

《主 題》

# LAN대용으로서의 ISPBX-LAN성능분석

김 지 중

(DaCom 종합연구소)

■ 차 례 ■

I. 서 론

II. ISPBX-LAN 개요 및 프로토콜

III. ISPBX-LAN의 시스템모델과 부하모델

IV. 성능분석 결과

V. 결 론

### 요 약

본 논문은 독일 Hamburg대학에서 필자가 수행한 연구 프로젝트인 DFN(Deutsches Forschungsnetz)-Application over ISDN 의 일부로서 분산된 Resource의 공유를 위해 ISPBX(ISDN능력을 가진 PABX)를 이용한 근거리 ISDN-PC-Network(ISPBX-LAN)과 이것의 효율적 활용을 위한 단기접속모드(Short Hold Mode)를 소개하고, ISPBX-LAN의 성능을 사용자의 입장에서 기존의 LAN(Ethernet, Token-Ring)과 비교분석하였다.

### I. 서 론

오늘날 분산환경하에서 PC의 성능은 PC가 가지고 있는 Hardware의 성능보다 Network을 사용하여 분산되어있는 Resource를 어떻게 잘 공유할 수 있느냐의 여부에 의해 결정되고 있다. 이제까지는 근거리 분산되어 있는 Resource의 공유를 위하여 기존의 LAN이 사용되어 왔으나, 이미 기업내에 설치되어있는 PABX를 이용하는 방법이 새로운 근거리 통신방법으로 연구되어왔다. 이러한 방법은 기존의 PABX에서 진화된 ISPBX(ISDN성능을 가진 PABX)의 등장과 더불어 매우 현실성있고 경제적인 통신방법으로 제시되고 있다.

이와같이 ISPBX를 LAN대용으로 사용하는 ISPBX-LAN은 비교적 새로운 방법으로서 응용서비스의 개발이나 적용에 있어 많은 검토가 필요하다. 일반 LAN의 통신속도(예를 들면 Ethernet 10Mbps, Token-

Ring 4,16Mbps)에 비해 ISDN의 B-Channel이 제공할 수 있는 통신 속도(64kbps)는 매우 제한적이기는 하지만, LAN이 통신미디어를 공유하는데 반해, ISPBX-LAN은 통신미디어를 사용자가 혼자 전용할 수 있고, 또한 부호급 데이터 통신위주인 LAN과 달리 ISPBX-LAN은 2개의 B-Channel을 사용할 수 있으며 음성통신서비스등 다양한 서비스의 제공이 가능하다. 따라서 ISPBX-LAN은 LAN에 비하여 많은 장단점을 동시에 가지고 있어 ISPBX-LAN의 성능을 사용자의 입장에서 일반 LAN과 비교 평가하여 본다는 것은 매우 의미깊다 하겠다.

ISPBX-LAN을 LAN과 비교 평가하기 위해 본 연구에서는 먼저 ISPBX-LAN과 LAN에 대한 개념적 모델(Conceptual Model)을 작성하였다. 모델을 통한 시스템의 성능분석에는 정확한 시스템모델과 현실적인 부하모델(Load Model)이 요구된다. 현실적인 부하모델작성과 사용자입장에서의 성능분석을 위하여

본 연구에서는 사용자의 행동양식에 따른 부하모델 작성기법을 제시하였고, 그에 따른 LAN환경하에서의 사용자행동모델(User Behavior Model)을 ISPBX-LAN의 성능분석을 위한 부하모델로 사용하였다.

모델검증은 ISDN Adapter Card를 장착하여 구현된 실제 시스템을 측정 한 값과 시뮬레이션으로 얻어진 값과의 비교분석을 통하여 이루어 졌다. 또한 ISPBX-LAN이 가지고 있는 단점을 보완하기 위하여 단기집속속도모드를 제안하였고, 단기집속속도모드가 구현된 ISPBX-LAN의 성능도 사용자의 입장에서 평가분석하였다.

본 연구는 모두 5장으로 구성되어 있으며, 제 2장에서는 ISPBX-LAN의 일반적 개요 및 망구조와 ISPBX-LAN을 LAN대용으로 사용하기 위한 통신프로토콜 구성에 대하여 설명하였고, 제 3장에서는 ISPBX-LAN의 일반 LAN의 비교분석을 위한 시스템모델과 부하모델에 대하여 기술하였다. 제 4장에서는 이 시스템모델과 부하모델을 사용하여 ISPBX LAN과 LAN의 성능을 사용자의 입장에서 분석하였다. 끝으로 제 5장에서는 이제까지 얻은 결과를 검토하여 결론을 도출하였다.

## II. ISPBX-LAN 개요 및 프로토콜

오늘날 세계각국은 ISDN의 상용화에 따라, 사용자에게 다양한 서비스를 제공할 수 있는 ISDN의 효과적인 이용을 위해 노력하고 있다. 그중 DOS환경하에서 개인용컴퓨터(PC)를 ISDN이나 ISPBX에 연동하여 통신망을 구축하는 방법은 가장 잠재성있는 방법으로 생각되어지고 있다. 현재 선진각국에서는 ISDN의 상용서비스를 실시하고 있는 바, 많은 업체에서 개인용컴퓨터에 장착하여 ISDN망과 연동시킬 수 있는 ISDN PC Adapter Card를 개발하였다. 본 장에서는 PC용 ISDN Card를 사용, 단거리 ISDN통신망(ISPBX-LAN)을 구현한 방법과 그에 따른 통신프로토콜에 대해 간략하게 설명한다.

### 2.1 ISPBX-LAN의 개요 및 구현

Ethernet이나 Token-Ring등의 LAN에 있어서는 Bus 형태나 환형등 간단한 형태의 Topology를 가지고 있어 통신미디어의 공유를 위한 프로토콜로는 CSMA/CD나 Token등을 이용한 MAC(Medium Access Control)가 사용되고 있다. 또한 동축케이블등을 데이터 전송을 위한 통신미디어로 사용하는 관계로 10Mbps

나 16Mbps 정도의 고속통신이 가능하다. 이와는 반대로 ISPBX LAN은 기존의 전화선을 사용하는 관계로 중앙교환기에 의한 회선교환방법에 의해 단대단집속이 이루어지고 있어 <그림 1>과 같은 Star형 구조를 갖는다. 따라서 ISPBX LAN의 구현에는 단대단집속을 중개하는 ISDN능력을 가진 교환기가 필요하다. 본 연구에서는 ISPBX LAN의 구현을 위해 중앙교환기로 DBP(Deursches Bundes Post)의 Octopus 180i M을 사용하였고, 단말 기로는 'Stollmann'사에서 개발한 PC용 ISDN Card인 'tina' 모델을 장착한 PC(Compaq 386/16, 386/20)가 사용되었다.

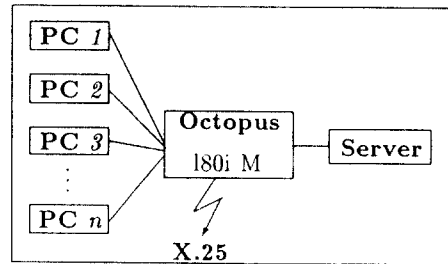


그림 1. ISPBX-LAN의 물리적구조

ISPBX-LAN의 <그림 1>과 같은 Star형태의 구조를 가지고 있어, 한 사용자가 통신회선을 독점함으로써 ISPBX-LAN을 LAN과 같이 다수의 사용자가 동시에 사용하는 데는 많은 문제점이 있다. 예를 들어 <그림 1>에서 PC1과 Server가 이미 연결되어 있다면, 다른 사용자(PC2, PC3)들은 Server와의 접속이 제한된다. 이와 같은 단점을 보완하고 ISPBX-LAN의 효율적 이용을 위해 본 연구에서는 단기집속모드(Short Hold Mode)가 제안되었다.

### 단기집속방법(Short Hold Mode)

LAN환경하에서의 사용자의 행동양식을 시간별로 관찰하여 보면 <그림 2>에서와 같이 사용자요청(User Request)과 시스템반응(System Reaction)의 교대적인 연속으로 이루어진다. 다시 말하면 사용자가 시스템에 새로운 요청을 하기 위해 사고하는데 필요한 사용자시간(User Time)과 사용자요청을 시스템에서 처리 화면에 결과를 나타낼 때 까지의 시간, 즉 시스템시간(System Time)의 교대적 연속이다. 일반적으로 LAN환경하에서의 시스템시간은 사용자시간에 비하여 매

우 작은 것으로 측정되었다. 따라서 사용자가 작업을 하는 동안 시스템(특히 통신미디어)에 실질적인 부하를 주는 시간은 단대단접속(논리적접속)이 이루어진 총시간에 비해 매우 작다.

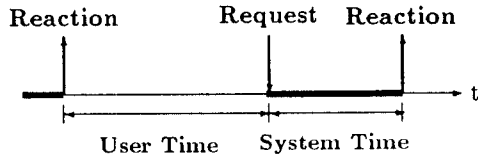


그림 2. 시간별 사용자의 행동양식

〈그림 1〉과 같이 ISPBX-LAN은 Star형태로 한 사용자가 Server에 연결된 회선(B-Channel)을 독점함으로써 인해 회선의 효율적 이용에 많은 문제점이 있다. 단기접속모드는 이러한 단점을 보완하기 위해, 교환기와 Server와의 접속을 물리적접속(Physical Connection)과 논리적접속(Logical Connection)으로 구분하여, 다수의 사용자가 동시에 Server에 접근하려 할 경우, 각 사용자의 PC와 Server간의 논리적접속은 작업 시간 내내 유지되는 반면, 물리적접속은 사용자의 요청이 있을 경우에만 이루어지도록 하였다. 따라서 단기 접속모드하에서는 모든 사용자가 동시에 Server에 접속되어 있는 느낌을 가질 수 있고, 사용자의 행동양식에 따른 사용자시간을 효과적으로 이용할 수 있다.

단기접속모드하에서는 접속의 해지 및 새로운 접속을 위한 조건으로는 물리적접속의 해지를 위한 휴면 시간(Idle Time)  $T_1$ 과 논리적접속의 해지를 위한 유지시간(Hold Time)  $T_H$ 이 정의되어 있어, Server가 한 사용자(PC1)의 요청을 처리한 후,  $T_1$ 가 경과하도록 사용자의 새로운 요청이 없으면 논리적접속은 유지되나 물리적접속은 해지될 수 있다. 예를 들면 휴면시간  $T_1$ 이 경과 후, Server에 설치된 Queue에 다른 사용자(PC2)의 요청이 있으면, PC1와의 물리적접속은 해지되고 PC2와의 새로운 물리적접속이 이루어진다. 만약  $T_H$ 이 경과하도록 새로운 요청이 없으면 물리적 접속뿐만 아니라 논리적접속도 해지된다. 따라서 휴면시간  $T_1$ 는 유지시간  $T_H$ 에 비하여 작은 값이어야 한다. 각 사용자와 Server의 물리적접속은 D-Channel를 통하여 FCFS의 순서로 이루어진다.

### 2.2 ISPBX-LAN의 통신프로토콜

ISDN환경하에서 개인용 컴퓨터간의 통신서비스를 지원하기 위하여 'Stollmann'사에서 개발된 *tina card*는 D-Channel과 B-Channel에서 다양한 프로토콜의 이식이 가능하도록 설계되었다. ISPBX-LAN을 구현함에 있어 D-Channel프로토콜로는 1TR6을 사용하였으나, 다른 D-Channel 프로토콜(12TR7/DKZ-N1/DKZ-E, Q931/I. 451)등으로의 확장도 가능하다. 부호급데이터의 통신을 위한 B-Channel프로토콜로서 물리계층에서는 1430/31을, 데이터연계계층에서는 HDLC와 비슷한 LAPB를 사용하였다. 또한 연구의 목적이 ISPBX-LAN의 구현인 까닭에 이식되지는 않았으나 공중통신망인 ISDN과의 접속을 통한 장거리 데이터 전송 및 다수의 논리적 회로의 다중화를 위해 망계층에서는 X. 25프로토콜이 이식되어야 하였다. 또한 안정된 단대단 통신을 위한 트랜스포트프로토콜로서 T. 70의 이식이 고려될 수 있다.

일반적으로 새로운 시스템의 개발에 있어 이미 개발된 응용소프트웨어의 호환성 있는 시스템구현이 무엇보다 중요하다. 따라서 세계각국은 ISDN통신망의 API(Application Program Interface)의 표준화를 위하여 노력하고있다. DOS환경하에서의 근거리통신망인 ISPBX-LAN을 구현하는데 있어서는 PC-LAN이나 Novell NetWare등 대부분 DOS환경하의 Network software가 IBM이 제정한 Software Interrupt Interface인 NetBios (SW-INT 5Ch)를 지원하고 있다. 따라서 본 연구에서는 〈그림 3〉과 같이 ISPBX-LAN의 API로 세션계층의 프로토콜인 NetBios를 채택하였고, NetBios를 Emulation Software의 형태로 구현하여 *tina card*위에 이식하였다. 〈그림 3〉중 괄호안의 프로토콜

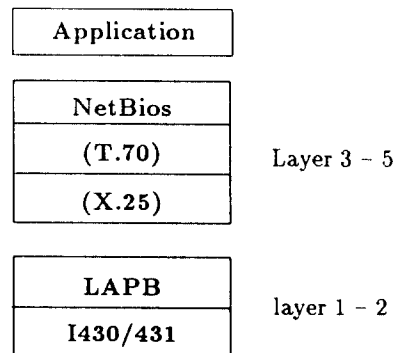


그림 3. ISPBX-LAN의 통신프로토콜

은 본 연구에서는 구현되지 않았으나, ISDN망을 통한 장거리 데이터통신에 필요한 프로토콜로서 타 프로젝트에서 연구중에 있는 것으로 알려져 있다.

### III. ISPBX-LAN의 시스템모델과 부하모델

본 장에서는 ISPBX-LAN의 성능평가를 위한 (개념적인) 시스템모델과 부하모델에 대하여 기술한다. 성능평가를 위한 모델작성은 일반적으로 외부의 요청(Request)에 대한 시스템의 반응(Reaction)을 추상화시키는 작업으로 해석되고 있다. 따라서 모델작성에 있어 요청과 반응이 일어나는 기준점면(Interface)을 평가목적에 맞게 먼저 확정하는 것이 중요하다. 지금까지의 LAN의 성능평가에 있어서는 통신미디어의 공유를 위한 MAC의 성능평가가 중요한 목적이었다. 따라서 모델작성을 위한 기준점면(Interface)으로 주로 LLC과 MAC사이의 접면이 사용되었다. 그러나 ISPBX-LAN의 성능을 사용자의 입장에서 평가하고 LAN과 비교하기 위해서는 API이상의 상위접면이 모델작성을 위한 기준점면으로 사용되어야 한다. 또한 ISPBX-LAN과 LAN을 비교하기 위해서는 부하모델의 패러메타가 시스템성능에 독립적이어야 한다. 따라서 본 연구에서는 모델작성을 위한 기준점면으로 PC화면이나 Keyboard등의 상위접면을 모델작성을 위한 기준점면으로 정하였다.

#### 3.1. 시스템모델

시스템모델작성은 모델의 목적에 따라 여러가지 방식으로 기술할 수 있으나 본 연구의 목적이 ISPBX-LAN의 정량적 분석인 관계로 본 연구의 목적에 적합한 확장된 Queuing Network Model을 시스템모델 기술방법으로 사용하였다.

<그림 1>과 같이 ISPBX-LAN은 각각 'tina' (PC용 ISDN Adapter)를 장착한 여러대의 PC와 Server로 이루어져 있으며 중앙교환기(Octopus 180i M)에 의한 회선교환방식으로 상호간의 통신이 이루어지고 있는 반면, 일반 LAN에서는 통신미디어를 공유함으로써 통신미디어에 접근을 조정하는 프로토콜(MAC)이 추가적으로 사용된다. 따라서 ISPBX-LAN나 LAN을 모델화 하기 위해서는, 사용자와 대화가 이루어지는 PC및 Network를 통해 서비스를 제공하는 Server와 단말기간의 통신을 담당하는 Network를 구분하여 모델화하는 것이 필요하다.

#### 3.1.1. PC및 Server의 시스템모델

실제 시스템을 Queuing Network를 사용하여 모델화하기 위해서는 시스템성능에 영향을 끼칠수있는 요소를 찾아내어 적당한 패러메타를 갖는 Queue로 변환시켜야 한다. PC나 Server의 모델화에 있어 고려된 Hardware나 Software의 구성요소는 다음과 같다.

##### Hardware구성요소

- H1) PC 또는 Server의 Processor속도및 주메모리 용량
- H2) PC 또는 Server의 Harddisk 접근속도
- H3) tina 또는 LAN Card의 Processor속도및 메모리 용량

##### Software구성요소

- S1) 통신 Software (특히 NetBios의 Buffer크기, LAMP, 일반 LAN의 LLC)

다음은 Queuing Network을 이용한 모델작성을 위해 Queue로 표시된 Hardware나 Software 구성요소간의 연관성을 정의하기 위한 시스템내에서의 작업의 흐름이 조사되었다.

일반적으로 PC와 PC Adapter Card(tina, PC LAN Card)간의 통신은 Software Interrupt에 의하여 이루어진다. 예를 들면 응용프로그램이 파일이나 데이터를 전송하기 위해선, 먼저 전송하고자하는 파일이나 데이터를 NetBios의 Buffer에 저장한 다음 Software Interrupt를 통해 PC Adapter Card에게 NetBios의 Buffer에 저장된 데이터를 가져갈 것을 명령하며 응용 프로그램의 작동은 일시 중단된다. Software Interrupt에 의해 명령받은 PC Adapter Card는 명령받은 바(NetBios의 Buffer에 저장된 데이터의 수신)를 수행한후, 다시 Software Interrupt를 통해 PC에 작업수행완료을 알리면 PC는 중단되었던 작업을 다시 시작한다. 만약 NetBios의 Buffer크기가 전송하려는 데이터의 양에 비해 작으면 상기 작업을 반복하게 된다. 따라서 NetBios의 Buffer크기는 PC나 Server의 개념적 모델작성에 있어 중요한 패러메타가 된다. PC Adapter Card는 데이터전송에 필요한 작업을 실시간안에 처리하기 위해 일반적으로 스스로의 Processor및 운영체제를 가지고 상대방과의 통신업무(LAMP, LABD, LLC)를 담당하고 있다. 따라서 본 연구에서는 PC와 Server의 개념적 모델을 확장된 Queuing Network를 사용 <그림 4>와 같이 작성하였다.

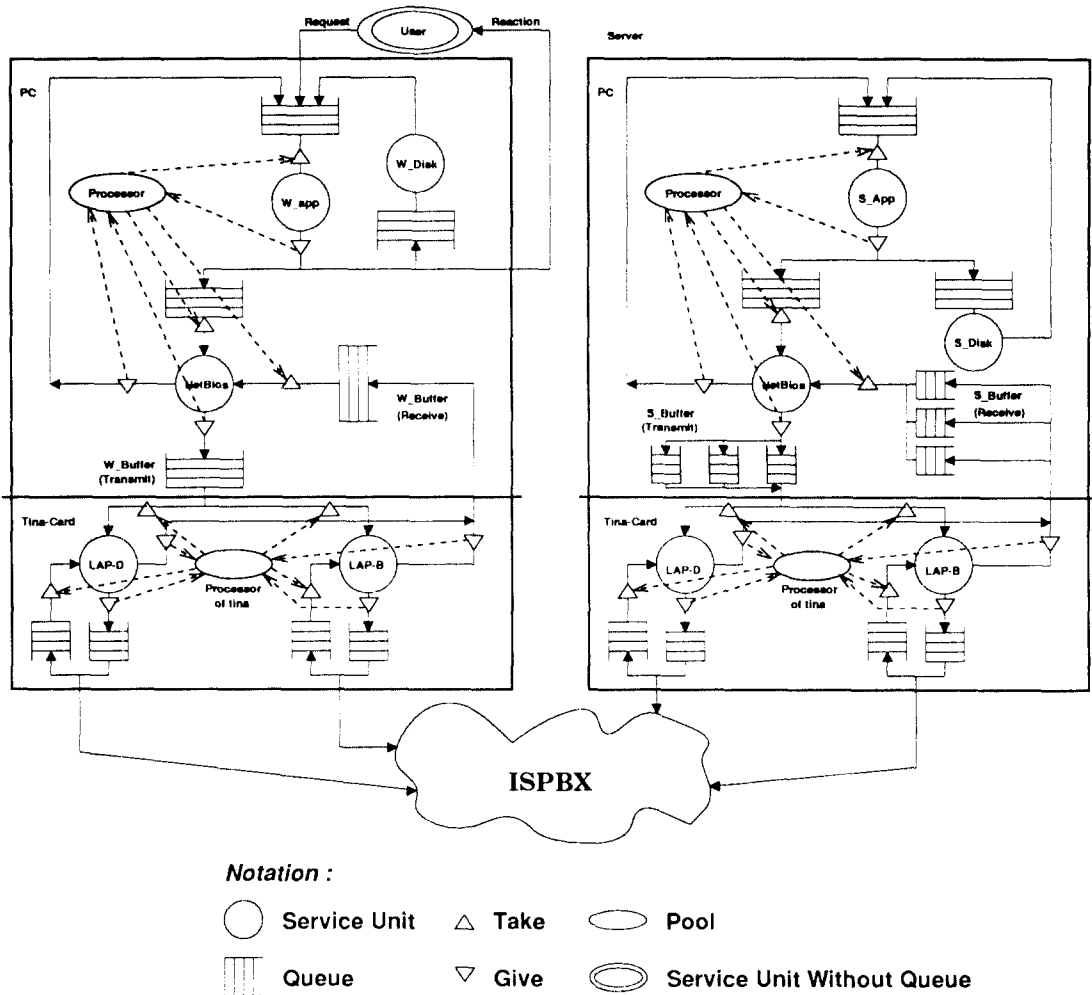


그림 4. 확장된 Queuing Network를 이용한 PC와 Server의 개념적모델

〈그림 4〉에 표시된 PC 및 Server의 시스템모델은 같은 구성요소(Queue)를 가지고 있으나, 사용자는 PC와 Network를 통해서만 Server에 접근할수 있다고 가정하여, 상이한 작업의 흐름을 나타내고 있다.

### 3.1.2. Network 시스템모델

ISPBX-LAN과 LAN은 상이한 물리적구조 및 통신속도를 가지고 있다. 또한 LAN에 있어서는 통신미디어공유를 위해 여러가지 MAC을 사용하고 있어, 통신미디어에 많은 부하가 발생할 경우, 적용된 MAC에 따라 시스템성능이 변할 수 있다. 따라서 LAN의 Net-

work모델화에 있어서는 각 MAC의 특성을 나타낼 수 있는 시스템모델을 작성되어야 한다.

### 가. ISPBX-LAN의 Network모델

ISPBX-LAN에 있어 PC와 Server간의 접속은 중앙교환기에 의해 이루어지며, 한 사용자가 통신회선을 독점하는 관계로, 회선을 한 사용자가 사용중일 경우 타 사용자의 사용이 제한 된다. 이러한 시스템을 모델화하기 위해 중앙교환기를 하나의 Queue로 나타내었고, Token을 사용하여 사용자의 Server에 대한 접속을 제한하였다. 단기접속모드의 모델화에 있어서는 Token

을 이용한 방법이 사용되었고 물리적접속을 위한 시간이 추가적으로 고려되었다.

#### 나. Ethernet의 Network모델

Ethernet은 통신미디어에 접근하기 위한 프로토콜(MAC)로 CSMA/CD를 사용한다. CSMA/CD프로토콜은 일반적으로 전송되어야 패킷의 충돌가능성을 내포하고 있어, 충돌 및 추가적인 충돌의 최소화를 위해 여러가지 방법이 사용되고 있다. 본 연구에서는 CSMA/CD를 모델화에 있어 다음과 같은 가정을 하였다.

1. 패킷충돌의 최소화를 위한 통신미디어에의 접근 방법은 1 persistent 방법이 사용된다.
2. 추가적인 패킷충돌방지를 위해 BEB(Binary Exponential Backoff) Algorithm이 사용된다.

#### 다. Token Ring의 Network모델

Token Ring은 Ethernet와는 달리 통신미디어에 접근할수 있는 권한이 통신미디어를 선회하고 있는 Token에 의해 주어지기 때문에 패킷의 충돌은 발생하지 않으나 각 노드에서의 Token의 생성 및 처리를 위한 시간(Token Holding Time)이 요구되고 있다. 이러한 추가적인 시간은 일반적으로 극히 적은 단위( $\mu$ 초)이므로 Token Ring의 모델화에 있어 고려되지 않았고 통신미디어에의 접근권한을 Token을 사용하여 모델화하였다.

### 3.2. 부하모델

지금까지 LAN의 성능분석을 위해 많은 부하모델이 연구되었으나, 대부분 LAN의 MAC에 대한 성능을 분석하기 위한 것으로서, 사용자입장에서의 성능분석을 위한 부하모델로는 많은 문제점이 있다. 또한 부하모델의 파라메타, 예를 들면 단위시간당 패킷 도착비율(Packet Arrival Rate)등은 시스템파라메타, 예를 들면 Processor의 속도, NetBios의 Buffer크기, 최소 및 최대허용 가능한 패킷의 크기등에 따라 변할 수 있다. 그러나 상이한 시스템의 비교분석을 위해서는 동일한 부하모델의 적용이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 ISPBX-LAN 및 LAN의 비교분석을 위한 부하모델로서 사용자의 행동양식을 확장된 유한오토메타(extended finite Automata)를 사용하여 기술한 사용자 행동모델(User Behavior Model)<sup>[5]</sup>을 사용하였다.

사용자행동모델은 Ferrari가 제안한 User Behavior

Graph<sup>[9,10]</sup>의 개념을 D(Delay)-상태 및 R(Request)-상태의 개념을 추가로 도입하여, <그림 2>에 표시된 사용자시간은 D-상태로 나타내었고, R-상태는 시스템과 독립적인 파라메타, 예를 들면 파일의 길이, 전송하러하는 파일의 갯수등을 사용하여 나타내었다.

상기와 같은 방법으로 부하모델을 작성하기 위해서는 지정된 집합(Interface)상에서 사용자요청(Request)을 시스템에 끼치는 영향에 따라 분류하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 사용자의 요청을 다음과 같은 3가지로 분류하였다.

1. 대화적요청 (Interactive Request)  $R_I$
2. 파일전송요청 (File Transfer Request)  $R_F$
3. 응용프로그램수행을 위한 요청 (Request for Application Programs)  $R_P$

위에서 분류된 3가지의 사용자요청중, 대화적요청  $R_I$ 은 DOS의 명령어 CD, DEL 등과 같이 주로 시스템의 조정에 쓰이는 것으로, 매우 작은 처리시간(시스템시간)을 갖는다. 파일전송요청  $R_F$ 은 COPY, EDIT 등과 같은 명령어로 사용자의 파일이 한 방향으로만 전송하게 하는 요청(예를 들면 READ나 WRITE)을 의미한다. 같은으로 응용프로그램수행을 위한 요청  $R_P$ 은 여러개의 파일이 동시에 읽히거나 쓰여질 수 있는 명령을 나타낸다.

다음으로 작업중 사용자의 행동양식을 나타내기 위해 위에서 분류된 3가지 사용자요청에 대한 순서가 정해져야 한다. 본 연구에서는 사용자요청의 순서를 <그림 5>와 같이 전환 확률(Transition Probability)을 사용하여 통계적으로 나타내었다.

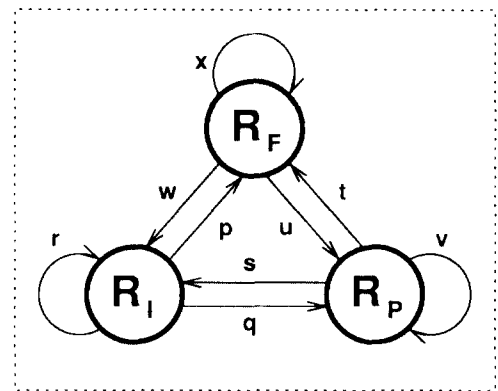


그림 5. 유한오토메타에 의해 모델화된 사용자요청순서

〈그림 5〉에서 사용자는 작업중 위에 분류된 바와 같은 사용자요청을 시스템에 제출하고 시스템은 사용자요청을 수행한 뒤 결과를 컴퓨터화면에 나타낸다. 사용자는 다시 컴퓨터화면에 나타난 결과를 분석한후 새로운 사용자요청을 제출한다. 새로운 사용자요청의 종류는 전환확률(Transition Probability)에 따라 결정된다. 〈그림 2〉에서 정의된 시스템시간은 시스템에 따라 상이하다. 따라서 시스템에 독립적인 부하모델을 작성하기 위해서는 시스템 시간보다는 시스템에 독립적인 패러메타, 예를 들면 파일길이, 파일 전송시의 파일갯수등을 이용한 부하모델의 작성이 필요하다. 다음은 부하모델의 패러메타를 추상화시키기 위해, 사용자요청을 PASCAL의 레코드타입으로 표현하여, 시스템에 독립적인 부하모델의 패러메타를 사용자요청의 속성(Attribute)으로 나타내었다.

TYPE INTERACTIVE\_REQUEST = RECORD {대화적 요청}

Prob : Boolean ; {사용자요청이 Dir과 Disk의 정보내용을 요구하는 경우}

File\_Number : integer ; {Directory에 저장된 파일 수}

END ;

TYPE FILE\_TRANSFER\_REQUEST = RECORD {파일전송요청}

R\_W\_Prob : Boolean ; {파일의 전송방향, Read or Write}

File\_Number : integer ; {전송하는 파일의 갯수}

File\_Size : Array[1.. File\_Number] of integer ; {파일의 크기}

END ;

TYPE APPLIC\_PROGRAM\_REQUEST = RECORD {응용프로그램수행을 위한 요청}

F\_READ\_N : integer ; {읽혀지는 파일의 갯수}

F\_Write\_N : integer ; {쓰여지는 파일의 갯수}

F\_Read\_Size : Array[1.. F\_Read\_N] of integer ; {읽혀지는 파일의 크기}

F\_Write\_Size : Array[1.. F\_Write\_N] of integer ; {쓰여지는 파일의 크기}

END ;

### 3.3. 모델 패러메타

개념적 모델을 사용하여 성능평가가 가능한 분석 모델(Evaluation Model)을 작성하기 위해서는 모델의 패러메타가 확정되어야 한다. 모델의 패러메타는 시

스템의 Hardware 및 Software에 따라 상이하며, 성능분석결과에 많은 영향을 끼칠 수 있다. 본 연구에서는 모델패러메타를 실제시스템(Novell Netware)에서 측정된 값을 고려하여 다음과 같이 확정하였다.

#### 3.3.1. 시스템모델의 패러메타

시스템의 성능은 여러가지 패러메타에 의해 좌우될수 있으나, 실제시스템의 측정결과 시스템모델의 패러메타는 〈표 1〉과 같이 가정하였다<sup>[7]</sup>

표 1. 시스템모델에 사용된 패러메타값

파라메타	사용된 값
패킷간의 시간(일반 LAN)	2 m초
최대패킷크기 (일반 LAN)	1078 Byte
최소패킷크기 (일반 LAN)	72 Byte
Hard Disk의 평균접근속도	19 m초
NetBios의 Buffer크기	4 KByte
통신속도 (Ethernet)	10 Mbps
통신속도(Token Ring)	4 Mbps
통신속도(ISPBX-LAN)	64 Kbps
LLC의 Window크기	1

#### 3.3.2. 부하모델의 패러메타

부하모델의 패러메타를 정하기 위해 부하모델의 패러메타에 대한 측정<sup>[6]</sup>을 실시하였다. 측정은 'Stollmann'사에 설치된 있는 LAN(Novell NetWare, 연구및 프로그램개발환경)상에서 작업하는 사용자가 Server와 주고받는 데이터를 Network General사에서 개발한 Sniffer<sup>[8]</sup>를 사용하여 수집한 후, 다음과 같이 통계적으로 분석하였다.

##### 가. 사용자당 작업시간

분산환경하에서 사용자의 행동방식을 특성화하기 위해서는 사용자의 평균작업시간에 대한 조사가 필요하다. 실제 시스템(LAN)에서 조사된바에 의하면 LAN환경하에서 한 사용자의 평균작업시간은 약 18.7분으로 측정되었고, 작업당 평균 약 78개의 사용자요청이 수행된 것으로 나타났다.

##### 나. 사용자요청별 사용자시간

ISPBX-LAN의 성능평가를 위해 본 연구에서 제안된 부하모델(사용자행동모델)의 패러메타를 정하기

위해서는 시스템과 독립으로 가정한 사용자요청별 사용자시간을 측정하여야 한다. LAN상에서의 사용자요청별 사용자시간 및 분산계수(Variation Coefficient)는 <표 2>와 같다.

표 2. 사용자요청별 평균사용자시간 및 분산계수

	R <sub>I</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>P</sub>
평균사용자시간	10.69초	15.72초	13.41초
분산계수	2.12	1.18	1.43

다. 파일의 크기

DOS환경하에서의 파일의 평균크기는 Sniffer를 사용하여 LAN을 통해 전송되고 있는 약 500개의 파일을 조사하여 측정되었다. 조사결과 파일의 평균크기는 약 16.7 KByte이며 분산계수는 약 2.26으로 나타났다.

라. 파일전송요청시 전송되는 평균파일수

일반적으로는 파일전송요청시 하나의 파일이 전송되고 있으나 경우에 따라서는 다수의 파일이 전송되고 있다. 실제 시스템에서 측정된 바에 의하면 파일전송요청시 평균 3.59개의 파일이 전송되었으며, 전송되는 평균파일수의 분산계수는 3.12로 나타났다. 또한 사용자요청중 약 25%는 PC에서 Server방향으로의 전송요청(Write)이며, 약 75%는 Server에서 PC방향으로의 전송요청(Read)로 나타났다.

마. 응용프로그램수행시 전송되는 평균파일수

분산환경에서 응용프로그램을 작동한 경우 여러종류의 파일이 Server로부터 임혀지고 또한 Server에 쓰여지고 있다. LAN에서 측정된바에 의하면 약 3.1개의 파일이 응용프로그램수행을 위한 사용자요청시 사용하고 있으며 분산계수는 1.15로 나타났다. 그중 약 76%는 Server에서 사용자요청수행을 위해 임혀지고 있으며, 약 19%는 주로 Server에 쓰여지고 있으며 나머지 약 5%의 파일은 Server로 부터 임혀진뒤 다시 Server에 쓰여지는 것으로 나타났다.

바. 사용자요청순서를 위한 확률

<그림 5>에서와 같이 본 연구에서는 사용자요청순서를 유한오토메타를 이용하여 정의하였다. 따라서 부하모델의 작성을 위해서는 <그림 5>에 표시된 사용

자요청별 전환확률(Transition Probability) p,q,...,x 등이 필요하다. LAN환경하에서의 사용자요청별 전환확률은 <표 3>과 같이 실측되었다.

표 3. 사용자요청순서정의를 위한 전환확률

패러메타	확률	패러메타	확률	패러메타	확률
p	0.20	s	0.30	v	0.50
q	0.20	t	0.20	w	0.45
r	0.60	u	0.45	x	0.30

<그림 5>에서와 같은 부하모델은 유한오토메타모델로서 Markoff Chain으로 변환이 가능하다. <그림 5>에서 사용자요청을 표시한 각 상태는 재귀적(recurrent)이고 비주기적(aperiodic)인 관계로 정상확률(stationary probability)이 존재하며, 수리식 계산이 가능하다. 수리식 계산결과 사용자요청별 정상확률은 R<sub>I</sub>가 17.7%이고 R<sub>F</sub>가 22.3% R<sub>P</sub>가 30.0%인 것으로 나타났다. 따라서 사용자가 작업시 필요로 하는 약 78개의 사용자요청중 약 36개는 대화적 요청으로, 약 18개는 파일전송을 위한 요청으로, 약 24개는 응용프로그램수행을 위한 요청으로 가정할 수 있다.

IV. 성능 분석 결과

본 장에서는 3장에서 작성된 개념적 모델을 사용하여 각 시스템의 성능이 비교분석되었다. 정량적 성능 분석을 위한 분석모델(Evaluation Model) 작성에는 Hamburg대학에서 개발된 모델작성언어인 H.LMAOS (Input Language for the Model Analysis and Optimization System) <sup>11</sup>가 사용되었다. H.LMAOS로 작성된 분석모델의 평가는 수리적인 방법(Mean Value Analysis)이나 시뮬레이션에 의한 방법이 있으나, 3장에서 작성된 개념적 모델이 Token등을 사용한 확장된(Queuing Network)인 관계로, 시뮬레이션에 의한 방법이 사용되었다.

4.1. 모델 검증

모델을 통한 시스템의 성능평가에 있어서는 구현된 모델이 실제시스템을 충분히 대표할 수 있는지에 대한 검증(Validation)이 필요하다. 본 연구에서 개념적 모델의 검증은 <표 4>에서와 같이 실제 구현된 시스템에서 측정된 값(파일전송에 필요한 시스템시간)



표 4. 각 시스템의 파일전송에 필요한 시스템시간

ISPBX-LAN	파일크기(Byte)						
	1000	5000	10000	50000	100000	500000	1000000
시뮬레이션결과	0.05초	0.32초	0.91초	6.27초	12.87초	64.95초	130.12초
측정결과	0.14초	0.65초	1.18초	6.56초	13.05초	65.81초	131.52초

Ethernet	파일크기(Byte)						
	1000	5000	10000	50000	100000	500000	1000000
시뮬레이션결과	0.05초	0.10초	0.15초	0.67초	1.28초	6.27초	12.49초
측정결과	0.05초	0.11초	0.16초	0.67초	1.34초	6.58초	12.84초

Token Ring	파일크기(Byte)						
	1000	5000	10000	50000	100000	500000	1000000
시뮬레이션결과	0.05초	0.10초	0.15초	0.67초	1.28초	6.27초	12.52초
측정결과	0.01초	0.11초	0.17초	0.68초	1.31초	6.45초	12.45초

과 시뮬레이션에 의해 예측된 값의 비교로서 이루어졌다.

〈표 4〉에 주어진 사용자의 입장에서 파일전송에 따른 시스템시간은 측정된 값과 시뮬레이션모델에 의한 값은 1 Kbyte이하의 작은 파일인 경우 약간의 차이가 있으나, 사용자가 그 값을 감지할 수 있는 정도의 차이는 없고, 10 Kbyte이상의 큰 파일의 경우 잘 일치하고 있다. 또한 대화적요청에 대한 시스템시간도 실제시스템에서 측정된 값과 시뮬레이션에 의해 예측된 값이 잘 일치하고 있다. 따라서 3장에서 작성된 모델을 사용하여 ISPBX-LAN의 성능평가를 하여도 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.

#### 4.2. 시뮬레이션에 의한 성능평가결과

다음은 ISPBX-LAN 및 일반 LAN의 성능을 사용자의 입장에서 평가하기 위한 시뮬레이션 결과를 기술하였다. 일반적으로 모델에 의한 시스템의 성능평가에 있어서는, 모델화에 따른 가정을 필요로 한다. ISPBX-LAN 및 LAN의 모델화 및 성능평가에 따른 가정은 다음과 같다.

##### 모델화 및 성능평가에 따른 가정

1. ISPBX-LAN 및 일반 LAN의 사용환경은 연구소나 일반대학에서와 같은 프로그램개발환경이다.
2. ISPBX-LAN 및 일반 LAN 사용자의 행동양식은

같다. 따라서 ISPBX-LAN 및 일반 LAN의 비교 분석에는 같은 부하모델을 사용하였다.

3. 일반 LAN을 모델화함에 있어 시스템패러메타는 LAN(Novell NetWare)에서 실측된 결과를 사용하여, 한 패킷당 최대 허용길이는 1078Byte(그중 사용자정보량은 1 KByte)로 하였고 LLC에서의 Window크기는 1 (send and wait 프로토콜)를 사용하였다. 그리고 ISPBX-LAN의 최대 블럭길이는 256Byte로 하였다.

#### 4.2.2. 단기접속모드(Short Hold Mode)의 성능평가

제 2장에서 ISPBX-LAN의 단점을 보완하는 방법으로 단기접속모드가 제안되었다. 다음은 단기접속모드가 구현된 시스템의 성능을 시뮬레이션을 통해 조사하였다. 단기접속모드가 구현된 ISPBX-LAN 시스템에서는 다수의 사용자가 동시에 Server와 물리적 접속을 유지할 수는 없으나, 동시에 논리적 접속을 유지함으로써 사용자에게 동시작업을 하는 것과 같은 느낌을 준다. 또한 필요에 따른 물리적 접속 및 해지에 의해 B-Channel의 사용효율을 높일 수 있다. 그러나 사용자 Server와 물리적 접속을 유지하고 있을 경우 새로운 사용자요청의 수행을 위한 새로운 물리적 접속이 요구되고 있어, 사용자요청수행을 위해서는 추가적인 시스템시간이 요청된다. 다음은 단기접속모드가 ISPBX-LAN 사용자에 끼치는 영향 및 효율

성에 대한 시뮬레이션결과를 나타내었다.

**가. 동시에 작업하는 사용자수에 따른 영향**

다수의 사용자가 Server와 동시에 논리적접속을 유지하고 있을 경우, 사용자요청수행에 있어 추가적인 대기시간및 새로운 물리적접속이 요구된다. 다음은 사용자가 사용자요청당 추가적으로 대기하는 평균시간및 새로운 물리적접속이 요구되는 확률을 다음의 2가지 경우, 즉 Server가 하나의 B-Channel로 연결되어 있는 경우와 2개의 B-Channel로 연결되어 있을 경우로 구분하여 조사하였다. 시뮬레이션을 수행하는데 있어 새로운 물리적 접속에 필요한 시간은 500 m초, 휴면시간은 1000 m초로 가정하였다.

**표 5. 사용자수에 따른 사용자요청별 평균대기시간및 새로운 물리적접속이 요구되는 확률**

1 B-Channel	동시에 작업하는 사용자수				
	1	2	3	4	5
평균 대기시간	0초	1.8초	4.3초	8.7초	14.3초
새로운 물리적 접속이 요구되는 확률(%)	0%	48%	70%	77%	80%

2 B-Channel	동시에 작업하는 사용자수				
	2	3	4	5	6
평균대기시간	0초	0.6초	1.7초	2.8초	4.2초
새로운 물리적 접속이 요구되는 확률(%)	0%	23%	47%	59%	68%

<표 5>에 의하면 5명의 사용자가 하나의 B-Channel로 교환기와 연결된 Server와 논리적 접속을 유지하며 작업을 하고있을 경우, 사용자요청당 새로운 물리적접속이 요구되는 확률은 약 80%이다. 또한 이것은 동시에 작업하는 사용자수가 증가하여도 더이상 증가하지 않는 한계치로 나타났다. Server와 교환기가 2개의 B-Channel로 연결되어 있는 경우에는 일반적으로 Channel당 더 좋은 이용률을 나타내고 있으며, 사용자요청당 평균대기시간에서도 긍정적인 효과(사용자요청에 따른 작은 대기시간)를 나타내고 있는 것으로 나타났다.

**나. 동시에 작업하는 사용자수에 따른 평균**

**B-Channel의 이용률**

단기접속모드는 필요에 따른 물리적 접속및 해지

로 사용자의 사용자시간(User Time)을 효과적으로 이용하여 B-Channel의 이용률을 증가시킬 수 있다. <표 6>은 동시에 작업하는 사용자수에 대한 B-Channel의 이용률에 대한 시뮬레이션결과를 나타내었다.

**표 6. 사용자수에 따른 B-Channel의 이용률**

1 B Channel	동시에 작업하는 사용자수				
	1	2	3	4	5
B Channel의 평균이용률	24.4%	42.5%	54.2%	60.3%	61.5%

<표 6>에 의하면 단기접속모드가 구현된 ISPBX-LAN에서 5명의 사용자가 동시에 작업을 수행하는 경우, B Channel의 이용률이 61.5%로 단기접속모드가 구현되어 있지않은 시스템에 비해 약 2.5배의 B-Channel이용률의 증가가 나타났다. 또한 사용자수가 4명인 경우와 비해 증가가 거의 없는 것으로 보아 B-Channel이용률의 증가가 한계치에 도달된 것으로 파악된다.

**다. 휴면시간(Idle Time)에 따른 평균대기시간 (average waiting time)**

지금까지 단기접속모드의 성능평가에 있어 휴면시간(Idle Time)을 1000 m초로 고정된 후 사용자수가 B Channel이용률에 끼치는 영향을 조사하였다. 단기접속모드가 구현된 ISPBX-LAN시스템의 성능은 휴면시간(Idle Time)의 대소에 따라 많은 영향을 받을 수 있다. <표 7>에서는 여러가지 휴면시간에 따른 시스템성능을 2명의 사용자가 동시에 Server와 논리적 접속을 유지하며 작업하고 있다는 가정하에 조사하였다.

**표 7. 휴면시간에 따른 사용자요청별 평균대기시간**

1 B Channel	휴면시간(Idle Time) (m 초)					
	500	1000	3000	5000	10000	20000
평균대기시간	1.7초	1.8초	1.9초	2.8초	5.5초	8.1초
새로운 물리적 접속이 요구되는 확률	55%	48%	43%	40%	32%	13%
회선이용률	40%	42%	43%	40%	35%	29%

<표 7>에 의하면 휴면시간이 3초일 경우, B-Channel의 이용률이 약 43%로 최고의 B-Channel이용률을

나타내고 있다. 휴면시간이 3초이하인 경우는 과도한 물리적접속의 해지 및 신규 접속으로 인하여 B-Channel의 이용률이 작어진 반면, 휴면시간이 3초이상인 경우에는 사용자요청당 평균대기시간이 증가함으로 인해 B-Channel의 이용률이 떨어지는 것으로 판단된다.

#### 4.2.2. ISPBX-LAN 및 Ethernet과 Token Ring의 비교

다음은 ISPBX-LAN과 일반 LAN의 성능을 사용자의 입장에서 비교분석하였다. 각 시스템의 비교분석에는 각 시스템의 사용자가 작업중 똑같은 행동양식을 가지고 있다는 가정하에 같은 부하모형을 사용하였다.

##### 가. 사용자요청별 평균시스템시간

ISPBX-LAN과 LAN의 성능을 사용자입장에서 평가하기 위해 먼저 사용자요청별 요구되는 평균시스템시간을 조사하였다. <표 8>에 주어진 사용자요청별 평균시스템시간은 시스템전체를 한 사용자가 사용하는 경우(empty machine)를 가정하였다.

표 8. 사용자요청별 평균시스템시간

	R <sub>I</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>P</sub>
ISPBX-LAN	1.43초	9.24초	9.89초
Token Ring	0.55초	1.85초	2.16초
Ethernet	0.55초	1.85초	2.16초

<표 8>에 의하면 ISPBX-LAN의 경우 LAN에 비하여 사용자요청별 약 5배의 평균시스템시간이 요구되고 있다. 따라서 LAN상에서 사용자의 평균작업시간을 18.7분으로 가정할 때, 똑같은 작업을 ISPBX-LAN상에서는 수행할 경우 23.6분이 소요될 것으로 파악된다. 또한 LAN의 경우 통신속도의 차이(Ethernet: 10Mbps, Token Ring: 4Mbps)는 사용자요청별 평균시스템시간에 아무런 영향을 주지 못하고 있다. 따라서 LAN의 경우 사용자요청수행시 발생할 수 있는 시스템병목현상(System Bottle Neck)은 통신미디어에서 생기지않고, LAN Adapter Card, 특히 Adapter Card의 Processor에서 발생하고 있는 것으로 파악된다.

##### 나. NetBios의 Buffer크기에 따른 영향

LAN 및 ISPBX-LAN의 API로서 사용된 NetBios는 소프트웨어패러메타로서 여러가지의 Buffer크기를 정

의할 수 있다. 일반적으로 NetBios의 Buffer크기가 클 경우 시스템성능이 향상될 수 있으나, 많은 주기억장치를 차지하는 단점이 있다. 따라서 <표 9>에서는 최적의 Buffer크기를 조사하기 위해 여러가지 Buffer크기에 따른 1 MByte파일의 전송에 따른 시스템시간을 파일을 전송하는 사용자입장에서 조사하였다.

표 9. NetBios의 Buffer크기에 따른 파일전송시간(sending)

	NetBios의 Buffer크기 (Byte)				
	1000	5000	10000	25000	50000
ISPBX-LAN	162.6초	131.2초	131.7초	131.8초	134.8초
Ethernet	37.24초	16.70초	15.13초	14.23초	14.12초
Token Ring	37.20초	16.81초	15.22초	14.91초	14.84초

<표 9>에 의하면 LAN의 경우 NetBios의 Buffer크기가 커질수록 성능이 향상되었으나, Buffer크기가 5KByte인 경우 Buffer크기에 따른 성능상의 차이는 별로 없는 것으로 나타났다. 그러나 ISPBX-LAN에 있어서는 NetBios의 Buffer크기가 너무클 경우(>10KByte)에는 오히려 성능이 저하되고 있는것으로 나타났다. 그것은 LAN의 경우 Buffer크기가 작은경우 NetBios에 의한 과도한 Software Interrupt에 의한 것으로 판단되며, ISPBX-LAN에 있어서는 Buffer의 크기가 클 경우 B-Channel의 통신속도가 작은 관계로 NetBios의 Software Interrupt시간이 과다해짐에 따른 것으로 파악되었다.

## V. 결론

본 연구에서는 ISPBX를 이용한 새로운 근거리통신망(ISPBX-LAN)의 구축 및 그의 성능을 일반 LAN과 비교하여 기술하였다. 시스템구축에 있어서는 이미 개발된 응용소프트웨어의 사용을 위해 DOS환경하의 LAN에서 주로 사용되는 세션계층의 프로토콜인 NetBios를 API(Application Program Interface)로 사용하였고, 성능평가를 위한 모델중 시스템모델은 확장된 Queuing Network로 기술하였고, 부하모델은 LAN 환경하의 사용자 행동양식을 모델화한 사용자행동모델(User Behavior Model)을 사용하였다.

성능평가결과 ISPBX-LAN을 LAN대응으로 사용하는 경우 LAN에 비해 사용자요청별 시스템시간이 약 5배 정도 소요될 것으로 파악되었다. 따라서 ISPBX-LAN의 경우 LAN에서와 같이 사용자가 Server를 하

나의 Local Disk처럼 사용하는 데에는 통신미디어 (B-Channel)에서 발생하는 시스템병목현상(System Bottle Neck)으로 인해 많은 문제점이 있을 것으로 판단되나, 파일전송 및 DB검색등의 고속을 요하지 않는 작업수행에는 어려움이 없이 사용될 수 있을 것이다. 또한 시스템구조(Star형 구조)에 따른 단점(한 사용자가 통신회선을 독점)은 단기접속모드의 구현으로 해소될 수 있을 것으로 판단되며, 단기접속모드가 구현된 시스템의 경우, 단기접속모드가 구현되어 있지 않은 시스템에 비해 많은 B-Channel이용률의 증가를 가져올 수 있을 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

1. E. Oberfrank : ISDN : from LAN to WAN : New Possibility of PC-Network, European Congress for Technical Communication, 1991(in german)
2. Stollmann GmbH : Specification of tina, Version V. 1. 2, 1990. 2 (in german)
3. Stollman GmbH : ISDN-PC-Card tina-ds, Installation Book, Ver 3. 31,1990. 9 (in German)
4. W. Bux : Local Area Subnetworks : A Performance Comparison. IEEE Trans. on Comm. Vol. COM 29. No. 10, 1981.
5. B. Wolfinger, J.-J. Kim : Load Measurement as a Basis for Modeling the Load of Innovative Communication Systems, Proc. 2nd IEEE Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems, Cairo 1990.
6. J.-J. Kim : Load Measurement and Modeling for LAN on the base of ISPBX, DFN-Project (TK 558-1015) Report, 1992 (in german).
7. A. Grefe, J.-J. Kim, B. Wolfinger : Performance Analysis of ISPBX-LAN and Comparison of Ethernet and Token Ring, DFN-Bericht No. 66, 1992 (in german)
8. Network General Corporation : The Sniffer, Ethernet & Token Ring Network Portable Protocol Analyser, Operation Reference Manual, (1990)
9. D. Ferrari : On the Foundations of Artificial Work Load Design. Proc. Computer Network Symposium, Washington D. D. , 1986.
10. M. Calzarossa, D. Ferrari : A Sensitivity Study of Clustering Approach to Work Load Modeling, Performance Evaluation 6, Elsevier Science Publishers B. V., 1986.
11. R. Feix, M. Jobmann : MAOS-Model Analysis and Optimization System, Ultrix 2.2 User Guide Ver. 1. 0, Institut fuer Informatik, T. H. Muenchen, 1989.



金 之 中

- 1976년 2월 : 서울대학교 수학과 졸업
- 1988년 10월 : 독일 R.W.T.H. Aachen에서 computer science로 Diploma
- 1993년 1월 : Hamburg대학(이학박사)
- 1980년 6월 ~ 1982년 8월 : 현대중공업 R&D 근무
- 1989년 4월 ~ 1993년 3월 : Hamburg대학에서 Research Assistant로 근무
- 1993년 5월 ~ 현재 : DACOM 종합연구소 개방형시스템실 책임연구원