

# ISDN 트래픽 엔지니어링에 관한 연구

이 강 원\*

## A Study on the ISDN Traffic Engineering

Kang W. Lee\*

### Abstract

It has been recognized several years ago that traffic engineering in the multiservice environment of future ISDN will bring an incredible amount of work to be done. It is also true that ISDN traffic studies have been performed in case by case with traffic engineers' own discipline and with a poor knowledge on traffic characteristics and user behavior.

In this study three major mainstreams of the currently active research topics are identified, which need to be standardized and analyzed under some unifying concepts. Based on the results of CCITT discussions, an attempt is made to answer the each question. The standardized analysis method will be most important for the design, engineering and operation of the ISDN in future.

### 1. 서 론

과거의 통신망(communication network)은 음성전화(voice telephony), 텔렉스(telex), 혹은 데이터 통신(data communication)등 서비스 별로 개별적으로 개발되고 운영되어 왔다.

그런데 지난 십여년에 걸친 반도체와 디지털(digital) 전송기술, 소프트웨어 기술 등의 발

달과 컴퓨터와 통신(communication)의 결합은 통신 분야에 혁명적인 변화를 야기시켰다. 즉, 데이터 프로세싱(컴퓨터)과 데이터 통신, 음성 및 비디오 통신간에 기본적인 차이점이 사라지게 되고 그 결과 컴퓨터와 통신 산업간의 중복현상이 증가하여, 각 구성품의 조립에서 통합화된 시스템으로의 발전이 이루어졌다[5]. 이외 지속적인 진행결과는 모든 형태의 데이터와 정

\* 서울산업대학교 산업공학과

\*\* 이 논문은 1989년도 문교부 지원 한국 학술진흥 재단의 신진 교수 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

보를 전송하고 프로세싱하는 종합 시스템(integrated system)의 개발로 나타난다.

한편 정보화 사회의 도래에 따라 여러가지 다양하고 부가가치가 있는 통신수요가 기하급수적으로 늘어날 것으로 예상된다. 이같이 다양하게 요구되는 통신 서비스를 현재 전화 서비스 제공 방식으로 서비스별 별도망을 구성하여 제공하게 되면 통신망 구조가 너무 복잡해지고 사용에 불편이 따를 뿐만아니라 경제적인 면에서도 여러가지 불이익이 있게된다. 그래서 이런 제반문제를 종합적으로 해결하기 위하여 통신—컴퓨터 분야에 걸친 기술의 발달을 토대로 착상된 것이 ISDN(Integrated Service Digital Network)이다.

CCITT에서는 ISDN이란 대략 음성 및 비음성 서비스를 포함한 광범위한 서비스 제공, 종점간 디지털(end-to-end digital) 접속 기능제공, 교환 및 비교환 연결기능, 그리고 회선교환 및 패킷 교환기능 등을 가져야 한다고 정의하고 있다[13].

### 1. 1. 텔리트래픽 엔지니어링(Teletraffic Engineering)

텔리트래픽 엔지니어링의 주목적은 전기통신망에서 서비스를 제공하는 자원(resource)의 효율적 이용 및 가입자에게 일정수준 이상의 서비스 품질(quality of service)을 제공하고자 하는데 있다. 트래픽 연구는 주로 추계적 과정(stochastic process), 대기이론(queueing theory), 컴퓨터 시뮬레이션(computer simulation) 등의 제 기법을 사용하여 대상 시스템의 성능 모델링(performance modeling) 및 이의 분석을 통해 이루어져 왔다. 일반적으로 성능 모델은 아래와 같은 몇개의 구성요소로 묘사될 수 있는데 각 구성요소들은 실시스템의 물리적 혹은 논리적 실체를 개념적으로 표현한 것이다.

- 서버(servers)
- 대기(queues)
- 자원관리(resource management)
- 프로토콜(protocols)
- 트래픽 발생원(traffic sources)

서버는 특정호(call)를 처리하기 위한 전송 채널(transmission channel) 혹은 프로세서(processor)를 나타내며, 대기는 서버 요구를 위한 조직화된 나열(organized list) 혹은 단위 데이터(data unit)의 일시적 저장을 위한 실질적 저장장소(physical buffer)를 의미하게 된다. 한편 자원 관리(resource management)는 특정 자원을 어떤 일의 요구(job request) 혹은 사용자에게 할당할 것인지를 결정하는 일의 일정(job scheduling) 및 오퍼레이팅 시스템(operating system) 관련사항을 내포한다.

프로토콜(protocol)은 호 설정(connection establishment), 데이터 교환(exchange of data unit), 에러 복구(error recovery), 그리고 라우팅(routing) 등 기본적인 서비스에 관한 실시스템의 기능적 행위(functional behavior)에 대한 규정이며, 마지막으로 트래픽 발생원은 시스템 부하를 결정하는 요소로서 특정 서비스 사용자의 트래픽 관련 통계적 성질로 묘사된다.

일반적으로 트래픽 현상은 위 요소들의 상호연관(interworking) 작용을 통하여 발생하는 시스템의 동작형태를 일컫는다. 그런데 대부분의 시스템 자원은 여러개의 독립적인 사용자에 의해서 공유되기 때문에 병목(bottleneck) 현상이 발생되고, 이로인한 호 손실(call loss), 블러킹(blocking), 지연(delay) 및 오동작(malfunction) 등의 서비스 품질저하 문제가 발생하게 된다. 그러므로 트래픽 연구를 통한 성능평가(performance evaluation)는 시스템 효율(system throughput) 및 서비스 등급(grade of service)과 관련해서 시스템 모델의 이론적 및 실험적 분석에 목표를 두고 있다.

## 1.2. ISDN 환경하에서 새로운 문제점

ISDN 개념의 도입은 기존의 회선교환 혹은 패킷교환 등 단일망 중심으로 행하여진 전통적인 트래픽 엔지니어링에 광범위한 새로운 문제를 제시해 주고 있다[6, 7]. 즉 가입자간의 정보 전송속도의 다양화 및 트래픽 특성의 다양화, 신호와 정보의 분리, 교환 접속방식의 다양화 등 복잡하며, 다양한 특성을 가진 ISDN 교환기의 트래픽 해석은 종래의 일차원적인 Erlang 공식 등에 의한 해석방식으로는 상당한 제한이 따르게 된다. 이로인해 새로운 이론정립과 아울러 ISDN 트래픽 변수들을 도출한 후 새로운 트래픽을 모델링 하여 특성을 해석해야 할 필요가 있다.

## 1.3. 논문 구성

ISDN 트래픽 엔지니어링은 다양한 서비스(multiservice) 환경이 야기시킬 복잡하고 다양한 트래픽 성질로 인해 앞으로 상당한 양의 연구가 수행되어야 한다는것이 수년전부터 인식되어 왔다.

현재 활발히 진행되고 있는 연구를 유형별로 분류하면 크게 다음 3가지 문제로 나누어 볼수 있다.

- (1) 다양한 서비스 환경하에서 혼합된 트래픽의 기준 부하설정 문제와 새로운 기술과 서비스로 인한 GOS(grade of service) 항목 및 목표치 설정문제
- (2) 관련, 서비스들의 수요예측 등을 통한 ISDN 제공 트래픽(offered traffic)의 양(volume) 및 특성파악
- (3) (1)과 (2)의 결과를 토대로 하여 ISDN 트래픽이 교환기 시스템에 미치는 영향력 파악

위에서 열거한 문제의 답변을 제시하기 위하여 다양한 서비스 환경하에서 혼합된 트래픽의

모델링 및 ISDN적 사고방식으로 문제를 해결코자 하는 노력이 진행되어 왔지만 대개의 경우 표준적인 분석방법 없이 산발적으로 연구가 수행된 것이 사실이다. 이런 가운데 1986년도 Brüssel에서 열린 CCITT 트래픽 전문가 회의 [11]에서는 ISDN 트래픽을 분석 평가하는 일반적인 방법과 모델링 기법에 관한 논의가 있었다.

본 논문에서는 이 CCITT 논의내용을 토대로 삼아 위 3가지 문제에 체계적이고 표준적인 분석방법을 제시하고자 한다. 2장에서는 (1) 문제, 3장과 4장에서는 각각 (2)와 (3) 문제를 다루고 있으며, 마지막 5장에서는 향후 연구 및 토론사항을 담고 있다.

## 2. 기준부하 및 GOS (Grade of Service) 모수

### 2.1. 기준 부하

기준부하(reference load)란 요구되는 성능 설계 목표치(performance design objective)를 기술하기 위한 트래픽 부하조건을 말하는 것으로, 설득력 있는 기준부하를 나타내기 위해서는 부가(supplementary) 서비스 및 다른 형태의 서비스들도 고려되어야 한다[2, 3]. 회선교환에서의 기준부하는 Erlang 또는 BHCA(Busy Hour Call Attempt)로만 나타내었으나, 패킷교환 서비스를 제공하게 될 ISDN 교환기에서는 패킷 트래픽양을 나타내는 새로운 단위가 필요하며, 초기단계의 ISDN 교환기에서는 기본 액세스(basic access) (2B+D)만 고려한다고 할때 B-채널과 D-채널에 대한 기준부하가 따로 표시되어야 한다.

여기서 제시하고 있는 기준부하 A는 정상적인 상태에서의 가입자 회선 및 임중계선의 최번시 평균 트래픽 양을 의미하며, 기준부하 B는 계획한 정상수준을 초과하는 트래픽양을 나타내

고 있다.

(1) 입증계선 기준부하

— 기준부하 A : 입 중계선당 평균 점유율 0.7 Erlang

— 기준부하 B : 입 중계선당 평균 점유율 0.8 Erlang

(또는 기준부하 A 의 1.2배)

(2) 가입자 회선 기준부하

CCITT[1]에서는 가입자 회선에 대한 제공 트래픽(offered traffic) 특성을 주거용이나 또는 사무용이나에 따라 크게 달라지므로 표 1과 같이 4종류의 기준부하로 분류하여 나타내고 있다. ISDN 가입자 회선은 일반 가입자 회선의 중 트래픽(heavy traffic)에 해당하는 case Y 정도의 트래픽을 발생시킨 것으로 가정하여 표

2와 같이 3종류로 분류하고 있다. 또한 ISDN 가입자 회선은 일차적으로 2B+D의 기본 액세스만 이용하는 것으로 가정하여 B-채널은 회선 교환호에 대해서만 가용하고 반면 D-채널은 신호정보와 패킷교환 데이터를 운반할 수 있다고 전제하고 있다.

— 기준부하 A :

표 1. 일반가입자 회선의 기준부하 A

교환기 형태	평균 통화량	평균 BHCA
W	0.03 E	1.2
X	0.06 E	2.4
Y	0.10 E	4
Z	0.17 E	6.8

표 2. ISDN 가입자 회선의 기준부하 A(기본 액세스 2B+D)

회선형태	B-ch 당 평균통화량	B-ch 당 평균 BHCA	B-ch 당 초당 평균 패킷수
Y*	0.05E	2	0.05(신호용)+데이터 패킷
Y**	0.10E	4	0.1(신호용)+데이터 패킷
Y***	0.55E	2	0.05(신호용)+데이터 패킷

- Case Y\* : 1회선의 case Y에 해당하는 트래픽
- Case Y\*\* : 2회선의 case Y에 해당하는 트래픽
- Case Y\*\*\* : 1회선의 case Y와 매우 높은 트래픽 1회선  
(예 : 1 erlang의 회선교환 데이터)

\* 데이터 패킷율은 앞으로 연구될 예정임

— 기준부하 B : Erlang에 대해서는 기준부하 A의 25%, BHCA에 대해서는 35% 증가 (무효 호시도도 기준 호시도에 포함됨)

2.2. GOS 모수 정의 및 목표치 설정

초기 ISDN 교환기에서는 일반 아날로그 가입자와 ISDN 가입자를 동시에 수용하게 될 것이

므로 GOS 모수의 항목인 목표치는 일반 가입자와 ISDN 가입자를 따로 분류하여 설정하여야 할 것이다. 일반 가입자에 대해서는 기존의 전화 교환기에 대한 규정과 CCITT 권고를 기준으로 GOS 모수를 정의하고 목표치를 설정할 수 있다.

한편 ISDN 가입자에 대해서는 ISDN 교환기의 구조와 각종 ISDN 서비스를 제공하기 위해

추가되는 기능을 고려하여 GOS 모수를 설정하고 합당한 목표치를 설정하여야 할 것이다. '85-'88 회기년도 CCITT SGX1 working party X1/4의 Q.5XX series를 살펴보면 다음과 같은 상황에서 초기 ISDN 교환기의 성능 모수 목표치를 설정하고 있다.

— ISDN, 비-ISDN, 혼합 ISDN 환경으로 분류하여 규정

— 기본 액세스(2B+D)에 대해서 적용할 수 있으며, primary rate에 대해서는 계속 연구

— 64 Kbps의 회선교환 접속에 대해서만 규정

— 패킷 통신은 D-채널로만 서비스

— 기준부하 A와 기준부하 B로 트래픽 부하 조건을 설정하였으나 D-채널의 데이터 패킷율(rate)은 계속 연구

— 신호 시스템은 ISDN 교환기에서 분리시켜 별개의 시스템으로 간주

— 블로킹 기준은 망의 폭주(network congestion)에 의한 것과 과도 지연(excessive delay)에 의한 서비스 손실도 포함

— 사용자간 신호 및 부가 서비스 등을 제외한 기본호에 대해서만 규정

ISDN 교환기의 GOS 모수를 정의하고 목표치를 설정하기 위해 위에서 제시한 기본방향 외에도 호처리 및 패킷처리 지연기준을 설정하기 위한 데이터 패킷 길이에 대한 표준치가 필요하다. 특히 성능설계 목표치의 설정은 지금까지 일반적으로 받아들여진 방법이 없었으며 항상 다수의 동의와 타협에 의한 결과였으므로 일단 기존의 공중전화망(public switched telephony network) 및 데이터망(packet switched data network, circuit switched data network)에 대한 목표치를 기준으로 적절히 정할수 밖에 없으며, 차후에 CCITT 권고안에서의 권고치나 측정된 시험 데이터를 근거로 조정되어야 할 것이다.

### 3. ISDN 트래픽 특성 및 수요예측

#### 3.1. ISDN 트래픽 특성

일반적으로 고정된 채널 대역폭(64Kbps)을 가진 공중전화망(PSTN)에서의 트래픽 부하는 회선(혹은 채널)당 BHCA 또는 Erlang의 단위를 사용하여 충분히 설명될 수 있었다. 그리고 신호부하(signalling load)도 CAS(channel associated signalling) 방식으로 인해 별도로 고려해 줄 필요가 없었다. 그러나 여러가지의 다양한 대역폭을 가진 텔리 서비스들이 통합된 디지털 통신망의 몇가지 종류의 베어러 서비스에 의해 수용되는 ISDN 환경하에서 트래픽 부하를 묘사하기 위해서는 다양하고 복잡한 트래픽 파라미터와 변수들이 요구된다. 일반 공중전화망과 비교해 ISDN 트래픽을 특장화 시켜 주는 일반적 요소를 살펴보면 다음과 같다.

(1) ISDN 회선은 B-채널과 D-채널을 통해 음성과 비음성 등 다양한 대역폭을 가진 서비스를 수용할 수 있어야 하므로 종래의 공중전화망에서의 일차원적 트래픽 단위로서는 시스템 부하를 충분히 묘사할 수 없다. 종래의 전화 트래픽은 한 회선이 한시간 동안 점유된 상태를 1 Erlang으로 정의하여 사용하였으나 ISDN 트래픽에서는 이런 개념을 수정해야 할 것이다 [14]. 예를들어 ISDN 트래픽에서 종합 트래픽(overall traffic)의 최번시 1 Erlang이 50%의 전화 트래픽(64Kbps), 20%의 비교적 저급 화질의 비디오 통신(2Mbps), 5%의 고급 화질의 비디오 통신(34Mbps), 25%의 데이터 통신 중 60%의 협대역(64Kbps)과 38%의 광대역(2 Mbps) 그리고 2%의 초광대역(34Mbps)으로 구성되었을때 종합 트래픽의 각 Erlang에 대한 통신망에서의 bit율(bit rate) 요구는 다음과

같다.

· 50% 양방향 전화 트래픽	
$0.5 \times 2 \times 0.064 \text{ Mbps}$	: 0.06 Mbps
· 양방향 비디오 트래픽	
— 20%의 저급 화질	
$0.2 \times 2 \times 2 \text{ Mbps}$	: 0.8 Mbps
— 5%의 고급 화질	
$0.05 \times 2 \times 34 \text{ Mbps}$	: 3.4 Mbps
· 한 방향의 데이터 통신	
— 15%의 협대역	
$0.15 \times 0.064 \text{ Mbps}$	: 0.01 Mbps
— 9.5%의 광대역	
$0.095 \times 2 \text{ Mbps}$	: 0.19 Mbps
— 0.5%의 초 광대역	
$0.005 \times 34 \text{ Mbps}$	: 0.17 Mbps
<hr/>	
총 계	: 4.63 Mbps

여기서, 고급 화질의 비디오 통신은 상대적으로 낮은 트래픽의 값을 갖더라도 망 용량(network capacity)의 대부분을 사용하며, 전화 트래픽은 높은 트래픽의 값을 가져도 망 용량은 적게 사용한다. 이와 같이 종래의 전화망에서의 1 Erlang 과 ISDN 에서의 1 Erlang 의 단위는 같지만 개념상 의미는 다르므로 다양한 전송속도를 가진 서비스들이 동시에 수용되는 ISDN 환경에서 어떠한 전송속도의 데이터가 주어진 채널을 점유하여 흐르는가, 즉 정보의 흐름의 양을 Erlang bit 의 개념으로 고찰하는 것이 타당할 것이다. 이것은 점유도 뿐만 아니라 대역폭의 정보도 동시에 가지고 있으므로 통신망의 용량을 간접적으로 나타내는 것이 될수 있다.

(2) B-채널과 D-채널을 사용하는 텔리 서비스들이 서로 다르고 또한 서로 상이한 베어러 서비스를 요구하기 때문에 B-채널과 D-채널의 트래픽 부하는 별도로 규정되어야 할 것이다. 예로 B-채널을 회선교환 통신에만 국한시키고 D-채널로는 패킷교환만 한다면 B-채널의 부하는

종래의 단일 회선교환망에서처럼 회선당 BH-CA 나 Erlang 으로 표시될 것이고, D-채널은 단위 시간당 데이터 패킷수(data packets/sec.)와 신호정보 부하(signalling load)로 표현될 수 있을 것이다.

(3) 데이터 트래픽의 멀티플렉싱(multiplexing)으로 실제로 사용된 베어러 채널수와 동시에 진행중인 호(call) 수와 차이가 있을수 있다. 일례로 각각 4Kbps 와 8Kbps 의 대역폭을 가진 서비스가 단위시간중 D-채널을 각각 [0-0.4], [0.2-0.6] 시간동안 사용하였다면 실제로 사용된 베어러 채널 데이터 트래픽은 0.8 Erlang 이지만 멀티플렉싱된 데이터 트래픽은 0.6 Erlang 이 된다.

(4) 신호와 정보의 분리로 인해 신호망(D-채널, signalling system No. 7)의 성능이 분석될 필요가 있고, 이를 위해 호당 레이어(layer) 2, 3 관련 신호 메시지가 파악되어야 한다.

(5) 여러가지의 상이한 텔리서비스가 단일망에서 수용되어야 하기 때문에 단일 서비스망에서처럼 확실적인 최번시(busy hour)가 존재하지 않고 서비스 형태별로 개별적인 최번시가 생겨나게 된다.

(6) 다양한 대역폭을 가진 텔리서비스를 수용하기 위해 여러가지의 베어러 서비스들이 이용되기 때문에 트래픽 모델링을 위해 다양한 트래픽 연구 및 파라미터가 요구된다. 기존의 PS-TN 에서는 호 도착모형, 호 유지시간 분포 및 폭주(congestion) 상태에의 호 처리(loss, waiting 등) 등으로 충분하였지만 패킷 교환방식에서는 호당 데이터 패킷수, 패킷당 bit 의 수 등의 사항이 추가로 요구된다. 일례로 ISDN 망에서 회선교환 및 패킷교환 방식하에서 트래픽 모델에 필요한 파라미터를 살펴보면 표 3과 같다.

표 3. 트래픽 모형의 모수[8]

Circuit Swiching		Packet Swiching Virtual Connection (Inband Signalling Method)
CS-Connection	Connection Control	
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Interarrival time distribution</li> <li>. Bandwidth requirement</li> <li>. Holdingtime distribution</li> <li>. Joint probability of multiservice usage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Request for establishment of LAPD connection for incoming/outgoing B-channel connection</li> <li>. Holding time of LAPD</li> <li>. Signalling information arrival process from TE to ET and vice versa within each established LAPD connection</li> <li>. Frame length distribution</li> <li>. Flow control parameter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. VC establishment request</li> <li>. VC holding time</li> <li>. Data packet arrival process within an established VC</li> <li>. Packet length distribution</li> <li>. Throughput class</li> <li>. Flow control parameter</li> </ul>

### 3.2. ISDN 트래픽 예측

[4, 9]에서는 ISDN CPE(customer premise equipment)의 트래픽 특성을 파악하기 위해서 아래와 같은 일련의 과정을 이용하고 있다.

- 1) 가입자 분류(user categorization)
- 2) 각 가입자 분류별 ISDN 터미널수 예측
- 3) CPE 당 가입자 분류별 ISDN 터미널수 예측
- 4) 각 가입자 분류 및 서비스별 CPE 당 트래픽 예측
- 5) 1)-4)의 과정을 토대로 CPE 당 평균 트래픽 특성파악

일예로 CPE 당 평균 음성 트래픽을 파악하기 위해서는 먼저 1)과 2)의 과정을 토대로 특정 CPE가 임의의 i번째 가입자 분류에 속할 확률을 구한다. 그리고 3), 4) 과정에서 음성 서비스의 가입자 분류별 CPE 당 트래픽을 예측하여

이들을 토대로 평균 CPE 당 음성 트래픽값(Erlang)을 구할수 있다.

한편 데이터 트래픽은 텔리텍스(teletex), 팩시밀리(faximile) 및 비데오텍스(videotex) 등의 서비스 종류별로 음성 트래픽에서 행한 과정을 시행하여 서비스별로 트래픽을 구한후 나중에 합산하여 평균 CPE 당 데이터 트래픽 값을 구한다. 일반적으로 특정 CPE의 트래픽 특성을 묘사하기에 필요한 항목들을 살펴보면 다음과 같다.

- 단위 시간당 호수
- 단위 시간당 패킷수
- 음성 트래픽 (Erlang)
- 데이터 트래픽 (Erlang)
- 멀티플렉싱된 데이터 트래픽 (Erlang)
- 평균 음성 호 유지시간(seconds)
- 평균 데이터 호 유지시간(seconds)
- 평균 패킷 크기 (bytes)

위에서 언급한 항목들은 ISDN 트래픽이 교환기 시스템에 미치는 영향을 결정하는데 유용하게 사용할 수 있다.

- 1) 단위 시간당 호수 : 시스템의 호처리 및 신호처리 부하를 유추할 수 있다.
- 2) 단위 시간당 패킷수 : 패킷 처리가 용량과 데이터의 신호 정보율이 파악된다.
- 3) 음성과 데이터 트래픽량 : 시스템 제원결정 등에 타임 슬롯(time slot) 수와 컨텍스트(context)수 결정에 이용할 수 있다.
- 4) 멀티플렉싱된 데이터 트래픽 : 실제 사용된 베어러 채널(bearer channel) 수와 동시 호수의 비교에 사용된다.

### 3.3. 제공 트래픽 (Offered Traffic)의 표시

CCITT 권고안 E, 712와 E, 713에서는 교환기에 유입되는 트래픽을 나타내기 위해서 사용자(user) 평면, 조정(control) 평면, 그리고 두 평면에 공통인 사용자/조정(user/control) 평

면으로 세분화한 뒤 각 평면별로 적절한 트래픽 모수들을 선정한다.

즉 음성과 데이터 등의 사용자 정보와 관련된 사용자 평면의 트래픽을 나타내기 위해서는 각호의 유지시간, Erlang, 호당 패킷수 그리고 평균 패킷 길이 등을 사용하며, 신호 메시지의 갯수, 그리고 신호 메시지의 길이 등으로 트래픽을 표시한다. 그리고 사용자 평면과 조정평면 모두에 공통인 사용자/조정 평면은 BHCA 와 액세스의 수로서 관련 트래픽을 표시한다.

아래 표 4는 이상과 같이 정의된 트래픽 모수들을 사용하여 ISDN CPE의 트래픽 표기방법을 보여준다.

표 4의 트래픽 표시방법은 앞으로 4장에서 논의될 시스템 자원들의 트래픽 부하를 나타내는 기본단위로서 이용될 것이다.

## 4. ISDN 교환기의 트래픽 모형

ISDN 교환기의 트래픽 모형에 대한 CCITT

표 4. CPE 트래픽 모수

User-control 평면	User 평면	Control 평면
<ul style="list-style-type: none"> <li>. BHCA</li> <li>. Number of accesses (2B+D, 30B+D)</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Holding time</li> <li>. Erlang</li> <li>. Packets / call</li> <li>. Packet length</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>. Signalling message / call</li> <li>. Signalling message length</li> </ul>



전해는 '86년도 Brüssel 에서 열린 트래픽 전문가 회의결과를 정리한 참고문헌 (10)에 잘 요약되어 있다. 이를 개념적으로 도식화 하면 그림 1 과 같이 나타낼 수 있다.

먼저 첫단계에서는 대부분의 교환기에 공통적인 사항에 근거를 둔 이론적인 교환기 시스템을 정의한다. 접속장치(connection unit)와 조정장치(control unit) 그리고 호설정(call set up) 세 단계로 나누어 기술되는데 이는 (3)과 (4)의 자원의 특성화 및 부하 규명의 가장 핵심이 되는 입력자료로 사용된다.

두번째 단계에서는 교환기에 제공되는 트래픽을 효율적으로 나타내는 방법을 설명하고 있는데, 신호와 관련된 조정 메시지(control message)를 내포하는 조정 평면, 사용자 정보에 관련된 사용자 평면 그리고 양쪽에 공통적인 사용자/조정 평면으로 나누어서 표현하고 있다. 이의 골격을 토대로 해서 세번째 단계에서는 "사용자 트래픽 요구"를 충족시키기 위해서 필요한 시스템 자원들을 각 평면별로 액세스, 가입자 연결 장치(subscriber connection unit), 그리고 조정장치 세 단계로 나누어 서술하고 있으며, 넷

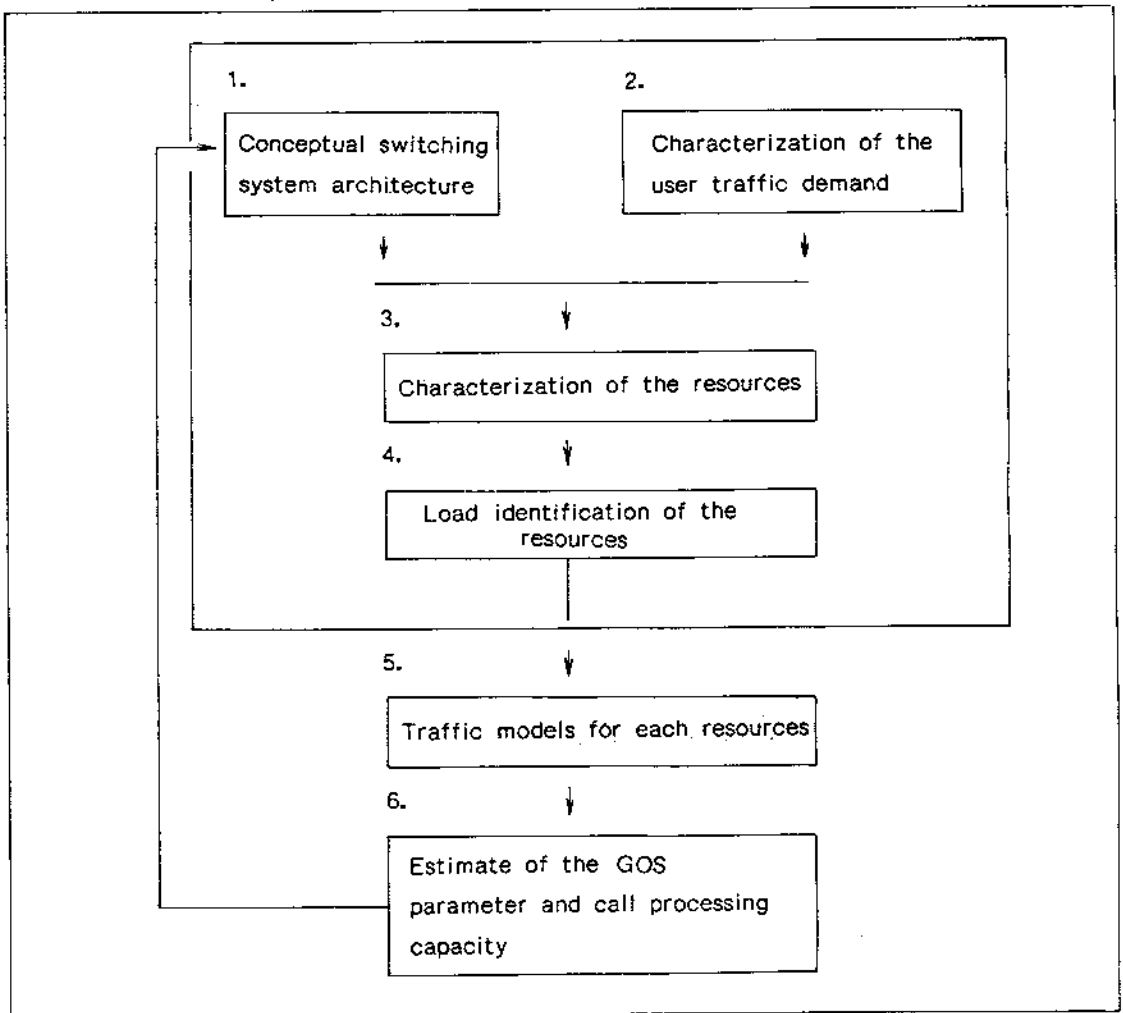


그림 1. ISDN 트래픽 모델에 관한 CCITT 전해

째 단계에서는 (3)에서 정의된 각 시스템 자원들의 트래픽 부하가 각 평면(control, user, control/user 평면)별로 세분되어 추정된다.

다섯번째 단계에서는 (1)-(4)의 결과와 몇개의 수리적 가정을 통하여 각 자원들의 트래픽 모형을 정립한후 이로부터 각 자원에서 소요되는 지연시간(delay time) 등을 산출한다. 마지막 단계에서는 GOS 모수값의 추정인데 이는 관련 자원의 소요시간들의 조합으로 적당하게 표현될 수 있으며, 시스템의 호처리 용량 추정은 (4)의 결과를 토대로 수행된다. 한편 (6)에서 구해진 결과는 (1)로 피드백(feedback) 되어 시스템 자원결정 등의 입력자료로 이용될 수 있다.

#### 4.1. 자원의 특성화(Resource Characterization)

ISDN 교환기 시스템에 부과되는 트래픽 수요를 처리하기 위해서 필요로 되는 시스템 자원을

사용자/조정, 사용자 평면, 그리고 조정 평면으로 세분하여 나타낸다. 다시 각 평면상에 부과되는 트래픽은 액세스, 가입자 접속장치 그리고 조정장치로 세분되어 각각을 처리하여 주는 시스템 자원들이 정의된다(표 5).

예로 조정정보와 사용자 정보를 모두 전달해주는 D-채널은 조정/사용자 평면상의 액세스 항목에 표시되며, B 채널 데이터를 PHU(packet handler unit)로 보내는 B 채널 데이터 링크(data link)는 사용자 평면상의 가입자 접속장치 항목에 표시된다.

#### 4.2. 트래픽 부하 규명(Identification of the Traffic Load)

3.2절에서 언급한 CPE 당 트래픽 예측자료와 3.3절에서 구출된 트래픽 표시방법과 4.1절에서 정의된 시스템 자원 자료를 토대로 하여 ISDN 교환기의 각 자원에 부과되는 트래픽 부하를 규

표 5. 자원의 특성화

	User-control 평면	User 평면	Control 평면
Access	D channel	B channel	
Subscriber connection units	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Process</li> <li>. Memory</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Voice channels</li> <li>. Semi-permanent link to PHU</li> <li>. Data channels to PHU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Signalling channel</li> <li>. No. 7 signalling Channels to control units.</li> <li>. Processer</li> <li>. Memory</li> </ul>
Control units	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Switching network</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Charging units</li> <li>. PHU processor</li> <li>. PHU memory</li> <li>. PHU X75 channel to PSPDN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Main processors and associated memories</li> <li>. Secondary processors</li> <li>-translator</li> <li>-local No. 7</li> <li>-connection processor</li> <li>. IPC network</li> </ul>



### 4. 3. 서비스 등급(Grade of Service)

CCITT의 GOS 관련업무는 다음의 몇단계로 나누어 볼수 있는데 이중 본절에서 구술코자 하는 내용은 네번째로서 제안된 시스템 구조가 주어진 트래픽 부하하에 일정 수준이상의 서비스를 제공할 수 있는가를 평가 및 확인하는 단계이다.

- (1) 성능 모수 정의
- (2) 목표치 정의
- (3) 설계 및 할당
- (4) 성능평가 및 확인
- (5) 피드백 및 사후조치

교환기 시스템은 제한된 트래픽 처리능력으로 인해 호처리 지연(delay) 및 폭주(congestion)에 의한 서어비스 등급을 형성하게 되는데 이에 대한 수리적인 모형을 적절한 가정을 통하여 선정한 후에 정량적인 값을 유도하고 이를 정의된 목표치와 비교해 나간다.

CCITT의 토의사항을 요약하고 있는 참고문헌[10]에서는 수리적인 모형을 세우기 위해 크게 다음의 두가지 사항을 가정하고 있다.

- (1) 각 시스템 자원에 도착하는 트래픽은 포아송 분포를 따른다.
- (2) 각 시스템 자원은 서로 독립적이다.

사용자 평면과 관련된 시스템 자원들은 호의 설정 및 해제와 관련되는 각종 지연시간과는 무관하고 GOS 항목중 주로 호 손실(call loss probability)과 관계가 있다. 이들에 대한 트래픽 모델링은 주로 Erlang 공식을 사용하여 시스템 제원결정에 기초자료를 제공하는데 있다. Erlang 공식에 사용되는 입력자료는 표 6의 트래픽 부하로부터 구해지며, 각 job의 처리시간(processing time)은 시스템의 실측 등을 통해 구해져야 한다.

한편 신호 지연시간과 관련되는 조정 평면의 트래픽 모형은 위에서 세운 두가지 과정 (1)과

(2)로부터 유도해 나갈수 있다. 즉 각 시스템 자원들을 독립적으로 보고 시스템에 도착하는 트래픽은 포아송(Poisson) 분포를 따르며, 각 job의 처리시간은 특정분포를 따르는 "단일 서버 대기 시스템"으로 모형화 할수 있다[12].

그리고 각 자원 i에서의 응답 지연시간  $T_i$ 는 적당한 대기 이론공식을 사용하여 구해 나간다. 물론 이 공식에 사용되는 입력자료는 표 6의 트래픽 부하와 각 자원에서 job의 평균 처리시간이 사용된다.

한편 GOS 항목중 하나인 특정 신호 지연시간 값은 위에서 언급한 두번째 가정으로부터 관련 자원들에서 지연시간의 합으로 표시된다.

## 5. 요약 및 토론 (Summary and Discussions)

본 논문은 서론에서 밝혔듯이 ISDN 트래픽 엔지니어링을 크게 3가지 문제, 즉

- 1) 트래픽 기준부하 및 GOS 모수 정의 및 목표치 설정문제
- 2) ISDN 제공 트래픽의 양 및 특성과악
- 3) ISDN 트래픽이 교환기 시스템에 미치는 영향력 파악

으로 나누어 살펴보았다. 전체적으로 CCITT 토의 및 의결사항을 토대로 여러 곳에서 산발적으로 논의되고 발표된 사항들을 표준화하고, 수정하여 ISDN 트래픽 연구에 기준이 되는 안을 작성하고자 노력했다.

본 연구를 진행하면서 다소 미흡했다고 생각되는 점과 본 연구에 이어 계속적으로 수행되어야 할 연구사항들을 아래에 간단히 적어 보았다.

(1) 4.3.절의 서비스 등급중 각 자원에서의 응답 지연시간(response time)은 다소 복잡한 대기이론 등을 통하여 계산되어질 수 있는데, 본고에서는 이의 언급을 회피했다.

이와 관련된 논문 및 참고서적은 상당히 많이

발표되었는데 참고문헌[8]에서는 이에 대한 체계적인 분류를 시도했다.

(2) 4장의 ISDN 교환기 트래픽 모형은 특정 교환기의 언급없이 약간은 추상적이고 관념적으로 쓰여졌다. 현재 우리나라 ETRI에서 개발중인 TDX-10[15]을 대상으로한 연구가 참고문헌[16]에 나와 있다.

(3) 기준부하 표 1과 2는 CCITT '85-'88 회기년도 의결사항의 결과인데, 이는 여러가지 제약요소 하에서 임시적으로 마련된 것이고 앞으로 많은 연구의 영역을 남겨두고 있다. 이들에 대한 정확한 정보를 위해서는 금 회기년도('89-'92) CCITT 연구를 계속 추적해야 한다.

(4) 한국에서도 ISDN 서비스의 수요예측을 시도하였지만[17, 18] 신빙성 있는 결과는 제시치 못하고 있고, 이 자체로부터 ISDN의 제공 트래픽을 산출하는 것은 거의 불가능하다. 참고문헌[9]에서는 3, 2절의 ISDN 트래픽 예측방법을 토대로 불란서의 90년과 95년도의 수요예측을 시도하였고, 이로부터 ISDN 제공 트래픽 산출하는 과정을 보여준다.

### 참고문헌

[1] CCITT Temporary Document 425-E, Proposed Changes to Draft Recommendation Q.543, Geneva, August 26-September 2, 1987.

[2] 이강원, 서재준, TDX-10 일반 요구사항/서비스 기준, TT 121/1024-TDX 010, 한국전자통신연구소.

[3] 이강원, 서재준, ISDN 교환기의 성능 파라미터 해석안, TT/A-87055, 한국전자통신연구소.

[4] 이강원, 서재준, TDX-10 ISDN 교환기의 패킷교환 설비용량 예측, TT/A-88003, 한국전자통신연구소.

[5] William Stallings, Data and Computer Communications, Macmillan Publishing Company, New York, 1985.

[6] Geza Gosztony, "CCITT and ISDN Traffic Engineering," 5th ITC Seminar, Lake Como, May 4-8, 1987.

[7] 성단근, ISDN 교환기의 트래픽 모델링과 특성 해석에 관한 연구, 한국과학기술대학, 1988.

[8] Paul, J. Kuehn, "Traffic Engineering for ISDN Design and Planning," 5th ITC Seminar, Lake Como, May 4-8, 1987.

[9] G. Fiche, C. Le Palud, L. Etesse, "ISDN Traffic Assumptions and Repercussions for Switching System Architectures," Proceedings of ISS '87, Phoenix, March 17, 1987.

[10] G. Fiche, D. Le Corguille, C. Le Palud., "Traffic Models for an ISDN Switching Systems," 12th ITC, Trino, June 1-8, 1988.

[11] M. Bonatti, A. Roveri, "A Traffic Model for Design Choice of ISDN System Architectures," Seminar on ISDN Traffic Issues, Brussels, 1986.

[12] E.G. Coffman, "Waiting Time Distributions for Processor-Sharing Systems," Journal of the ACM, Vol. 7, No. 1, January 1970.

[13] CCITT Recommendations: Series I, Integrated Services Digital Network-Red Book, Fasc. III.5, ITU, Geneva, 1985.

[14] P. Gerke, J.F. Huber, "Fast Packet Switching-A Principle for Future System Generation," Proceedings of ISS '87, March 15-20, 1987.

[15] 유완영, 강석열, "TDX-10 Switching System," TENCON, August, 1988.

[16] 이강원의, "TDX-10 교환기 시스템의 ISDN 트래픽 모형," 전자공학회지 제출중.

[17] 한국전기통신공사, "신규 서비스 개발/도입 추진계획 수립에 관한 연구," 1986.

[18] 한국 전자통신연구소, "종합 정보통신 시스템 기술개발 과제중 서기 2001 년을 향한 한국의 전기통신에 관한 연구," 1985.

---