

CDMA 방식을 수용하는 TDX-10 디지털 이동통신교환기

曹基星, 孫昌秀
韓國電子通信研究所

I. 서론

세계의 셀룰라 시장은 급증하는 가입자 수요를 만족하기 위하여 아날로그 시스템에서 디지털 시스템으로의 전환기에 직면하였으며 따라서 새로운 디지털 이동통신망을 위한 기술 표준에 대한 연구가 진행되어 왔다. 보다 많은 가입자 수용용량과 고품질의 음성통신서비스, 부가서비스를 제공하는 디지털방식의 셀룰라 시스템을 구현하기 위하여 현재 유럽 및 일본에서는 TDMA(Time Division Multiple Access) 방식이 표준화되어 개발되었고, 미국에서는 TDMA와 CDMA(Code Division Multiple Access)가 모두 표준화되어 개발되고 있다.¹

한국에서는 ETRI를 중심으로 채널용량의 증가, 호 품질 향상, 보안성, 주파수 사용계획의 용이성, 저전력 소모 등의 특성을 가진 CDMA 방식의 디지털 이동통신 시스템을 공동개발하고 있다.²

TDX-10 이동통신 교환기는 디지털 이동통신망 구성요소중에서 MSC(Mobile Switching Service

Center) 및 LR(VLR,HLR) 기능을 동시에 수용함으로써 시스템 필요 용량에 맞게 경제적으로 최적화할 수 있게 설계되었다. 망구성 계획에 따라서는 VLR(Visitor Location Register), HLR(Home Location Register)을 교환기에서 분리할 수도 있다. 즉 MSC와 LR의 각 고유기능은 별도의 분리된 구성요소로 독립될 수 있도록 구조를 설정하였다.

II. CDMA 환경에서 디지털 이동통신망 구조

일반적으로 이동통신망(PLMN: Public Land Mobile Network)은 그림 1과 같이 구성되며 PSTN, ISDN과 상이한 점은 가입자 선로의 무선화와 가입자가 자유로이 이동한다는 점이다³. 따라서 디지털 이동통신망의 중요한 요구사항은 가입자와의 무선화, 이동성 및 정보의 기밀성 제공에 있다. 가입자의 이동성을 보장하기 위해서 이동통신망은 가입자의 위치 정보를 항상 추적할 수 있어야하며, 핸드오버 기능을 보유하여 통화중인 호가 중단되지 않아야 한다. 또한 가입자가 이동국을 가지고 이동하면서 발,착신 호처리 기능을 수행할 수 있어야하므로 등록된 이동가입자에 대한 위치 및 가입자정보 및 무선환경에서의 가입자 보안을 위한 인증과 암호화에 필요한 정보를 저장, 관리하는 장치(VLR/HLR/AUC/EIR)를 갖게된다.

CDMA 방식의 air interface 규격⁴에 따라 이동통신망에서 제공해야 하는 발/착신 호처리, 위치등록, 핸드오버 기능을 처리하기 위해서는 각 구성요소들간의 신호 방식과 제어 절차를 새롭게 정의하는 것

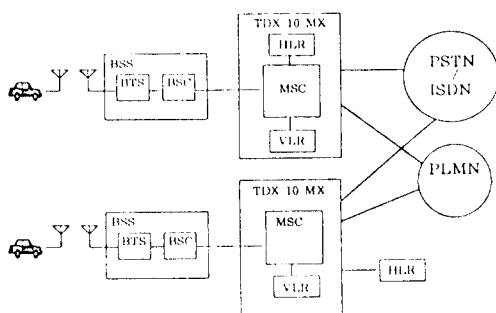


그림 1. 이동통신망의 구성도

이 요구된다.

TDX-10 MX는 이동통신망에서의 망구성 요소중 MSC/VLR 또는 MSC/VLR/HLR의 기능을 가진 이동통신 교환기로서, 이러한 구조적 요건과 정합규격을 따른다.

Ⅲ. TDX-10 이동통신 교환기의 구조적 요구사항

TDX-10 이동통신교환기는 시스템 확장이나 변경이 용이하고, 기술발전에 따라 시스템을 쉽게 개선할 수 있도록 하기 위해 융통성과 모듈 구조를 갖추며 개방구조를 설계 개념으로 한다. 이러한 시스템 설계 목표를 달성하기 위해 다음과 같은 신기술이 적용된다.

- 분산제어 구조
- 모듈(modular) 구조
- 병렬처리 운영체계
- CHILL/SDL 프로그래밍 언어 사용
- 실시간 데이터베이스 관리 시스템 적용
- 시스템의 신뢰도를 향상시키기 위한 redundancy 구조

1. 접속과 제어 개념

TDX-10 MX 시스템은 개념적으로 TP(Telephony Part)와 CP(Control Part)로 구분되고, 이들간 연결고리 역할을 담당하는 TCP(Telephony Control Part)가 그 사이에 위치하게 된다. 기지국과 교환기 사이의 중계선 인터페이스, 신호장치, 스위치 장치 등으로 구성되는 TP는 음성 및 정보의 통로를 제공하며, 이들에 대한 직접적인 제어기능을 수행하는 연결제어(connection control)는 TCP에 의해 이루어진다. CP는 호제어(call control) 기능을 담당하며 여기에는 호처리, 이동성 관리, 스위치망 제어, 가입자정보 저장 및 처리, 시스템 유지보수 기능에 따라 해당 제어 모듈들이 존재한다. 이들은 서로 또는 TCP와 제어 신호의 전달을 통하여 상호 동작함으로써 전반적인 시스템의 제어기능을 수행한다.

2. MSC/LR 기능 결합

TDX-10 MX에는 이동통신망 요소중 MSC와 LR의 모든 기능을 통합 구성한다. 물론 망 구성 계획에 따라 LR 기능이 쉽게 분리 구성될 수 있도록 한다.

그림 2는 이동통신 교환기능을 수행하는 MSC와 가입자에 대한 정보를 저장하고 관리하는 LR에 대한 기능 결합 원칙을 나타낸다. MSC와 LR 모두에 공통으로 필요한 기능인 중계선 정합, 신호방식, 스위치 등과 같은 TP, TCP 부분은 MSC와 LR의 모든 기능에 공통으로 사용되며, CP 부분에서는 MSC의 호제어 기능과 LR을 위한 이동성 제어 기능이 각각 별도의 구성요소로 실현된다. 그러나 CP 부분 중 시스템 전체에 대한 운용 및 유지보수 기능은 집중화되어 MSC와 LR의 모든 기능을 총괄 관장하도록 구조가 설정된다.

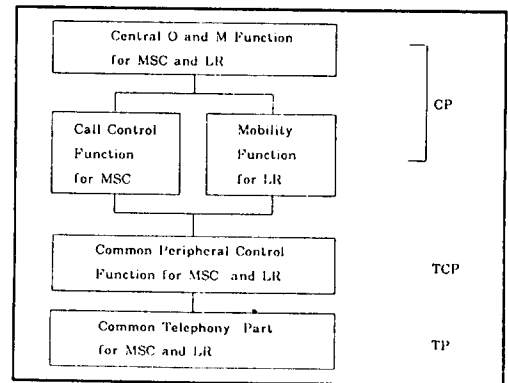


그림 2. MSC/LR 기능 결합도

3. 분산제어 개념

TDX-10 MX 제어계(Control Part)의 구조는 분산제어 개념을 기본으로 한다. 분산제어 형태는 상위 호제어 기능을 담당하는 Main Processor 군과 하위 연결제어 기능을 담당하는 Peripheral Processor 군의 2단계 계층을 가지며, 각 계층은 필요한 용량과 기능에 따라 많은 프로세서들로 구성된다. 분산된 모든 프로세서 상호간에는 Control Interworking Network을 통하여 정보 교환(IPC: Inter Processor Communication)이 이루어진다. 이 network은 frame relay 개념에 기초한 고속의 메시지 교환 장치로서 약 1,800 여개의 프로세서가 연결될 수 있다. 한편 프로세서는 각 계층별 동일한 하드웨어 구조를 가지며, Control Interworking Network의 경우에도 마찬가지이다.

4. 통화로계 구성

통화로계(Telephony Part)의 구조는 T-S-T 스위

치 매트릭스를 기본으로 구성된다. Space-switch는 중앙의 switch로 동작하여 분산된 Time-switch 상호간의 교환을 성립시켜준다. T-switch는 일정 단위 별로 분산됨으로써 해당 단위내에서 국부적인 교환기능과 신호장치로의 접속 기능뿐만 아니라 집선기능까지도 수행한다. 또한 망동기 장치는 시스템의 기준이 되는 클럭(clock) 신호를 S-switch 및 분산된 모든 T-switch에 분배시켜 동기가 되도록 한다.

5. 모듈화

시스템 레벨의 구현단위는 4장에서 설명되는 바와 같이 3종의 subsystem들이며 필요 용량에 따라 ASS의 갯수가 결정된다. 좀더 작은 구현단위에서 살펴보면, 구성요소들은 독립된 기능을 수행하는 telephony device, device를 제어하기 위한 프로세서로 구성된다. 이때 각 구성요소들은 표준화된 구성 형태 및 interface를 사용하게 된다. Device간에는 highway 또는 sub-highway의 data 인터페이스로, device와 프로세서 사이는 device 인터페이스로 결합되며, 프로세서 사이에는 앞서 설명한 바와 같이 control 인터페이스를 통하여 결합된다. 마지막으로 별도의 fault 인터페이스를 통하여 자신의 고장 상태를 신속히 전달하게 된다.

각 모듈단위의 fault tolerance를 실현하기 위한 방법으로 제어계 하드웨어는 기본적으로 2중화 구조를 취하고 있으며, 특수한 경우 n+k redundancy 구조를 갖기도 한다. 물론 가입자로부터 오는 데이터의 중요성에 따라 데이터가 전송되는 경로도 redundancy를 가진다.

6. 처리 용량

표 1의 중단용량은 PSTN, ISDN, PLMN 등과의 접속에 필요한 중계선과 기지국과의 접속에 필요한 중계선을 포함하며, 시험용 및 특수번호(예: 112, 114, 119 등) 가입자를 위한 일반 가입자 회선을 포함함으로써 유지보수는 물론 향후 고정망과의 통합이 쉽게 천이될 수 있도록 한다. 시스템의 트래픽 처리 용량은 각종 서비스 기준을 만족시키면서, 요구되는 서비스를 제공하기 위해 필요한 시스템의 최소한의 트래픽 처리용량으로 회선교환용량 및 신호처리용량으로 표현한다. 과부하시에는 최대 처리 용량의 50% 과부하 상태에서 최대 처리 용량의 90% 이상의 처리 능력(throughput)을 유지해야 한다⁵⁾.

표 1. TDX-10 MX 처리용량

중단용량	60,000중계선 512 고정가입자
호처리 용량	400,000 BHCA
통화처리 용량	27,000 Erl.
SS No.7 신호링크 수	128 신호링크
SS No.7 트래픽 처리 용량	8,000메세지/초
LR 가입자 수용 용량	200,000 가입자
LR 처리 용량	1,700,000 Tra/시간

IV. TDX-10 MX 시스템 구조

TDX-10 MX 시스템은 이동가입자의 수, 시스템의 용량, 망의 구성에 따라 MSC, VLR 또는 MSC, VLR, HLR의 형태로 구성할 수 있는 구조로 실현되었다.

1. 시스템 구성

중계선 정합등 고정망에서 요구되던 기능외에 이동통신망에서 필요한 handover, paging, roaming등 특수 기능을 필요로 하는 TDX-10 MX는 그림 3과 같이 기본적으로 ASS(Access Switching Subsystem), INS(Interconnection Network Subsystem), CCS(Central Control Subsystem)의 3개 서브시스템으로 구성된다.⁶⁾

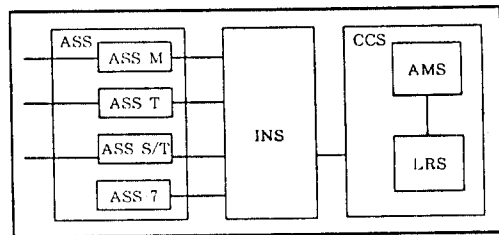


그림 3. TDX-10 MX 서브시스템

앞서 말한 바와 같이 이동통신망의 구성 요소로서 TDX-10 MX는 MSC 기능과 LR 기능을 가지게 되므로 해당 서브시스템에 나뉘어 구현되며, 필요에 따라 LR 기능이 쉽게 독립될 수 있는 구조를 지닌다.

1) ASS(Access Switching Subsystem)

교환기 외부와의 정합은 반드시 ASS를 거쳐야만 가능하다. 따라서 시스템의 최소 단위 개념으로서 적어도 한개 이상의 ASS가 필요하다.

ASS는 로컬스위치, 신호장치, 기지국과의 정합, 타교환기와의 정합 및 공통신 신호장치 등의 구성요소를 가지며, 이에따라 이동가입자 및 타교환기/망과의 호처리 기능, 이동성 관리 기능 및 자체 운용보전 기능 등을 수행한다. ASS는 위에서 언급한 구성요소들의 조합에 따라 여러 형태의 응용 서브시스템(application subsystem)으로 나타날 수 있다. 아래에서 기술한 것은 ASS의 구성상 나타날 수 있는 대표적인 응용을 표시하고 있으며, 이외의 다양한 응용도 가능하다.

- o ASS-M(Access Switching Subsystem-Mobile)
- o ASS-T(Access Switching Subsystem-Trunk)
- o ASS-S/T(Access Switching Subsystem-S/T)
- o ASS-7(Access Switching Subsystem-SS No.7)

2) INS (Interconnection Network Subsystem)

INS는 시스템의 중심에 위치하여 ASS 상호간의 통화로와 IPC 망의 접속, 혹은 ASS와 CCS사이를 연결시켜주는 기능과 함께 집중화된 호처리 기능(예: 번호번역, 루팅제어, 페이징, 스위치 연결 등) 및 전체 시스템에 필요한 기본 클럭을 발생, 분배하는 망 동기 관련 기능을 수행한다.

3) CCS (Central Control Subsystem)

CCS는 TDX-10 MX 시스템의 형상 관리 기능, 시동과 재시동 기능, 프로세서 상태 관리 기능, 이동가입자 데이터처리 기능 및 운용자 정합 기능 등 총괄적인 운용 유지보수 기능을 수행하는 서브시스템이다.

2. LR 구현

LRS는 그림 4와 같이 구성되며 시스템내에 존재하는 모든 이동가입자에 대한 위치 등록에 대한 처리, 가입자 관련 각종 번호, 인증(authentication) 등을 위한 정보를 저장하며 관리하는 위치 레지스터의 기능을 가진다. 이러한 정보는 가입자의 위치이동 및 파라미터 변경등의 이유로 변경되는 특성을 가지며, 호처리를 위해서는 실시간 데이터 접근이 이루어져야 한다.

TDX-10 MX내의 MSC 기능과 LR 기능 상호 간에는 위에서 기술한 MSC/LR 기능 결합 개념에 따라 Control Interworking을 통하여 통신한다. LRS는 VLR 및 HLR 기능을 모두 수용할 수도 있으며 VLR 기능만을 수용할 수도 있다.

LRS에서 수행하는 주요기능은 아래와 같다.

- LR 데이터 처리 기능(위치변경제어기능, 호제어 기능, LR 통계처리기능)
- LR 데이터베이스 관리 기능(LR 데이터처리기능, 전용데이터접근, LR 데이터의 백업 및 복구)

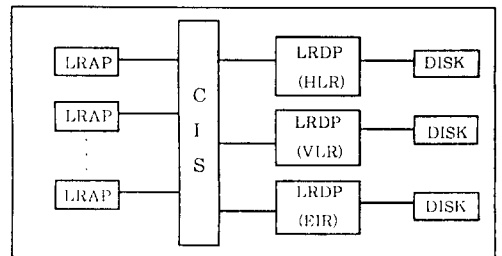


그림 4. TDX-10 MX에서 LR의 구성도

V. TDX-10 MX에서의 인터페이스 및 신호방식

TDX-10 MX와 이동통신망의 다른 망구성 요소와의 인터페이스 및 신호방식은 아래 그림 5와 같다.

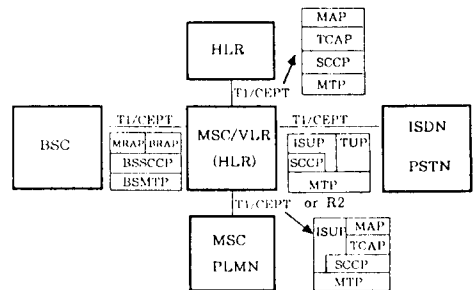


그림 5. TDX-10 MX에서의 인터페이스 및 신호방식

1. 기지국과의 인터페이스 및 신호방식

기지국과의 신호프로토콜은 응용계층, MRAP, BRAP, BSSCCP, BSMTP로 구성된다. 응용계층

및 MRAP/BRAP는 호 접속/해제 및 부가서비스 처리기능, 기지국과의 중계선 관리, 위치등록 및 인증 처리기능, 핸드오버 처리기능을 가진다. 하위계층은 T1 및 CEPT1의 중계선을 사용하며, SS No.7을 기지국과의 인터페이스에 적용하기 위하여 수정된 BSMTp 및 BSSCCP를 사용한다.

하위계층에 의해 제공되는 서비스는 연결형 서비스(Connection Oriented Services)와 비연결형 서비스(Connectionless Services)가 있다. 연결형 서비스는 계층 3간의 신호메시지를 전달하기 위해, 먼저 하위계층에서 신호접속을 설정한 다음 이 신호접속을 통해 정보를 전달하며, 비연결형 서비스는 하위계층 간에 신호접속을 설정하지 않고 계층 3 정보를 전달한다.

2. LR과의 인터페이스 및 신호방식

LR과의 신호프로토콜로는 응용계층, MAP, SS No.7의 TCAP, SCCP, MTP를 사용한다. 응용계층은 호 접속/해제 및 부가서비스 처리기능에 필요한 정보를 호처리를 수행하는 교환기로 전송하는 기능을 가지며, 위치등록/삭제 및 인증에 대한 처리 기능을 가진다. 하위계층에 의해 제공되는 서비스는 신호 접속을 설정하지 않는 비연결형 서비스만 제공한다. 한편 LR 기능이 TDx-10 MX 내에 수용될 경우에는 internal MAP을 따르게 된다.

3. PSTN/ISDN/PLMN과의 인터페이스 및 신호방식

PLMN과의 인터페이스에서 응용계층, MAP 및 TUP/ISUP은 호 접속/해제 및 부가서비스 처리기능에 필요한 정보 및 교환기간 핸드오버 기능을 수행하기 위한 정보를 교환기간에 교환하는 기능을 가진다. PSTN과의 통화로 접속을 위해서는 TUP 또는 R2 신호방식도 가능하며, ISDN과는 ISUP을 사용한다. 하위계층은 신호 접속을 설정하지 않는 비연결형 서비스만 제공한다.

VI. TDx-10 MX의 기능 및 처리 절차

1. 호처리

TDx-10 디지털 이동통신 교환기에서의 호제어 기능은 이동가입자 또는 교환기간의 호접속/해제를 위한 통화로계를 동작시키고 감시하는 통화로계 정합과

가입자나 중계선으로부터의 호를 제어하는 호제어, 기지국이나 망요소간의 정합을 위한 신호제어, 경로를 제어하는 경로제어, 망번호나 국번호를 번역하는 번호번역, 타교환기나 타망으로의 접속을 제어하는 루팅, 이동가입자의 호출을 제어하는 케이징 기능을 수행하는 통화로계 제어로 나누어진다. 호제어기능에서 처리하는 호의 종류는 아래와 같다.

- o 발신호
 - Mobile to Mobile(자국호)
 - Mobile to MSC/PLMN(출중계호)
 - Mobile to PSTN/ISDN(타망으로의 호)
- o 착신호
 - Mobile to Mobile(자국호)
 - PLMN/MSC to Mobile(타국호)
 - PSTN/ISDN to Mobile(타망으로부터의 호)
- o 중계호

TDx-10 MX에서 호처리를 위한 구조는 그림 6과 같다.

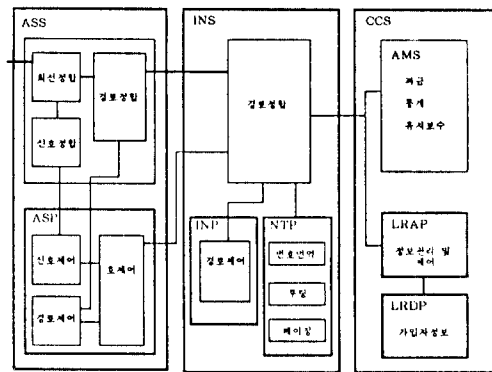


그림 6. TDx-10 MX 호처리 구조

2. 위치 등록

이동통신시스템에서는 가입자의 위치를 추적하기 위하여 망을 여러개의 지역으로 분할하여 각각의 위치영역정보(Location Area Identity)를 지정한다. 이동가입자가 서로 다른 위치영역을 이동할 때는 위치영역정보를 변경하는 위치등록 기능을 가져야하며, 이러한 이동성으로 인하여 교환기가 저장하고 있는 이동가입자 정보는 자주 데이터 변경이 발생한다. 또한 가입자의 위치영역 변경 뿐만아니라 가입자가 사용하는 파라미터가 변경되는 경우에도 위치등록 기능이 수행된다. 위치등록 절차는 동일한 위치 영역내에

서의 주기적인 또는 파라미터 변경에 의한 위치등록과, 동일한 VLR내에서의 위치영역정보의 변경에 의한 위치등록과, 서로 다른 VLR간의 위치영역 변경에 의한 위치등록으로 구분된다.

CDMA에서 요구하는 mobility management 기능은 아래와 같으며 추후에 인증 기능이 추가될 것이다. 이동국 주도에 의한 위치등록에는 Power-up, Power-down, Timer-based, Distance-based, Zone-based, Parameter-change Registration 등이 있다. MSC 주도에 의한 위치등록에는 Ordered, Implicit, Traffic Channel Registration 등이 있다.^[4]

3. 핸드오버

핸드오버 기능은 통화중인 가입자가 새로운 셀로의 이동시 호를 절단없이 계속 유지해 주기 위해 이동국이 이동한 새로운 셀로부터 통화에 필요한 새로운 채널을 할당 받고 이동한 셀까지의 새로운 경로를 설정해주는 기능이다.

TDX-10 MX에서 사용하는 MAP 신호방식에서는 교환기간의 핸드오버를 위한 새로운 통화 경로 접속을 위한 국간 신호방식이 필요없이 교환기 간의 핸드오버를 위해 미리 설정된 전용중계선을 이용한다. CDMA에서 제공하는 핸드오버는 아래와 같이 분류할 수 있으며 교환기에서는 Hard 핸드오버 기능만을 제공하고 Softer/Soft 핸드오버 기능은 기지국에서 수행하고 그 결과만 교환기로 통보한다.

- o Softer 핸드오버
- o Soft 핸드오버
 - BSS내의 Soft 핸드오버
- o Hard 핸드오버
 - BSS내의 Hard 핸드오버
 - BSS간의 Hard 핸드오버
 - MSC간의 Hard 핸드오버

4. DTMF 서비스

통화중인 이동가입자가 DTMF에 의해 서비스되는 서비스시스템을 이용하는 경우, 이동가입자는 DTMF 신호를 무선채널상으로 전송할 수 없으므로 MSC로 신호메세지를 전송한다. DTMF 신호메세지를 수신한 교환기는 신호메세지에 포함된 키패드 정보를 참조하여 해당 값을 DTMF 신호로 변환하여 서비스시스템으로 송출하는 기능을 수행한다.

TDX-10 MX에서는 하나의 신호메세지에 단일 키

패드 정보를 갖는 continuous DTMF 전송방식 및 하나의 신호메세지내에 burst한 키패드 정보를 갖는 burst DTMF 전송방식을 모두 제공한다.

Ⅶ. 결론

신속성, 이동성이 요구되는 정보화 사회로 변화됨에 따라 무선전화, 무선호출, 셀룰러방식의 차량전화/휴대전화에 대한 수요가 급증하였고, 이로인해 이동통신 기술은 과거 10년동안 급속도로 발전해 왔으며 이제는 세대를 달리하는 새로운 기술과 표준화를 요구하기에 이르렀다.

일반적으로 셀룰라 시스템은 AMPS와 같은 아날로그 FDMA(Frequency Division Multiple Access)방식의 제1세대 시스템에서, 유럽의 GSM이나 미국의 IS-54/IS-95와 같이 디지털 TDMA/CDMA방식의 제2세대 시스템으로 발전된 후 제3세대의 시스템을 거쳐 개인통신망으로 이어질 것으로 여겨진다.^[7] 이러한 이동통신망의 발전으로 다양한 서비스의 제공은 점차 확대될 것이며, 그 주체는 infrastructure인 교환기능이 될 것이다.

본 논문에서는 대용량의 디지털 이동통신 교환기인 TDX-10 MX에 적용된 개념과 기능 및 특징을 살펴봄으로써 추후의 발전 방향을 가늠해 보고자 하였다.

현재 한국전자통신연구소에서 개발되고 있는 TDX-10 이동통신 교환기는 디지털 이동통신망 구성요소중에서 MSC 및 LR 기능을 동시에 수용함으로써 용량에 따라 경제적으로 최적화할 수 있게 설계되었다. 망구성 계획에 따라서는 VLR, HLR을 교환기에서 분리할 수 있도록 MSC와 LR의 고유기능은 별도의 분리된 구성요소로 실현할 수 있도록 구조를 설정하였다. 특히 고정 가입자와 이동 가입자를 동시에 수용하고 call model을 일원화 함으로써 고정망과 이동망의 통합을 향한 첫걸음을 시작하였다.

參 考 文 獻

- [1] Ake Lundqvist & Kurt Hellstrom, "Trends in mobile communication", 디지

- 를셀룰라 기술개발 세미나, Nov. 1991.
- [2] Allen Salmasi, "An overview of code division multiple access(CDMA) applied to the design of personal communication networks", Proceedings of the second WINLAB workshop, Oct. 18-19, 1990.
 - [3] CCITT Recommendation Q.1001, "Public Land Mobile Network", 1988.
 - [4] TIA/EIA PN-3118 "Mobile Station - Base Station compatibility standard for Dual-Mode wideband spread spectrum cellular system", Mar. 15, 1993.
 - [5] 조기성의 5, "TDX-10 MX 일반요구사항", 한국전자통신연구소 내부문서, 1992
 - [6] 조기성, "TDX-10 MX 시스템 구조도", 한국전자통신연구소 내부문서, 1991.
 - [7] D.J.Goodman, "Trends in cellular and cordless communications", IEEE Communication Mag., vol.28, Jun. 1991. ㉠

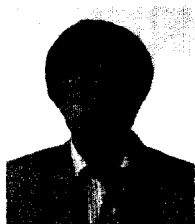
筆者紹介



曹 基 星
 1960年 4月 25日生
 1982年 2月 경북대학교 전자공학과(학사)
 1984年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과(석사)

1984年 3月 ~ 현재 한국전자통신연구소 교환기술연구단 이동1실 선임연구원

주관심 분야 : 디지털 전자교환기, 개인통신 (PCN)



孫 昌 秀
 1956年 6月 25日生
 1979年 2月 연세대학교 전자공학과 졸업
 1982年 2月 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업

1982年 3月 ~ 현재 한국전자통신연구소 책임연구원 / 이동통신 1실장

주관심 분야 : 디지털 이동통신 시스템