한국군사과학기술학회지 제14권 제1호, pp. 74~83, 2011년 2월

학술논문 정보기술 부문

군작전 효율화를 위한 셀룰라망 연동구조 설계

An Architecture Design of Military Operation System Utilizing Cellular Networks

김 재 철* 김 인 택* 박 종 범* 정 창 욱*
Jaecheol Kim Intaek Kim Jongbum Park Changuk Jung

Abstract

In this paper, we propose an architecture design of military operation system utilizing cellular networks. The main contribution of this paper is to provide a cost-effective military operation solution for ground forces, which is based on IT(information technology). By employing the cellular phones of officers' and non-commissioned officers' as the tools of operational communication, the proposed system can be constructed in the minimum duration and be built on the four components: command and control system, gateway, security system, and terminal(cell phone). This system is most effective for the warfare of limited area, but the effectiveness does not decrease under the total war covering the whole land of Korea. For the environmental change of near future, expanded architecture is also provided to utilize the functionalities of smart phones.

Keywords : Celluar Network(셀룰라망), Intranet(인트라넷), Command and Control System(지휘통제시스템), Gateway(게이트웨이), Security(보안), Smart Phone(스마트폰)

1. 서 론

현재 우리 군은 인터넷과 독립적인 국방인트라넷을 활용하여, 평시 업무를 지원하고 있으며, 유사시 작전을 수행할 수 있는 C4I체계를 중심으로 각종 정보통신 체계를 구축하여 사용하고 있다. 또한, NCW(Network Centric Warfare)를 지원하기 위한 미래 작전체계의 개발과 구축을 위해서도 지속적으로 노력하고 있다.

그런데, 이같은 군작전체계의 연구개발을 위해 막대한 예산을 투입하고 있음에도 불구하고, 최종 전투에 투입되는 개별 전투요원들의 개인 통신장비는 매우 낙후되어 있어서, NCW라고 하는 원대한 목표에 비해 현실은 상당한 차이를 보이고 있다. 지상전투요원들의 경우, TRS중심의 음성통신을 벗어나지 못하고 있으며, 데이터통신은 요원한 실정이다. 정보통신(IT) 선진국이라고 자부하는 국가적 위상이나 기술수준에 비해서, 개별 지상전투요원들의 정보화는 2차대전 시와 별반 차이가 없다는 점이 우리 군의 현실이자 문제점이다.

이같은 현실에서 지상전투요원들의 작전수행방식을 혁신적으로 개선할 수 있는 방안을 제시하고, IT기술을 활용한 군작전을 수행할 수 있는 구조를 설계하는 것이 본 논문의 목표이다. 특별히, 이미 하사이상의 군

† 2010년 9월 3일 접수~2010년 12월 24일 게재승인
* 공군사관학교(Korea Air Force Academy)
책임저자 : 김인택(kafarang@hanmail.net)

간부 대부분이 보유하고 있는 군비상연락용 휴대폰과 이를 지원하는 셀룰라망을 군사작전에 활용함으로써, 최소한의 추가비용만으로 지상전투요원들의 전투능력을 획기적으로 개선시킬 수 있다는 점에 착안하여 연구가 진행되었다.

현재, 군용으로 배포되어 군용전화망과 연동되어 사용중인 핸드폰의 숫자는 대략 XX만대 이상 수준이다. 이들 간부용 비상연락망 핸드폰을 작전수행과 연관하여 데이터통신이 가능하도록 체계를 구축할 경우, 이를 소지한 간부들은 실시간으로 자신의 위치를 보고하거나, 이동간에 작전지시를 받을 수 있게 되며, 적정보에 대해서도 실시간으로 정보공유가 가능하게 된다. 위성체계 등을 활용한 군전용 네트워크를 새롭게 구축하여 이처럼 군간부 전체에게 단말기를 보급하는 것은 현국방예산상의 한계로 인하여 불가능에 가깝다고 할 수 있다. 미군의 경우도 애플의 아이폰을 군사작전에 활용하기 위한 계획을 가지고 응용시스템을 개발중에 있다[1]. 따라서, 국방예산을 최소화하면서 기존 셀룰라망을 활용한 작전지원 체계를 구축하는 것은 매우 효과적인 방안이라 할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 셀룰라망을 군사작전에 연동하여 활용하는 구체적인 시나리오를 제시하여 이 체계의 개념적 작동방식을 설명한다. 3장에서는 제시된 시나리오를 군사작전에 적용하기 위한 요구사항 분석, 기능 및 구조에 대하여 상세히 다룬다. 4장에서는 스마트폰을 활용할 시의 확장기능과 구조를 제시한다. 그리고, 5장에서는 제안하는 연동구조를 구축하는데 따른 법적 문제를 비롯한 추가 고려사항을 살펴보고, 6장에서 결론을 맺는다.

2. 셀룰라망 활용 시나리오

이 장에서는 셀룰라망을 활용하는 연동체계가 군작전을 어떻게 지원할 수 있는지를 이해할 수 있도록, 주요기능들을 중심으로 실상황과 연관지어 활용 시나리오를 제시한다. 여기에서는, 공군 전투비행단의 기지방호에 활용하여 적국의 특작부대의 침투시에 어떻게 활용될 수 있는지를 예로서 제시한다.

적국의 특작부대 XX여명이 YY항공기를 활용하여 공군 ZZ비행단에 침투성공한다고 가정한다. 침투사실을 사전 인지하고 주요 지역 방어대를 미리 매복시킨 상황에서, 지휘통제실의 작전통제하에 기지방어작전이 수행된다. 소규모 분대단위의 병력을 각 간부들이 지휘하는데, 이들은 작전체계와 연동된 휴대폰을 소지하고 있다.

지휘통제실에서는 아측 간부들의 위치를 실시간으로 상황판 작전지도 내에서 시현하고 있다. 정상작전중인 간부는 녹색으로, 연락 두절된 간부는 붉은색, 부상 및 작전불능 상태의 간부는 노랑색으로 시현된다.

교전이 발생한 경우, 아측 작전 요원들은 문자 혹은 음성으로 지통실에 적상황을 보고한다. 지통실은 콜센터 기능을 수행할 수 있으며, 문자 및 음성 교신을 담당하는 요원들이 보고내용을 바탕으로 실시간으로 적상황을 상황판에 시현한다. 교전상황 보고에 따라, 지통실에서는 교전지역에 인접한 작전요원들에게 현재까지 파악한 적의 숫자 및 위치 정보를 주고, 임무를 할당한다. 교전상황 및 적의 이동 경로등이 실시간으로 파악되고 있으므로 작전수행이 용이하게 된다.

결과적으로 침투한 XX명 중에서 YY명을 사살하고 5명을 생포하는 전과를 올린다. 아측 희생은 Z명이하이다.

이상에서 제시한 시나리오는 비단 공군 기지 경비뿐만 아니라, 대규모 특작부대의 후방교란 상황에서도 동일하게 적용될 수 있다. 현재까지 우리 군의 장비로는 대테러작전시, 이와 같은 실시간 아측 위치 파악 등이 불가능하며, TRS를 활용한 음성통신의 경우도, 실제 작전시에는 적에게 아측 위치를 노출시키는 문제점과 대역폭의 제한으로 통신이 집중될 경우 통신불능 상태에 빠지는 문제점이 있다. 따라서, 본 논문에서 제안하는 시스템을 구축할 경우, 최소의 비용으로 아측 작전지역 내에서는 유비쿼터스 전술네트워크를 구축하는 효과를 가져올 수 있다.

3. 셀룰라망 연동 구조 설계

가. 요구사항 분석

제안하는 연동구조는 크게 ***단말기***와 ***지휘통제시스템***, 그리고 지휘통제시스템과 셀룰라망간의 연동을 책임지는 ***게이트웨이*** 등으로 구성된다. 이들이 군사적 용도로 사용되기 위해 필요한 요구사항들을 살펴본다.

1) 고객 요구사항

본 체계는 단말기와 지휘통제시스템, 그리고 게이트웨이가 통합적으로 동작하여, 아군의 셀룰라망이 작동

하는 모든 지역에서 활용가능하여야 한다. 기본적으로 셀룰라망을 백본네트워크로 사용하므로, 고정형 셀룰라망의 영역을 벗어난 지역에서는 차량 등을 활용한이동형 기지국을 전개하여 활용할 수 있어야 한다. 따라서, 기본적으로 한반도 육상 전역에서 동작가능하여야 한다. 해상 및 공중 영역은 본체계를 실제적으로 필요로 하지 않으므로, 본 체계의 작전영역에서 제외한다. 본 체계는 이미 대부분의 간부들이 보유하고 있는 군비상연락용 핸드폰을 단말기로 활용하는 것을 가정하여 구축하며, 지휘통제시스템과 게이트웨이의 구축을 통하여, 육상작전의 효과적 수행을 지원할 수 있어야 한다.

본 시스템이 동작하는 데 있어서, 국지도발 혹은 전면전 상황에서 셀룰라망과 GPS신호 수신이 정상동작하는지의 여부가 매우 중요하다. 2007년 현재 국내의 셀룰라망 기지국수는 대략 9만여개로 추산된다[7]. 따라서, 전시상황하에서도 이동통신사의 데이터센터가 피폭되지 않는 한, 수만개의 기지국들을 마비시키는 것은 매우 힘들다. 따라서, 기지국들은 일부를 제외하고는 정상동작한다고 가정하여도 무리가 없다. GPS 위성의 경우도 수신방해 장비를 적국에서 확보하였다 하더라도, 아군지역에서 휴대형으로 운영하는데는 제한이 따르므로, GPS 수신기능 또한 정상운영을 가정할 수 있다.

2) 기능 요구사항

단말기는 내장형 GPS모듈이 있을 경우, 추가 기능이 요구되지 않지만, 대부분의 2세대(2G) 단말기와 일부 3세대 단말기 등과 같이 내장형 GPS모듈이 없는 경우는 외장형 GPS모듈을 장착하여 위치식별이 가능하여야 한다. 단말기는 단문서비스(SMS)와 단축키를 활용한 지휘통제시스템과의 연결 등의 기본기능이 작동가능하여야 하며, 작전간의 매너모드 작동 등이 원활하여야 한다.

3) 비기능 요구사항

제안하는 체계는 국지적 도발상황 뿐 아니라 한반도 작전지역내의 다수지역에서의 동시 교전상황에서도 각 작전구역별 독립적 체계운영에 장애가 없어야 하며, 실시간성에도 제약이 없어야 한다.

4) 성능 요구사항

지휘통제시스템에서 내리는 SMS기반의 작전지시는 수초 이내에 대상간부 단말기에 시현되어야 한다. 음성통신의 경우도, 각 기지국 내에서 채널할당의 우선순위가 군전용핸드폰에 주어지도록 설계되어야 한다.

나. 체계 기능

앞절에서 살펴본 요구사항은 기능과 밀접한 관계를 가진다. 본 논문에서 제안하는 셀룰라망 연동 구조는 단말기, 지휘통제시스템, 게이트웨이로 구성되는데, 각각의 기능에 대해서 살펴본다.

1) 단말기능

단말기의 경우, 기존에 군간부들이 보유하고 있는 휴대폰(2G, 3G, 스마트폰 포함)을 활용한다는 점이 특징이다. 이를 통해 획기적인 예산절감이 가능하고 체계운영을 위해 단말기 사용법에 대한 별도의 훈련이 거의 필요없다는 점이 장점이다.

그렇다면 기존의 휴대폰이 군작전에 활용되기 위해서 어떤 기능을 가져야 할 것인가?

먼저 음성통화 기능은 적과 근접교전, 혹은 매복 상황이 아닐 때에는 기본적으로 항상 사용가능해야 한다. 이것은 휴대폰에서 기본적으로 제공되므로 크게 언급할 부분이 없다. 다만, 다음에 언급할 지휘통제시스템에서는 충분한 음성회신을 확보하여 다수의 작전요원들과의 원활한 동시 음성교신이 항상 가능하도록 콜센터 기능을 수행하여야 한다.

다음으로 제공할 기능은 단문(SMS) 송수신 기능이다. 이 역시 기존의 핸드폰들이 제공하고 있으므로 변경할 부분은 없다. 다만 기존의 핸드폰들은 문자 입력시, 바탕화면이 흰색이고 글씨를 검정색 등로 보여준다. 야간작전 중에는 이것이 상당히 밝게 보여 적에게 위치를 노출시킬 수 있는 단점이 된다. 따라서, 문자 송수수신시 배경을 검정색으로 하고 글씨만 최소밝기의 기타색상으로 전환시킬 수 있는 설정이 필요하다. 이 부분은 소프트웨어 업그레이드로 해결가능하다.

음성과 문자메시지 모두 동보전송(다수의 수신자에게 동일 정보 동시 전송)의 추가기능을 가질 경우, 제안하는 연동구조의 효과성이 배가될 수 있다. 이것은 단말기 자체적으로 해결할 수는 없고 지휘통제시스템 및 게이트웨이와의 연동을 통해 해결해야 할 부분이다. 또한, 기존 작전간에 폭주하던 TRS혼신을 막을 수 있는 강력한 보완기능으로 사용될 수 있다.

평소에는 일반 사무용으로도 사용되고 있는 단말기

이므로, 작전간에는 민간으로부터 오는 일반 통화와 문자메시지를 차단할 수 있어야 한다. 보통의 휴대폰의 경우, 거부 등록을 해야만 통화나 문자가 거부되며, 그것 또한 최대 10개의 번호만 등록이 가능하도록 설정되어 있다. 휴대폰이 군작전에 사용되기 위해서는 매너모드 전환처럼 단축키 하나만으로 발신자가 군이 아닌 경우, 전부 차단되게 하는 기능이 추가적으로 필요하다.

군작전모드로 전환되었을 때는 번호입력 없이 기본 통화버튼을 누르는 것만으로 지휘통제 체계와 직접 통화연결이 될 수 있도록 설정할 필요가 있다. 최소의 버튼 입력만으로 지휘통제체계와 음성 및 문자 교신이 가능하도록 한다. 문자송신의 경우도 수신자 번호 검색 등을 하지 않고 바로 지휘통제체계가 기본 수신자가 되도록 전환되어야 한다.

이상의 기능들이 실현되기 위해서는 단말기 제조사들의 협조를 통한 펌웨어 업그레이드 등이 필요하며, GPS모듈의 추가 등도 단말기 제조사의 기술협조가 필수적이다.

2) 지휘통제 기능

지휘통제 체계는 공군의 예를 들면, 단일 전투비행단 규모에서 운영하는 체계가 되고, 전술적으로 중요한 가치를 가지는 독립 방공포대대 및 레이더 기지 등에서도 독립적으로 운영가능한 체제가 될 것이다. 육군의 경우는, 대대급 규모 혹은 경우에 따라서 연대급 규모에서 운영가능한 체계를 구축할 수 있다. 따라서, 지휘통제체계는 이들 부대의 지휘통제실에 위치하여야 하며, 각 부대의 작전상황을 통제할 수 있는 모든 기능들이 구비되어야 한다.

지휘통제 체계가 가져야 할 첫 번째 기능은 ***전투요원 관리 데이터베이스***이다. 통제체계가 관리할 단위부대의 전체 지상전투요원(체계에 연동된 휴대폰을 소지한 전체 간부)들의 인적사항과 지역방어대(이하, 한 명의 간부가 통솔하는 소대규모의 전투단위) 단위의 병사들의 인적사항, 그리고 각 단위제대의 무장 및 임무, 책임지역 등이 사전에 데이터베이스화되어 관리되고 있어야 한다. 또한 작전수행중에 유기적으로 단위 제대를 재편할 경우에도 데이터베이스 기능이 신속하게 적용가능하도록 관리의 편이성을 제공하여야 한다.

두 번째로 ***작전지시*** 기능이 포함된다. 지휘통제 체계는 각 지역방어대를 지휘하는 간부들에게 적 상황, 주변 지역에 배치된 아측 병력 상황, 및 수행해야 할 작전 등을 수시로 하달할 수 있도록 시스템을 구축해야 한다. 지휘통제체계가 작전지시를 하달해야 할 지역방어대의 숫자에 따라, 작전지시를 분할하여 지시할 수 있도록 병렬구성하는 것도 가능하여야 한다. 이것은 단일 지휘관이 전체 지역방어대의 상황을 일일이 지시하는 것이 불가능한 상황도 충분히 발생할 수 있기 때문이다. 이런 상황은 다수의 적 병력이 분산되어 개별적으로 침투 작전을 수행할 경우에 발생하게 된다. 즉, 복수의 작전책임자가 지휘통제실에서 서로 상의해 가면서 각자 맡은 구역에 개별적으로 작전 지시를 하되, 지시하달이 상호 충돌 없이 동시진행되도록 시스템이 복수로 구성되어야 함을 의미한다.

세 번째로 ***작전상황 감시*** 기능이 지휘통제 체계에 포함된다. 기본적으로 아측 전투요원들의 현 위치가 상황판에 실시간으로 시현되어야 하며, 지휘관 혹은 작전 책임자가 내린 작전지시에 따라, 아측 전투요원들이 위치를 이동할 경우 이들의 위치 이동 또한 실시간으로 시현되어야 한다. 아울러, 교전상황 및 아측 요원들의 손실, 통신상태 등도 상세하게 묘사될 수 있어야 한다. 침투한 적의 정보는 다양한 수단을 통해서 입수된다. 부대주변에 설치된 지역별 CC-TV, 아측 전투요원들이 보내오는 보고 정보, 사전 입수된 정보(아측 정찰자산으로부터 입수되어 하달된 각종 전장상황 등) 들을 바탕으로 구성되는데 이들 정보들 또한 작전상황판에 실시간으로 시현될 수 있어야 한다.

3) 게이트웨이 기능

지휘통제 기능은 컴퓨터를 기반으로 동작하며, 군의 인트라넷 체계, 혹은 C4I 체계에 연동되어 있다. 따라서, 이 체계가 셀룰라망을 기반으로 동작하는 단말체계와 연동되는 것은 물리적으로 불가능하다. 따라서, 서로 연동되어 있지 않은 2개의 네트워크를 연동시키기 위해서는 인트라넷에 접속된 지휘통제 기능과 셀룰라망간의 연동을 책임지는 기능이 필요하다. 게이트웨이가 바로 인트라넷과 셀룰라망을 연동시켜 동작시키는 기능을 한다.

기술적으로는 민간에서 이미 널리 사용되고 있는 셀룰라망과 인터넷을 연동시키는 기술과 동일하며, 다만 연동의 대상이 인터넷이 아닌 군용 인트라넷이라는 점이 차이점이다. 현재 군 인트라넷 체계에서 서비스되고 있는 휴대폰 문자 전송 서비스도 초보적이기는 하지만 이와 같은 게이트웨이 체계를 통하여 서비스된다. 게이트웨이 구축에 있어서 매우 신중해야 할 점은

보안상의 문제이다. 기존의 국방 인트라넷을 물리적으로 인터넷과 분리하여 구축한 이유도 보안상의 이유인데, 셀룰라망이 이미 인터넷과 연동이 된 상태에서 국방 인트라넷과 연동될 경우, 그만큼 신중한 설계가 필요한 것이다.

4) 보 안

앞에서도 언급한 바와 같이 제안하는 체계는 상용망과 일부 연동되어 있는 구조로서 군사용으로 사용하기 위해서는 보안문제가 가장 중요한 문제가 된다.

보안문제는 셀룰라망을 단말장비 접속을 위한 기반구조로 사용하는데 따른 문제와 군내 인트라넷 혹은 C4I망을 사용하는 데 따른 문제로 나눠서 생각해 볼 수 있는데, 전자가 훨씬 공격에 취약하다고 할 수 있다.

셀룰라망은 군간부 대부분이 가입되어 있으며, 현재 X개 회사가 동시에 서비스를 제공하고 있다. 그러나, 실제로는 초기에 사업을 시작한 회사가 대부분의 가입자를 유지하고 있는 상황이다. 또한, 군내 유선 전화망과도 연동이 되어 있어서 군 작전상황에서는 보안상 위협이 따른다. 군작전상황에서 예상되는 공격은 크게 DOS(Denial of Service : 서비스 거부 공격), 스팸(Spam), 스푸핑(Spoofing), 스니핑(Sniffing) 등으로 정리된다.

군사 작전 상황에서 가장 심각한 공격은 시스템 자체의 동작을 마비시키는 DOS 공격이 될 가능성이 높다. 즉, 작전 구역 혹은 외부 지역에서 셀룰라망을 경유하여 적이 지휘통제시스템에 대한 허위 접속을 대량으로 발생시킴으로써, 지휘통제체계가 네트워크 접속 및 서비스를 할 수 없도록 만드는 것이다. DOS 공격은 시스템을 파괴하지는 않지만, 군사작전이 전개되는 상황에서는 전체 시스템을 마비시킬 수 있다는 점에서, 현실적으로는 매우 큰 위협이 된다. 이 상황은 게이트웨이 장비와 셀룰라망 사업자의 2중 필터링이 작동하여야 해결가능하게 된다. 셀룰라망 접속은 민간에 개방되어 있는 상황이므로 호연결(Call Setup) 단계에서, 군용 전화번호 외의 연결요청에 대해서 셀룰라망 사업자의 네트워크 장비에서 1차적으로 필터링해야 한다. 또한, 게이트웨이 장비에서는 군용전화번호라 하더라도, 해당 작전구역에 소속되지 않은 번호가 특정 지휘통신체계에 접속하고자 할 경우, 필터링해 낼 수 있어야 한다.

스팸의 경우도 군사작전상황에서는 상당한 혼란을 야기할 수 있다. 특히 스팸이 허위의 작전명령을 전달하거나, 작전간에 명령하달과 보고과정에 개입될 경우 작전수행은 큰 차질을 빚게 된다. 스팸의 차단 과정도 DOS공격의 차단과 동일하다. 다만, 스팸의 경우, 군내부 인트라넷과 연동된 공격도 가능하기 때문에, 이 경우는 다른 차원의 대책이 필요하게 된다.

스푸핑은 정보의 발신지를 위장하는 공격을 말한다. 인터넷상에서는 IP 스푸핑, ARP 스푸핑 등의 공격방법이 사용된다. 제안하는 체계상에서는 적측에서 아군의 핸드폰 번호를 위장하여 정보를 전송하는 공격이 가능하며, 이 방법이 DOS나 스팸과 결합되어 사용될 경우, 상당히 치명적인 결과를 가져올 수 있다. 방어를 위한 필터를 통과할 가능성이 높기 때문이다. 일반적으로는 이와 같은 위장이 쉬운 방법은 아니지만, 불가능한 것 또한 아니기 때문에 관련된 기술 연구가 필요하다.

스니핑은 네트워크에서 오고가는 데이터를 도청하는 것을 말한다. 적측이 아군의 지휘통제체계와 단말기간에 오고가는 데이터를 도청할 경우, 이것은 작전계획이 그대로 노출되어 역공격 당하게 되는 결과를 가져오게 된다. 이 부분에 대한 보안대책이 필요하다.

이상에서 살펴본 소프트웨어 시스템 차원의 공격외에 전시에서 발생할 수 있는 물리적 타격 또한 고려하여야 할 점이다. 앞의 가.1)절에서 기술한 바와 같이 국내 휴대폰 기지국의 경우, 9만여 개 이상으로서 이들이 동시 다발적으로 피폭되는 상황이 발생할 가능성은 매우 적다. 반면에 가장 심각한 상황은 이동통신사들의 데이터센터 자체가 피폭되는 상황이다. 따라서, 본 논문에서 제안하는 시스템을 도입할 경우, 이통사들의 데이터센터들을 이중화시켜 구성하는 기법을 함께 고려하여야 한다.

다. 체계 구조

지금까지 설명한 연동구조의 기능들을 통합적으로 이해하기 위하여 연동구조의 동작 개념도를 그림으로 그려보면 다음 Fig. 1과 같다. 2장에서 설명한 활용 시나리오와 동일한 내용이다. Fig. 1에서는 이해의 편이를 위해서 3개의 셀룰라 셀에서 작전이 이뤄지는 상황을 묘사하고 있다. 아측 작전요원들은 휴대폰을 소지한 채로 지휘통제실의 작전통제를 받고 있다. 1번 셀에 적침투요원들이 이동중인 상황을 지통실을 통해 전달받은 아측 요원들은 실시간으로 병력을 포위 집중시키고 있다. 그림에서는 4개의 아측 소대 병력이 1

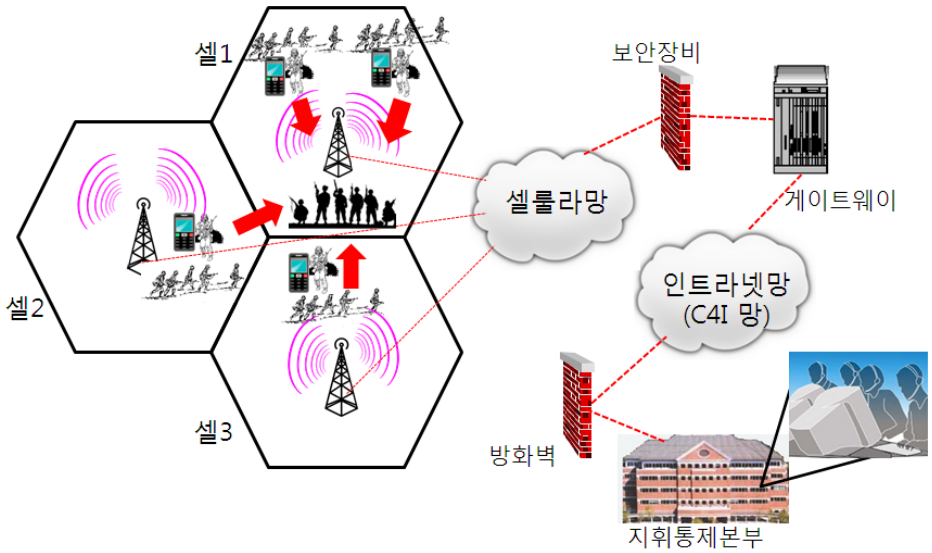

Fig. 1. 연동구조 동작 개념도

번 셀에 침투한 적병력을 향하여 이동하는 모습을 묘사하였다.

지휘통제본부에서 지휘통제체계를 활용하여 내린 작전지시는 그림에서와 같이 유선 인트라넷망(혹은 C4I 망)과 셀룰라망과의 연동을 위한 게이트웨이 장비를 거쳐 셀룰라망으로 전달된다. 현재 작전이 이뤄지고 있는 셀에까지 도달한 작전 명령은 아측 작전요원들이 소지한 휴대폰에 시현되게 된다. 작전요원들이 지통실로 보고하는 내용은 반대의 과정을 거쳐 지휘통제체계에 도달하게 된다.

위와 같은 시나리오의 구현을 위해 각 체계가 가져야 할 기능은 이미 앞의 나.절에서 살펴보았다. 본절에서는 각 체계 기능의 구현을 위한 세부 구조를 각각 살펴보겠다. 가장 핵심이 되는 지휘통제체계, 게이트웨이, 보안체계, 그리고 마지막으로 단말기에 대해서 살펴본다.

1) 지휘통제체계

지휘통제체계의 핵심인 전투 데이터베이스(이하 전투DB)의 구성요소들을 Fig. 2에 나타내었다. 전투DB는 평시에 미리 구축되어 있어야 하며, 필요에 따라 전시에도 신속한 재배치가 가능한 구조이어야 한다. 그림에 나타낸 데이터베이스 테이블은 크게 3종류이다. 부대가 담당하는 전장을 여러 구역으로 나눠 관리하기 위한 테이블과 개별 전투제대를 관리하기 위한 테이블, 그리고 소속제대별 전투요원을 관리하기위한 테이블로 구성된다. 이상의 테이블들을 기반으로 한 DB를 활용하여, 전장별로 투입가능한 제대와 병력들이 실시간으로 산출되며, 또한 이 자료를 기초로 화면에 각 제대의 위치를 제대장 휴대폰의 GPS송신자료를 기반으로 시현하게 된다.

Fig. 2. 전투 DB 테이블 구조

전투DB를 기반으로 운영되는 지휘통제체계가 실제 지휘통제실에서 활용되는 운영개념은 Fig. 3에 나타내었다. 각 제대장들이 실시간으로 보내오는 각종 문자자료와, GPS 위치정보, 그리고 음성교신 내용들은 인트라넷망(혹은 C4I체계)를 통하여 지휘통제서버로 전송되며 이를 전투상황관리병들이 실시간으로 접수 처리한다.

전체 상황은 상황시현장비(프로젝터 혹은 기타 디스

플레이)를 통해 시현된다. 전투지휘관은 전체 상황을 감안하여 전투지시를 각 제대에 하달하는데, 이 역시 전투상황관리병에 의하여, 음성 혹은 문자로 각 제대장에게 전달된다.

각 제대장의 휴대전화에 탑재된 GPS모듈을 통해 확인된 위치정보 또한 실시간으로 지휘통제서버로 전달되는데, 이 위치정보는 제대장이 수동으로 전송할 수도 있고, 자동 설정에 의하여 주기적으로 자동 전송되게 할 수도 있다. 이 부분은 단말장비에서 더 상세하게 설명한다.

지휘통제체계의 핵심기능은 지휘통제서버가 담당하게 되는데, 이 서버에는 웹서버, 웹에플리케이션 서버, 그리고 지휘통제 응용소프트웨어 등이 구축탑재되어야 한다. 각 사용자들(제대장, 지휘관, 상황관리병 등)의 요구사항을 면밀하게 분석하여, 전투상황의 진행에 따른 주요 상황과 가능성을 포괄할 수 있는 소프트웨어 설계가 필수적이다.

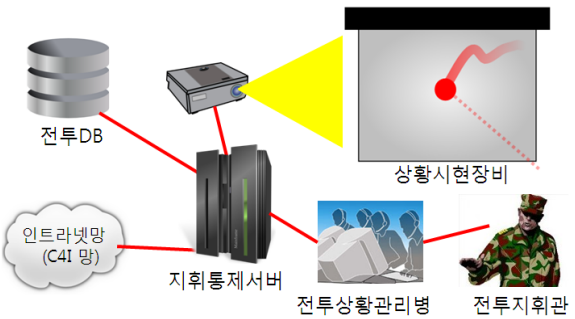

Fig. 3. 지휘통제실 운영개념

2) 게이트웨이

게이트웨이 장비는 Fig. 1에서 나타난 바와 같이 셀룰라망과 인트라넷망이라는 이종망간의 연동을 위한 장비이다. 흔히 WAP(Wireless Application Protocol) 게이트웨이라고 불리는 인터넷과 셀룰라망의 연동을 위한 장비가 군용으로 인트라넷과 셀룰라망의 연동을 위해 활용되는 경우라고 할 수 있다. 인터넷과의 연동에서는, 휴대폰으로의 대량문자 전송 등의 서비스로부터, 전화망과 인터넷 사의의 WML(Wireless Markup Language)-HTML(HyperText Markup Language) 언어변환, 그리고 각종 응용서비스를 위한 플랫폼으로서의 역할을 한다[2,3].

Fig. 4에 WAP프로토콜과 인터넷프로토콜간의 비교도를 나타내었다[4]. 그림에서 나타난 바와 같이 휴대폰과 인터넷을 연동시켜 제공 가능한 모든 응용서비스들이 WAP 기반으로 동작하게 되는데, WAP 게이트웨이가 이 기능을 담당한다.

제안하는 연동구조하에서도, WAP 게이트웨이는 군용 인트라넷과 간부용 휴대폰 사이에 모든 데이터 전환을 책임질 수 있도록 구축되어야 하며, 이는 이미 상용솔루션(Off-the-shelf Solution)으로 제공되는 서비스와 시스템을 도입하여 약간의 최적화 과정만으로 쉽게 구축가능하다.

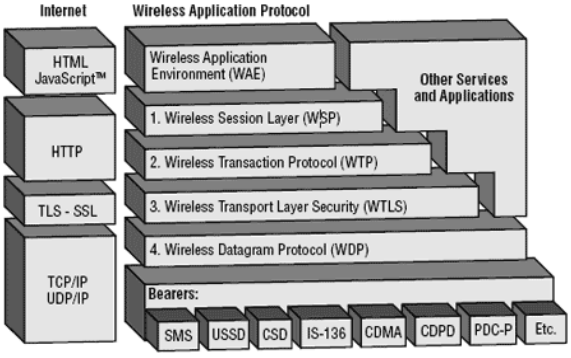

Fig. 4. WAP 프로토콜과 인터넷프로토콜의 비교[4]

3) 보안체계

상용망인 셀룰라망을 군작전을 위해 군용 인트라넷과 연동시켜 운영하는데 따른 보안문제의 심각성은 아무리 강조해도 지나침이 없다. 아프가니스탄 전쟁 수행 중에 미군의 중고도 무인 정찰기인 프레데터가 촬영한 정찰영상들이 탈레반반군측에 그대로 도청입수되었다는 점은 시사하는 바가 크다[5].

앞의 나.절에서 이미 군작전상황에서 예상되는 공격의 유형을 살펴보았다. 크게 DOS(Denial of Service : 서비스 거부 공격), 스팸(Spam), 스푸핑(Spoofing), 스니핑(Sniffing) 등으로 정리된다. 이외에도 셀룰라 환경에 관계된 다양한 공격이 가능한데, 보안체계에서 이에 대응하는 솔루션이 구비되어야 한다. Fig. 1에서 **보안장비**의 위치는 셀룰라망과 게이트웨이 사이에 있는 것으로 나타내었다. 예상되는 공격에 대비하기 위해 보안장비가 제공해야 할 구조적 기능은 다음과 같다.

- 인증(Authentication) : 올바른 사용자가 연동구조에 접근하는 지를 인증할 수 있어야 한다. 따라서, 전 · 평시를 막론하고, 군용 휴대폰 이외의 연동구조로의 접근을 차단하여야 한다.

- 무결성(Integrity) : 문자전송 및 채팅 등의 서비스에서 최초 전송 내용이 변경없이 수신자에게 도달하는 것이 보장되어야 한다.
- 비밀성(Confidentiality) : 도청 불가능한 음성 및 데이터통신이 보장되어야 한다. 즉 적의 스니핑을 차단할 수 있도록 음성 및 데이터를 암호화시켜 전송하는 기법을 개발하여야 한다. 이를 위한 별도의 보안 모듈의 소프트웨어 혹은 하드웨어적인 개발 또한 필요할 것으로 판단된다.
- 웹서비스(Web Services) : 제안하는 체계가 웹서비스를 제공할 경우, 단말기의 경우, 기존의 웹을 활용하는 컴퓨터에서 발생하는 바이러스, 버퍼오버플로우, DOS 등의 공격에 노출됨을 의미한다.
- 위치식별(Location Detection) : 작전요원의 위치는 아측 지휘통제체계에서만 파악하고 적에게 노출되지 않도록 하여야 한다.
- 다운로드된 컨텐츠(Downloaded Contents) : 평시에 다운로드했던 컨텐츠에 스파이웨어 등이 포함되어 있다가 전시에 동작할 수 있는 위험성이 있다.
- 단말기분실(Device Security) : 단말기가 분실되어 적의 수중에 들어갈 경우, 이를 활용한 적의 공격에 노출될 수 있다. 분실 단말기로부터의 체계접근을 차단할 수 있는 기능이 필요하다.
- 채널재밍(Channel Jamming) : 적군이 아측 셀룰라망의 채널주파수를 사전에 파악하고 재밍장비를 가동시킬 경우, 연동구조가 마비될 수 있다. 다만, 아측 지역에서 작전이 수행되는 상황하에서 소규모 적 침투 병력이 차량지원 없이 채널재밍 장비를 휴대형으로 구동시키는 것은 불가능하다. 장기적으로, 작전지역이 적 지역으로 확대될 경우에 대비한 안티재밍기법은 향후 추가연구가 필요할 것으로 판단된다.

Fig. 1에서 또 하나의 보안체계인 **방화벽**의 경우는 현재 일반적으로 인트라넷 체계에서 사용하고 있는 기능을 하게 된다. 방화벽은 허용되지 않은 서비스 및 접근을 차단하는 기능을 주로 하는데 일반적으로 IP주소 및 포트번호를 기반으로 동작한다. 셀룰라망을 통한 접근통제를 게이트웨이 앞단의 **보안장비**가 주로 담당한다면, 인트라넷망으로부터 출발하는 침입을 차단하는 역할을 **방화벽**이 담당하게 된다. 또한, 보안성의 강화를 위해 방화벽과 함께 침입탐지시스템(IDS)과 침입방지시스템(IPS)을 통합구성하는 것도 요구된다.

4) 단말장비

현재 군간부들이 보유하고 있는 대부분의 단말기는 2세대 단말기이며, 일부가 3세대 및 스마트폰 등을 보유하고 있다. 스마트폰은 GPS 모듈이 기본 탑재되어 있으나, 2세대 단말기의 경우, 이를 탑재하고 있지 않으므로 정밀한 위치 추적과 관리에 문제가 있다. 따라서, 제안하는 연동구조가 군작전에 원활하게 사용되기 위해서는 2세대 단말기에 외장형 GPS 모듈을 탑재할 수 있는 방안이 연구되어야 한다. 기존에 2세대 휴대폰에서 활용하였던 기지국을 기반으로 위치를 추정하는 기법은 오차범위가 커서, 정밀한 작전에서 활용하기에는 무리가 따른다. 또한, 탑재된 GPS모듈을 구동하는 에플리케이션이 추가 개발되어야 하는데, 이 에플리케이션은 지휘통제시스템과 자동연결되어 위치정보의 수동 혹은 자동 전송을 관장할 수 있어야 한다.

이상에서 언급된 단말장비와 관련된 추가 설비는 최소의 비용으로 연동구조를 운영하기 위한 현실적인 접근법이 될 것이다.

4. 스마트폰 활용시의 확장기능 및 구조

애플의 아이폰이 보급되면서, 셀룰라망에서의 단말기 무게중심은 급격하게 스마트폰으로 이동하고 있다. 현재 군간부들이 보유하고 있는 대부분의 단말기는 2세대 단말기이지만, 급격한 스마트폰의 보급은 군작전에의 활용가능성을 높여주게 될 것으로 기대된다.

미 육군의 경우, 스마트폰을 활용한 작전용 에플리케이션을 공모하여 우승자에게 3만불의 상금을 수여하는 계획을 진행하기도 하였다[1]. 스마트폰은 네트워크 접속이 상시 가능한 사실상의 컴퓨터로서, 군사용 에플리케이션의 가능성 또한 무궁무진하다고 할 수 있다. 스마트폰이 군 내부에 널리 사용될 경우, 본 논문의 연동구조에서 활용하기 위해 추가되어야 할 기능과 구조에 대하여 살펴본다.

가. 스마트폰 확장기능

이미 언급한 바와 같이 현재 보급되고 있는 스마트폰의 대부분은 GPS 모듈을 기본적으로 탑재하고 있다. 따라서, 2세대 휴대폰에서와 같은 추가 모듈 탑재가 불필요하며, 자신의 위치를 지휘통제 체계에 보고하는 것을 넘어서서, 스마트폰 화면에 지휘통제본부의 화면을 부분적으로 혹은 전체로 시현시키는 것도 가

능하다.

아울러, 아군의 위치 정보의 경우, 지휘통제 체계를 거치지 않고, 스마트폰끼리의 직접교신으로 교환할 수도 있다. 이것은 지휘통제 체계에 집중되는 데이터의 량을 경감시키는 효과를 가져올 수도 있다.

또한, 지도데이터의 실시간 시현, 작전계획 관련 데이터의 풍부한 전달이 가능하다. 음성 동보전송의 실시간성의 제약이나, 단문(SMS) 전송에 따른 데이터 충분성의 한계가 완전히 사라지게 되는 것이다. 또한, 멀티미디어 데이터의 자유로운 전송에 따른 작전상의 장점도 매우 크다. 전투요원들이 촬영한 영상정보의 실시간 전송은 지휘통제를 위한 정보 소스로서 크게 기여하게 될 것이다.

나. 체계구조 확장

스마트폰을 본 논문에서 제안하는 연동구조 안에 수용할 경우, 가장 큰 변화는 스마트폰의 다중 무선 인터페이스와 관계된 것이다. 즉, 스마트폰의 경우, 무선 접속이 셀룰라망을 통할 뿐만 아니라, 무선랜(WiFi)을 통한 접속도 가능하며, 더 나아가 미래에는 와이브로(Wibro)와 같은 WiMax 인터페이스도 갖추게 될 것으로 전망된다. 이같은 환경을 무선망 통합(Wireless Network Convergence)라고 부른다[6].

이 환경은 군사작전용 단말기가 인터넷과 연동되는 상황을 피할 수 없게 한다. 현재까지 한국군의 경우, 군사작전망과 인터넷과의 연동은 엄격하게 통제하고 있으며, 비작전망인 내부업무용 인트라넷도 인터넷과의 물리적인 분리를 고수하고 있다. 그러나, 스마트폰이 군 내에 수용될 경우, 이같은 물리적 망분리의 원칙은 수정되어야만 할 것이다.

이렇게 될 경우, Fig. 1에서 보인 군내 인트라넷과 연동되는 외부망은 셀룰라망뿐만 아니라, 인터넷도 추가되어야 한다. 이에 따른 연동을 위한 게이트웨이 장비도 추가된다. 단순한 게이트웨이 장비의 추가외에도 망연동에 따른 보안체계의 강화는 매우 중요한 문제가 될 것이다.

지휘통제체계 내의 통제서버의 기능도 2세대 휴대폰을 위한 단문서비스(SMS)나 음성 전송 외에 다양한 멀티미디어 데이터의 송수신과 관리를 위하여 그 기능과 용량이 매우 커지게 된다.

이처럼 부가적으로 투입되어야 할 추가비용과 보안상의 개선점이 요구됨에도 불구하고 작전의 효율성 및 실시간 전장관리라는 장점이 여러 단점을 상쇄할 것으로 판단된다.

5. 기타 고려 사항

가. 법적 문제 : 소유권

본 논문에서 제안하는 연동구조는 군간부들이 이미 개인적으로 비용을 지불하고 소유하고 있는 사적 소유물인 휴대폰을 군작전에 수용하는 방안을 제시하고 있다는 점이 특이하다. 일반적으로 군사작전용 자원은 거의 예외없이 공용물품이다. 따라서, 개인의 사적 소유물을 군사작전용으로 활용하는데 따른 각 개인의 소유권과 관련된 문제 및 활용에 따른 제반 법적 문제는 검토가 필요한 사항이 될 것이다.

나. 작전 지역의 범위

제안하는 연동구조는 대한민국의 전체 육상지역을 작전대상 범위로 가정하고 있다. 즉, 셀룰라 기지국의 전파범위가 미치는 지역으로 작전지역이 제한되는 것이다. 이것은 적국의 전면 혹은 국지적 침략에 따라, 전장이 국내로 제한될 경우, 매우 효과적인 체계이지만, 전장이 국내 휴대폰들을 수용하는 기지국의 전파범위를 벗어날 경우, 효과성이 사라진다는 한계점을 가진다.

예를 들어, 전장이 북한지역으로 확대되었을 경우, 이 시스템이 활용되기는 어렵다는 문제점이 있는 것이다. 전장 확대에 따른 문제점 해결을 위해, 이동형 기지국의 다수 확보 및 평시 전개 훈련이 필요하게 될 것으로 보인다. 평시에도 월드컵 등의 기간에 많은 인파가 집중되는 장소에 이동통신사들은 차량 탑재형 이동 기지국을 다수 활용하고 있는데, 이 같은 방안을 전장확대시에 활용하는 것은 하나의 대안이 될 수 있을 것이다.

다. 협력의 도출

제안하는 시스템이 원활하게 기능을 발휘하기 위해서는 단말기 기능의 일부 수정이 필요하다. 3.나.1)절에서 이미 살펴본 바와 같이 외장형 GPS모듈의 장착, 특정 화면표시 기능, 군작전모드 전환 등의 작업은 단말기 제조사의 협조가 필수적인 부분들이다. 부분적으로는 펌웨어 업그레이드로 해결할 수 있는 부분이 있고, 하드웨어 모듈의 일부 추가가 필요한 부분도 있다. 이들의 비용효과 분석이 필요하다.

앞의 나.절에서 살펴본 작전지역의 확대에 따른 이동기지국운영이나, 셀룰라망과 군인트라넷과의 연동을 위한 게이트웨이 구축, 그리고 보안체계의 기능 구현 등은 이동통신사업자들의 협력이 절대적으로 필요한 영역이다.

이들 사업자들이 적극적으로 체계구축에 참여하도록 유도할 수 있는 정책적 유인책이 필요하며, 이들과의 협조체계 구축이 매우 긴요하다고 할 수 있다.

6. 결 론

IT 강국의 명성을 가지고 있는 대한민국은 국방차원에서도 다양한 정보통신체계를 개발하여 활용하고 있다. 그러나, 육상전투요원 개개인, 혹은 소대 규모의 제대에서 활용가능한 정보통신 체계는 TRS를 중심으로 한 2차대전형 모델에서 크게 벗어나 있지 않은 것이 현실이다.

이같은 문제의식을 기초로, 본 논문에서는 즉시 전력화 가능성 및 비용효과성 등에서 큰 강점을 가지고 있는 셀룰라망을 군작전에 활용하기 위한 연동구조를 설계하고 제안하였다. 특히, 군간부 대부분이 이미 소지하고 있는 군비상연락용 휴대폰을 연동구조 안에 수용함으로써, 체계구축 및 운영을 위한 예산을 획기적으로 절감하면서도, 기능과 관련하여서는 전용의 전투체계 개발과 제대별 단말기의 연차적 배포에 소모되는 기간을 현격히 감소시킬 수 있는 강점이 있다.

지휘통제체계, 게이트웨이, 보안체계 등은 통합구축하여 배포되어야 하지만, 단말체계는 간부들이 소지한 단말기에 GPS모듈만 추가함으로써 쉽게 개선될 수 있다.

또한, 상용으로 널리 사용자를 확보하기 시작한 스마트폰을 장차 수용할 경우, 군작전체계 자체가 스마트하게 발전하게 될 것으로 전망된다.

본 논문에서 제안하는 체계가 단말기 소유권과 관련된 법적 고려사항 및 상용망과의 일부 연동에 따른 보안체계의 강화라는 고려사항 등이 있지만, 체계구축이 가져올 전투력 강화라는 장점이 이들 고려사항들이 가진 문제점들을 상쇄할 것으로 기대된다.

Reference

[1] http://www.examiner.com/x-38543-El-Paso-Information-Technology-Examiner~y2010m3d27-US-Army-testing-use-of-smartphone-applications

[2] 정진욱 외 3인, 정보통신 배움터, 생능출판사, pp. 372～375, 2009.

[3] 고석주, 정희영, 김성한, 민재홍, “3G-WLAN 연동 기술동향”, 전자통신동향분석, 제18권, 제4호, pp. 1～10, 2003. 8.

[4] http://www.tutorialspoint.com/wap/wap_architecture.htm

[5] http://online.wsj.com/article/NA_WSJ_PUB:SB126102247889095011.html

[6] Jaecheol Kim, Jihoon Lee, Hojin Lee, Taekyoung Kwon, and Yanghee Choi, “A Network Selection Scheme for Multicast Applications in Wireless Network Convergence”, to appear in Wirless Communications and Mobile Computing.

[7] http://www.emf.or.kr/pro/html/BTS/BTS01.asp