

소부대급 USN 기반 전장감시체계 적용 방안

The Study Application of Identification Based on Small Units USN(Ubiquitous Sensor Network)

김도현*

김도엽**

Do-Heon Kim

Do-Yeob Kim

Abstract

Although some large units, upper than division, have a identification system, most of them depend on US military. Especially, the company unit can not but execute GOP(General OutPost) guidance and battles inefficiently because they apply the method of conventional identification system. urrently, North Korea causes the high tension of peninsular by experimenting nuclear weapons and launching ICBM(Intercontinental Ballistic Missile). In addition, ROK military will reduce the number of personnel and division through reorganizing the structure into NCW(Network Centric Warfare) until 2020. These unstable situation and future tendency require the high technical identification system based on USN(Ubiquitous Sensor Network) in company unit level. his study suggests the method that the company unit apply the identification system based on USN which distinguish between friend and foe in the warfare. The identification system concludes the results through experiment of military analysis model(AWAM; Army Weapon effectiveness Analysis Model). After analyzing the experiment results, it indicates the budget requirement and operational operability of identification system. This will be able to improves battle efficiency and to prevent damages of friendly forces.

Keywords : USN(유비쿼터스센서네트워크), Small Units(소부대), Identification(전장감시, 피아식별)

1. 서론

과거의 전쟁은 적을 탐지하기 위해 주로 육안에 의
존하였다. 나폴레옹 전쟁의 경우 일정거리 이상 떨어

진 적을 탐지하기 위해 2주 이상의 시간이 소요되었
고, 공격까지 수개월이 걸렸다. 하지만 현대전에서는
과학기술의 발전으로 첨단 전장감시체계를 통해 적 정
보를 신속하고 정확하게 탐지하는 것이 가능하게 되어
Table 1과 같이 연락으로부터 행동까지 엄청난 시간을
단축하게 되었다^[1].

첨단 장비를 운영한 이라크 전쟁의 경우 위성, 무인
항공기 등을 운영하여 적을 1분 이내로 탐지하였다.
그 결과 1시간이내에 적을 공격하여 개전 43일만에 전

† 2009년 12월 29일 접수~2010년 2월 4일 게재승인

* 육군대학(Army College Republic of Korea)

** 국군의무사령부(Armed Forces Medical Command)

책임저자 : 김도현(kdh1117@hanmail.net)

쟁을 승리하였다. 이처럼 전장감시체계는 먼저 적을 식별하여 적군을 타격이 가능하도록 하고 아군의 피해를 최대한 줄이면서 아군에게 유리한 여건을 조성시킨다.

Table 1. 전장시간 비교

구 분	나폴레옹전	남북전쟁	2차대전	걸프전	이라크 전쟁
연락수단	전령	전보	무선	근실시간	실시간
상황판단	몇 주	며칠	수시간	몇 분	몇 분
의사결정	몇 달	몇 주	며칠	몇시간	몇 분
행 동	한 계절	1 달	일주일	하루	1시간내

앞으로의 미래전에서는 지식과 정보의 우선 획득이 전투수행의 중요 요소로서 지식과 정보의 우선 획득 여부에 따라 전쟁의 승패가 좌우된다.

현재의 한국군은 사단급 이상 부대에 첨단 전장감시체계를 일부 보유하고 있지만 많이 부족하여 대부분을 미군에 의존하고 있다. 특히 소총중대는 재래식 전장감시방법을 사용하기 때문에 GOP(General OutPost) 경계 및 전시에 적과의 전투를 비효율적으로 할 수 밖에 없다.

GOP 경계작전시 인원에 의한 감시의 문제점을 살펴보면 북한군 철책선 침투, 자살, 총기오발 등이 일어나 불필요한 사고로 인해 대군 신뢰도 저하를 초래하였다. 그리고 인간의 오감에 의한 경계 및 감시는 정확도와 신뢰성이 저하되어 근무간 전투 피로도 누적, 근무교대시 공백 발생, 졸음, 기상에 따른 가시거리 제한 등 감시공백이 발생한다. 그 결과 인원에 의한 경계의 한계를 보이고 있고 전방 철책선과 서해, 남해, 동해 등의 약 1500km에 달하는 넓은 감시지역을 인원으로 감시하는 것은 과도한 인원의 투입과 완벽한 경계가 불가능하다는 현실적인 제한사항이 발생할 수밖에 없다. 전시에 전장감시는 매우 중요하다. 특히 소총중대는 적을 최전방에서 감시하고 교전하지만 현재의 상태로는 인원에 의한 감시 및 정찰만이 가능하고 첨단 장비가 없는 실정이다.

Fig. 1과 같이 국방개혁 2020에서 제시한 군 구조를 살펴보면 병력규모는 18만 명, 사단 수는 27개가 감소되는 반면 사단의 작전 지역이 4.8배로 확장된다. 이에 따라 기존의 개개인이 담당하는 작전반경은 3배 이상 넓어져 감시공백이 발생 할 것이다^[2].



Fig. 1. 국방개혁 2020

미래에 중대급에 소형 UAV를 배치하더라도 적 대공화기에 대한 취약성과 기상에 영향을 받을 것이며, 미래 중대 작전지역을 고려시 UAV 원격조정 거리도 넓어져 전반적인 작전간 운용이 제한될 것이다. 또한 전방의 대부분은 산악지형으로 방어작전간에 개인이 운용하는 감시장비와 무기체계의 성능이 높아져도 가시거리가 제한된 지형이 많아 적군의 감시가 제한 될 것이다. 이는 방어작전간 소부대에도 인원에 의한 감시공백을 차단하기 위해서라도 추가적인 USN 기반의 전장감시체계의 반영이 반드시 필요하다.

앞으로 미래 전투수행방법은 인원에 의해 적군을 식별하여 타격하는 방식에서 USN 기반의 전장감시와 무인 로봇에 의한 식별체제로 전투양상이 발전 될 것이다. 이러한 첨단장비에 의한 적군의 조기 식별과 비전투손실 방지를 극복하기 위한 여러 가지 대책중 하나로 USN 체계를 이용한 감시 및 경계시스템으로 발전이 필요하다.

본 연구에서는 USN기반 전장감시체계의 적용 방식에 대해 운용 개념을 정립한다. 그리고 지형, 기상 묘사가 가능하고 무기체계의 검증이 가능한 지상무기효과분석 모델을 운영하여 실험한다. 산출된 결과에 대하여 분석후 1km × 1km 지역에 대한 소부대급에서 USN 기반 전장감시체계를 효율적으로 운영할 수 있는 최상의 방안을 제시하고 전장감시 센서노드의 군 작전운용성능을 제시하는데 중점을 두었다.

2. 전장감시체계 기술 및 적용사례

가. 전장감시 개요

육군본부 군사용어집에 의하면 「전장감시」란 전투정보를 위한 첩보를 전시에 제공하기 위하여 전투지역을 조직적으로 계속 감시하는 것. 레이더, 망원경, 육안, 항공, 정찰 등에 의하여 주·야 날씨 여하를 막론하고 조직적으로 계속해서 수행되는 전투지역 감시

를 통해 적의 기도와 중심을 식별하고 전장의 불확실성을 제거함으로써 정보우위 달성과 지휘관의 건전한 결심수립에 기여할 수 있다고 정의하고 있다. 미군 군사용어집에서는 전자적 전송수단을 통해 아군부대가 자동으로 질문하고 이에 응답을 함으로써 적과 구별하는 체계를 말하고 있다^[3].

나. USN 개념 및 구성요소

1) USN이란?

USN은 Fig. 2처럼 부착된 태그와 센서로부터 센서 정보를 전송하는 센서네트워크를 구성하여, 언제, 어디서나 사물 및 환경 정보 등을 취득하고 관리할 수 있는 인간 생활에 폭넓게 활용 가능한 유비쿼터스 환경을 만족시키는 기술이다^[4].

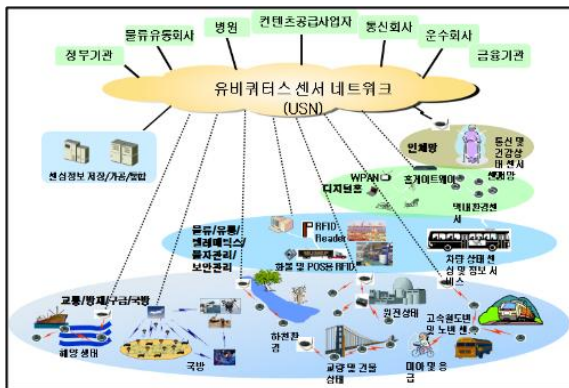


Fig. 2. USN 환경

특히 사람의 접근이 불가능한 장소나 지역에 수백 개의 센서노드를 설치하여 사람이 감시하는 것과 마찬가지로 역할을 하며, 농장 재배 환경관리, 건축구조물 관리, U-Health care, 전방 철책선 무인 경계, 산불 감시 활동 등 다양한 환경에서 활용이 가능하다.

2) USN 구성요소

USN은 Fig. 3처럼 센서, 센서 네트워크장비(센서노드, 싱크노드), 미들웨어, 소프트웨어로 구성된다. 각각의 장비에 자세히 살펴보면 다음과 같다^[5].

센서란 해당 환경의 정보들을 수집하여 디지털 신호로 변환한다. 센서 용도에 따라 거리, 위치, 속도, 진동, 하중, 가시광, 적외선, 온도, 전자파를 측정하는 센서 등이 있다. 센서노드는 장착된 센서들로 주변의 정보를 수집하고, 무선통신으로 주변 센서노드와 싱크노

드로 정보를 전송하여 준다. 또한 각종 센서들을 노드에 장착하는 형태로 사용자가 원하는 센서를 부착하여 활용할 수 있다. 또한 RF 통신 모듈이 포함되고, 각 노드간 통신을 통해 자동으로 망을 구성하고 복구하는 어플리케이션이 포함된다.

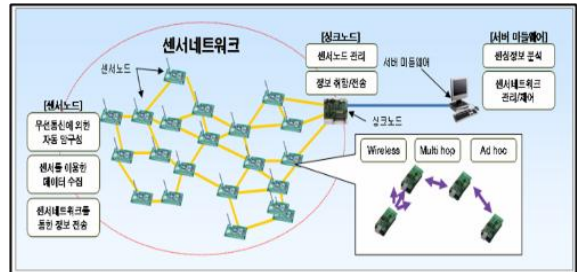


Fig. 3. USN 구성요소

센서노드의 하드웨어 구조는 Fig. 4처럼 제어부, 무선통신부(RF/Modem/MAC), 센서부(Sensor), 전원부(Battery)로 구성되며, 제어부는 센서 데이터 처리와 인터페이스 연결을 담당하고, 사용하고자하는 목적에 따라 여러가지 MCU의 사용이 가능하다^[5].

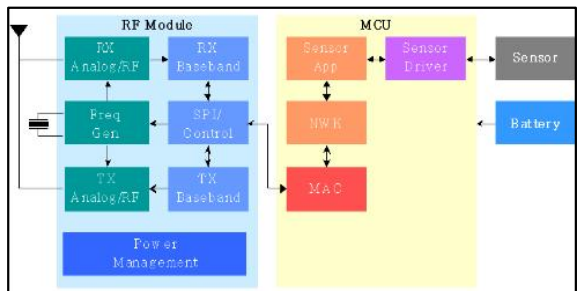


Fig. 4. 센서노드의 하드웨어 구조

싱크노드는 센서노드를 통해 수집된 정보를 종합하여 노드 미들웨어로 전송하여 준다. 싱크노드는 각 노드간 통신을 통해 자동으로 망을 구성하고 복구하는 어플리케이션이 포함되며, 경우에 따라 센서네트워크에서 수집된 정보를 서버로 전송하기 위해 게이트웨이를 포함하기도 하며, 서버 미들웨어가 싱크노드에 탑재될 수도 있다.

노드 미들웨어는 수집된 정보를 처리하며 노드의 전반적인 운용을 관리한다. 노드 미들웨어는 센서노드와 싱크노드에 탑재되어 각 노드의 전반적인 운용 및 관리를 담당하고, 센서들이 탐지한 정보를 1차적으로

처리한다. 또한 보안 알고리즘이 운영되며, 사용되는 전력을 모니터링이 가능하고 무선통신을 위한 시간동기화를 통해 통신을 유지한다.

USN 소프트웨어는 크게 두 가지로 분류되며, 이벤트 기반 모델은 하나의 프로그램으로 각각 이벤트를 처리하고, 멀티 스레드 환경을 제공하는 운영 체제는 뛰어난 성능으로 관리가 용이하다.

또한 USN은 목적에 따라 다양한 센서와 적외선 카메라를 장착하여 운용이 가능하다. 감시체계를 예로 들면 적외선 카메라를 감시지역에 설치하여 센서에서 탐지된 정보가 있을시 적외선 카메라가 작동하여 인원 에 대한 감시정보를 확인 할 수 있다.

다. USN 적용 사례

USN 기반하 적용 가능한 서비스는 센서들을 다양하게 조합하여 구성할 수 있다. 응용 가능한 서비스 모델은 실시간 위치확인, 교통제어, 장애인 서비스, 미아방지, 쇼핑안내, 유도인구통계, 대중교통, 가로등제어, 주차안내, 다양한 위치 기반 서비스 모델 등 실생활에 수많은 적용이 가능하다. 군에 적용된 사례를 보면 다음과 같다.

1) 한국군 적용사례

그동안 육·해·공군의 기존 탄약관리는 비실시간 체계로 구축되어 비효율적으로 관리되었고, 재고 파악과 위치 파악이 어려워 관리의 부실로 이어졌다. 이에 Fig. 5처럼 u-국방 탄약관리사업을 실시하여 분산된 단위업무에 대해 인터넷 웹체제로 전환하여 실시간 현장 모니터링 및 분석으로 중앙 통제가 용이하였으며 정확한 재고관리를 통한 최첨단 탄약관리 체계를 구축하였다. 이에 따라 탄약고의 안전관리 능력향상 및 실시간 자산 가시화 기반을 마련하였다⁶⁾.



Fig. 5. 탄약고 재고관리

해병대는 부대로 출입하는 인원 및 차량에 대하여 자동화체계의 필요성을 절감하여 Fig. 6처럼 출입관리 분야에 RFID 태그를 사용하여 차량 및 인원 출입에 대한 보안성을 강화하였다. 전 차량에 RFID 태그를 부착하였고, 전자 출입증을 발급하여 주요 출입지역에 대한 출입통제를 실시하여 업무의 효율성을 향상시켰다.



Fig. 6. 출입 자동화체계

2) 미군 적용사례

미군은 전 세계적인 전장 참여로 운송 및 조달에 많은 시간과 노력이 필요하였고 비중도 높았으며 관리의 효율성과 인력의 절감이 절실히 요구되어 납품업체와 계약시 4만여 개의 납품업자들에게 RFID 태그의 부착을 의무화하였다. 컨테이너가 목적지에 도착하면 태그의 정보를 읽어 정보를 갱신하고, 온도센서를 통해 물품의 상태를 실시간으로 파악하는 등 조달 물품 전반에 걸친 자산 관리를 효율화하여 자동으로 생산 및 관리를 하였다. 이에 따라 비용 절감과 효율적인 관리를 할 수 있게 되었다.

Ohio주립대와 미군은 플로리다 지역에 Fig. 7처럼 1000개의 센서노드와 200개의 싱크노드를 이용하여 1000개의 센서노드를 가로 1.3km, 세로 300m 지역에 설치하여 침입 발생시 센서노드에서는 대상체를 탐지하여 정보를 전송하고 센서노드의 정보를 싱크노드가 수집하여 PC로 전송하여 준다.

이때 탑재된 센서는 적외선, 자기, 음향, 온도, 포토 센서를 탑재하였다. 센서노드간 통신거리는 30m를 유지하였고, 싱크노드의 통신거리는 500m를 유지하였다. 실험결과 대상체가 침입시 정보의 원활한 전송이 가

능하였고, 센서의 감지정보를 이용하여 사람과 차량을 구분하였다. 이는 대규모 센서네트워크에서 원활한 센서노드간 통신과 감지정보를 이용해 대상체 확인이 가능하였다^[7]. UC Berkeley 대학과 무인항공기 제작회사인 MLB사는 Fig. 8처럼 자기센서를 탑재한 센서노드를 이용해 수집된 차량의 이동정보를 원거리에 있는 본부까지 전송하는 실험 체계를 구축하였다. 센서노드는 무인항공기를 통하여 배포하였고 센서노드가 배치된 지역은 대상체를 자동으로 탐지하여 무인항공기의 싱크노드로 전송하여 본부에서 정보를 확인하였다. 즉 무인항공기를 통해서도 센서노드의 배치가 가능하고 대상체를 감지하여 정보 확인이 가능하다^[8].

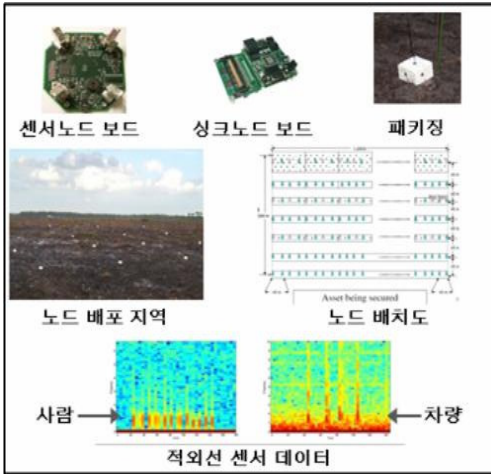


Fig. 7. 센서네트워크 실험

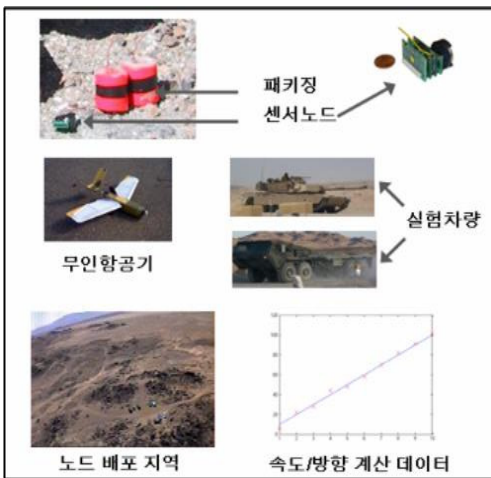


Fig. 8. 무인항공기를 통한 센서 배치

Vanderbilt대학교와 미군은 초음파센서를 이용해 Fig. 9처럼 저격수의 위치를 탐지하여 아군에게 알려주는 실험 체계를 구축하였다.

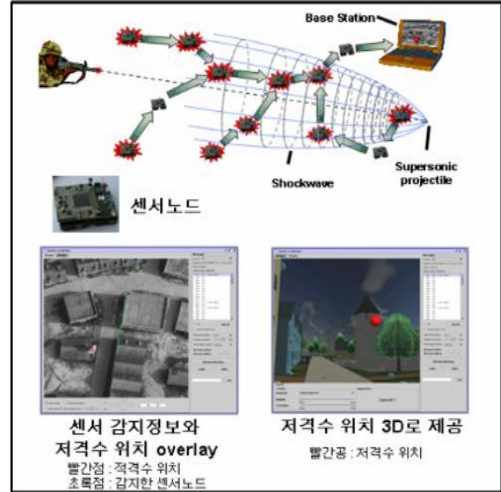


Fig. 9. 저격수 탐지 실험

이는 도심 전투에 대비한 것으로 초음파센서를 탑재해 건물에 센서노드를 배치하여 적군의 저격수가 총알을 발사시 발생하는 초음파를 센서노드가 감지하여 정보를 전송하고 수집된 정보를 처리하여 적군 저격수의 위치를 아군에게 통보해준다. 그 결과 오차 범위 1m 이내로 저격수 위치를 파악할 수 있었고, 정보처리 시간은 2초 이내였다. 도심 전투시에도 센서노드를 이용하여 저격수 위치파악이 가능해졌으며, 주요인사 방면에 대비해 저격위험이 있는 장소에 배치하여 적용이 가능하다^[6].

라. USN 개발동향

현재 센서노드는 초소형 센서노드가 개발중이며, 초절전 기술, USN용 OS 표준화는 앞으로도 계속 개발될 전망이다. 통신기술은 USN 장비의 장기간 사용보장을 위한 초저전력 통신기술 개발이 진행중이다. 네트워킹 기술은 Ad hoc 기반 센서 네트워킹, 경량 IPv6 프로토콜 기술, IPv6 패킷 전송 및 라우팅 기술, 인터넷 및 타 망과의 연동 기술, USN 관리체계 구축 및 운영방안이 연구 중이다. 미들웨어는 상황적응 미들웨어와 글로벌 서비스 검색 기술, 상황정보 기반 제어기술 개발이 진행중이며, 보안은 USN용 경량 인증기술 및 인증체계 구축과 USN 경량 보안 칩 개발이 이뤄지고

있다.

2010년부터는 센서노드는 장기간 사용이 가능하도록 초저전력 및 초박형 센서노드의 기술개발이 예상되며, 통신기술은 고품질 멀티미디어 전송기술로 네트워크기술은 초경량 및 범용 라우팅 기술과 BcN 연동 기술과 USN 관리체계의 고도화 기술개발이 예상된다.

미들웨어는 지능형 통합 미들웨어와 지능형 서비스 검색 기술, 지능형 제어 기술 개발이, 보안은 USN 침입 탐지 및 네트워크 보안 기술과 USN 신뢰 플랫폼 구축 기술개발이 예상된다. 국방분야에서도 현재까지는 군수분야에만 USN 체계를 적용하였다. 그러나 미래의 전투양상은 더욱 많은 분야에 확장과 적용으로 우주에서부터 공중, 지상, 해저까지 USN 센서기반하 네트워크 통신을 통해 모든 무기체계들이 상호 연동하여 전쟁을 수행할 것으로 판단된다.

3. USN기반 전장감시체계 적용 방안 실험

가. 실험 개요

전체적인 실험계획은 Table 2처럼 1단계에서는 실험 준비를 위한 실험관련 문헌 연구와 자문 등 자료를 수집하고 시나리오를 구체화한다. 2단계에서는 실험수행을 위한 지상무기효과분석 모델을 이용하여 모의분석을 한다. 3단계에서는 결과분석을 위해 결과를 종합하고 검증하여 결론을 제시한다.

Table 2. 실험계획

1단계 (실험준비)	2단계 (실험수행)	3단계 (결과분석)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 문헌연구/자문 ○ 시나리오 구체화 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 모의분석 (모델 운영) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 결과분석 ○ 결론 제시

나. 지상무기효과분석 모델이란?

소부대급 방어작전시 USN 체계를 이용하여 전장감시를 할 수 있는 방안을 검증하기 위해 지상무기효과분석 모델(Army Weapon effectiveness Analysis Model)을 운영한다. 지상무기효과분석 모델이란 교전 및 공학수준의 모델로 한국군 최초의 무기체계 단위 교전과 전술환경에 부합되는 연대급 이하의 통합모의 분석모델로 최대 100km × 100km 지역의 3차원 전장에서 지상군의 모든 전장기능 및 무기체계를 개별무기 단위로

이동, 탐지, 교전, 피해평가 등을 분석할 수 있다. 분석 결과는 지상무기의 소요제기 및 결정업무에 필요한 합리적인 분석 도구로 활용이 가능하다. 모델의 구성은 Fig. 10처럼 모의프로젝트 관리기, 지형지물 편집기, 군대부호 편집기, 무기체계 편집기, 전투편성 편집기, 전투모의 프로그램, 상황도, 사후분석기, 재시현기로 구성된다⁹⁾.

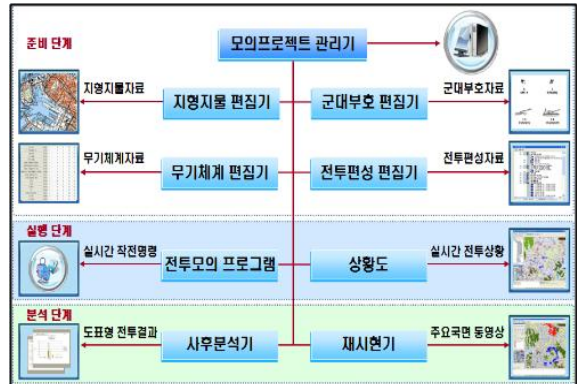


Fig. 10. 지상무기효과분석 모델의 구성

또한 한글 및 윈도우 기반의 인터페이스 기술 적용으로 사용자가 쉽게 모델을 운영이 가능하도록 편의성을 증대시켰고, 다양한 형태의 수치 및 그래프 결과 자료를 제공해 분석업무로 운영되고 있다.

본 연구에서는 지상무기효과분석 모델에서 무기체계의 센서분야에서 감시센서노드의 DB를 입력하여 실험하고, 사후분석기를 통해 실험결과값을 확인하여 탐지에 대한 결과를 분석한다.

다. 전장감시체계 운용개념 및 실험 DB 구축

모델에서 실험할 전장감시체계에 대해 사전에 운영개념을 정립하여 실험한다.

1) 전장감시체계 운용개념

전장감시체계는 감시센서노드, 싱크노드, 모니터링 PC로 구분하여 운영한다.

전장감시를 하는 센서노드에는 적외선 센서 및 적외선 카메라를 장착하여 그 정보를 모니터링 PC로 전송하여 화면에 전시되어 육안으로 볼 수 있도록 하는 센서노드를 감시노드센서라고 가정한다. 감시센서노드는 Fig. 11과 같은 형태로 가상으로 제작하여 구축하여 실험한다.

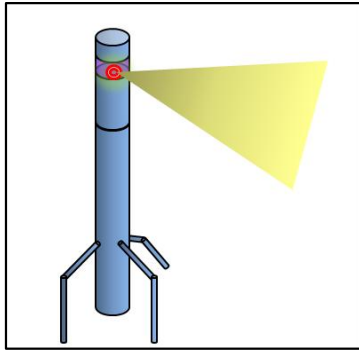


Fig. 11. 감시센서노드 형태

주요기능은 적군을 식별시 적외선 센서 및 적외선 카메라가 작동하여 식별 대상의 정보를 실시간으로 전송하고, 감지된 적의 상황은 대대 및 중대 모니터링 PC에 전시되어 대대장 및 중대장은 실시간의 상황을 PC를 통해 확인이 가능하다. 대대 및 중대본부와 감시센서노드간에 정보전송이 불가능한 지점에는 싱크노드를 운영한다. 싱크노드는 순수한 정보전달 기능만을 하며 인원을 감지하는 기능은 포함하지 않는다. 센서노드의 운용개념은 Fig. 12처럼 진행되며 노드 배치계획 수립단계부터 작전수행까지의 절차는 다음과 같다.



Fig. 12. 전장감시체계 운용개념

첫째, 중대장은 대대장의 작전의도를 확인하여 적 상황을 판단하고, 적군이 이동 할 것으로 예상되는 지점에 감시센서노드 및 싱크노드를 배치할 계획을 수립한다.

둘째, 중대장은 병사에게 감시센서노드 및 싱크노드를 배치할 지점을 알려주고, 병사는 감시센서노드 및 싱크노드를 해당 지점에 설치한다.

셋째, 중대장은 배치된 감시센서노드 및 싱크노드와 모니터링 PC간의 정상적인 작동상태 확인을 위해 각 노드와 PC를 연동하여 이상 유무를 확인하고, 장착된 감시센서노드의 적외선 카메라가 정상적으로 작동되는지 상태를 확인한다. 작동된 상태를 확인 후 적군이 이동할 수 있는 예상경로 지점을 관찰하기 위해 카메라의 각도를 모니터링 PC에서 원격으로 조정하여 최종적으로 확인한다.

넷째, 감시센서노드가 적군을 탐지시 감시센서노드의 적외선 카메라가 작동되면서 경보 알림음을 대대 및 중대 모니터링 PC로 전송하고, 화상 정보를 중대본부 및 대대본부로 전송한다.

다섯째, 탐지된 적군의 화상 정보를 판단하여 대대장 및 중대장은 해당 상황에 맞는 작전을 수행한다.

2) 실험조건

운영하는 모델은 지상무기효과분석 모델이며, 모의 지역은 황해도 이남 산악 지역으로 적용하고 작전반경의 세부적인 지형표사는 1km × 1km로 선정한다. 작전 형태는 아군 중대 방어, 적군 중대 공격 상황으로 묘사한다.

아군 및 적군 인원은 전 인원이 동일한 무기체계를 적용하여 아군은 K-2소총병으로 적군은 AK소총병으로 통일한다. 기상은 주간은 인원에 의한 감시가 가능하기 때문에 적군은 취약시간인 야간에 이동하는 것으로 묘사한다. 감시센서노드는 적외선 센서 및 카메라를 장착하여 배치하고 감시센서노드의 운영 수량, 탐지 각도, 탐지 거리별로 실험 항목을 선정하여 적군을 식별하는 방식으로 운영한다. 기타 싱크노드와 모니터링 PC는 운영하지 않는다.

실험절차는 Table 3처럼 실험 DB 구축 단계에서는 아군과 적군의 중대급 규모의 부대를 편성하여 병력을 1명 단위로 배치하고 이동시킨다.

Table 3. 실험절차

DB 구축	지형 편집	시나리오 입력	결과 분석
<ul style="list-style-type: none"> •부대 편성 •무기체계 제원 입력 	<ul style="list-style-type: none"> •산악 지형 DB 구축 	<ul style="list-style-type: none"> •적 이동 계획 입력 •센서노드 배치 	<ul style="list-style-type: none"> •대안별 5회 반복실험/분석 •결론 제시

소총과 USN 센서노드에 부착될 적외선 카메라 등의 DB값을 무기체계의 제원에 입력한다. 특히 실제 모의

가 가능하도록 장비별로 고유 특성값을 정확하게 입력한다.

지형 편집 단계에서는 실험할 지역인 산악 지형의 수풀, 산림, 강, 도로 등의 DB를 입력 및 구축한다. 시나리오 입력 단계에서는 배치된 적군을 이동계획에 의해 이동경로를 입력하고 센서노드를 방안별로 배치한다. 이어서 모델을 운용한다.

같은 시나리오라 하더라도 실행에 관련된 변수의 값이 달라짐에 따라 조금씩 다른 실행의 양상과 결과를 얻을 수 있다. 이에 따라 실행시 좀 더 정확한 결과를 산출하기 위해 각 대안별 5회 반복 실험하여 5회의 값을 합산하고 평균값을 산출하여 오류를 최소화하고 결론을 제시한다.

3) 실험 DB 구축

실험 DB는 USN 센서, 아군 및 적군 무기체계를 세부적으로 구축하여 운용한다. 먼저 감시센서노드를 아군에 배치하기 위해서는 군대 부호가 필요하며 이를 위해 감시센서노드의 군대부호를 Fig. 13처럼 추가하였다.

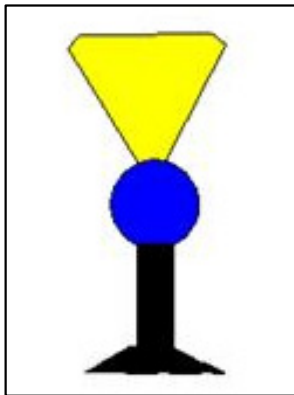


Fig. 13. 감시센서노드 부호

아군 및 적군의 인원, 소총에 관한 DB값은 지상무기효과분석 모델에서 제공하는 DB값을 적용한다.

추가된 감시센서노드를 아군부대에 편성하기 위해 Fig. 14처럼 전투 편성 편집메뉴에서 감시센서노드를 추가하였다. 감시센서노드는 실험 대안별로 2대에서 4대까지 증가하여 운영하도록 전투 편성 편집을 하였다.

감시센서노드는 아군 중대 본부에 편성하여 운영하고 적군은 120명으로 편성한다.

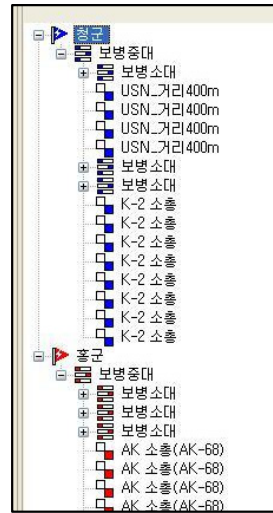


Fig. 14. 전투 편성 편집

4) 지형 편집

실험 지형은 황해도 이남 GOP 일대의 산악 지형을 선정하여 모델에 구축한다. 정확한 지형 DB 구축을 위해 산림, 도로, 강 등을 모델에 도식하고 DB 특성값을 입력한다. Fig. 15는 지형 편집전과 편집후의 모습으로 지형 편집전에는 산림, 도로, 강 등의 세부적인 지형 DB가 없어 실지형에 맞춰 지형 DB를 구축하였다. 구축된 지형 DB는 탐지율과 도하시간의 감소 요인이 된다.

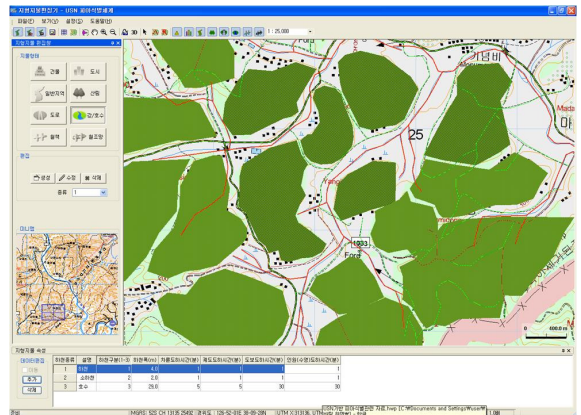


Fig. 15. 지형 편집

도로 및 강은 붉은색 실선으로 표시되며, 산악지형은 녹색면으로 표시된다. 지형 구축은 실험지역 1km × 1km를 중점적으로 묘사하였다.

5) 시나리오 입력

전장감시 방안을 위해 주요 사항에 대한 항목들을 고려하여 Table 4처럼 기상, 임무형태, 묘사 지역, 센서노드 설치 지형, 센서 관측 높이, 센서노드 운영 수량, 센서노드 탐지 거리, 센서노드 탐지 각도, 센서 조합, 적구별 대상, 적군 이동 등을 선정한다.

Table 4. 전장감시 방안 항목

기상	묘사 지역	센서노드 운영수량	센서노드 탐지 거리	센서노드 탐지 각도
야간	1km×1km	2대, 3대, 4대	100m, 200m, 300m, 400m	90°, 120°

주요 실험 3가지 항목인 센서노드의 운영 수량, 센서노드의 탐지 각도, 센서노드의 탐지 거리를 중점적으로 실험 후 결과값을 산출한다. 각 주요항목은 세부 DB값을 적용 및 조합하여 실험한다. 실험 지역을 편성하고 감시센서노드를 배치하며 적군 이동계획을 Fig. 16처럼 입력하고, 아군 및 적군의 배치 및 이동은 센서노드의 배치 및 설치 수량에 관계없이 동일한 상태 및 경로를 이동하도록 실험하여 실험결과치의 오차를 최소화한다^[10].

적군은 소대 규모로 이동하며 감시센서노드는 운영 수량, 탐지 거리, 탐지 각도 등 세가지 대안별로 가로 1km를 기준으로 감시센서노드의 수량으로 구역을 나눠서 배치한다.

감시센서노드는 탐지 범위에 따라 100m에서 400m까지 탐지범위를 증가하면서 실험한다. 감시센서노드의 위치가 약간만 이동하여도 산악지형 특성상 탐지 범위가 달라지기 때문에 감시센서노드의 위치는 동일한 곳에서 실험이 되도록 하여 결과값을 산출한다.

중대급 야간 방어작전을 실험하기 위해 모의 시작 및 종료 시간은 야간에 전투가 일어나도록 실험 변수 설정에서 실행 관련 시간 설정 탭을 실행후 시작 시간을 00:00부터 종료 시간을 05:00까지 모의 시간을 설정한다. 모의는 모의 시간에서 설정한 다섯 시간 동안 실시하며 다섯 시간의 결과값이 산출된다.

지상무기효과분석 모델은 확률값이 적용되어 실험시마다 난수값에 의해 확률이 적용 후 계산되어 결과값이 차이가 있기 때문에 좀 더 정확한 결과값을 얻기 위해, 각 실험별로 난수값을 다르게 부여하여 5회 반복한 실험결과를 평균값을 산출하여 오차의 범위를 줄

여 좀 더 정확한 결과를 검증한다.

반복 실행 설정은 모델에서 실행 횟수를 5로 입력하고 난수 만들기를 실행하여 난수를 만든 다음 각 실험별로 실행 이름과 난수 초기값을 확인한다. 난수 초기값이 각각 다르게 설정된 것을 확인하면 실행 시작을 실행하여 실험을 실시한다.

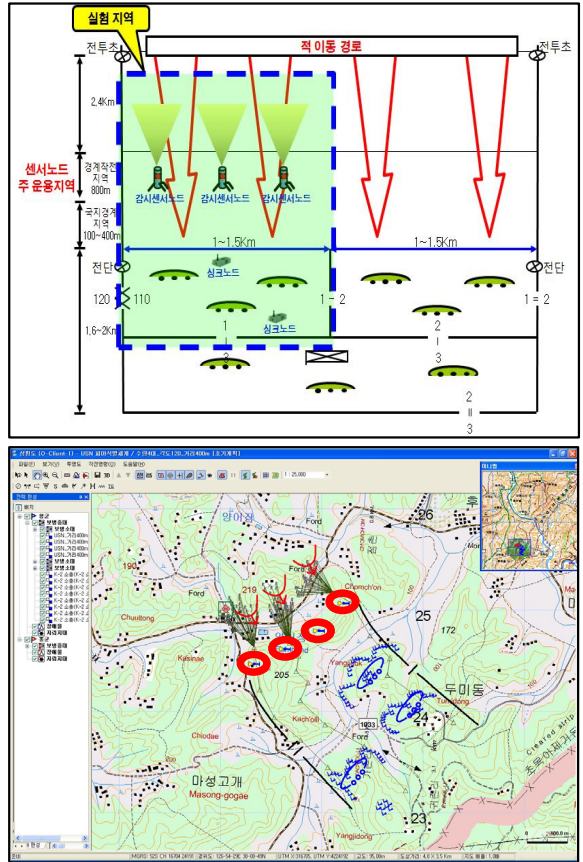


Fig. 16. 감시센서노드 배치 및 적군 이동 계획

라. 결과 분석 및 전장감시체계 적용 방안

1) 검증 절차 / 결과 도출

반복 실행한 결과는 사후 분석을 통해 산출된 결과값을 확인한다. 사후 분석을 실행 후 실행정보를 확인하고 부대별 탐지 데이터, 무기체계별 탐지 데이터, 사건별 탐지 데이터를 종합하여 분석한다. 감시센서노드의 적군 탐지율 검증을 위해 감시센서노드의 운영 수량, 탐지 각도, 탐지 거리에 변화를 줘서 주요 3가지 항목을 조합하여 대안별로 24가지 방안에 대해 실험한 세부적인 결과값을 분석한다.

2) 실험결과 분석

앞에서 실험한 감시센서노드를 운영하는 장비의 수량별로 탐지 각도와 탐지 거리에 변화를 주었을 때 대안별 24개의 실험 결과를 종합하면 Table 5와 같다.

Table 5. 대안별 탐지율 검증 결과 종합 분석

적군 탐지율 (단위 : 명)					
감시센서노드 운영 수량	탐지 각도	감시센서노드 최대 탐지거리			
		100m	200m	300m	400m
2대	90°	59.8	60.0	60.0	60.0
	120°	59.6	60.0	60.0	60.4
3대	90°	97.8	98.0	98.0	98.4
	120°	97.2	98.0	98.0	98.2
4대	90°	97.8	98.0	99.6	142.2
	120°	97.8	97.8	99.4	142.8

적군 탐지시 거리 (단위 : m)					
감시센서노드 운영 수량	탐지 각도	감시센서노드 최대 탐지거리			
		100m	200m	300m	400m
2대	90°	65.7	85.2	95.0	104.0
	120°	65.8	85.6	97.0	105.8
3대	90°	56.5	69.3	75.9	84.0
	120°	56.8	69.9	76.7	83.4
4대	90°	42.2	52.3	131.4	159.7
	120°	42.6	52.5	116.2	159.8

종합된 결과를 분석해보면 평균 탐지율은 탐지 각도가 90°와 120°에서 동일한 결과를 나타냈고 감시센서노드의 수량에 의해 탐지율이 변화되었다.

평균 탐지율은 Fig. 17처럼 감시센서노드의 수량이 2대에서 4대일 경우에는 감시센서노드의 탐지 각도가 90°와 120°에서 동일한 결과값이 산출되었다. 이는 적군의 이동 경로를 정확한 각도에 의해 탐지가 된다면 탐지 각도가 90°와 90°이상일 경우에도 동일하다.

적군 120명 중에서 감시센서노드의 수량이 2대일 때는 최대 61명을 탐지했고, 감시센서노드의 수량이 3대일 때는 최대 99명을 탐지했다. 감시센서노드의 수량이 4대일 때는 탐지거리가 300m일때까지 최대 100명

을 탐지하다가 탐지거리가 400m일때 최대 143명까지 탐지했다.

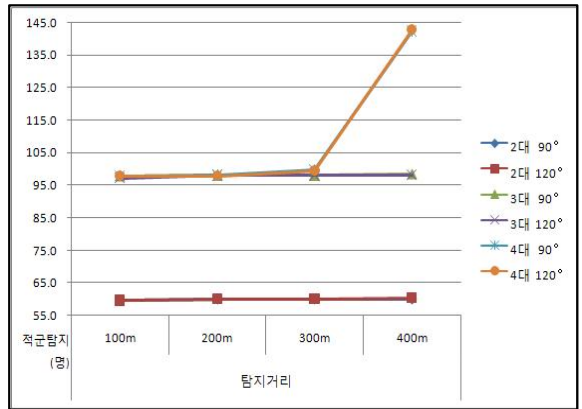


Fig. 17. 평균 탐지율

평균 탐지율은 감시센서노드의 수량이 많아지면 많아질수록 적군을 탐지하는 수가 많아지는데 이는 중첩되어 탐지되는 수이기 때문에 감시센서노드 수량을 3대로 운영했을 때 최적의 탐지가 가능하다.

적군 탐지시 거리는 Fig. 18처럼 감시센서노드의 수량이 2대에서 4대일 경우 탐지 각도에 따라 적군을 탐지한 거리를 나타낸다.

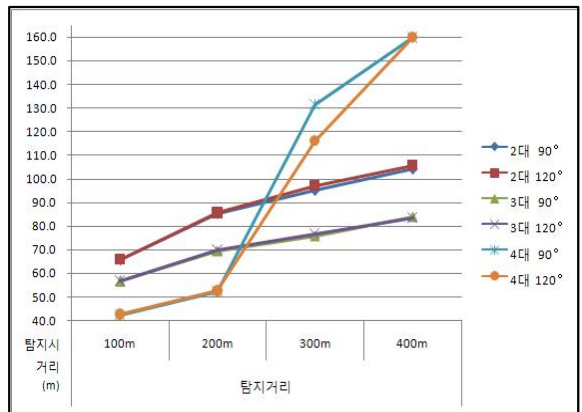


Fig. 18. 적군 탐지시 거리

적군을 탐지하는 거리도 평균 탐지율과 마찬가지로 감시센서노드의 탐지 각도가 90°와 120°에서 동일한 결과값이 산출되었는데 이는 적군의 이동 경로를 정확한 각도에 의해 탐지가 된다면 탐지 각도가 90°와 90°이상일 경우에도 동일하다.

감시센서노드의 최대 탐지 거리가 100m에서 400m로 높아질 때 적군을 탐지한 거리도 높아지는데 특히 감시센서노드를 4대 운영했을 경우 탐지 거리가 200m~300m사이에서 적군을 탐지하는 거리가 급격히 증가하였다. 우리나라의 지형특성상 산악지형을 감안할 때 감시센서노드의 적정 탐지 거리는 300m로 했을 때 최적의 탐지가 가능하다.

감시센서노드의 탐지 거리가 300m일 경우에 Fig. 19 처럼 적군을 경계작전 지역에서 조기에 식별하여 곡사화기 등으로 적에게 최대한의 피해를 줄 수 있다. 또한 야근 병사와 적군의 직접적인 교전을 최소화하여 야근 피해를 사전에 예방 할 수 있을 것이다.

추가적으로 탐지된 43명에 대해 원인을 분석해보면 감시센서노드 4대 가운데 중 1대가 최대탐지거리가 400m일때, 탐지거리 300m에서 400m 사이에 이동하는 43명의 적군을 탐지한 결과로 43명의 적군은 다른 감시센서노드에서도 동일하게 탐지가 되었다.

그러므로 감시센서노드를 4대 운영시 1km × 1km 지역에서는 적군을 탐지하는 최대의 수가 100명 이하가 될 것이다.

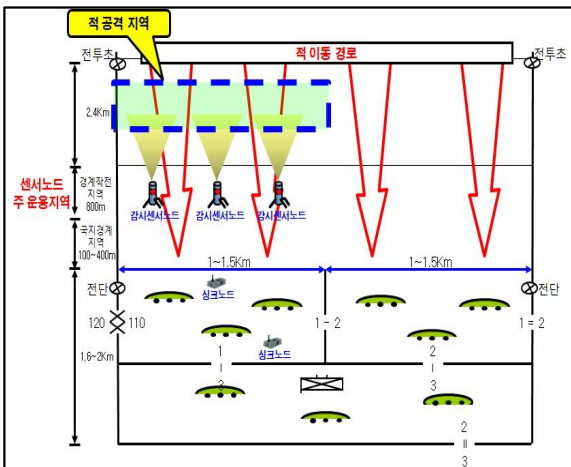


Fig. 19. 적 공격 지역

결론적으로 1km × 1km 지역에서의 소부대급에 필요한 USN 기반 전장감시체계의 작전 요구 수량 및 기본 제원은 감시센서노드의 운영 수량은 3대, 감시센서노드의 탐지 거리는 300m, 감시센서노드의 탐지 각도는 90°일때 비용대 효과측면을 고려시 적군을 최대로 많이 탐지할 수 있다.

추가적인 장비인 싱크노드는 산악지형을 고려시 감

시센서노드당 2대로 총 6대, 모니터링 PC는 중대당 1대, 센서노드 원격통제기는 감시센서노드당 1대로 총 3대가 필요하다.

참고적으로 본 실험은 시뮬레이션을 결과로 실제 운용환경과 조건 설정의 오차를 줄이기 위하여, 향후 실 적용전에 감시센서노드의 시제품을 제작하여 실기동실험 후 보완할 필요가 있다.

4. 요구되는 작전운용성능

이러한 실험결과 분석을 토대로 향후 군에서 운용하게 될 감시센서노드의 작전운용성능은 다음과 같다.

감시센서노드는 적외선센서가 탐지한 정보를 싱크노드를 통해 전송하며, 효율적인 적군 감시를 위해 원격에서 카메라의 방향이 제어가 가능해야 한다. 식별된 적군의 정보는 모니터링 PC로 전송되어 원활한 작전이 이뤄지도록 해야한다. 감시센서노드의 형태는 적군이 식별하지 못하도록 소형화하여야 하고, 방어작전간 운영이 가능하도록 연속성을 보장하도록 전원의 안정적인 공급이 가능해야 한다. 설치시에는 감시센서노드가 바람이나 기타 외부 요소에 의해 넘어지지 않도록 고정대가 필요하다.

이러한 감시센서노드는 Fig. 20처럼 세부적으로 전원부, 제어부, 센서부, 무선통신부로 구성된다.

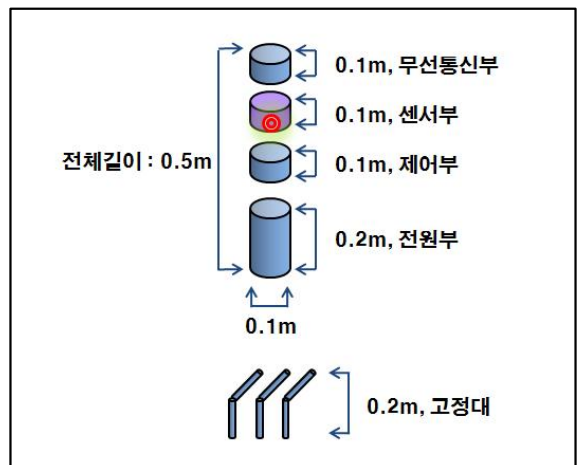


Fig. 20. 감시센서노드 구성

이러한 감시센서노드는 Table 6처럼 작전운용성능이 요구된다.

Table 6. 감시센서노드 요구 성능

구분	기능	내용	
HW	외형	<ul style="list-style-type: none"> •적 감시가 가능한 높이로 0.5m, 넓이는 0.1m 이하 •높이는 원격으로 1m까지 조절 가능 •위장이 가능하도록, 소형 원기동형 모양 •고정대는 0.2m로 원하는 각도에 맞게, 쉽게 조립이 가능 	
	센서	<ul style="list-style-type: none"> •적외선 센서, 적외선 카메라, GPS 센서 장착 •적외선 카메라 주요 제원 <ul style="list-style-type: none"> - 3세대 열상장비(완전한 2차원 영상을 얻을 수 있는 비주사방식) - 탐지 각도 90°, 탐지 거리 300m, 좌우 360° 및 상하 90°로 회전이 가능 - 최소 분해가능 온도차 : 0.15℃ - 배율 : 3, 6배율 - 가시광선/적외선 미방출 - 비냉각 방식의 열영상 장비 : 소음이 적고, 전력소모율은 최소화 •추가 센서 장착이 가능 •적외선 카메라는 분당 10장 이내로 감시지역을 촬영하고, 적외선 센서가 정보를 분석하여 인원 감지시 경보음을 대대 및 중대 모니터링 PC로 전송 	
	무선통신		<ul style="list-style-type: none"> •대대급 작전 지역을 고려하여 최소의 인력으로 싱크노드까지 통신이 가능하도록 500m 까지 가능
			<ul style="list-style-type: none"> •센서노드 원격통제기에서 호출시 경고음 2회 발생 •최대 전송량 100KByte/sec 보장 •전송되는 화면은 분당 10장 이내로 데이터 용량은 영상정보 1장당 100KByte 이하
	내구성		<ul style="list-style-type: none"> •습도 : 내부 습기 차단, 20% 습기에도 정상 작동 가능 •기온 : 영하 40°~영상 55°에도 작동 가능 •충격 : 100Kg 이하의 충격에도 작동 가능
	배터리		<ul style="list-style-type: none"> •168시간(7일) 연속 작동이 가능 •저전력 시스템 •충전이 가능
	모듈성		<ul style="list-style-type: none"> •무선통신부, 센서부, 제어부, 전원부, 고정대가 분리 가능 •모듈화간 내부 습기 차단
	중량		<ul style="list-style-type: none"> •병사 1명이 운반이 가능하도록 10kg 이하 ※ 감시센서노드 및 센서네트워크 동시 운반 고려
SW	원격제어	<ul style="list-style-type: none"> •모니터링 PC에서 감시센서노드의 장착된 카메라를 원격으로 작동 가능 	

5. 결론

본 연구에서는 전쟁에서 적과 아군을 구별하는 USN 기반의 첨단 전장감시체계를 중대에 적용하는 방안을 제안하였다.

방어작전시 전장감시를 USN 기반 전장감시체계를 운영하여 적보다 상대적인 정보우위를 달성하여 공세 이전의 여건조성을 통해 적 부대를 격멸함으로써 전투를 승리로 이끌 수 있다.

GOP 경계작전시에도 적용하면 감시공백의 문제 해결이 가능하며 인원에 의한 감시간 발생했던 불필요한 사고와 아군 자체적인 불필요한 비전투손실 사고를 예방하여 대군 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 전방 GOP뿐만 아니라 서해, 남해, 동해 등의 엄청나게 넓은 해안경계지역을 USN 체계로 전환하여 과다한 인원의 투입을 방지하고 경계의 첨단화로 감시체계를 강화할 수 있다. 부대 경계시설에도 적용하면 초소, 탄약고, 무기고 등에 과거 민간인에 의한 시설물 무단 침입 및 총기 피탈, 탄약 도난 등의 문제를 예방 할 수 있다.

국방개혁 2020에서 제시한 얼마남지 않은 시간동안 조속히 미래부대 개념 정립과 추가적인 전장감시체계의 예산 편성을 한다면 인력 구조 감편도 크게 기여할 수 있을 것이다.

추가 센서 적용 및 향후 경제정찰용 무인로봇과의 연계시 인원이 확인하기 힘든 위험장소, 동굴, 협소지역 등을 이동하여 효과가 증가될 것으로 예상된다. 또한 군 전술통신망 연동을 통해 정보유통을 실시간화하는 연구 및 개발이 지속적으로 된다면 그 효율성이 극대화 될 것이다. USN 체계는 향후 정보통신기술의 발전에 따라 성능향상 및 가격 하락이 예상되며 군에서만뿐만 아니라 사회에서도 많은 분야에 적용할 수 있다.

연구기관은 작전운용성능에 대하여 세부적인 장비 연구 활성화 및 성능 테스트로 시제품을 양산할 수 있으며 지속적인 기술 개발 연구로 탐지의 정확도를 높일 수 있다. 업체에서는 군과 연구기관에서 정립된 장비에 대해 제품을 생산하여 일자리 창출 등 사회경제활동에 기여하고, 나아가 국외로 장비를 수출하여 대한민국의 위상을 높일 수 있다.

본 연구를 통해 접적지역에 있는 소부대에 대한 자동화된 USN기반 전장감시체계로 적용시, 평시에는 GOP부대의 감시 및 경계가 강화되고 비전투손실을 예방할 수 있으며, 전시에는 적지중심작전부대에 운영

하여 적군을 조기에 식별하여 작전수행을 효율적으로 할 것으로 기대된다.

또한 향후 우리 군의 한 차원 격상된 전투력 증강과 미래 첨단 정보화·과학화 군이 될 것으로 기대되며, USN 전장감시체계 연구와 정책수립시 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

Reference

- [1] 김희곤, 실시간전장 가시화 및 정보공유에 대한 제언, 육군 전투발전지 제118호, 2005. 2. 14.
- [2] 국방부, “국방개혁 2020과 국방비”, 2006. 10.
- [3] 미육군, 야교 3 - 0 「Operation」, 2002.
- [4] 이윤덕, “RFID/USN”, 정보통신부, 2006. 8. 3.
- [5] 조충호, “USN 기술 동향”, 고려대학교, 2008. 4. 2.
- [6] 육군본부, IT신기술의 국방분야 적용, 2008.
- [7] 미, <http://www.cast.cse.ohio-state.edu/exscal/>
- [8] 미, <http://robotics.eecs.berkeley.edu/~pister/29Palms0103>
- [9] 함참, “지상무기효과분석 모델 사용자 지침서”, 2007. 2. 26.
- [10] 김진수, 최현준, 김성태, 김범영, “USN기반 피아 식별체계 구축방안”, 한국국방연구원, 2006. 12.