

TDX-10 Packet Handler의 성능 분석

전 경표, 류 병한

TDX 개발단

한국전자통신연구소

대전 대덕연구단지 사서함 8호

T.(042) 820-6888, FAX.(042) 861-1033

요 약

ISDN으로 통합되고 있는 중요한 서비스 중의 하나가 데이터의 효율적인 전달을 위한 패킷모드 서비스이다. 이 패킷모드 서비스는 융통성 있는 대역폭 할당이 가능하고 하나의 물리적 채널을 동시에 복수개의 논리적 채널로 사용할 수 있다. CCITT 권고안 X.31은 현존하고 있는 X.25 패킷 터미널을 ISDN으로의 액세스를 지원하기 위한 두 가지의 시나리오를 설명하고 있다. ISDN 교환기로서 개발되고 있는 TDX-10 전자교환기는 패킷처리기(Packet Handler)가 ISDN내에서 패킷모드 서비스를 제공하는 X.31의 Case B를 채택하고 있다.

본 논문에서는 모든 패킷 트래픽이 집중되어 처리되는 패킷처리기 역할을 하는 패킷처리 서브시스템(Packet Handling Subsystem)의 구조를 간략하게 설명하였다. 또한 TDX-10 패킷처리기의 성능을 제시하기 위하여 패킷처리기를 큐잉 네트워크를 이용하여 모델링하고, SLAM II를 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 그 결과 부가된 트래픽 변화에 따른 각 프로세서의 CPU 점유율 및 입력큐에서의 평균 대기시간, X.25 호 요구 지연시간과 데이터 패킷 전송 지연시간 등을 분석하고 이를 근거로 TDX-10 패킷교환 시스템의 패킷호 처리용량을 제시하였다.

I. 서 론

ISDN(Integrated Services Digital Network)으로 통합되고 있는 중요한 서비스 중의 하나가 데이터의 효율적인 전달을 제공하는 패킷모드 서비스이다. 많은 응용부분에 대해서 패킷교환은 명확한 장점을 가지고 있는데, 특히 융통성 있는 대역폭 할당과 가상연결 개념에 의하여 하나의 물리적 채널을 동시에 복수개의 논리적 채널로 사용할 수 있다.

CCITT(The International Telegraph and Telephone Consultative Committee) 권고안

X.31은 ISDN에 정합되는 X.25 패킷 터미널을 지원하기 위한 두가지의 시나리오를 설명하고 있다. Case A 또는 최소통합(minimum integration) 시나리오와 Case B 또는 최대통합(maximum integration)이다. Case A에는 PSPDN(Packet Switched Public Data Network)에 액세스하는 회선교환에 대한 것이며 ISDN은 단지 X.25 터미널과 PSPDN 노드 사이의 물리적 연결만을 제공한다. Case B에는, ISDN에서의 가상 회선 서비스(virtual circuit service)의 액세스로서 패킷처리가 ISDN내에 제공된다. B_채널과 D_채널을 통하여 패킷모드 액세스가 제공되고, 일단 X.25 패킷 터미널과 ISDN내의 한 패킷처리기 사이에 물리적 연결이 설정되면, X.25 패킷 레이어 절차를 사용하여 가상호들이 설정될 수 있다.

우리나라에서는 TDX-10 교환시스템의 구조와 구현이 ISDN 교환기로서 개발되고 있는데, ISDN의 maximum functionality와 enhanced capabilities를 제공하기 위해서 TDX-10에서의 패킷교환의 구현은 X.31의 Case B에 근거하고 있다. 이 접근방법은 TDX-10이 광범위한 ISDN 패킷모드 서비스를 제공하는 것을 가능하게 한다.

본 논문은 I장의 서론에 이어서 II장에서는 패킷트래픽이 집중되어 처리되는 패킷처리기의 역할을 하는 패킷처리 서브시스템의 구조를 간략하게 설명하고, III장에서는 TDX-10 시스템에 있는 패킷처리기의 성능을 제시하기 위하여 패킷처리기를 큐잉 네트워크를 이용하여 모델링하고, SLAM II를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 그 결과 부가된 트래픽 변화에 따른 각 프로세서의 CPU 점유율 및 입력큐에서의 평균 대기시간, X.25 호 요구 지연시간(X.25 Call Request Delay Time)과 데이터 패킷 전송 지연시간(Data Packet Transfer Delay Time) 등을 분석하고 이를 근거로 IV장에서는 TDX-10 패킷교환 시스템의 패킷호 처리용량을 제시하였다.

II. 패킷처리기(Packet Handler)

1. 시스템 구조

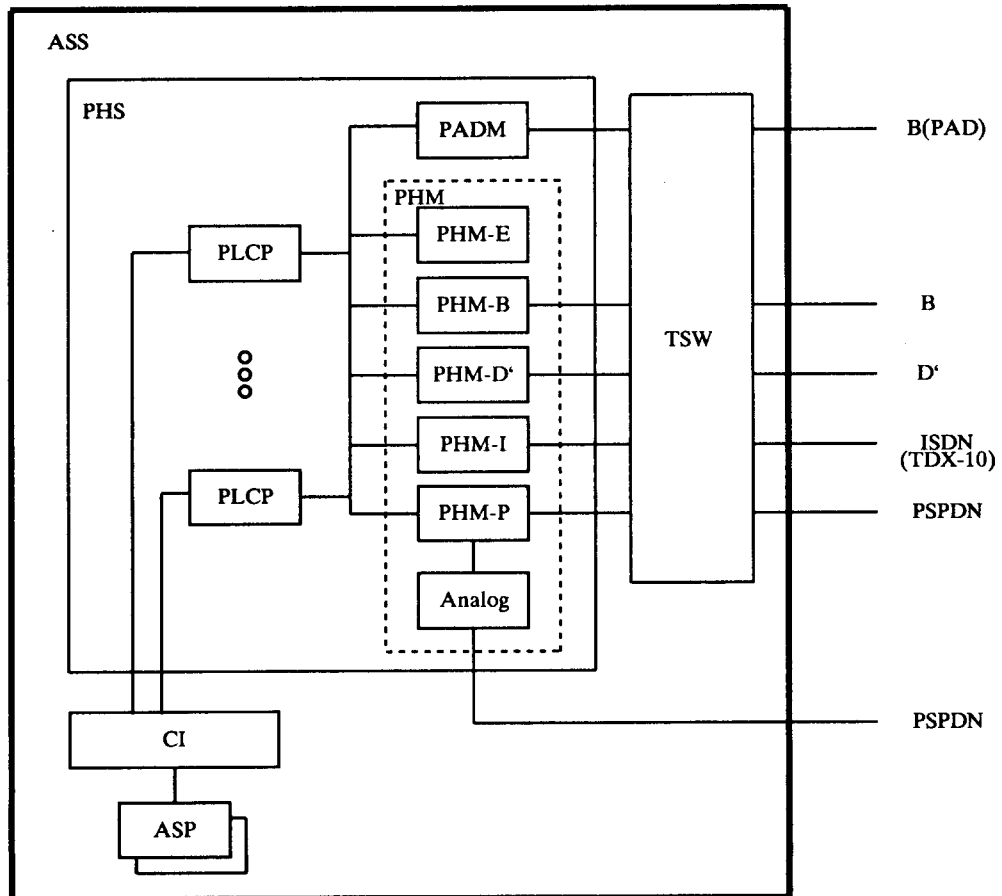
TDX-10 시스템에의 ISDN 기능 실현의 한 부분으로서 ASS-P가 도입되는데, ASS-P는 패킷교환을 위해 기능적으로 집중화되어 있어서 모든 패킷 트래픽은 이 ASS-P에서 처리된다. 패킷교환 기능의 집중화로 인하여 현재상태에서는 TDX-10 시스템에는 오직 한개의 ASS-P가 존재한다. 그러므로 ISDN 가입자에 대하여 실질적인 패킷교환은 ASS-P에서 수행하게 된다. 다른 ASS의 공통적인 구성요소 이외에도 ASS-P는 패킷처리기의 역할을 하는 패킷처리 서브시스템을 포함하고 있고 이 패킷처리 서브시스템이 X.25 및 X.75 프로토콜과 같은 패킷 프로토콜의 레이어 2 및 레이어 3 기능을 주로 처리한다.

패킷처리 서브시스템을 포함하고 있는 ASS-P의 시스템 구조는 <그림 1>에서 보는 바와 같다. 패킷처리 서브시스템은 PLCP, PHM 그리고 PADM 등으로 구성되는데 그들의 프로토콜 처리능력에 따라서 기능적으로 분산되어 있다.

ASP-P는 T-S-T 스위칭 네트워크를 통하여 ASS-I와 ASS-P 사이의 물리적인 경로를 설정하고 해제한다. PLCP는 가상호 설정 및 해제, 루팅 데이터의 관리 등과 같은 X.25 프

로토콜의 레이어 3 기능을 제어하고 또한 패킷호 타당성 검사 및 논리채널 관리 등의 기능을 수행한다. X.25 및 X.75 프로토콜은 PHM에서 처리된다. 레이어 2 기능은 MK5025 칩에 의해서 수행되고 레이어 3 기능은 패킷호 설정 및 해제의 p-상태, 데이터 패킷 전송 중 리셋 관련인 d-상태 그리고 오류회복 상태의 리스타트 관련인 r-상태에 따라 처리된다.

PHM은 B_채널 및 D_채널의 채널형태와 호종류에 따라 PHM-B, PHM-D, PHM-P, PHM-I 그리고 PHM-E로 분류된다. PHM-B에는 8 사용자까지 연결가능하며 PHM-I는 TDX-10간의 패킷호를 처리하며 PHM-P는 PSPDN과의 연동을 위해 사용된다. 패킷호 처리능력을 증대시키기 위해서 복수개의 패킷처리 서브시스템을 ASS-P에 설치할 수 있는데 이러한 경우에 이 패킷처리 서브시스템들을 상호연결하기 위해서 PHM-E가 사용된다. 이러한 프로세서들 사이의 메시지 교환은 IPC 네트워크나 P-bus를 통하여 이루어진다. 즉, ASP-P는 IPC 네트워크의 관문노드에 의해 TDX-10내의 다른 상위레벨 프로세서들과 통신이 가능하며 또한 동일 IPC 네트워크에 연결된 PLCP와 통신이 가능하다. PLCP는 IPC 네트워크를 통해서 ASP-P와 통신이 가능하고 P-bus를 통해서 PHM과의 통신이 가능하다.



<그림 1> TDX-10 패킷교환 시스템 구조

2. 패킷호 진행과정

B_채널 및 D_채널 패킷모드 액세스를 위한 절차는 앞절에서 간략하게 설명하였다. 본 절에서는 ASS-P에서 수행되는 패킷호 처리과정중에서 호 설정과정을 설명한다. DSI와 T-S-T 스위칭 네트워크를 통하여 DTE와 패킷처리 서브시스템 사이에 물리적 경로가 연결된 후에 PHM은 LAPB 절차에 따라서 링크를 설정하게 되고, 발신측 DTE로부터 호요구(Call Request:CR) 패킷을 수신한 PHM으로부터 패킷호 제어가 시작된다. 그리고 PHM은 호요구 패킷의 기본 형태를 검사하여, 호 타당성 검사에 필요한 정보를 PLCP로 보낸다. PLCP는 발신측 DTE와 관련된 논리채널 번호와 발.착신측 DTE 주소, optional 사용자 설비코드를 저장한 후에 착신 주소의 번호번역을 NTP에게 요구하게 된다.

PLCP는 NTP로부터 번호번역 결과를 수신하자마자, 번호번역 결과와 함께 착신측 PHM으로 메시지를 전송한다. 착신측 PHM도 입중계호(Incoming Call:IC) 패킷의 타당성 검사를 위해 필요한 정보를 PLCP로 보내게 되고 그 결과를 착신측 PHM으로 전송한다. 만일 착신측 PHM이 PLCP로부터 긍정적인 응답을 수신하게 되면 입중계호 채킷을 착신측 DTE로 보낸다. 이러한 호 설정과정 이전에 I.451(Q.931) 프로토콜에 의해서 착신측 DSI와 DTE사이에 물리적 경로는 설정되어진다. 착신측 DTE는 착신측 PHM으로 호수락(Call Accepted:CA) 패킷을 전송하게 되고, 그 역순으로 호연결(Call Connected:CC) 패킷이 발신측 PHM에서 발신측 DTE로 전송되어 관련 가상호는 데이터 패킷 전송상태가 된다.

III. 성능분석

교환시스템의 성능은 가입자 관련 서비스 품질을 만족하면서 부가된 트래픽을 수용할 수 있는 용량수준이라고 말할 수 있다. 본절에서는 TDX-10 시스템이 패킷교환 서비스를 제공하는 경우에 패킷처리 서브시스템의 큐잉 네트워크 모델을 토대로 SLAM II(Simulation Language for Alternative Modeling II)[6]를 이용하여 패킷처리 서브시스템의 성능을 분석하고자 한다. 즉, 부가된 트래픽에 따른 패킷교환 시스템내의 프로세서별 입/출력 큐의 평균 큐길이 및 평균 대기시간들과, X.25 호 요구 지연시간 및 데이터 패킷 전송 지연시간 등의 분석을 통하여, 패킷교환 시스템내의 프로세서들의 패킷호 처리능력을 평가하고 TDX-10 시스템의 패킷호 처리용량을 평가하고자 한다. 이때 패킷교환 시스템내에서의 지연시간은 B_채널 패킷호인 경우보다는 D_채널 패킷호인 경우에 더 크게되므로 패킷교환 시스템으로 부가되는 트래픽이 D_채널 패킷호인 경우에 대해서만 시뮬레이션을 수행하였다.

1. 시뮬레이션 모델

TDX-10 패킷교환 시스템의 제어제는 앞에서 언급한 바와 같이 ASP-P, PLCP, PHM과 같은 여러개의 프로세서들로 구성되며 이들 프로세서 간에는 IPC 네트워크, P-bus를 통하여 메시지 통신을 수행한다. 따라서 이들 프로세서들과 IPC 네트워크, P-bus를 각각 서버(server)로 간주하고 프로세서 사이의 메시지 교환을 고려하여, 패킷교환 시스템의 제어제를

<그림 2>와 같은 큐잉 네트워크 모델로 모형화할 수 있다.

이와 같은 큐잉 네트워크 모델을 SLAM II를 사용하여 분석하려면 각 프로세서들이 메시지를 처리하는데 소요되는 시간과 프로세서 사이에 메시지가 전송되는데 소요되는 시간 및 전송방법 등에 대한 데이터가 필요한데 이들을 다음과 같이 가정하였다.

- o 호 발생 간격 : 호는 도착률이 λ 인 포아송 과정에 따라 발생한다.
 - o 호당 데이터 패킷수
 - . 데이터 패킷 ; 30
 - . Ack 패킷 ; 15(=30/2)
 - o RTC(Real Time Clock) 인터럽터 주기
 - . 상위 레벨 프로세서 ; 6 msec
 - . 하위 레벨 프로세서 ; 8 msec
 - o 전송속도
 - . ASS IPCU, IIPCU, INS IPCU, CIPCU ; 10 MHz
 - . 프로세서 U_link ; 1.25 MHz
 - . 광 섬유 링크(Fiber Optic Link) ; 2.048 MHz
 - . P-bus ; 10 MHz
 - o IPC 네트워크와 P-bus에서의 메시지 전송형태 : 1-limited 순차적(cyclic) 서비스
 - o switchover time : 0.0032 msec
- 여기에서는 임의로 호당 30개의 데이터 패킷으로 가정하였다.

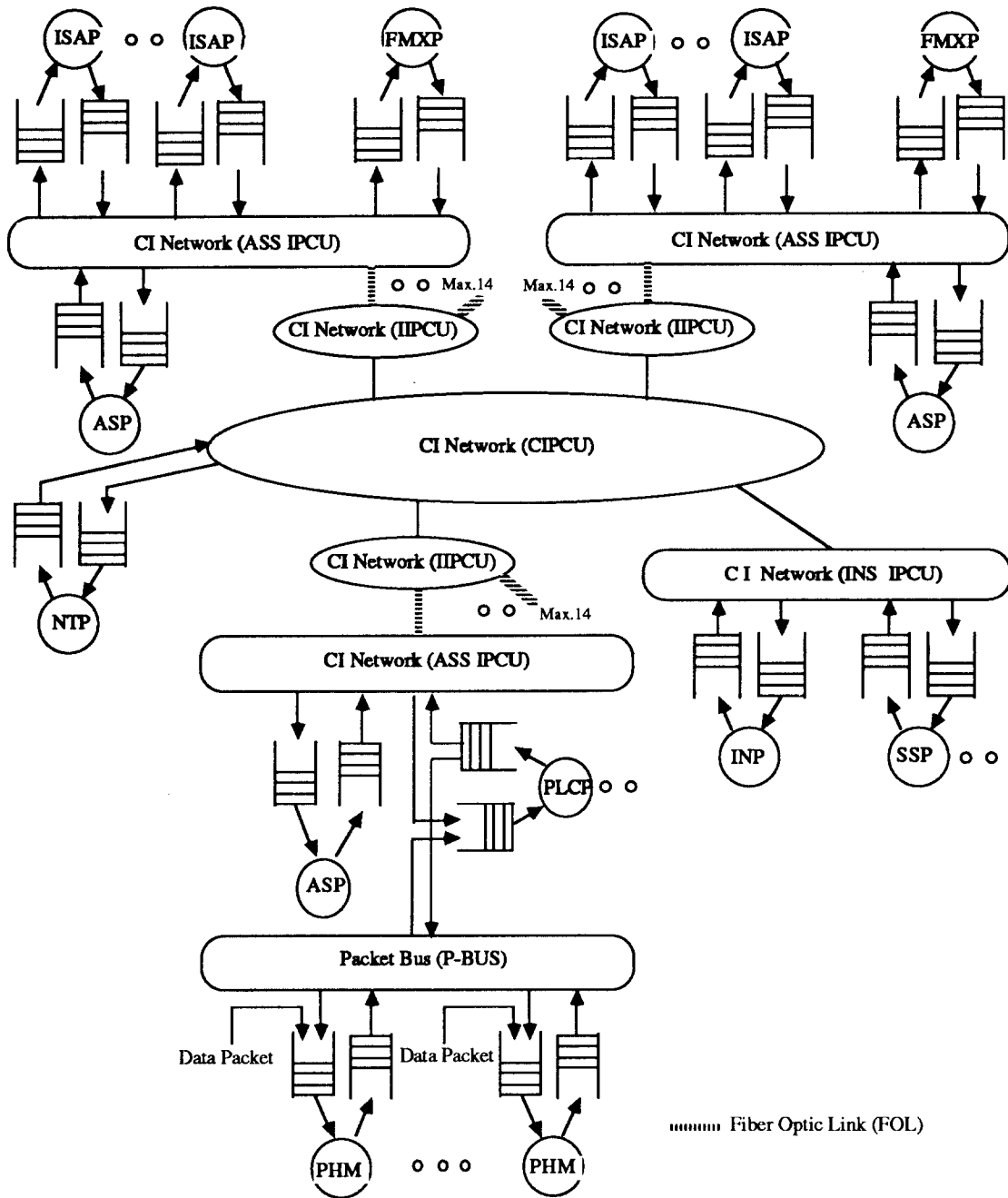
2. 시뮬레이션 분석 결과

패킷교환 시스템의 성능을 분석하기 위하여 SLAM II를 사용하여 시뮬레이션을 수행한 후, 부가된 패킷 트래픽에 따른 시스템내의 각 프로세서의 CPU 점유율, 프로세서별 입력 큐에서 대기하는 평균 메시지 갯수 그리고 평균 대기시간을 산출하였다. <표 1>은 ASP와 PLCP의 CPU 점유율이 0.9일때 입력큐에서의 평균 메시지 갯수 및 평균 대기시간을 보여준다. <표 1>로부터 ASP와 PLCP는 CPU 점유율이 0.9가 될 때까지도 패킷호 처리를 할 수 있을 것으로 보여진다.

프로세서	평균 큐 길이	평균 대기시간
ASP	2.37 개	2.339 msec
PLCP	4.09 개	3.016 msec

<표 1> ASP와 PLCP의 성능

<표 2>는 PHM에 부가되는 트래픽에 따른 PHM의 CPU 점유율 및 입력큐에서의 평균 메시지 갯수 및 평균 대기시간을 나타낸다.



<그림 2> TDX-10 패킷교환 시스템의 큐잉 네트워크 모델

부가된 트래픽 (호/시간)	CPU 점유율	평균 큐 길이(개)		평균 대기시간(msec)	
		발신	착신	발신	착신
25127	0.90	17.566	16.684	34.769	32.132
22335	0.80	5.008	3.029	11.246	6.620
20930	0.75	3.621	2.523	8.511	5.769
19543	0.70	2.284	1.758	5.783	4.331
13959	0.50	0.621	0.579	2.153	1.953
8375	0.30	0.195	0.173	1.151	0.991

<표 2> PHM의 성능

<표 2>로부터 PHM의 경우에는 CPU 점유율이 0.9일때 입력 큐에서의 대기시간이 32.132 msec라는 상당히 큰 값을 가지므로 PHM의 경우에는 CPU 점유율을 0.9까지 사용하기 곤란함을 알 수 있다. 따라서 PHM의 경우에는 평균 대기시간이 짧으면서 패킷호를 처리할 수 있는 CPU 점유율의 한계치를 결정하여야 하는데, 이를 위해서 PHM의 CPU 점유율에 따른 X.25 호 요구 지연시간 및 데이터 패킷 전송시간과 같은 서비스 기준 (Grade of Service:GOS) 지연시간을 분석하여 이로부터 PHM의 처리용량을 산출하고자 한다.

ISDN 가입자들에게 적절한 패킷교환 서비스를 제공하기 위해서는 X.25 호 요구 지연시간 및 데이터 패킷 전송 지연시간 등이 충분히 짧아야 하는데 <표 3>은 이들 지연시간들에 대해서 TDX-10 요구사항에서 권고하고 있는 값들을 나타낸다[10].

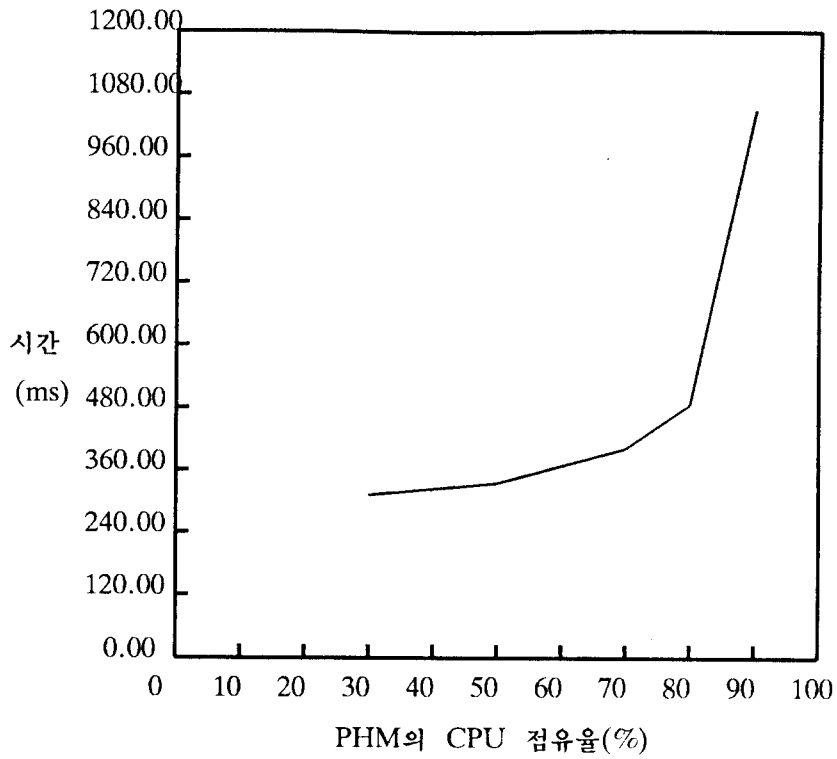
GOS 항목	기준부하 A		기준부하 B	
	mean	95 %	mean	95 %
X.25 호요구 지연시간	600 ms	800 ms	900 ms	1200 ms
데이터 패킷 전송시간	200 ms	400 ms	350 ms	700 ms

<표 3> 패킷교환 서비스 지연시간(msec)

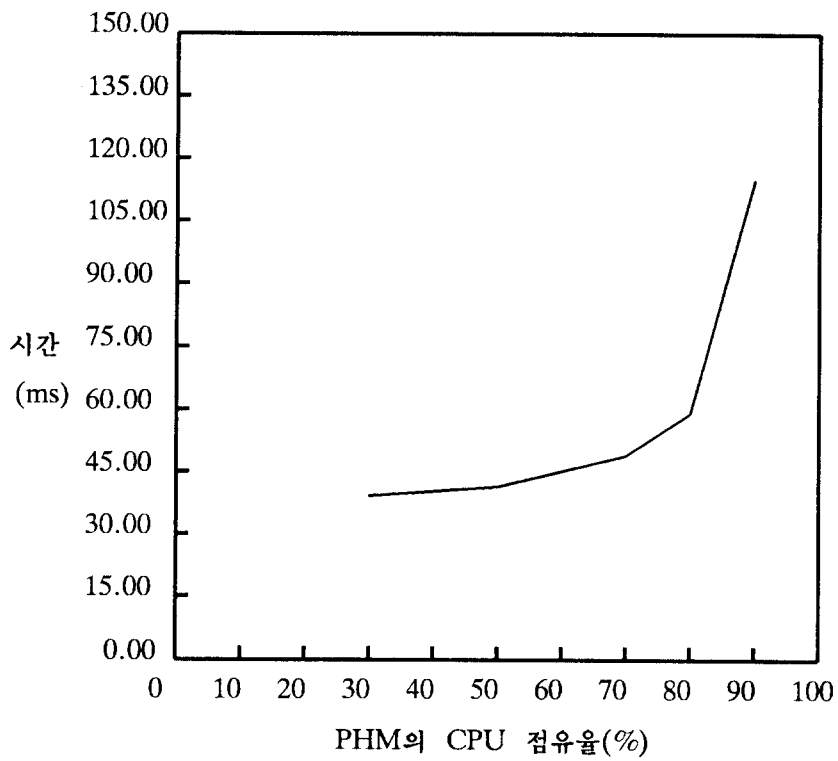
X.25 호 요구 지연시간

X.25 호 요구 지연시간은 교환기의 가입자 라인 인터페이스에서 X.25 호 요구 패킷을 수신한 순간부터 교환기가 X.25 입중계호 패킷을 가입자 라인 인터페이스로 송출할 때까지의 시간간격으로 정의된다.

<그림 3>은 ASP-P, PLCP의 CPU 점유율이 0.9를 유지할 때, PHM에 부가되는 패킷 트래픽에 따른 X.25 호 요구 지연시간의 변화를 나타낸다. <그림 3>으로부터 PHM의 CPU 점유율이 0.7 이상이 되면 X.25 호 요구 지연시간이 급격히 증가함을 알 수 있다. PHM의 CPU 점유율이 0.75 이상에서는 X.25 호 요구 지연시간이 800 msec를 초과할 확률이 5% 이상이 되어 요구사항의 권고값(기준부하 A 기준)을 만족시키지 못하므로 PHM은 CPU 점유율이 0.75정도 될 때까지만 패킷호 처리가 가능하리라 예측된다.



<그림 3> X.25 호 요구 지연시간



<그림 4> 데이터 패킷 전송 지연시간

데이터 패킷 전송 지연시간

데이터 패킷 전송 지연시간은 교환기의 가입자 라인 인터페이스에서 데이터 패킷을 인정한 순간부터 교환기가 데이터 패킷을 가입자 라인 인터페이스로 송신하기 시작할 때까지의 시간간격으로 정의된다.

<그림 4>는 ASP와 PLCP의 CPU 점유율을 0.9로 유지할 때, PHM에 부가되는 패킷 트래픽에 따른 데이터 패킷 전송 지연시간의 변화를 나타내는데, <그림 4>로부터 PHM의 CPU 점유율이 0.8 이상이 되면 데이터 패킷 전송 지연시간이 급격히 증가함을 알 수 있다. 그러나 PHM의 CPU 점유율이 0.9일지라도 데이터 패킷 전송 지연시간은 TDX-10 요구사항의 권고값을 만족하고 있음을 알 수 있다.

패킷호 처리용량

TDX-10 교환시스템의 패킷호 처리용량은 X.25 호 요구 지연시간과 데이터 패킷 전송 지연시간 등과 같은 가입자 관련 서비스 기준 지연시간을 만족하면서 교환기가 처리할 수 있는 패킷호의 수로 정의된다.

PHM의 CPU 점유율이 0.75 이하가 되는 경우에는 이들 서비스 기준 지연시간 중에서 X.25 호 요구 지연시간과 데이터 패킷 전송 지연시간들이 TDX-10 요구사항에서 권고하는 값들을 만족하는 것을 알 수 있다. 그 결과 PHM의 CPU 점유율이 0.75일 때 하나의 PHM이 처리할 수 있는 패킷호의 수는 약 10,470 패킷호/시간(=20,939/2)이므로, 패킷처리기는 20개의 PHM-D로써 TDX-10 패킷호 처리용량의 목표치인 202,500 패킷호/시간 및 1,700 데이터 패킷/초 이상을 처리할 수 있으리라 평가된다.

IV. 결론

우리나라에서 ISDN 교환기로 개발되고 있는 TDX-10 교환시스템은 ISDN내에서 X.31의 Case B에 근거한 패킷모드 서비스를 제공하기 위해서 ASS-P가 도입되었다. 본 논문에서는 ASS-P내에서 패킷처리기의 역할을 하는 패킷처리 서브시스템의 성능분석을 제시하기 위하여 패킷처리기를 큐잉 네트워크를 이용하여 모델링하고, SLAM II를 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 성능분석 결과로부터, TDX-10 패킷교환 시스템은 202,500 패킷호/시간 및 1,700 데이터 패킷/초 이상을 처리할 수 있다.

[참고문헌]

- [1] CCITT 권고안 I.430, Blue Book, 1988.
- [2] CCITT 권고안 I.441, Blue Book, 1988.
- [3] CCITT 권고안 I.451, Blue Book, 1988.

- [4] CCITT 권고안 X.25, Blue Book, 1988.
- [5] CCITT 권고안 X.31, Blue Book, 1988.
- [6] A. Alan B. Pritsker, *Introduction to Simulation and SLAM II*, System Publishing Corporation, 1986.
- [7] D.W. Choi and H.S. Park, "TDX-10 System Architecture", '89 Telecommunication Technology Symposium, Taiwan, 1989.
- [8] H.G. Bahk, H. Lee, and C.S. Sone, "ISDN Switching Concepts in the TDX-10", ICCS Symposium 89, 1989.
- [9] "TDX-10 시스템 구조", 기술문서, ETRI, 1991.
- [10] "TDX-10 시스템 요구사항", 기술문서, ETRI, 1991.

[약어표]

ASS	Access Switching Subsystem
ASP-I	Access Switching Processor for ISDN
ASP-P	Access Switching Processor for Packet
DSI	Digital Subscriber Interface
DTE	Digital Terminal Equipment
IPC	Inter-Processor Communication
LAPB	Balanced Link Access Procedure
NTP	Number Translation Processor
PADM	Packet Assembly and Disassembly Module
PHM	Packet Handling Module
PLCP	Packet Layer Control Processor