

TDX-10A 교환기의 AO/DI 서비스 수용 능력 평가

국 광 호[†] · 이 강 원[†] · 홍 선 미^{††} · 김 태 일^{††} · 임 석 구^{†††}

요 약

공중통신망을 통한 데이터 송수신을 효율적으로 제공하기 위하여 AO/DI란 서비스가 제안되고 있다. TDX-10A 교환기에 의해 AO/DI 서비스를 제공하고자 할 때 TDX-10A 교환기의 패킷처리용량이 AO/DI 서비스를 제공하기에 충분한 지를 분석하는 것이 필요하다. 시뮬레이션에 의해 분석한 결과 TDX-10A 교환기의 설계목표치인 50,000 ISDN 가입자가 수용될 때 AO/DI 서비스 가입자의 비율이 29% 정도가 될 때 까지는 현재의 교환기에 의해 서비스될 수 있으나 그 이상이 될 때에는 시스템의 패킷처리용량을 증가시킬 필요가 있음을 알 수 있다.

AO/DI Service Capacity of the TDX-10A Switching System

Kwang-Ho Kook[†] · Kang-Won Lee[†] · Seon-Mi Hong^{††} ·
Tae-Il Kim^{††} · Seog-Ku Lim^{†††}

ABSTRACT

An AO/DI service was proposed to efficiently provide data communication service through the public network. It is planned to provide AO/DI service by the TDX-10A switching system. It is necessary to evaluate the packet handling capacity of the TDX-10A switching system in order to know whether its capacity is sufficient enough to accomodate AO/DI service or not. Simulation results show that TDX-10A switching system can meet GoS(Grade of Service) requirements for AO/DI service until the AO/DI subscription rate of the 50,000 ISDN subscribers becomes 29% .

1. 서 론

현재 전세계적으로 통신 가입자들의 공중망을 통한 데이터 송수신 요구가 급격히 증가하고 있다. 즉, e-mail, fax, file 전송, web browser 등과 같은 서비스들에 대한 수요가 급격히 증가하고 있는 데, 이들 서비스들을 효율적으로 제공하기 위해서 미국과 유럽에서는 N-ISDN 교환기에 의해 제공할 수 있는 AO/DI (Always On/Dynamic ISDN)란 서비스를 개발하여 시범 운영 중이며 곧 상용화할 계획을 가지고 있다.

국내에서도 N-ISDN 교환기인 TDX-10A 교환기에

AO/DI 서비스를 제공하는 데 필요한 기능들을 부가함으로써 AO/DI 서비스를 제공하는 것이 가능한 데, TDX-10A 교환기의 패킷처리용량이 이들 서비스들을 제공하기에 충분한 지를 파악하는 것이 필요하다. 현재까지 PSTN 환경과 이동통신 환경에서 음성호만을 고려한 교환기의 성능 분석들은 행해져 왔으나, AO/DI 서비스를 고려한 교환기의 성능 분석은 전무한 상태이다[1, 2]. 여러 개의 프로세서들로 구성되는 분산제어 구조를 갖는 교환기의 호처리용량은 여러 프로세서들의 CPU 점유율이 90%가 될 때까지 처리할 수 있는 호의 수 중 최소값과 ITU (International Telecommunication Union)에서 권장하고 있는 Q.931 호설정지연시간 등의 여러 지연시간들을 만족시키면서 처리할 수 있는 최대 호의 수 중 적은 값으로 결정된다[2]. 본 논

† 정 회 원 : 서울산업대학교 산업공학과 교수
†† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 라우터구조팀 연구원
††† 정 회 원 : 주성대학 제2공학부 교수
논문접수 : 2000년 5월 22일, 심사완료 : 2000년 9월 7일

문에서는 AO/DI 가입자당 예상되는 트래픽 예측결과 [3]를 토대로 TDX-10A 교환기의 패킷처리용량을 분석함으로써, TDX-10A 교환기에 50,000 ISDN 가입자가 수용된다고 가정할 때 ISDN 가입자중 AO/ DI 서비스를 사용하는 가입자의 비율이 어느 정도 될 때까지 현재의 TDX-10A 교환기에 의해 서비스할 수 있는가를 분석하였다. 분석결과 AO/DI 서비스를 사용하는 가입자의 비율이 29% 정도가 될 때까지는 현재의 TDX-10A 교환기의 패킷처리용량이 충분히 서비스할 수 있지만 그 이상이 되는 경우에는 PHM(Packet Handling Module)의 처리용량을 증대시키는 것이 필요함을 볼 수 있다.

서론에 이어 2절에서는 AO/DI 서비스의 개념과 AO/DI 서비스에 의해 교환기에 부가되는 트래픽에 대해 조사하였으며, 3절에서는 교환기의 각 프로세서들의 CPU 점유율이 90%가 될 때까지 처리할 수 있는 패킷처리용량과 지연시간들을 만족시키면서 처리할 수 있는 패킷처리용량에 대해 기술한다. 마지막으로 4절에서는 결론 및 앞으로의 연구방향에 대해 설명한다.

2. AO/DI 서비스 및 트래픽 특성

AO/DI 서비스는 VIA(Vendor's ISDN Association)에 의해 정의된 네트워크 서비스로서, ISDN BRI(Basic Rate Interface)의 D-채널을 통해 X.25 프로토콜을 사용하여 사용자의 컴퓨터와 인터넷 서비스 제공자(ISP : Internet Service Provider)사이 에 항상 접속을 유지시켜 주는 서비스를 말한다([4]).

D-채널의 대역폭은 9.6 Kbps 이하로 제한되어 있지만 e-mail, 주식정보 검색, 뉴스 검색, 생활정보 검색, 전문정보 검색과 같은 많은 인터넷 서비스들을 제공하기에 충분하다. 인터넷 서비스를 위해 요구되는 대역폭이 D-채널 대역폭을 초과하는 경우, AO/DI 서비스는 동적으로 하나 또는 두개의 B-채널을 사용자와 ISP 사이에 연결함으로써 128 Kbps까지의 대역폭을 제공하게 된다. 한편 요구하는 대역폭이 미리 설정된 한계치(threshold) 이하가 되면 AO/DI 서비스는 할당된 B-채널을 회수한다.

AO/DI 서비스는 필요에 따라서 높은 대역폭을 할당할 수 있는 능력을 갖기 때문에 사용자들에게 보다 경제적인 서비스를 제공할 수 있다. 또한 AO/DI는 필요로 하는 기간 동안만 회선 접속을 유지하므로 통신망

사업자의 회선교환 망을 사용하는 시간을 줄여준다. 그리고 낮은 대역폭을 요구하는 작업들은 통신 사업자의 패킷교환 망에 의해서 처리될 수 있으므로, ISP들은 선로를 추가하지 않고도 더 많은 사용자들을 서비스할 수 있으며, 따라서 선로 사용료와 종단 장치비용들을 절약할 수 있다.

본 논문에서는 기존의 연구결과[3]를 토대로 AO/DI 서비스에 의해서 제공될 수 있는 다양한 인터넷 서비스들이 교환기에 <표 1>과 같은 데이터 트래픽을 부가한다고 가정한다. 예를 들어 인터넷을 통해 뉴스를 검색하는 사용자들은 최번시(busy hour) 1시간동안평

<표 1> 인터넷 서비스들에 의한 최번시의 AO/DI 트래픽

서비스	접속횟수	페이지 평균 검색횟수	B채널 이용 확률	B채널 트래픽 양 (화환)	D채널 이용확률	D채널 트래픽 양 (화환)	평균 트래픽 양
뉴스	0.343	15.15	0.36	50K(0.16) 53.8K(0.16) 70.8K(0.02) 76.6K(0.02) 평균 : 55.21K	0.64	29.2K(0.32) 35K(0.32) 평균 : 32.1K	40.42K
쇼핑	0.303	13.23	0.36	44.6K(0.16) 50.4K(0.16) 65.4K(0.02) 71.2K(0.02) 평균 : 49.81K	0.64	23.8K(0.32) 29.6K(0.32) 평균 : 26.7K	35.02K
전문 정보수집	0.128	24.28	0.28	35.4K(0.18) 67.2K(0.08) 88K(0.02) 평균 : 48.25K	0.72	14.6K	24.02K
생활 정보수집	0.107	18.11	0.208	35.4K(0.198) 872.6K(0.008) 893.4K(0.002) 평균 : 75.85K	0.792	14.6K	27.34K
전자메일/파일전송	0.707	5.56	0.37	40.8K(0.07) 63.4K(0.15) 72.6K(0.12) 93.4K(0.03) 평균 : 64.54K	0.63	10.8K(0.35) 20K(0.28) 평균 : 14.89K	33.26K
게임 / 오락	0.02/0.38	21.79/23.91	0.5185	48.4K(0.3612) 69.2K(0.0903) 90K(0.0075) 188.6K(0.02434) 269.4K(0.01902) 230.2K(0.00472) 251K(0.0004) 885.6K(0.0049) 906.4K(0.0036) 927.2K(0.0009) 948K(0.000076) 1046.6K(0.00026) 1057.4K(0.000192) 1088.2K(0.000048) 1109K(0.000004) 평균 : 83.69K	0.4815	27.6K	56.68K
재태리	0.129	9.04	0.2	30K(0.05) 35.4K(0.05) 35.8K(0.05) 41.2K(0.05) 평균 : 35.6K	0.8	9.2K(0.2) 14.6K(0.2) 15K(0.2) 20.4K(0.2) 평균 : 14.8K	18.96K
뉴스그룹	0.066	9.89	0.1	35.4K(0.05) 41.2K(0.05) 평균 : 38.3K	0.9	5.4K(0.25) 11.2K(0.25) 14.6K(0.2) 20.4K(0.2) 평균 : 12.37K	14.96K

간 0.343회 인터넷을 접속하며 한번 인터넷에 접속한 후 평균적으로 15.15번 뉴스 항목(웹 페이지)을 검색한다. 이때 데이터가 B채널을 통해 전송될 확률은 36%, D채널을 통해 전송될 확률은 64%가 되며, B채널을 통해 웹페이지를 검색할 때 전송되는 데이터 양이 각각 50, 55.8, 70.8, 76.6 Kbyte가 될 확률은 각각 16, 16, 2, 2%가 된다.

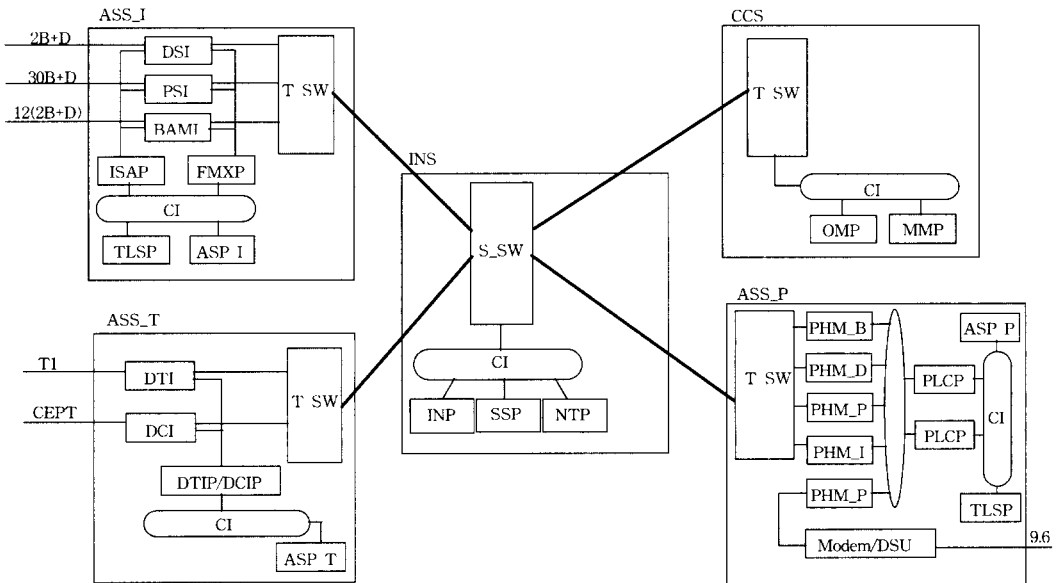
3. TDX-10A 교환기의 패킷처리용량

TDX-10A 교환기에 의해 AO/DI 서비스를 제공하고 자 할 때 TDX-10A 교환기의 패킷처리용량이 이들 서비스들을 제공하기에 충분한 지를 파악하는 것이 필요하다. 일반적으로 교환기의 호처리용량은 교환기를 구성하고 있는 프로세서의 CPU 점유율이 특정한 값에 도달할 때까지 처리할 수 있는 호의 수와 여러 지연시간들을 만족시키면서 처리할 수 있는 최대 호의 수 중

적은 값으로 결정된다[5]. 이때 여러개의 프로세서들로 구성되는 분산제어 구조를 갖는 교환기의 처리용량은 각 프로세서의 처리용량 중 최소값으로 결정된다. 따라서 분산제어 구조를 갖는 TDX-10A 교환기의 패킷 처리용량은 패킷처리에 관련된 여러 프로세서들의 CPU 점유율이 90%가 될 때까지 처리할 수 있는 패킷 처리용량 중 최소값과 ITU에서 권장하고 있는 Q.931 호설정지연시간 등의 여러 지연시간들을 만족시키면서 처리할 수 있는 최대 패킷처리용량 중 적은 값으로 결정된다.

3.1 TDX-10A 교환기의 구조

TDX-10A 교환기는 (그림 1)과 같이 여러 개의 프로세서들로 구성되는 분산제어 구조를 갖는다[6-8]. 즉, ISDN 가입자와의 접속을 제어하는 ASP_I(Access Switching Processor)와 ISAP(ISDN Subscriber Access Processor), FMXP(Frame Multiplex Processor),



- ASS_I/T/P : Access Switching Subsystem for ISDN/Trunk/Packet
- INS : Interconnection Network system
- BAMI : Basic Access Multiplex Interface
- ISAP : ISDN Subscriber Access Processor
- FMXP : Frame Multiplex Processor
- DTI : Digital T1 Interface
- DCI : Digital CEPT Interface
- PLCP : Packet Layer Control Processor
- PHM : Packet Handling Module
- CI : Control Interworking
- CCS : Central Control Subsystem
- ASP : Access Switching Processor
- NTP : Number Translation Processor
- OMP : Operation and Maintenance Processor
- MMP : Man Machine Processor
- DSI : Digital Subscriber Interface
- PSI : Primary Subscriber Interface

(그림 1) TDX-10A 교환기의 제어계 구조

시간 스위치와 신호 서비스 장치를 제어하는 TLSP (Time and Local Service Processor), 번호번역기능을 수행하는 NTP(Number Translation Processor), 공간 스위치를 제어하는 INP(Interconnection Network Processor)와 SSP(Space Switch Processor), 패킷호 처리를 위한 ASP_P, PLCP(Packet Level Control Processor)와 PHM(Packet Handling Module)등의 여러 프로세서들로 구성된다. 그리고 교환기의 용량 증대와 새로운 기능의 추가가 용이하도록 모듈화 개념을 적용하여 ISDN 가입자와의 접속기능을 갖는 ASS_I 서브시스템(Access Switching Subsystem_I), 패킷처리를 위한 ASS_P 서브시스템, 중계선과의 접속기능을 갖는 ASS_T 서브시스템으로 구성된다.

TDX-10A 교환기에 의해 AO/DI 서비스를 제공할 때 우선 가입자들에게 D채널을 접속해 주고 전송되는 데이터 트래픽의 양이 많아지면 B채널을 접속하여 B채널에 의해 데이터를 송수신하게 하고 데이터 트래픽의 양이 적어지면 B채널을 해제한 후 이미 접속상태에 있는 D채널에 의해 데이터를 송수신하게 한다. 따라서 CPU 점유율 관점에서 TDX-10A 교환기의 패킷처리용량을 분석하기 위해서는 먼저 패킷처리에 관련된 여러 프로세서들이 B채널 패킷호를 접속 및 해제하는 데 소요하는 메시지 처리시간과 D채널 패킷호를 접속 및 해제하는 데 소요하는 메시지 처리시간, 그리고 데이터 패킷과 ACK 패킷을 처리하는 데 소요하는 시간들을 산출하는 것이 필요하다. 또한 TDX-10A 교환기는 패킷호뿐만 아니라 음성호도 서비스해야 하므로 음성호를 접속 및 해제하는 데 소요하는 메시지 처리시간을 산출하는 것이 필요하다.

3.2 프로세서들의 메시지 처리시간

TDX-10A 교환기의 성능시험 결과와 각 종류의 호들을 처리하기 위해 필요한 프로세서들 사이의 메시지 흐름도인 호순서도(call sequence chart)[3]를 토대로 하나의 B채널 패킷 자국호와 D채널 패킷 자국호 그리고 음성 자국호를 접속 및 해제하는 데 각 프로세서가 소요하는 총 메시지 처리시간을 산출하면 다음 <표 2>에서 보는 바와 같다. <표 2>에서 ASP_I와 ASP_P는 각각 ASS_I와 ASS_P내에 있는 ASP를 나타낸다.

그리고 하나의 데이터 패킷과 ACK 패킷을 처리하는 데 소요되는 PHM의 처리시간은 다음 <표 3>과 같다.

<표 2> 각 프로세서의 메시지 처리시간

(단위 : ms)

프로세서	B채널 패킷 자국호 접속 및 해제	D채널 패킷 자국호		음성 자국호 접속 및 해제
		접속	해제	
ASP_I	14.784	3.168	-	37.2805
ISAP	25.09	28.95	13.51	32.4
TLSP_I	0.726	-	-	41.4
NTP	2.7	2.7	-	2.16
FMXP	-	5.28	3.36	-
INP	4.05	-	-	2.16
SSP	5.4	-	-	4.32
ASP_P	7.92	4.4	-	-
PLCP	10.56	6.03	3.35	-
PHM	8.6	6.45	4.3	-
TLSP_P	0.726	-	-	-

<표 3> 데이터 패킷 및 ACK 패킷 처리시간

(단위 : ms)

프로세서	처 리 시 간	
	데이터 패킷	ACK 패킷
PHM	2.1475	2.1475

3.3 CPU 점유율 관점에서의 패킷처리용량

TDX-10A 교환기의 패킷처리서브시스템인 ASS_P 내의 각 프로세서들의 패킷처리용량이 AO/DI 서비스를 제공하기에 충분한 지를 분석하기 위해서는 AO/DI 서비스를 사용하게 될 가입자들에 의해 발생될 패킷 트래픽을 예측, 조사하는 것이 필요하다. 이때 TDX-10A 교환기에 입력되는 패킷 트래픽은 TDX-10A 교환기에 의해 서비스되는 ISDN 가입자중 AO/DI 서비스를 사용하게 될 가입자들의 비율을 나타내는 가입율(subscription rate)에 따라 변화할 것이다.

TDX-10A 교환기에 설계 목표치인 50,000 ISDN 가입자가 수용된다고 가정하자. 이때 AO/DI 가입율이 10% 일 때(5,000 AO/DI 가입자)의 각 프로세서의 점유율은 다음과 같이 산출 될 수 있다.

<표 1>로부터 AO/DI를 사용하는 각 가입자당 각각의 서비스별로 최번시에 B채널과 D채널을 통해 웹 페이지를 검색하는 횟수를 산출하면 다음 <표 4>와 같다. <표 4>에서 각 서비스에 의한 채널별 웹 페이지 검색횟수는 <표 1>의 각 서비스별 접속횟수, 접속당 웹 페이지의 검색 횟수, 채널별 이용확률의 곱으로 산출된다.

한편 각 가입자들은 웹 페이지를 검색한 후에 보통 그 내용을 살펴보게 되는 데 이 시간동안에는 데이터

〈표 4〉 각 가입자당 최번시의 AO/DI 서비스별 웹 페이지 검색횟수

AO/DI 서비스	검색 횟수		AO/DI 서비스	검색 횟수	
	B 채널	D 채널		B 채널	D 채널
뉴스	1.871	3.326	게임/오락	0.494	4.585
쇼 평	1.443	2.566	채 테 크	0.233	0.933
전문정보수집	0.877	2.238	뉴스그룹	0.065	0.587
생활정보수집	0.403	1.535	채 텅	0	0
전자메일/파일전송	1.454	2.476	합 계	6.841	18.246

들이 전송되지 않는다. 따라서 AO/DI 서비스 이용시 B채널을 통해 웹 페이지를 검색하는 경우에는 항상 B채널을 접속한 후 데이터의 전송이 이루어지고 전송이 완료된 후에는 B채널의 해제가 이루어진다고 가정한다. 그러므로 최번시에 B채널 패킷 호를 접속 및 해제하는 횟수는 다음과 같이 된다.

$$\text{B채널 패킷호 접속횟수 및 해제횟수 : } 6.841 \times 50,000 \times 0.1 = 34,205 \quad (1)$$

또한 AO/DI 서비스 사용시 각 가입자들은 AO/DI 서비스를 사용하기 위해 D채널을 접속한 후 인터넷 검색등의 서비스 사용을 완료한 후에 D채널을 해제하거나, 또는 해제하지 않고 다음에 AO/DI 서비스를 사용할 때 이미 접속된 D채널을 계속 사용하게 된다. 따라서 각 가입자가 최번시에 D채널을 접속할 확률을 50%라고 가정하고, 10%정도는 최번시에 D채널을 해제한다고 가정한다. 그러면 최번시에 D채널 패킷호를 접속 및 해제하는 횟수는 다음과 같이 된다.

$$\begin{aligned} \text{D채널 패킷호 접속횟수 : } & 50,000 \times 0.1 \times 0.5 = 2,500 \\ \text{D채널 패킷호 해제횟수 : } & 50,000 \times 0.1 \times 0.1 = 500 \end{aligned} \quad (2)$$

따라서 <표 2>와 식 (1), 식 (2)로부터 AO/DI 서비스를 위해 B채널과 D채널을 접속하고 해제하는 데 소요되는 각 프로세서별 처리시간은 다음 <표 5>와 같이 됨을 알 수 있다. <표 5>에서 ASP_I의 처리시간은 $513,600ms (= 14.784 \times 34,205 + 3.168 \times 2,500 + 0 \times 500)$ 로 산출된다.

한편 <표 4>로부터 최번시에 AO/DI 서비스 가입자당 서비스별 채널별 웹 페이지 검색횟수를 알 수 있고 <표 1>로부터 서비스별 웹 페이지 검색시 각 채널을 통해 전송되는 평균 패킷의 양을 알 수 있으므로 최번

시에 AO/DI 서비스 가입자 당 각 채널을 통해 전송되는 총 패킷의 양을 산출할 수 있다. 이들을 정리하면 <표 6>과 같이 되는 데 <표 6>에서 B채널과 D채널을 통한 뉴스의 트래픽은 각각 $103.30Kbps (= 1.871 \times 55.21)$ 와 $106.77Kbps (= 3.326 \times 32.1)$ 가 된다.

〈표 5〉 프로세서별 B채널과 D채널을 접속하고 해제하는 데 소요되는 총 처리시간

프로세서	처리시간(ms)	프로세서	처리시간(ms)
ASP_I	513,600	ISAP	937,322
TLSP_I	24,833	NTP	99,102
TLSP_P	24,833	FMXP	14,880
INP	138,529	SSP	184,705
ASP_P	281,901	PLCP	377,950
PHM	312,425		

〈표 6〉 AO/DI 가입자 당 전송되는 총 패킷의 양 (단위 Kbps)

서비스	B채널 트래픽	D채널 트래픽
뉴스	103.30	106.77
쇼 평	71.88	68.51
전문정보수집	42.32	32.94
생활정보수집	30.57	22.41
전자메일/파일전송	93.84	36.88
게임	1.93	0.58
오락	39.42	12.06
채테크	8.29	13.81
뉴스그룹	2.49	7.26
채텅	0	0.07
합계	394.04	301.29

TDX-10A 교환기내에서 하나의 데이터 패킷의 길이는 128 byte가 되므로 1Kbyte의 데이터는 8개의 데이터 패킷에 의해 전송되게 된다. 따라서 최번시에 B채널과 D채널을 통해 전송되는 총 데이터 패킷의 수는 <표 6>으로부터 다음과 같이 됨을 알 수 있다.

$$(394.04 \times 50000 \times 0.1 + 301.29 \times 50000 \times 0.1) \times 8 = 27,813,200 \quad (\text{데이터 패킷/시간}) \quad (3)$$

또한 2개의 데이터 패킷을 전송한 후 하나의 ACK 패킷이 전송된다고 가정하면 ACK 패킷의 수는 $13,906,600 (= 27,813,200 / 2)$ (ACK 패킷/시간)이 되므로, <표 3>으로부터 데이터 패킷과 ACK 패킷을 전송하는 데 소요되는 PHM 프로세서의 처리시간을 다음과 같이 산출할 수 있다.

PHM의 처리시간 : $(27,813,200 + 13,906,600) \times 2.1475 = 89,593,271(ms)$ (4)

한편 음성 자국호를 TDX-10A 교환기의 목표치인 시간당 540,000호를 처리해야 한다고 가정한다면 음성 자국호를 처리하는 데 필요한 프로세서 처리시간은 <표 2>로부터 <표 7>과 같이 된다. <표 7>에서 ASP_I의 처리시간 20,131,470ms(= 540,000×37.2805)로 산출된다.

<표 7> 음성 자국호 접속 및 해제에 필요한 메시지 처리시간

프로세서	합 계	프로세서	합 계
ASP_I	20,131,470	ISAP	17,496,000
TLSP_I	22,356,000	NTP	1,166,400
INP	1,166,400	SSP	2,332,800

따라서 <표 6>, 식 (4), <표 7>로부터 TDX-10A 교환기가 50,000 ISDN 가입자를 수용하고 AO/DI 서비스의 가입율을 10%라고 가정할 때 필요한 각 프로세서의 처리시간은 다음과 같이 된다.

<표 8> TDX-10A 교환기의 프로세서별 총 처리시간

프로세서	총 처리시간	프로세서	총 처리시간
ASP_I	20,645,070	ISAP	18,433,322
TLSP_I	22,380,833	NTP	1,265,502
INP	1,304,928	SSP	2,517,505
ASP_P	281,900	PLCP	377,950
PHM	89,905,696	TLSP_P	24,833
FMXP	14,880		

한편 ASP_I는 각각의 ASS_I 서브시스템에 하나씩 있으므로 TDX-10A 교환기가 32개의 ASS_I 서브시스템으로 50,000 ISDN 가입자를 수용한다고 하면 AO/DI 서비스의 가입율이 10%라고 할 때 ASP_I 프로세서 점유율은 다음과 같이 산출된다.

$20,645,070 / (32 \times 3,600,000) = 0.1792$ (5)

ISAP, TLSP_I, FMXP도 ASS_I 서브시스템에 각각 하나씩 있으며 SSP와 PLCP는 전체 시스템에 각각 4개 PHM은 전체 시스템에 120개가 있으므로 식 (5)와 유사한 방법으로 각 프로세서의 점유율을 산출할 수 있다.

위와 동일한 방법으로 AO/DI 서비스의 가입율이 각각 15%, 20%, 25%, 30%일 때의 프로세서 점유율을

산출하면 다음 <표 9>와 같다.

<표 9> TDX-10A 교환기의 프로세서별 점유율

	AO/DI 서비스 가입율(%)				
	10	15	20	25	30
ASP_I	17.92	18.14	18.37	18.59	18.81
ISAP	16.00	16.41	16.81	17.22	17.63
TLSP_I	19.43	19.44	19.45	19.46	19.47
NTP	35.15	36.53	37.91	39.28	40.66
INP	36.25	38.17	40.10	42.02	43.94
SSP	17.48	18.12	18.77	19.41	20.05
ASP_P	7.83	11.75	15.66	19.58	23.49
PLCP	2.62	3.94	5.25	6.56	7.87
PHM	20.81	31.21	41.62	52.02	62.42
TLSP_P	0.69	1.03	1.38	1.72	2.07

<표 9>로부터 TDX-10A 교환기에 50,000 ISDN 가입자가 수용될 때 패킷교환서브시스템내의 각 프로세서의 점유율이 90%가 될 때까지 처리할 수 있는 AO/DI 서비스의 가입율은 다음 <표 10>과 같이 됨을 알 수 있다.

<표 10> 각 프로세서들이 처리할 수 있는 AO/DI 서비스의 가입율

프로세서	가입율(%)
ASP_P	100
PLCP	100
PHM	43.25
TLSP_P	100

따라서 프로세서의 점유율 관점에서 살펴볼 때 <표 10>으로부터 PHM 용량의 제약에 의해 AO/DI 서비스의 가입율이 약 43.25% 정도가 될 때까지만 처리할 수 있음을 알 수 있다. 즉 패킷교환서브시스템의 용량을 증가시키기 위해서는 PHM의 용량을 증가시킬 필요가 있음을 볼 수 있다.

3.4 지연시간 관점에서의 패킷처리용량

교환기의 패킷처리용량을 산출하기 위해서는 각 가입자들에게 요구되는 서비스품질들을 만족시켜줄 수 있으면서 처리할 수 있는 최대 패킷처리용량을 산출하는 것이 필요하다. 본 논문에서는 패킷교환 서비스와 관련된 서비스품질로서 다음과 같은 지연시간들을 고려한다.

- Q.931 호설정지연시간 : 발신측 DTE(Data Terminal

Equipment)로부터 SETUP 메시지를 수신한 순간부터 발신측 DTE로 CONNECT 메시지를 송출할 때까지의 지연시간

- X.25 호 요구 지연시간 : 발신측 DTE로부터 X.25 CR (Call Request) 패킷을 수신한 순간부터 X.25 IC(Incoming Call) 패킷을 착신측 DTE로 송출할 때까지의 지연시간
- 데이터 패킷 전송 지연시간 : 발신측 DTE로부터 데이터 패킷을 수신한 순간부터 착신측 DTE로 그 데이터 패킷을 송신할 때까지의 지연시간

이들 지연시간들에 대해 ITU에서 권고하는 기준값들을 살펴보면 다음 <표 11>에서 보는 바와 같다[9]. <표 11>에서 기준부하 B하에서의 지연시간들은 최대 패킷처리용량하에서의 지연시간들을 나타낸다. 그리고 기준부하 A의 1.35배가 기준부하 B가 된다.

<표 11> 패킷교환 서비스 지연시간의 ITU 권고안

QOS 항목	기준부하 A		기준부하 B	
	평균	95%	평균	95%
Q.931 호설정지연시간	600ms	800ms	900ms	1200ms
X.25 호 요구 지연시간	600ms	800ms	900ms	1200ms
데이터 패킷 전송 지연시간	200ms	400ms	350ms	700ms

본 절에서는 실제로 B채널 자국호, D채널 자국호 그리고 음성 자국호를 처리하기 위해서 각 프로세서가 메시지들을 처리하는 과정을 시뮬레이션 언어인 ARENA를 사용하여 시뮬레이션 프로그램으로 작성하고, 교환기에 입력되는 트래픽 부하를 변화시키면서 위 지연시간 항목들에 대해 분석함으로써 어느 정도의 트래픽까지 지연시간들을 만족시키면서 처리할 수 있는지를 조사하여 TDX-10A 교환기의 패킷처리용량을 산출하고자 한다.

이때 시뮬레이션을 위한 가정은 다음과 같다.

- 1) TDX_10A 교환기는 32개의 ASS_I, 1개의 ASS_P 서브시스템으로 구성된다.
- 2) 음성 자국호는 포아송 분포에 따라 도착하며 32개의 ASS_I 서브시스템 중 임의의 ASS_I에서 발신하여 임의의 ASS_I로 착신한다.
- 3) <표 1>의 트래픽 특성을 갖는 각각의 AO/DI 서비스는 포아송 분포에 따라 도착하며 임의의 ASS_I에서 발생하여 임의의 ASS_I로 착신한다. 그리고 각 서비스별 웹 페이지 검색횟수는 포아송 분포를

따르며 웹 페이지 검색 사이의 시간간격은 평균이 35초인 지수분포를 따른다.

- 4) 새로 도착한 AO/DI 서비스 중 50%는 D채널을 접속하며 AO/DI 서비스 사용을 완료 후 10%는 D채널을 해제한다. B채널을 통해 웹 페이지를 검색하는 경우에는 항상 새로운 B채널을 접속하며 검색이 끝난 후에는 B채널을 해제한다.
- 5) 발신과 착신에 관련된 PLCP는 4개의 PLCP 중에서 각각 임의로 선택되며 PHM은 120개의 PHM 중에서 각각 임의로 선택된다. 그리고 SSP는 4개의 SSP 중에서 각각 임의로 선택된다.
- 6) B채널 패킷호는 64Kbps의 속도로 PHM에 도착하며(패킷도착간격시간은 15.6msec) D채널 패킷호는 9.6Kbps의 속도로 PHM에 도착한다(패킷도착간격시간은 104.2msec).

다음 <표 12>는 TDX-10A 교환기에 50,000 ISDN 가입자가 수용되고, 음성 자국호가 교환기의 목표치인 540,000호만큼 부가된다고 할 때 AO/DI 서비스의 가입율이 각각 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 43% 일 때 시뮬레이션에 의해 산출된 각 프로세서들의 평균 CPU 점유율을 나타낸다. 이때 시뮬레이션 결과들은 2000초 동안 시뮬레이션을 수행한 후 처음 1000초 동안은

<표 12> AO/DI 서비스 가입율에 따른 각 프로세서의 점유율

프로세서	AO/DI 서비스 가입율(%)							
	10	15	20	25	30	35	40	43
ASP_I	18.59	18.79	18.99	19.27	19.53	19.74	19.99	20.06
ISAP	16.02	16.43	16.86	17.38	17.87	18.35	18.82	18.92
TLSP_I	19.96	19.96	19.97	20.01	20.06	20.02	20.08	20.1
NTP	35.14	36.42	37.78	39.39	40.89	42.46	43.91	44.23
INP	36.11	37.79	39.62	41.68	43.64	45.77	47.62	48.07
SSP	17.4	17.95	18.57	19.26	19.92	20.62	21.25	21.4
ASP_P	8.27	11.87	15.68	19.94	23.94	28.57	31.26	33.2
PLCP	2.88	4.15	5.47	6.97	8.37	9.97	11.27	11.55
PHM	22.75	31.95	42.37	53.81	64.39	76.96	87.19	90.2
TLSP_P	0.7	1.01	1.34	1.7	2.04	2.44	2.75	2.83

warm-up 기간으로 삭제하고 나머지 1000초 동안의 결과를 나타낸다.

<표 12>로부터 각각의 트래픽 부하 상태하에서 시뮬레이션에 의해 얻어진 각 프로세서의 점유율은 <표 9>의 메시지 처리시간을 토대로 산출한 프로세서 점유율과 비슷한 값들을 가짐을 볼 수 있다.

다음 <표 13>은 각각의 트래픽 부하 상태하에서 각

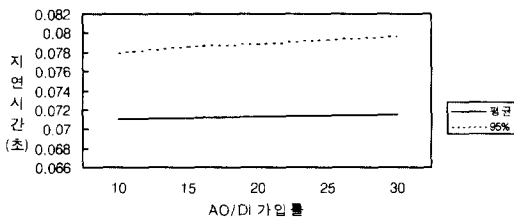
지연시간 항목들에 대해 시뮬레이션에 의해 산출된 결과들을 보여준다. 표에서 95% 지연시간은 전체 지연시간 중에서 95%가 그 값보다 적은 경우를 나타낸다.

〈표 13〉 시뮬레이션에 의한 지연시간 산출결과

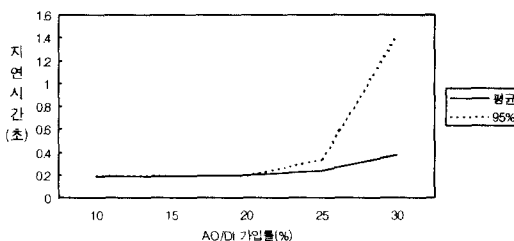
(단위 : ms)

AO/DI 가입율(%)	Q.931 호 설정 지연시간		X.25 호 요구 지연시간		데이터 패킷 전송 지연시간	
	평균	95%	평균	95%	평균	95%
10	71.112	77.917	189.814	199.209	2.445	4.042
15	71.229	78.706	191.342	199.604	4.067	4.697
20	71.286	78.908	196.784	201.221	6.063	5.983
25	71.454	79.337	234.765	331.084	22.392	100.637
30	71.568	79.696	378.299	1,405.502	65.078	416.803
35	71.681	80.177	1,127.227	4,774.43	258.687	1,288.013
40	71.963	80.411	3,096.598	12,521.15	735.367	3,384.78
43	71.979	80.44	6,131.014	23,606.3	1,947.477	5,224.01

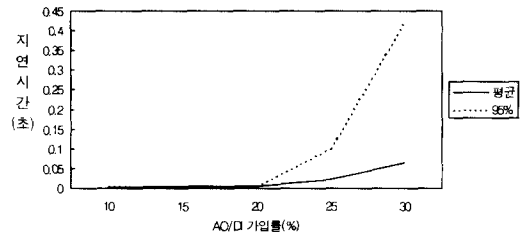
(그림 2)~(그림 4)는 AO/DI 가입율에 따른 각각의 지연시간 항목들의 평균값과 95% 값의 변화를 보여준다. AO/DI 가입율이 증가함에 따라 Q.931 호 설정 지연시간은 큰 변화가 없으나 X.25 호 요구 지연시간과 데이터 패킷 전송 지연시간은 95% 값들이 급격히 증가함을 볼 수 있다. (그림 4)로부터 X.25 호 요구 지연시간은 TDX-10A 교환기에 50,000 ISDN 가입자가 수용될 때 AO/DI의 가입율이 약 29%가 될 때까지는 95%값이 1200ms 이하가 됨을 볼 수 있다. 따라서 지연시간 관점에서 볼 때 AO/DI의 가입율이 29%가 될



(그림 2) AO/DI 가입율에 따른 Q.931 호 설정 지연시간



(그림 3) AO/DI 가입율에 따른 X.25 호 요구 지연시간



(그림 4) AO/DI 가입율에 따른 데이터 패킷 전송 지연시간

때까지(AO/DI 가입자가 14,500명이 될 때까지) 현재의 TDX-10A 교환기의 패킷처리서비스시스템 이 충분히 처리할 수 있음을 알 수 있다.

3.5 패킷처리용량 산출

분산제어 구조를 갖는 교환기의 호처리용량은 교환기를 구성하고 있는 프로세서들의 CPU 점유율이 90%가 될 때까지 처리할 수 있는 호의 수와 ITU에서 권장하고 있는 여러 지연시간들을 만족시키면서 처리할 수 있는 최대 호의 수 중 적은 값으로 정의된다. 따라서 <표 13>으로부터 TDX-10A 교환기의 패킷처리서비스시스템은 PHM의 CPU 점유율이 60.3%가 되는 AO/DI의 가입율이 29%가 될 때까지 지연시간 항목들을 모두 만족시킬 수 있으리라 예측되므로 현재의 TDX-10A 교환기로는 AO/DI의 가입율이 29%가 될 때까지 처리할 수 있음을 알 수 있다.

그리고 <표 12>로부터 PLCP의 처리용량은 충분하다고 생각되므로 TDX-10A 교환기의 패킷처리용량을 증가시키기 위해서는 PHM의 성능을 향상시키는 것이 필요하다고 예측된다.

4. 결 론

E-mail, fax, file 전송, web browser 등과 같은 서비스들은 N-ISDN 교환기에 의해 제공할 수 있는 AO/DI 서비스에 의해 효율적으로 제공될 수 있다. 이러한 관점에서 본 논문에서는 국내에서 개발된 N-ISDN 교환기인 TDX-10A 교환기가 AO/DI 서비스를 제공할 수 있는 능력을 분석하였다.

분석 결과 현재의 시스템에 의해서는 TDX-10A 교환기에 50,000 ISDN 가입자가 수용될 때 AO/DI 서비스의 가입율이 29% 정도(14,500 AO/DI 가입자)가 될

때까지 만족할 만한 서비스 품질을 제공할 수 있음을 알 수 있었다. 그리고 TDX-10A 교환기의 패킷처리용량을 증대시키기 위해서는 PHM의 성능을 향상시키는 것이 필요함을 알 수 있었다.

한편 본 논문에서는 자국호만을 고려하였지만 교환기의 프로세서들이 자국호, 입중계호, 출중계호, 중계호들을 처리하는 데 소요되는 시간이 다소 다르므로 실제 교환기의 패킷 처리용량은 이들의 혼합비율을 고려하여 트래픽을 발생시키면서 분석하는 것이 필요하다. 그러나 <표 8>과 식 (4)로부터 PHM의 소요시간중 99.6%는 데이터 패킷과 ACK 패킷을 처리하는 데 소요되므로 호 유형을 고려하더라도 본 논문에서 산출한 결과와 큰 차이가 없을 것으로 생각된다.

그러나 본 논문의 분석결과는 <표 1>과 같은 AO/DI 서비스들의 트래픽 예측치에 매우 민감하므로 향후 AO/DI 서비스들의 트래픽 값들이 보다 정확하게 추출된다면 이 값들을 토대로 TDX-10A 교환기의 AO/DI 서비스 수용능력을 분석할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Il-Woo Lee, Kee-Seong Cho, Seung-Hee Kim, Han-Kyoung Kim, and Seog-Koo Lim, "Performance Analysis of Mobile Exchange Control Network with Computer Simulation," *IEICE Transaction on Communications*, Vol.E80-B, No.2, pp.207~316, February 1997.
- [2] 이재섭, 정택원, 국광호, 노승계, 류병한, 백장현, 임석구, TDX-10 성능 평가, 한국전자통신연구원, 1994.
- [3] 한국전자통신연구원, "ISDN 서비스 트래픽 조사 및 특성분석에 관한 연구", 최종연구보고서, 1999. 12.
- [4] AO/DI, <http://telenetworks.com/teaodi.html>.
- [5] G. Hebuterne, *Traffic Flow in Switching Systems*, Artech House, Boston and London, 1987.
- [6] 김성환, "패킷 기술 1", Korea ISDN '99(한국 ISDN 포럼 학술대회 논문집), pp.666-687, 1999. 8.
- [7] 한국통신, TDX-10A Packet Service, KT 문서, 1998.
- [8] LG정보통신(주), "TDX-10 개량형 TLSP(TSP+LSP)의 성능분석," TDX-10 개량모델 상재 SPEC, Vol. 6, 1994. 5. 25.

[9] CCITT, Blue Book Vol.VI.5, Recommendation Q.543.



국 광 호

e-mail : khkook@plazal.snut.ac.kr

1979년 서울대학교 산업공학과 졸업(학사)

1981년 서울대학교 대학원 산업공학과(공학석사)

1989년 Georgia Institute of Technology 대학원 산업공학과(공학박사)

1989년~1993년 한국전자통신연구소 TDX개발단 선임연구원

1993년~현재 서울산업대학교 산업공학과 부교수
관심분야 : 통신시스템 트래픽 제어 및 성능평가



이 강 원

e-mail : kwlee@plazal.snut.ac.kr

1980년 서울대학교 산업공학과 졸업(학사)

1982년 서울대학교 대학원 산업공학과(공학석사)

1985년 캔자스 주립대학 대학원 산업공학과(공학박사)

1985년~1989년 한국전자통신연구소 TDX개발단 선임연구원

1989년~현재 서울산업대학교 산업공학과 교수
관심분야 : ATM, 이동통신시스템 트래픽 제어 및 성능평가, 신뢰도 분석



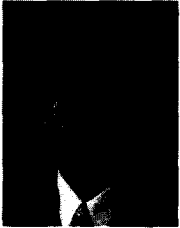
홍 선 미

e-mail : smhong@etri.re.kr

1988년 충남대학교 계산통계학과(이학사)

1988년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원, 라우터구조팀 근무

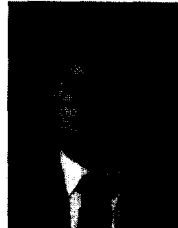
관심분야 : 고속라우터, 지능망, 망관리



김 태 일

e-mail : tikim@etri.re.kr
1983년 숭실대학교 전자계산학과
(공학사)
1992년 정보처리기술사 자격 취득
1983년~현재 한국전자통신연구원
책임연구원, 라우터구조
팀장

관심분야 : 고속라우터, 지능망, 망관리, 개방형 네트워크



임 석 구

e-mail : sklim@namecom.jsc.ac.kr
1983년 한국항공대학교 항공전자
공학과(공학사)
1987년 서울대학교 대학원 전자
공학과(공학석사)
1999년 한국항공대학교 항공전자
공학과(공학박사)

1987년~1992년 LG정보통신(주)
1992년~1994년 한국전자통신연구원
1994년~현재 주성대학 제2공학부장, 부교수
관심분야 : IMT-2000 시스템 성능분석, 트래픽 엔지니어링