

유비쿼터스 기술의 군 활용방안 연구

이 윤 희*

요 약

21세기에는 정보기술의 혁명적 발전과 함께 전쟁양상이 파격적으로 변화될 것으로 예측되며, 전력체계의 특성이 근본적으로 변화됨과 더불어 전쟁 패러다임이 획기적으로 변하고 있다. 특히, 정보과학기술을 이용한 정밀감시, 통제, 타격 복합체계의 구축이 군사력 발전의 근간이 되고 있으며, 앞으로 디지털, 인터넷, 생명공학, 나노 기술 등을 복합적으로 활용하는 것이 전력체계의 중심축이 될 것이다.

특히 전쟁 수행 방식 및 수단의 변혁과 군사패러다임의 보편적 변화추세에 능동적으로 대비하기 위하여 유선과 무선 그리고 근거리 무선 사이에 이음매 없는 통신망이 실현됨으로써 누구든지 어디서나 네트워크로부터 자신이 필요한 정보를 얻을 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅을 민간분야에 활용하여 스마트 홈과 물류에 적용한 사례를 살펴보았다.

유비쿼터스 컴퓨팅과 네트워크 기술은 21세기 변화된 형태의 전쟁을 수행하기 위해 국방 분야 적용이 필수적이며, 이를 통해 전술적인 감지·추적 능력의 확대 및 고도화된 전술 정보의 실시간 교환·공유, 전술부대의 커뮤니티 파워 증대 효과를 가져 올 수 있다. 따라서 유비쿼터스 국방(u-Defense) 시대로 가기 위해 개발하여 적용 가능한 핵심 분야인 내장형 모바일 ad-hoc 네트워크 프로토콜, 무선 센서 네트워크, RFID(Radio Frequency Identification)를 활용한 유비쿼터스 군수지원 등을 제시하였다.

이러한 유비쿼터스 국방을 위하여 우선 비용 측면과 민간분야에 비해 훨씬 강화된 정보 보호 및 무기체계간 상호 인증 환경을 고려해야 하며, 국방 정보화에 전력증강차원의 과감한 투자가 요구된다. 또한, 저비용 고효율의 군사력을 구축해야 할 것이며, 첨단 정보체계 건설을 주도할 수 있는 정보 인력을 양성하여, 장기적으로 종합적인 발전계획을 수립하고 국방 정보체계를 효율적으로 구축하면 군 전력향상에 획기적으로 기여할 수 있을 것이다.

1. 서 론

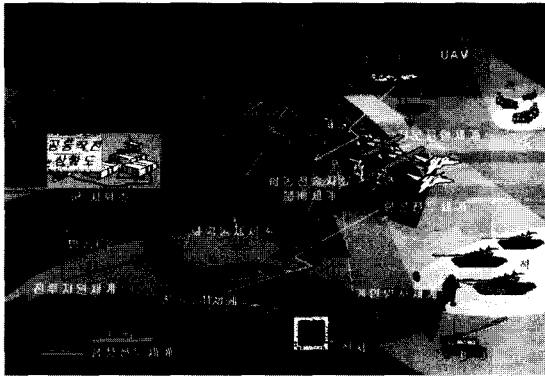
21세기에는 정보기술(IT: Information Technology)의 급격한 발달로 인하여 디지털/인터넷 혁명이 발생됨으로 인류 생활환경의 자동화, 지능화가 가속화되고 정보·지식 중심의 문명사회로 전환되고 있다. 이러한 IT혁명에 따라 정보기술의 우열이 국방의 성패를 좌우하는 중요 요인이 되고 있으며, IT기술에 의해 획득되는 신속한 정보는 군 전력발휘의 핵심요소가 되고 있다.

또한 정보기술의 혁명적 발전과 함께 전쟁양상이 파격적으로 변화될 것으로 예측되며, 이제까지 생각조차 할 수 없었던 새로운 무기체계가 등장하고 있다. 이로 인하여 전력체계의 특성이 근본적으로 변화됨과

더불어 전쟁 패러다임이 획기적으로 변하고 있으며, 기존의 재래식 무기에 의한 대량 파괴전의 개념이 핵심 군사목표만을 정확하게 공격하는 정밀타격전 개념으로 변환되고 있다. 특히, 정보과학기술을 이용한 C4ISR+PGM¹⁾체계의 구축이 군사력 발전의 근간이

1) 미래에는 먼저 보고, 먼저 결심하고, 먼저 타격하는 것(先見·先決·先打)이 전쟁승리의 요체가 될 것이며, 이를 해결하기 위하여 C4I체계가 구축되고 있다. 최근에는 복합무기체계(System of systems)의 관점에서 지휘, 통제, 통신, 컴퓨터 및 정보(Command, Control, Communication, Computer, and Intelligence: C4I) 체계, 감시정찰체계(ISR: Intelligence Surveillance and Reconnaissance), 정밀타격무기체계(PGM: Precision Guided Munitions)를 포함하는 C4ISR+PGM 체계로 확대하는 추세이다.

* 국방과학연구소(yhlee2565@hanmir.com)



(그림 1) 미래 전장 환경

되고 있다. 이를 위하여 각 전투요소를 네트워크로 연결하여 전장정보를 실시간에 종합적으로 수집, 융합, 처리하고, 상호 공유할 수 있는 전력을 확보해야 할 것이다.((그림 1) 참조)

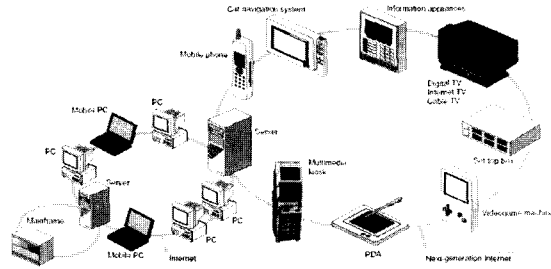
또한, 앞으로 디지털, 인터넷, 생명공학, 나노기술 등을 복합적으로 활용하는 것으로 전력체계의 중심축이 변환될 것이다. 특히, 미래 핵심 전력체계인 C4ISR+PGM체계는 정보기술 등 첨단 과학기술의 급속한 발전에 힘입어 혁신이 지속될 것이다. 또한, 네트워크기술 등 정보기술의 급격한 발전으로 전쟁양상은 정밀, 원격, 비접적, 비선형, 사이버 전투 양상으로 발전되고 있으며, 우리 군도 이러한 전쟁 수행 방식 및 수단의 변혁과 군사패러다임의 보편적 변화추세에 능동적으로 대비하기 위해서는 혁신적인 사고와 개념으로 군사력을 발전시켜야 할 것이다.

특히, 유비쿼터스 컴퓨팅과 네트워크 기술은 21세기 변화된 형태의 전쟁을 수행하기 위해 국방 분야 적용이 필수적이며, 이를 통하여 전술적인 감지·추적능력의 확대 및 고도화된 전술 정보의 실시간 교환·공유, 전술부대의 커뮤니티 파워 증대 효과를 가져올 수 있다. 따라서 유비쿼터스 국방(u-Defense) 시대로 가기 위해 개발하여 적용 가능한 핵심 분야에 대하여 고찰하고자 한다.

II. 유비쿼터스 컴퓨팅

유비쿼터스란 라틴어로 '언제 어디서나', '동시에 존재한다' 라는 뜻으로 일반적으로 사물이나 공기처럼 도처에 있는 자연자원이거나 종교적으로는 신이 언제 어디서나 시공을 초월하여 존재한다는 것을 상징하는 것을 의미한다.

정보기술 분야에서는 'ubiquitous computing'



(그림 2) 유비쿼터스 컴퓨팅

이나 'ubiquitous network'처럼 유비쿼터스화되고 있는 새로운 IT환경 또는 IT패러다임의 의미로 받아들여지고 있다. 즉 유비쿼터스 통신 또는 유비쿼터스 컴퓨팅이란 쉽게 말해 현재의 컴퓨터에 어떠한 기능을 추가한다든가 컴퓨터 속에 무엇을 집어넣는 것이 아니라 역으로 컵이나, 자동차, 안경, 신발과 같은 일상적인 사물에 제 각각의 역할에 부합되는 컴퓨터를 집어넣어 사물끼리도 서로 커뮤니케이션을 하도록 해주는 것을 의미한다. 현재 휴대성과 편의성을 함께 갖춘 포스트 PC제품으로 시간과 장소에 제한을 받지 않고 정보처리를 할 수 있는 개인휴대단말기(PDA), 인터넷 TV, 스마트 폰 등으로 대표되는 차세대 정보기기들을 통해 특화된 업무를 처리하거나 무선통신망을 통해 인터넷과 연결해 정보 처리가 가능해지고 있으며 관련 기술과 제품의 발전으로 향후에는 유비쿼터스 컴퓨팅이 점차 확대될 것으로 전망된다.((그림 2) 참조).

유비쿼터스 컴퓨팅이라는 용어는 미국의 팰러앨토 연구센터(PARC: Palo Alto Research Center)에서 연구원으로 일하던 마크 와이저^[9]에 의해 처음 사용되었다. 마크 와이저는 유비쿼터스 컴퓨팅을 유선과 무선 그리고 근거리 무선 사이에 이음매 없는 통신망이 실현됨으로써 누구든지 어디서나 네트워크로부터 자신이 필요한 정보를 얻을 수 있는 환경으로 정의했다. 즉 어디를 가더라도 네트워크에 접속된 컴퓨터를 사용할 수 있는 환경과 동시에 소형 또는 내장 컴퓨터와 인간화된 컴퓨터 인터페이스의 실현을 동시에 제창했다. 또한 마크 와이저는 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅의 특징을 네 가지로 정의했다. 첫째, 네트워크에 연결되지 않은 컴퓨터는 유비쿼터스 컴퓨팅이 아니다. 둘째, 인간화된 인터페이스로서 눈에 보이지 않아야 한다. 셋째, 가상공간이 아닌 현실세계의 어디서나 컴퓨터의 사용이 가능해야 한다. 넷째, 사용자 상황(장소·ID·장치·시간·온도·명암·날씨 등)에 따라 서비스는 변해야 한다.

아울러 컴퓨터가 진화해가는 과정도 컴퓨터기술과

[표 3] 현존 및 출현할 기술의 유비쿼터스 컴퓨팅 기술관점에서의 분류⁽¹⁾

기술 분야	현존기술 및 출현할 기술	유비쿼터스적 기술 진화
컴퓨터	- 마이크로컴퓨터 칩 - 나노, 병렬 등 고정적기술 - 개인인증 및 보안기술	소형/내장형/비가시화기술
네트워크	- 네트워크(IPv6) - 장치접속기술(P2P 관련 기술 포함)	이음매 없는(seamless) 접속기술
인간(인터페이스)	- 수동, 능동형 센서기술 - 근거리무선기술(블루투스 등)	인간과 사물간 자율형 직접 인터페이스 기술
응용	- P2P/Grid 기술 - www, Java, XML	망 기반 복합응용/미들웨어 기술

인간과의 관계변화에 초점을 맞춰 새롭게 정의했다. 제1의 물결은 1대의 고가 컴퓨터를 다수가 공유하는 메인프레임의 시대로, 제2의 물결은 한 사람이 한대의 컴퓨터를 사용하는 퍼스널컴퓨터의 시대로, 그리고 다양한 사람들이 내장형의 다양한 컴퓨터를 의식하지 않고 네트워크를 통해 사용할 수 있는 제3의 물결인 유비쿼터스 컴퓨팅의 시대로 정의하면서 2005~2020년에 이 기술의 변화는 전혀 새로운 유비쿼터스 문화를 탄생시킬 것으로 예견했다⁽⁸⁾. 그리고 이 같은 유비쿼터스 컴퓨팅을 구현하기 위해서는 가시성(visibility), 복잡성(complexity), 간결성(abstraction), 연결성(connection), 비가시성(invisibility)과 같은 다섯 가지 이슈에 대한 연구가 필요하다고 마크 와이저는 주장했다^(2,10).

즉 현재 발표된 논문과 이론 등의 자료를 기반으로 10년 후의 유비쿼터스 시대의 컴퓨터 시스템 모습을 구체화해야 하며(가시성), 유비쿼터스 시대에 적합한 망기반의 응용을 제시해야 하고(복잡성), 구현될 유비쿼터스 컴퓨터는 나노 기술이나 병렬 시스템 등의 기술을 통해 현재의 컴퓨터보다 고성능·고기능·고집적도를 이룩해야 하며(간결성), 유비쿼터스 네트워크는 개선된 인터넷 및 통신 속도의 고속화·안정성·효율성 그리고 광대역 채널의 확보를 통해 보다 큰 스케일의 컴퓨팅 공간을 클라이언트 쪽으로 확장해야 하고(연결성), 마지막으로 현재의 키보드나 마우스 등의 컴퓨터 인터페이스 환경을 극복한 보다 인간중심의 사용자 인터페이스가 구현돼야 한다는 것이다(비가시성).

또한 유비쿼터스 컴퓨팅에 있어서 주요한 키워드는 컴퓨터·네트워크·인간 그리고 응용이다. 이들 키워드를 중심으로 현존하거나 출현할 기술들 중 유비쿼터스 컴퓨팅에 활용 가능한 기술들은 다음 표와 같다.

이들 기술은 이미 사용화 되었거나 기술적으로 사용화 가능한 수준에 도달하여 유비쿼터스 컴퓨팅에 큰

영향을 미칠 것으로 추정된다. IPv4는 32비트 주소 체계로 약 43억(4.3X10⁹)개의 IP 주소를 사용할 수 있기 때문에, 2005년을 전후하여 IP의 부족상태가 발생할 것으로 예상된다. 이를 해결하기 위한 방안으로 제시되어 현재 실용화가 완료되어 상용화를 기다리는 IPv6는 128비트 주소 체계로 340조(3.8X10¹³)개의 IP 주소할당이 가능하므로, 이 기술을 적용하면 IP자원의 제약으로부터 해방됨을 의미한다.

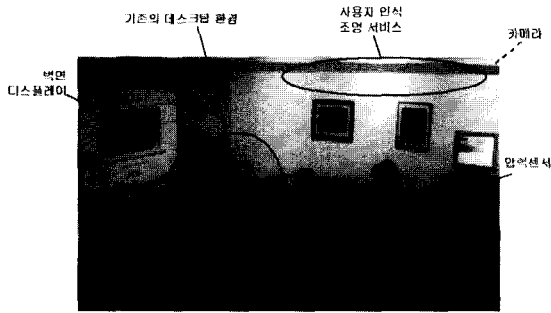
III. 민간분야 적용 사례

유비쿼터스를 성공적으로 구축하기 위해서는 사용자와 공간, 오브젝트와 관련된 정보를 나타내는 컨텍스트를 감지하는 센서, 센서로부터 들어오는 정보를 공유할 수 있도록 지원해주는 네트워크, 네트워크를 통해 들어온 정보를 처리하는 플랫폼, 사용자들이 간편하고 조작하기 쉬운 어플리케이션, 다양한 컨텐츠 등이 필요하며 이를 응용 도메인 환경에 맞게 구축하고 적용해야 한다. 응용 도메인별로 가장 활발하게 연구되고 있는 분야가 홈과 유통 부분이다.

1. 스마트 홈(Smart Home)

스마트홈은 모든 사용자에게 동일한 서비스를 제공하는 홈자동화(Home Automation)와 달리 사용자에 따라 서로 다른 개인화된 서비스를 제공한다.

지능형 환경 구축을 위한 마이크로소프트 리서치(Microsoft Research)의 이지리빙(Easy Living, 1995년) 프로젝트⁽¹²⁾는, 사용자와 유비쿼터스 컴퓨팅 환경과의 상호작용을 위한 센싱과 UPNP(Universal Plug and Play)라는 분산 네트워크 시스템을 사용한다. 3차원 카메라 기술을사용해서 사용자를 추적하고 대상을 인식하는 시스템, 지문 인식 등 다양한



(그림 3) 유비쿼터스 컴퓨팅 - 이자리빙

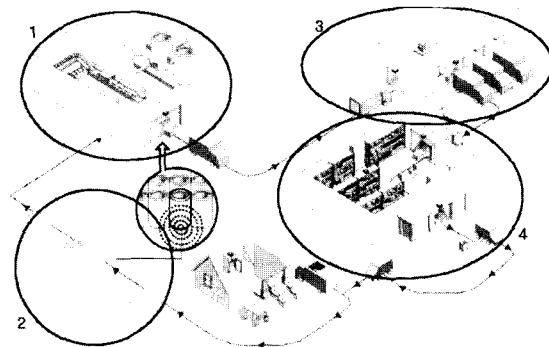
사용자 인증 과정을 통한 신원정보 확인하는 시스템, 소파의 센서로 사용자의 상태를 확인하는 시스템, 사용자의 음성 명령으로 데스크톱에서 작업하는 내용을 원하는 실내 벽면에 나타내도록 하는 시스템 등에 대한 연구가 진행중이다. [그림 3]은 유비쿼터스 컴퓨팅 하에서 제안된 시나리오를 나타낸 그림이다.

HP의 쿨타운(CoolTown, 2000년)^[13] 프로젝트는, 유무선 통신 네트워크를 기반으로 스마트정보기기를 사용해서 웹과 생활환경을 융합시킨 미래 도시 모델 구현을 목표로 한다. 이를 위해 유무선 통신 네트워크와 다양한 정보기기간의 연동 기술, 무선 송수신 및 웹과 정보기기의 연동을 위한 표준화, 전자태그 및 소형의 내장형 웹/어플리케이션 서버 구축, 사용자와 정보기기간의 상호 정보 교환을 위한 웹 콘텐츠의 자동 생성, 교환, 저장하는 기술 등과 다양한 시나리오와 대모를 제시하고 있다.

MIT 미디어랩의 스마트룸(SmartRoom)에서는 방안에 장착된 카메라, 마이크 및 다양한 센서 등을 통해 사용자를 추적하고 행동을 인식하는 기술 등을 진행중에 있으며 이외에도 스마트책상(SmartDesk), 스마트의자(SmartChair), 스마트옷(SmartCloth) 등도 연구 중에 있다. 국내에서도 각종 스마트룸의 테스트 베드를 구축하고 여러 종류의 프로젝트를 진행 중에 있다.

2. 물 류

물류부분은 제품 관리와 판매, 신속한 점검, 재고 감소, 절도 및 위조품 방지, 효과적인 자산 운용, 효과적인 재생 및 재활용 처리 등의 효율성을 위해 RFID(Radio Frequency Identification)를 이용한 상용화 및 다양한 연구를 하고 있으며 대표적인 사례로 MIT의 Auto-ID 센터를 중심으로 여러 업체들이 연구하고 있는 Auto-ID^[14]이다.



(그림 4) Auto-ID 솔루션 중 EPC 네트워크

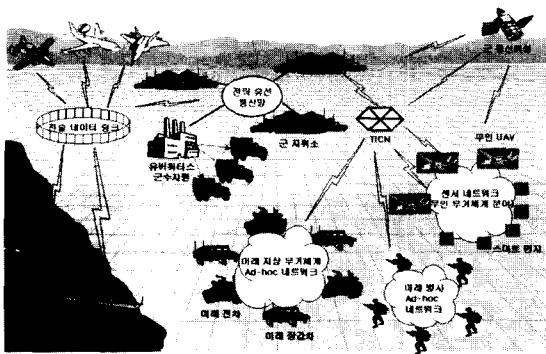
[그림 4]는 Auto-ID 솔루션 중 EPC(Electronic Product Code) 네트워크를 나타낸 것으로 EPC는 제품코드를 의미한다. (1)에서는 모든 제품뿐만 아니라 박스에도 RFID를 부착하여 제품코드를 저장시키고 리더기를 통해 출고되는 제품의 RFID를 통해 제품코드를 읽게 되며 이러한 모든 제품코드는 (2)의 제품정보를 관리하는 서버에 저장된다. (3)과 (4)는 제조업체에서 소매점의 재고창고로 제품이 이동하고 서버에서는 이와 관련된 제품정보를 제공하게 되며, 소매점에서 소비자가 제품을 구매하게 되면 이러한 정보를 제조업체나 재고창고에 알려 적정 공급량을 유지시켜주게 되는 과정을 나타낸다.

세계적인 유통 및 소매 업체인 Procter&Gamble, Wal-Mart, Tesco 등과 대표적 의류업체인 Benetton, Prada 등에서는 재고관리, 반품관리, 절도 및 위조품 방지 등을 위해 Auto-ID 적용하고 있거나 적용을 고려하고 있으며, 최근에는 독일의 최대 소매업체인 메트로그룹이 RFID 기술을 활용한 무선재고추적 시스템을 도입하기로 결정하였다.

Ⅳ. 국방분야 적용 방안

21세기의 전쟁은 디지털화된 합동연합작전 형태로 센서로부터 슈터까지 실시간으로 연결해 정보를 제공하는(sensor to shooter) 시스템에 의한 전쟁으로 이를 위해서는 감시·정찰(ISR), 지휘통제(C4I), 정밀타격(PGM) 분야의 획기적인 발전이 필요하다.

유비쿼터스 컴퓨팅과 네트워크 기술은 이러한 21세기 형태의 전쟁을 수행하기 위해 국방 분야 적용이 필수적이며, 이를 통해 전술적인 감지·추적 능력의 확대 및 고도화된 전술 정보의 실시간 교환·공유, 전술부대의 커뮤니티 파워 증대 효과를 가져 올수 있다. 현 단계에서 이러한 유비쿼터스 국방(u-Defense) 시



(그림 5) 유비쿼터스 국방(u-Defense) 사례

대로 가기 위해 개발하여 적용 가능한 핵심 분야는 다음과 같다((그림 5) 참조).

1. 모바일 ad-hoc 네트워크

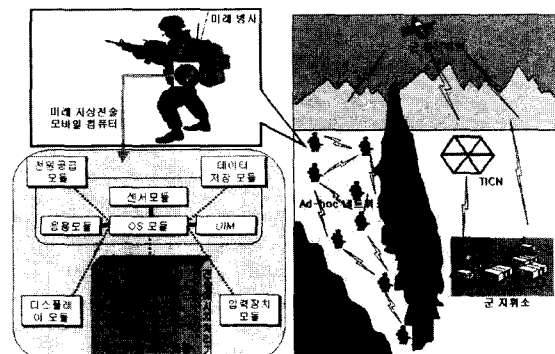
모바일 ad-hoc 네트워크는 이음매 없는(seamless) 유비쿼터 네트워크를 구축하기 위한 필수 요소로서 유선망의 라우터(router) 없이 통신 노드들 간의 무선 네트워크를 구성하는 기술에 해당한다^(5,6). 여기서 각 노드들은 실제 통신을 수행하는 기능과 다른 노드들의 통신을 위한 라우터의 기능 모두를 수행할 수 있어야 한다.

국방 분야에서 IPv6기반 내장형 모바일 ad-hoc 네트워크 프로토콜 기술은 유비쿼터스 지상전술 환경에서 미래 병사 등을 포함한 모바일 에이전트들 간의 감시·위치 등 전술 정보의 송/수신이 가능하도록 하는 모바일 컴퓨터를 개발하기 위한 핵심 기술로 응용된다((그림 6) 참조).

미래 지상전술용 모바일 컴퓨터를 위한 모바일 ad-hoc 네트워크 요소 기술은 크게 네트워크 프로토콜 설계 관련 기술과 유비쿼터스 네트워크에서 사용 가능한 전술 메시지를 처리하는 기술로 나뉜다.

ad-hoc 네트워크를 위한 프로토콜 설계 기술은 우선 IPv6기반의 ad-hoc 네트워크 프로토콜 스택을 설계하는 기술과 각 노드들이 통신 및 라우팅 기능을 수행하기 때문에 이에 대한 상호인증 기술 및 보안 전송 기술이 필수적이다. 그리고 이러한 소프트웨어는 소용량의 배터리를 사용하는 모바일 컴퓨터 내에서 사용되기 때문에 저 전력형의 내장형 소프트웨어 구현 기술 역시 필요하다.

한편 ad-hoc 네트워크로 연결된 지상전술용 모바일 컴퓨터가 지휘소로부터 다양한 형태의 작전 명령을 전달받고, 현장 상황을 보고할 수 있도록 하기 위해서는



(그림 6) 미래 지상전술용 모바일 컴퓨터

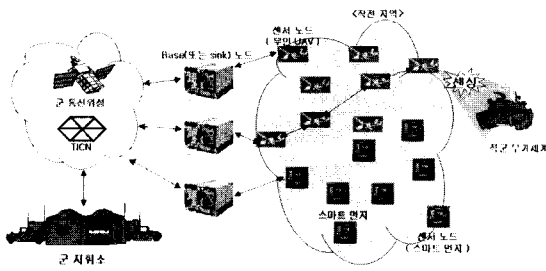
(그림 6)과 같이 향후 군 통신 기간망으로 사용되는 군 통신위성 및 TICN(Tactical Information Communication Network: 전술 종합 정보 통신체계) 체계와 연결될 수 있도록 모바일 IP(Mobile-IP) 프로토콜이 내장되어 있어야 한다. 모바일 IP 프로토콜 기술은 기존의 유선망에 무선 통신 단말기를 연결하는 기술로서 모바일 컴퓨터는 모바일 IP 프로토콜에 의해 군 통신위성 또는 TICN 단말기와 통신하고 이 단말기는 모바일 컴퓨터를 대신하여 지휘소와 통신한다.

미래지상 전술용 모바일 컴퓨터가 특수 작전에 투입되는 소규모 부대 등 감시·위치 추적 등의 임무를 수행하는 모바일 에이전트들에서 사용가능하도록 하기 위해서는 이러한 목적에 맞는 전술 메시지를 처리하는 기술이 모바일 컴퓨터 내에 탑재되어야 한다. 이러한 전술 메시지와 관련된 기술은 우선 전술 메시지의 포맷을 설계하는 기술과 전술 메시지를 처리하는 응용 프로토콜 기술, 전술 메시지에 대한 응용 레벨에서의 암호화 및 QoS를 보장하는 기술, 작은 모니터 및 소용량의 배터리, 메모리를 사용하는 모바일 컴퓨터에 적합한 사용자 인터페이스 설계 기술로 나누어 생각할 수 있다.

2. 무선 센서 네트워크

센서 네트워크란 센싱 기능과 정보 처리 능력, 그리고 통신 능력을 가진 다수의 센서 노드들로 구성되며, 이러한 노드들은 특정 작전 영역에 배치된 후 자동적으로 ad-hoc 네트워크를 형성한 후 필요한 실세계의 정보를 수집 및 처리를 통하여 응용 서비스를 제공해 준다^(4,7).

국방 분야에서 센서 네트워크 기술은 다양한 전장 분야로 응용 가능하다. 예를 들어 전장의 작전지역에



(그림 7) 센서 네트워크 구성도

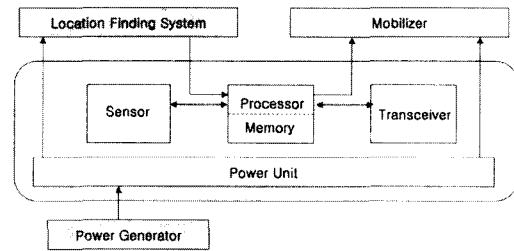
스마트 먼지 또는 초소형 무인 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)와 같은 센서 노드들을 다량으로 투입하여 적군에 대한 감시·정찰 업무를 수행할 수 있다.

센서 네트워크가 ad-hoc 네트워크와의 차이점은 우선 노드 수가 ad-hoc 네트워크에 비해 월등히 많다는 점을 들 수 있다(그림 7) 참조). 이러한 센서 노드들은 상대적으로 좁은 지역에 매우 밀집된 형태로 분포되어 있기 때문에, 브로드캐스트(broadcast) 형식의 통신을 수행하며, ad-hoc 네트워크에서 노드에 비해 초소형 크기를 지니기 때문에 적은 용량의 배터리를 사용하며, 교체 역시 쉽지 않다는 특징이 있다.

센서 노드는 센서 네트워크를 구성하는 기본 요소로서, 작전지역에 투입되어 정보를 수집하고, 처리하여, 무선 통신 기능을 이용해 상위 네트워크로 전송해주는 기능을 지닌다(그림 8) 참조).

센서 노드는 마이크로 컨트롤러를 내장한 소형 컴퓨터 시스템으로 센싱 응용처리와 노드들 간의 통신 등을 위하여 운영체제를 필수적으로 요구한다. 센서 노드를 위한 운영체제는 자원이 제한적인 센서 노드 하드웨어에서 수행되어야 하므로, 작은 크기여야 하고, 전력소모가 적어야 하며, 센서 노드 간에 저 전력 통신을 제공하면서도 프로세스와 메모리를 효율적으로 관리하도록 설계되어야 한다. 또한 다양한 응용 분야를 가지는 센서 네트워크에서는 범용 하드웨어와 소프트웨어가 존재하는 것이 아니라 응용분야에 따라 크게 달라질 수 있으므로 운영체제는 가능한 특정 하드웨어에서도 효과적으로 사용할 수 있도록 유연성과 모듈성을 갖추고 있어야 한다. 센서 노드들은 한번 배치가 되고 나면, 유지 보수가 어렵고, 운영환경 또한 열악할 수 있으므로, 이들을 고려하여 강인한 구조로 설계되어야 한다. 마지막으로 센서 네트워크를 이루는 프로토콜인 ad-hoc 라우팅 프로토콜과 프로그래밍의 용이성을 고려해야 한다.

이러한 데이터는 라디오부의 RF 신호에 의하여 센서 노드간에 전달되는데, RF 신호의 송수신은 OSI



(그림 8) 센서 노드의 기본 구조

모델의 최하단에 위치한 물리계층 기능에 해당한다. 라디오부에 접하는 MAC(Medium Access Control)은 데이터 링크를 구성하는 하부 계층으로 다른 센서 노드들과의 데이터 패킷 교환을 담당한다. 현재 WPAN(Wireless Personal Area Network)을 위한 표준으로 새롭게 부각되는 IEEE 802.15.4 표준이 제정중인데, 이는 낮은 전송율과 전력 소모, 간단한 구성, 그리고 값싼 장치를 요구하는 센서 네트워크 응용에도 적합하다.

센서 네트워크의 네트워크 프로토콜은 ad-hoc 라우팅 기능과 타 센서 네트워크 또는 군 위성통신이나 TICN 체계와 같은 군 기간 통신망과의 통신 기능을 제공해야 한다. 이를 위한 네트워크 프로토콜은 기존의 네트워크 프로토콜에 비해 몇 가지 추가적인 사항을 요구한다. 전력소모 효율성(energy efficiency)과 데이터-중심(data-centric), 데이터 통합수집(data aggregation), 속성 기반의 주소(attribute-based addressing), 위치 인식(location awareness) 등이 대표적이다.

전력소모의 효율성은 센서 네트워크를 이루는 전체 요소의 전력소모를 고려하여 해결되어야 한다. 이는 저 전력 라우팅과 깊은 관련이 있다. 데이터-중심이란 센서 노드들이 센서 네트워크 내에서 어떤 고유한 주소를 가지고 통신을 하기보다는 싱크(베이스 노드)가 관심사항(interest)을 센서 노드들에게 알리면 각 노드가 가진 데이터가 관심사항과 일치하면 데이터를 싱크에게 전송하는 것으로 속성 기반의 주소화가 요구된다. 데이터 통합수집은 한 노드가 다른 여러 노드의 데이터를 모아서 의미 있는 하나의 데이터로 만들어서 베이스 노드로 전송함으로써, 전송횟수와 전력소모를 줄여주며 데이터-중심 라우팅에서 생길 수 있는 implosion과 오버랩 문제도 해결할 수 있다. implo-

sion은 동일한 데이터가 여러 경로를 통해 여러 번 수신되는 것이고, 오버랩은 다수의 노드가 동일한 지역을 감시하면서 같은 데이터가 불필요하게 많이 생성되는 문제다. 속성 기반의 주소 방식에서는 노드가 네트워크 안에서 고유하게 정해진 주소를 가지는 것이 아니므로, 싱크 노드가 관심 있는 데이터(속성)를 기술한 쿼리를 센서 노드에게 전송하여 이 쿼리와 일치하는 데이터를 가지거나 이벤트가 발생한 특정 노드들만이 데이터를 전송한다.

또한, 주로 한정된 에너지원에 의해 운영되는 센서 노드들은 응용의 특성상 수개월 내지는 수년간 전원의 교체 없이 동작해야 하며, 노드 구성 시 부착된 에너지원을 어떻게 운영하느냐에 따라 노드의 수명이 결정된다. 현재 저 전력을 소모하는 방법 및 소자들이 활발히 개발되고 있으며, 센서 노드들의 설계에 사용되고 있다.

센서 네트워크 내에서 각각 센서 노드의 위치를 중앙 집중적이거나 분산적인 방법으로 알아내는 위치추정 기술이 필요하다. 정확한 센서 노드의 위치는 이벤트의 발생지에 대한 지리적 정보를 주고, 지리적 정보에 입각한 라우팅 및 목표물 추적을 가능하게 한다. 이런 위치 추정 데이터는 응용분야에 따라 절대적 또는 상대적 위치정보가 될 수 있다. 센서 네트워크내의 위치추정을 위해 일반적으로 초음파나 RF를 이용하여 다양한 방법으로 측정방법이 제시되고 있는데, 일반적으로 도착 시간과 신호 강도, 방향, 베이스와의 근접 거리에 기반을 두어 측정된다.

이러한 센서 네트워크는 응용 분야가 다양한 만큼 많은 종류의 센서가 존재한다. 센서는 수동, 수동 어레이, 능동의 세 종류로 크게 분류된다. 수동 센서는 진동, 조도, 온도 등 다양한 센서들이 존재하고, 수동 어레이 센서로는 바이오케미컬, 적외선 등이 있으며, 능동 센서로는 레이더나 소나 등이 있다. 센서들은 현재 표준화 되어있지 않으며, 최근 표준화를 위해 IEEE P1451이 구성되었는데, 여기서는 저 가격화와 네트워크와의 표준 인터페이스, 스마트 센싱 및 액추에이션을 주로 다룬다.

3. RFID를 이용한 군수지원(u-Logistics)

RFID(Radio Frequency Identification)^(3,11)는 유비쿼터스 군수지원(u-Logistics)을 이루기 위한 핵심 요소이다. 유비쿼터스 군수지원 상황에서는 모든 무기체계에 대한 식별, 위치확인, 고장여부 등의 상태



감지 및 활용도 측정, 이동경로 추적 등이 사람의 도움 없이 실시간으로 이루어진다. 그리고 지휘통제본부와 전투부대 및 군수보급부대들은 전투상황에 맞는 실시간 군수물자 정보를 확보하고 수요를 파악, 보급청구하고, 정비시스템을 가동하며, 최적의 수송 경로 탐색과 보급 우선 지령 등에 대한 실시간 수행을 가능하게 해준다.

이와 같이 통합전투관리 측면에서 엄청난 파급효과를 가져올 수 있는 유비쿼터스 군수지원은 생산단계에서부터 모든 무기체계·차량·장비·군사시설·물자·부품·탄약 등 군사적 사물들에 센싱, 데이터처리 및 저장, 통신 기능을 갖는 칩과 무선인식 태그(RFID 태그)를 부착하고, 이들을 ad-hoc 네트워크로 연결하고 군 위성통신, TICN 체계와 같은 미래 군 기간 통신망에 연계시키는 형태로 이루어진다.

RFID는 물건, 사람들의 출입(혹은 이송)이나 기타 위치와 종류별 분류의 확인을 위하여 라디오 주파수(radio frequency)를 이용한다. RFID 시스템은 리더(reader or interrogator)와 트랜스폰더(일반적으로 태그라고 부른다) 및 컴퓨터 혹은 기타 데이터를 가공할 수 있는 장비들의 구성요소가 조합되어야 제 기능을 발휘한다고 볼 수 있다(〔그림 9〕 참조).

RFID 리더에는 트랜스폰더(혹은 태그)를 향하여 전파를 주거나 받아들이는 전자회로 부분을 가지고 있다. 리더내의 마이크로프로세서는 태그로부터 들어오는 신호를 바꿔주거나 그 데이터의 신호를 검증하면서 기억 장치인 메모리에 저장하기도 하며 필요에 따라서는 나중에 송신하기도 한다. 리더에는 전파를 보내거나 받기 위한 안테나를 가지고 있다. 안테나는 전파를 주고받을 수 있는 전자회로 부분과 같이 케이스에 포장되어 있거나 혹은 전자회로 부분과 떨어져서 안테나만 단독으로 케이스에 담겨 있는 경우가 있다.

태그 내에는 다양한 용도와 요구에 맞게 만들어진 IC 칩이 중요한 부분을 차지하고 리더와의 통신을 제어하고 있다. 칩 내의 기억장치는 몇 개의 다른 구역으로 나뉘어 지는데 인증번호와 기타 데이터를 기억해 두기 위한 부분과 리더로부터 태그의 작동을 위한 신호를 받아서 태그내의 자료를 보내기위한 부분으로 나

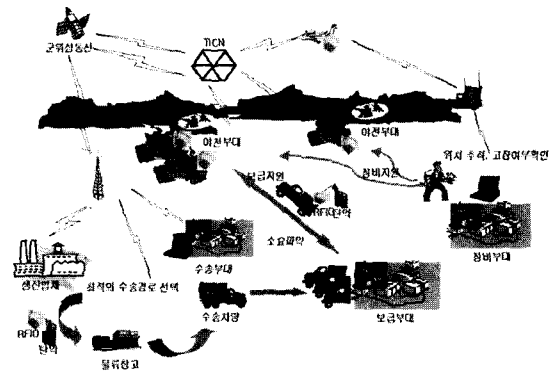
는다. 태그에도 칩과 연결된 안테나와 전파 동조를 위한 콘덴서가 내장되어 있다. 태그 내에는 일반적으로 데이터를 주소별로 지정할 수 있는 기억장치를 가지고 있으며 그 용량은 보통 8BIT에서 16K BIT가 보편화되어 있다. 대부분의 RFID 시스템은 용도에 맞게 설계되고 원활한 작동을 위하여 정해진 주파수와 안테나 크기를 가지고 있으며 안테나를 통하여 리더로부터 방사되어 나오는 전자기장(electromagnetic field)은 적당한 크기의 전자기장 대역폭을 가지고 있다.

태그가 안테나의 전자기장 내를 지나가면 리더로부터 나오는 신호를 감지하게 되고 태그내의 저장되어 있던 자료를 리더에 보내기 시작한다. 리더로부터 나오는 전파신호는 통상적으로 타이밍 정보를 태그에 보내면서 태그가 작동하기 위한 전기적인 힘을 제공하게 된다. 태그로부터 데이터를 받는 동안 리더는 태그로부터 들어오는 데이터를 확실한 디지털 신호로 변환하여 CRC 검증을 거쳐 정상적인 데이터 인지 여부를 결정하게 된다.

태그는 일반적으로 능동(active)형이 아니면 수동(passive)형으로 대별된다. 능동형은 배터리를 꼭 필요로 하는 타입으로서 외부로부터의 동작 전원을 공급받거나 어떤 비금속성 케이스 내에 태그와 같이 내장된 배터리의 전원으로 동작을 하게 된다. 이 방법의 장점은 리더의 필요전력을 줄이고 일반적으로 리더와의 인식거리를 좀 더 멀게 할 수 있다는 점이다. 단점으로는 배터리를 사용함으로써 작동시간의 제한을 받으며, 확실한 환경 하에서만 사용되어지고 수동형의 장치들에 비해 가격이 비싸다는 점을 들 수 있다. 수동 타입의 태그는 내부 혹은 외부로부터 직접적인 배터리의 전원을 필요로 하지 않고 오직 리더로부터 나오는 전자기장에 의하여 작동 에너지를 얻게 된다. 수동 태그의 장점은 능동 태그에 비하여 매우 가벼우며 가격도 저렴하면서 반영구적이라는 점을 들 수 있다. 이에 반해 인식거리가 짧고 리더가 좀 더 많은 전력을 필요로 한다는 단점이 있다.

다시 태그의 기능상으로 분류한다면 세 개의 그룹으로 분류될 수 있다. 첫째로는 읽고 쓰고(read-write), 둘째로는 한번 쓰고 수시로 많이 읽을(write-once/read-many)수 있는 형과 셋째 읽기만(read-only)하는 타입들이다. 이 세 가지 형태의 태그들은 능동형이나 수동형 양쪽에서 모두 적용된다.

이러한 RFID를 유비쿼터스 네트워크의 본질 중에 하나인 상태감시, 위치추적 능력을 최대한 활용할 수 있는 분야가 바로 물류 및 유통분야이다. 상품에(또는



(그림 10) RFID를 이용한 군수지원(u-Logistics)

포장박스, 운반차량, 지게차 등)에 부착된 RFID태그가 상품의 위치를 추적하고, 재고관리와 고객관리를 효율화하거나 자동결재 등을 가능하게 하기 때문이다.

앞에서도 언급했듯이 이러한 RFID 기술은 현재 민간기업보다 지나치게 많은 재고 수준이 유지되고 있고, 생산업체와 수요부대간의 수송기능 연계 미흡으로 역수송이 발생하고 있는 군수지원 업무에 적용함으로써 혁신적으로 개선할 수 있을 것이다.

군의 모든 무기, 차량, 장비, 군사시설, 보급물자, 탄약 등에 생산단계에서부터 보급, 수송, 재고 관리, 정비 관리, 폐기에 이르기까지 전 과정을 칩에 의해 통제할 수 있다. 이는 군의 소요로부터 조달생산 단계에서 RFID칩을 장착한 군수 품목이 수송기관의 수송 경로정보와 연계, 최적의 수송경로를 선택하여 군수사 등 보급부대에 전달되고, 보급부대에서는 각 소요부대의 재고 수준을 고려한 보급 소요를 파악하여 필요한 군수 품목들을 보급 지원한다. 이러한 일련의 군수지원업무들이 사람의 개입 없이 RFID 칩과 정보시스템과의 통신으로 실시간으로 이루어져 군에서는 적절한 보급 수준을 유지할 수 있다.

또한, 보급된 군수지원 품목들은 각각의 수명주기 동안 정비시스템과 연계하여 실시간으로 장비의 위치 확인 정보 및 상태 감시 정보를 이용하여 무기체계 및 장비의 활용도를 측정하고, 필요시 신속한 정비지원을 통해 장비의 활용도를 높일 수 있다((그림 10) 참조).

이와 같이 RFID칩을 이용한 유비쿼터스 군수(u-Logistics)의 구현은 또한, 군수 보급망의 통합관리를 가능하게 하여, 조달본부로부터 병사에 이르기까지 전 공급 사슬을 최적화 할 수 있고, 군수사-조달본부-업체간 재고 정보의 효율적인 관리로 조달기간을 개선함으로써 군수지원 업무의 과학화 효율화에 기여할 수 있을 것이다.

4. 정보기술 군적용 시 고려사항

유비쿼터스 국방을 위해 고려사항으로 우선 비용 측면을 들 수 있다. 각 무기체계는 개발단계에서부터 민간분야의 웨어러블 컴퓨터와 같은 서로 네트워킹이 가능한 초소형의 컴퓨터와 RFID 태그를 부착한 각종 부품들로 구성된다. RFID 태그 가격은 현재 1991년 미군이 사용했던 위성통신이 가능한 개당 10만원 정도에서부터 비교적 간단한 정보만을 탑재하는 민수분야의 500원 정도로 형성되어 있다. 이는 현재 10원정도 수준의 바코드 가격에 비해 상당한 높은 수준으로 만약 수 만개의 부품으로 구성된 전차에서 각 부품에 RFID 태그를 부착할 경우를 가정하면 엄청난 비용 증가를 가져온다. 그러므로 유비쿼터스 국방으로 가기 위한 RFID 시스템 도입을 단계별로 추진하는 방향이 바람직하다.

또한, 유비쿼터스 국방에서는 어떠한 전장 환경에서도 네트워크를 통한 통신이 가능하고, 사람의 손을 거치지 않고 센서로부터 슈터까지 자동화된 시스템을 제공한다. 이는 엄청난 전장수행능력 향상을 제공하지만, 이를 위해서는 민간분야에 비해 훨씬 강화된 정보 보호 및 무기체계간 상호인증 환경 위에서만 가능하다.

정보 보호는 네트워크를 통해 전송되는 데이터에 대한 암호화를 의미한다. 유비쿼터스 국방시대에는 모든 무기체계들 간에 ad-hoc 네트워크와 같은 무선 통신이 사용되기 때문에 현재 주로 사용되는 유선환경의 통신에 비해 정보보호가 취약하다. 그러므로 이에 대한 대비책으로 민간분야보다 한층 더 강화된 정보 보호 알고리즘 및 프로토콜 개발이 필요하다. 무기체계간 상호인증 역시 자동화된 센서로부터 슈터까지 인간의 손을 거치지 않고 운영되는 유비쿼터스 국방환경에서 매우 중요한 요구사항으로 대두되고 있다. 그러므로 이 역시 민간분야와 차별화되고 강화된 알고리즘 및 프로토콜의 개발이 필요하다.

V. 결론

지금까지 우리는 정보기술을 군에 활용 가능한 분야인 국방 C4I체계, 국방 CALS, 국방통합정보관리 체계에 대하여 살펴보았다. 또한, 최근의 첨단 기술인 유비쿼터스 기술을 국방 분야에 적용할 수 있는 방안을 제시하였다. 특히, 미래 정보기술을 종합적으로 활용하여 유비쿼터스 국방시대를 구축할 수 있는 모바일 ad-hoc 네트워크, 무선센서 네트워크 및 RFID를 이

용한 군수지원방안을 제시하였다. 이러한 정보기술을 활용하여 우리 군의 전투 및 작전 능력을 보다 혁신적으로 개선할 수 있을 것이다.

따라서, 국방의 정보화를 통한 군사력 향상이 절실한 상황에까지 도달한 것으로 판단된다. 이러한 국방 정보화를 활성화하기 위하여 우선 고정관념을 탈피한 정보 환경으로의 의식전환이 필수적이라 할 수 있겠으며, 정보화 마인드를 기반으로 국방통합정보체계를 조기에 성공적으로 구축하고 이를 효과적으로 운영하여야 하겠다. 또한, 국방의 정보화 및 과학화를 위하여 국방 정보화에 전력증강차원의 과감한 투자가 요구되므로, 제한된 국방재원을 효율적으로 사용하여, 작지만 강한 첨단 정보·기술 군을 만들어야 할 것이며, 정보·지식사회의 민간분야 잠재력을 최대한 활용하여, 저비용 고효율의 군사력을 구축해야 할 것이다.

이울러 관련 제도나 규정들도 이에 적합하게 재정비해야 하며, 국방과학 기술의 중요성을 인지하고, 정보기술교육의 체계화 및 미래지향적 교육 투자를 실시하여 첨단 정보체계 건설을 주도할 수 있는 정보 인력을 양성해야 할 것이다.

끝으로 국방 정보화는 어느 한 분야만으로는 만족할 만한 결과를 얻기 어려우므로 여러 분야의 기술을 종합적으로 활용해야 할 것이다. 그러므로 어느 분야에 어떤 기술 및 시스템이 시급히 필요한지를 파악해야 하며, 장기적으로 종합적인 발전계획을 수립하여 국방 정보화를 효율적으로 구축하여야 군 전력향상에 획기적으로 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 김완석, 김정국 "유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 인프라 그리고 전망", 정보처리학회지, 10권 4호, 2003.
- [2] 하원규, 김동환, 최남희 "유비쿼터스 IT 혁명과 제 3공간", 전자신문, 2002
- [3] Mario Chiesa, Chris Genz, Franziska Heubler, Kim Mingo, Chris Noessel, Natasha Sopiaeva, Dave Slocombe, Jason Tester, "RFID", March 04, 2002, <http://people.interaction-ivrea.it/c.noessel/RFID/research.html>
- [4] J. Hill and D. Culler, "A wireless embedded sensor architecture for system-level optimization", Technical Report, Computer Science Department, U.C. Berkeley, 2002

- [5] D. Johnson and D. Maltz, "Dynamic Source in Ad Hoc Wireless Networks", In Computer Communications Review - Proceedings of SGCOMM '96, Aug. 1996
- [6] C. Perkins and E. Royer, "Ad-hoc ON-Demand Distance Vector Routing", In Proceedings WMCSA '99, Second IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp.90-100, Feb. 1999.
- [7] V. Raghunathan, C. Schurgers, S. Park, M. B. Srivastava, "Energy Aware Wireless Sensor Networks", IEEE Signal Processing Magazine, Vol.19, No.2, pp.40-50, March 2002
- [8] Weiser & Brown, "Designing Calm Technology" PowerGrid Journal, v1.01, July 1996.
- [9] M. Weiser, "Ubiquitous Computing", <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome>.
- [10] Mark Weiser, "Hot Topics: Ubiquitous Computing", IEEE Computer, October 1993.
- [11] Radio Frequency Identification(RFID) homepage, <http://www.aimglobal.org/technologies/rfid>
- [12] research.microsoft.com/easyliving
- [13] www.cooltown.hp.com
- [14] autoidcenter.org

〈著者紹介〉

이윤희(Yoon-Hee Lee)



1981년 2월 : 광운대학교 전자계산학과 졸업

1983년 6월 : 미 플로리다공대 전자계산학 석사

1990년 8월 : 미 일리노이공대 전자

계산학 박사

1983년 9월~현재 : 국방과학연구소 정보 S/W부장(책임연구원)

〈관심분야〉 자연어처리, 전문가시스템, 소프트웨어공학