論文 94-19-12-4

고도지능망을 위한 SSP의 성능해석

正會員 趙 成 來* 正會員 韓 雲 英* 正會員 金 錫 佑** 正會員 金 悳 鎭**

Performance Analysis of SSP for Advanced Intelligent Network

Sung Rae Cho*, Woon Young Han*, Suck Woo Kim**,
Duck Jin Kim** *Regular Members*

要 約

현재 상용화중에 있는 지능망 서비스들은 그 기능이 주로 교환기내에서 수행되고, 구조자체도 조직적이지 못한 관계로 새로운 서비스의 창출이나 수정이 어려웠다. 이점을 극복하기 위하여 최근들어 고도지능망(AIN : Advanced Intelligent Network) 구조에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 이러한 현황에 발맞춰 고도지능망구조의 서비스교환기(SSP : Service Switching Point)에 대한 설계와 그에 대한 성능용량을 얻고자 한다. 즉 ITU-T 권고안을 토대로 교환기가 고도지능망서비스를 처리하기 위하여 필요한 기능들을 규정하고, 이에 따른 고도지능망 구조의 SSP를 국내의 TDX-10 교환기를 토대로 설계하여, 이를 시뮬레이션 방법을 통하여 성능을 해석한다.

본 연구의 결론으로서 시스템이 기본모델을 수행할 경우, 최대 메시지 처리용량은 착신과금서비스처리시 127만 BHCA, 신용통화서비스 처리시 119만 BHCA인 것으로 판명되었고 병목요소는 INS(Interconnection Network Subsystem) 내의 프로세서임이 밝혀졌다. 또한 시뮬레이션과 해석적 모형에의한 방법을 통해 시스템의 성능향상을 위한 여러 방안, 즉 프로세서 처리속도의 향상, 링크 속도의 향상, 그리고 D_bus의 서비스정책 변경 등을 제시하였다.

ABSTRACT

Under the current IN(Intelligent Network) Architecture, most of their functions were performed in SSP(Service Switching Point), so the provision or modification of service was limited. To overcome these limitations, the structure of "AIN(Advanced Intelligent Network)" emerged.

In this paper, SSP for AIN structure is designed and its performance is evaluated. In other words, the requirements for AIN service implementation are specified on the basis of ITU-T Recommendations. From these requirments and TDX-10 Exchange architecture, the SSP for AIN structure is designed, and its performance is analyzed through the method of simulation and analytical modeling.

*韓國電子通信研究所
Electronics and Telecommunications Research Institute
**高麗大學校 電子工學科
Dept. of Electronic Eng., Korea University

論文番號 : 9488
接受日字 : 1994年 3月 19日

As a conclusion of this paper, when the system is operated as a standard model, the maximum throughput is 1,270,000 BHCA for Free Phone Service and 1,190,000 BHCA for Credit Call Service. The processors in INS(Interconnection Network Subsystem) are proved to be bottleneck elements. To enhance the performance, several suggestions such as processor and link speedup, and other D_bus service policy are proposed.

Ⅰ. 서 론

산업사회의 발달에 따라 개인의 생활양식과 가치관 그리고 사회·경제전체가 질적으로 급속하게 변화하고 있다. 이와같이 인간의 활동범위가 시·공간적으로 확대되고, 활동내용이 질적으로 변화함에 따라 통신방식도 다양해지고 있으며 이러한 경향은 한층 더 가속될 전망이다[1].

이처럼 가까운 미래에 실현될 정보화 사회에서는 고품질의 다양한 서비스가 요구될 것으로 예견되고 있으며, 이러한 요구를 만족시키기 위해서 통신망은 다음의 3가지 방향으로 진화하게 될 것으로 예상된다. 첫째는 다양한 복합 미디어를 전송·교환할 수 있는 광대역화이고, 둘째는 이동통신의 개인 휴대통신으로의 개인화이며, 세째로는 사용자에게 유연하고 다양한 서비스를 제공하기 위한 통신망의 지능화이다[2].

지능망개념의 출현배경은 1985년 미국의 지역전화회사인 Ameritech이 통신장비 제조업자와 통신시스템에 무관하게 새로운 대고객 접속서비스를 보다 신속하고 경제적으로 제공할 수 있도록, 서비스 처리기능과 호처리기능을 분리하는 개념인 'Feature Node' 개념에 대한 연구를 Bellcore에 의뢰하면서부터 시작되었다[3].

특히 이러한 지능화는 서비스에 대한 다양한 요구를 충족시키기 위해 기존의 PSTN(Public Switched Telephone Network)이나 N-ISDN(Narrowband Integrated Service Digital Network)에서 꾸준히 발전되어 왔다. 본격적인 지능망 서비스로서 미국 AT&T사가 1980년 No. 1A 교환기에서 공통선 신호방식을 통하여 800서비스와 신용통화 서비스를 기초로 운용한 후, 1984년부터 독립적인 SCP(Service Control Point)를 갖춘 지능망 구조에서 Advanced 800 서비스가 도입되었다[4]. 국내에서도 광역착신과금 서비스(Free Phone Service)와 신용통화 서비스(Credit Call Service)를 목표로 1991년까지 시스템을 개발하였으며 실용화를 거친후 1994년 상용 서비스를 수행할 계획이다[5].

그러나 기존 통신망에서 상용화된 지능망 서비스들은 대부분의 기능이 교환기에서 수행되고, 구조 자체도 조직적이지 못한 관계로 새로운 서비스의 추가나 수정이 어려웠다. 이러한 점들을 극복하기 위하여 최근들어 고도지능망(AIN: Advanced Intelligent Network) 구조에 관한 연구가 활발히 전개되고 있다[2].

본 연구의 목적은 고도지능망 구조에 따른 교환기의 성능분석을 통하여 가까운 미래에 구현되어야 할 고도지능망구조의 서비스교환(이후부터는 SSP/AIN (Service Switching Point for AIN)이라고 함)의 성능용량을 얻고자 하는 것이다. 즉 ITU-T 권고안[6]을 토대로 교환기가 고도지능망서비스를 처리하기 위하여 필요한 기능들을 규정하고, 이에 따라 SSP/AIN의 구조를 설계하여, 이를 시뮬레이션함으로써 아직 설계단계인 SSP/AIN의 성능을 예측하여 이를 설계에 반영할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 시뮬레이션이 좀 더 현실적일 수 있도록하기 위하여 교환기구조를 구성함에 있어 현재 국내에서 연구가 진행중인 TDX-10 교환기의 구조[5]를 기본으로 삼고, 고도지능망 구조하에서 변경될 부분만을 고려하여 SSP/AIN을 설계하였다.

서론에 이어 Ⅱ장에서는 기존의 TDX-10을 참고로 SSP/AIN을 설계하고, Ⅲ장에서는 이에 대해 시뮬레이션방법에 기초한 성능모형을 구성하였으며, Ⅳ장에서는 성능분석결과 및 시뮬레이션에의한, 또 Ⅴ장에서는 해석적 접근방법을 통한 SSP/AIN구조 개선안을 제시하고 Ⅵ장에서는 본 논문에대한 요약과 결론을 정리한다.

Ⅱ. 고도지능망구조의 서비스교환기

2.1 기존의 TDX-10 교환기[5]

2.1.1 서브시스템

2.1.1.1 ASS(Access Switching Subsystem)

용도에 따라 가입자용(ASS-S), 중계선용(ASS-T), 공통선 신호용(ASS-7), 가입자 중계선 혼용(ASS-S/T) 등으로 나뉘어 진다.

ASS-S/T는 가입자 및 중계선, 신호 서비스를 제공하는 Tone, R2, DTMFR(Dual Tone Multi-Frequency Receiver) 신호 장치, 시스템 전체의 가입자/중계선에 음성 서비스를 제공하는 녹음안내 장치, INS(Interconnection Network Subsystem)와의 링크를 연결하고 시분할 교환을 수행하는 타임 스위치 등이 실장되어 해당 기능을 수행한다.

ASS-7은 전체 시스템에 한개 존재하며 중앙 집중화하여 공통선 신호 처리를 수행한다. ASS-7에는 8개의 STG(Signalling Terminal Group)가 실장될 수 있으며 한개의 RA(Rate Adapter)와 32개의 신호 단말(ST : Signalling Terminal)이 실장된다. ST는 신호전달부 계층 2 기능을 수행하며 신호 유니트를 내부 패킷 통신망을 통해 SMHP(Signalling Message Handling Processor)로 보낸다. SMHP는 메시지 전달부 계층 3 기능중 신호 메시지 처리기능을 수행한다. ASP(Access Switching Processor)에는 신호망 관리 기능 및 신호 연결제어부가 적재된다.

2.1.1.2 INS(Interconnection Network Subsystem)

시스템의 중심에 위치하여 ASS상호간 혹은 ASS와 CCS(Central Control Subsystem)사이를 연결시켜주는 기능을 수행한다. INS와 각 ASS간을 Point-to-Point로 연결시켜 주는 Data Link가 있다. INS는 호처리 기능중 번호변역, 루트 제어 기능, Space Switch연결과 같은 집중기능 등을 수행한다.

2.1.1.3 CCS(Central Control Subsystem)

시스템의 총괄적인 M&A 기능을 수행하는 서브시스템이다. 시스템 차원의 유지, 시험 및 측정, 통계 기능 뿐만 아니라 Mass Storage 제어 관리, 오퍼레이터와의 각종 입력문 및 출력 문 제어기능, 다른 시스템과의 데이타 채널 연결 기능 등을 수행한다.

2.1.2 세부 서브시스템

그림 1과 그림 2의 TDX-10 세부시스템 구조도에 있는 주요 세부 서브시스템을 설명하면 아래와 같다.

①FPOE(Free Phone Operation Execution)

동작처리절차를 수행하는 블럭으로 FPSC(Free Phone Service Control)블럭과의 접속기능, 응용프로세스와의 동작연관기능, 컴포넌트의 파라미터에 대한 기본 부호화 및 해독수행기능을 수행한다.

②FPDO(Free Phone Dialogue Operation)

FPOE와의 상호작용에 의하여 컴포넌트의 송신 및 수신에 관계되는 다이얼로그 운영절차를 수행하며 반드시 컴포넌트를 전달하는 경우에만 다이얼로그를 운영한다.

③CCOE(Credit Call Operation Execution)

동작처리절차를 수행하는 블럭으로 신용통화 응용프로세스와의 접속기능 및 동작연관기능, 컴포넌트의 파라미터에 대한 기본 부호화 및 해독 수행기능을 수행한다.

④CCDO(Credit Call Dialogue Operation)

CCOE블럭과의 상호작용에 의하여 컴포넌트의 전송 및 수신에 관계되는 다이얼로그 운영절차를 수행하는데 반드시 컴포넌트를 전달하는 경우에만 다이얼로그를 운영한다.

⑤BCPI(Basic Call Processing Interface)

지능망 블럭과 기본교환기능에 필요한 블럭과의 상호 접속 기능을 전담하여 수행하는 블럭으로서, 지능망 서비스호의 인지 통보, 서비스호 연결 및 복구 요구, 추가 정보 수집 요구, 안내 방송 연결 요구, 과금 수행 요구 등을 상호 전달한다.

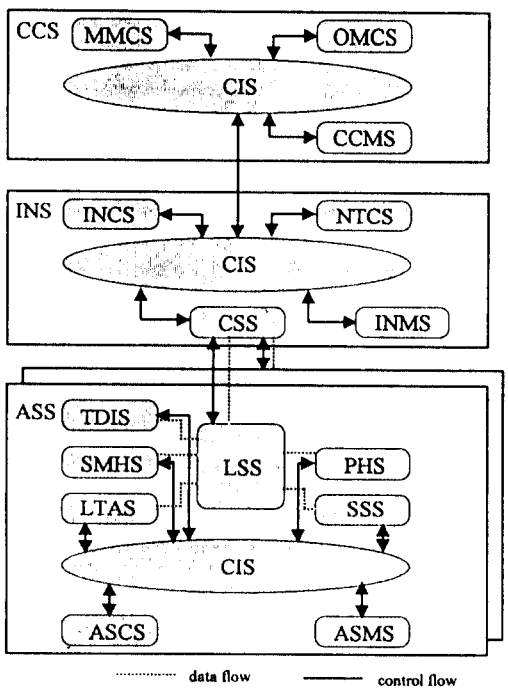


그림 1. TDX-10 세부 시스템 구조
Fig. 1. Detail system structure of TDX-10

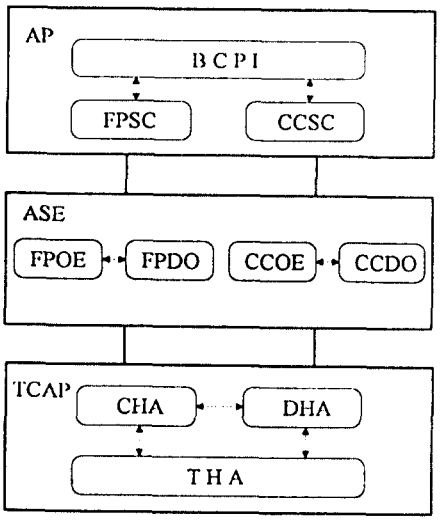


그림 2. 지능망 서비스 제어 서브시스템(ISCS) 블럭구조도
Fig. 2. Block diagram of ISCS

⑥FPSC(Free Phone Service Control)

BCPI로부터 착신 과금 서비스 요구를 통보받으면 FPSM(Free Phone Service Management)으로 서비스 제공 가능 여부를 확인한 후 FPOE로 서비스 요구에 대한 적격 검사 및 번호 번역을 요구한다.

⑦CCSC(Credit Call Service Control)

BCPI로부터 신용 통화 서비스 요구를 통보받으면 CCSM(Credit Call Service Management)으로 서비스 제공 가능 여부를 확인한 후 CCOE로 서비스 요구에 대한 전격 검사 및 번호 번역을 요구한다.

⑧TKC(Trunk Control)

중계호를 제어하는 블럭으로 입중계된 호에서 지능망 서비스 요청을 인지하여 BCPI로 지능망 서비스를 요구하며, R2 신호를 이용하여 발신 번호, 발신 등급, 과금에 필요한 정보 등을 상호 전달한다.

⑨FPSM(Free Phone Service Management)

MDAS(Measurement Data Assembly)블럭에 의해 요구되는 통계항목이나 주기적으로 출력되는 통계항목들을 측정하여 운용자에 출력하기 위하여 OMP(Operation and Maintenance Processor)에 전송한다.

⑩CCSM(Credit Cell Service Management)

MDAS블럭에 의해 요구되는 통계항목이나 주기적으로 출력되는 통계항목들을 측정하여 운용자에 출력하기 위하여 OMP에 전송한다.

2.2 고도지능망의 구조[3][6][7][8]

2.2.1 지능망개념모델에서의 서비스교환기(SSP)

SSP는 지능망 개념모델에서 볼 때 물리실체중의 하나로서, 그의 기능은 가입자의 호중에서 지능망 서비스가 필요한 호를 인식하고 필요한 제어 정보를 SCP(Service Control Point)에게 요구하며, 정보가 도착하면 이를 이용하여 이용자가 요구했던 서비스를 제공해 주는 교환기로서 기존의 전화망과 서비스망을 연결해 주는 관문역할을 수행한다. 서비스망과의 통신을 위하여 일반적으로 SS No.7의 MTP(Message Transfer Part), SCCP(Signalling Connection Control Part), TCAP(Transaction Capabilities Application Part)의 처리가 요구되고 있다.

2.2.2 호제어 기능블럭(CCF : Call Control Function)

CCF의 주요기능은 발신측과 수신측 사이의 통신 경로를 생성, 관리 및 제거하는 기능이다.

2.2.3 서비스교환 기능블럭(SSF : Service Switching Function)

SSF의 주된 기능은 SCF에게 SSF/CCF의 동작관점 및 제어범위를 기술하는 기본적 체계를 제공한다.

2.2.4 서비스교환/호제어 기능모델(SSF/CCF Model)

SSP내에 존재하는 기능실체 SSF와 CCF는 상호

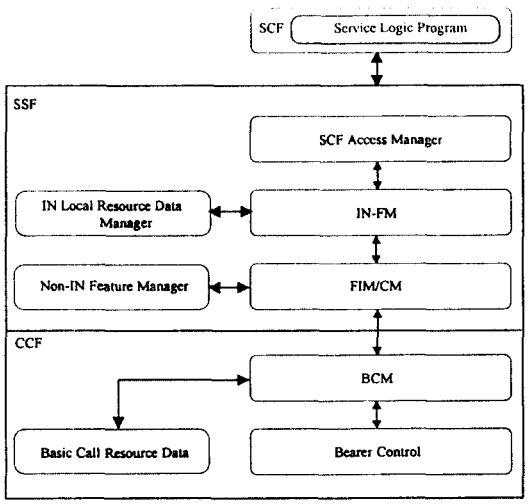


그림 3. SSF/CCF 모델
Fig. 3. SSF/CCF model

간에 영향력이 매우 크기때문에 동일한 물리실체에서 구현된다. SSF/CCF 모델이 그림 3에 나타나 있다. 이 모델에 나타나는 주요기능 블럭으로는 BCM (Basic Connection Manager), IN-FM(IN-Feature Manager), FIM/CM(Feature Interaction Manager/Call Manger) 등이 있다.

2.2.4.1 BCM 기능블럭

CCF의 실체로서 사용자를 위한 통신경로를 설정하기 위한 기본호 및 접속제어를 제공하며, 지능망 서비스 로직의 인스턴스를 활성화하기 위하여 필요한 호 및 접속제어 이벤트를 감지하고, 호 및 접속제어를 지원하는 CCF자원을 관리한다.

2.2.4.2 IN-FM 기능블럭

SSF의 실체로서 지능망 서비스 특징을 사용자에게 제공하는 과정중 SCF와 상호작용한다. 이를 위하여 SCF에게 SSF/CCF의 활동에 대한 관점을 제공하며, SSF/CCF의 능력과 자원에 대한 액세스를 제공한다. 또한 지능망 서비스로직 인스턴스를 지원하기 위한 SSF 자원을 관리한다.

2.2.4.3 FIM/CM 기능블럭

SSF의 다중 인스턴스를 지원하기 위한 메카니즘을 지원하며, 특정호에 대한 지능망 서비스로직을 제한하기도 한다.

2.3 고도지능망 구조의 서비스교환기 설계[5][6]

본 연구는 이러한 기존의 TDX-10에서 사용하였던 기능들을 가능한 이용하며 고도지능망 서비스를 위해 필수적으로 수정되어야 하는 기능블럭만 새로이 구성하였다. 새로 구성된 기능블럭은 개념모델에서와 동일하게 크게 CCF와 SSF로 구성되며 CCF는 베어러를 제어하는 Bearer Control 기능블럭과 기본호 접속제어를 제공하며 지능망호감지기능을 수행하는 BCSMM(Basic Call State Model Manager) 기능블럭으로 구성된다. SSF는 지능망서비스 요구가 발생하였을때 트리거처리를 수행하는 FIM/CM(Feature Interaction Manager/Call Manager) 기능블럭, 다수의 FSM(Finite State Model)을 관리하는 FSMM(Feature State Model Manager) 기능블럭, 그리고 SCP와의 인터페이스 역할을 수행하는 SCPAM (SCP Access Manager) 기능블럭으로 구성된다. 고도지능망개념모델에 입각하여 새로 구성된 기능블럭과 인터페이스는 그림 4와 같다.

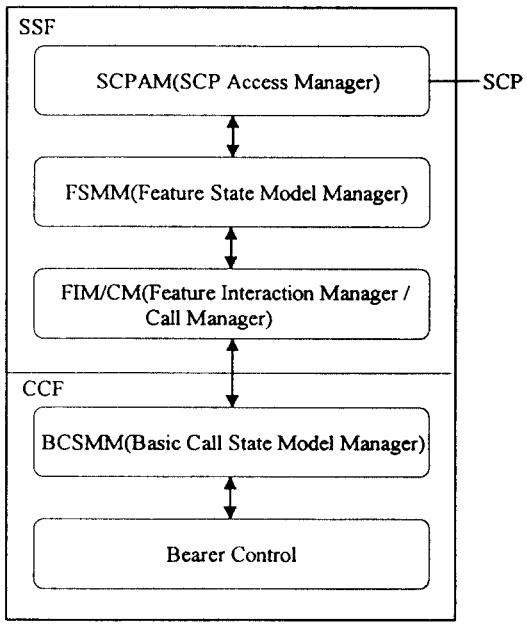


그림 4. SSP/AIN를 위한 기능블럭
Fig. 4. Functional block for SSP/AIN

2.3.1 Bearer Control 기능블럭

이 부분은 기존의 TDX-10 교환기와 동일한 구조로 구성하였다. 즉 가입자 라인과 트렁크 제어 기능은 기존의 방식을 그대로 이용하였다.

2.3.2 BCSMM(Basic Call State Model Manager) 기능블럭

이 기능블럭은 일반호처리를 담당하며 지능망서비스요구에 대한 검출기능을 담당하는 부분이므로 기존의 TDX-10 교환기의 TKC 기능블럭와 대응된다. 이 기능블럭과 Bearer Control 기능블럭과의 인터페이스는 기존 교환기와 동일하게 구성하였다.

2.3.3 FIM/CM(Feature Interaction Manager/Call Manager) 기능블럭

이 기능블럭은 서비스 요구가 발생하였을때 트리거처리를 담당하며, 또한 SSF와 CCF간의 인터페이스 역할을 수행하는데, 특히 다수의 BCSM인스턴스와 FSM(Finite State Model) 인스턴스간의 모순없는

인터페이스 역할을 한다. 기존의 TDX-10 교환기내의 BCPI기능블럭이 이 기능블럭에 흡수될 수 있다.

2.3.4 FSMM(Feature State Model Manager)

고도지능망의 개념모델에서 규정되고 있는 SIB(Service Independent Building block)들은 고도지능망내의 다수의 물리실체사이의 분산처리를 이용하여 구성된다. 그러므로 SSP/AIN은 망내의 다른 물리실체들과 분산처리를 통하여 서비스를 제공하게 된다. 이와같이 다른 물리실체와의 분산처리를 위하여 SSP는 트랜젝션이 발생할때마다 각각의 SIB에 대한 인스턴스를 생성하고 이를 유지하며 트랜잭션이 끝나게 되면 이를 제거하게 된다.

이때 생성되는 인스턴스들을 모델링한 것이 FSM이며, 다수의 FSM을 관리하는 기능을 FSMM이 담당한다.

기존의 TDX-10 교환기의 기능블럭중에서 각 지능망서비스를 제어하는 CCSC, FPSC 등의 기능블럭들은 모두 FSMM으로 대치된다. 기존의 방식과는 달리 FSMM은 서비스에 독립적으로 SIB인스턴스들을 관리하므로 모든 지능망서비스들은 공통으로 이 기능블럭을 이용한다.

2.2.5 SCPAM(SCP Access Manager)

이 기능블럭은 SSP와 SCP간의 정보흐름이 발생할 때 SSP가 TCAP을 이용할 수 있도록 SSP와 TCAP 사이의 인터페이스 역할을 담당한다. 기존 TDX-10 교환기의 기능블럭중에서 각 지능망서비스들이 SCP 인터페이스를 할 수 있도록 하는 기능인 CCOE, CCDO, FPOE, FPDO 등의 기능이 이에 해당된다.

Ⅲ. 성능 모델

Ⅱ 장에서 살펴본 SSP/AIN의 동작원리 및 처리지연 시간요소들이 잘 반영되도록 SLAM Ⅱ 시뮬레이션 언어[9]를 이용하여 시뮬레이션 모델을 구성하였다.

3.1 시스템 제어계의 큐잉 네트워크 모델[5]

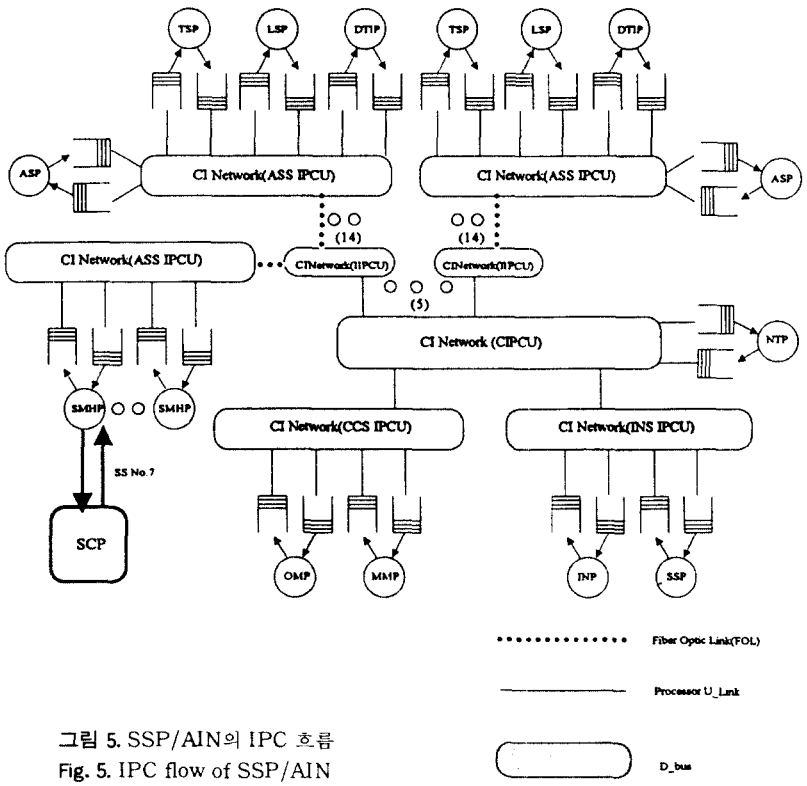


그림 5. SSP/AIN의 IPC 흐름
Fig. 5. IPC flow of SSP/AIN

TDX-10 SSP시스템의 제어계는 다중 프로세서 분산제어방식을 갖으며 IPC(Inter-Processor Communication) 네트워크를 통하여 프로세서간 메시지 통신을 행한다. 메시지가 전송로를 지나 해당 프로세서의 서비스를 받기 위해서 대기하고 있을 때나 프로세서로부터 처리를 받은 후 IPC 네트워크를 통하여 메시지가 전송될 때 큐가 발생하게 되는데 그림 5는 이러한 큐잉 네트워크 모델을 도식화 한 것이다.

3.2 시뮬레이션 모델

시뮬레이션 모델을 구성하기 앞서 다음과 같은 몇 가지 가정들을 제시한다.

가정

① 자국호에 대해서만 시뮬레이션을 수행한다.

② 모델링에서는 순수 지능망교환기내의 지연요소만을 고려하였다. 따라서 Local 교환기의 응답시간과 링크지연시간은 무시하였다.

③ 통화로 설정부족으로 인한 통화요구 실패는 무시한다.

④ 호당 도착률은 포아송분포로 가정하였다.

실제 SSP/AIN에 입력되는 신호메시지를 나타내는 엔터티들의 ATRIB 값들은 표 Ⅰ과 같이 할당하였다.

3.3 기본모델에대한 시뮬레이션 결과

표 Ⅱ에서는 SSP/AIN의 기본모델(신용통화서비스 수행, 450,000 BHCA의 호발생)에 대한 성능규격을 나타낸다. 이중 XX(2)는 ASS당 평균 450,000 BHCA의 호가 발생하므로

표 Ⅰ. 메시지의 Attribute 할당표

Table Ⅰ. Message allocation table

변 수	항 목
ATRIB(1)	Create Time
ATRIB(2)	Sending Processor id
ATRIB(3)	Receiving Processor id
ATRIB(4)	FP : 1, CC : 2
ATRIB(5)	Message Type
ATRIB(6)	Originating CI Network id
ATRIB(7)	Terminating CI Network id
ATRIB(8)	Message Length
ATRIB(9)	Destination CI Network id

표 Ⅱ. 기본모델의 성능규격

Table Ⅱ. Specification of standard model

변 수	항 목	성 능 치
XX(2)	ASS당 평균 호발생 시간간격	504000 μsec
XX(3)	DTIP 처리속도	40000 μsec
XX(4)	LSP 처리속도	1800 μsec
XX(5)	TSP 처리속도	2400 μsec
XX(6)	ASP 처리속도	1324 μsec
XX(7)	Processor U_Link의 속도	1.25 Mbps
XX(8)	Physical U_Link(D_bus)의 속도	10 Mbps
XX(9)	Fiber Optic Link(FOL)의 속도	2.048 Mbps
XX(10)	PP RTC Interrupt Cycle	8 msec
XX(11)	MP RTC Interrupt Cycle	5 msec
XX(12)	D_bus의 switch_over time	1.6 μsec
XX(13)	일반메시지의 평균길이	28 byte
XX(14)	TCAP 메시지의 평균길이	60 byte
XX(16)	SMHP 처리속도	6000 μsec
XX(17)	NTP 처리속도	1500 μsec
XX(18)	INP 처리속도	750 μsec
XX(19)	SSP 처리속도	750 μsec

표 Ⅲ. 기본모델의 성능결과

Table Ⅲ. Result of standard model

항 목	mean (msec)	SD (msec)	99 percentile (msec)
System 체류시간	444.44	46.80	-
입중계점유요구→입중계점유통보	13.22	2.99	20.04
발신번호통보→발신등급수신	18.39	3.98	23.17
발신등급통보(발)→지능망서비스요구	14.21	3.25	24.00
출중계점유통보→착신번호송출	11.09	2.30	17.24
발신등급통보(착)→통화로연결요구	15.08	2.76	23.97
비밀번호통보→착신번호요구	14.53	3.26	22.31
착신번호통보→지능망서비스정보통보	14.68	2.78	21.52

$$XX(2) = \frac{3600(\text{sec}) \times 63(\text{ASSs})}{450000(\text{BHCA})} \quad (1)$$

로 계산된다.

표 Ⅲ은 기본모델에 따른 성능결과를 나타낸다. 한 호가 발생하여 성공적으로 사라질 때까지의 System 내의 체류시간은 평균 444.44 msec 정도 소요되었으며 교환기의 처리시간, 즉 교환기가 입중계 신호링크로부터 입력되는 메시지의 마지막 비트를 수신할 때부터 그 응답메시지가 출력 신호링크 버퍼에 place될 때까지의 시간간격들은 모두 평균 19 msec 미만으로 표 Ⅳ의 Bellcore에서 권고하는 성능치[7][8]인 200 msec 이하로 나타났으며 95 percentile 역시 만족하는 것을 볼 수 있다.

표 Ⅳ. Bellcore에서 권고하는 성능치[7][8]
Table Ⅳ. Bellcore recommendation[7][8]

기 준	교환기의 처리시간
Mean	200 msec 이하
95 Percentile	332 msec 이하

Ⅳ. 시뮬레이션 결과분석 및 검토

4.1 호발생률의 변화에 따른 시뮬레이션 및 검토

기본모델에서 최대 메시지 처리용량을 구하기 위해 입력되는 호발생률을 차례로 증가시키면서(XX(2)값 변경) 시뮬레이션한 결과, 착신과금 서비스와 신용통화 서비스 처리시 시스템내의 체류시간은 그림 6과 그림 7에 각각 나타나 있다.

결과로부터 어느 시점 이후부터 도착률이 증가함에 따라 체류시간도 급격히 증가하고 있음을 볼 수 있다. 이 시점이 최대 메시지 처리용량인데 이 시점을 구하는 방법으로서 Asymtotic Method[10][11]가 있다. 이 방법에 따르면 최대 메시지 처리용량이 착신과금서비스처리시 1,270,000 BHCA이고 신용통화서비스처리시 1,190,000 BHCA임을 알 수있다.

그림 8과 그림 9는 호발생률을 차례대로 증가시켰을 때의 교환기처리시간을 각 메시지별로 나타낸 그림이다. 그림에서 볼 수 있듯이 교환기의 처리시간은 최대 메시지 처리용량에 도달할 때까지도 Bellcore 권고안[7][8]을 만족했다.

최대 메시지 처리용량에 가장 큰 영향을 미치는 요소를 살펴보기 위하여 각 Queue에서의 지연시간을 조사해 본 결과 INS 내의 프로세서, 즉 SSP, INP, NTP의 내부버퍼에서의 지연시간이 병목요소로 나타났다. SSP의 PPIA 입력버퍼, INP의 MPMA 입력버퍼, NTP의 MPMA 입력버퍼에서의 큐잉지연시

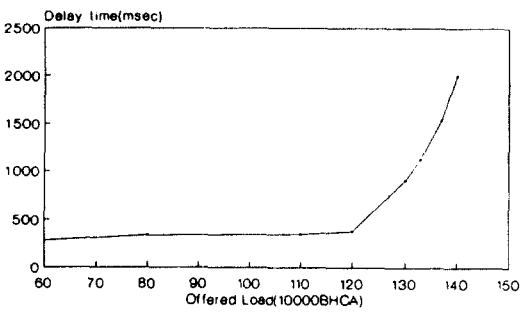


그림 6. 시스템 체류시간의 실험결과(착신과금)
Fig. 6. The result of system sojourn time(freephone)

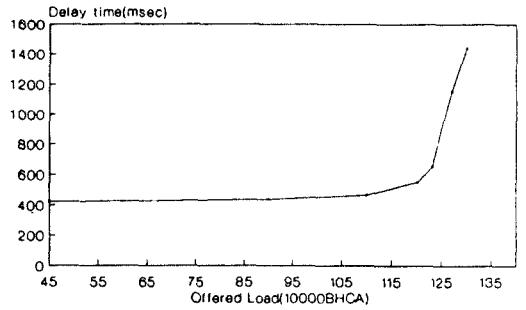


그림 7. 시스템 체류시간의 실험결과(신용통화)
Fig. 7. The result of system sojourn time(credit call)

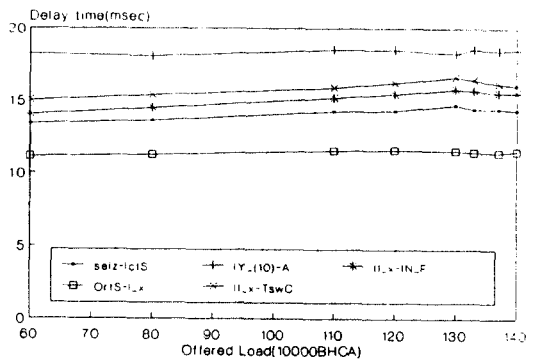


그림 8. 교환기처리시간의 실험결과(착신과금)
Fig. 8. The result of exchange response time(freephone)

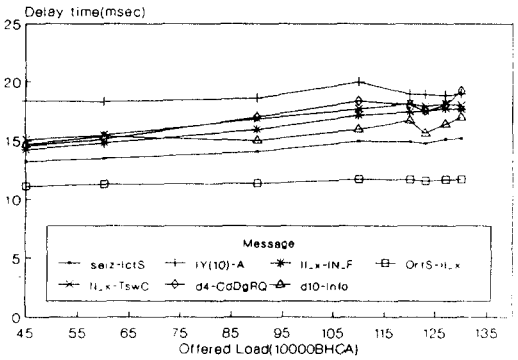


그림 9. 교환기처리시간의 실험결과(신용통화)
Fig. 9. The result of exchange response time(credit call)

간(Queueing Delay Time)을 착신과금서비스와 신용통화 서비스에 대하여 각각 그림 10과 그림 11에 나타내었다. 최대 메시지 처리용량부터는 트래픽 양이 많아짐에 따라 급격히 프로세서의 큐잉지연시간이 증가함을 볼 수 있다.

SSP/AIN에서 ASS-7 내의 SMHP는 그 갯수가 트래픽의 양에 따라 정해진다. 본 연구에서는 최대 메시지 처리용량에 이를 때까지 요구되는 SMHP의 갯수를 구하기 위해 시뮬레이션해본 결과를 그림 12에 도시하였다. 예측할 수 있듯이 트래픽양이 많아짐에 따라 요구되는 SMHP의 갯수도 많아짐을 볼 수 있다. 그림에서처럼 착신과금서비스나 신용통화서비스인 경우 모두 최대 메시지 처리용량에 이를 때까지 요구되는 최대 SMHP의 갯수는 9개인 것으로 나타났다.

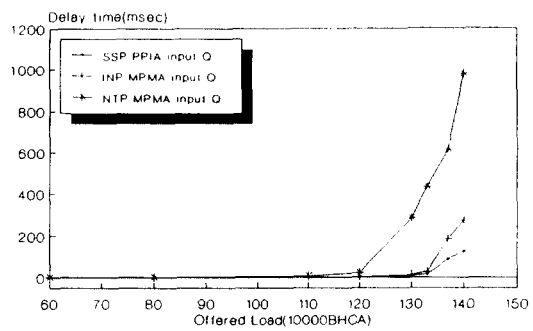


그림 10. 병목요소의 큐잉지연시간(착신과금)
Fig. 10. The result of queueing delay of bottleneck element(freephone)

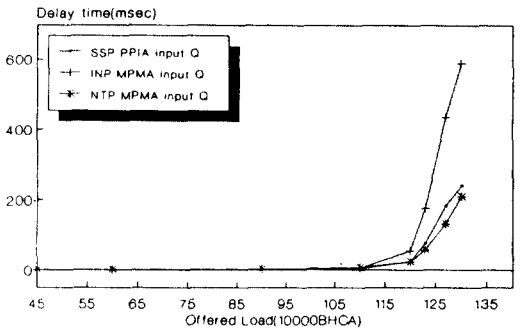


그림 11. 병목요소의 큐잉지연시간(신용통화)
Fig. 11. The result of queueing delay of bottleneck element(credit call)

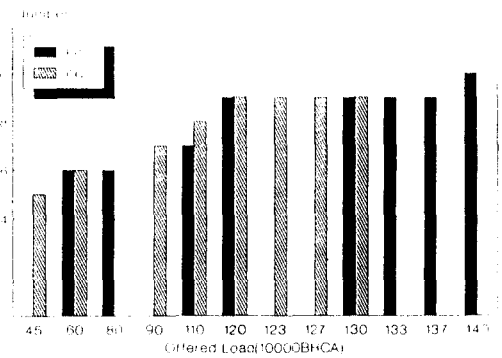


그림 12. 요구되는 SMHP의 갯수
Fig. 12. The required number of SMHP

4.2 프로세서 처리속도 향상에 대한 시뮬레이션 및 검토

앞에서 언급했던 바와 같이 기본모델에서의 병목요소는 INS 내의 프로세서의 처리속도였다. 이제 SSP, INP, NTP의 처리속도를 2.1배 증가시켰을 경우(앞으로는 Enhanced Model이라함)에 대해 시뮬레이션을 해보았다. 그림 13에서 볼 수 있는 바와 같이 최대 메시지 처리용량은 2,200,000 BHCA로 향상됐다.

또한 Enhanced Model에서의 병목요소를 구하기 위해 앞에서와 마찬가지로 INS 내 프로세서의 내부버퍼 큐잉지연시간(그림 14 참조)을 조사했더니 역시 이 부분이 병목요소임을 확인할 수 있었다. 이 병목요소를 최소화하기 위한 방법으로는 앞에서와 같이 프로세서의 처리속도를 향상시키는 것이다. 여기

서 "최소화"라는 표현은 그것이 궁극적인 해결방법이 아니라는 것을 내포한다. 다시말해 프로세서의 처리속도를 향상시킬 때마다 프로세서의 처리속도가 병목요소로 존재하기때문이다. 궁극적인 해결방법으로는 처리속도를 0라고 가정하는 것인데 이것은 현실성과 멀기때문에 연구대상으로는 적절치 못하다.

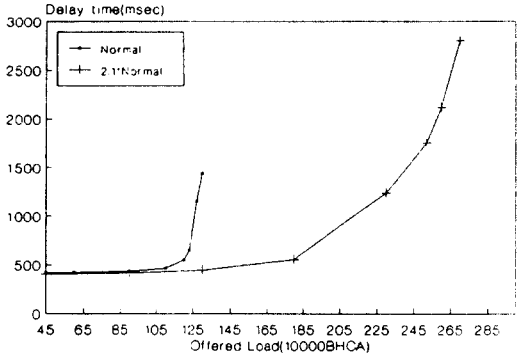


그림 13. 시스템 체류시간 비교
Fig. 13. The comparison of system sojourn times

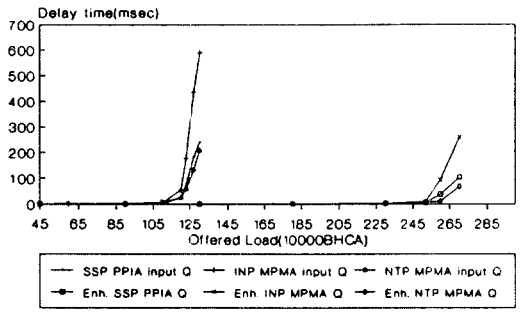


그림 14. 병목요소의 큐잉지연시간 비교
Fig. 14. The comparison of queueing delay of bottleneck elements

Enhanced Model에서의 두번째 병목요소는 ASP의 처리속도이다. 그림 15에서 볼 수 있듯이 최대 메시지 처리용량 이후부터 급격히 평균 큐길이가 증가함을 볼 수 있다. 이 병목요소를 최소화하기 위한 방법도 역시 프로세서의 처리속도인데 앞에서 언급했던 바와 같이 현실성과 거리가 먼 연구대상이다.

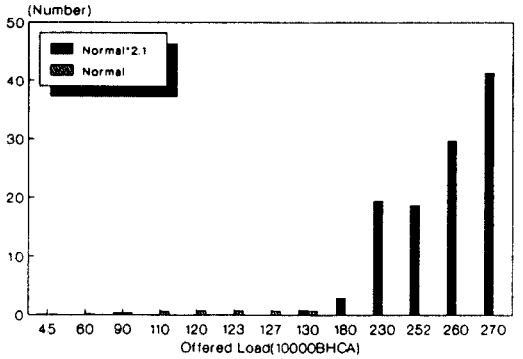


그림 15. ASP MPMA 입력버퍼의 평균 큐길이 비교
Fig. 15. The comparison of average queue length of ASP MPMA input buffers

Enhanced Model의 세번째 병목요소는 IIPCU에서 CIPCU로 향하는 출력버퍼에서의 큐잉지연시간이다. 이것을 도시한 것이 그림 16이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 최대 메시지 처리용량 이후부터는 급격히 큐잉지연시간이 증가함을 볼 수 있다.

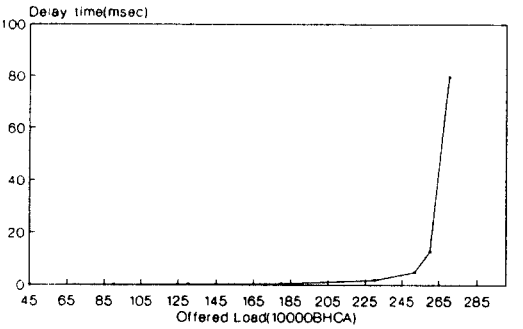


그림 16. IIPCU→CIPCU 방향 출력버퍼의 큐잉지연시간
Fig. 16. Queueing delay of output buffer (IIPCU→CIPCU)

4.3 링크속도 향상에 대한 시뮬레이션 및 검토

Enhanced Model의 세번째 병목요소를 제거하기 위한 방법으로 IIPCU에서 CIPCU로 향하는 링크의 속도를 향상시키는 방안을 제시한다. 즉 CIPCU에 연결된 Processor U_Link의 속도를 4배로 향상시킨 결과가 표 V에 나타나 있다. 그러나 Processor U_Link

표 V. Processor U_Link 속도향상에 따른 실험결과
Table V. The result of enhancement of processor U_Link speed (msec)

항 목 / 부하	2520000 BHCA		2600000 BHCA		2700000 BHCA	
링크	Normal	Normal×4	Normal	Normal×4	Normal	Normal×4
체류시간	1454.92	1449.25	1918.75	1906.17	2800.92	2748.42
CIPCU로 향하는 IIPCU의 출력버퍼	4.97	0.00181	12.86	0.00185	79.51	0.00184
IIPCU로부터의 CIPCU의 입력버퍼	0.108	0.147	0.109	0.151	0.109	0.151

의 속도를 향상시킨 결과 IIPCU로부터 CIPCU 입력버퍼에서의 큐잉지연시간이 증가함을 볼 수 있다. 다음장에서는 D_bus(CI Network)의 서비스정책을 바꿔가면서 최적의 시스템 구조를 제안해 볼 것이다.

V. 해석적 접근

이번 장에서는 앞장에서 언급한 바와 같이 D_bus의 서비스 정책의 변화를 통해 IIPCU로부터 CIPCU 입력버퍼에서의 큐잉지연시간을 줄이는 방안에 대해 기술한다.

5.1 D_bus의 성능개선 방안의 해석적 접근

D_bus는 토큰전달에의한 채널액세스방식을 채택하고 있다. 좀 더 자세히 설명하면 1-limited Cyclic Service 정책에 따라 해당 스테이션 큐를 주기적으로 탐색하여 메시지가 존재하면 하나씩 서비스를 수행한다.

순환서비스의 경우 시스템을 구성하는 노드가 N개 있을 때, 각 노드에 대하여 1, 2, ..., N, 1, 2, ... 의 순서로 서비스가 이루어진다. 한 노드에서 전송서비스를 마치고 다음 노드로 채널 접속 제어가 이동되는 시점은 서비스정책에 의하여 결정되는데 다음의 서비스정책들이 주로 다루어지고 있다.

- Exhaustive 정책 : 노드에 전송 대기중인 메시지가 없을 때까지 서비스하고 다음 노드로 이동한다.
- Gated 정책 : 채널액세스가 이루어진 시점에 전송 대기중인 메시지들만 서비스한다.
- Limited 정책 : 각 노드에서 최대 K 개만 전송. 특히 K=1인 경우를 Ordinary Cyclic Service (또는 1-limited)라고 한다.

N 노드로 구성된 시스템에서 각 노드에 메시지의 도착이 포아송 과정(Poisson Process)을 따르고 평균 도착률이 λ_i(i=1, 2, ..., N)이며, 노드 i에 도착하는 메시지들은 그 서비스시간의 평균이 g_i, 2차 모멘트가 $g_i^{(2)}$인 일반적 분포(General Distribution)를 따른다고 가정한다. 노드 i-1에서 노드 i로의 서버 이동시간이 존재하는 경우, 그 평균을 d_i, 2차 모멘트를 $d_i^{(2)}$라 하고, 노드 i에 도착한 메시지들의 평균대기시간을 w_i라고하자.

시스템에 부과되는 부하(Offered Load), ρ는

$$\rho = \sum_{i} \rho_i, \qquad \text{여기서, } \rho_i = \lambda_i g_i \tag{2}$$

이다.

순환시간(Cycle Time)은 어떤 노드로의 연속된 서버 방문시점 사이의 간격으로 정의된다. Kuehen[12]은 앞서의 서비스정책들하에서 각 노드의 평균 순환시간은 노드마다 같고, 이를 c라고 할때,

$$c = \frac{d}{1-\rho} \qquad \text{여기서, } d = \sum_{i} d_i \tag{3}$$

임을 보였다.

한편 각 서비스정책 별로 노드 i에서의 메시지 평균 대기시간 w_i의 가중평균에 관한 결과가 알려져 있으며[13][14][15], 이들 가중평균은 하나의 수식으로 표현된다. Exhaustive와 Gated 서비스정책의 경우 w_i의 가중평균

$$\sum_{i} \rho_i w_i \tag{4}$$

을 각각 w_E, w_G라 하고, 1-limited 서비스정책의 경우

$$\sum_{i} \rho_i w_i \left(1 - \frac{\lambda_i d}{1-\rho}\right) \tag{5}$$

를 w_L이라고 하면, 이들은 각각 다음과 같다.

Exhaustive

$$W_E = \frac{\rho \sum_{i=1}^{N} \lambda_i g_i^{(2)}}{2(1-\rho)} + \frac{\rho d^{(2)}}{2d} + \frac{d(\rho^2 - \sum_{i=1}^{N} \rho_i)}{2(1-\rho)} \quad (6a)$$

Gated

$$W_G = \frac{\rho \sum_{i=1}^{N} \lambda_i g_i^{(2)}}{2(1-\rho)} + \frac{\rho d^{(2)}}{2d} + \frac{d(\rho^2 + \sum_{i=1}^{N} \rho_i)}{2(1-\rho)} \quad (6b)$$

1-limited

$$W_G = \frac{\rho \sum_{i=1}^{N} \lambda_i g_i^{(2)}}{2(1-\rho)} + \frac{\rho d^{(2)}}{2d} + \frac{d(\rho^2 + \sum_{i=1}^{N} \rho_i)}{2(1-\rho)} \quad (6c)$$

(식. a~c)에서 보는 바와 같이 각 식의 RHS에서 첫번째, 두번째 항은 서로 같으나 세번째 항의 분자에서 ±의 차이가 있다.

즉, ρ_i는 항상 양수이므로 Exhaustive 정책의 큐잉지연시간이 다른 정책보다 적다. 따라서 Exhaustive 정책을 D_bus 운용에 적용하면 앞에서 언급한 문제는 최소화될 것이다.

5.2 시뮬레이션 및 검토

이번 절에서는 D_bus의 서비스 정책을 Exhaustive 정책으로 개선하여 시뮬레이션을 수행, 그 결과를 〈표 Ⅵ〉에 도시하였다. 표에서 볼 수 있는 바와 같이 시스템 체류시간과 IIPCU로 부터의 CIPCU 입력버퍼에서 큐잉지연시간이 각각 감소됨을 볼 수 있다.

Ⅵ. 결 론

본 연구에서는 기존의 TDX-10 교환기[5]와 ITU-T의 권고안[6]을 참고하여 SSP/AIN을 설계하였고 이를 토대로 시스템의 구조와 동작원리에 대한 정확한 분석을 통해 시스템의 성능, 즉 주어진 구조하에서 최대 메시지 처리용량과 메시지 처리 지연시간 등에 영향을 미치는 주요 파라미터들을 추출하고 이를 반영하는 시뮬레이션 모델과 프로그램을 개발하여 성능을 해석하였으며 병목요소를 추출하였다. 병목요소에 대해서는 시뮬레이션과 해석적 모형에의한 방법을 통해 주어진 구조에서 최적의 방안을 제안하였다.

기본모델에서는 Bellcore에서 권고하는 성능[7][8]을 충분히 만족하였고 호발생률 변화에 따른 성능실험에서 최대 메시지 처리용량은 착신과금서비스 처리시 1,270,000 BHCA였으며, 신용통화서비스 처리시 1,190,000 BHCA였다. 병목요소는 SSP, INP, NTP의 처리시간으로 판명되었고 최대메시지 처리용량에 도달하기까지 필요한 SMHP의 갯수는 착신과금서비스나 신용통화서비스 모두 9 개로 나타났다.

SSP, INP, NTP가 병목요소임을 감안하여 프로세서의 처리속도를 2.1배로 향상시켰더니 최대메시지 처리용량은 신용통화서비스인 경우 2,200,000 BHCA로 개선되었다. 이때의 병목요소는 CIPCU로 향하는 IIPCU의 출력버퍼로서 링크속도의 향상(기존 링크속도의 4배)을 통해 개선되었다. 즉, 2,700,000 BHCA의 공급부하일때 CIPCU로 향하는 IIPCU의 출력버퍼에서의 큐잉지연시간이 약 77.67 μsec의 향상을 가져왔다.

이때의 병목요소로는 IICPU로부터의 CIPCU 입력버퍼 큐잉지연시간인데 D_bus 서비스 정책을 Exhaustive 정책으로 바꾸어 2,700,000 BHCA의 공급부하에서 약 192 μsec의 성능향상을 볼 수 있었다.

참 고 문 헌

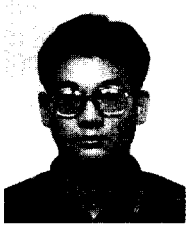
1. 표현명, "통신망의 지능화," 전자공학회지 제20권 6호, 1993.
2. 고도지능망용 SSP의 성능분석에 관한 연구, 한국전자통신연구소 연구보고서, 1993.

표 Ⅵ. 서비스정책비교

Table Ⅵ. The comparison of sevice policy (msec)

공급부하	2520000 BHCA		2600000 BHCA		2700000 BHCA	
링크	1-limited	Exhaustive	1-limited	Exhaustive	1-limited	Exhaustive
체류시간	1449.25	1445.92	1906.17	1901.08	2748.42	2741.75
IIPCU로부터의 CIPCU의 입력버퍼	0.147	0.129	0.151	0.130	0.151	0.132

3. W.D. Ambrosch, A. Maher, B. Sasscer, The Intelligent Network, Springer-Verlag, 1989.
4. 홍진표, "지능망 기술동향," 전자공학회지 제18권 1호, 1991.
5. TDX-10 SSP 연구개발, 한국전자통신연구소, 1992. 12.
6. ITU-T Draft Recommendations(Q.1200, Q.1201, Q.1202, Q.1203, Q.1204, Q.1205, Q.1208, Q.1211, Q.1213, Q.1214, Q.1215, Q.1218, Q.1219, Q.1290, Q.1400), Sep. 27, 1991.
7. Advanced Intelligent Network Release 1 Switching Systems Generic Requirements Vol.1, Bellcore TA-NWT-001123 Issue 1, 1991.
8. Advanced Intelligent Network Release 1 Switching Systems Generic Requirements Vol.2, Bellcore TA-NWT-001123 Issue 1, 1991.
9. Pritsker, A., Introduction to Simulation and SLAM II, System Publishing Corporation, 1986.
10. Leonard Kleinrock, Queueing Systems, Vol I : Theory, New York, Wiley, 1975.
11. Leonard Kleinrock, Queueing Systems, Vol II : Computer Applications, New York, Wiley, 1975.
12. Kuehen P. J., "Multiqueue Systems with Nonexhaustive Cyclic Service," Bell Syst. Tech. J., Vol.58, No.3, 1979, pp.671-698.
13. M. J. Ferguson, Y. J. Aminetzah, "Exact Result for Nonsymmetric Token Ring System," IEEE Trans. on Comm., Vol. COM-33, No. 3, 1985, pp.223-231.
14. Boxma O. J., "Models of Two Queues : A Few New Views," Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation, Amsterdam, 1986, pp.75-98.
15. Boxma and W. P. Groendijk, "Two Queues with Alternating Service and Switching Times," Rep. OS-R8712, Centre for Mathematics and Computer Science, Amsterdam, 1987.
16. 조성래, 한운영, 김덕진 외, "TDX-1B/ISDN 교환기의 ISDN 가입자모듈 성능평가," 한국통신학회논문지, 제18권 7호, 1993.



趙 成 來(Sung Rae Cho) 정회원
1992년 2월 : 고려대학교 전자공학과(학사)
1994년 2월 : 고려대학교 전자공학과(석사)
1994년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구소 망정합 연구실 연구원

韓 雲 英(Woon Young Han) 정회원
1982년 2월 : 고려대학교 전자공학과(학사)
1984년 2월 : 고려대학교 전자공학과(석사)
1994년 2월 : 고려대학교 전자공학과(박사)
1982년 3월 ~ 현재 : 한국전자통신연구소 망정합연구실 실장

金 錫 佑(Suck Woo Kim) 정회원
1991년 : 육군사관학교 물리학과
1993년 2월 ~ 현재 : 고려대학교 전자공학과 석사과정

金 德 鎭(Duck Jin Kim) 정회원
1957년 2월 : 서울대학교 전자공학과(공학사)
1962년 1월 : 미국 일리노이 공대 전자공학과(공학석사)
1972년 2월 : 고려대학교 전자공학과(공학박사)
1967년 ~ 1971년 : 서울대학교 전자공학과 교수
1971년 ~ 현재 : 고려대학교 전자공학과 교수
1985년 : 대한전자공학회 회장
1990년 ~ 현재 : 고려대 정보·통신기술공동연구소 소장