

차기 이동통신을 위한 CDMA 이동단말의 신호제어 모델

正會員宋平中*, 正會員韓榮烈**

A Signaling Control Model of CDMA Mobile Station for Next Stage Mobile Communication

Pyeong Jung Song*, Young Ryul Han,** Regular Members

要 約

본 논문은 차기 이동통신시스템에서 CDMA 이동단말의 서비스 제공능력을 강화시키기 위한 새로운 신호제어모델인 E-CDMS(Enhanced-CDMA Mobile Signalling control)를 제안한다. E-CDMS는 CDMA-CAI 호처리 규격(TIA/EIA IS-95)에 기초하고 있으며, 신호기능의 모듈화, 메시지 결합/분해 전송기법 그리고 전용신호채널 개념을 추가로 도입한다. 이로써 이동단말은 부가기능 확장이 쉽고, ISDN 단말과의 호환성이 개선되며, 그리고 신호정보 전달능력이 강화될수 있다. 제안된 신호제어모델의 검증은 CCS(Calculus on Communicating System)에 기초하여 설계된 Phi-Calculus 기법을 이용하여 이루어졌다. 검증결과 제안한 신호제어모델이 타당함을 보인다.

Abstract

This paper proposes a "Enhanced-CDMA Mobile Signalling Control(E-CDMS) model which is a new signalling control scheme to enhance the service capabilities of CDMA mobile terminal for the coming-up digital mobile communication systems. E-CDMS is based on TIA/EIA IS-95 and adopts three new concepts such as modularity of signalling functions, combining/decombining of messages and use of dedicated signalling channel. With these concepts, the mobile station can have the improved capabilities in aspect of the extenstion of supplementary services, easy compatibility to ISDN terminal and enhancement of signal transfer capability. The verification of E-CDMS is performed and turnd to be valid using Phi-calulus based on CCS(Calulus on Communicating Systems).

* 한국전자통신연구소

** 한양대학교 전자통신공학과

Dept. of Electronic Communication Eng.Hanyang University

論文番號 : 94226

接受日字 : 1994年 8月 26日

I. 서론

미연방통신위원회(FCC)가 1993년 10월 발표한 미국의 "Second report and order"에 따르면, FCC의 개인통신서비스에 대한 기술표준 정책의 주요골자는 새로운 서비스가 가장 신속하고 경제적으로 실현가능하며 다양한 형태로 개발될 수 있도록 시스템설계에 최상의 융통성을 부여하는 것으로 되어 있다. 이같은 개념은 미국뿐 아니라 새로운 이동통신서비스를 제공하려는 모든 나라의 공통된 견해이기도 하다. 특히, 이동통신시스템의 총체적 기능을 축약하여 보유하게 되는 이동단말의 경우, 서비스 제공능력의 강화방안은 당연한 과제로 떠오른다. 하지만 CDMA 이동단말의 규격(EIA/TIA IS-95의 호처리부문)은 AMPS방식의 바탕위에 정교한 전력제어, 소프트 핸드오프 등 CDMA 방식 고유의 기능을 접목시킨 형태로 호처리 소프트웨어의 모듈화, 부가서비스의 제공능력 및 신호정보의 전달능력 측면에서는 다소 많은 제약을 갖는 구조로 설계되어 있어, 신속하고 융통성있는 기능확장이 그리 쉽지가 않은 것으로 분석된다.[1]

본 논문에서는 이같은 문제를 해결하여 개인통신동향후에 CDMA 이동단말의 서비스 제공능력을 강화시키기 위한 새로운 신호제어모델인 E-CDMS (Enhanced-CDMA Mobile Signalling Control)를 제안한다. E-CDMS는 기존 CDMA 이동국의 단일 구조로 된 신호기능을 3개의 독립된 기능으로 모듈화시키고, 각 모듈에서 발생된 신호메시지를 메시지 결합/분해 전송기법을 이용하여 ISDN 가입자 신호프로토콜 체계에 맞게 재구성한 후, 전용신호채널을 통해 전송하는 신호제어 방식이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 ISDN에 접속되는 무선 가입자망을 모델로 선정하여 무선구간에서의 E-CDMS를 모델링하고 설계한다. III 장에서는 기본 이동발신호 프로토콜을 대상으로 CCS(Calculus on Computing System)기법[8,10]을 이용하여 E-CDMS의 동작을 검증하고 그 결과를 고찰한다.

II. E-CDMS 모델링 및 설계

1. 신호인터페이스 모델

신호인터페이스 구조로는 그림 1과 같이 이동국(MS) 기지국(BS) 및 무선교환기(WX)로 구성되는 무선가입자망(WSN: Wireless Subscriber Network)모델(그림 1)을 택하였다. 이 모델은 기존의 고정망 자원을 최대 활용할 가능성이 높은 개인통신망 모델 부류에 속하며, 장치별 주요기능을 요약하면 표 1과 같다.

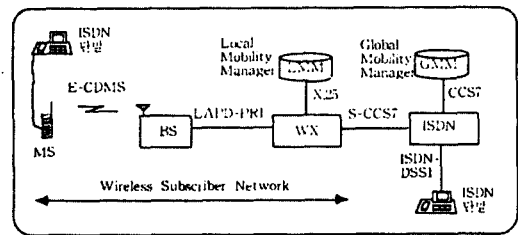


그림 1. 무선가입자망 구조 및 신호인터페이스 모델

표 1. 무선가입자망의 장치별 주요 기능

망구성장치	주요 기능
MS(이동국)	- 단일 호처리 - 핸드오프탐지 - 위치등록 및 부가기능 처리
BS(기지국)	- 무선접속제어 - 무선채널 자원관리
WX(무선교환기)	- 다중호 처리 및 핸드오프 처리 - Vocoder 관리 및 ISDN과의 접속
LMM(자국 이동 관리DB)	- 루팅정보 변환 - 서비스 프로파일 처리 - 위치정보 갱신

장치별 신호인터페이스는 그림 1과 같이 고정망(ISDN)과의 프로토콜 호환성을 개선하기 위해 이동국과 기지국간의 호접속은 ISDN 가입자 프로토콜(DSS1: Digital Subscriber Signalling system No. 1)의 골격을 따르는 E-CDMS를 적용한다. 기지국과 무선교환기간의 하부 프로토콜도 ISDN LAPD-PRI(30B+D)방식을 적용하므로써 유무선 신호인터페이스간의 투명성(Transparent transfer) 개선 효과를 고려한다.

2. 신호기능의 모듈화

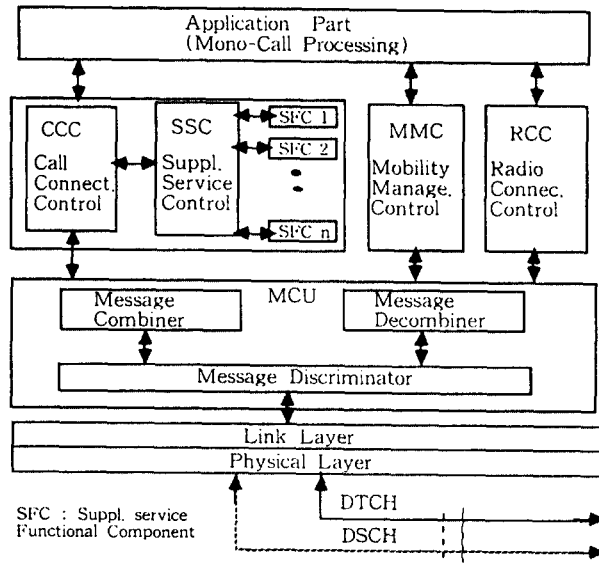


그림 2 이동국의 신호제어기능 모델

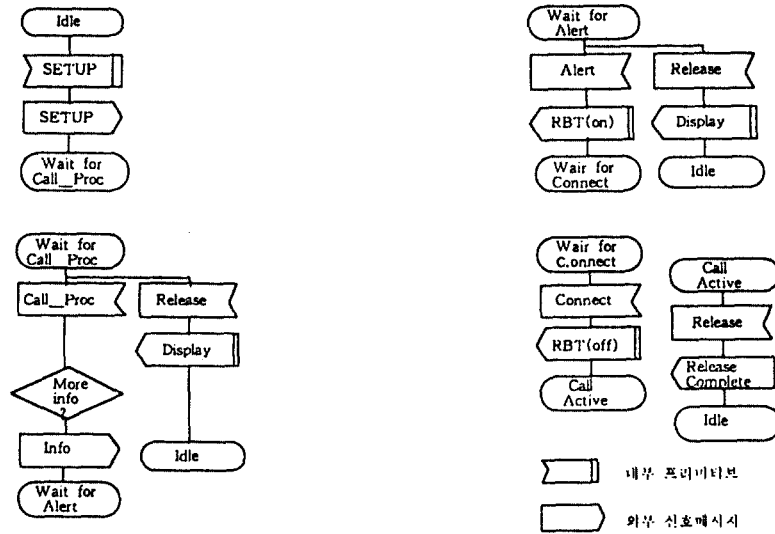
이동국과 기지국간의 신호제어구조로는 CCITT 권고[23] 및 ETSI/GSM[45]을 고려하여 기능확장이 용이한 'modularity', 설계의 단순화를 위한 'layering' 개념을 취하였다. 신호기능의 모듈화 대상은 CDMA-CAI IS-95에 규정된 호제어기능으로서 이동국의 핵심기능이면서 그 기능구성이 복잡한 상위 신호계층(계층3)으로 한다. 이동국은 기지국, 무선교환기 및 이동관리 DB센터등의 모든 망구성요소와 상호 대응관계를 유지하면서 통신하므로 무선가입자망의 전체 신호기능을 포괄적으로 함축한다. 이동국의 신호제어기능 모델은 그림 2와 같이 기능의 모듈화에 입각하여 기능 확장 및 분산화를 효율적으로 실현할 수 있도록 3개의 엔티티로 모듈화하였다.

2.1 호접속제어(CCC: Call Connection Control)엔티티

이동통신 프로토콜이 유선과 다른 기본적 차이점은 단말기가 유선이 아닌 무선을 이용하고 수시로 움직이는 이동성에 있다. 이동성에 따른 추가기능은 가입자 인증, 도청, 위치갱신, 페이징 및 핸드오프등이 해당되며 이들 기능은 후술할 블럭(RCC 블럭과 MCC 블럭)에서 지원된다. 따라서 특정호에 대한 전용의

무선채널이 할당되면, 이 채널을 유선의 가입자 채널(예: ISDN B/D 채널)로 간주할 수 있다. 따라서, 이후의 기능은 유선의 경우와 기본적으로 동일하게 처리될 수 있으며, 이 기능은 CCC엔티티가 처리하도록 한다. CCC엔티티의 동작은 CCITT Q.931의 호제어 프로토콜을 기본적으로 따랐다. 이외에 CCC 기능은 계층 2와의 인터페이스, 메시지 생성 및 분석 그리고 타이머 및 상태관리 기능을 포함한다. CCC 엔티티는 이동국 신호계층 3의 'Main Entity'로서 E-CDMS 프로토콜의 전체 신호절차를 주관한다. 기본 발신호의 경우, 이동국 CCC 엔티티의 기본 동작은 그림 3과 같이 6단계를 거쳐 수행된다. 각 단계에서 사용되는 신호메시지, 파라미터, 신호절차 및 타이머는 그림 6의 SDL(Spce. and Description Language)을 확장시켜 구체화 시킬 수 있으나[12], 그 서술범위는 일종의 신호프로토콜 규격을 정의하는 수준의 큰 분량이므로, 본 논문에서는 신호제어모델을 중심으로 제안하고 규격사항에 대해서는 다루지 않는다.

- step 1 : 휴지상태(Idle-state)
- step 2 : 호진행 상태
(Wait-for-call-proceeding-state)



주) Release는 타이머 종료 및 기타 비정상 메시지를 모두 포함

그림 3. CCC 엔티티의 기본동작(SDL)

- step 3 : 호출 상태(Wait-for-alerting-state)
- step 4 : 응답대기 상태
(Wait-for-connect-state)
- step 5 : 통신 상태(Call-active-state)
- step 6 : 호 복구상태(Idle-state)

CCC 엔티티의 기능은 앞서 말한 바와 같이 ISDN 단말기의 호제어과정과 유사하다. 예로, 기본 이동발신호의 경우, 휴지상태에 머물러 있는 CCC 엔티티의 이동가입자가 다이얼한 착신번호를 호설정메시지(Setup)에 실어 네트워크로 전송한 후 호진행상태로 들어간다. 그리고 네트워크 호설정에 필요한 정보를 모두 수신하였음을 알리는 호진행메시지(Call-proc)를 기다린다. 이후 착신 네트워크로부터 호출음(Alerting)을 기다리는 대기상태를 거쳐 응답신호(Connect)를 받으면, 통신상태로 천이한다. 통신이 종료되면 복구메시지(Release)를 송출하고 휴지상태로 되돌아 온다.

2.2 무선링크 접속제어(RCC: Radio Connection Control) 엔티티

RCC 엔티티는 이동국이 전원을 켜(Power On)이후로 부터 무선채널을 할당받기까지의 기능을 주로 담당한다. 이외에도 핸드오프 및 발착신 단말간의 호환성 조사기능을 융통성있게 수용할 수 있다. 이 엔티티의 가장 중요한 기능은 무선채널 할당기능이다. IS-95의 경우, 무선채널 할당요구는 계층 2의 Slotted-Aloha 프로토콜을 이용한다. 따라서 랜덤액세스 절차에서 액세스채널 메시지는 기지국에서 이 메시지를 수신할 때까지 반복 송출하게 되며, 그 길이는 약 226 비트로서 액세스 버스트(Access Burst)치고는 매우 길게 정의되어 있다. 이 메시지는 호설정에 필요한 정보를 모두 포함하고 있기 때문이다.[1] 본 논문에서는 무선채널 할당은 짧은 길이를 사용하는 '랜덤 모드 절차'[4]를 따르도록 하였다. 즉, 채널요청은 원하는 서비스 유형과 랜덤넘버만을 이용하여 이루어지며, 랜덤넘버는 이동국이 요청한 요구순차번호(1 바이트)가 된다. 기지국은 서비스 요청에 적합한 대역폭의 트래픽채널과 전용신호채널을 할당한 후, 요구한 랜덤넘버/할당된 채널번호를 채널할당메시지(Channel Assignment Message)에 실어 이동국으로 전송한다. 모든 신호메시지는 할당된 전용신호채널을 통해 전송요류가 없는 한 1회 전송으로 기지국에 접수된다.

따라서, 신호메시지의 전송회수가 감소되어 스펙트럼 효율이 개선될 수 있다. 채널할당기능에 대한 RCC 엔티티의 기본동작은 이동국의 경우 다음 6단계를 거쳐 수행된다:

- step 1 : 널 상태(Null-state)
- step 2 : 초기화 상태(Initialization-state)
- step 3 : 시스템 정보 수신 및 갱신
(Wait-for-system-info)
- step 4 : 휴지상태(Idle-state)
- step 5 : 채널할당 요청 상태
(Access-request-state)
- step 6 : 채널할당 응답 상태
(Wait-for-access-response)

이 엔티티의 상태는 널상태에서 전원이 들어가면 휴지상태까지 자동으로 천이된다. 즉, 이 엔티티는 시스템 선정, 파일롯세기 측정에 의한 기지국 택일, 기지국과의 시간동기 그리고 선정된 기지국으로 부터 페이징채널을 통한 시스템 오버헤드 정보 획득 마지막으로 시스템 오버헤드 정보를 이용한 채널할당 과정을 수행한다.

2.3 이동정보관리(MMC: Mobility Management Control)엔티티

이동국의 이동에 따른 현재 위치정보를 실시간적으로 보고 갱신하는 기능과 발신가입자에 대한 인증기능 등을 처리한다. 위치등록에 대한 MMC 엔티티의 기본동작은 다음의 5단계를 거쳐 수행된다:

- step 1 : 널 상태(Null-state)
- step 2 : 휴지 상태(Idle-state)
- step 3 : 위치등록 준비상태(Not-updated-state)
- step 4 : 위치등록 대기상태
(Waiting-for-updating-state)
- step 5 : 위치등록 완료상태(Updated-state)

위치등록 요청은 이동국의 휴지상태 혹은 통신상태에서 이동국이나 네트워크 어느쪽에 의해서도 가능하다. 예로, 사용자가 전원인가시 자동 수행되는 위치

등록(Power-on registration)의 경우, MCC 엔티티는 'Null'에서 'idle'상태로 천이한다. 이동국의 위치등록 동작이 준비되면(Not-updated-state), 위치등록의 유형에 따라 이동국의 현 위치정보와 함께 위치등록이 요청된다. 위치등록은 일반 발신호에서와 같은 무선채널할당 절차를 통해 무선채널이 확보되면 이채널을 통해 기지국으로 요구된다. 기지국측으로 부터 위치등록이 성공리에 수행됨을 통보받으면 위치등록 완료상태(updated-state)로 천이한다.

아울러, 그림 2에서 가입자의 서비스 등록/변경/취소 등에 대한 서비스 관리기능과 지능망 서비스의 제어를 담당하는 서비스 제어(Supplementary Service Control)엔티티는 일반 호제어 기능과는 독립적으로 동작되므로 별도의 신호 엔티티로 설계할 수 있다. 이는 앞으로 ISDN에 준하는 각종의 부가기능을 융통성있게 수용하기 위해서도 필요하다. 단, 호접속제어 엔티티에 일부 기능을 부가하여 제공되는 부가기능은 프러시저 콜로 동작되도록 할 수 있다.

이같은 신호기능의 모듈화를 통해 얻어지는 효과로는 소프트웨어의 유지보수가 용이함은 물론, 망기능형상이 변경되어도 관련 망구성 요소의 해당 모듈만 변경된다는 점이다.

3. 신호메시지의 결합/분해 기능

ISDN 단말기의 호환성을 개선시키고, 무선구간상의 신호 트랜잭션 회수를 줄이기 위하여 신호계층 3에서 생성되는 서브메시지를 통합하여 기지국으로 송신하는 기능(Message Combiner)과 기지국으로 부터 수신한 신호정보를 분해하여 해당 블럭으로 분해(Message Decombiner)시켜주는 메시지 결합/분해(MCD: Message Combining and Decombing)기능을 그림 2와 같이 신호계층 3과 2사이의 서브계층에 둔다. MCD 엔티티는 이동국의 여러 신호엔티티에서 발생하는 신호 메시지들을 버퍼링한 다음, 이를 동일 정보군으로 그룹핑한 후, 신호 엔티티 CCC의 신호절차에 기준하여 한개 메시지로 전송한다. 무선구간에 떠 있는 총 트래픽양은 신호메시지를 나누어 보내던 묶어 보내던 순수 정보량은 동일하며, 묶어 보낼 경우 신호량은 신호메시지에 포함되는 오버헤드를 고려하면 오히려 줄어 들수 있다. 이때 MCD를 사용하여

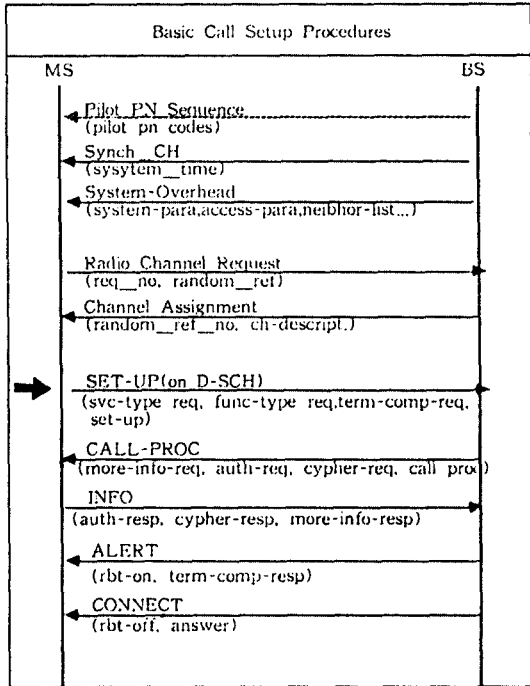


그림 4. 메시지 결합전송기법을 이용한 기본 이동발신호 시나리오

신호메시지를 묶어 보내도 IS-95에 정해진 최대 신호 메시지의 길이는 초과하지 않는다[1]. 이같은 소프트웨어의 구조적 변경은 기존 CDMA 단말기의 소프트웨어는 하드웨어와 완전 독립적으로 동작되도록 설계되어 있어, 기존 CDMA ASIC 칩의 동작에 영향을 주지 않는다. 일례로, CCC 엔티티가 이동발신호제어 기능을 담당하고, RCC 엔티티는 발착신 단말간의 호환성 조사기능을 담당하는 경우, 메시지 결합/분해방식을 사용한 무선공간에서의 이동발신호처리 시나리오는 그림 4와 같이 나타날 수 있다.

먼저, RCC 엔티티에 의해 이동국과 기지국간의 무선채널이 할당된다. 이후의 신호제어절차는 CCC 엔티티의 주관하에 다음 순으로 이루어진다.

- (1) 서비스 유형(Svc-Type)이 발신호이고, 기능요구 유형(Func-Type)이 단말간의 호환성요구

(Term-Comp. Check)인 경우, CCC 엔티티는 호접속에 필요한 호설정 메시지(Setup Submsg)를 생성하고 RCC 엔티티는 단말호환요청 메시지(Term-Comp. Submsg)를 생성하여 버퍼에 저장한다. MCD는 버퍼로부터 이 두 메시지를 꺼내어 하나의 'Setup Msg'로 그룹핑시킨 후, 전송신호채널을 통해 기지국에 보낸다.

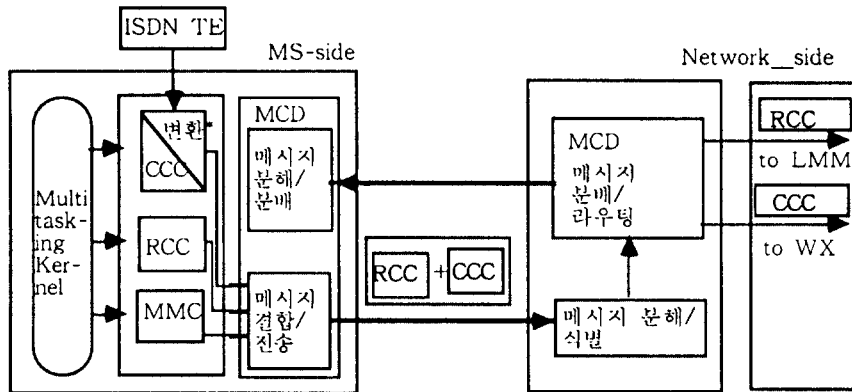
- (2) 기지국이 'Setup Msg'를 수신하면, MCD는 이 메시지를 분해하여 해당 엔티티로 전달한다. 이 경우 'Setup Submsg'는 무선교환기로 라우팅되어 CCC 엔티티가 처리할 수 있도록 하고, 'Term-Comp. Submsg'는 착신가입자의 서비스 프로파일을 보유하고 있는 이동관리 DB센터(LMM)로 보내져 발착신 양단간의 통신접속 조사에 필요한 정보를 액세스한다.(그림 5) 이후, 기지국은 네트워크측의 요구정보(Authentication, Cyphering 등)와 추가요구정보(More-info) 그리고 무선교환기로부터 호설정정보가 수신 완료되었음을 알리는 호진행 메시지(Call-Proc Submsg)를 CCC의 'Call Proc Msg'로 그룹핑하여 이동국으로 송출한다.

- (3) 이동국은 네트워크가 요구한 정보와 추가요구정보(예: 부가서비스 관련)를 'INFO Msg'로 통합하여 네트워크측으로 전송한다.

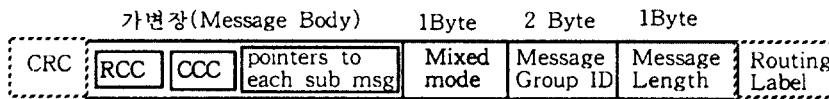
- (4) 이후, 발신 이동국은 착신망으로 부터 호출음의 개시와 종료를 알리는 'Alert Msg'와 'Connect Msg'를 각각 수신하므로써 통신단계로 들어간다. 이때 'Alert Msg'는 착신측에서 수행한 단말간 호환성 조사결과도 포함하며, 조사결과 통신접속이 실패하면 호는 해제된다.('Busy' 톤이나 '통신 불가'라는 표시가 단말의 디스플레이에 출력될 수 있음)

- (5) 발착신가입자중 어느 한 가입자가 통화를 종료하면 'Release Msg'를 이용하여 통신복구를 수행한다.

4. 음성채널과 신호채널의 분리 모델



* ISDN-DSS1 <-> E-CDMS의 CCC간 신호 변환



Mixed mode indicator

- 000 : reserved
- 001 : CCC sub msg only
- 010 : RCC sub msg only
- 100 : MCC sub msg only
- 011 : CCC+RCC mixed
- 110 : RCC+MMC mixed
- 101 : CCC_MMC mixed
- 111 : CCC+MMC+RCC mixed

그림 5. 메시지 결합 및 분해 모델

현 CDMA-CAI에서는 호제어를 위한 별도의 신호 채널이 없으므로, 호설정기간중 신호정보를 보내야 할 때 마다 신호량에 관계없이 9.6Kbps급의 무선채널을 사용하는 'Blank and burst' 방식을 사용하고 있으며, 신호정보가 음성과 혼재되어 전송되는 통화기간중에는 'Dim and burst' 방식을 사용하고 있다. 하지만, 매호당 호설정중에 요구되는 전송속도는 평균 2Kbps 이하 수준[5]인 점을 감안하면, 이같은 방식은 무선자원의 낭비를 초래하는 셈이 된다. 아울러, 매호당 신호량이 많고 그 전달회수가 빈번한 상황에서는 대역내 신호방식(Inband-Signalling)은 통신품질(QoS)에 적지 않은 영향을 줄 수 있다. 전력제어, 핸드오프, 시스템정보 갱신 및 통계정보 등 통신중에 매우 빈번히 발생하는 신호정보가 이같은 영향을 주

며 특히, 통화중의 부가서비스를 위한 신호정보는 그 양상 및 신호량이 매우 다양하고 가변적으로 나타난다. 실제로 CDMA IS-95[1]에 따르면, 통화중에 대역내 신호형태로 주고받는 신호메시지 수는 역방향 12개, 순방향 18개, 각종 오더(Order)메시지등 총 40여개를 넘는다. 따라서, 트래픽(음성) 채널과 별도로 동작되는 전용신호채널 개념의 도입이 필요하다. 이 경우, 호설정기간중에는 신호채널만이 동작되고 통신기간중에는 트래픽채널과 신호채널이 공존하게 된다. 이로써 통신기간중 트래픽채널의 품질저하를 방지할 수 있다. 통신단계별 사용되는 무선채널의 유형은 그림 6과 같다.

트래픽채널과 신호채널이 완전 분리된 무선가입자의 각 장치는 그림 7과 같이 신호제어모듈과 트래픽제

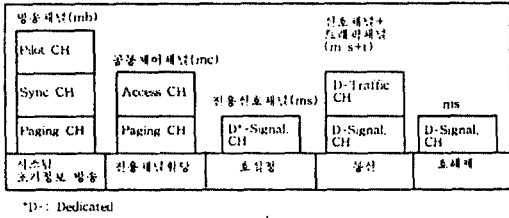


그림 6. 호처리단계별 무선채널의 유형

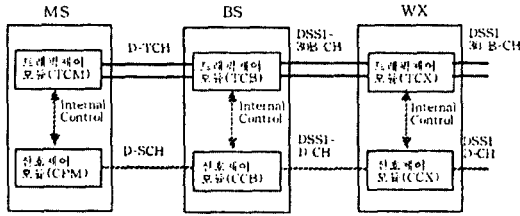


그림 7. 트래픽채널과 신호채널이 분리된 무선가입자망의 모델

어모듈을 포함한다. 트래픽 제어모듈은 신호제어모듈의 지원을 받아 동작되며, 이 두 모듈간의 통신은 내부 제어채널(Local Control Channel) 로써 이루어진다.

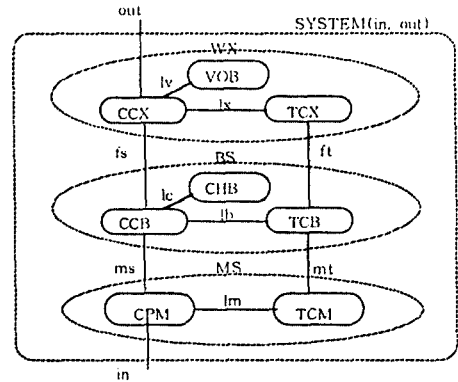
결국, 각 신호엔티에서 발생된 신호정보는 III장의 3절에 기술한 메시지결합기능엔티에서 한개의 신호패키지로 묶여져 기지국으로 전송하게 된다.

III. E-CDMS의 검증 및 고찰

기존의 프로토콜 명세방법은 LOTOS(vEVD89), SDL(CC187) 및 ESTELLE[DAC89]등이 있으나, 이들 방법은 고정 통신망과 같은 정적 통신처리에 알맞다. 본 논문에서는 CCS(Calculus on Communicating System)[8]에 기초를 두고 이동통신의 특성을 반영하여 설계된 π -calculus를 도입한다. π -calculus는 통신시스템의 프로토콜 명세와 이의 검증을 위한 대수언어(Algebraic Language)로서, 통신망 구조를 재구성하는 통신처리과정을 기술하는데 적합하다. 본 절에서는 E-CDMS의 무선특성에 초점을 두고 일반적 유선 프로토콜 명세는 가급적 단순화시켜, π -calculus를 적용하였을 경우, 프로토콜 명세의 타당함을 검증한다.

1. 검증모델

검증모델을 그림 8과 같다. 그림 8에서와 같이 시스템을 구성하는 각 Agent System(in,out)는 트래픽제어기능(TCX,TCB,TCM)과 신호제어기능(CCX,CCB,CPM)으로 구성된다. 트래픽제어기능과 신호제어 기능간의 통신은 내부링크(lx,lb,lm)를 통하여 이루어진다. 자원관리는 VOB와 CHB에 의해 이루어진다. VOB는 보코더 자원을 관리하며, CHB는 무선채널(mb,mc,ms,mt)을 관리한다. 본 모델에서 시스템 행위(Behaviour)는 일종의 버퍼로서 동작된다. 즉, System(in,out)에서 Port 'in'에 수신되는 모든 메시지는 Port 'out'으로 출력된다. Port은 WX와 ISDN간의 인터페이스에 사용된다. WX,BS는 고정링크 f_s, f_t 로 접속된다. 초기에 BS는 이들 채널을 국부적으로 보유하며, 채널할당이 완료되면 BS는 MS와 이들 링크를 공유한다.



CCX/CCB/CCM: Call Control for wX/Bs/Ms
TCX/TCB/TCM: Traffic Control for wX/Bs/Ms
VOB: Vocoder Bank, CHB: Channel Bank
ft/fs: fixed link for traffic/ signalling
mt/ms: mobile link for traffic/ signalling

그림 8. 무선가입자망의 agent, port, link간의 관계

π -calculus에 사용된 전이규칙은 표 2와 같이 정의하며, 구체적 설명[8]은 생략한다.

2. 공식명세 (A Formal description) 및 고찰

본 절에서는 π -calculus의 기본언어와 전이규칙을 이용하여 호처리단계별 이동발신호 제어 모델(그림 9)에 대한 System(in,out)을 명세한다. 명세범위는 MS,BS,WX까지로 한다. 트래픽은 MS에서 WX로 단일방향으로 흐르고, 고정망 구간(ISDN)에서의 호

설정은 항상 연결되는 것으로 가정한다. 시스템의 호 처리과정은 그림 9와 같이 5단계로 구분한다. 첫째, 이동국의 초기화 단계 둘째, 무선채널의 할당단계 셋째, 발신호설정단계 넷째, 고정망을 통한 착신호 설정 단계 그리고 마지막으로 호해제단계로 본다.

1) Phase(0)-MS 초기화 단계(System⁽⁰⁾())

MS와 BS간의 트래픽채널과 신호채널이 없는 상태에서 MS는 방송채널(mb)을 통하여 시스템 초기정보(sys_info)를 받는다. 이때의 시스템은 초기화단계(그림10)로 정의하며 그 형상은 π -calculus의 기본언어로 다음과 같이 명세한다.

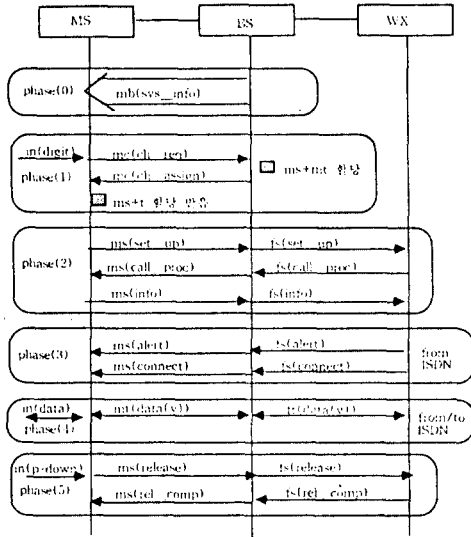


그림 9. 이동발신호의 시나리오

표 2. 전이규칙
Table 2. Transition rules

Transition names	Transition functions
TAU - ACT	$\frac{-}{\tau, P \xrightarrow{\tau} P}$
OUTPUT - ACT	$\frac{-}{\bar{x}y.P \xrightarrow{y} P}$
INPUT - ACT	$\frac{-}{x(z).P \xrightarrow{a(z)} P[a/z]}, \quad \omega \notin fv(P \setminus z)$
Summation _j	$\frac{E \xrightarrow{a} E'}{\sum_j E_j \xrightarrow{a} E' (j \in I)}$
Composition ₁	$\frac{E \xrightarrow{a} E'}{E/F \xrightarrow{a} E'/F}$
Composition ₂	$\frac{F \xrightarrow{a} F'}{E/F \xrightarrow{a} E'/F}$
Composition ₃	$\frac{E \xrightarrow{l} E', F \xrightarrow{l} F'}{E/F \xrightarrow{l} E'/F'}$
Restriction	$\frac{E \xrightarrow{a} E'}{E/L \xrightarrow{a} E'/L}, \quad (\alpha, \bar{\alpha} \notin L)$
Relabelling	$\frac{E \xrightarrow{a} E'}{E[f] \xrightarrow{f(a)} E'[f]}$
bclose	$\frac{P \xrightarrow{a(z)} P', Q \xrightarrow{a(z)} Q'}{P/Q \xrightarrow{a} P'/Q' \setminus \omega}$
open	$\frac{P \xrightarrow{a} P'}{P/Q \xrightarrow{a} P'/Q' \setminus \omega}$

$$System^{(0)} \equiv (m_b)(MS^{(0)}(m_b) | BS^{(0)}(m_b) | WX^{(0)}())$$

where,

$$MS^{(0)}(m_b) \equiv CPM^{(0)}(m_b)$$

$$CPM^{(0)}(m_b) \stackrel{def}{=} m_b(sys_info).CPM^{(1)}(m_b)$$

$$BS^{(0)}(m_b) \equiv CCB^{(0)}(m_b) | CHB(l_c, m_{s+1})$$

$$CCB^{(0)}(m_b) \stackrel{def}{=} \bar{m}_b sys_info.CCB^{(0)}(m_b)$$

$$CHB^{(0)}(l_c, m_{s+1}) \stackrel{def}{=} \bar{l}_c m_{s+1}.l_c(m_{s+1}).CHB(l_c, m_{s+1})$$

$$WX^{(0)}() \equiv TCX^{(0)}() | CCX^{(0)}() | VOB(l_o, out)$$

$$VOB^{(0)}(l_o, out) \stackrel{def}{=} \bar{l}_o out.l_o(out).VOB(l_o, out)$$

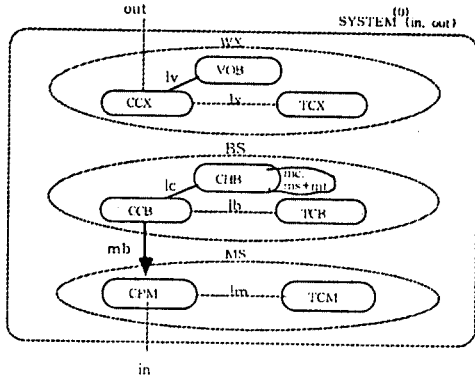


그림 10. 이동발신호의 초기형상

2) Phase(1) - 무선채널 할당단계(System⁽¹⁾(in))

가입자가 Port 'in'을 통하여 착신번호를 입력하면 MS는 m_c 를 이용하여 신호채널(m_{s+t})을 요구한다. 요구한 채널을 BS로 부터 받으면 m_c 는 m_s 로 대체된다. System의 형상을 구성하고 있는 Agent들의 상태는 다음과 같이 표현된다.

$$\text{System}^{(1)}(in) \equiv (in)(m_c)(MS^{(1)}(m_b, m_c, m_{s+t}, in) | BS^{(1)}(m_b, m_c, m_{s+t}))$$

where,

$$MS^{(1)}(m_b, m_c, m_{s+t}, in) \equiv (m_{s+t})(l_m)(in)(CPM^{(1)}(m_b, m_c, in) | TCM^{(1)}(l_m))$$

$$CPM^{(1)}(m_b, m_c, in) \stackrel{def}{=} in(digit) \cdot \bar{m}_c \cdot ch_req \cdot m_c(ch_assign) \cdot m_c(m_{s+t}) \cdot \bar{l}_m \cdot CPM^{(2)}(m_b, m_c, m_{s+t}, l_m, in)$$

$$TCM^{(1)}(l_m) \stackrel{def}{=} l_m(m_t) \cdot TCM^{(1)}(m_c, l_m, in)$$

$$BS^{(1)}(m_b, m_c, m_{s+t}, l_c) \equiv (m_{s+t})(l_c)CCB^{(1)}(m_b, m_c, m_{s+t}, f_s, l_b, l_c) | TCB^{(1)}(m_c, l_b) | CHB^{(1)}(l_c, m_{s+t})$$

$$CCB^{(1)}(m_b, m_c, m_{s+t}, f_s, l_b, l_c) \stackrel{def}{=} l_c(m_{s+t}) \cdot \bar{m}_c \cdot ch_assign \cdot \bar{l}_m \cdot \bar{m}_{s+t} \cdot CCB^{(2)}(m_b, m_c, m_{s+t}, f_s, l_b, l_c)$$

$$CHB^{(1)}(l_c, m_{s+t}) \stackrel{def}{=} l_c(m_{s+t}) \cdot CHB(l_c, m_{s+t})$$

$$TCB^{(1)}(m_c, l_b) \stackrel{def}{=} l_b(m_t) \cdot TCB^{(1)}(m_c, f_s, l_b)$$

3) Phase(2) - 발신호 설정 단계

$$(\text{System}^{(2)}(in, out))$$

MS와 발신측 WX간의 호설정 단계이다. 논리적인

개념으로는 Link m_s 와 m_t 를 통해 이동망이 고정망에 정합되는 과정으로 볼 수 있다. System의 형상을 구성하는 Agent들의 상태는 다음과 같다.

$$\text{System}^{(2)}(in, out) \equiv (out)(f_s)(MS^{(2)}(m_{s+t}(m_b, m_c, l_m, in) | BS^{(2)}(m_b, m_c, m_{s+t}, f_s) | WX^{(1)}(f_s, l_x, out))$$

where,

$$MS^{(2)}(m_b, m_c, m_{s+t}, in) \equiv (m_s)(m_c)(m_s)(l_m)(TCM^{(1)}(l_m) | CPM^{(2)}(m_b, m_c, m_{s+t}, l_m, in))$$

$$CPM^{(2)}(m_b, m_c, m_{s+t}, l_m, in) \stackrel{def}{=} \bar{m}_s \cdot setup \cdot m_c \cdot (call_proc) \cdot \bar{m}_s(info) \cdot CPM^{(3)}(m_b, m_c, m_{s+t}, l_m, in)$$

$$BS^{(2)}(m_b, m_c, m_{s+t}, l_c) \equiv (m_b)(l_c)CCB^{(2)}(m_b, m_c, m_{s+t}, f_s, f_b) | TCB^{(1)}(m_c, l_b) | l_c(m_{s+t}) \cdot CHB(l_c, m_{s+t})$$

$$CCB^{(2)}(m_b, m_c, m_{s+t}, f_s, l_b) \stackrel{def}{=} m_s(setup) \cdot \bar{f}_s \cdot setup \cdot f_s(call_proc) \cdot \bar{m}_s(info) \cdot f_s(info) \cdot CCB^{(3)}(m_b, m_c, m_{s+t}, f_s, l_b)$$

$$WX^{(1)}(f_s, l_x, out) \equiv (l_x)(v)(TCX^{(0)}(l_x, out) | CCX^{(0)}(f_{s+t}, l_x, out) | VOB(l_x, out))$$

$$TCX^{(0)}(f_s, l_x, out) \stackrel{def}{=} l_x(out) \cdot TCX^{(1)}(f_s, l_x, out)$$

$$CCX^{(0)}(f_s, l_x, out) \stackrel{def}{=} f_s(setup) \cdot v(out) \cdot \bar{l}_x \cdot out \cdot \bar{f}_s \cdot call_proc \cdot CCX^{(1)}(f_s, l_x, out)$$

$$VOB^{(0)}(l_x, out) \stackrel{def}{=} l_x(out) \cdot VOB(l_x, out)$$

4) Phase(3) - 착신호 설정단계

$$(\text{System}^{(3)}(in, out))$$

착신망과 호접속을 하는 단계로서 착신측으로부터 호출정보(Alert)와 응답정보(Connect)를 받으므로써 이루어진다. System의 형상을 구성하는 Agent들의 상태는 다음과 같다.

$$\text{System}^{(3)}(in, out) \equiv (in)(out)(f_s)(MS^{(4)}(m_{s+t}) | BS^{(3)}(m_b, m_c, m_{s+t}, f_{s+t}) | WX^{(2)}(f_{s+t}, l_x, out))$$

여기서, MS/BS/WX의 상태는 전술한 'Phase(2)'와 동일한 방법으로 정의될 수 있으며, 별도 서술은 생략한다.

5) Phase(4) - 통신단계(System(4)(in, out))

MS가 데이터(data)를 주고 받는 단계로서, 각 Agent는 트래픽을 처리하게 된다. 신호제어도 동시

에 수행될 수 있으나 여기서는 이동발신호만을 고려하여 이 부분은 본 명세에 포함시키지 않는다.

$$\text{System}^{(4)}(in,out) \equiv (in)(out)(f_i)(MS^{(5)}(m_{s+t},m_b,m_c,l_m, in) | BS^{(4)}(m_b,m_c,m_{s+t},f_s) | WX^{(3)}(f_{s+t},l_s,out))$$

여기서, MS/BS/WX의 상태는 전술한 'Phase(2)'와 동일한 방법으로 정의될 수 있으며, 별도 서술은 생략한다.

6) Phase(5)->Phase(0)-호해제 후 초기화 단계로의 복구

호해제가 완료된 후 초기화상태로 복구되는 단계이다. 이 단계에서는 MS가 사용하던 무선자원 m_{s+t} 와 유선구간에 할당된 out을 반환하게 된다. 자원 반환 이후에는 외부에서의 접근이 더 이상 이루어지지 않으므로 이때의 System(in,out)은 애초의 System(0)으로 복구된다.

$$\begin{aligned} & \text{System}^{(5)}(\sim) \\ & |CPM(m_b)|TCM(\sim)|\bar{m}_{sys_info}.CCB(m_b)|TCB(\sim) \\ & |\bar{l}_{m_{s+t},l_c(m_{s+t})}.CHB(l_c,m_{s+t}) \\ & |CCX(\sim)|TCX(\sim) \\ & |\bar{l}_{out,l_c(out)}.VOB(l_c,out) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & \sim \\ & |CPM(m_b)|TCM(\sim)|TCB(m_b)|CPM(\sim) \\ & |CHB(l_c,m_{s+t})|CCX(\sim)|TCX(\sim)|VOB(l_c,out) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \sim \\ & |MS^{(6)}(m_b)|BS^{(6)}(m_b)|WX(\sim) \end{aligned} \quad (3)$$

System⁽⁰⁾()

π -calculus에서 정의하는 법칙에 따라 위의 식이 'equivalence'하다는 것이 검증된다. 즉, $ms+t$,out이 반환되기 때문에 System(4)(in,out)은 α -derivative에 의하여 (1)식과 같이 유도된다. 식(1)의 CHB와 VOB는 System(0)에 따라 치환되어 식(2)가 유도된다. 마찬가지로, 식(2)의 각 Agent는 System(0)에 의해 정의된 바에 따라 MS,BS,WX로 치환되어 식(3) 식으로 유도된다. 결과는 System⁽⁰⁾과 동일하게 된다.

IV. 결 론

지금까지 기존의 CDMA-CAI 호처리 규격(TIA/EIA IS-95)의 단일 신호기능 구조(Monolithic Signalling Structure)를 4개의 독립된 신호기능으로 모듈화시키고, 각 모듈에서 발생된 신호메시지를 메시지 결합/분해 전송기법을 이용하여 ISDN 가입자 신호프로토콜(DSS1) 체계에 적합하게 재구성한 후, 전용신호채널을 통해 이들을 전송하는 신호제어방식인 E-CDMS의 모델링 및 설계에 대하여 살펴보았다. 그리고 CCS 검증기법을 이용하여 E-CDMS 프로토콜의 검증을 수행하였다. 이로써, 기존 CDMA의 신호제어기능에 비해 모듈화를 통한 부가기능 확장이 용이하고, 무선가입자 구간에 ISDN 신호체제를 도입함으로써 지능화된 이동단말과의 호환성이 개선되며 전용신호채널 개념의 도입으로 신호 정보 전송능력이 강화될 수 있다.

본 논문에서 제안된 프로토콜은 현재 한국전자통신연구소에서 개발중인 CDMA 셀룰러시스템의 신호프로토콜 시험과정에서 개선사항으로 떠오른 항목이기도 하며, 더 나아가 앞으로 서비스 요구양태가 다양하게 나타날 미래의 이동통신 시스템에서 보다 융통성있는 기능구현을 위해서는 시스템 구현에 앞서 보다 강력한 신호제어기법이 반드시 연구되어야 할 과제이다. 특히, 본 연구에서 깊이 다루지 못한 이동통신 프로토콜 검증기법의 정립, 전용 신호채널을 이용한 다양한 부가기능의 구현방안이 심도있게 연구되어야 할 것이다. 그리고 CDMA 이동통신 시스템에서 같은 유/무선구간의 매우 상이한 프로토콜 체계에서 벗어나, 이동국-기지국-교환국-ISDN 등 각 구간의 신호 프로토콜 체계를 상호 일관성있게 단일화시켜 나가는 연구가 구체적으로 추진되어야 할 것이다. 이로써, PCS/FPLMTS 등과의 개방형 무선인터페이스 구조로의 발전도 용이할 것이다.

감사의 말

이 논문이 나올수 있도록 CCS/Phi-calculus 이론에 대해 많은 조언을 해주신 여수대학교 강영만교수에게 감사의 말을 드립니다.

참고문헌

1. TIA/EIA, "MS-BS Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System", pp. 6-65 ~ pp.7-184, July 1993.
2. CCITT Rec. Q 1000 ~ Q.1002, "Public Mobile Network," pp.19 ~ pp.26, 1988
3. CCITT Rec. Q.931, "Digital Subscriber Signalling No.1(DSS1), Network Layer," pp.6 ~ pp.178, 1988.
4. ETSI/GSM, "Mobile Radio Interface Layer 3 Spec.," GSM04.08, Jan, 1990.
5. ETSI/GSM, "Physical Layer ohn the Radio Path," GSM 05.01.Jan, 1990
6. Akigisa nakajima, "Network Architecture and Signalling System for Digital Mobile Communication System," NTT REVIEW VOL. 4, No.1., pp.1023 ~ pp.1028, Jan. 1992
7. Alfred Baier, "Open Multi-rate Radio Inerface Architecture based on CDMA," Proc. 2nd IEEE ICUPC, pp.985 ~ pp.989, Ottawa, 1993
8. Robin Milner, "Communication and Concurrency," Prentice Hall, 1989.
9. Fredrik Orava and Joachim Parrow, "Algibric description of Mobile NETwork: An Example," IFIP, pp.271 ~ pp.286, June 1990.
10. 노경호, 송평중외, "디지털 이동통신시스템을 위한 GSM 시스템의 무선 신호프로토콜 구현", JCCI, pp.33 ~ pp.38, 1992.
11. 송평중, 한영열 "CDMA 방식에 기초한 차기이동통신시스템이 신호프로토콜 구조에 관한 연구", JXCCI p.45 ~ pp.49, 1992



宋平中(PyeongJungSong)정회원

1957년 1월10일생
 1980년 : 한양대학교 전자통신공학과 학사
 1982년 : 한양대학교 대학원 전자통신공학과 석사

1988년-1990년 : Bell Telephone Mfg.Company (현ALCATEL)(S1240 TTM S/W Part 파견근무)
 1982년- 현재 : 한국전자통신연구소 선임연구원
 * 주관심분야 : CCS7 protocols, CT2/GSM/CDMA/PCS Radio Protocols



韓榮烈 (Young-yeal, Han)

1960년 2월 : 서울대학교 전자공학사
 1976년 5월 : 미주리주립대학교 대학원 공학석사
 1979년 5월 : 미주리주립대학교 대학원 공학박사

1980년 ~ 현재 : 한양대학교 전자통신공학과 교수
 1980년 ~ 1991년 : 본학회이사, 상임이사
 1991년 ~ 현재 : 본학회 회장