

클라이언트 서버 환경에서 이동호스트와 고정호스트간 지속적인 세션을 지원하는 SIMIP 설계

권 은 경[†] · 조 용 구^{††} · 채 기 준^{†††}

요 약

본 논문은 TCP/IP를 사용하는 기존의 LAN상에 이동 호스트들이 셀의 형태로 덧붙여진 환경에서 이동 호스트와 고정 호스트간의 지속적인 세션을 지원하는 개선된 IP 체계인 SIMIP(Simple Mobile IP)을 제안하였다. 이동형 프로토콜 설계시 라우팅 최적화가 매우 중요한 항목이고 이는 이동 호스트의 위치정보 관리방법과 직접적인 관계가 있다. 기존의 아이비엠과 마쓰시다 제안은 이를 집중화하였으며 콜롬비아와 소니 제안은 이를 분산화하였다. MH 위치정보를 집중화하면 트라이앵글 문제로 인해 최적의 라우팅 경로를 지원할 수 없으며 집중화된 라우터의 실패 발생시는 위험도가 매우 크다. 반면에 분산화하면 위의 문제들은 해결되지만 캡슐화되는 주소를 찾기위해 CACH 또는 AMT(Address Mapping Technique)와 같은 복잡한 기법이 요구된다. SIMIP은 MH 위치정보를 DMR(Default Mobile Router)에 집중화하였으나 DMR 실패 발생시는 복수의 GMR(General Mobile Router) 중에서 하나가 자동적으로 DMR로 대체되어 위험도를 최소화시켰고, 'DMR 경로변경'에 의해 최적의 라우팅 경로를 지원하였다는 점에서 다른 제안들과 차이가 있다. 이동에 따른 주소변경을 해결하기 위해 가상네트워크 기법을 적용하였고, 이동 호스트로의 데이터 송신시 디폴트 라우팅 개념을 이용하였고, 이동 라우터간 터널링에 IPIP 캡슐화를 사용하였다. SIMIP은 다른 제안에 비해 실용성 있고, 신뢰성이 강하며, 구현이 용이하므로 산업계에서 활용가치가 있으리라 본다.

The design of SIMIP for the continuous session between a static host and a mobile host in client-server environment

Eun Kyeong Kwon[†] · Yong Gu Cho^{††} · Ki Joon Chae^{†††}

ABSTRACT

This paper suggests the revised IP, SIMIP(Simple Mobile IP), which supports the continuous session between a static host and a mobile host in TCP/IP LAN environment where mobile hosts are overlaid with cells. For designing a mobile protocol, the routing optimization is very important, and it is directly related to how to manage the location of mobile hosts. IBM and MATSUSHITA proposals select the centralized mechanism, while COLUMBIA and SONY proposals do the distributed management. The former doesn't support the optimal routing because of the triangle problem, and it has the high risk like the failure of the centralized router. On the other hand, the latter solves above problems, but it requires complexity such as CASH or AMT(Address Mapping Technique) in order to search encapsulated addresses. SIMIP centralizes the location of mobile hosts into

† 정 회 원: 평택공업전문대학 전자계산과

†† 정 회 원: 영동공과대학교 전자공학부 컴퓨터공학전공

††† 중 심 회 원: 이화여자대학교 컴퓨터학과

논문접수: 1997년 8월 26일, 심사완료: 1997년 12월 22일

DMR. However, SIMIP is different from other proposals, since it minimizes the risk by automatically substituting the failed DMR with one of multiple GMRs, and supports the optimal routing through "DMR-path-alteration". In order to provide the address change of mobile hosts, SIMIP applies the embeded network scheme. It also uses the default routing concept for forwarding data to mobile hosts, and it includes IPIP encapsulation for tunneling among mobile routers. Compared to other proposals, since SIMIP is practical, reliable, and simple enough to implement, it can be effectively applied to industrial fields.

1. 서 론

개인용 컴퓨터가 일반 직업 세계로 보편화되고 소형,경량,고성능화되어 감에 따라 자신의 컴퓨터를 옮겨다니면서 작업을 하는 것에 관심을 갖게 되었고, 기존의 유선 데이터 통신에 이동성을 접목시키려는 활동을 전개하게 되었다. 현재 많이 보급되어 있는 NCR(AT&T)사의 WaveLAN[1], Motorola사의 Altair[2], DECT(Digital European Cordless Telephone)등의 무선 LAN(Local Area Network)은 이동성을 지원하기 위한 네트워크 계층 프로토콜을 포함하지 않는다.

본 논문은 TCP/IP를 사용하는 기존의 고정 LAN 상에 이동 호스트들이 셀의 형태로 덧붙여진 환경에서 이동 호스트와 고정 호스트간의 지속적인 세션을 지원하는 새로운 IP체계인 SIMIP(Simple Mobile IP)을 제안하였다. 1992년 "Internet Working Group on Mobile IP"에 콜롬비아(Columbia) 대학, 아이비엠(IBM), 소니(SONY), 마쓰시다(Matsushita)에서도 이에 대한 각각의 제안을 발표한바 있다[3, 4, 5, 6]. 이들 모두는 사용자의 장소나 위치의 천이에도 불구하고 작업에 대한 영향을 최소화하면서 투명성을 유지해야 함을 그 주제로 삼고 있다.

위의 네가지 제안을 비교해 보면 다음과 같다. 첫째 콜롬비아와 아이비엠 제안은 MH(Mobile Host)가 고정 주소만을 유지하고 캡슐화되는 주소는 해당 MH를 제어하는 MSR(Mobile Support Router) 또는 MAS(Mobile Access Station) 주소를 이용한다. 반면 소니와 마쓰시다 제안은 MH가 고정주소와 이동주소를 유지하여 이동시에 동적인 주소할당 기법이 요구된다. 둘째 콜롬비아와 아이비엠 제안은 MH의 위치 정보를 MSR 또는 MR(Mobile Router)인 특수 라우터로 국한시킨 반면 소니와 마쓰시다 제안은 MH 자신과 일부 SH(Static Host)에서 직접 관리하도록 한다. 셋째 아이비엠과 마쓰시다 제안은 MH가 자신의

고정된 MR 또는 홈(Home) PFS(Packet Forwarding Server)를 갖고 이동 사실을 매년 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 문제들은 해결되지만 캡슐화되는 주소를 찾기위해 CACH 또는 AMT(Address Mapping Technique)와 같은 복잡한 기법이 요구된다. SIMIP은 MH 위치정보를 DMR(Default Mobile Router)에 집중화하였으나 DMR 실패 발생시는 복수의 GMR(General Mobile Router)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 최소화 하였다.

제2장에서는 이동성 규약을 설계하는데 필요한 몇 가지 논점과 기법에 대한 장 단점을 논하며, 제3장에서는 SIMIP 설계의 기본 환경과 시나리오를 정의하고 주소부여와 라우팅에 대한 해결방안을 제시한다. 제4장에서는 SIMIP의 라우팅 경로 최적화를 위한 개선방안을 설명한다. 제5장에서는 타 제안들과 SIMIP의 기능 및 특성을 비교 분석하며, 제6장에서는 SIMIP 구현시 고려사항을 언급하면서 결론을 맺는다.

2. 이동환경에서의 IP 적용

2.1 프로토콜 스택에서의 이동성

이동통신 시스템을 설계하기 위한 쟁점의 분류는 다양하나, 본 논문은 네트워크의 전통적 계층 모델에

근거하여(ISO OSI, [7])접근하고자 한다. 이동성이 있는 컴퓨터를 기존의 유선에 접속시키기 위해 학습 브리지(learning bridge)를 이용할 수 있고, 그러한 측면에서 데이터 링크 계층은 이동성을 지원해야 하는 계층이라 볼 수 있다. 그러나 이는 동일한 서브넷내에서의 이동성만을 의미한다. 이동환경에서 가장 중요한 역할을 하는 것은 네트워크 계층이다. 이동 네트워크를 위한 기본 토폴로지는 이동 호스트(Mobile Host), 이동 라우터(Mobile Router), 기지국(Base Station) 그리고 고정 호스트로 구성된다. 네트워크 계층에서의 일반적인 문제들은 다음과 같다.

① 주소부여

주소는 통신 단말들의 식별자이고 IP 주소에서는 네트워크 부분과 호스트 부분을 식별하여 경로를 선택한다. 이동 호스트는 다른 네트워크로 이주 시 주소가 변경되기 때문에 이를 해결하기 위한 추가적인 주소 해석 메카니즘이 필요하다.

② 기지국 등록

이동 호스트에게 데이터가 배달되기 전 동일 셀내의 기지국에게 등록되는 절차가 필요하다.

③ 이동 호스트 감지 및 라우팅

움직이는 이동 호스트의 현재 위치를 알기 위해서는 부가적인 기술이 필요하다.

④ 기지국 감지

이동 호스트는 그들 영역내의 어떤 기지국과 물리적인 송수신이 가능한지를 알아야 한다.

⑤ 이동호스트의 Popup

새로운 네트워크로 들어가고 나가는 것에 대한 고려가 필요하다.

⑥ 셀 핸드 오버

이동 호스트가 하나의 셀에서 다른 셀로 이동 시 약간의 시간적인 틈에 의해 잘못 배달될 가능성을 최소화시켜야 한다.

⑦ 트래픽 수신자 변경(traffic redirection)

잘못 전달된 메시지는 올바른 기지국으로 재 전송되어야 하고, 올바른 기지국의 정보를 이동 라우터나 송신 호스트에게 알려야 한다.

⑧ 이동 호스트간의 직접 통신

이동호스트가 직접 통신을 하는 도중에 점점 거리가 멀어져 가는 경우에 대한 해결책이 필요하다.

2.2 이동 환경에서 주소와 라우팅

(1) 주소부여

이동환경에서는 이동되는 위치정보를 표현하는 주소의 부가적인 관리기법이 요구되는데 다음 세가지 종류가 있다[8]. 첫째, 주소는 일정하게 부여되고 이동 호스트가 다른 네트워크로 이동 시 마다 라우팅 테이블이 계속적으로 변화되면서 호스트 라우트를 수행하는 영구 주소 할당 기법(PAS: Permanent Address Assignment Scheme)이 있다. 둘째, 이동 호스트가 새로운 네트워크로 이동 시 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.

(2) 기지국 등록(Registration)

이동 호스트에게 데이터를 배달하기 전에 그 이동 호스트는 위치의 알림과 권한검사(security)와 사용 통계 기록(accounting)등을 목적으로 네트워크에 등록 절차를 거치는데 이를 자발적 통보(Active Sign-On)라 한다. 이외에 이동 호스트가 초기에 등록하지 않다가 처음에 누군가 그 이동 호스트와 통신하고자 할 때 라우터가 모든 네트워크를 찾아서(예: “paging channel”을 사용해서) 그 위치를 알아내는 페이징(paging)

이 있다. 페이지는 거의 침묵하는 이동 호스트가 네트워크에 부하가 되지 않는 장점이 있어 이동전화에 적용되며, 자발적 통보는 불규칙 트래픽 환경이나 그 이동 호스트에 대한 위치 정보가 네트워크 상에 이미 존재 하는 경우인 데이터의 이동 통신에 더욱 적합하다.

(3) 이동 호스트 감지 및 라우팅

이동 호스트의 위치정보는 분산 데이터베이스와 집중 데이터베이스의 적용이 모두 가능하다. 분산의 경우는 가능한 최적인 경로를 선택할 수 있고 한개의 라우터 고장시 일정 시간 경과후 복귀가 가능하다. 반면에 불규칙한 이동성의 경우는 경로획득 절차의 반복으로 오버헤드가 가중된다. 집중의 경우는 고정된 창구를 통해 경로를 획득하므로 불필요한 중간경로를 포함할 수 있고 위치정보 관리용 라우터의 실패 발생시는 이동 호스트로의 배달이 거의 불가능해지는 단점을 보유하고 있으나 구현이 용이하므로 적은 규모의 네트워크에 적당하다.

3. SIMIP 설계

3.1 SIMIP 구성

SIMIP은 기존에 유선 LAN이 설치되어 몇가지 LAN 응용소프트웨어(E-Mail등)를 사용하고 있고, 대부분의 클라이언트(client)는 도스하에서의 단일 작업 처리(single task)를 하는 환경에서 다음과 같은 특성을 갖도록 설계하였다. 첫째, 이동 호스트에 대한 최적의 라우팅 경로를 지원하도록 한다. 둘째, 시스템의 실패 발생시 빠른 복구가 가능하도록 한다. 셋째, 기존의 고정 네트워크 환경의 변화를 최소화한다. 넷째, 구현이 용이하고 쉽게 운용 및 사용이 가능하도록 한다.

제2장에서 논의된 문제들에 대해 SIMIP의 해결 방안을 요약하면 다음과 같다. 첫째 주소부여는 가상 네트워크 기법을 적용하고 둘째 MH의 기지국 등록시는 '자발적 통보'를 하도록 한다. 셋째 라우팅을 위한 MH 위치정보는 집중화한다. 넷째 기지국에서 주기적인 Hello 패킷 송신에 의해 기지국 감지가 가능하도록 한다. 다섯째 새로운 네트워크로 이주시에 DMR에게 알리도록 한다. 여섯째 셀 핸드오버와 일곱째 트래픽 수신자 변경은 고려하지 않았으며 여덟째 이동 호스트간의 직접통신은 가정에 의해 배제하였다.

시스템의 기본 구성으로 서버는 고정 호스트이고, 클라이언트 일부가 이동 호스트이다. 첫째에서 정의한 환경에 의하면 클라이언트간 직접 통신은 거의 존재하지 않는다. 그러므로 이동 호스트와 이동 호스트간의 통신은 고려할 필요가 없다. SIMIP의 구성요소는 다음과 같다.

- MH(Mobile Host): 네트워크의 연결상태를 유지하면서 움직일 수 있는 호스트를 의미한다.
- MR(Mobile Router): MH로 부터의 데이터를 수신하고 MH로 데이터를 송신해주는 기지국이다.
- Cell: 하나의 MR에 의해 물리적인 데이터 전송이 지원되는 지역내의 논리적,지리적 영역이다.
- MNP(Mobile Networking Protocol): MH의 위치정보 관리를 위해 필요한 프로토콜로서, 셀 이동시 정보 교환을 위해 사용된다.
- SH(Static Host): 기존 유선에 연결되어 있는 고정 호스트이다.

(그림 1)과 같이 4개의 셀은 물리적인 측면에서 모두 독립적이지만 링크측면에서 보면 동일한 네트워크 일수도 있고 그렇지 않을 수도 있다. 여기서 DMR1은 190.1.2.0 네트워크의 디폴트 MR이고 DMR2는 190.1.3.0의 디폴트 MR이다. DMR은 해당 네트워크내에 MH들의 위치정보 관리의 책임을 가지며 GMR은 순수 라우팅 기능만 수용한다. 그리고 물리적으로 제어한다는 측면에서는 DMR과 GMR이 모두 LMR(Local MR)이 될 수 있다. 즉, DMR1은 MH1, MH2, MH3의 LMR이고 GMR1은 MH5의 LMR이다.

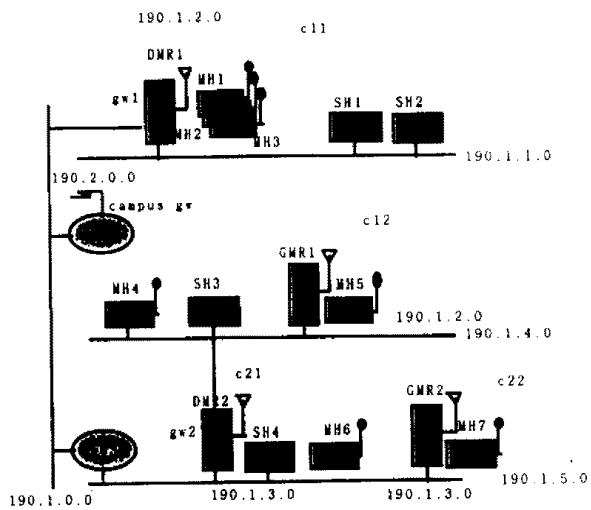
MH의 상태 종류는 LOCAL, REMOTE, OTHER의 세가지가 있다. 초기상태는 LMR의 LOCAL이다. MH1이 c11에서 c12로 이동하면, DMR1의 REMOTE가 되고 GMR1의 LOCAL이 된다. 그리고 다시 c21으로 이동하면 DMR1의 OTHER가 되고, DMR2의 LOCAL이 된다.

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 클라이언트간 통신을 배제하였으므로 해당 시나리오의 생략이 가능하다. 따라서 SIMIP 시나리오의 MH가 SH에게, SH가 MH에게 데이터를 보내는 경우의 두가지로 정리가 된다.



(그림 1) SIMIP 구성도
(Fig. 1) SIMIP Configuration

3.2 SIMIP 상세설계

네트워크 계층에 있어서, 일반적인 기지국의 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 기지국으로 패킷을 터널링(tunnelling)한다. SIMIP에서 DMR은 네가지 기능을 모두 수행하지만, GMR은 첫째와 셋째의 기능만을 수행한다.

SIMIP 구성요소인 MH, MR, SH 등이 전원이 들어오면서부터 환경이 설정되고 실제 데이터가 송수신되는 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 수신자

까지 전달해야 한다. 네번째, MH가 동일 서브넷 또는 다른 서브넷내의 셀로 이동하는 경우로서 두번째와 거의 유사하나, 주소부여에 관한 해결방안을 부가적으로 포함한다.

(1) DMR의 결정

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

먼저 온라인되는 MR이 MNP_WHOISDEFAULT 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.

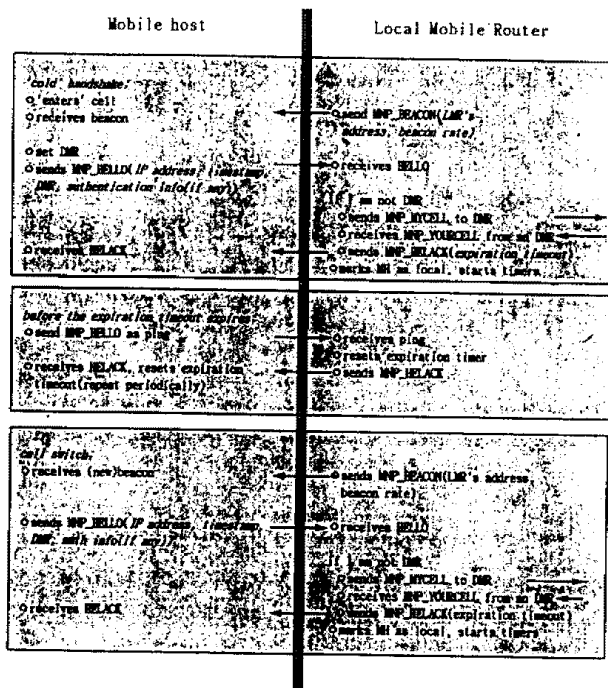
DMR의 실패가 발생하는 경우는 이를 발견한 첫번째 GMR이 앞서 설명한 절차를 거쳐 새로운 DMR로 대체되어 빠른 시간내에 복구가 가능하도록 한다. 또한 다른 서브넷에서는 DMR의 존재만 인식해야하기 때문에 GMR은 주기적으로 자신의 라우팅 테이블을 광고할 필요가 없다.

(2) MH의 동작

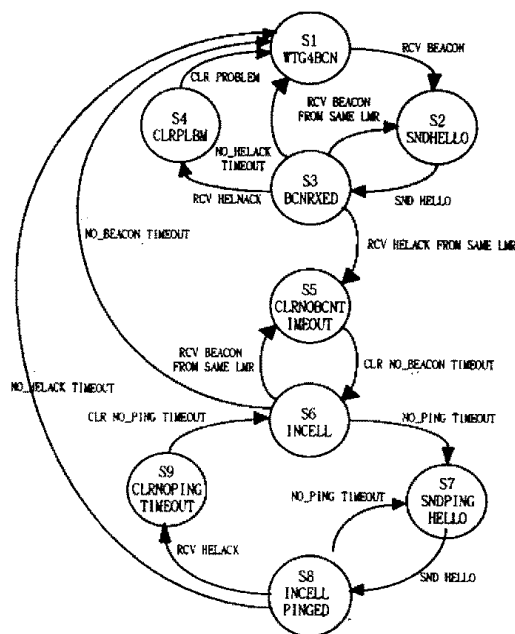
MH는 초기에 전원이 들어오면서 LMR이 동일 셀내에 주기적으로 브로드캐스트하는 비콘을 수신한다.

비콘 수신후 MH는 MNP_HELLO 메시지에 자신의 IP주소와 타임스탬프(timestamp) 등을 포함하여 LMR에게 송신한다. (그림 2)와 같이 LMR은 MH의 HELLO를 받은 후 MH 정보를 포함한 MNP_MYCELL 메시지를 DMR에게 송신하면 DMR은 MNP_YOURCELL로 응답한다. LMR은 실제로 MH에게 MNP_HELACK를 보내기 전에 DMR과의 핸드셰이크 작업을 완료하여야 한다. MH로부터 ping에 해당하는 HELLO 수신시는 이미 알려준 정보이므로 DMR과의 핸드셰이크가 불필요하다. 단, DMR 실패 발생시에는 ping의 경우에도 새로운 DMR에게 MH의 정보를 알려주어야 한다.

좀더 자세히 살펴보면 (그림 3)과 같이 9개의 상태



(그림 2) MH와 LMR간 동작 알고리즘
(Fig. 2) The algorithm of operation between MH and LMR



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
S3	waiting for HELACK	S7	send HELLO; clear NO_HELACK timeout
S4	clear Problem	S8	waiting for PING HELACK
		S9	clear NO_PING timeout

(그림 3) MH의 상태전이도
(Fig. 3) State Transition Diagram of MH

변화가 일어난다. 앞서 설명한 것과 같은 핸드셰이크가 완료되면 셀내 있음(INCELL) 상태가 된다. 이때는 LMR의에 다른 MR로부터의 비콘을 받더라도 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 위치정보를 관리해야 하므로 이동 사실을 매번 DMR에게 알릴 필요가 있다. LMR은 MH의 등록이후 MNP_MYCELL 메시지에 MH 정보를 포함하여 DMR에게 송신하면 DMR은 MNP_YOURCELL로 응답한다. LMR은 실제로 MH에게 MNP_HELACK을 보내기 전에 DMR과의 핸드셰이크 작업을 완료하여야 한다.

(3) 라우팅

MH로 가는 데이터는 정상적인 라우팅 프로토콜에 의해 DMR까지 전달되므로 DMR이 LMR로 전달시키는 과정이 중요한 논점이 된다. LMR까지 전달되면 동일 셀내이므로 최종 수신자 MH에게로 무선 송수신 장치에 의해 송신하면 된다. DMR은 LMR에게 중간과정에 관계없이 송신하면 되므로 두 끝점만을 고려한다는 의미에서 터널링(turnneling)기법이 적용된다. 일반적으로 IPIP 캡슐화 기능과 LSR(Loose Source Routing) 기능의 두가지가 있다[10].

LSR은 라우팅 경로상에 있는 중간 라우터가 모두 옵션 처리를 위한 부가작업을 감수해야 하고, 이미 존재하는 SSRR(Strict Source and Record Route), LSRR(Loose Source and Record Route) 옵션을 방해할 수도 있다. 반면에 IPIP 캡슐화 기능은 개개의 라우팅 프로토콜과는 독립적이므로 좀더 효율적이다.

SIMIP은 DMR과 LMR간의 터널링에 송신자 주소를 DMR 주소로 수신자 주소를 LMR 주소로 넣어서 IPIP 캡슐화를 적용한다.

(4) 주소부여

제2장에서 제시한 주소부여 기법 세가지중에서 가상 네트워크 기법이 이동 환경에 가장 적절하므로 SIMIP에서도 이를 적용한다. 주소의 문제는 OTHER의 경우에만 해당된다. OTHER-MH는 NEW LMR에게 MNP_HELLOW를 보낼때 자신의 DMR 정보

를 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 송신시는 DMR에게 우선 라우트되고, DMR은 이동된 NEW-LMR에게로 캡슐화하여 송신한다. 이는 REMOTE-MH인 경우와 동일하다.

(5) PDU(Protocol Data Unit)

SIMIP에서 사용되는 PDU (Protocol Data Unit)를 모두 나열하면 다음 <표 1>과 같고, MNP_REDIRECT, MNP_REDIRECTRELEASE는 다음 장에서 자세히 설명한다. 그림4는 여러개의 PDU중에 하나를 예시

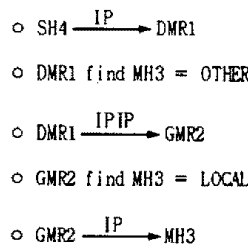
<표 1> SIMIP의 PDU
<Table 1> PDU OF SIMIP

PDU Name	From	To
MNP_WHOISDEFAULT	MR	MR
MNP_IAMDEFAULT	DMR	GMR
MNP_BEACON	LMR	MH
MNP_HELLO	MH	LMR
MNP_HELACK	LMR	MH
MNP_MYCELL	LMR	DMR
MNP_YOURCELL	DMR	LMR
MNP_REDIRECT	DMR	DMR
MNP_REDIRECTRELEASE	DMR	DMR

한 것이다. Subcode에 따라 MNP_BEACON은 IP-Address 항목을 LMR의 것으로 MNP_HELLO는 MH의 것으로, MNP_HELACK는 오류 발생시 원인 코드로 사용한다.

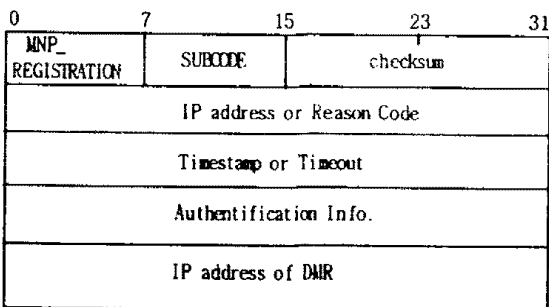
4. SIMIP 라우팅 최적화

제3장의 (그림 1)에서 c11의 MH3가 c22로 이동한 경우를 가정해 보자. 이때 SH4와 GMR2는 동일 서브넷내에 존재함에도 불구하고, SH4와 MH3가 통신하기 위해서는 다음과 같이 불필요한 경로를 거쳐야 하는 문제가 발생한다. 이를 트라이앵글 문제라 부른다.



이를 해결하기 위해 첫번째 패킷이 DMR1에 도착한후 DMR1은 수신 MH가 OTHER임을 발견하고, 해당 MH를 현재 제어하고 있는 GMR2의 주소를 포함하는 MNP_REDIRECT를 생성하여 네트워크내의 전 DMR에게 멀티캐스팅한다. 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_REDIRECTRELEASE 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 셀내에의 세션 유지시간이 짧은 경우는 그 효과가 미약하다.

실제적인 기초 데이터를 추출하기 위한 환경은 다음과 같다. LAN에 연결되어 있는 기기는 대부분 PC (486급 이상)이며 약간의 UNIX W/S (SUN 및 HP 서버 급)과 국산 주전산기인 Ticom(DB 서버)이 있고 그



subcode : MNP_BEACON : 3
 MNP_HELLO : 4
 MNP_HELACK : 5

(그림 4) MH등록을 위한 MNP 패킷
(Fig. 4) MNP Packet for registration OF MH

수는 약 150대이다. 또 PC급의 3대를 서버(LAN Manager)로 사용하고 있다. 외부 망과의 연계는 2대의 라우터와 1대의 브리지 및 패킷 교환기가 사용되고 있으며, LAN 상에서 주로 사용되는 DARPA 프

로토콜은 Telnet, UDP, TCP, IP, ARP, FTP등이다. 또한 기 개발된 응용업무들의 트래픽 특성을 화일전송 응용, 대화형 응용, OA응용으로 분리하여 볼 수 있다. 실험에 사용된 LAN은 B급의 IP 주소체계를 사용하며, 서버의 주소는 XX.XX.XX.10 이하(단, Ticom 주소만 159이다.)이고 클라이언트는 호스트 주소가 10이상이다. 결과적으로 다음 <표 2>의 평균적인 세션 유지 시간과 <표 3>의 패킷 발생간격의 수치를 얻어내었다.

<표 2> 평균 접속시간
<Table 2> Average connection time

지역	항목		P/C당		평균접속시간		
			횟수/일	시간/일	분	초	
본 사	OA 용	통계표작성	3.5(30.3%)	2:30:21(41.8%)	42:57	2,577	
		문서작성	1.5(12.7%)	57:25(16.0%)	38:17	2,297	
		개인업무	0.4(3.5%)	9.15(2.6%)	23:08	1,388	
	화일전송:전자우편		2.9(25.5%)	35:56(10.0%)	12:23	743	
	대화 형	HOST 접속	2.1(18.7%)	1:22:01(22.8%)	28:17	1,697	
		전자신문	0.9(7.9%)	20:23(5.7%)	22:39	2,359	
		경영정보	0.2(1.4%)	4:00(1.1%)	20:00	1,200	
	소 계		11.5(100%)	5:59:21(100%)	3:07:41	11,261	
	연 구	OA 용	통계표작성	0.1(3.5%)	04:38(8.4%)	46:20	2,780
			문서작성	0.2(5.4%)	01:44(3.1%)	8:40	520
개인업무			0.1(3.1%)	08:31(15.4%)	1:25:10	5,110	
화일전송:전자우편		2.6(64.0%)	20:41(37.5%)	07:57	477		
대화 형		HOST 접속	0.7(16.8%)	17:34(31.8%)	25:06	1,506	
		전자신문	0.2(6.0%)	2:03(3.7%)	10:15	615	
		경영정보	0(1.2%)	1(0%)	0	0	
소 계		4.1(100%)	55:12(100%)	3:03:28	11,008		

“DMR 경로변경” 적용 시 어느 정도 성능이 향상되는지 살펴 본다. <표 2>에서 ‘화일전송’과 ‘대화형’이 LAN 응용업무이므로 이 두가지에 대해서만 평균 접속시간을 계산하면 18분 5초가 나온다. 추가 소요시간을 계산하는데 사용되는 변수들은 다음과 같다.

- Ns:네트워크내의 서브넷의 수
- Ts:한 개의 세션이 유지되는 시간
- Ps:한 개의 세션 내에 발생하는 패킷 수
- Nm:한 개의 세션 내에 이동횟수
- Tp:패킷 간 발생간격
- Hn:패킷 당 DMR을 통하기 때문에 발생하는 부하
- Hr:MNP_REDIRECT를 송신하는 부하

한 개의 세션이 지속되는 동안 “DMR 경로변경”을 적용하기 전 불필요한 경로로 인해 추가되는 소요시간을 계산하고 여기에서 “DMR 경로변경” 적용에 대한 부하를 빼면 순수하게 감소시킬 수 있는 소요시간이 계산되어 진다. 이를 수식화 한 것이 식 1이다. 정적세션이란 호스트가 이동하지 않는 상태에서의 세션유지를 의미하고 동적세션은 이동상태를 의미한다.

(1) 정적세션

$$P_s = T_s / T_p \tag{1a}$$

$$R_s = ([P_s] - 1) \times H_n - H_r \times 2$$

한개의 세션내 총 패킷수 Ps 중에 첫번째는 반드시 DMR을 거치므로 Ps-1개의 패킷에 대해서만 DMR을 통과하는 부하를 감소시킬 수 있고, DMR 경로변경을 위해 부가적으로 MNP_REDIRECT와 MNP_REDIRECTRELEASE를 보내는 것이 필요한데 동

<표 3> 패킷 발생 간격
<Table 3> The packet interval time

TIMESTAMP	SOURCE ADDR	DESTIN ADDR	SOURCE GAP	DEATIN GAP	TOTLEN
12:03:07:525	190.0.40.4	190.0.40.74	00:00:00.000	00:00:00.000	466
12:03:07:525	190.0.40.4	190.0.40.74	00:00:00.004	00:00:00.004	1064
12:03:07:527	190.0.40.74	190.0.40.4	00:00:00.004	00:00:00.004	40
12:03:07:529	190.0.40.4	190.0.40.74	00:00:00.005	00:00:00.005	1064
12:03:07:531	190.0.40.74	190.0.40.4	00:00:00.006	00:00:00.006	40
12:03:07:534	190.0.40.74	190.0.40.74	00:00:00.001	00:00:00.001	1064
o o o o o o o					
12:03:08:446	190.0.40.74	190.0.40.4	00:00:00.008	00:00:00.008	40
12:03:08:450	190.0.40.4	190.0.40.74	00:00:00.005	00:00:00.005	1064
Totol Records:114건					
Average Totlen:508(byte)					
Average Source Gap:00:00:00.016(16ms)					
Average Destin Gap:00:00:00.019(19ms)					

일한 유형의 패킷을 사용하기 때문에 Hr을 두번 보낸 것으로 계산하여 이 부분은 감소시간에서 제외시킨다.

(2) 동적세션

$$R_d = ([P_s] - (N_m + 1)) \times H_n - H_r \times 2 \times (N_m + 1) \quad (1b)$$

동적세션의 경우도 모든 셀에서 첫번째 패킷은 반드시 DMR을 거친다. Ps는 셀을 이동하면서 발생한 모든 패킷 수이고, 셀의 이동횟수가 Nm 이니까 거쳐간 셀은 Nm + 1이 되므로 Ps - (Nm + 1)의 패킷에 대해서만 DMR을 통과하는 부하를 감소시킬 수 있다. DMR 경로변경을 위해 부가적으로 MNP_REDIRECT와 MNP_REDIRECTRELEASE를 보내는 것이 필요한데 동일한 유형의 패킷을 사용하기 때문에 Hr을 두번 보낸 것으로 계산하고 거쳐간 셀마다 반복되므로 이를 곱한 시간을 감소시간에서 제외시킨다.

트래픽 분석 결과를 이용하여 평균 수치를 계산해 보면 다음과 같다. 우선적으로 Hn, Hr을 계산하기 위해 식 2가 필요하다.

$$H_n = \max\{[(L \times 8) / B] \times 1,000, (\delta \times D_s \times N_a) / 1,000\} \quad (2)$$

Where, B: 전송속도(bps)

δ : 전파 지연(propagation delay, μ s/km)

Na: 추가적으로 지나가는 서브넷의 수

L: 평균 패킷 길이(byte)

Ds: 한 개의 서브넷 길이(km)

결과적으로 식1과 2에서 Ts, Tp를 각각 <표 2>과 3의 값을 이용하고, 나머지 변수는 기초 데이터 추출환경을 적용하여 최종 결과치를 계산하면, 세션 지속 시간 18분 6초에 부가되는 시간(Overhead)이 정적세션은 0.3296ms이고 동적세션은 10.5472ms이다. 즉 "DMR 경로변경" 적용으로 SIMIP 라우팅의 최적화가 가능하다.

5. 비교 및 고찰

콜롬비아 대학의 Mobile * IP는 MH와 MSR로 구

성되며 모든 MH는 가상 네트워크상에 고정 주소를 갖는다. MH에게 데이터 전송시 가장 가까운 MSR에게 우선 라우트되고 그곳에서 해당 MH를 제어하는 MSR로 캡슐화하여 보낸다. MH에 대한 위치정보는 CACH 기능에 의해 모든 MSR(Mobile Support Router)에서 분산관리된다. 아이비엠의 제안은 MH, MR 그리고 MAS(Mobile Access Station)로 구성되며 한개의 MR이 모든 MH의 위치정보를 집중관리하고 MAS는 단순한 기지국의 역할만 한다. MR에서 MAS까지의 터널링에 LSR 옵션을 사용한다. 소니는 VIP(Virtual IP)라고 하는 프로토콜의 집합을 제안하였다. 이는 MH와 MR로 구성되고 MH의 IP 제층은 IP 부계층과 VIP 부계층으로 분리된다. VIP 주소는 홈주소로 고정되고 IP 주소는 움직임에 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 홈 주소와 홈 PFS를 가지고 다른 네트워크로 이주시 임시 주소를 할당받아 홈 PFS에게 이를 알린다. 홈PFS는 MH로 가는 패킷을 가로챌후 임시주소로 캡슐화하여 보낸다. 고정 호스트가 자동모드인 경우는 직접 임시 주소를 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 홈 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 분산

화하면 위의 문제들을 해결하지만 캡슐화되는 주소를 찾기 위해 CACH 또는 AMT와 같은 복잡한 기법이 요구된다. 또한 MH의 위치정보를 MSR 또는 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.

SIMIP은 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. 결 론

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 SIMIP을 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 일원화 시킴으로서 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 기업환경에서의 현실성있고 효율적이며 신뢰성 있는 이동형 IP 규약이라 볼 수 있다.

SIMIP 구현에 따른 몇가지 고려사항으로, 동시에 두개의 MR이 온라인 됨에 따라 모두 DMR로 결정될 가능성이 있다. 또한 DMR의 실패에 따라 다시 GMR 중에서 DMR이 결정되기 전까지의 데이터 손실 가능성에 대한 해결방안이 필요하다. DMR과

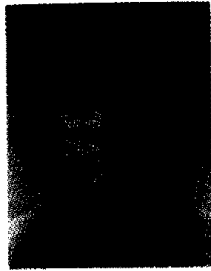
GMR간의 MH 위치정보 교환과정 중에 데이터가 잘못 배달될 가능성도 고려해야 한다.

향후 이동성과 관련있는 타 분야의 발전과 병행하여 SIMIP과 같은 다양한 이동형 프로토콜에 대한 비교분석 및 구현이 요구될 것이다.

참 고 문 헌

- [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 parcfp.xerox.com(13.1.64.94) in pub/mobile-ip/, Jun. 1992.
- [4] Y. Rekhter, Ch. Perkins, "Support for Mobility for Connectionless Network Layer Protocols," Internet Draft available from parcfp.xerox.com and from avalon.mpce.mq.edu.au:/dist, Jan. 1993.
- [5] F. Teraoka, "VIP: IP Extensions for Host Migration Transparency," Internet Draft available from scslwide.sony.co.jp(133.138.199.1) in CSL/vip/, Nov. 1992.
- [6] H. Wada, B. Marsh, "Packet Forwarding for Mobile Hosts," Internet Draft available from parcfp.xerox.com in pub/mobile-ip/, Nov. 1992.
- [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] Mobileip Working Group, "mail-archive," from parcfp.xerox.com in pub/mobile-ip/, 1993.



권 은 경

- 1988년 연세대학교 전산과학과 졸업(이학사)
- 1995년 연세대학교 산업대학원 전자계산전공 졸업(공학석사)
- 1997년~현재 이화여자대학교 컴퓨터학과 박사과정

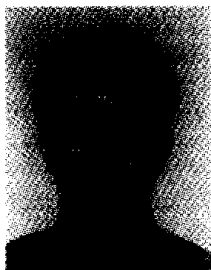
- 1988년~1989년 한국국방연구원 정보체계연구부 연구원
- 1990년~1992년 한국타이어제조 정보시스템부 연구원
- 1993년~1997년 한국무역정보통신 전자상거래지원센터 과장
- 1998년~현재 평택공업전문대학 전자계산과 전임강사
관심분야: 데이터통신, 이동형프로토콜, EC프로토콜, 보안, EDI, CALS, SGML



채 기 준

- 1982년 연세대학교 수학과 학사
- 1984년 미국 Syracuse Univ. 전자계산학과 석사
- 1990년 미국 North Carolina State Univ. 컴퓨터공학과 박사
- 1990년~1992년 미국 해군사관

- 학교 전자계산학과 조교수
- 1992년~현재 이화여자대학교 전자계산학과 부교수
- 1996년~현재 이화여자대학교 정보전산원 원장
- 관심분야: 고속통신망, LAN, 망관리, 성능평가, 암호



조 용 구

- 1987년 광운대학교 전자통신과 졸업(공학사)
- 1991년 광운대학교 대학원 전자통신과 졸업(공학석사)
- 1996년 광운대학교 대학원 전자통신과 졸업(공학박사)
- 1988년~1995년 국방정보체계연구소 실장

- 1996년 초당산업대학교 정보통신과 전임강사
- 1997년~현재 영동공과대학교 전자공학부 컴퓨터공학전공 전임강사
- 관심분야: 데이터통신, 이동형프로토콜, EC프로토콜, PACS, 네트워크 성능분석