

개인통신교환기의 지연시간 분석

장희선* · 서재준* · 임석구** · 유제훈* · 이윤주*

Analysis of Delay Time in the Personal Communications Exchange

Heeseon Jang · Jaejun Suh · Seogku Lim · Jaehoon Yu · Yoonju Lee

〈요 약〉

본 논문에서는 시뮬레이션 모델을 통해 호유형뿐만 아니라 개인통신서비스에서 필수적인 핸드오버 및 위치등록등의 모든 트래픽 유형을 고려했을때 개인통신교환기(PCX: Personal Communications Exchange)에서의 지연시간을 분석하며, 지연시간에 대한 결과와 프로세서의 이용율로부터 개인통신교환기의 호처리 및 이동성처리용량을 분석하고 그에 따른 가입자의 수용능력을 추정한다. IPC(Inter-Processor Communications) 메시지의 송수신시간 및 메시지의 처리시간등 교환기 제어계의 성능분석에 필요한 입력 파라미터 값은 기존 ISDN(Integrated Services Digital Network) 및 CMS-MX(CDMA Mobile System-Mobile Exchange) 교환기의 측정자료를 이용하였다. 시뮬레이션 분석결과 PCX 교환기의 호처리 성능은 주로 번호번역 기능을 담당하는 프로세서인 NTP(Number Translation Processor)의 용량에 의해 결정되며, 가입자 밀도가 1,500명/km²인 경우 호처리용량은 약 42만 BHC(Busy Hour Call Completion)로 추정되었고, 이에 상응하는 핸드오버 및 위치등록 처리용량은 각각 시간당 약 2만 6천회 및 40만 6천회로 나타났다. 이것은 가입자당 호처리 부하가 1.6 BHC일 경우, 약 15만 7천 가입자를 수용할 수 있는 용량에 해당한다.

1. 개 요

최근 고도정보화 사회로의 진전에 따라 정보교환의 역할이 증대되고 있으며 특히 복잡, 다양화되는 사회속에서 이동중인 가입자 또는 단말기들 사이의 정보교류를 가능하게 하는 이동통신 분야의 중요성이 증대되고 있다.

언제 어디서나, 누구와의 정보교류도 가능하게 하는 개인통신서비스(PCS: Personal Communications Services) 망의 구성요소는 크게 이동가입자, 이동가입자

를 위한 기지국, 교환기, 이동가입자를 위한 데이터베이스등으로 구성된다. 여기서 개인통신교환기(PCX: Personal Communications Exchange)가 처리해야 할 기능으로는 호처리기능, 위치등록(망이 이동가입자의 현재 위치를 지속적으로 추적하여 가입자의 이동성을 보장해주는 기능), 핸드오버(진행중인 호에 대해서 이동가입자와 기지국 사이의 무선채널의 전송품질을 계속 유지시켜주기 위해 이동가입자의 신호전계 강도가 약해질 경우 열화된 무선채널을 양호한 무선채널로 전환하는 기능) 및 인증기능등이 있다.

* 한국전자통신연구소 이동교환연구실

** 한국항공대학교 항공전자공학과

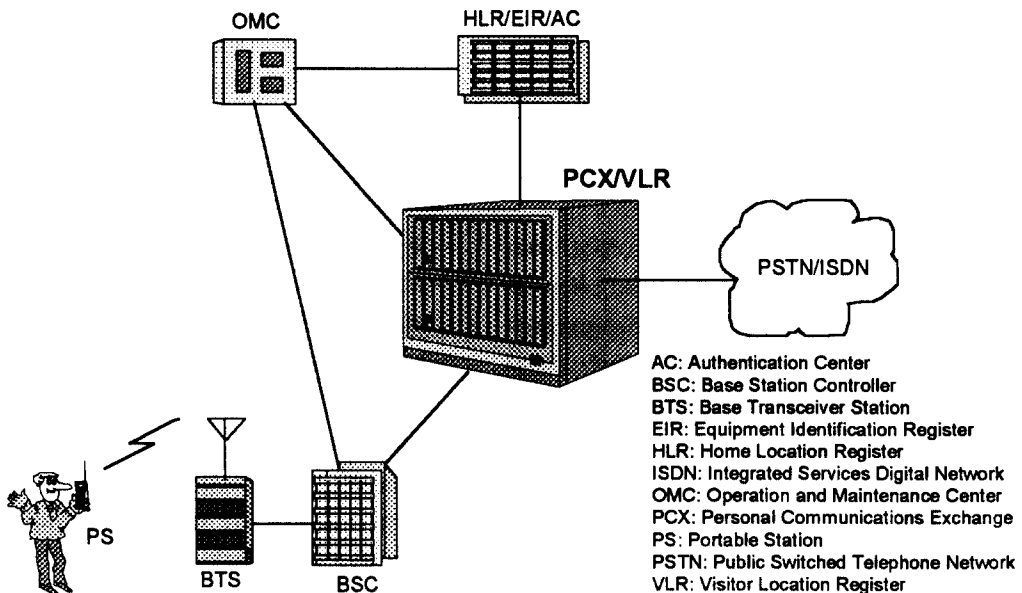
PCX 교환기의 트래픽 성능은 크게 스위치 네트워크의 통화처리용량, 제어계의 호처리용량 및 이동성 처리용량, 그리고 기지국 중단용량등으로 표현할 수 있다. 본 논문에서는 호유형뿐만 아니라 개인통신 서비스에서 필수적인 핸드오버 및 위치등록등의 모든 트래픽 유형을 고려한 PCX 개인통신교환기 제어계의 호처리용량 및 이동성처리용량을 분석하고 그에 따른 가입자의 수용능력을 추정한다. 이를 위해 프로세서의 이용율, 입력큐에서의 큐길이/대기시간의 결과를 토대로 프로세서별 용량을 제시하며, 이를 기준으로 필요한 프로세서의 수를 제한하였을 때 지연시간에 대한 서비스기준(GOS : Grade of Service)을 분석하고, 서비스기준을 만족하기 위해 필요한 프로세서의 수를 추정한다.

시뮬레이션 모델을 통해 분석한 제어계의 호처리/이동성처리용량은 일단 교환기가 PCS 가입자만 수용한다고 전제하고 모든 호는 완료호라고 가정하였으며, 호유형(자국호, 출중계호, 입중계호, 중계호)별 비율과 가입자의 이동특성을 고려하여 그에 상응하는 이동성 트래픽을 설정하고 각각의 호처리 및 이동성처

리 트래픽에 대한 IPC(Inter-Processor Communications) 네트워크내에서의 메시지처리절차를 정의한다. 그리고 IPC 메시지의 송수신시간 및 메시지의 처리시간등 제어계 성능분석에 필요한 입력 파라미터 값은 기존의 ISDN(Integrated Services Digital Network)과 CMS-MX(CDMA Mobile System-Mobile Exchange) 교환기의 측정자료[6]를 이용하였다.

2. 개인통신서비스 망의 구성요소

〈그림 1〉과 같이 개인통신서비스 망은 이동가입자(PS: Portable Station), 무선접속 및 제어기능을 담당하는 기지국(BTS : Base Transceiver Station)과 기지국제어장치(BSC : Base Station Controller), 시스템 유지보수와 관리를 위한 운용유지보수센터(OMC : Operation and Maintenance Center) 그리고 교환 및 망기능을 처리하는 PCX 교환기와 이동가입자를 위한 데이터베이스(HLR, EIR, AC, VLR) 등으로 구성된다. 교환시스템 외부 측면에서 볼 때, 무선 인터페이스를 위한 무선정합장치(BTS, BSC)와 가입자의 위치정보 관리 및 인



〈그림 1〉 개인통신서비스 망 구조

중을 위한 데이터베이스(HLR, VLR 등)가 추가된 점이 기존의 고정망과 다르다. <그림 1>에서 각 장치의 기능 및 망 구성요소간 인터페이스를 설명하면 <표 1>과 같다. 여기서 VLR 기능은 교환기내의 LRADP(Location Registration Access/Data Processor)로 구현되며, 정보교환은 내부 IPC를 통해 이루어진다.

<표 1> 개인통신서비스 망 구성요소의 기능 및 인터페이스

구성요소	기능 및 인터페이스
PS	· 소형, 경량, 저전력의 가입자 휴대단말 · 가입자 인증, 암호화 및 핸드오버 기능 · 기지국과의 CAI(Common Air Interface) 기능 수행
BTS	· RF 신호처리, 변복조, 채널코딩/인코딩 등 · PS와 BSC 사이에 유무선신호 변환기능 수행 · BSC와 E1으로 연결
PCX	· 이동가입자에 대한 call control, mobility management · BSC/HLR/EIR/AC와 No.7 인터페이스 · 타망과의 연동기능 수행 · BSC와 E1 중계선을 통해 접속
VLR	· 방문가입자 정보 관리
HLR/EIR/AC	· 가입자 위치정보/단말 장비번호/인증과 암호화 정보 관리

3. 개인통신 교환기 구조

3.1 시스템 개요

PCX 개인통신교환기는 기본적으로 ASS(Access Switching Subsystem), INS(Interconnection Network Subsystem) 그리고 CCS(Central Control Subsystem)의 3개의 서브시스템으로 구성되며, 위치등록에 관련된 기능을 수행하는 LRS(Location Registration Subsystem)는 INS에 위치하고, 운용 및 유지보수 기능을 수행하는 AMS(Administration and Maintenance Subsystem)는 CCS에 위치한다. PCX 교환기 구성시 INS와 CCS의 경우에는 하나씩 필요하지만 ASS는 최대 63개까지 구성 가능하다. 그리고 PCX 교환기에는 기지국제어장치(BSC: Base Station Controller)와 정합하여 이동가입자

호처리, 핸드오버 처리, 이동성 관리 등의 기능을 수행하는 ASS-W(ASS for Wireless Subscribers) 서비스 시스템을 구현하고 있다.

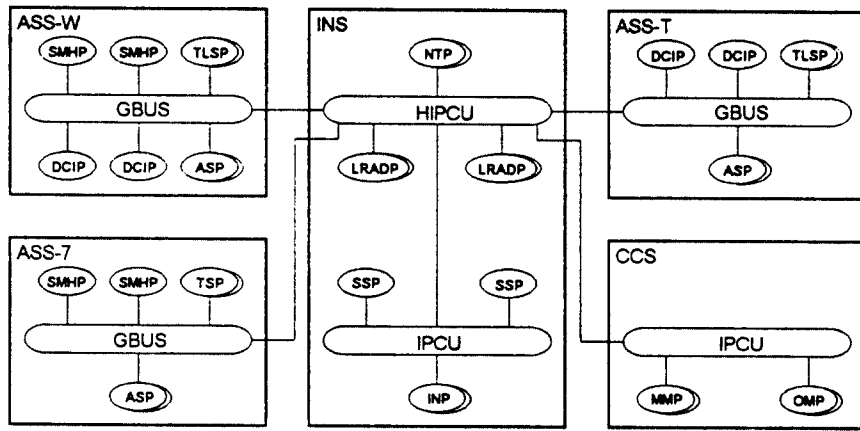
3.2 제어계 구조

교환기의 제어계는 여러개의 micro-processor로 구성되는 다중 프로세서 구조를 가지며, PCX 교환기의 모든 제어 기능을 수행하는 프로세서들은 ASS, INS, CCS내에 분산 수용된다.

<그림 2>는 PCX 교환기의 제어계 구조를 나타낸다. PCX 교환기를 CMS-MX 이동통신 교환기[6]와 비교해 보면 첫째, ASS-W내 프로세서간 통신을 담당하는 ASS-IPCU가 개량형 교환기에서의 ASS 서브시스템에 구현되어 있는 GBUS(Global Bus)로 대체되었으며 둘째, ASS-W는 SS No.7 인터페이스를 통하여 기지국과 정합되고 셋째, 이동가입자의 위치등록에 관련된 작업을 수행하는 LRAP(Location Registration Access Processor)와 LRDP(Location Registration Data Processor)가 하나의 프로세서로 통합된 형태인 LRADP로서 INS내에 위치한 점이 크게 상이하다.

제어계는 상위레벨 기능을 담당하는 main control, device를 제어하는 peripheral control, 그리고 이들 control간의 정보교환을 위한 통로를 제공하는 interworking으로 구성된다. 여기서 제어계의 main control을 위한 프로세서들의 담당 기능을 요약하면 다음과 같다.

- ASP(Access Switching Processor): BSC와의 SS No. 7 인터페이스, 이동가입자의 호처리
- NTP(Number Translation Processor): 착신번호에 대한 번호번역/루트제어
- LRADP(Location Registration Access/Data Processor): 이동가입자 정보 저장/관리, 위치등록 처리 기능
- INP(Interconnection Network Processor): space switch를 사용하는 통화로 검색/관리
- OMP(Operation and Maintenance Processor): 망관리 유지보수, 측정/과금



〈그림 2〉 PCX 교환기의 제어계 구조

3.3 호처리 및 이동성처리 절차

PCX 교환기에서의 호처리, 핸드오버 및 위치등록 유형별 메시지 처리절차는 GSM[5] 규격을 기본으로 설정하였으며, 입력 트래픽으로서 자국 P-P(Portable-Portable)/출중계/입중계/중계호, Intra-PCX(교환기내)/Inter-PCX(교환기간) 출중계/Inter-PCX 입중계 핸드오버호와 Intra-VLR/Inter-VLR 위치등록/단말 Detach 등 모든 호처리 및 이동성처리 유형을 고려하였다. 그중 〈부록〉에는 자국 P-P호 처리과정을 지연시간 기준시점을 토대로 나타내었다.

자국호 처리과정

우선 개인통신 가입자가 발신호를 시도하면 BSC는 이를 수신하여 ASP로 CALL_REQ(CR) 메시지를 전송한다. ASP는 CALL_REQ 메시지를 수신한 후 발신가입자에 대한 가입자 정보를 얻기 위하여 LRADP로 발신 가입자의 정보를 요구한다. LRADP는 요구한 정보를 ASP로 전송하며, ASP는 수신된 정보를 이용하여 발신가입자에 대한 인증을 수행한 후 정당한 가입자이면 암호화를 시작한다.

기지국으로 부터 SETUP 메시지를 수신한 ASP는 NTP로 발신가입자가 Busy임을 알리고 착신가입자에 대한 루팅정보를 얻기 위하여 SS No.7 인터페이스를

통하여 HLR로 착신 가입자의 루팅정보를 요구한다. HLR로 부터 착신 가입자의 루팅정보를 수신한 ASP는 착신호의 종류를 알기 위하여 상위 4자리 숫자를 NTP에 국번번역 요구를 하여 이동 자국호 통보를 받는다.

자국호 통보를 받은 ASP는 NTP에 해당 위치영역에 대한 페이징을 요구한다. 이 때 NTP는 해당 위치영역을 관장하는 모든 ASP에게 페이징을 요구한다. 페이징을 요구한 ASP중에서 특정 ASP가 페이징에 대한 응답을 수신하게 되면 착신 ASP는 LRADP로 착신 가입자에 대한 정보를 요구하며, LRADP는 이러한 정보를 DB로부터 얻은 후 이를 착신 ASP로 전송한다.

착신 ASP는 수신된 정보를 이용하여 발신가입자에 대한 인증을 수행한 후 정당한 가입자이면 암호화를 시작한다. 착신 ASP는 NTP로 착신가입자가 페이징에 응답했음을 보고하고 또한 발신 ASP로 착신가입자가 점유되었음을 통보한다. 착신가입자 점유통보를 받은 발신 ASP는 space 스위치 연결요구를 하고, 연결하여야 할 착신 ASP로 스위치 정보를 송신한다. 이후 발신 ASP는 발신 통화로 연결을 요구하고 착신 ASP는 발신가입자에게 링백톤(RBT: Ring Back Tone) 송출과 함께 착신가입자에게 ringing signal 송출을 요구하게 된다.

착신가입자가 응답을 하면 통화중 상태가 되고 이

때부터 과금도 시작된다. 통화 해제시에는 통화연결 전 상태로 되돌리기 위하여 각 프로세서 사이에 메시지를 교환하게 된다.

Inter-PCX 출중계 핸드오버호의 처리과정

자국 교환기내에서 통화중이던 가입자가 타국으로 이동할 때 교환기에서는 새로운 출중계호를 설정해 주기 위해서 Inter-PCX 출중계 핸드오버 처리절차를 수행한다. 기존의 통화중이던 ASP에서 핸드오버요청을 받은 후부터 출중계 핸드오버호를 설정하기 위한 절차가 시작된다. 통화가 완료된 후 호해제 절차는 기존에 설정된 호뿐만 아니라 새로 설정된 출중계 핸드오버호를 해제하는 절차가 포함된다.

위치등록 처리과정

위치등록은 크게 VLR내에서의 위치등록(Intra-VLR 위치등록)과 VLR간의 위치등록(Inter-VLR 위치등록), 그리고 단말의 power-off시 수행되는 단말 Detach 처리과정으로 나눌 수 있다. BSC로부터 위치등록요청(A_LU_REQUEST)을 받은 ASP는 LRADP로 위치등록을 요청하며, LRADP는 새로운 위치정보와 이전의 위치정보를 비교하여 Intra-VLR 위치등록인지 Inter-VLR 위치등록인지를 판단한다. 교환기간의 Inter-VLR 위치등록의 경우 new LRADP는 SS No.7 인터페이스를 통하여 old LRADP로부터 가입자 정보를 수신한 후, 인증 및 암호화 절차를 수행한다. 그리고 new LRADP는 HLR로 위치변경을 요구하고 HLR은 old LRADP에게 기존의 가입자 위치정보를 삭제하도록 요구한다.

4. 지연시간 서비스기준

PCX 교환기에서의 서비스 기준은 크게 호손실 확률, 지연시간, 호처리성능 및 VLR/HLR 성능 항목으로 분류할 수 있다. 그중에서 지연시간 항목은 일반적인 호처리 관련 항목과 이동성처리 관련 항목으로 분류할 수 있는데, 일반적인 호처리 관련 항목과 그 목표치는 기존 PSTN/ISDN 교환기의 요구사항과 ITU-T[4], GSM[5] 등의 권고안을 참조하여 PCX 교환기의 호처리 절차에 따라 설정하였으며 이동성처리 관련

항목 및 그 목표치는 ITU-T, GSM 등의 권고안과 국내의 PCS 환경을 고려하여 PCX 교환기의 이동성처리 절차에 따라 설정하였다.

4.1. 일반 호처리 관련 항목

PCX 교환기에서의 일반 호처리 관련 항목 및 목표치를 <표 2>에 나타내었다. 여기서 기준부하 A란 정상상태에서의 최번시 평균 트래픽을 의미하며 정상상태를 초과하는 트래픽을 기준부하 B라고 정의하고, 지연시간 기준은 평균값과 95% 확률값으로 표시한다. 호유형에 따라 호처리 관련 지연시간 항목을 정의할 수 있으며, <부록>에는 PCX 교환기에서의 자국호처리절차에 따른 각각의 지연시간 기준 시점을 보여주고 있다. 발신호와 착신호요구지연은 다음과 같이 정의된다.

- 발신호요구지연(Originating Call Request Delay): 자국호와 출중계호에 적용되며, 발신측 No.7 신호 시스템으로부터 CALL REQUEST 메시지를 수신한 순간부터 단말에 대한 인증절차를 수행한 후 착신가입자의 신호시스템으로 CM_SER_ACC 메시지를 전송할 때까지의 지연시간으로 교환기의 인증요구 및 암호화요구에 대한 단말의 응답시간은 제외되며 VLR의 정보검색시간은 포함한다.
- 착신호요구지연(Terminating Call Request Delay): 자

<표 2> 호처리 관련 지연시간 목표치

(단위 : msec)

호처리 항목	기준부하 A		기준부하 B		
	평균	95%	평균	95%	
가입자신호인지지연	400	600	800	1,000	
신호전송지연	200	400	350	700	
호요구지연	발신호	1,300	1,800	2,000	2,800
	착신호	1,400	1,900	2,200	3,000
호설정지연	발신호	1,350	1,850	2,000	2,700
	착신호	950	1,400	1,600	2,400
통화로구성지연	250	300	400	600	
접속해제지연	250	300	400	700	

국호와 입증계호에 적용되며, 착신측 No.7 신호시스템으로부터 CALL REQUEST 메시지를 수신한 순간부터 단말에 대한 인증절차와 암호화요구를 수행한 후 착신가입자의 신호시스템으로 SETUP 메시지를 전송할 때까지의 지연시간으로, 교환기의 인증요구 및 암호화요구에 대한 단말의 응답시간은 제외된다.

4.2 이동성처리 관련 항목

이동성처리 관련 항목은 PCS 가입자의 이동으로 인해 PCX 교환기에서 제공해 주어야 하는 위치등록, 핸드오버 및 인증절차 등과 관련된 지연시간 기준항목으로 정의한다.

〈표 3〉 이동성처리 관련 지연시간 목표치
(단위 : msec)

이동성처리 항목	기준부하 A		기준부하 B		
	평균	95%	평균	95%	
정보검색지연	100	150	200	300	
위치등록지연	교환기내	1,300	1,800	1,800	2,400
	교환기간	1,800	2,400	2,400	3,200
핸드오버요청지연	교환기내	1,250	1,700	1,900	2,500
	출중계	1,300	1,800	2,000	2,600
	입중계	1,200	1,600	1,800	2,400
핸드오버응답지연	교환기내	250	400	400	600
	출중계	250	400	400	600
	입중계	200	300	300	500

• 핸드오버요청지연(Handover Request Delay) : 핸드오버요청 메시지(Handover_Required 또는 iam 메시지)를 수신한 순간부터 새로운 Space-스위치 및 Time-스위치를 연결하여 핸드오버할 새로운 가입자 단말측 또는 대국으로 핸드오버가 가능함을 통보할 때까지, 즉 Handover_Command 또는 acm 메시지를 전송할 때까지의 지연시간으로 가입자 단말의 응답시간은 제외되며, 교환기간 핸드오버호에 대하여서는 각각 대국에서의 지연시간은 제외된다.

• 위치등록지연(Location Registration Delay) : 위치등록요청(A_LU_REQUEST) 메시지를 수신한 순간부터 위치등록을 완료하여 위치등록확인(A_LU_CONFORM) 메시지를 해당 발신측에 전송할 때까지의 지연시간으로, 인증요구 및 암호화요구에 대한 단말의 응답시간과 교환기간 위치등록시 HLR에서의 지연시간은 제외되며 VLR에서의 정보검색지연은 포함한다.

5. 제어계의 시뮬레이션 모델

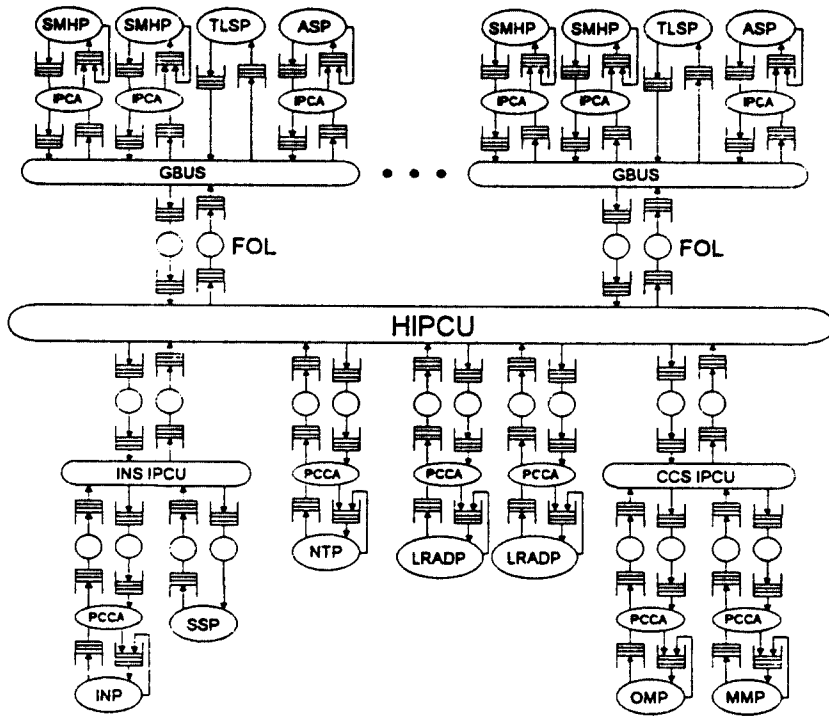
5.1 대기모형 및 메시지 처리과정

PCX 교환기 제어계는 〈그림 3〉과 같이 호처리/이동성관리를 위한 메시지를 처리하는 프로세서들과 이들을 연결하는 IPC 네트워크로 구성된 대기시스템으로 모형화할 수 있다.

프로세서는 내장된 프로그램 모듈의 종류에 따라 그 기능이 결정되며 MP(Main Processor)와 PP(Peripheral Processor)로 크게 분류할 수 있다. MP와 PP에서의 메시지 처리과정을 설명하면 다음과 같다.

MP에서의 메시지 처리과정

MP에서의 메시지 처리과정은 크게 IPC 단계와 응용 프로그램 단계로 구분되며, IPC 단계는 다시 상위계층과 하위계층으로 나누어진다. IPC 상위계층은 응용 프로그램 인터페이스, 메시지 루팅, Priority Queue 운영등을 수행하고, IPC 하위계층은 윈도우 관리, 외부와의 메시지 송수신 기능을 담당한다. IPC 하위계층에서는 상위계층과의 인터페이스를 위하여 DPRAM(Dual Port RAM)을 사용하고 6ms 인터럽트나 event 인터럽트가 발생하면 에러없는 메시지를 상위계층에 전달한다. 즉, 6ms 주기마다 수신된 IPC 메시지를 상위계층으로 전달하거나 인터럽트가 6ms이전에 4개의 메시지가 수신된 경우 event 인터럽트를 이용하여 수신된 메시지를 전달한다. 응용 프로그램 단계는 IPC 하위계층으로부터 전달된 메시지가 대기하고 있는 Ready Queue에 있는 메시지를 처리하는 과정으로서 OS Primitive, DB 액세스, 그리고 응용 프로그램을 수



〈그림 3〉 제어계 큐잉 네트워크 모델

행한다.

PP에서의 메시지 처리과정

PP에서는 8ms 주기의 RTC 인터럽트가 발생할때마다 응용 프로그램 인터페이스, 메시지 루팅, Priority Queue 운영등의 IPC 상위계층 기능뿐만 아니라 윈도우 관리, 메시지 송수신 기능 등의 IPC 하위계층 기능을 수행한다.

5.2 입력 파라미터

제어계의 대기모형을 분석하기 위해 필요한 트래픽 발생과 IPC네트워크 파라미터 값을 <표 4>에 정리하였다[2,3,4,7]. 여기서 위치등록은 순수이동에 의한 트래픽과 worst case로서 호시도마다 power-on할 때의 트래픽을 포함하며, IPC 메시지 길이 중 호처리정보의 크기는 CMS-MX 교환기를 참고하였다. 그리고 본 논

문에서는 가입자의 밀도가 1,500 명/km²과 5,000 명/km²인 경우를 고려한다.

프로세서별 메시지 처리시간은 IPC 메시지의 송수신시간과 응용프로그램(AP: Application Program)의 수행시간으로 나눌 수 있으며 여기서 IPC 메시지를 송신하는 시간과 수신하는 시간은 각각 0.1496 ms로 같다고 가정하였다.

ASP와 NTP에서의 AP 수행시간은 CMS-MX 교환기에서의 실측치를 이용하였으며, 프로세서에서의 메시지 처리내용을 감안하여 메시지를 5등급으로 분류하고 등급별 가중치를 이용하여 AP의 수행시간을 구하였다. <표 5>는 등급에 따른 메시지의 분류와 메시지의 가중치를 고려한 ASP와 NTP의 AP 수행시간을 나타낸다. 기타 하위레벨 프로세서에서의 메시지 처리시간은 측정치를 이용하며, LRADP는 IPC 네트워크에서 구조적인 위치나 AP의 처리내용이 NTP와 유사하므로 LRADP AP의 수행시간은 같은 등급의 NTP AP

〈표 4〉 입력 파라미터 값

항 목	값	항 목	값
호처리(BHC) 자국/출중계/입중계/중계(%)	1.6 10/50/35/5	큐버퍼 크기(Kbyte)	8
핸드오버(회/half call) intra-ASS/inter-ASS/ inter-PCX(%)	0.4 85/10/5* (70/20/10**)	Switch-over(μ sec) GBUS D-BUS HIPCU	. 1 1.6 0.2, 0.4
위치등록(회/가입자/시간) intra/inter-VLR(%)	2.57*(3.05**) 49/51*(38/62**)	Guard time(clocks) GBUS IPCU/HIPCU	32 48/96
서비스 형태 GBUS(IPCU)/HIPCU	1/2 token	RTC(msec) MP/PP	6/8
전송속도(Mbps) GBUS/IPCU/HIPCU U-Link(MP/PP) Physical U-Link FOL	2/10/80 2.5/1.25 10 2.048	메시지 길이(byte) 제어정보 intra/inter-VLR LR 핸드오버 단말 Detach	26 60/40 40 40

* 가입자 밀도 : 1,500 명/km², ** 가입자 밀도 : 5,000 명/km²

〈표 5〉 메시지 분류 및 응용프로그램 수행시간(단위 : msec)

AP Class	Descriptions	Call/HO*	LR**	ASP		NTP Call/HO
				Call/HO	LR	
1	rcv-system status-send	1	0.7	3.31	2.31	2.14
2	rcv-local data-send	0.6	0.5	1.99	1.66	1.29
3	rcv-dba-send	0.4	0.4	1.32	1.32	0.86
4	rcv-send	0.3	0.3	0.99	0.99	0.64
5	rcv	0.2	0.2	0.66	0.66	0.43

* 호/핸드오버처리 관련 메시지의 AP에 대한 수행시간의 가중치

** 위치등록처리 관련 메시지의 AP에 대한 수행시간의 가중치

의 수행시간과 같다고 하였다. 그리고 LRADP에서 DB 액세스를 위한 명령어인 DSELECT, DUPDATE, DSELECT의 수행시간은 각각 0.29 ms (DSELECT), 0.25 ms (DUPDATE/DDELETE)로 가정한다.

5.3. 시뮬레이션 모델

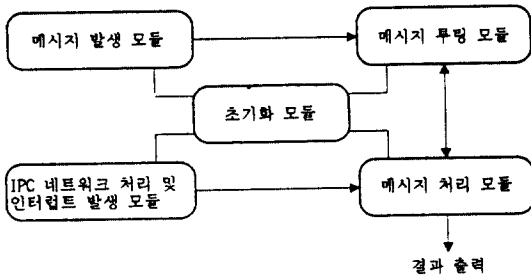
시뮬레이션 전용언어인 SLAM II[1]를 이용하였으며, 다음과 같은 사항을 가정하였다.

- 입력트래픽은 자국/출중계/입중계/중계호, 교환기 내/교환기간 핸드오버호 그리고 교환기내/교환기간 위치등록/단말 Detach 등 호처리 및 이동성처리 관련 트래픽을 모두 고려
- M&A 작업 등과 같이 예측이 불확실한 작업은 발생되지 않음
- 스위칭네트워크의 용량 부족으로 인한 통화요구 실패는 무시
- 호의 도착시간은 상호 독립적으로 지수분포를 따르

고 각 ASS-W에 균등하게 분포

- 과금메시지는 ASP에서 OMP측으로 호당 1개의 메시지를 전송

〈그림 4〉는 SLAM II 패키지를 이용하여 구성된 Network Model의 구성도를 나타낸다. 그림에서와 같이 시뮬레이션 프로그램은 크게 5개의 모듈로 구성되며, 초기화 모듈은 시뮬레이션 수행시 각종 모듈들에서 사용되는 변수값들의 초기값을 할당하는 모듈이고 메시지 발생 모듈은 모델에 인가되는 입력트래픽에 관계된 메시지를 발생시키는 모듈을 의미한다. 그리고 메시지 루팅과 처리 모듈에서는 각각 입력 트래픽의 시나리오가 프로세서 및 IPC 네트워크에 의해 순서적으로 이루어지도록 구현하고 프로세서에서의 메시지 처리 절차를 나타낸다. 끝으로, IPC 네트워크 처리 및 인터럽트 발생 모듈은 프로세서간에 메시지를 신뢰성 있게 전달하기 위한 모듈을 의미한다.



〈그림 4〉 시뮬레이션 모델 구성도

6. 개인통신교환기의 지연시간 분석

시뮬레이션 결과로부터 상위레벨 프로세서(ASP, NTP, LRADP)들의 호처리용량 및 이동성처리용량을

결정하기 위해서는 각 프로세서들의 평균 이용율, 입력큐에서의 평균 큐길이/대기시간, 그리고 지연시간에 대한 서비스기준 등을 분석하여야 한다. 특히 ASP, NTP 및 LRADP는 모두 교환시스템의 성능을 결정하는 중요한 프로세서지만 ASP와 LRADP는 주어진 범위내에서 그 수를 늘릴 수 있으므로 제어계의 호처리용량은 결국 NTP의 처리능력에 좌우될 것이다. 본 논문에서는 NTP의 처리용량을 기준으로 이에 해당하는 가입자를 수용하기 위해 필요한 ASP 수와 LRADP 수를 제한하였을 때 지연시간에 대한 서비스 기준을 분석하고, 서비스 기준을 만족하기 위해 필요한 ASP와 LRADP의 수를 추정하고자 한다.

프로세서 평균 이용율(90% 기준), 입력큐에서의 평균 큐길이/대기시간에 대한 시뮬레이션 결과[7]를 토대로 프로세서별 용량을 요약하면 〈표 6〉과 같다.

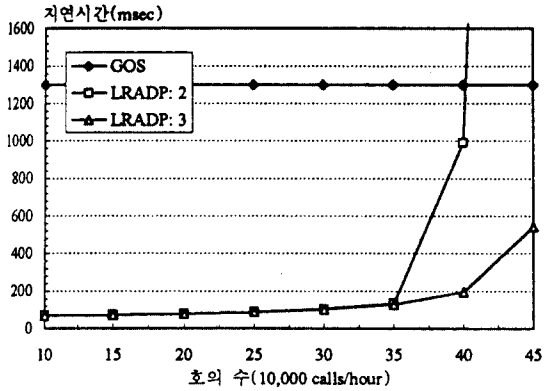
〈그림 5〉~〈그림 7〉은 가입자의 밀도가 1,500명/km²이고 ASP의 수가 14개인 경우, 그리고 〈그림 8〉~〈그림 10〉은 5,000명/km²의 밀도와 15개의 ASP인 경우, 각각 입력 트래픽과 LRADP의 수(2개와 3개)에 따라 발신호 요구, 교환기간 위치등록 및 출중계 핸드오버 요청 지연시간에 대한 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다. 각각의 그림에서 GOS란 〈표 2〉와 〈표 3〉에서의 해당 지연시간 항목에 대한 목표치를 나타낸다. 지연시간 기준은 평균값과 95% 확률값에 대해 표현하지만 본 논문에서는 기준부하 A에서의 평균값을 이용한다.

가입자의 밀도가 1,500 명/km²인 경우, 421,280 calls/hour(15만 7천 가입자)의 NTP 호처리능력을 수용하기 위해 2개의 LRADP를 이용할 때 〈그림 5〉~〈그림 7〉의 지연시간의 값이 모두 목표치를 상회함을 알 수 있다. 따라서 밀도가 1,500 명/km²일 때 최소한 3개

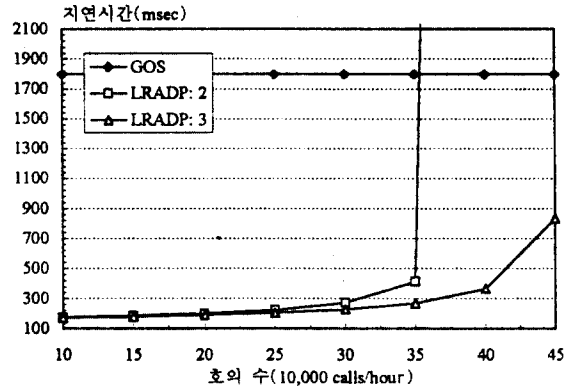
〈표 6〉 프로세서별 처리용량(calls/hour) 및 필요한 프로세서의 개수

밀도(명/km ²)	NTP	ASP	LRADP
1,500	421,280 (157,980 PSs)	· 31,290(11,740 PSs) · 14개	· 178,680(67,010 PSs) · 3개
5,000	401,310 (150,490 PSs)	· 28,330(10,630 PSs) · 15개	· 141,120(52,920 PSs) · 3개

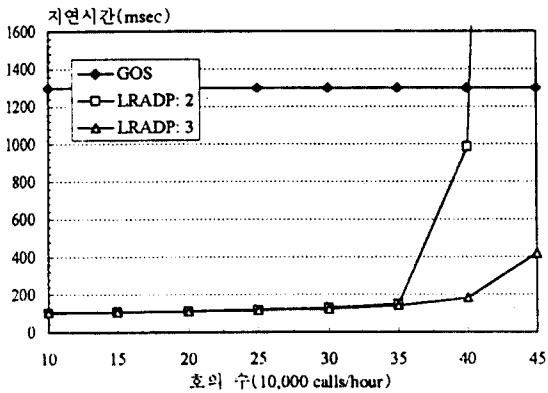
PSs: Portable Stations(이동가입자)



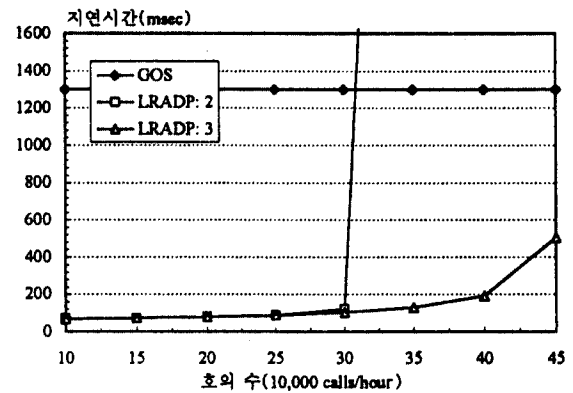
〈그림 5〉 발신호 요구지역(1,500 명/km², 14 ASP)



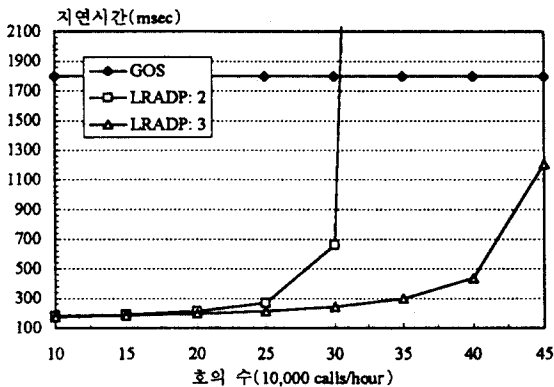
〈그림 6〉 교환기간 위치등록지역(1,500 명/km², 14 ASP)



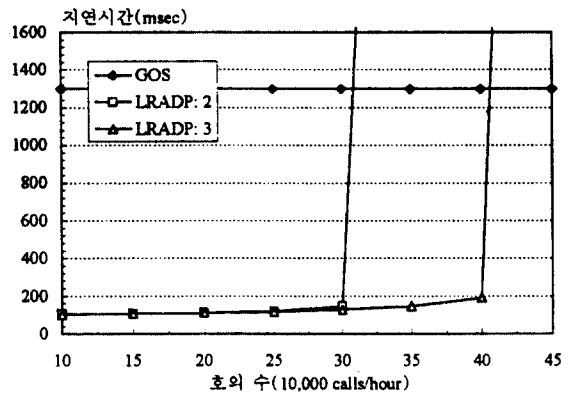
〈그림 7〉 출중계 핸드오버 요청지역(1,500 명/km², 14 ASP)



〈그림 8〉 발신호 요구지역(5,000 명/km², 15 ASP)



〈그림 9〉 교환기간 위치등록지역(5,000 명/km², 15 ASP)



〈그림 10〉 출중계 핸드오버 요청지역(5,000 명/km², 15 ASP)

의 LRADP가 필요하다. 마찬가지로 가입자의 밀도가 5,000명/km²의 경우에도 15만 가입자의 401,310calls/hour를 만족하기 위해서는 3개의 LRADP가 필요하다는 결론을 내릴 수 있다.

그밖의 다른 지연시간의 항목을 검증하기 위해 <표 7>과 같은 시뮬레이션을 수행하였다. 여기서 Simulation 1은 가입자 밀도가 1,500명/km², ASP가 14개인 경우 그리고 Simulation 2는 밀도가 5,000명/km²이며 ASP가 15개인 경우, 서비스기준 지연시간의 값이 목표치를 만족하는지를 보기위한 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

<표 7>의 Simulation 1에서 LRADP가 2개일 때 실제 421,280calls/hour보다 작은 399,600call/hour에 대해 발신호 설정, 정보검색, 교환기내 위치등록 및 교환기간 위치등록 지연시간이 GOS 목표치보다 상당히 크다. 반면, 위의 경우 3개의 LRADP를 사용할 때 NTP의 처리용량보다 많은 428,800calls/hour에서 모든 지연시간에 대한 목표치를 만족한다. 따라서 가입자 밀도가 1,500명/km²일 때 NTP의 호처리능력을 만족하기 위해서 3개의 LRADP가 필요함을 알 수 있다. 동일한 분석을 통해 <표 7>의 Simulation 2의 결과로부터 가입자 밀도가 5,000명/km²으로 증가하더라도 LRADP는 3개로 충분함을 알 수 있다.

지금까지 분석한 내용을 바탕으로 PCX 교환기의 호처리능력을 평가하면, 가입자의 밀도가 1,500명/km²일 때 시간당 약 42만 호를 처리할 수 있으며 이것은 평균 1.6 BHC의 이동가입자를 약 15만 7천명 정도 수용할 수 있는 처리량에 해당한다. 가입자 밀도가 5,000명/km²으로 증가하게 되면 가입자의 핸드오버 관리를 위한 트래픽이 증가하기 때문에 NTP의 호처리용량은 <표 6>에서 보는 것처럼 시간당 약 40만 호로 감소하게 되며 이것은 약 15만명의 1.6 BHC 이동가입자를 수용할 수 있는 처리용량이다.

가입자 밀도에 따라 NTP의 수용능력에 해당하는 가입자를 수용하기 위해서 필요한 프로세서수를 살펴보면, ASP의 경우 14개(1,500명/km²의 밀도) 또는 15개(5,000명/km²의 밀도)가 필요하며, LRADP는 두 경우 모두 3개가 필요한 것으로 분석되었다. 가입자가 교환기를 벗어나면 그 만큼 새로운 가입자가 교환기 영역

<표 7> 서비스 기준 지연시간 항목에 대한 시뮬레이션 결과

	Simulation 1*		Simulation 2**		GOS (msec)
	2	3	2	3	
처리용량(calls/hour)	421,280		401,310		
LRADP의 개수	2	3	2	3	
호의 수(calls/hour)	399,600	428,800	351,640	410,400	
GOS 항목(msec)					
가입자신호 인지	62.6	107	37.3	76.8	400
신호전송	51.1	78.8	34.4	59.4	200
발신호 요구	990	310	6,800	228	1,300
착신호 요구	1,000	314	6,810	238	1,400
발신호 설정	4,270	397	32,800	339	1,350
착신호 설정	93.1	138	73.9	125	950
통화로 구성	34.6	45.2	28.5	37.8	250
접속해제	53.2	81.2	35.8	61.4	250
정보검색	2,460	14.2	22,300	28.6	100
교환기내 LR	2,660	399	20,000	300	1,300
교환기간 LR	18,600	525	135,000	500	1,800
교환기내 HO 요청	195	308	129	235	1,250
출중계 HO 요청	987	246	6,820	218	1,300
입중계 HO 요청	200	296	146	242	1,200
교환기내 HO 응답	66.6	110	40.3	79.5	250
출중계 HO 응답	41	57.9	30.3	47.8	250
입중계 HO 응답	49.7	75.3	33.8	57.4	200
이용율(%)					
NTP	86	93	77	93	
ASP	84.4	91.1	70.6	87.1	
LRADP	100	72.7	100	87	

* Simulation 1: 가입자 밀도=1,500명/km², ASP=14개

** Simulation 2: 가입자 밀도=5,000명/km², ASP=15개

으로 들어오는 상황을 고려해야 하므로 결국 하나의 교환기간 위치등록은 LRADP에서 볼 때 old LRADP와 new LRADP의 역할을 모두 수행하는 셈이 된다. 더우기 교환기간 위치등록은 교환기내 위치등록에 비해서 약 6배의 처리시간이 소요되므로 교환기에서 이동성 트래픽을 부하를 줄여 LRADP의 수를 줄이기 위해서는 위치영역에 대한 망계획을 얼마나 잘 하느냐에 달려 있다고 할 수 있다.

7. 결 론

본 논문에서는 호유형뿐만 아니라 개인통신 서비스에서 필수적인 핸드오버 및 위치등록등의 모든 트래픽 유형을 고려한 PCX 개인통신교환기 제어계의 호

처리용량 및 이동성처리용량을 분석하고 그에 따른 가입자의 수용능력을 추정하였다. 이를 위해 프로세서의 이용율, 입력큐에서의 큐길이/대기시간의 결과를 토대로 프로세서별 용량을 제시하였으며, 이를 기준으로 필요한 프로세서의 수를 제한하였을 때 지연시간에 대한 서비스기준을 분석하고, 서비스기준을 만족하기 위해 필요한 프로세서의 수를 추정하였다.

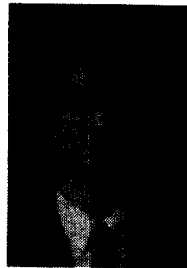
분석 결과, 기존 ISDN/MX교환기에서와 같이 결국 NTP가 제어계의 성능을 결정짓는 프로세서로 나타났으며 가입자 밀도 1,500명/km² 일 때 NTP의 전체 호처리용량은 421,280 BHC로 추정되었다. 이는 1.6 BHC의 호를 시도하는 약 15만 7천 가입자를 수용할 수 있는 처리용량에 해당한다. ASP는 약 11,700명의 1.6 BHC 이동가입자를 수용할 수 있으며 LRADP는 약 67,000명을 수용할 수 있을 것으로 추정되었고 따라서 NTP의 수용능력에 해당하는 15만 7천 가입자를 수용하기 위해서는 3개의 LRADP가 필요한 것으로 나타났다.

【참고문헌】

[1] A. Alan B. Pritsker, *Introduction to Simulation and SLAM II*, John Wiley & Sons, 1986.
 [2] CCIR Report M/8(mod.F), "Future Public Land Mobile Telecommunications System," Doc.8/1014-E, December 1989.
 [3] K.Meier-Hellstern and E.Alonso, "The Use of SS7 and GSM to Support High Density Personal Communications," *ICC'92*, Chicago IL, pp.1698-1702, June 1992.
 [4] Recom. GSM 03.05, "Technical Performance Objectives," October 1991.
 [5] Recom. ITU-T Q.1051-1063, "Public Land Mobile Network: Mobile Application Part and Interface," November 1988.
 [6] 백장현, 윤복식, 조기성, 이창훈, "이동통신교환기의 지연시간 분석방법," 한국경영과학회/대한산업

공학회 춘계공동학술대회 논문집, pp.19-31, 광주, 1995년 4월.

[7] 장희선, 서재준, 임석구, 유제훈, 정대권, "트래픽 유형을 고려한 개인통신교환기의 호처리 및 이동성처리용량 분석," 통신정보 합동학술대회 논문집, pp.38-42, 광주, 1996년 4월.



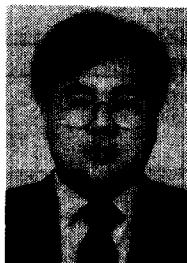
장희선(張喜善)

1990년 울산대학교 산업공학과 (공학사)
 1992년 한국과학기술원 산업공학과 (공학석사)
 현 재 한국전자통신연구소 연구원
 관심분야: 이동통신시스템 성능분석



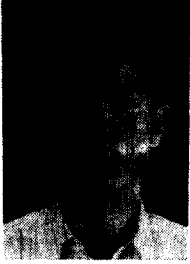
서재준(徐在俊)

1981년 서울대학교 산업공학과 (공학사)
 1983년 서울대학교 대학원 산업공학과(공학석사)
 1994년 포항공과대학교 대학원 산업공학과(공학박사)
 현 재 한국전자통신연구소 책임연구원
 관심분야: 트래픽 엔지니어링, Wireless ATM



임석구(林錫鳩)

1983년 한국항공대학교 항공전자공학과(공학사)
 1987년 서울대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1987년-1992년 금성정보통신(주)
 1992년-1994년 한국전자통신연구소
 현 재 주성전문대학 전자과 조교수
 한국항공대학교 항공전자공학과 박사과정
 관심분야: 디지털 신호처리, 트래픽 엔지니어링, 시스템 성능분석

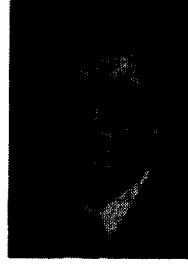


유제훈(柳濟勳)

1980년 건국대학교 전자공학과
(공학사)

1992년 건국대학교 대학원 전자공학
과(공학석사)

현재 한국전자통신연구소 책임연구원
관심분야: 차세대 개인통신 교환기술
연구



이윤주(李允周)

1974년 숭실대학교 전자공학과
(공학사)

1975년 민성전자(주)

1977년 대한통신(주)

1989년 숭실대학교 대학원 전자공학
과(공학석사)

현재 숭실대학교 대학원 전자공학
과 박사과정, 한국전자통신연
구소 책임연구원

관심분야: 디지털통신, 개인통신

〈부록〉 자국호 처리절차에 따른 지연시간 기준

