

무선 ATM LAN 시스템에서 이동 단말에 의한 핸드오버 제어 기법

박 남 훈[†] · 김 영 선^{††} · 최 준 균^{†††} · 김 상 하^{††††}

요 약

본 논문에서는 이동하는 단말이 지질한 타겟 라디오 포트 하니들 핸드오버 요구 메시지에 포함하여 새로운 이동 단말 호스트(End-user Mobility supporting ATM Switch EMAS_{NEW})에게 요청하는 기법을 제안한다. 따라서 구 이동 단말 호스트(EMAS_{OLD})는 단지 하나의 타겟 라디오 포트를 제어하는 EMAS_{NEW}에게만 이 라디오 포트의 자원 가용성 여부는 확인함으로써 타겟 라디오 포트를 결정하기 때문에 핸드오버 처리 시간을 줄일 수 있다 또한 이 확인 메시지를 받은 EMAS_{NEW}는 타겟 라디오 포트의 자원이 가용한 경우 비로 COS (CrossOver Switch)의 경로 재설정을 수행하기 때문에 COS와의 경로 재 설정시 필요한 중단간 전송 지연 시간을 줄이고, 각 이동 단말을 관리하는 위치 관리 기능들이 통합되어 당 차원에서 효율적인 관리가 이루어진다. 본 논문에서 제안하는 기법의 성능 분석 결과는 ATM-Forum의 핸드오버 프로시저 보니 핸드오버 지연 시간과 중단간 전송 지연 시간측면에서 약 10% 정도의 지연 시간 감소를 보인다

Handover Control Scheme Initiated by the Mobile Terminal in Wireless ATM LAN System

Nam-Hoon Park[†] · Young-Sun Kim^{††} · Jun-Kyun Choi^{†††} · Sang-Ha Kim^{††††}

ABSTRACT

This paper propose a novel scheme, called Mobile Terminal Initiated Scheme (MTIS), in which mobile terminal initiates the backward handover by sending handover request message with the list of target radio ports. In this scheme the old ATM switch supporting end-user mobility, denoted by EMAS_{OLD}, checks whether each EMAS_{NEW}, managing the target radio port, has its available resources. If it has, the EMAS_{NEW} performs the path rerouting between CrossOver Switch (COS) and itself after deciding the most suitable target radio port. Therefore, the MT initiates the handover after deciding the most suitable target radio port through the beacon signal of Wireless Access Point (WAP). The EMAS_{OLD} have only to check the resource availability of the target radio port. It is no need to waste time to decide the suitable target radio port. Also, once receiving the request of the resource availability, the EMAS_{NEW} can reduce the rerouting delay time due to perform the path rerouting to the COS. In comparison with that of the ATM-Forum procedure, our proposed MTIS handover delay time reduced 14~21%, and end-to-end transfer delay time reduced 2~9%, as a result of the simulation.

† 정 회 원 한국전자통신연구원 기술기획실 기술조사팀장
†† 정 회 원 한국전자통신연구원 기획관리부 기술기획실 일장
††† 중 심 회 원 한국정보통신대학원대학 통신공학부 교수
†††† 중 심 회 원 충남대학교 컴퓨터학과 교수
논문접수 1999년 7월 15일, 심사완료 2000년 3월 15일

1. 서 론

ATM 망에서 무선으로 연동 및 확장을 위하여 최근 에 핸드오버 제어에 관한 많은 연구가 되어왔다. 따라서 무선 ATM 망에서는 이동 단말을 위한 무선 접근 능력이 ATM 백본망에 의해서 제공되어야 한다. 무선 ATM의 주된 기능은 이동하는 사용자가 이동하는 동안에 그들의 연결 유지를 위해 위치관리와 핸드오버 제어 메커니즘을 제공하는 것이다. 이 무선 ATM 개념은 기존의 PCS나 무선 LAN과 같은 협대역 무선 서비스 라디오 기술을 이용할 수 있고, 이것은 중단간 광대역 무선 ATM으로 발전 가능하다[1-3, 12].

최근에는 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 기술을 기반으로 하는 멀티미디어 서비스 망의 확장과 멀티미디어 이동통신 서비스들에 대한 요구가 증대하면서 광대역 통신망을 무선 영역까지 확장하고자 하는 노력의 일환으로 무선 ATM(Wireless ATM) 통신망 개념이 등장하였다. 현재의 무선 통신망은 음성과 저속 데이터 서비스를 위주로 셀룰러, PCS 및 무선 팩스 데이터 망, 그리고 무선 LAN을 주축으로 성장하고 있으나, 무선 멀티미디어 서비스에 대한 요구 증대는 IMT-2000, 무선 ATM 통신망의 연구 개발을 촉진하게 된 것이다 즉, 무선 ATM 통신망이란 고주파 대역을 이용해서 무선 영역에서 155Mbps의 데이터 전송률을 제공하면서 ATM 통신망 서비스를 확장해서 이동 환경에서도 무선 채널을 통해 유선 ATM 통신망과 접속할 수 있고 유선 ATM 통신망에서 지원하는 다양한 형태의 광대역 서비스들을 지원할 수 있는 일종의 "유선 ATM 통신망"을 확장으로 정의하고 있다[1-4].

무선 ATM 통신망 서비스는 먼저 독자적인 빔을 가지고 있는 기업 및 공공기관에서부터 제공되고 궁극적으로 개인에게 확산되고 있으며, 서비스 전개 시나리오는 크게 두 가지로 분류할 수 있다[3] 하나는 이동 전화 및 무선 데이터 등 협대역 무선 이동 서비스를 무선 ATM 망으로 통합 수용하는 것인데 이는 다른 이동 통신 시스템이나 무선 LAN(Local Area Network) 등에서 제공되던 서비스를 경제적 측면에서 더욱 저렴한 가격에 무선 ATM 망에서 제공하는 형식으로 될 것이다 다른 하나는 유선 ATM 통신망에서 제공되는 광대역 멀티미디어 서비스를 수용하기 위한 초고속 무선 가입자 액세스 망의 구현인데, 이는 유선 가입자 망을 구축하기가 어렵거나 비용이 많이 드는

부분에서만 제한적으로 진행될 것이다[6-7].

ATM-Forum에서는 이동 단말이 역방향 핸드오버 시작 시 핸드오버 요구 메시지에 타겟 라디오 포트들의 목록을 포함하여 핸드오버를 요구한다. EMAS_{OLD}는 이 리스트의 라디오 포트를 제어하는 모든 EMAS_{N, W}에게 이 라디오 포트들의 자원 가용성 확인을 요구한다. 이 요구에 대한 결과를 가지고 EMAS_{OLD}는 이 라디오 포트들 중에 가장 적합한 라디오 포트를 결정하여 COS에게 EMAS_{OLD}와의 경로 재설정을 요구한다. 반면에 제안된 MTIS 핸드오버는 이동 단말이 적절한 타겟 라디오 포트 하나를 핸드오버 요구 메시지에 포함하여 핸드오버를 개시한다. 따라서, EMAS_{OLD}는 단지 하나의 타겟 라디오 포트를 제어하는 EMAS_{NEW}에게만 이 라디오 포트의 자원 가용성 여부를 확인함으로써 적절한 타겟 라디오 포트를 결정하는 시간을 줄일 수 있다 이 확인 메시지를 받은 EMAS_{NEW}는 타겟 라디오 포트의 자원이 가용한 경우 바로 COS하고의 경로 재설정을 수행한다. 이러한 방법은 자원 가용성 확인 메시지를 하나의 EMAS_{NEW}하고만 주고 받음으로써 핸드오버 수행시의 발생하는 트래픽을 줄이고, COS와의 경로 재설정시의 지연시간을 줄일 수 있다. ATM-Forum과 비교하여 제안된 핸드오버 프로시저는 핸드오버 지연 시간은 14~21%가 감소되고, 중단간 전송 지연 시간은 2~9%가 감소된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다 제 2 장에서는 관련 연구에 대한 분석을 하고, 제 3 장에서는 무선 ATM LAN 시스템을 위한 물리적인 구조와 논리적인 모델에 따른 큐잉 구조를 기술하고, 또한 핸드오버를 위한 신호 메시지 흐름 절차를 기술한다 제 4 장에서는 제안된 MTIS 핸드오버를 위한 시뮬레이션 파라미터와 그 성능 결과를 제시한다. 마지막으로 제 5 장에서 결론을 맺는다

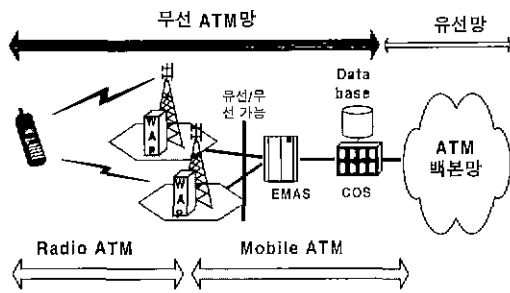
2. 관련 연구 분석

2.1 무선 ATM 망의 개념

지금까지의 다양한 이동 통신 기술(예, Cellular Telephony, Mobile-IP, Packet Data Services, PCS 등)의 발달과 디지털 무선 통신 서비스의 급속한 성장은 이러한 이동 서비스를 위해 가격면에서 효율적인 새로운 이동 스위칭 망 구조를 기본적인 하부 망 구조로 요구하게 되었다. 따라서 무선 ATM 망은 신뢰성 높고 고

속의 광전송로를 근간으로 하는 유선 ATM 망의 능력과 용량들을 가능한 투명하고 효과적인 방법으로 무선 영역까지 확장 적용할 수 있는 유무선 통합의 종합 정보통신망 서비스의 구현을 목표로 하고 있다. 또한 유선 ATM 망에서 제공하는 다양한 서비스, 데이터 전송 속도 그리고 품질 등에 있어서 대등한 서비스를 추구한다 그러나 광전송로의 신뢰성과 용량 측면에서 무선 전파 환경의 열악한 전송 특성을 고려할 때 무선 ATM에서 제공할 수 있는 서비스의 질과 양적인 측면에서 많은 차이가 예상되며, 이를 해결할 수 있는 기술적 발전에 따라 무선 ATM의 실현 가능성이 구체화 될 것이다[1-3, 12].

무선 ATM 망에서는 유무선 전 영역에 걸쳐 ATM 셀 단위로 프로토콜 처리 및 교환 기능이 수행되며, 망 전체의 전송 구조는 ATM 통신망 프로토콜 체계하에 이동 단말 지원을 위한 기능과 무선 접속 기능이 요구된다. 이와 같은 관점에서 무선 ATM망은 (그림 1)과 같이 크게 Radio ATM과 Mobile ATM의 개념으로 구분해 볼 수 있다[9-11].



(그림 1) 무선 ATM 망 개념도

22 표준화 연구 동향

무선 ATM 기술 표준화의 한 형태는 유럽의 ETSI (European Telecommunications Standards Institute) RES10(Radio Equipment and System 10)에서 작성한 HIPERLAN(High Performance Radio LAN) type-1 규격을 중심으로 향후 ATM 기반의 HIPERLAN type-2, type-3, type-4로 발전시키고자 하는 것이다. ETSI RES 10에서는 이와 같이 다단계에 걸친 표준화 작업을 진행하고 있으며, 1단계로서 CSMA/CA방식의 23Mbps 급의 무선 LAN인 HIPERLAN type-1 규격을 완료하였고, 현재 2단계로서 무선 ATM을 근간으로 한 20

Mbps급의 무선 LAN인 HIPERLAN type-2 표준화를 진행하고 있다 이 표준화는 3 단계에서 17GHz 대역에서 무선 ATM 방식의 무선 가입자망을 목표로 하는 HIPERLAN type 3와 100Mbps급의 무선 LAN을 목표로 하는 HIPERLAN type-4로 확장될 예정이다[1-2]

한편, 미국의 경우에는 FCC가 HIPERLAN과 호환성을 가지는 SUPERNet(high-speed Shared Unlicensed Personal Radio Network)의 개발을 위하여 정부의 규제 없이 사용 가능한 5GHz 대역(5.15-5.35GHz, 5.725-5.875GHz)을 새로 배정함으로써 무선 ATM에 대하여 본격적으로 논의하기 시작하였다 SUPERNet 규격 작성을 주도하던 WINForum(Wireless Information Networks Forum) 내에서 이 주파수 대역의 활용 방안에 대하여 논의하던 중, 이 대역에서의 페이딩 특성을 고려할 때 ATM 셀과 같이 길이가 짧은 패킷의 전송이 유리하다는 결론에 따라 무선 ATM에 대한 구체적인 규격의 작성을 위하여 1996년 6월에 ATM-Forum 내에서 무선 ATM WG을 결성하게 되었다[12]

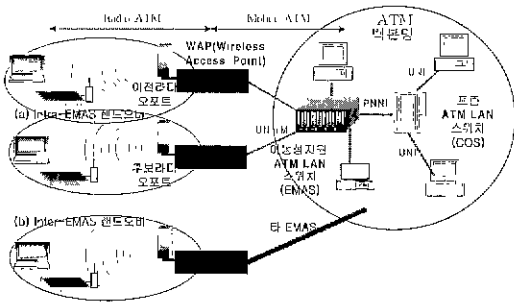
23 프로토타입 시스템

무선 ATM 시스템은 B-ISDN과의 연동뿐만 아니라, 기존의 셀룰러, PCS 및 FPLMTS(Future Public Land Mobile Telecommunication System) 등의 다양한 무선 시스템과 연동되어 다양한 형태의 멀티미디어 통신 서비스를 제공하여야 한다. 현재 무선 ATM과 관련된 외국의 연구사례로는 유럽의 MBS(Mobile Broadband System), ACTS(Advanced Communications and Technology Services) 프로젝트 내에서 추진되고 있는 SAMBA, MEDIAN, MagicWAND, 영국의 Olivetti Rcsrch Lab.의 Radio ATM등을 들 수 있으며, Bell Lab의 BAHAMA 및 SWAN, NEC의 WATMnet, NTT의 AWA등이 대표적인 시스템들이나[9-12].

3. 시스템 구조 및 핸드오버 절차

무선 ATM 망에서 핸드오버 처리는 매우 구현 의존적(Implementation-dependent)이다 우리는 현재 통칭하고 있는 라디오 포트란 "이전 라디오 포트"(Previous Radio Port)라 하고, "이전 라디오 포트" 보다 좋은 품질의 라디오 포트를 "후보 라디오 포트"(Candidate Radio Port)라 한다. EMASold는 "이전 라디오 포트"를 제어하고 EMAS_{new}는 "후보 라디오 포트"를 제어한다

핸드오버는 이동 단말들에 의해서 시작된다. 단말들은 "후보 라디오 포트"의 신호 강도를 모니터링 한다. "이전 라디오 포트"의 세기(Power)보다 "후보 라디오 포트"들의 세기가 강해진다면, 더 강한 "후보 라디오 포트"가 선택되고 핸드오버가 시작된다. 본 논문에서는 단순히 핸드오버가 이루어질 수 있는 Inter-EMAS 핸드오버보다는 Intra-EMAS 핸드오버를 위한 변수들을 더 고려한다[4-7].

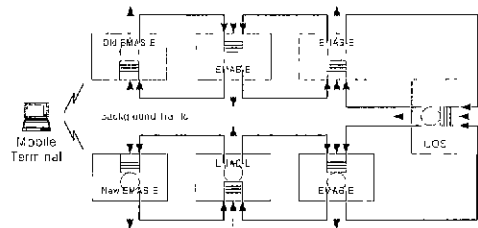
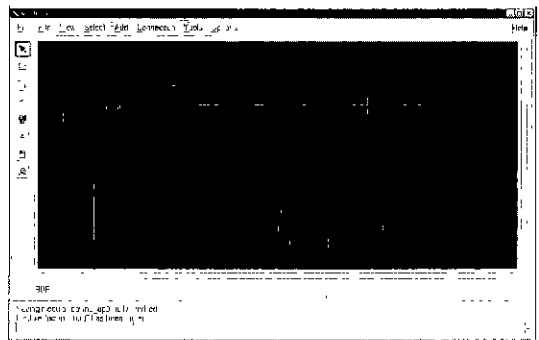


(그림 2) 핸드오버를 위한 물리적인 망 구조

망 내의 라디오 포트들은 자신의 식별자를 주기적으로 방송한다. 이 신호의 세기를 통해서 이동 단말은 핸드오버를 결정하게 된다[8]. 이동 단말이 "이전 라디오 포트"의 지역에서 "후보 라디오 포트"의 지역으로 이동하게 된다면, "후보 라디오 포트"의 신호는 강해지고 "이전 라디오 포트"의 신호는 약해지게 된다. 단말은 "이전 라디오 포트"를 통해 EMAS_{OLD}에게 핸드오버를 요구하게 된다. 이때 단말은 "후보 라디오 포트"의 식별자를 전송하여 EMAS_{OLD}가 현재의 연결을 '후보 라디오 포트'를 제어하는 EMAS_{NEW}로 스위칭 할 수 있도록 한다. 또는 ATM스위치에게 새로운 연결 설정을 EMAS_{NEW}로 요청하여 현재의 단말과의 연결 설정을 스위칭 하도록 한다 전자는 경로 확장 연결 제어 방식이고 후자는 경로 재설정 연결 제어 방식이다 경로 확장은 핸드오버를 수행할수록 중단간 거리가 증가하게 되어 셀 전송 지인이 증가하게 되며, 경로의 루프가 생길 수 있다 이 경우에는 최적의 경로를 위해 루프를 제거하는 별도의 처리 시간이 요구되어진다 경로 재설정은 핸드오버 수행시에 경로 재설정을 하여 경로 루프가 발생하지 않는 반면에 경로를 매번 재설정하는 시간이 요구된다

본 논문에서 시뮬레이션을 위한 전체 망 구조는 (그

림 3)과 같다. 모든 링크는 유선 링크와 무선 링크 두 가지로 구성되며, ATM 백본망 모듈을 제외한 나머지 7개의 모듈(EMAS_{OLD}와 EMAS_{NEW} 모듈, WAP_{OLD}와 WAP_{NEW} 모듈, MT_{OLD}와 MT_{NEW} 모듈, 그리고 Background 시그널링 모듈)로 구성되어 있다. 시뮬레이션은 Horizontal 핸드오버 수준이 변환에 따라 Parallel하게 수행되어왔다. Horizontal 핸드오버란 이동 단말이 망 내 동일 레벨의 리프 노드간의 이동을 말한다 또한 이동 단말이 COS와의 각 연결에 대해 가성 연결의 경로상에 있는 모든 COS에 대해 최적의 COS를 찾을 때까지 COS 알고리즘을 수행하는 동적 COS 선택 방법과 각 이동 단말을 위한 COS를 망 내에서 반 고정적으로 미리 정해 놓는 정적 COS 선택 방법이 있다. 동적 COS 선택 방법에서는 COS의 선택이 가장 가까운 공용 노드가 선택되고, 정적 COS 선택 방법에서는 vertical 핸드오버 수준 2의 스위치로 선택하였다. (그림 3)에서 Vertical 핸드오버 수준이 5이므로 전체 리프 노드의 수는 32개로 설정하였으며, EMAS와 COS 간의 홉 수는 동적 COS 선택에서는 최소 1 홉, 최대 5홉이 되며, 정적 COS 선택에서는 최소 2홉 최대 8홉이 된다. 정적 COS 선택인 경우 Horizontal 핸드오버 수준 4부터는 핸드오버를 위해서 신호 메시지가 정적 COS를 경유해야 하기 때문에 홉 수가 동적 COS로

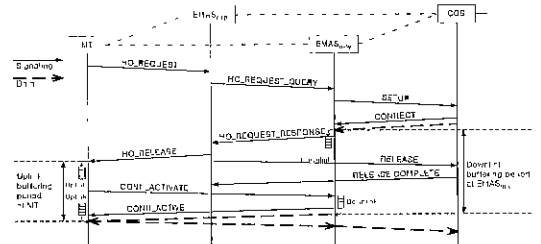


(그림 3) 각 노드에 서버와 큐가 2개씩인 큐잉모델

다 많다.

본 논문에서 제안하는 MTIS 핸드오버 프로시저를 위한 메시지 순서를 (그림 4)에서 보여주고 있다. 이동 단말은 EMAS_{OLD}에서 EMAS_{NEW}로 연결 설정이 이루어지며, 이를 위한 메시지 흐름 절차는 다음과 같다

1. **HO_REQUEST** : 이동 단말이 EMAS_{OLD}에게 핸드 오버를 요구한다. 이 메시지 안에 후보 라디오 포트의 식별자를 포함하여 요구한다.
2. **HO_REQUEST_QUERY** . EMAS_{OLD}는 후보 라디오 포트의 자원이 가용한지 체크하기 위해 이 메시지를 후보 라디오 포트를 관리하는 EMAS_{NEW}에게 전송한다.
3. **SETUP** : EMAS_{NEW}에서 요청된 후보 라디오 포트의 자원이 가용하다면, EMAS_{NEW}는 COS로의 연결 설정을 한다. SETUP 메시지는 EMAS_{NEW}에서 COS로 전파된다. 그렇지 않으면 **HO_FAILURE** 메시지를 EMAS_{OLD}로 전송하고 핸드오버는 종결된다. 결국 이동 단말은 새로운 후보 라디오 포트를 결정하여 핸드오버를 시작할 것이다
4. **CONNECT** . 이 메시지는 COS에서 EMAS_{NEW}로 전송된다 이것은 새로운 연결설정을 나타낸다.
5. **HO_REQUEST_RESPONSE** . 이 메시지를 통해 EMAS_{NEW}는 요구되어진 후보 라디오 포트의 자원 가용성에 대한 확인 결과를 EMAS_{OLD}로 전송한다.
6. **HO_RELEASE** : 이 메시지는 EMAS_{OLD}가 이동 단말에게 더 이상 전송할 데이터가 없음을 나타낸다. 이 메시지를 받은 단말은 uplink로의 전송을 중단하고 데이터를 저장한다 이 시간에 COS에서 downlink로 전송되는 데이터들은 EMAS_{NEW}에 의해서 저장되어 진다. 이 메시지를 이동 단말로 전송후에 RELEASE 프로시저가 활성화 된다.
7. **CONN_ACTIVATED** : 이 메시지는 이동 단말과 EMAS_{NEW}와의 uplink 초기화를 한다.
8. **CONN_ACTIVE** : 이 메시지는 이동 단말과 EMAS_{NEW}와의 downlink의 초기화를 한다. 동시에 EMAS_{NEW}는 저장하고 있던 downlink의 데이터 전송을 계속하게 된다 이 메시지를 받은 이동 단말은 downlink로의 데이터 수신을 시작하고 uplink 데이터 전송을 EMAS_{NEW}로 계속하게 된다.



경로전환의 시각과 끝 I/O_REQUEST부터 Downlink Buffering까지 검진부분(-----) : 데이터 전송의 시작과 끝

(그림 4) MTIS 핸드오버를 위한 신호 메시지 흐름

일반적으로 ATM-Forum의 역방향 핸드오버에서는 이동 단말이 HO_REQUEST 메시지에 후보 라디오 포트들의 목록을 포함하여 핸드오버를 시작한다. 이 메시지를 받은 EMAS_{OLD}는 이 메시지안의 라디오 포트들의 가용성 여부 확인을 모든 EMAS_{NEW}에게 요구하여 적절한 후보 라디오 포트를 결정하게 된다. 이 결정후에 EMAS_{OLD}는 COS에게 EMAS_{NEW}로의 경로 재 설정을 요구한다. 하지만, 제안된 MTIS 핸드오버에서는 이동 단말이 핸드오버 시작 전에 후보 라디오 포트를 결정하여 HO_REQUEST 메시지에 결정된 후보 라디오 포트의 식별자를 전송한다. 따라서, EMAS_{OLD}는 단지 하나의 EMAS_{NEW}에게만 후보 라디오 포트의 자원 가용성 여부를 확인하면 된다 이 확인 메시지를 받은 EMAS_{NEW}는 요구되어진 후보 라디오 포트의 자원이 가용하다면, EMAS_{NEW} 자신이 COS와의 경로 재 설정을 시도하며 이 절차 까지 성공적으로 수행된 후 확인된 라디오 포트의 자원 가용성 요구 메시지에 대한 결과를 EMAS_{OLD}에게 전송한다. 이 이후의 절차는 제안된 방식과 ATM-Forum의 역방향 핸드오버 프로 시저가 서로 동일하다.

(그림 4)에서 COS에서 처리해야 하는 메시지가 연결 설정에 필요한 SETUP과 CONNECT 메시지와 연결 해체를 위한 RELEASE와 RELEASE COMPLETE 메시지 만을 처리한다. 따라서, 이동단말과의 접속점에만 EMAS를 설치하고 망 내부는 이동성이 보장되는 ATM 스위치를 이용할 수 있다

4. 시뮬레이션 및 성능 분석

4.1 일반사항

시뮬레이션 파라미터들은 신호 처리시간, 전송 지연

시간, 전파 지연시간, EMAS_{OLD}와 EMAS_{NEW}, 그리고 COS간의 거리등이 고려되었다. 이들 파라미터에 대한 제약 조건은 <표 1>에서 자세히 보여주고 있다[13-15].

<표 1> 시뮬레이션 파라미터 제약조건 정의

1	상태 정의	이동 단말이 핸드오버를 위해 핸드오버 요구 메시지를 발생하는 주기 (Mean Arrival Time of MT)를 하나의 핸드오버 요구 메시지가 수행된 뒤에 새로운 메시지를 생성하는 형태로 시뮬레이션을 수행
2	SETUP 메시지를 수행 시간	300μs
3	기타 다른 신호 메시지	150μs(Background Traffic Message 포함)
4	핸드오버 방식	이동 단말에 의한 연결 개어 기법

<표 2> 성능 분석을 위한 파라미터

항목	설 명	값
P _{wl}	무선 링크를 위한 Propagation Delay Time	25 μs
P _w	두 COS에서 링크의 Propagation Delay Time	50 μs
L _w /L _d	라디오 구간에서의 Association/ Dis-association 시간	500 μs
S _{stp}	Signaling Transfer Point (STP)기능이 요구되는 노드에서의 신호 메시지 처리 시간	10 μs
S _{sig}	다양한 노드(EMAS 또는 WAP)들에서 망까지의 신호 메시지 처리 시간	100-300 μs
S _{cos}	COS 선택에 필요한 신호 메시지 처리 시간	150 μs
S _{sw}	망(Network)에서 ATM 셀을 스위치 하는 처리 시간	1 μs
S _{mt}	이동 단말에서 신호 메시지 처리 시간	200 μs
M _{up}	신호메시지 크기	1-3 cells
M _d	데이터 패킷 크기	1 Kbytes
BW _{wl}	무선 링크에서 채널 Bandwidth	25 Mbps
BW _w	유선 링크에서 채널 Bandwidth	155 Mbps
D _{cell}	셀 직경	500 m
D _w	두 COS간의 거리	10 km

N_{OLD_COS}는 EMAS_{OLD}와 COS간의 홉 수를 가르킨다
 N_{NEW_COS}는 EMAS_{NEW}와 COS간의 홉 수를 나타낸다
 N_{OLD_NEW}는 EMAS_{OLD}와 EMAS_{NEW}간의 홉 수를 말한다.
 T_{wl}과 T_w는 각각 무선 링크와 유선 링크의 전송 지연 시간이다
 T_{RELEASE}는 (그림 4)에서 HO_RELEASE 메시지부터 핸드오버 종결까지의 처리 시간이다.

$$T_{RELEASE} = \text{Max}\{3(T_{wl} + P_{wl}) + 2S_{mt} + S_{sig} + L_w + L_d\}, \\ \{2N_{OLD_COS}(T_{wl} + P_{wl} + S_{sig})\} \quad (1)$$

EMAS_{OLD}에서 이동 단말과의 연결을 해제하려는 메시지(HO_RELEASE)로부터 이동 단말이 EMAS_{NEW}와의 연결 설정을 하는 메시지(CONN_ACTIVE)까지의 메시지들은 ATM-Forum방식과 MTIS 핸드오버 방식이 동일한 메시지 절차이다 즉, 이들 메시지들이 소스에서 목적지까지 가는데 모든 노드에서 발생하는 종단간 전송 지연(Transmission delay), 처리 지연(Processing delay), 전파 지연(Propagation delay) 시간을 모두 더하여 간략화 하면 수식 (1)과 같다. 따라서 T_{RELEASE}는 HO_RELEASE부터 핸드오버 종료까지 걸리는 시간이 모두 동일하기 때문에 두 메시지 흐름 절차를 비교하기 위한 공통 변수(Common Variables)로 설정한다

본 논문에서 제안한 이동 단말에 의한 연결 제어 기법(MTIS 방식)에서의 핸드오버 지연 시간은 수식 (2)와 같다. (그림 4)에서 이동 단말이 핸드오버를 요구하는 시점(HO_REQUEST)부터 EMAS_{NEW}로의 새로운 연결 설정이 완료되는 시점(HO_REQUEST_RESPONSE)까지의 메시지들이 소스에서 목적지까지 가는데 모든 노드에서 겪는 종단간 전송 지연, 처리 지연, 전파 지연 시간을 모두 더하여 간략화 하고 두 메시지 절차의 공통되는 부분의 메시지 처리 시간을 더하여야 한다.

$$HDT_{MTIS} = P_{wl} + S_{sig} + 2\{N_{OLD_COS}(T_w + P_w + S_{stp}) + N_{NEW_COS}(T_w + P_w + S_{sig}) - S_{stp} + S_{sig}\} + T_{RELEASE} \quad (2)$$

제안된 이동 단말에 의한 연결 제어 기법(MTIS 방식)에서의 종단간 전송 지연 시간은 수식 (3)과 같다. 이는 Vertical 핸드오버 레일이 5이고 목적지의 노드 1을 더하면 6이 되며, 이 노드에서의 종단간 전송 지연, 처리 지연, 전파 지연 시간(유선구간)과 무선 구간의 종단간 전송 지연 및 전파 지연 시간을 더한다. 여기에 핸드오버 지연 시간을 더하면 핸드오버 수행시의 총 종단간의 전송 지연 시간이 된다.

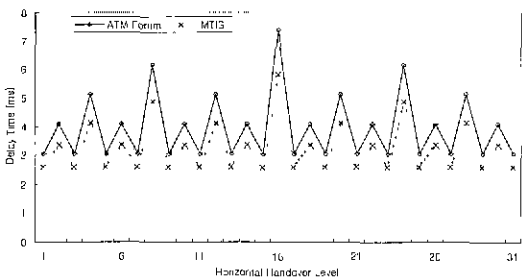
$$TDT_{MTIS} = 6(T_w + P_w + S_{sw}) + T_{wl} + P_{wl} + HDT_{MTIS} \quad (3)$$

4.2 핸드오버 지연 시간 관계

핸드오버 지연 시간은 이동 단말이 무선 품질의 저하를 감지하고 핸드오버를 요구하는 시점부터 핸드오버를 종료하는 시점까지의 시간이다. 이 지연 시간은

수식 (1), (2)를 이용하면 (그림 5)부터 (그림 6)과 같이 나타난다. 즉, 동적 COS 선택에 의한 경로 재설정에서 가장 작은 핸드오버 지연 시간이 나타났다. 이것은 세로 설정해야 하는 경로의 길이가 가장 짧기 때문이다. 그러나 고정된 COS에 의한 경로 재라우팅은 COS를 선택하는데 필요한 지연이 전혀 없기 때문에 고정 COS가 가장 최적의 COS와 일치해 버리는 경우에는 최소의 지연을 나타낼 것이다. 반면 핸드오버 레벨을 제한하지 않고 계속 증가해 보면, 그 레벨 수가 증가함에 따라 고정 COS와 이동 단말과의 사이가 멀어져서 급격한 증가를 보일 것이다. 본 논문에서는 지역성을 가진 이동 단말로 가정하였기 때문에 핸드오버 레벨 (Vertical/Horizontal 핸드오버의 수)을 제한하였다 따라서 제안된 방식(MTIS)의 핸드오버는 이동 단말에 의한 연결 제어 방식이므로 핸드오버 지연 시간의 증가가 EMAS_{NEW}와 COS간의 거리가 증가할수록 ATM-Forum보다 작게 나타났다. 이 지연 시간은 동적 COS 선택과 정적 COS 선택 각각 15~21%, 14~21%의 감소율을 나타냈다.

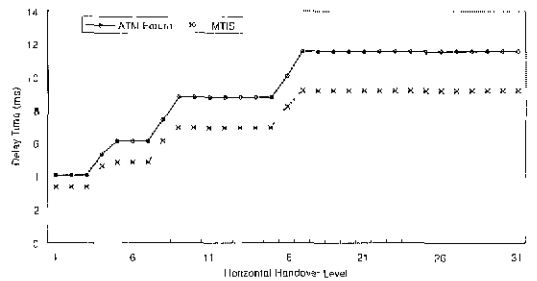
(그림 5)의 동적 COS 선택에서는 Horizontal 핸드오버 레벨이 변화에 따라 동적으로 COS가 선택되기 때문에 본 논문에서 고려한 시뮬레이션 모델은 두 리프 노드가 속하는 공통된 최상위 Vertical 핸드오버 레벨의 부모 노드와의 홉 수에 따라 지연시간 증감의 변화가 나타난다.



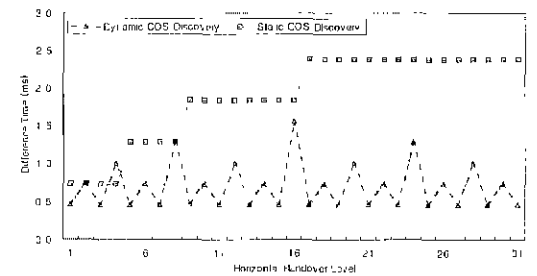
(그림 5) 동적 COS 선택의 핸드오버 지연시간

(그림 6)의 정적 COS 선택에서는 Horizontal 핸드오버 레벨이 변화여도 COS가 고정적으로 선택되기 때문에 본 논문에서 고려한 시뮬레이션 모델은 Horizontal 핸드오버 레벨이 증가함에 따라 두 리프 노드사이의 메시지는 매번 COS를 돌아서 전송된다. 따라서, Horizontal 핸드오버 레벨이 증가함에 따라 두 리프 노드와

COS와의 홉수가 증가하기 때문에 지연시간이 점점 증가하는 형태를 보인다. (그림 6)에서 지연시간이 계속 증가되는 것이 아니라 특정 Horizontal 핸드오버 레벨에서만 한뼘씩 증가하고, 한번 증가한 지연시간은 다음 특정 Horizontal 핸드오버 레벨이 되기 전까지는 동일한 지연시간을 보인다. 또한 Full Binary Tree의 구조를 가지는 계층적 트리의 망 구조를 가정하였기 때문에 특정 Horizontal 핸드오버 레벨은 동적 COS선택에서 핸드오버 지연시간이 증가하는 Horizontal 핸드오버 레벨과 같다. 즉, 동적 COS 선택에서 COS가 변경되어 지연시간이 증가하는 지점이다. 두 리프 노드가 공통 최상위 노드가 같아지는 순간 지연시간의 변화는 없으며, 공통 최상의 노드가 되기 위한 리프 노드의 변경이 있는 동안에는 지연 시간이 증가한다.



(그림 6) 정적 COS 선택의 핸드오버 지연시간

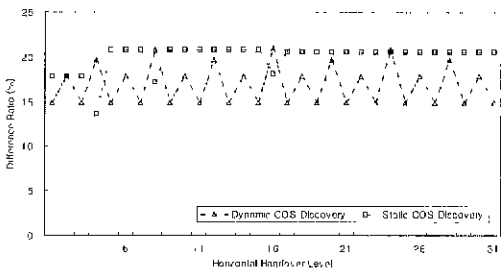


(그림 7) ATM-Forum과 제안된 방식(MTIS)의 핸드오버 지연시간의 차이(ms)

(그림 7)은 (그림 5)의 동적 COS 선택과 (그림 6)의 정적 COS 선택간의 시간적인 차이를 나타내는 그래프이다. (즉, $HDT_{ATM\ Forum} - HDT_{MTIS}$ 를 나타내고 있다.) (그림 7)에서 그래프의 형태는 (그림 5)와 (그림 6)의 그래프와 같은 비슷한 형태를 보이고 있으며, 단지 차이 값을 나타내는 도표이다 (그림 6)과 (그림 7)을

비교할 때, (그림 6)에서는 두개의 특정 horizontal 핸드오버 레벨 ((그림 6)의 설명 참조)에 걸쳐서 핸드오버 지연시간이 증가하는 데 제안한 메시지 절차와 ATM-Forum의 메시지 절차의 핸드오버 지연 시간의 차이 값에서는 단지 한 개의 horizontal 핸드오버 레벨에 걸쳐서 차이를 나타내었다 즉, 지연 시간이 증가하여도 그 차이 값이 같음을 의미한다.

(그림 8)은 (그림 5)와 (그림 6)의 차이에 대한 비율이다.(즉, $((HDT_{ATM\ Forum} - HDT_{MTIS}) / HDT_{ATM\ Forum}) * 100$)이다.) 동적 COS 선택인 경우에 비율이 핸드오버 지연시간 그래프와 같은 형태로 나타났으며, 정적 COS 선택인 경우에는 거의 일정한 비율을 나타냈다. 정적 COS인 경우는 이미 경로 설정을 위한 COS가 정해져 있기 때문에 Horizontal 핸드오버 레벨이 증가하여도 핸드오버 지연 시간은 일어나지 않으며, 반면에 동적 COS인 경우에는 Horizontal 핸드오버 레벨이 증가하는 것과 핸드오버 지연 시간과는 밀접하게 비례하게 된다.



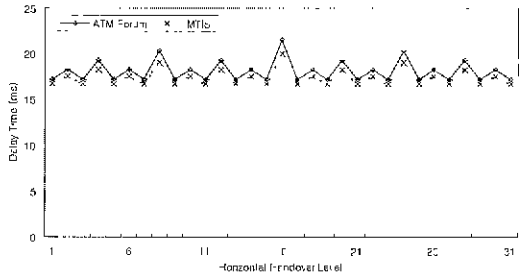
(그림 8) ATM-Forum과 제안된 방식(MTIS)의 핸드오버 지연시간의 비율(%)

4.3 종단간 전송 지연 시간 관계

종단간 전송 지연시간은 종단간 거리(경로 길이)와 관계되며, 실시간 서비스의 경우 서비스 품질에 큰 영향을 미치는 요소가 된다. 본 논문에서는 전체 경로 재설정과 동적 COS 선택에 의한 경로 재라우팅은 최적의 경로를 선택하게 되어 최소의 종단간 지연을 보여준다. 또한 고정 COS 방식은 계층에 따라 선형적인 증가를 보이고 경로 확장 방식인 경우는 계속적인 확장으로 인하여 급격한 셀 지연의 증가를 보인다 이 전송지연시간에 관한 수식 (1), (3)을 이용하면 (그림 9) 부터 (그림 12)와 같이 나타났다. (그림 10)의 정적 COS 선택에서 일부 구간에서 EMAS_{OLD}와 COS간의 거리와 EMAS_{NEW}와 COS간의 거리가 같기 때문에 같

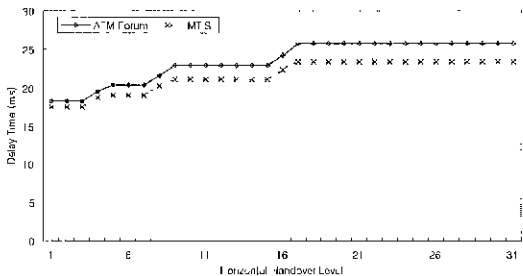
은 종단간 전송 지연 시간이 같게 나타났다. 제안된 MTIS 핸드오버 프로시저는 종단간 전송 지연 시간을 동적 COS 선택과 정적 COS 선택 각각 2~7%, 4~9%의 감소를 보였다.

(그림 9)의 동적 COS 선택에서의 종단간 전송 지연 시간은 (그림 3)의 시뮬레이션 모델 유선구간에서 목적지와 임의의 리프 노드간의 전송지연시간은 같다. 하지만 핸드오버가 일어나는 리프 노드에 따라 핸드오버를 수행하는 동안의 핸드오버 지연시간이 다르기 때문에 종단간 전송지연시간이 핸드오버 지연시간의 형태를 따른다.



(그림 9) 동적 COS 선택의 종단간 전송지연시간

(그림 10)의 정적 COS 선택에서의 종단간 전송 지연 시간은 (그림 9)에서와 같이 핸드오버 지연시간에 매우 의존적이다. 즉, 그래프 유형이 정적 COS 선택 (그림 6)과 유사한 형태를 보인다.

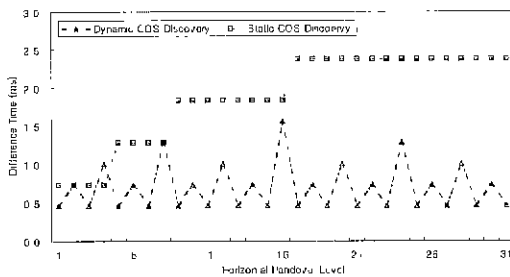


(그림 10) 정적 COS 선택의 종단간 전송지연시간

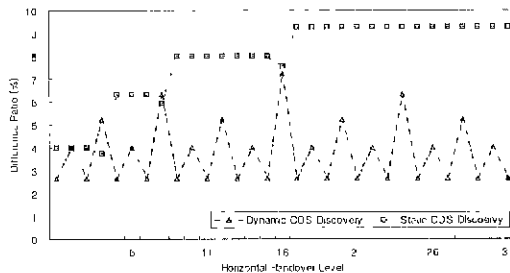
(그림 11)은 (그림 9)와 (그림 10)의 차이 값을 나타내고 있다.(즉, $TDT_{ATM\ Forum} - TDT_{MTIS}$ 이다.) 따라서 종단간 전송지연시간은 핸드오버 지연시간에 따라 영향을 받기 때문에 매우 의존적이며 비슷한 결과를 나

타낸다.

(그림 12)는 (그림 9)와 (그림 10)의 차이에 대한 비율이다.(즉, $((TDT_{ATM-Forum} - TDT_{MTIS}) / (TDT_{ATM-Forum})) * 100$)이다.) (그림 12)는 (그림 8)과 비교하여 그래프의 값은 다르나 형태는 같다. 이것은 위 수식의 분자는 (그림 11)에서 설명한 것처럼 핸드오버 지연시간의 차이 값이지만 분모가 다르기 때문에 그래프의 형태는 (그림 8)과 같아도 값이 다르다.



(그림 11) ATM-Forum과 제안된 방식(MTIS)의 종단간 전송지연시간의 차이(ms)



(그림 12) ATM-Forum과 제안된 방식(MTIS)의 종단간 전송지연시간의 비율(%)

5. 결 론

본 논문에서 제안한 MTIS 핸드오버 프로시저는 타겟 라디오 포트를 이동 단말로 하여금 결정하여 핸드 오버를 시작한다. 따라서, 핸드오버 동안에 타겟 라디오 포트를 결정하는 시간을 줄이고 여기에 수반되는 신호메시지 트래픽을 줄일 수 있었다 이 프로시저에 사용된 메시지와 기능은 ATM-Forum의 핸드오버 메시지와 기능적으로는 동일하다. 이는 신호 메시지의 경우 ATM-Forum의 신호 절차들과 호환성을 가지고 있음을 의미한다. 또한 COS에서 처리하는 신호 메시

지가 연결 설정과 해제를 위한 메시지를 뿐이다. 이것은 기존 ATM 스위치에서 신호 프로시저의 변화가 없음을 의미한다. 그러므로, 기존 ATM 망과도 연동이 가능함을 보여주고 있다.

본 논문에서는 ATM-Forum의 역방향 핸드오버 프로시저와 제안한 MTIS 핸드오버 프로시저를 핸드오버 지연과 종단간 전송 지연 관점에서 그 차이와 비율을 분석하였다. 이 결과 제안된 MTIS 핸드오버는 핸드오버 지연 시간을 14~21% 감소시키고, 종단간 전송 지연 시간을 2~9% 감소시켰다. 이는 ATM-Forum에서의 무선 ATM 표준화 활동을 중심으로 Mobile ATM 핵심 기술과 무선 ATM 프로토타입 시스템의 개발을 통해 얻어진 기법들을 비교 분석해 보고, 그 구조와 알고리즘을 제시함으로써, 무선 ATM에 대한 연구를 시작하는 국내의 입장과 이 분야에서 활동하고 있는 대학 및 기업들간의 활발한 기술 교류, 식극적인 국제 표준화 활동등에 중요한 Baseline 자료로 활용할 수 있을 것이다. 또한 향후에는 동일 지역 내에 있는 이동 단말들에게 신속한 멀티캐스팅 자료를 전송할 수 있는 방안과 인터넷 구조에서 멀티캐스팅 프로토콜과의 연동에 관한 연구와 병행하여 제안된 구조를 연결형 또는 비연결형 이동통신망에서의 프로토콜로 확장하여 구현할 수 있는 방안에 관한 연구하여야 할 것이다

참 고 문 헌

- [1] R.R. Bhat, "Draft Wireless ATM Requirements Specification," ATM Forum RTD-WATM-01.01, Aug. 1997.
- [2] R.R. Bhat, "Draft Baseline Text for Wireless ATM Capability Set 1 Specification," ATM Forum BTD-WATM-01.08, Jul. 1998.
- [3] "Draft Wireless ATM Future Capability Sets Specification," ATM Forum LTD-WATM-FCS-01.01, Jul 1998.
- [4] N. H. Park, G. H. Cho, S. H. Kim. "Rerouting Scheme based on Mobile Host's Moving Locality in Connection-Oriented Mobile Communications Network," The 4th Mmuc MOMUC'97, Seoul Korea, pp.104-107, Sep. 1997.
- [5] K. I. Lee, N. H. Park, S. H. Kim, "Locality-Based Route Optimuzation in Mobile IP," The 4th Mmuc MOMUC'97, Seoul Korea, pp.92-95, Sep. 1997.

- [6] 최현경, 박남훈, 김상하, "연결형 이동통신망에서 PNNI 라우팅 프로토콜을 이용한 위치 관리 제어 기법". 한국정보과학회 '98 춘계학술발표회, 제25권 1호, 충남대학교, pp.349-351, 1998 4
- [7] 김혜숙, 박남훈, 김상하, "무선 ATM 망에서의 핸드오버 트리거링 신호 방식 연구", 한국정보과학회 '98 춘계학술발표회, 제25권 1호, 충남대학교, pp.346-348, 1998. 4.
- [8] K Toh, Wireless ATM and Ad-hoc Networks, Kluwer Academic Publishers, 1997.
- [9] Magic WAND, <http://www.ttk.ee.ethz.ch/~wand/>
- [10] BRAN, <http://www.etsi.fr/bran/>
- [11] ORL Radio ATM, <http://www.cam-ori.co.uk/radio/>
- [12] 김용진, 조유제, 강충구, "무선 ATM 기술 개론", 제 13호, 한국전자통신연구원, 1998.
- [13] B A akyol and D. C. Cox. "Handling mobility in a wireless ATM network," INFOCOM'96, pp.24-28, San Francisco. Mar 1996
- [14] G.H. Cho and L.F Marshall, "An Efficient Location and Routing Scheme for Mobile Computing Environments," IEEE Journal on Selected Area in Communications 13, pp.868-879, 1995.
- [15] G. H Cho, "Multicast Support for Mobile IP Hosts," In Proceedings of the 4th International Workshop on MoMuc'97, pp.88-91, 1997



박 남 훈

e-mail : nhpark@etri.re.kr
 1983년 전남대학교 계산통계학과 (이학사)
 1987년 중앙대학교 컴퓨터공학과 (이학석사)
 1999년 충남대학교 컴퓨터과학과 (이학박사)

1995년 정보처리기술사(P.E)
 1989년~현재 한국전자통신연구원 기술기획실 기술조사팀장(책임연구원)
 관심분야: 유무선 통신망, 컴퓨터 네트워크, 이동 통신망, 광대역 통신망, 컴퓨터 통신, 신호 프로토콜 구조, 차세대 인터넷, 지능망/망관리



김 영 선

e-mail : sunkim@etri.re.kr
 1980년 고려대학교 전기공학과 (공학사)
 1982년 고려대학교 전자공학과 (공학석사)
 1991년 고려대학교 전기공학과 (공학박사)

1994년~1996년 전북대학교 컴퓨터공학과 겸임교수
 1982년~현재 한국전자통신연구원 기획관리부 기술기획실 실장(책임연구원)
 관심분야: 컴퓨터 통신, 컴퓨터 네트워크, ATM 교환기, 유무선 통신망, 차세대 인터넷, 통신망 구조, 초고속 통신망



최 준 균

e-mail : jkchoi@icu.ac.kr
 1982년 서울대학교 전자공학과 (공학사)
 1985년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학석사)
 1988년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학박사)

1988년~1998년 한국전자통신연구원 광대역통신망연구부 실장(책임연구원)
 1998년~현재 한국정보통신대학원대학 통신공학부 부교수 재직
 관심분야: 컴퓨터통신, 차세대 인터넷, 광대역 통신망, 유무선통신망, 네트워크 구조, 초고속 통신망, 통신망 구조, 통신망 응용



김 상 하

e-mail : shkim@cclab.chungnam.ac.kr
 1980년 서울대학교 화학과 (이학사)
 1984년 University of Houston (이학석사)
 1989년 University of Houston (전산학 박사)

1989년 HNSX Supercomputers Inc.(자문위원)
 1992년 KIST/SERI (선임연구원)
 1992년~현재 충남대학교 컴퓨터과학과 부교수(학과장) 재직
 관심분야: 컴퓨터 네트워크, 분산 시스템/알고리즘, 광대역/신호 통신망, 컴퓨터 통신, 이동 통신망, 지능망/망관리, 차세대 인터넷, 유무선 통신망