

이동성 지원을 위한 계층적 전술통신망 아키텍처

양성민^o 이길섭 이승종
국방대학교 전산정보학과 NGN/SE연구실
{jazzokay^o, gislee, ljc}@kndu.ac.kr

A Hierarchical Architecture for Supporting Mobility in Tactical Networks

Sung Min Yang^o, Kil Sup Lee, Sung Jong Lee
NGN/SE Lab, Dept. of C&I, Korea National Defense University

요 약

최근 무선 네트워크 상에서 이동성을 보장하기 위한 다양한 인프라 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 한국군 전술통신망은 이기종, 다특성 통신장비로 구성된 네트워크가 복합적으로 운용되고 있다. 임무수행을 위한 신속한 상황인식과 지휘통제가 최상위 지휘관으로부터 이동중인 최하위 전투원까지 이음새없는(seamless) 통합망을 통해 전달되어야 하나 현재 각 네트워크간 통합기술이나 통합 아키텍처에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 본 논문에서는 현재 가용한 이동 네트워크 기술 현황을 제시하고, 현 한국군 전술통신망의 특징과 장단점을 제시한 후, 복합적인 네트워크 환경 하에서 노드의 이동성을 지원하는 계층적 전술통신망 아키텍처에 대한 통신망 설계시 고려사항, 전체 아키텍처 구조 및 각 계층별 노드의 구조와 이들 노드간의 인터페이스, 이동노드에 대한 이동성 관리 방안을 제안한다.

1. 서 론

최근에는 각분야의 통신기반 체계를 융합하려는 움직임과 이동성을 지원하는 무선통신, 센서 네트워크 등의 기술들에 대한 관심이 높아지고 있다.

이와 관련하여 한국군 전술통신망은 이기종(heterogeneous), 다특성(various characteristics) 통신장비로 구성된 다양한 네트워크가 복합적으로 운용되고 있으며, 신속한 상황인식(SA, Situation Awareness)과 지휘통제(C2, Command & Communication)를 위해 최상위 지휘관으로부터 이동중인 최하위 전투원까지 이음새없는(seamless) 통합망이 요구되고 있다. 이에 따라 각 네트워크간 통합기술이나 통합 아키텍처를 개발하려는 움직임을 보이고 있다.

따라서 본 논문에서는 다양한 규모를 가진 제대의 복합적인 네트워크 환경 하에서 노드의 이동성 지원을 위한 이기종 통신망의 통합을 가능하게 해주는 '계층적 전술통신망 아키텍처(Hierarchical Architecture in Tactical Network)'를 제안하고자 한다.

연구 접근방법으로 가용한 이동 네트워크 기술 현황과 현재 한국군 전술통신망의 특징과 장단점을 기술하고, 이어서 제안된 계층적 아키텍처의 설계시 고려사항, 전체 아키텍처 구조 및 각 계층별 노드의 구조와 이들 노드간의 인터페이스(interfacing), 이동노드의 이동성 관리 방안을 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서 가용한 이동 네트워크 기술 현황과 현 한국군과 외국군 전술통신망의 특징과 장단점, 3장은 제안된 네트워크 모델 소개, 4장에서는 현 한국군 전술통신망, 외국군 구축사례와 제안된 통신망의 특징과 장단점 비교 분석, 5장에서는 결론과 향후 연구방향으로 구성된다.

2. 관련연구

2.1 가용한 이동 네트워크 기술

전술통신망에 적용이 가능한 기술로는 음성과 데이터 통합, 유선과 무선통합, 통신과 방송 융합을 지향하는 BcN(Broadband Convergence Network), 센서에 네트워크 개념을 추가해 사물의 존재 및 위치까지 감지하면서 망에 연동시키는 USN(Ubiquitous Sensor Network), 하드웨어 수정없이 모듈화된 소프트웨어 변경만으로 단일의 송수신이 가능한 SDR(Software Defined Radio), WLAN, MANET 등이 있다.

WLAN(Wireless Local Area Network)은 기존의 유선 LAN을 무선공간으로 확장시킨 것으로서 인터넷 프로토콜을 사용하는 이동 단말(또는 네트워크)의 이동성을 지원하기 위해 이동 IP(MIP, Mobile IP) / 이동라우터(MR, Mobile Router)[1]의 단일 또는 이중의 터널링(tunneling) 기술을 사용하여 이동 단말의 IP 주소 변환 없이 자신의 홈네트워크와 통신이 가능하다. MANET(Mobile Ad-hoc Network)은 기반 네트워크가 존재하지 않은 지역에서 고정된 기반 네트워크와는 독립적으로 이동노드들이 자율적이고 임시적으로 구성하는 네트워크이다.

WLAN의 신호가 미치지 못하는 음영지역(shadow area)을 극복하고자 무선랜과 MANET 통합(Integration Between WLAN & MANET)이 시도되었다[2]. 이를 통해 여러개의 무선랜과 MANET으로 구성된 다중망내에서 이동단말이 현재의 세션을 유지한채 다른망으로 로밍(roaming)할 수 있게 된다. 전술통신망에서 이러한 기술들을 이용한 다양한 네트워크들의 이음매 없는 통합이 중요한 관건이나 위에 제시된 기술들을 통합하는 데는 제한사항들이 따른다.

2.2 현 전술통신망 분석

현 한국군 전술통신망은 음성 및 저속 데이터 통신을 지원하는 형태를 보이고 있다. 각 계층내에 있는 동종의 장비는 서로 1:1 또는 1:다 통신이 가능하고 필요시 중계(re-trans)운용을 통해 통달거리를 연장할 수 있다. 저속의 데이터 통신을 통해 제한된 IP통신도 가능하다.

그러나 각 계층별 통신망이 각각 분리되어 있어 정보 유통 단절이 발생하고, 회선과 패킷의 중첩교환방식으로 데이터통신 지원이 미흡하여 향후 All-IP 형태의 통합망에는 적합하지 않다.

미군은 현 한국군의 전술통신망의 개선형태인 THSDN(Tactical High Speed Network)를 운용하다가 1997년부터 확장성있는 정보공간(XIS, Extensible Infosphere) 개념에 의한 전술 기반체계인 WIN-T[3]를 추진중에 있다. WIN-T는 데이터 전송 및 진보된 통신기술에 의한 통합 통신망, COTS(Commercial Off-The-Shelf) 및 견고화된 상용 라우터를 통한 상호연결, 연속적인 연결성 제공을 특징으로 한다.

3. 제안된 네트워크 모델

본장에서는 다양한 재대를 지원하기 위한 이중의 통신망을 통합하기 위한 설계고려사항과 계층적 전술통신망 아키텍처, 통신망간 인터페이싱, 유형별 노드구조, 노드 이동성관리를 제안한다.

3.1 설계 고려사항

제대별 이기종 통신망을 통합하기 위한 아키텍처 설계를 위해서는 비대칭적인 통신능력, 비대칭적인 통신 지원책임, 이중의 무선 통신망, 다양한 이동라우터(MR, Mobile Router) 유형에 대한 고려사항이 필요하다.

비대칭적인 통신능력(Asymmetric Capacity)은 노드별 지원가능한 처리능력과 전원을 비대칭적으로 보유하는 것이다. 대다수의 이동 노드들은 이동성과 무선통신이라는 특성상 제한된 시스템 자원과 저속의 통신능력을 갖는 반면 차량화된(mounted) 이동 기지국은 고용량의 전원과 고속 통신능력을 가질 수 있다. 따라서 이동 기지국의 능력을 최대한 활용하여 이동 노드들의 오버헤드를 최소화하는 비대칭적인 구조가 이상적이다.

비대칭적인 통신능력(Asymmetric Capacity)은 제대별로 별도의 통신망을 보유하는 것으로, 단절된 통신망을 보유하고 있는 일부 노드는 통신능력을 보유하고 있는 상위 노드로부터(상→하, 좌→우) 통신을 지원받을 수 있다. 또한 전술통신망에서의 각 노드들은 주어진 임무에 기초하여 협조된 대형으로 이동한다는 것을 가정한다.

전술통신망에는 WLAN, MANET, Bluetooth, USN, PAN(Personal Area Network), 위성통신 등 다양한 무선 통신망(Heterogeneous Wireless Networks)이 공존한다. 따라서 요구되는 네트워크 아키텍처는 이중의 무선통신망을 동시에 간단없이 지원해야 한다.

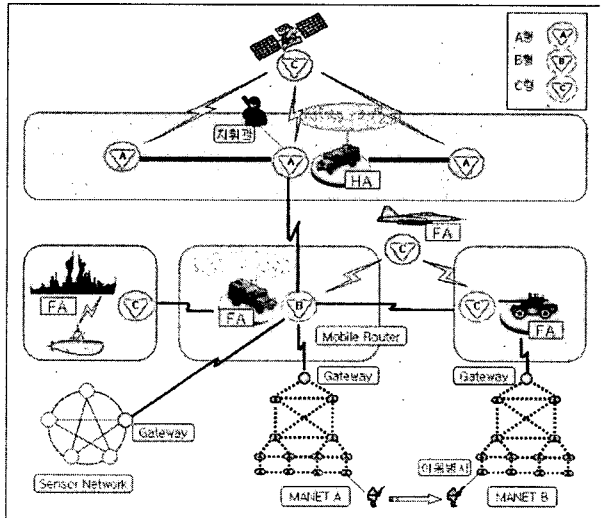
이동 노드 또는 네트워크의 이동성을 보장하는 핵심장비인 Mobile Router는 운용 부대 규모와 배치형태에 따라 크기, 기능에 있어 다양한 유형으로 탑재가 가능해야 한다.

3.2 계층적 전술통신망 아키텍처

[그림 1]은 제안된 전술통신망의 아키텍처이다. 전술통신망은 부대규모와 임무에 따라 대부대용(A형), 소부대용(B형), 이동용(C형)노드로 구분되고 노드에는 음성, 교환, LAN, WLAN, MANET, USN, PAN 등이 접속된다.

대부대용 노드는 이동이 거의 없고 고속, 대용량의 전송능력을 가지고, 소부대용 노드는 Semi-OTM(On The Move)을 지원한다. 홈에이전트(HA, Home Agent)를 이동단말 소속된 네트워크이고, 모든 네트워크에 대한 정보를 가진 상위 네트워크로 보고, 이동노드의 이동을 감지할 수 있는 네트워크를 타에이전트(FA, Foreign Agent)라고 할 때, 자신의 홈에이전트의 통신망 지원 범위를 벗어나 이동하고 있는 단말은 소부대노드의 이동 IP / 이동라우터 기능을 통해 홈네트워크와 연결된다.

이동용 노드는 대부대노드의 기능을 그대로 보유하되 Full-OTM을 지원하기 위해 소형화, 경량화되어 비행기, 전차, 인공위성 등에 탑재되어 폭넓은 범위를 지원한다. 소부대 이하 재대에 있는 MANET이나 센서 네트워크의 가입자들은 센서용 이동라우터와 게이트웨이(gateway)를 통해 타 네트워크의 가입자와 통신한다. 이들은 MANET 모드를 통해 라우터 없이도 서로 통신을 할 수 있다.



[그림 1] 제안된 계층적 전술통신망 아키텍처

3.3 통신망간 인터페이싱(interfacing) 개념

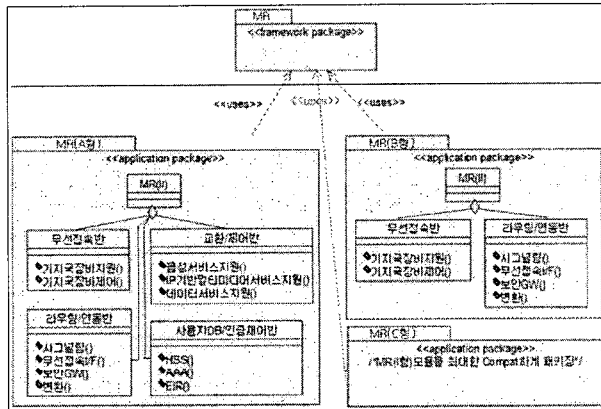
이동라우터와 이동라우터간 인터페이싱은 대부대용 노드 상호간의 통신과, 대부대용과와 소부대용 노드 혹은 소부대과 소부대용 노드간 통신으로 구분된다.

대부대용 이동라우터 간에는 대용량 무선 트렁크를 통해 안정된 대역을 보장하고, 이동성을 가진 소부대용 노드와의 통신에는 특정채널을 할당하여 무선통신을 한다.

이동라우터에서 MANET간 인터페이싱에서 MANET으로 들어오고 나가는 데이터들은 게이트웨이를 통해 외부에 있는 이동라우터와 연결된다. 마찬가지로 센서네트워크에서 수집된 정보는 센서네트워크용 게이트웨이를 통해 타 통신망으로 전달된다.

3.4 유형별 노드 구조

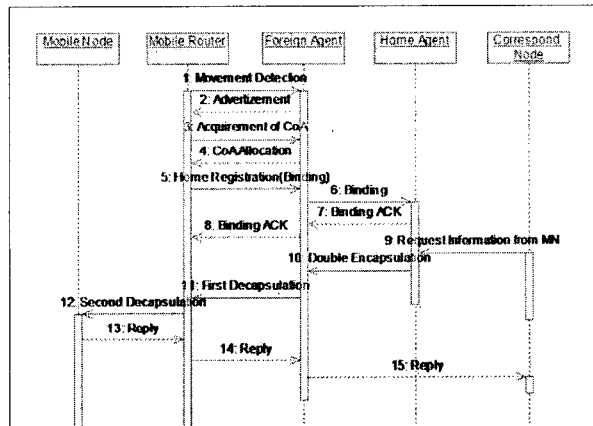
[그림 2]는 전술통신망에 있는 유형별 노드의 구조를 UML(Unified Modeling Language)로 표현한 것이다. 대부대용노드의 이동라우터는 교환 / 제어 및 무선접속, 라우팅 기능을 제공한다. 소부대용노드의 이동라우터는 무선접속, 라우팅 기능을 제공하며 제한적인 OTM 서비스를 지원한다. 이동용노드의 이동라우터는 대부대용 이동라우터를 단순하게 패키징한 것으로 소형화되기 때문에 전원공급 문제가 야기될 수 있다.



[그림 2] 유형별 노드 구조

3.5 노드 이동성 관리

이동노드가 [그림 1]에서 나타난 것처럼 자신의 네트워크가 아닌 다른 네트워크로 이동하였을 때의 이동성 관리는 이동라우터의 이중 터널링 기술을 이용한다. 그림 3은 대부대 노드에 있는 지휘관(Correspond Node)이 자신의 네트워크가 아닌 이웃에 있는 MANET A에서 MANET B로 이동한 병사를 호출하는 경우를 Sequence Diagram으로 묘사한 것이다.



[그림 3] 이동노드 이동성 관리

병사가 속해 있는 네트워크의 이동라우터는 이동한 지역의 타에이전트를 통해 자신의 홈에이전트에 주소를 등록하고 홈네트워크에 연결된 지휘관의 호출에 따라 1차

터널링을 통해 이동라우터까지, 2차터널링을 통해 말단 병사까지 세션을 구성하게 된다.

4. 분석

[표 1]은 현 전술통신망, 외국군 구축사례와 제안된 통신망을 비교 분석한 것이다. 현 전술통신망은 음성 및 저속데이터만을 지원하고 노드의 이동성 및 형상구분에 대한 융통성이 미흡하다. 외국군 전술통신망은 Mobile Router를 이용하여 노드의 이동성을 보장하였으나 이동 노드들은 반드시 Mobile Router를 거쳐야만 타 노드와 통신할 수 있다는 제한을 보여주었다. 제안된 아키텍처는 각 계층별로 상호 융통성을 가지는 구조를 통해 MANET모드는 물론 WLAN과 MANET이 교차하는 통신환경 내에서도 이음새없는 통신을 제공한다.

[표 1] 현 전술통신망, 외국사례, 제안된 통신망 비교

구분	현 전술통신망	외국군 전술통신망	제안된 아키텍처
서비스/성능	음성 및 저속데이터	음성 / 데이터 / 멀티미디어	음성 / 데이터 / 멀티미디어
상호연동	부분적단절	IP방식 / 이동성지원(Ad-hoc)	IP방식 / MR 및 MIP 지원
사용자 이동성	제한 Handoff 미지원	Handoff 지원	Handoff 지원
형상구분 융통성	미고려	모듈방식지원	모듈방식지원

5. 결론

본 논문에서는 현재 가용한 이동 네트워크 기술을 이용하여 복합적인 네트워크 환경 하에서 노드의 이동성 지원을 위한 이기종 통신망의 통합을 위한 계층적 전술 통신망 아키텍처를 제안하였다. MR와 Mobile IP를 근간으로 이동성을 지원하고 제대별 특성을 충족시켰으며, 하부 통신망과의 인터페이스, 노드구조, 이동성관리를 제시하였다. 본 연구의 결과가 차세대 전술통신망 아키텍처 설계에 참고되기를 기대한다.

향후 연구 방향으로 WLAN와 MANET을 통합시 현재와 같은 Proactive한 방법이 아닌 Reactive한 방법으로 변경했을때의 성능 비교와 전 통신망을 클러스터(Cluster)화하여 망과 망간 Handoff delay를 최소화하는 통신망 구성에 대한 연구가 요망된다.

참고문헌

[1] L. Lamont, M. Wang, L. Villasenor, T. Randhawa, S. Hardy, "Integrating WLANs & MANETs to the IPv6 based internet", ICC 2003 - IEEE International Conference on Communications, vol. 26, no. 1, May 2003 pp. 1090-1095
 [2] David H. Stewart, William D. Ivancic, Terry L. Bell, Brian A. Kachmar, Dan Shell, Kent Leung, "Application of mobile router to military communications", MILCOM 2001 - IEEE Military Communications Conference, no. 1, October 2001 pp. 388-396
 [3] Igal P. Sharret, "WIN-T - the army's new tactical intranet", MILCOM 1999 - IEEE Military Communications Conference, no. 1, October 1999 pp. 1383-1387