중요하다. 이러한 측면에서 상황인식 정보를 빠른 시간에 전파하기 위해서는 넷 중심 환경노드의 특성에 따라 중계방식을 효과적으로 운용하는 것이 중요한 것으로 판단된다. 본 논문에서는 상기 조건들을 연구분석함으로써 넷 중심 작전을 운용에 사용되는 직접중계 방식과 간접중계 방식의 효과성을 살펴보았다. 전송율측면이나 비트오류환경이 좋은 여건에서는 간접중계 방식을 적용하는 것이 적합할 것이나 전송환경이 열악한 환경에서는 부대원을 통한 직접중계방식이 더 효과적인 것으로 판단된다.

## 5. 결론

본 연구에서는 미 국방성을 주도로 추진되고 운용되고 있는 네트워크 중심 작전을 주제로 다루었다. 미 국방성에서 추진하는 네트워크 중심 작전의 개념과 필요성, 그리고 네트워크 중심 작전에 사용되는 용어와 소요기술, 또한 네트워크 중심작전의 프레임워크와 함께 미 각군 및 선진국에서 수용하고 있는 네트워크 중심 작전 추이에 대해 살펴보았다. NCW 환경 Ad hoc 망에서 상황인식 정보를 전파할 때 요구되는 중계노드 기여도, 통신중계 방식에 대한 영향을 분석하였다. 추후 연구과제로서 호주 NCW 호환성 프로세스 방안에 대한 연구와 함께 NCW 전투력 수준평가에 대한 접근방향을 연구할 예정이다.

## 참고문헌

- [1] Alberts, David S., "Mission Capability Packages," Strategic forum, institute for national strategic studies, #14, Ja. 1995.
- [2] Alberts, David S. and John J. Garstka, "Network Centric Warfare Department of Defense Report to Congress," July, 2001.
- [3] Cebrowski, Vice Admiral Arthur K., and John J.

- Garstka, "Network Centric Warfare: Its Origin and Future," Proceedings, Jan., 1998.
- [4] Daniel Gonzales, John Hollywood, Gina Kingstan, and David Signori, "Network-Centric Operations Case Study," RAND National Defense Research Institute, 2005.
- [5] Michele Knight, Les Vencel and Terry Moon, "A Network Centric Warfare compliance process for Australian Defence," DSTO-TR-1928, 2006.
- [6] Walt Okon, "NCES Information & Capabilities," DISA, NIID Day, 2006.
- [7] Mort Rolleston, Lt Col John Pernot, Maj Tim Keepports, "The U.S. Air Force Transformation Flight Plan," HQ USAF/XPSC future concepts and transformation division, 2004.

---

홍진근(Jin-Keun Hong)

[정회원]



- 2000년 : 경북대학교 전자공학과 (공학박사)
- 현재 : 백석대학교 정보통신학부 교수

<관심분야>  
정보보호, 텔레매틱스 시스템, 헬스케어시스템