

# 이동 IP 체계에 대한 군 정보체계 활용방안 연구 (A Study on Mobile IP Systems for Military Information Systems)

이 태 종\*

## Abstract

This paper suggests the new IP, SIMIP(Simple Mobile IP), which supports a continuous mobility between a static host and a mobile host in the static TCP/IP LAN environment where mobile hosts are overlaid with cells. For designing a mobile protocol, routing optimization is very important, and it is directly related to the management mechanism of a mobile host's location information. When the mobile hosts' location information are centralized, the network has high risk when a centralized device fails. On the other hand, when they are distributed, the above problems are solved. But it requires complicated techniques in order to search the encapsulated addresses. SIMIP centralizes mobile hosts' location information, minimizes the risk by automatically substituting the failed default mobile router with one of the multiple general mobile routers, and supports the optimal routing path through "default mobile router path alternation." Then since SIMIP isn't reasonable for wide area but for local area, it effectively provides mobilities for the staffs giving the operations informations to the chief in military operations room.

---

\* 국방정보체계연구소

# 1. 서론

개인용 컴퓨터의 사용이 보편화되고, 소형·경량·고성능화되어감에 따라 PC 사용자들은 자신의 컴퓨터를 옮겨 다니면서 작업을 하는 것에 관심을 갖게 되었고, 기존의 유선 데이터 통신에 이동성을 접목시키려는 활동을 전개하게 되었다. 이러한 예로 현재 많이 보급되어 있는 AT&T과 NCR사의 WaveLAN[1], Motorola사의 Altair[2] 등의 무선 LAN(Local Area Network)이 있다. 그러나 이들 무선 LAN은 이동성을 지원하기 위한 네트워크 계층 프로토콜을 포함하지 않으므로 단일 네트워크상에서만 운용해야 하며, 이동에 대한 거리상의 제한을 받고 있다.

본 논문은 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)를 사용하는 기존의 고정 LAN상에 이동 호스트(MH : Mobile Host)들이 셀(Cell)의 형태로 덧붙여진 환경에서 이동 호스트와 고정 호스트(SH : Static Host)간의 지속적인 이동성을 지원하는 새로운 IP체계인 단순 이동 IP체계(SIMP : Simple Mobile IP)을 제안하였다. 1992년에 콜롬비아(Columbia) 대학은 Mobile\*IP[3]를, 아이비엠(IBM)사는 MAS(Mobile Access Station)[4]를, 소니(SONY)사는 Virtual IP[5]를, 마쓰시다(Matsushita)사는 MHP(Mobile Host Protocol)[6]를 "Internet Working Group on Mobile IP"에 각각 발표한다. 이들 모두는 사용자의 장소나 위치의 천이에도 불구하고 작업에 대한 영향을 최소화하면서 투명성을 유지해야 함을 그 주제로 삼고 있다.

이동형 프로토콜 설계시, 라우팅 최적화가 매우 중요한 항목이고 이는 MH의 위치정보 관리방법과

직접적인 관계가 있다. MH 위치정보를 집중화하면, 집중화된 창구의 실패 발생시 위험도가 매우 크고, 반면에 분산화하면 위의 문제들은 해결되지만 주소를 찾기위해 복잡한 기법이 요구된다. SIMP은 MH 위치정보를 디폴트 이동 라우터(DMR : Default Mobile Router)에 집중화하였으나 DMR 실패 발생시 복수의 일반 이동 라우터(GMR : General Mobile Router)중에서 하나가 자동적으로 DMR로 대체되어 위험도를 최소화시켰으며, 'DMR 경로변경'에 의해 최적의 라우팅 경로를 지원하였다.

제 2장에서는 기존 무선 LAN의 문제점에 대해서, 제 3장에서는 이동 IP를 설계하는데 필요한 몇 가지 논점에 대해서, 제 4장에서는 SIMP 설계의 기본 환경과 시나리오에 대해서 서술하였고, 주소부여와 라우팅에 대한 해결방안을 제시하였고, SIMP의 라우팅 경로 최적화를 위한 개선방안을 설명하였다. 제 5장에서는 앞서서 제안된 다른 이동 IP체계와 SIMP의 기능 및 특성을 비교하였으며, 제 6장에서는 SIMP에 대한 군 활용방안을 서술하였다. 마지막으로 결론에서는 SIMP 구현시 고려사항과 향후 연구가 보완되어야 할 부분에 대해서 언급하였다.

# 2. 기존 무선 LAN의 문제점

조직 내 다양한 정보를 공유하기 위하여 필수적인 컴퓨터 환경으로 등장한 것이 LAN이다. 최근에는 배선의 제거로 사무실내 레이아웃 변경에 좀더 쉽게 대처 할 수 있는 무선 LAN이 활성화되고 있다. 그러나 현재 제품화된 무선 LAN은 초기단계이며 몇가지 문제점을 안고 있다. 첫째, 물리적으로 유선이 무선으로만 바뀐 동일한 하나의 브리지 네트워크로만 사용할 수 있다. MH의 수가 많아지고 네트

워크가 방해해지면 브리지 네트워크는 한계점에 부딪히게 된다. 둘째, MHz가 셀을 이동할때는 - 동일 네트워크 또는 다른 네트워크 - 물리계층에서의 주파수 할당과 네트워크 계층에서의 IP 주소부여까지 모두 수동으로 처리되어야 한다. 즉, 사용자의 조작이 필요하다. 그러므로 응용 프로그램을 수행하면서 다른 셀로 옮기는 것은 불가능하다. 상기와 같은 이유로 인해 기존 무선 LAN은 컴퓨터의 이동이라기 보다는 사무실내의 배선의 간편함을 추구하는 형태라 볼 수 있다[11].

그러므로 무선 LAN으로 고정 LAN을 대체하거나 고정 LAN에 무선 LAN을 추가 설치하는 과정에서, 무선 LAN의 물리 계층(physical layer)과 데이터 링크 계층(datalink layer)에서 선택할 수 있는 몇몇 선택방안을 서술하고, 본 논문의 대상인 네트워크상의 이동 IP체제를 고찰하여 본다.

물리 계층에 대한 선택에 있어서는, 전송매체로 소프트웨어(software)를 사용하는데 <표 1>과 같이 두가지 방법이 있다. 하나는 적외선(IR : InfraRed) 채널이고 다른 하나는 무선 주파수(RF : Radio Frequency) 채널이다.

무선 LAN 운용을 위한 대역의 선택에 있어서는 <표 2>와 같이 ISM(Industrial Scientific and Medical) 대역이 강조된다. 세 개의 ISM 대역은 미국에서 확산 스펙트럼(SS : Spread Spectrum) 기술 [12]을 이용하기 위한 가능한 대역(902 ~ 928MHz, 2400 ~ 2483MHz, 5725 ~ 5850MHz)이다. 미 연방통신위원회(FCC : Federal Communication Commission) Part 15.247 규정은 주파수 대역역이 ISM대역과 거의 동일하고, 주파수 호핑(FH : Frequency Hopping) 규정은 915MHz 대역에서 0.5MHz 최대 채널간격, 다른 대역에서는 1MHz 간격을 지정하고 있다.

<표 1> 무선 매체 기술에 대한 선택방안[14]

구분	IR(적외선)	RF(무선 라디오)
규정	없음	ISM 대역은 허가 불 필요
동작영역	spot(점)	복잡
예상성능	보통(확산), 고속(목표)	가용 대역폭에 제한
이동성	실내	옥외, 광역
폐쇄 사무실	사무실내	가능
다중망 공존	제한	가능
발전 방향	LANs 주변기기 접속 단거리 고속 링크	LANs 주변기기 접속 단,장거리 고속 링크 cellular data packet radio

<표 2> 무선 LAN 대역 : ISM 대역[13]

	915MHz	2.4GHz	5.8GHz
주파수	902 ~ 928MHz	2.4 ~ 2.4935GHz	5.725 ~ 5.850GHz
대역폭	26MHz	83.5MHz	125MHz
FCC 허가	no(part 15)	no(part 15)	no(part 15)
가용성	U.S./Canada	전세계	U.S./Canada
현 실태	포화상태	사용초기	almost no use
전망	고성장	중성장	저성장
간섭원(미국)	사용자 대부분의 LAN 대부분의 비 SS	사용자 소수의 LAN 소수의 비 SS M/W ovens	사용자 LAN이나 비 SS는 거의 영향 없음
간섭원(전세계)	cellular telephone		레이다

<표 3> 무선 LAN 접근 방안[13]

	TDMA-based	CSMA/CA based
제어	중앙	분산
interrupted channel compability	가능	적용이 필요
power saving	우수	제한적
우선순위	지원 용이	지원 곤란
잠복성(latency)	고정 평균 = 프레임/2	부하에 따라 달라짐(가변적)
구현	microprocessor 기반	Ethernet chipset 기반

데이타링크 계층의 매체접근(Medium access) 방식과 네트워크 토폴로지에 대한 선택을 살펴보면 다음과 같다. 매체 접근방식의 기능은 여러 개의 스테이션이 최소의 간섭과 최대의 효율을 가지고 공유 채널을 접속하게 하는 것이다. 매체 접근방식의 유

용한 대안은 현재의 유선 LAN 기술과 밀접한 관계를 가지고 있다. 접근 방식은 CSMA(Carrier Sense Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), 그리고 이를 혼합한 방식으로 분류할 수 있다. 경쟁 지향(contention orientation) 프로토콜에

<표 4> 무선 LAN 토폴로지의 대안[14]

	peer-to-peer	based/remote station
사용영역	예측불가(hidden terminal)	예측가능(base = network)
access points (to network)	다중	셀당 1개
보안	단일 수준(NOS only)	다 수준(무선/망 운용체계)
관리	예측불가(hidden terminal)	예측가능(관리점 관점에서)
확장	제한적/곤란 접근점과 서버의 상충	다중 셀 설계(기지 = 접근점)
power saving potential	취약(항시 수신 대기)	우수(용이한 수신기 제어)
발전성	비 효율적(수동 분산/분배)	자동(분산/분배 관점에서)

서는 무선 LAN의 모든 스테이션은 네트워크에 접근 할 수 있는 동등한 권리를 가지고 있으며, 논리적인 토폴로지로서 peer-to-peer 네트워크를 구성한다. TDMA 지향 프로토콜에서는 네트워크의 여러개의 스테이션에 대한 서로 다른 시간대를 지정할 책임을 지는 엔트리를 스케줄 기능이라 하는데 기지국(Base Station)에 위치하며 다른 스테이션은 원거리국(Remote Station)이라 한다. <표 3>은 TDMA와 CSMA 접근방식에 대한 비교이고, <표 4>는 peer-to-peer와 기지국/원거리국 네트워크 토폴로지의 비교표이다.

### 3. 이동환경에서의 IP 적용

이동통신 시스템을 설계하기 위한 쟁점의 분류는 다양하나, 본 논문은 네트워크의 전통적 계층 모델에 근거하여 접근하고자 하였으며[7], 특히 본 논문의 대상인 네트워크 계층(network layer)는 이동환경에서 가장 중요한 역할을 수행한다.

### 3.1 네트워크 계층에서의 이동성

이동환경에서의 네트워크 계층을 위한 기본 토폴로지는 MH, SH, 기지국, 이동 라우터(MR : Mobile Router)로 구성된다. 이동 환경에서 네트워크 계층에서의 일반적인 문제들은 다음과 같다.

#### ① 주소부여

주소는 통신 단말들의 식별자이고 IP 주소에서는 네트워크 부분과 호스트 부분을 식별하여 경로를 선택한다. MH는 다른 네트워크로 이주시 주소가 변경되기 때문에 이를 해결하기 위한 추가적인 주소 해석 메커니즘이 필요하다.

#### ② 기지국 감지

MH는 그들 영역내의 어떤 기지국과 물리적인 송/수신이 가능한지를 알아야 한다. 기지국은 무선 링크 하드웨어에 의하거나 비콘(beacon) 메시지를 이용하여 자신의 존재를 알려야 한다. 즉, MH에게 데이터가 배달되기 전 동일 셀내의 기지국에게 등록되는 절차가 필요하다.

③ MH 감지  
움직이는 MH의 현재 위치를 알기 위해서는 부가적인 기술이 필요하다.

④ MH의 Popup,  
새로운 네트워크로 들어가고 나가는 것에 대한 고려가 필요하다.

⑤ 셀 핸드 오버  
하나의 셀로부터 연결을 해제하고 다른 셀로 연결을 성립시키는 작업을 의미한다.

⑥ 트래픽 수신자 변경  
잘못 전달된 메시지는 올바른 기지국으로 재전송되어야 하고, 올바른 기지국의 정보를 MR이나 송신 호스트에게 알려야 한다.

⑦ MH간의 직접 통신  
MH가 직접통신이 가능할 정도로 가까이 있으면 전파나 적외선을 이용하여 직접통신이 가능하다. 그러나 두 MH가 직접통신을 하는 도중에 점점 거리가 멀어져 가는 경우에 대한 해결책이 필요하다.

위의 문제들을 재분류하면 MH의 주소부여에 관한 사항(① 주소부여)과, 라우팅에 관한 사항(② 기지국 감지, ③ MH 감지, ④ MH의 Popup, ⑤ 셀 핸드 오버, ⑥ 트래픽 수신자 변경, ⑦ MH간의 직접 통신)으로 귀결됨을 알 수 있다.

### 3.2 이동 환경에서의 주소와 라우팅

본 절에서는 이동형 네트워크 계층의 주소부여(Addressing)와 라우팅에 있어서 적용 가능한 몇가지 기법과 장단점을 살펴보겠다.

#### 3.2.1 주소부여에 관한 사항

이동환경에서는 이동되는 위치정보를 표현하는 주소의 부가적인 관리기법이 요구되는데 다음 세가지 종류가 있다[8]. 첫째, 주소는 일정하게 부여되고

MH가 다른 네트워크로 이동시 마다 라우팅 테이블이 계속적으로 변화되면서 호스트 라우트를 수행하는 영구 주소 할당 기법(PAS : Permanent Address Assignment Scheme)이 있다. 둘째, MH가 새로운 네트워크로 이동시 그 네트워크내에 가능한 새로운 주소를 부여받아 네트워크 라우트(Network Route)를 하는 임시 주소 할당 기법(TAS : Temporary Address Assignment Scheme)이 있다. 셋째, 변경되지 않은 고유 주소와 임시적으로 사용하는 라우트 주소를 모두 갖고, 물리적으로 연결되어 있지 않고 분리된 동일 서브넷을 가상 네트워크로 형성하여 분할을 숨기는 가상 네트워크 기법(ENS : Embedded Network Scheme)이 있다[9]. 이는 "호스트의 가장 낮은 주소 계층이 같으면 중간 라우터 없이 직접 연결된 네트워크에 접속된다."는 가정을 깨뜨린다. 즉 물리적으로 분리된 네트워크내에 동일 서브넷 주소를 갖는 논리적 네트워크를 형성시킨다. 다음 장에서 보여주는 <그림 1>에서 C11과 C12가 하나의 가상 네트워크에 해당된다.

영구 주소 할당 기법은 대규모 이동환경에서 라우팅의 성능이 저하되어 적용이 불가능하고, 임시 주소 할당 기법은 진행중인 연결(connection)이 재설정되어야 하는 문제점이 있다. 반면에 가상 네트워크 기법은 이를 구현하는 특수 라우터내에 상태 정보만 변경해 주면 고정된 주소와 임시 주소를 모두 사용할 수 있으므로 이동환경의 고유 특성을 최대한 고려한 효율적인 기법이다.

#### 3.2.2 라우팅에 관한 사항

네트워크가 MH에게 데이터를 전송하기 전에 그 MH는 위치의 알림과 권한검사(security)와 사용 통계 기록(accounting)등을 목적으로 네트워크에 등록

절차를 거쳐야 한다. MH가 처음 온라인(On-Line) 되었을때 기지국을 찾아서 등록을 위한 정보교환을 한다. 이 때 그 기지국은 내부적으로 그 정보를 교환하거나 집중화된 데이터베이스(DB : DataBase)에 그 정보를 통보하거나, 분산화된 DB의 지역 브랜치(Local Branch)에 통보하거나, 이웃 기지국에 알리기도 한다. 이를 자발적 통보(Active Sign-On)라 한다.

이외에 MH가 초기에 등록하지 않다가 처음에 누군가 그 MH와 통신하고자 할 때 라우터가 모든 네트워크를 찾아서(예 : paging channel을 이용해서) 그 위치를 알아내는 페이징(paging)이 있다. 페이징은 거의 침묵하는 MH가 네트워크에 부하가 되지 않는 장점이 있다.

페이징은 가상회선의 초기 생성 후 연속적인 트래픽의 송수신이 발생하는 이동전화에 적절하며 실제로 AMPS(Advanced Mobile Phone Service)에서 이를 적용하고 있다. 자발적 통보는 불규칙 트래픽 환경이나 그 MH에 대한 위치 정보가 네트워크 상에 이미 존재 하는 경우인 데이터의 이동 통신에 더욱 적합하다. 즉, 다양한 근원지로부터 트래픽이 발생하는 이동 데이터 네트워크에 더욱 적합하게 적용할 수 있다. 실질적으로 MH와 라우터간의 교환되는 정보의 양은 두가지 방법이 거의 동일하다. 단지 자발적 통보는 “MH가 알리는 위치정보를 라우터가 얼마나 효율적으로 관리하느냐”가 문제이고, 페이징은 필요할 때 “MH의 탐색을 얼마나 신속하게 하느냐”가 문제인 것이다.

## 4. 단순 이동 IP 설계

SIMP 설계의 기본원칙은 구현 및 운용이 용이해

야 하며, 기존의 고정 네트워크 환경의 변화를 최소화해야 한다. 그리고 기본적인 가정사항으로 첫째, 사무실 환경에서 MH를 사용할 경우 MH간의 통신 빈도보다는 서버와 MH간의 통신빈도가 훨씬 높다. 둘째, 전체 네트워크가 동일한 이동형 IP체계를 적용한다는 것이다. 즉 외부 네트워크가 다른 IP체계를 적용하는 경우 게이트웨이(Gateway)가 부가적으로 필요하다.

이상과 같은 환경에서의 응용을 살펴보면, 사무실에서 사용하는 휴대용 컴퓨터를 회의실까지 이동하면서 업무를 계속하고, 회의실에서 브리핑이나 자료 제공이 요구될때 서버와의 연결을 통해 사용하며, 다른 지역의 사업장에서도 자신의 휴대용 컴퓨터를 이용해 업무를 계속한다.

제 3장에서 논의된 문제들에 대해 SIMIP의 해결 방안을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 주소부여는 가상 네트워크 기법을 적용한다.

둘째, MH의 기지국 감지는 ‘자발적 통보’를 하도록 한다.

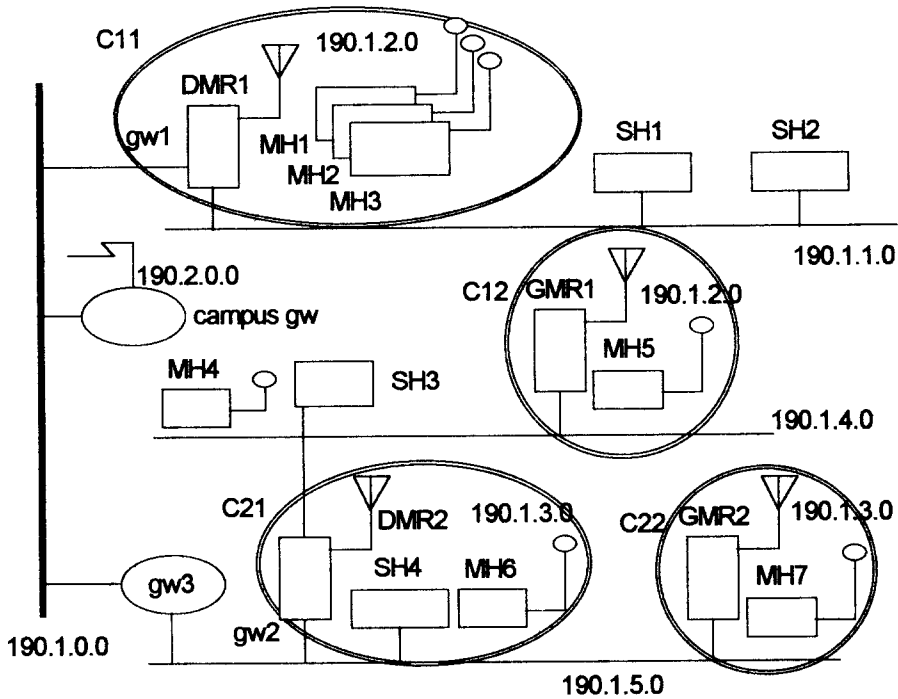
세째, 기지국의 MH 감지는 DMR에 MH 위치정보를 집중화시키고, 한다.

네째, 새로운 네트워크로 이주시에 DMR에게 알리도록 한다.

다섯째, 셀 핸드오버와 여섯째, 트래픽 수신자 변경은 SIMIP의 설계를 단순화하고, 향후 계속 연구되어야 하는 고려사항으로 본 논문에서는 고려하지 않았다.

일곱째, 이동 호스트간의 직접통신은 SIMIP의 기본가정에 의해 배제하였다.

### 4.1 SIMIP 구성요소



<그림 1> SIMIP 구성도

SIMP의 구성요소는 고정 호스트(SH : Static Host), 이동 호스트(MH : Mobile Host), 이동 라우터(MR : Mobile Router), 이동 네트워킹 프로토콜(MNP : Mobile Networking Protocol), Cell이다.

○ SH : 기존 유선에 연결되어 있는 호스트이다. 서버는 모두 SH에 해당하고 클라이언트의 대부분이 이에 속한다.

○ MH : 네트워크의 연결상태를 유지하면서 움직일 수 있는 호스트를 의미하며, local, remote, other의 세가지가 있다.

○ MR : MH로 부터의 데이터를 수신하고 MH로 데이터를 송신해주는 기지국이다. MR은 기존의

라우터에 무선 송수신 기능과 MH의 위치정보 관리를 위한 기능 등을 추가한 것이다. MR은 해당 서브넷의 MH가 위치정보에 대한 관리책임이 있는 DMR과 순수 라우팅 기능만 수용하는 GMR의 2가지가 있다. 물리적으로 제어한다는 측면에서는 DMR과 GMR이 모두 LMR(Local Mobile Router)이 될 수 있다.

○ MNP : MH의 위치정보 관리를 위해 필요한 프로토콜로서, 셀 이동시 정보 교환을 위해 사용된다.

○ Cell : 하나의 MR에 의해 물리적인 데이터 전송이 지원되는 지역내의 논리적, 지리적 영역이다.



<그림 1>은 SIMIP의 모델이며, 4개의 셀은 물리적인 측면에서 모두 독립적이지만 링크측면에서 보면 동일한 네트워크일 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다. 즉 C11과 C12는 동일한 네트워크 ID와 서브넷 ID를 가지며, C21과 C22도 동일하다. 그러나 C11과 C12는 다른 네트워크에서, C21과 C22는 같은 네트워크에서 분리된다는 차이가 있다.

여기서 DMR1은 190.1.2.0 네트워크의 DMR이고 DMR2는 190.1.3.0의 DMR이다. DMR은 해당 네트워크내에 MH들의 위치정보 관리의 책임을 가지며 일반 MR는 순수 라우팅 기능만 수용한다. 그리고 물리적으로 제어한다는 측면에서는 DMR과 GMR이 모두 LMR이 될 수 있다. 즉, DMR1은 MH1, MH2, MH3의 LMR이고 GMR1은 MH5의 LMR이다.

MH의 상태 종류는 LOCAL, REMOTE, OTHER의 세가지가 있다. 초기상태는 LMR의 LOCAL이다. MH1이 C11에서 C12로 이동하면, DMR1의 REMOTE가 되고 GMR1의 LOCAL이 된다. 그리고 다시 C21으로 이동하면 DMR1의 OTHER가 되고, DMR2의 LOCAL이 된다.

일반적으로 이동 환경에서의 통신 시나리오는 다음과 같은 네가지로 정의한다.

- ① 이동 호스트가 동일 셀의 이동 호스트에게 데이터를 보내는 경우
  - ② 이동 호스트가 고정 호스트에게 데이터를 보내는 경우
  - ③ 고정 호스트가 이동 호스트에게 데이터를 보내는 경우
  - ④ 이동 호스트가 다른 셀의 이동 호스트에게 데이터를 보내는 경우
- 상기 네가지 중에 첫번째와 네번째의 경우는 두

끝점(end-point)이 함께 움직이는 경우인데, SIMIP 환경에서는 MH간 통신을 배제하였으므로 해당 시나리오의 생략이 가능하다. 따라서 SIMIP 시나리오는 MH가 SH에게, SH가 MH에게 데이터를 보내는 경우의 두가지로 정리가 된다.

## 4.2. SIMIP 상세설계

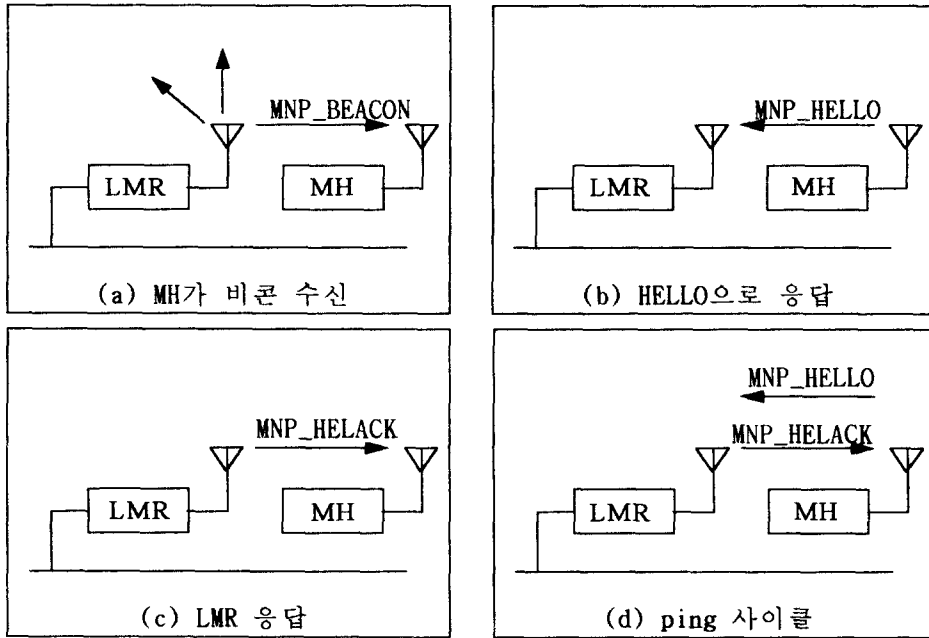
네트워크 계층에 있어서, 일반적인 기저국의 기능은 네가지로 분류한다. 첫째 셀을 제어하고, 둘째 이동 호스트의 위치 주소를 관리하며, 셋째 외부 네트워크와 이동 네트워크 간에 라우팅을 수행하고, 넷째 그가 통제하고 있지 않은 이동 호스트에 대해 다른 기저국으로 패킷을 터널(tunnel)한다. SIMIP에서 DMR은 네가지 기능을 모두 수행하지만, GMR은 첫째와 셋째의 기능만을 수행한다.

SIMIP 구성요소인 SH, MH, MR 등은 전원이 들어오면서부터 환경이 설정되고 실제 데이터가 송·수신되는 과정을 나열해보자. 첫번째, MR들은 초기 온라인 되는 시점에 DMR과 GMR로 각각 역할분담을 한다. 두번째, MH들은 전원이 들어오면서 소속 LMR을 찾아 등록하는 절차를 거친다. 세번째, 실제로 MH로 가는 데이터가 발생한 경우 이를 최종 수신자까지 전달해야 한다. 네번째, MH가 동일 서브넷 또는 다른 서브넷내의 셀로 이동하는 경우로서 두번째와 거의 유사하나, 주소부여에 관한 해결방안을 부가적으로 포함한다.

### 4.2.1 DMR의 결정

DMR 구현시 별도의 기능이 추가되는 것이 아니므로 DMR을 고정시킬 필요는 없다. 또한 고정적으로 결정되면 DMR의 실패가 발생하는 경우 해당 서브넷으로의 데이터 전송이 모두 불가능해 진다.

먼저 온라인되는 MR이 MNP\_WHOISDEFAULT



<그림 2> MH와 LMR간 핸드쉐이크

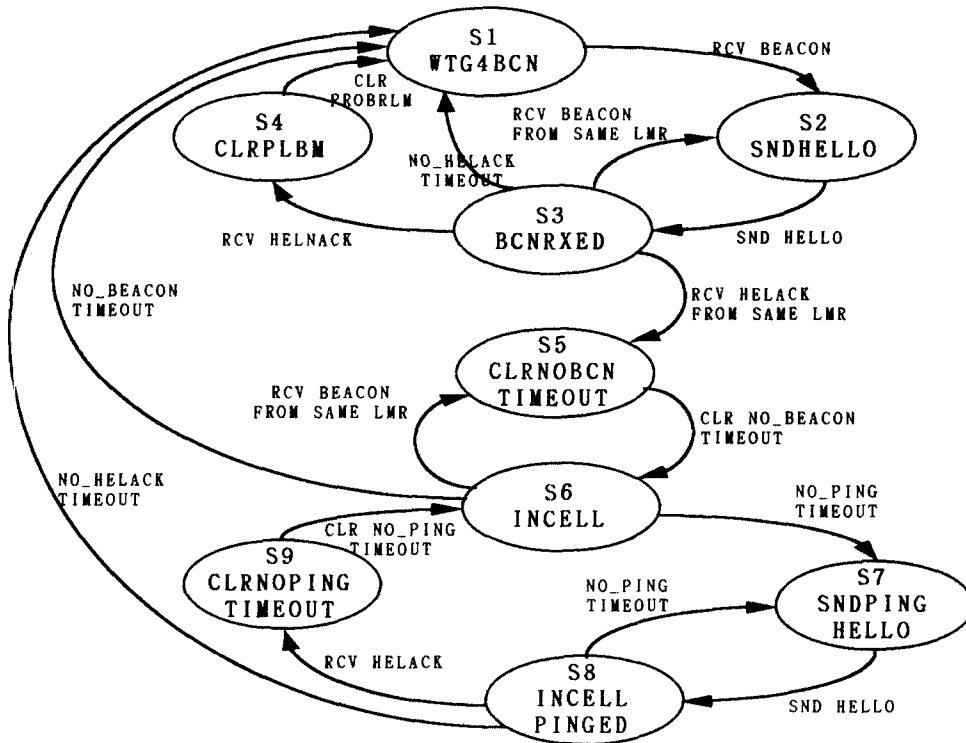
메시지를 동일 서브넷상에 브로드캐스팅한다. 이때 동일 서브넷내에 아무도 응답하지 않으면 자신이 DMR로 결정된다. 그후 다음번 MR이 MNP\_WHOISDEFAULT를 보내면 이미 결정된 DMR이 MNP\_IAMDEFAULT 메시지를 응답으로 보내어 송신 MR은 GMR로 결정됨과 동시에 해당 DMR에 대한 정보도 기록하게 된다.

DMR의 실패가 발생하는 경우는 이를 발견한 첫 번째 GMR이 앞서 설명한 절차를 거쳐 새로운 DMR로 대체되어 빠른 시간내에 복구가 가능하도록 한다(동일 서브넷상에서 DMR과 GMR이 pair로 존재). 또한 다른 서브넷에서는 DMR의 존재만 인식해야하기 때문에 GMR은 주기적으로 자신의 라우팅 테이블을 광고할 필요가 없다.

#### 4.2.2 MH의 동작

<그림 2>와 같이 MH는 초기에 전원이 들어오면서 LMR이 동일 셀내에 주기적으로 브로드캐스트하는 비콘을 수신한다. 비콘 수신후 MH는 MNP\_HELLO 메시지에 자신의 IP주소와 타임스탬프(timestamp) 등을 포함하여 LMR에게 송신한다. 이를 받은 LMR은 자신의 테이블에 송신 MH를 LOCAL로 등록한 후 MNP\_HELACK 메시지로 응답을 보내면서 핸드쉐이크(handshake)작업이 끝난다.

좀더 자세히 살펴보면 <그림 3>과 같이 9개의 상태변화가 일어난다. 앞서 설명한 것과 같은 핸드쉐이크가 완료되면 셀내 있음(IN-cell) 상태가 된다. 이 때는 LMR외에 다른 MR로부터의 비콘을 받더라도



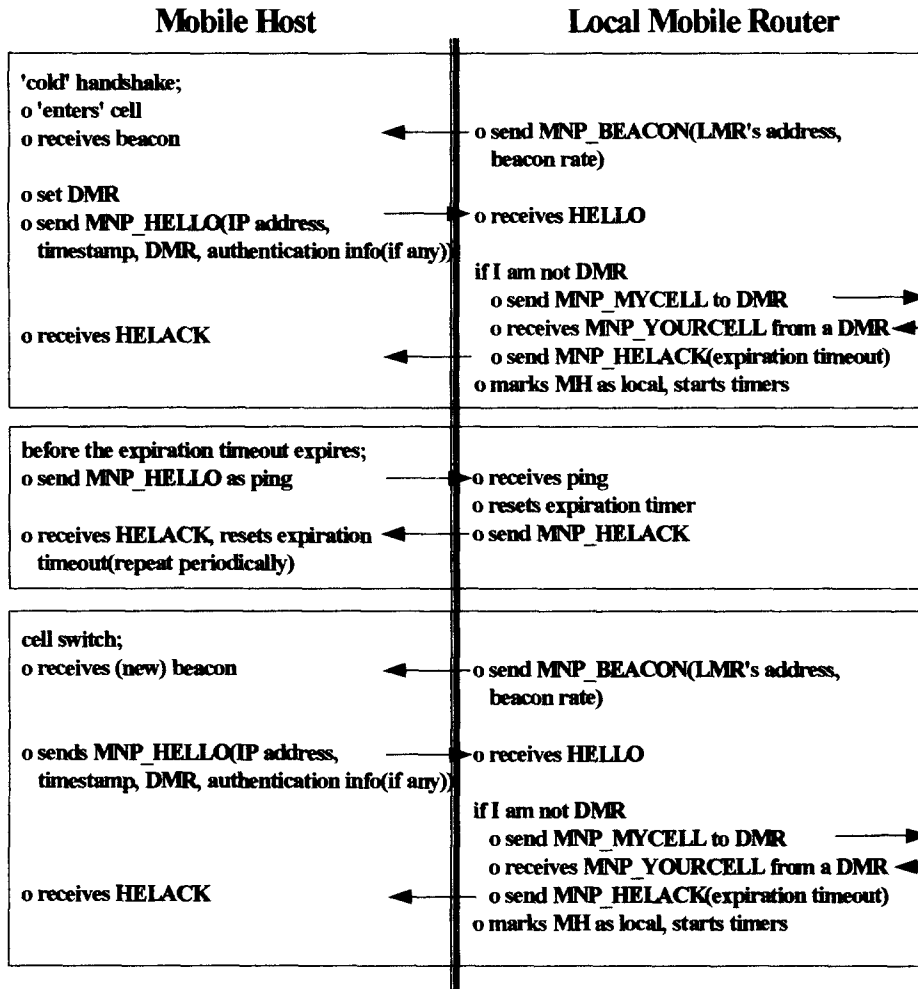
STATE	DESCRIPTION	STATE	DESCRIPTION
S1	waiting for BEACON	S5	clear NO_BEACON timeout
S2	send HELLO; clear NO_HELACK timeout; current LMR<-BEACON SRC	S6	waiting for NO_PING timeout
		S7	send HELLO; clear NO_HELACK timeout
S3	waiting for HELACK	S8	waiting for PING HELACK
S4	clear PROBLEM	S9	clear NO_PING timeout

<그림 3> MH의 상태변화

도 무시하게 된다. LMR은 MNP\_HELACK 송신시 그 MH 제거주기(Expiration Timeout)를 알려주어 MH는 주기적으로 계속 살아 있음을 알리는 ping을 수행하도록 한다. SIMIP에서는 DMR이 MH의 위치

정보를 관리해야 하므로 이동 사실을 매번 DMR에게 알릴 필요가 있다.

<그림 4>와 같이 LMR은 MH의 등록이후 MNP\_MYCELL 메시지에 MH 정보를 포함하여



<그림 4> MH와 LMR의 상세 동작

DMR에게 송신하면 DMR은 MNP\_YOURCELL로 응답한다. LMR은 실제로 MH에게 MNP\_HELACK을 보내기 전에 DMR과의 핸드셰이크 작업을 완료하여야 한다.

#### 4.2.3 라우팅

MH로 가는 데이터는 정상적인 라우팅 프로토콜에 의해 DMR까지 전달되므로 DMR이 LMR로 전달

시키는 과정이 중요한 논점이 된다. LMR까지 전달 되면 동일 셀내이므로 최종 수신자 MH에게로 무선 송·수신 장치에 의해 송신하면 된다. DMR은 LMR에게 중간과정에 관계없이 송신하면 되므로 두 끝점만을 고려한다는 의미에서 터널링(tunneling)기법이 적용된다[10]. LSR(Loose Source Routing)은 라우팅 경로상에 있는 중간 라우터가 모두 옵션 처리를 위

한 부가작업을 감수해야 하고, 이미 존재하는 SSRR(Strict Source and Record Route), LSRR(Loose Source and Record Route) 옵션을 방해할 수도 있다. SIMP은 DMR과 LMR간의 터널링에 송신자 주소를 DMR 주소로 수신자 주소를 LMR 주소로 넣어서 캡슐화를 적용한다.

#### 4.2.4 주소부여

제 3장에서 제시한 주소부여 기법 세가지중에서 가상 네트워크 기법이 이동 환경에 가장 적절하므로 SIMP에서도 이를 적용한다. 주소의 문제는 OTHER의 경우에만 해당된다. OTHER-MH는 NEW LMR에게 MNP\_HELLOW를 보낼때 자신의 DMR 정보를 포함시킨다. NEW-LMR은 동일 서브넷의 DMR이 아닌 MH의 이동전 DMR에게 MNP\_MYCELL을 보내서 이동사실을 알린다. 즉 OTHER-MH 자신이 부가적인 주소를 할당받을 필요는 없다. OTHER-MH로 데이터를 송신하는 DMR에게 우선 라우트하고, DMR은 이동된 NEW-LMR에게 캡슐화하여 송신한다.

### 4.3 단순 이동 IP 라우팅 최적화

<그림 1>에서 C11의 MH3가 C22로 이동한 경우를 가정해 보자 이때 SH4와 GMR2는 동일 서브넷 내에 존재함에도 불구하고, SH4와 MH3가 통신하기 위해서는 불필요한 경로를 거쳐야 하는 문제가 발생하는데 이를 트라이앵글 문제라 부른다.

이를 해결하기 위해 새로운 유형의 패킷인 MNP\_REDIRECT를 생성한다. 첫번째 패킷이 DMR1에 도착한후 DMR1은 수신 MH가 REMOTE임을 발견한다. 이때 해당 MH를 현재 제어하고 있는 GMR2의 주소를 포함하는 MNP\_REDIRECT를 생성하여 네트워크내의 전 DMR에게 멀티캐스팅한

다. 두번째 패킷부터는 DMR2에서 검사된후 즉시 GMR2로 보내져서 불필요한 경로를 최소화할 수 있다. 즉 위의 예제에서는 DMR2가 DMR1의 역할을 대신 수행하는 것이 된다. 이를 "DMR 경로변경"이라 칭하겠다. 그러나 MH3가 다시 다른 셀로 이동하게 되면 원래의 DMR1에게 이동 사실이 알려지고 이때 DMR1의 MNP\_REDIRECT 패킷 송신을 통해 DMR의 역할이 복귀되도록 한다. 즉, 세션 설정시 첫번째 패킷은 항상 원칙적인 경로를 통하게 되고 두번째부터 'DMR 경로변경'이 적용될 수 있다. 이는 MH의 이동이 매우 빈번하게 일어나고 동일 셀 내의 세션 유지시간이 짧은 경우는 그 효과가 미약하다고 예측할 수 있다.

## 5. 비교 및 고찰

콜롬비아 대학의 Mobile \*IP는 MH와 MSR로 구성되며 모든 MH는 가상 네트워크상에 고정 주소를 갖는다. MH에게 데이터 전송시 가장 가까운 MSR(Mobile Support Router)에게 우선 라우트되고 그곳에서 해당 MH를 제어하는 MSR로 캡슐화하여 보낸다. MH에 대한 위치정보는 모든 MSR에서 분산관리된다.

아이비엠의 제안은 MH, MR, MAS(Mobile Access Station)로 구성되며 한개의 MR이 모든 MH의 위치정보를 집중관리하고 MAS는 단순한 지극의 역할만 한다. MR에서 MAS까지의 터널링에 LMR 옵션으로 사용한다.

소니는 VIP(Virtual IP)라고 하는 프로토콜의 집합을 제안하였다. 이는 MH와 MR로 구성되고 MH의 IP 계층은 IP 부계층과 VIP 부계층으로 분리된다. VIP 주소는 홈주소로 고정되고 IP 주소는 움직

입에 따라 변동된다. MH와 MR에서는 IP 주소와 VIP 주소를 변환하는 AMT(Address Mapping Technique)가 필요하다.

마쓰시다의 MHP(Mobile Host Protocol)는 MH, PFS(Packet Forwarding Server)로 구성되며 MH는 고정된 home 주소와 home PFS를 가지고 다른 네트워크로 이주시 임시주소를 할당받아 home PFS에게 이를 알린다. home PFS는 MH로 가는 패킷을 가로챈후 임시주소로 캡슐화하여 보낸다. 고정 호스트가 자동모드인 경우는 직접 임시주소를 이용한다.

위의 네가지 제안을 비교해 보면 다음과 같다. 첫째 콜롬비아와 아이비엠 제안은 MH가 고정 주소만을 유지하고 캡슐화되는 주소는 해당 MH를 제어하는 MSR 또는 MAS 주소를 이용한다. 반면 소니와 마쓰시다 제안은 MH가 고정주소와 이동주소를 유지하여 이동시에 동적인 주소할당 기법이 요구된다. 둘째 콜롬비아와 아이비엠 제안은 MH의 위치정보를 MSR 또는 MR인 특수 라우터로 국한시킨 반면 소니와 마쓰시다 제안은 MH 자신과 일부 SH에서 직접 관리하도록 한다. 셋째 아이비엠과 마쓰시다 제안은 MH가 자신의 고정된 MR 또는 home PFS를 갖고 이동 사실을 매번 이들에게 알리는 것과 같이 MH 위치정보를 집중화하였으나 콜롬비아 제안은 모든 MSR에게 소니 제안은 모든 MH와 일부 SH에게 동적으로 분산화하였다.

MH 위치정보를 집중화하면 최적의 라우팅 경로를 지원할 수 없으며(트라이앵글 문제등) 집중화된 창구의 실패 발생시는 위험도가 매우 크다. 반면에 분산화하면 위의 문제들을 해결하지만 캡슐화되는 주소를 찾기위해 CACH 또는 AMT와 같은 복잡한 기법이 요구된다. 또한 MH의 위치정보를 MSR 또

는 MR에 국한시키면 기존의 고정환경에 변화를 주지 않지만 근본적인 해결책은 아니며, 모든 MH와 SH에게 반영하면 기존 환경에 변화를 초래하지만 장기적인 측면에서는 올바른 방법이라 볼 수 있다.

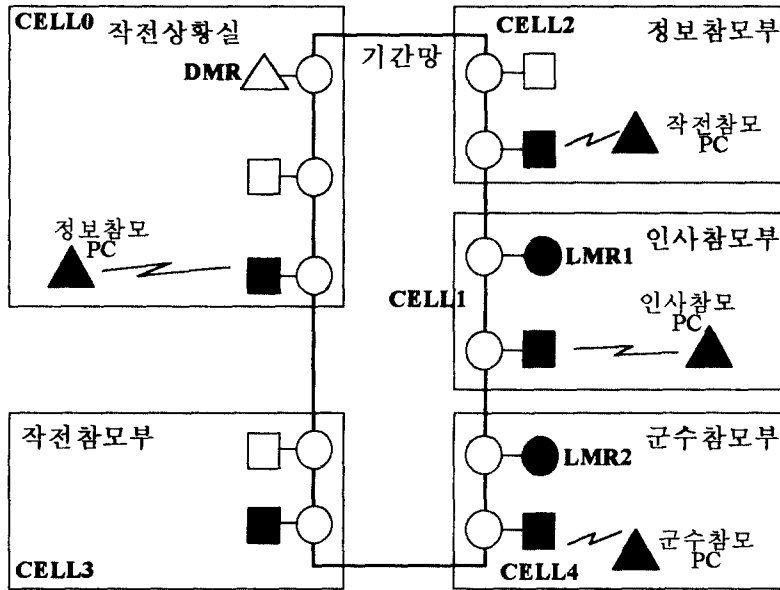
SIMP은 MH 위치정보를 DMR에 집중화하였으나 DMR 실패 발생시는 복수의 GMR 중에서 하나가 자동적으로 DMR로 대체되어 위험도를 최소화시켰고, 'DMR 경로변경'에 의해 최적의 라우팅 경로를 지원하였다는 점에서 다른 제안들과 차이가 있다. 또한 일반적인 기존 LAN 환경에서의 단기적인 해결방안으로써 콜롬비아와 아이비엠 제안과 같이 MH 위치정보를 DMR에 국한시켜서 기존환경의 변화를 최소화하였다.

## 6. 군 활용방안

본 논문에서 제안한 SIMP는 프로토콜 자체가 단순하고, 신뢰성이 있기 때문에 군의 이동 환경에서 적합하다고 판단된다. 특히 연합사령관의 지휘결심 지원체계인 TACCIMS 사업에서 상황실이나 작전회의실내의 이동성을 요구하는 업무에 활용할 수 있다.

TACCIMS는 사령부급 제대에 설치되어 운용되고 있는 정보체계이며, 하나의 site에서 운용하는 장비를 기능별로 구분하면, 일반서버, 한영번역서버, 사용자 PC로 이루어진다.

이들 서버와 PC는 고정 LAN으로 연결되어 있으며, 평시에는 상위제대 참모간 전자우편이나 브리핑을 위하여 사용된다. 그러나 훈련시에는 상위제대간의 전자우편과 브리핑 빈도도 늘어나지만, 하나의 site내부에서의 당일작전계획을 위하여 작전, 정보, 군수, 인사 참모간의 전자우편 및 브리핑 자료 교환



- (범례) ○ : 고정 LAN용 트랜시버  
 ■ : 무선 LAN 접속용 브리지  
 □ : 고정 호스트  
 ▲ : 이동 호스트  
 △ : 디폴트 이동 라우터(DMR)  
 ● : Local MR(LMR)

<그림 5> SIMIP를 이용한 TACCIMS site 재구성

등의 빈도도 자주 발생하게 된다.

그러나 지휘소의 대부분은 참모들이 작전 관련 자기의 업무를 수행하는 곳과 작전회의를 수행하는 곳이 다르기 때문에 PC 자료를 프린터로 인쇄하여 당일 작전계획에 임하게 된다.

즉 PC를 통한 즉시적인 자료출력과 자료입력이 불가능하게 되며 - 고정 호스트로 인한 문제 발생 - 이를 개선하기 위하여 무선 LAN을 설치한다하더라도 같은 사무실에서 이동하는 것이 아니기 때문에 근본적인 해결방안을 제시하지 못한다.

따라서 기존의 고정 LAN을 기간망(Backbone)으

로 하고, 사무실내의 PC를 무선 LAN으로 연결하며, 일부 고정 호스트와 일부 이동 호스트로 구분하여 SIMIP를 운용한다면(<그림 5>), 다음과 같은 장점을 발휘할 수 있다.

첫째, 무선 LAN으로 케이블상의 에러발생을 저하 가능(TACCIMS와 같은 지휘소급 C4I체계는 평시보다는 훈련시 위주로 운용되기 때문에, 고정 LAN의 불연속적인 운용으로 케이블상의 에러발생율이 높아진다)

둘째, SIMIP의 이용으로 이동 호스트에게 투명성을 제공하면서 네트워크와의 연결가능(무선 LAN만

으로는 네트워크 계층의 이동성 지원 불가능으로 지휘소내부에서 자유자재로 이동이 어렵고, 설정 가능하다하더라도 무선 LAN 브리지의 지속적인 증설로 비용이 많이 소요된다)

본 논문에서는 특정한 전략급 C4I체계인 TACCIMS를 예로 들었다. 그러나 SIMIP는 특정 분야에서만 사용되는 것이 아니라, 기능적으로 이동성이 요구되고, 휴대용 컴퓨터를 사용하면서 네트워크에 투명하게 접속하고자 원하는 군 사용자에게 적합하므로 여러가지 다른 군 응용체제에도 이용가능하다.

## 7. 결론

최근 다양한 분야에서 이동 전산망 기술의 수요가 증가하고 있다. 본 논문은 TCP/IP를 사용하는 기존 LAN 환경내에 이동 호스트의 위치변경에 따른 사용자 작업을 최소화 하면서 투명성을 유지하는 새로운 IP 체계인 SIMIP를 제안하였다.

SIMIP의 디폴트 라우팅 개념은 MH 위치정보를 집중화하는 것으로 최적의 라우팅을 지원하기 어렵지만 "DMR 경로변경"에 의해 불필요한 경로를 최소화하였다. 부가적인 주소공간이 불필요하여 효율적이고, 외부 네트워크에 대한 창구를 DMR로 일원화시켰지만 DMR의 실패가 발생하는 경우는 자동적으로 다른 GMR이 DMR로 대체되도록 하여 신뢰성을 증가시켰다. 또한 기존 환경에 변화가 요구되지 않는다. SIMIP은 콜롬비아, 아이비엠, 소니, 마쓰시 다등의 타 제안에 비해 근거리 작업환경에서 현실성이 있고 효율적이며 신뢰성 있는 이동형 IP 이라 볼 수 있다.

군 활용측면에서, SIMIP는 설계가 단순하고, 신뢰

성이 강하므로 군 지휘소 자동화에 활용이 가능하다. 현재 진행되고 있는 전략급 지휘소 자동화사업이나, 기존에 설치되어있는 TACCIMS 사업 등에 이동성을 제공하므로써 참모들간의 작전상황 파악 및 전달과정에서 즉각적인 작전 관련 자료의 조회 및 갱신, 그리고 자료의 입출력으로 작전회의의 질을 높이고, 불필요한 시간 소모를 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 전술급 부대 지휘소자동화에 있어서는, 고정 LAN과의 접속과정에서 전송매체의 소프트와 이어 특성상 보안상의 문제점을 내재하고 있으므로, 보안성이 강한 대역확산 방식을 데이터링크 계층의 고려사항으로 접목시키는 것이 바람직하다.

SIMIP 구현에 따른 몇가지 고려사항으로, 먼저 동시에 두개의 MR이 온라인 됨에 따라 두개의 MR이 DMR로 결정될 가능성이 있다. 또한 DMR의 실패에 따라 다시 GMR 중에서 DMR이 결정되기 전까지의 데이터 손실 가능성에 대한 해결방안이 필요하다. DMR과 GMR간의 MH 위치정보 교환과정 중에 데이터가 잘못 배달될 가능성도 고려해야 한다.

끝으로 향후 이동성과 관련있는 타 분야의 발전과 병행하여 SIMIP과 같은 다양한 제안에 대한 비교분석 및 구현이 요구될 것이며, 개인 전산의 범용적인 확산 추세는 이동환경의 다양한 응용분야를 도출하리라 본다.

## 참고문헌

- [1] Peter Heywood, "Europe's Wireless LANs: Mixed Signals," Data Communication, Nov. 1992
- [2] D.Buchholz,P.Odlyzko, M.Taylor, R.White. "Wireless In-Building Network Architecture and Protocols," IEEE Network Magazine, Nov. 1991



- [3] J.Ioannidis, D.Duchamp, G.Maguire, St. Deering, "Protocols for supporting Mobile IP hosts," Internet Draft available from [parcftp.xerox.com/pub/mobile-ip/](http://parcftp.xerox.com/pub/mobile-ip/), Jun. 1992
- [4] H.Wada, B.Marsh, "Packet Forwarding for Mobile Hosts," Internet Draft available from [parcftp.xerox.com/pub/mobile-ip/](http://parcftp.xerox.com/pub/mobile-ip/), Nov. 1992
- [5] F.Teraoka, "VIP : IP Extensions for Host Migration Transparency," Internet Draft available from [scslwide.sony.co.jp/CSL/vip/](http://scslwide.sony.co.jp/CSL/vip/), Nov. 1992
- [6] Y.Rekhter, Ch.Perkins, "Support for Mobility for Connectionless Network Layer Protocols", Internet Draft available from [parcftp.xerox.com](http://parcftp.xerox.com) and [avalon.mpce.mq.edu.au](http://avalon.mpce.mq.edu.au), Jan. 1993
- [7] H.Zimmermann, "OSI Reference Model : The ISO Model of Architecture for Open Systems Interconnection", IEEE Trans. Communications, COM-28:425-432, Apr. 1980
- [8] Danny Cohen, Jonathan B. Postel, Raphael Rom, "IP Addressing and Routing in a Local Wireless Network," Jul. 1991
- [9] J.Ioannidis, D. Duchamp, Gerald Q. Maguire Jr., "IP-Based protocols for mobile internetworking," Proceedings of SIGCOMM'91, pp.235-245, ACM, Sep. 1991
- [10] Yakov Rekhter, Charles Perkins, "Optimal routing for mobile hosts using IP's Loose Source Route option, " Internet Draft, Oct. 1992
- [11] David F. Bantz and Federic J. Bauchot, "Wireless LAN design Alternative," IEEE Network, March/April 1994
- [12] 이정규 외, "무선 LAN용 음성/데이터 공용 패킷 교환 Protocol의 특성에 관한 연구", 국방과학연구소, 1991. 12
- [13] 서두원, 김영수, "무선 LAN 기술동향", ADVANCE, 고등기술연구원(대우), 1994. 9
- [14] 강희일, "무선 LAN의 최근 기술동향 및 향후 전망", 주간기술동향, 한국전자통신연구소, 1993.