

이단 서비스 접속의 PC통신망의 성능분석

正會員 洪 龍 杓*, 金 永 翰**

Performance Analysis of PC Communication Networks with Two-Phase Service Connection

Yong Pio Hong*, Young Han Kim** *Regular Members*

본 논문은 1994년도 통신학술연구과제 연구비 지원에 의하여 연구되었음

요 약

본 논문에서는 PC통신망에서의 호손률을 분석하였다. PC통신망에서 전화망으로부터 발생한 호는 먼저 패킷교환망과 전화망을 연결해 주는 통신처리장치로 접속을 요구한다. 이어서 이 단계로 패킷교환망에 접속되어 있는 특정 데이터베이스로 다음의 패킷호가 요구된다. 호손률의 분석은 이상에서 두 접속링크, 통신처리장치의 전화망 접속포트와 데이터베이스의 패킷교환망 접속링크에서 이루어졌다. 또한 수치결과를 통하여 시스템 변수가 망의 성능에 미치는 영향을 살펴보았으며 각 접속점의 용량이 다른 접속점의 성능에 미치는 영향을 볼 수 있었다.

Abstract

In this paper, we analyze the blocking probability of a call in a PC communication network. In a PC communication network, a call generated from the PSTN (public switched telephone network) requests the connection to the ICPS(information communication processing system)which interconnects the PSTN and the PSDN(packet switched data network). Then, as a second step, a packet call is requested to the specific service database attached in the PSDN. The call blocking probabilities are analyzed for these two interface points, the PSTN interface ports of the ICPS and the PSDN interface link of the database. We also present some numerical results to show the effects of the system parameters on the performance of the network. The results show the effects of the capacity of each interface point on the performance of the other interface point.

*한국항공대학교 통신공학과
Dept. of Telecom., Hankuk Aviation Univ.

**숭실대학교 정보통신공학과
Dept. of Infocom., SoongSil Univ.
論文番號:95279-0819
接受日字:1995년 8월 19일

I. 서 론

정보통신 서비스의 발전에 따라 다양한 정보 서비스가 개발되고 개인용 컴퓨터의 보급 확산과 더불어

이용자도 증가되고 있다. PC통신 서비스는 대표적인 정보통신 서비스로서 서비스 접속망으로 가장 보편적인 전화망이 이용됨으로 인해 계속 그 이용자 수가 증대되고 있으며 제공되는 정보도 다양해지고 있다. 또한 고속 모뎀 보급이 확산되어 기존의 문자정보 중심 서비스에서 그림정보가 보강된 서비스 다양화가 확산되고 있다. 최근에는 기존의 한국통신, 데이콤등의 공중 망사업자 이외에 민간 서비스 사업자가 등장하여 이러한 움직임이 더욱 가속되고 있다[1]-[3].

정보통신 서비스에서 정보의 전달매체인 망이 충분한 성능을 발휘하지 못하면 아무리 좋은 정보라도 접속 및 검색지연, 분실 등으로 이용자의 불만을 초래할 수 있다. 적절한 망의 구축은 충분한 망자원, 즉 교환장비, 전송로, 가입자 회선 등의 확보와 효율적인 집적에 의해 가능해진다. 이를 위해서는 먼저 망 내의 각종 트래픽의 형태분석 및 이의 변화 예측을 통한 향후의 트래픽 양, 형태 도출과 이에 따른 망 성능 평가가 필요하다. 망의 트래픽 및 성능 예측을 통해 적절히 망의 확장과 구성을 하여 서비스 증가에 대처해야만 신속, 정확한 정보 전달이 가능할 것이다[4]-[6].

본 논문에서는 PC통신망의 구성 및 서비스 접속 절차의 분석을 토대로 망 구성요소의 적정용량 산출에 필요한 각 접속점에서의 호손률을 분석하였다. 망의 성능 지표로는 호손률 이외에 전달 지연시간이 있으나 전달지연 시간은 PC통신망을 구성하고 있는 모든 장비의 패킷 처리구조에 영향을 받으므로 망의 각 구성장비가 결정된 후에는 호손률이 장치 용량 결정에 주요 결정지표가 된다. 지금까지의 PC통신망에서의 장비용량 결정은 트래픽 수요 예측을 통해 전체 트래픽을 계산한 후 이를 단순히 얼랑(Erlang) 손실공식에 적용하여 통신망 접속장치의 필요한 회선 수를 구하였다[5]. 그러나 실제 PC통신망은 이단 호접속에 의해 서비스가 이루어지며 각단계에서 접속에 실패한 호는 일반적으로 재접속을 시도하며, 서비스 요구 속도도 고속 모뎀과 기존의 저속 모뎀의 공존으로 다양해지고 있다. 이러한 PC 통신망에서 이 단계 접속에 실패한 호의 재접속 시도 기간도 일 단계 호의 서비스 시간에 포함되며 서비스 요구 속도에 따라서도 전체 서비스 시간이 달라질 수 있다. 그러므로 회선 용량의 산출을 위해서는 이상의 요소를 고려한 호손률 분석이 선행되어야 한다[9]. 본 논문에서는 기존의

다중속도 호손률 분석법에 제시도 모델 및 얼랑 손실 모델 등을 이용하여 PC통신망을 종합적으로 분석하였으며 각 구성요소의 상호영향 등을 분석하였다.

서론에 이어 II 장에서는 PC통신망의 구성과 서비스 접속 절차를 살펴보고 III장에서 분석 모델의 설정과 호손률 분석을 수행하였다. 이어서 분석결과를 IV 장에서 수치적 결과로 살펴보고 V 장에서 결론을 맺었다.

II. PC통신망의 구성 및 서비스 접속 절차

PC통신망은 그림 1과 같이 공중전화망(PSTN: Public Switched Telephone Network), 통신처리시스템(ICPS: Information Communication Processing System), 패킷데이터망(PSDN: Packet Switched Data Network)으로 구성되어 있으며, PSDN에는 여러 정보제공자(IP: Information Provider)들의 서비스 호스트들이 X.25 프로토콜로 연결되어 있다. 이러한 구조의 망 형태는 거리에 무관한 요금구조, PC통신트래픽의 음성 트래픽에 대한 영향 극소화, 요금대행 체제 등을 위한 것이다[6].

통신처리시스템에서 수용하고자 하는 사용자 터미널로는 정보검색단말기(하이텔단말기), PC, 비디오텍스, 전화기, 팩시밀리 등이 있으며, 이용자는 이들을 이용하여 정보서비스를 제공받을 수 있다. 통신처리시스템은 이용자의 단말에 대응하여 음성합성, 팩스 정보변환 등의 미디어 변환기능을 수행하여 정보를

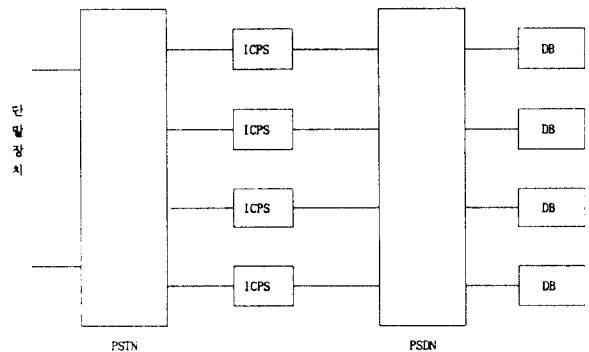


그림 1. PC 통신망 구성도

Fig 1. Structure of PC communication network

제공한다. 또한, 망관리 기능으로 과금데이터의 처리, 운영 및 유지보수 관련 기능과 이용자의 정보검색 안내를 위한 서비스 기능을 제공한다. 공중전화망은 통신처리시스템과 이용자 사이의 정합기능을 수행하는 망이고, 패킷데이터망은 통신처리시스템과 정보제공자 사이에 위치하여 정보의 수송을 담당하는 망이다.

이러한 통신망의 각 요소별 용량을 가입자 단말기의 발생 트래픽에 맞추어 적정하게 산출하여 시스템 구축에 이용하는 것은 통신망의 효율적 구축과 이용자의 만족도 향상에 기본적으로 필요하다. 통신망을 이루는 각 요소로서 용량 결정을 해야 할 요소는 통신처리장치의 전화망과의 접속포트수, 통신처리장치의 내부자원(버퍼수, 시스템버스 용량), 통신처리장치의 패킷교환망과의 접속링크수, 속도 및 최대 개설할 수 있는 가상회선수, 패킷교환망의 교환능력, 패킷망과 데이터베이스(DB)의 접속링크용량, DB의 서비스 능력등이 있다. 이들 각 요소의 용량결정은 크게 호단위의 용량결정요소와 패킷단위의 용량결정요소로 구분될 수 있다. 이중 패킷단위의 용량결정요소는 패킷교환망의 능력에 가장 크게 영향을 받으며 통신처

리장치의 내부자원, DB의 처리 능력에도 큰 영향을 받게 된다. 그러므로 패킷망의 구성 및 내부자원 배정과 통신처리장치의 내부구조 및 내부 처리 용량 결정을 위해서는 패킷단위의 정보흐름분석과 각종 장치의 내부처리동작을 상세히 분석해야 한다. 그러나 각 장치의 내부구조가 고정화되어 있으며 패킷망이 구축되어 있는 상황에서는 패킷단위의 분석의 필요성이 적다[7], [8].

본 논문에서는 구축되어 있는 패킷망을 이용하며, 각 장치의 내부구조가 고정화 되어 있음을 고려하여 통신처리장치의 전화망과의 접속포트수, 패킷망과 통신처리장치간의 링크용량, 각 DB의 패킷망과 접속 링크용량등 호단위의 처리능력 산출과 관련된 요소에 대해 분석을 수행하였다. 이를 위해서 먼저 PC통신망에서의 호진행 절차를 그림 2에 나타내었다.

PC통신망에서의 호진행 절차를 그림 2에 나타내었다. 정보검색 단말기는 전화망을 통하여 통신처리장치로 회선접속을 시도하게 된다. 이때 통신처리장치의 점유되지 않은 포트가 있을 경우 정보검색 단말기와 통신처리장치간의 회선이 개설되고 통신처리장치는 단말기의 종류를 식별하기 위한 절차를 밟게 된다. 단말기의 종류는 그림정보수신이 가능한 비디오 텍스트 단말기와 단순 문자정보 송수신용 단말기로 구별될 수 있으며 통신용 모델의 속도에 따라서도 구별될 수 있다. 한편 통신처리장치의 전화망과의 접속포트에 연결된 단말기의 응답에 따라 통신처리장치는 초기화면정보를 단말환경 지정명령과 함께 단말기로 보내게 된다. 이어서 가입자는 원하는 DB를 선택하게 된다. 각종 DB는 가입자가 통신처리장치의 초기화면에서 해당서비스를 선택함에 따라 패킷교환망을 통한 해당 DB까지의 이 단계 연결이 시도된다. 이때의 접속연결은 일차적으로 통신처리장치의 패킷망 접속포트의 가상회선을 얻을 수 있어야 시도될 수 있다. 일반적으로 통신처리장치의 패킷망 접속포트수는 통신처리장치의 전화망 접속포트수보다 적으며 각 포트의 전송속도와 포트수를 곱한 전체 연결링크의 속도도 전화망과의 접속포트와 각 단말기의 접속속도의 곱보다도 적다. 이것은 통신처리장치가 전화망과 연결된 가입자 단말기 측으로 부터의 패킷트래픽을 집중(concentration)시켜 패킷망으로 보내어 해결된다. 그러나 호단위에서는 집중할 필요가 없으며

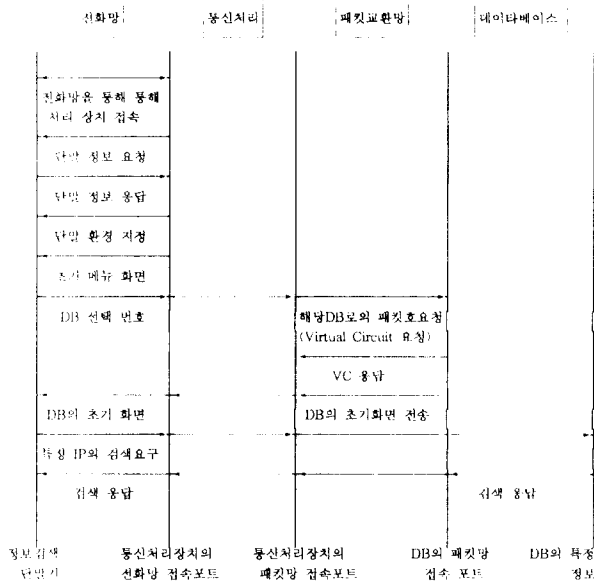


그림 2. PC 통신망에서의 호진행 절차
Fig 2. Call processing procedure in PC communication network

로 통신처리장치의 패킷망과의 접속포트의 총 가용 가상회선수는 전화망과의 접속포트수 이상으로 설정해 놓아야 할 것이다. 이러한 경우에 DB로의 이 단계 접속은 패킷망접속 포트의 가상회선을 얻어서 해당 DB로의 X.25프로토콜에 의한 패킷호로 시도하게 된다.

DB측의 패킷망 접속포트로는 여러 통신처리장치로부터의 이 단계 접속요구가 집중되며 각각 서로 다른 접속 속도와 특성의 호가 혼합되어 있게 된다. 즉 고속 모뎀으로부터 접속되어 온 호와 저속 모뎀으로 접속되어 온 호등이 모두 동일한 DB를 요구했다면 이것은 해당 DB의 패킷망접속 포트로의 패킷접속요구로서 나타나게 된다. 이때 단말기의 접속속도에 관계없이 모든 호를 동일하게 취급할 수도 있으나 속도에 따라 서비스 등급을 달리하여 DB와의 가상회선접속을 이루게 할 수도 있다. 이 경우 서비스등급은 X.25 패킷접속에서의 처리율(throughput) 등급으로서 고속 모뎀의 단말기에는 속도만큼 비례해서 X.25링크의 대역폭을 할당하여 실질적인 고속서비스를 이루게 할 수 있다. 이와 달리 모든 단말기의 패킷호 요구를 동일하게 취급할 경우 해당 DB와의 X.25링크의 수용 가능한 동일한 등급의 가상회선을 호요구에 따라 할당하게 된다. 이와 같이하여 DB와의 패킷교환접속이 이루어지게 되면 이후 정보검색단말기는 해당 DB 호스트컴퓨터에 직접 접속된 단말기처럼 동작하게 된다.

이상과 같은 PC통신망에서의 서비스 흐름을 분석해 볼 때 망구축을 위하여 고려해야 할 요소는 통신처리장치의 전화망과의 접속포트수, 각 DB의 패킷망과의 접속링크용량등이 되며 이러한 부분의 성능분석 지표는 호의 접속 실패율(call blocking probability)이 된다. 다음절에서 이에 대한 분석을 수행하였다.

Ⅲ. 접속링크별 호손률 분석

1. 분석모델

PC통신망에서의 각 호는 통신처리장치의 전화망 접속포트까지의 일 단계 접속과 DB의 패킷망접속 링크에서의 이 단계 패킷호 접속부분으로 분리하여 모델링할 수 있다. 통신처리장치의 전화망 접속포트를 각각 단일 서버로 모델링하면 전체 전화망 접속포트는 전체 포트수 C_T 개의 다중서버로 모델링된다. 이들 각 서버는 동일하며 이로 향하는 전화망에서 발생한

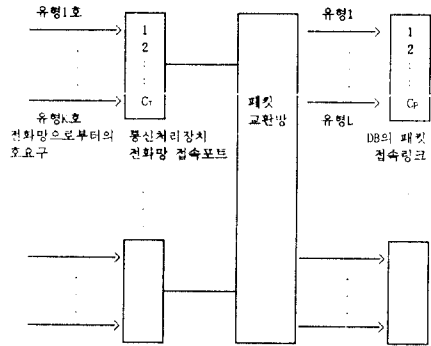


그림 3. PC통신망 분석모델
Fig 3. Analysis model of PC communication network

트래픽은 그 특성에 따라 여러 유형으로 구별된다. 각 호의 특성은 호의 유지시간 특성, 즉 통신처리장치의 전화망접속포트에 접속된 후 유지되는 시간의 분포에 따라 다르게 나타난다. 전화망 접속포트의 점유시간은 모든 호에 공통적인 통신처리장치의 초기 화면에서 특정 DB까지의 패킷호를 개설할 때까지 소요되는 시간과 DB로부터 서비스를 받는 시간으로 구성된다. 이때 DB별로 또는 특정 IP별로 평균시간값이 크게 차이가 나고 있으므로 이를 서로 다른 유형으로 구분할 수 있다[9]. 동일한 DB 또는 IP를 이용하는 경우에도 단말기의 모뎀속도에 따라 평균 서비스 시간이 달라질 수 있으므로 각 호들의 DB에서의 서비스시간에 따라 여러 유형의 호로 구분된다. 또한 DB까지의 패킷호가 접속되지 않는 상태에서 전화망 접속포트만을 점유하고 있는 시간도 특정 DB에서의 패킷호 접속 실패율에 따라 서로 다른 값을 갖게 됨으로 DB별, 단말기 속도별로 서로 다른 유형의 트래픽으로 구분될 수 있다.

그림 3에 분석모델을 나타냈다. 모델에서 K개의 서로 다른 유형의 호가 C_T 개의 서버로 서비스요구를 하며 모든 서버가 사용 중일 경우에는 (모두 점유된 경우) 호가 손실되는 것으로 하였다. 각 유형의 호는 전화망의 많은 단말기로부터 생성되므로 포아송(Poisson) 분포를 갖는다고 가정할 수 있다.

한편 특정 DB의 패킷교환망과의 접속링크는 호손률만을 분석하므로 기본 채널용량을 기준으로 C_P 개의 기본채널 대역폭을 갖고 있는 다중서버로 모델링할 수 있다. DB측으로는 각 통신처리장치로부터 해

당 DB에서 서비스를 받고자 하는 단말기의 패킷호가 접속을 요구하게 된다. 이때 단말기의 속도(모델의 속도)에 무관하게 모든 호요구에 패킷망링크가 수용할 수 있는 가상회선을 할당한다면 C_p 는 수용 가능한 최대 가상회선수가 될 것이다. 그러나 단말기의 모델 속도를 고려하여 고속 모델으로 접속을 요구하는 단말기에게 X.25 패킷호에서 정의하고 있는 처리율 등급에 따라 더 많은 대역폭을 할당하게 되면 보다 빠른 응답 서비스를 제공하게 되어 서비스 품질 향상을 이루게 될 것이다. 이때 각 호는 단말기의 속도에 따라 서로 다른 유형으로 모델링된다. 즉 처리율 등급 높을수록 더많은 대역폭(서비스)을 요구하는 것으로 생각할 수 있다. 또한 DB의 내부 메뉴별로 평균 이용시간이 차이가 나는 것을 고려할 때 각 트래픽을 동일한 DB내에서 특정 IP별로 서로 다른 서비스 시간 분포를 갖는 트래픽으로 구분할 수가 있다. 이상을 종합할 때 각 DB의 패킷망 접속링크는 요구 대역폭과 (단말기 속도) 서비스 IP종류에 따라 서비스 시간 및 요구 서버수가 서로 다른 유형의 트래픽이 C_p 개의 서버에 서비스를 요구하는 형태로 모델링될 수 있다. 각 유형의 트래픽은 많은 통신처리장치에 입력된 단말기로부터 시도된 패킷호로서 포아송 프로세스로 가정할 수 있다. 이러한 기본 모델을 이용하여 일 단 계 호, 즉 통신처리장치의 전화망 접속포트까지의 호에 대한 성능분석과 이 단계 호, 즉 DB로의 패킷 접속호의 성능분석을 수행하였다.

2. 통신처리장치의 전화망 접속점에서의 호손률 분석

통신처리장치의 전화망 접속포트는 각 포트를 하나의 서버로서 모델링할 경우 최대 포트수 C_T 개의 접속포트는 C_T 개의 다중서버로 모델링이 된다. 이때 입력 트래픽은 DB 선택과 단말기의 접속 모델속도에 따라 K 개의 유형으로 구분된다. 유형 i 의 트래픽은 매개변수 λ_i 의 포아송 프로세서로서 다중서버로부터 1개의 서버를 사용하고자 하며 만일 모든 서버가 사용중일 경우 호는 즉시 손실되는 블러킹 시스템으로 동작한다.

서버를 점유한 각 호의 호유지 시간, 즉 서비스시간은 PC통신망에서의 호진행 절차에 따라 다음과 같이 모델링 할 수 있다. 일반적으로 PC통신망의 전화망 접속 포트에 접속된 호는 통신처리장치의 초기화

면에서 일정한 시간을 보낸 후 원하는 DB로 패킷호를 시도하게 된다. 이때 패킷호가 DB에 접속이 되면 이후 DB가 제공하는 서비스를 이용하게 되며 DB에서의 서비스 이용 시간 특성 자료로 부터 DB 이용시간 분포를 구할 수 있다. 그러나 만일 이 단계 패킷호가 실패할 경우 재시도 확률 ϕ_1 으로 패킷호를 재 시도하여 호가 접속에 성공을 하면 DB서비스가 진행되지만 다시 실패할 경우 2차 재시도를 ϕ_2 확률로 하게 된다. 이어 패킷호가 계속 실패하면 ϕ_2 확률로 계속 재시도를 한다. 일반적으로 재시도 모델은 적용하고자 하는 망의 실제 트래픽 관측 결과에 잘 부합되는 모델을 세워 이용하며[13], 본 논문에서는 한국통신의 적용모델[10]을 이용하여 일차 재시도 확률과 2차 이상의 재시도 확률을 달리한 모델을 이용하였다. 이러한 재시도 동안에도 통신처리장치의 전화망 접속포트는 계속 점유하게 됨으로 이기간도 서비스 시간에 포함된다. 분석을 위하여 유형 i 호는 DB에서 평균 $1/\mu_{i1}$ 시간 동안 서비스를 받으며, 패킷호가 접속되기까지 또는 패킷호접속을 포기할 때까지 소요되는 시간은 평균 $1/\mu_M$ 의 임의의 서비스 시간 분포를 갖는다고 정의한다. 이어서 유형 i 호가 최종적으로 DB와의 접속에 성공하는 확률을 α_i 라 하면 α_i 는 다음과 같이 구해진다.

$$\begin{aligned} \alpha_i &= (1 - PB_{P_1}) + PB_{P_1}\phi_1(1 - PB_{P_1}) + PB_{P_1}\phi_1 PB_{P_1}\phi_2(1 - PB_{P_1}) \\ &\quad + PB_{P_1}\phi_1(PB_{P_1}\phi_2)^2(1 - PB_{P_1}) + \dots \\ &= (1 - PB_{P_1}) + PB_{P_1}\phi_1 \frac{1 - PB_{P_1}}{1 - PB_{P_1}\phi_2} \end{aligned} \quad (1)$$

한편 n 번 패킷호접속을 시도할 확률을 R_n 이라 하면 R_1 은 첫 번째 시도가 성공할 확률 $1 - PB_{P_1}$ 와 첫 번째 실패후 두 번째 재시도를 포기할 확률 $PB_{P_1}(1 - \phi_1)$ 의 합인 $1 - PB_{P_1}\phi_1$ 이 되고, R_2 는 두 번째 시도에서 성공하거나 실패후 재시도를 포기하는 확률인 $PB_{P_1}\phi_1(1 - PB_{P_1})$ 와 $PB_{P_1}\phi_1 PB_{P_1}(1 - \phi_2)$ 의 합으로 $PB_{P_1}\phi_1(1 - PB_{P_1}\phi_2)$ 가 된다. 또한 R_n 은

$$R_n = PB_{P_1}\phi_1(PB_{P_1}\phi_2)^{n-2}(1 - PB_{P_1}\phi_2), \quad n \geq 2 \quad (2)$$

이 된다.

그러므로 호당 평균 패킷호접속 시도건수 R 은

$$\begin{aligned}
 R &= \sum_{n=1}^{\infty} n P_n = 1 - P B_P \phi_1 \\
 &+ \sum_{n=2}^{\infty} n P B_P \phi_1 (P B_P \phi_2)^{n-2} (1 - P B_P \phi_2) \\
 &= 1 + \frac{P B_P \phi_1}{1 - P B_P \phi_2} \quad (3)
 \end{aligned}$$

이 되고 통신처리장치의 초기메뉴에서 패킷호를 한 번 시도할 때 소요되는 평균시간을 M 이라 하면

$$\frac{1}{\mu_M} = M R \quad (4)$$

이 된다.

이상에서 구한 α_i 와 μ_M , μ_{si} 를 이용하면 통신처리장치의 전화망 접속포트에서의 각 호의 호유지시간은 평균값 $1/\mu_i$ 의 일반적 분포를 갖는다고 모델링 할 수 있다. 여기서 $1/\mu_i = 1/\mu_M + \alpha_i(1/\mu_{si})$ 이 된다. 입력되는 호는 모두 포아손 프로세스로 모델링되며 포아손 프로세스의 합도 역시 포아손 프로세스이므로 통신처리장치의 전화망 접속 부분은 호발생속도 $\lambda = \sum_{i=1}^K \lambda_i$, 평균서비스시간 $\mu^{-1} = \sum_{i=1}^K \frac{\lambda_i}{\sum_{j=1}^K \lambda_j} \mu_i^{-1}$ 인 $M/G/C_T$ / C_T 로 모델링 할 수 있게 된다. 그러므로 $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \sum_{i=1}^K \frac{\lambda_i}{\mu}$ 라 할 때 임의의 유형의 호가 손실된 확률은 유형에 관계없이 얼랑 손실공식에 의하여

$$P B_T = P B_{T_i} = \frac{\rho^{C_T}}{C_T!} / \sum_{l=0}^{C_T} \frac{\rho^l}{l!} \quad (5)$$

로 주어지게 된다[11].

3. DB의 패킷망 접속링크에서의 호손률 분석

패킷망으로부터 DB에 입력되는 트래픽은 평균서비스 시간과 (IP의 종류에 따라 구분됨) 단말기의 모델속도에 따라 여러 유형으로 구분된다. 기본모델속도(예로서 2400bps)의 단말기에게 할당해 주는 DB의 X.25패킷망 접속링크의 기본 대역폭을 1로 할 때 전체 대역폭은 C_p 로서 C_p 개의 다중서버 블럭킹 시스템으로 모델링된다. 각 유형의 트래픽은 여러 개의 통신처리장치로부터 입력됨으로 모두 포아손 프로세스로 모델링할 수 있다. 유형 i 의 입력트래픽은 평균 $1/$

μ_i 의 시간동안 DB와 접속되어 서비스를 받으며 기본 대역폭의 b_i 배의, 즉 b_i 개의 서버를 할당해 주기를 요구한다. 만일, 서버중 다른 트래픽에 의해 점유되지 않고 새로운 호접속요구에 할당해 줄 수 있는 유휴서버의 수가 b_i 개보다 적을 경우 호는 손실된다. 이상의 시스템의 성능지표는 각 유형의 호의 호손률 $P B_{p_i} (i = 1, 2, \dots, k)$ 가 된다. 이들 호손률은 자원할당방법에 따라 크게 변화가 생긴다. 즉, 모든 채널용량을 트래픽 유형에 관계없이 요구시 제공해 주는 CS(complete sharing)방법과 각 유형별로 사용할 수 있는 채널용량을 미리 구별해 놓고 호요구시 제공하는 CP(complete partition)의 두 가지 극단적인 방법을 중심으로 다양한 할당방법이 있을 수 있으며 할당방법에 따라 각 유형의 호가 겪는 호손률이 달라지게 된다.

이상의 시스템의 상태를 유형 i 호가 점유하고 있는 기본 채널의 수를 n_i 라 할 때

$$\mathbf{n} = (n_1, \dots, n_k) \quad (6)$$

로 나타낼 수 있다. 유형 i 의 호가 b_i 개의 채널을 사용 후 서비스가 종료되면 전체 채널을 동시에 돌려주게 된다. 본 시스템에서 각 호의 서비스시간 분포가 지수분포를 갖는다고 하면 다음과 같이 각 상태의 확률을 구할 수 있다.

먼저, 다음과 같은 정의를 한다.

$$\mathbf{n}_i^+ = (n_1, \dots, n_{i-1}, n_i + 1, n_{i+1}, \dots, n_k) \quad (7)$$

$$\mathbf{n}_i^- = (n_1, \dots, n_{i-1}, n_i - 1, n_{i+1}, \dots, n_k) \quad (8)$$

Ω = 자원할당방법에 의해 가능한 모든 상태집합

$$\delta_i^+(\mathbf{n}) = \begin{cases} 1, & \text{if } \mathbf{n}_i^+ \in \Omega \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

$$\delta_i^-(\mathbf{n}) = \begin{cases} 1, & \text{if } \mathbf{n}_i^- \in \Omega \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

$$\mathbf{n} \cdot \mathbf{b} = \sum_{i=1}^k n_i b_i. \quad (11)$$

위의 표기를 이용하면 평형상태분포함수 $P(\mathbf{n})$ 은 모든 $\mathbf{n} \in \Omega$ 에 대하여 Markovian 평형상태방정식(equi-

librium balance equation)이 다음과 같이 주어진다.

$$\begin{aligned} & \left[\sum_{i=1}^k \lambda_i \delta_i^+(\mathbf{n}) + \sum_{i=1}^k n_i \mu_i \delta_i^-(\mathbf{n}) \right] P(\mathbf{n}) \\ &= \sum_{i=1}^k \lambda_i \delta_i^-(\mathbf{n}) P(\mathbf{n}_i^-) + \sum_{i=1}^k (n_i + 1) \mu_i \delta_i^+(\mathbf{n}) P(\mathbf{n}_i^+). \end{aligned} \quad (12)$$

또한 국부 평형방정식은 모든 $\mathbf{n} \in \Omega$ 에 대해

$$\lambda_i \delta_i^-(\mathbf{n}) P(\mathbf{n}_i^-) = n_i \mu_i \delta_i^-(\mathbf{n}) P(\mathbf{n}), \quad i = 1, \dots, k \quad (13)$$

이 된다. 이를 풀면 모든 $\mathbf{n} \in \Omega$ 에 대해

$$\begin{aligned} P(\mathbf{n}) &= \prod_{i=1}^k \left(\frac{a_i^{n_i}}{n_i!} \right) G^{-1}(\Omega) \\ G(\Omega) &= \sum_{\mathbf{n} \in \Omega} \left(\prod_{i=1}^k \frac{a_i^{n_i}}{n_i!} \right), \quad a_i = \lambda_i / \mu_i \end{aligned} \quad (14)$$

이 된다. 또한 유형 i 호가 손실된 확률 PB_{P_i} 는 $B_i^+ = \{ \mathbf{n} \in \Omega : n_i^+ \leq C_p \}$ 라 할 때

$$PB_{P_i} = G(B_i^+) / G(\Omega) \quad (15)$$

가 된다.

이상의 수식에 의해 임의의 자원할당 방법에 대해 모든 가능한 상태 \mathbf{n} 의 분포함수 $P(\mathbf{n})$ 을 구함으로써 각 유형의 호손률 PB_{P_i} 를 구할 수 있다. 그러나 CS (complete sharing)방법과 같은 자원할당방식의 경우는 보다 간단한 순차적 방법으로 호손률을 구할 수도 있다[12].

IV. 수치적 결과

본 장에서는 분석 모델을 기반으로 수치적 분석을 수행하였다. 먼저 하이텔 DB등의 DB 링크에서의 패킷호접속 실패율을 살펴보기 위하여 3가지 유형의 호가 DB에 접속을 요구할 때의 각 유형별 호의 호손률 (blocking probability) $PB_{P_1}, PB_{P_2}, PB_{P_3}$ 를 살펴보았다. 먼저 그림 4와 그림 5에서는 총 DB 링크의 용량을 96 BBU(basic bandwidth unit)라 할 때 유형 1의 호는 1 BBU를, 유형 2의 호는 4BBU를, 유형 3의 호는 6BBU를 요구하는 경우 총 트래픽부하 (호발생속도*호유지시간)를 변화시켜 가며 호손률을 계산하였다.

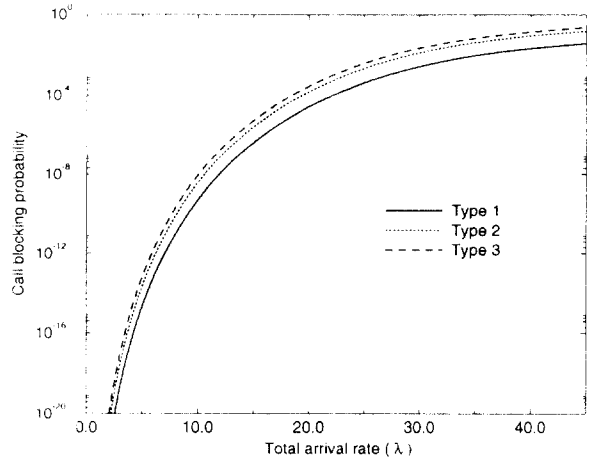


그림 4. 데이터베이스 링크에서의 전체 트래픽부하에 대한 호손률
($K = 3, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.7 : 0.2 : 0.1, b_1 = 1, b_2 = 4, b_3 = 6, C_p = 96$)

Fig 4. Call blocking probability of database link for the total offered traffic
($K = 3, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.7 : 0.2 : 0.1, b_1 = 1, b_2 = 4, b_3 = 6, C_p = 96$)

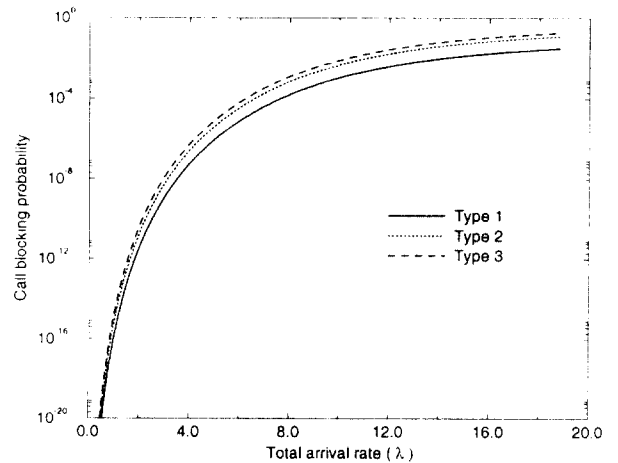


그림 5. 데이터베이스 링크에서의 전체 트래픽부하에 대한 호손률
($K = 3, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.1 : 0.2 : 0.7, b_1 = 1, b_2 = 4, b_3 = 6, C_p = 96$)

Fig 5. Call blocking probability of database link for the total offered traffic
($K = 3, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.1 : 0.2 : 0.7, b_1 = 1, b_2 = 4, b_3 = 6, C_p = 96$)

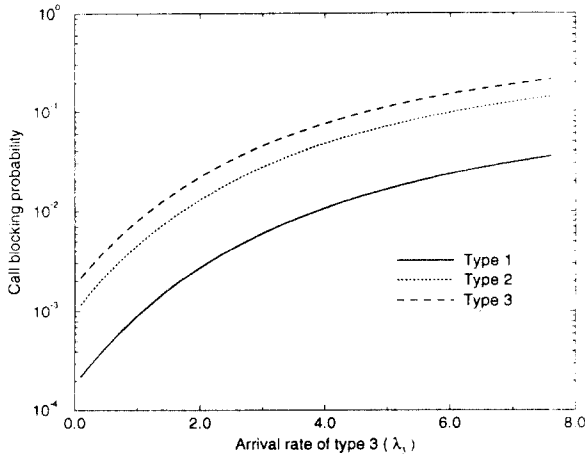


그림 6. 데이터베이스 링크에서의 유형 3의 호 증가에 따른 호손률

($K = 3, \lambda_1 = 10, \lambda_2 = 10, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.1 : 0.2 : 0.7, b_1 = 1, b_2 = 4, b_3 = 6, C_p = 96$)

Fig 6. Call blocking probability of database link for the increase of type 3 traffic

($K = 3, \lambda_1 = 10, \lambda_2 = 10, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.1 : 0.2 : 0.7, b_1 = 1, b_2 = 4, b_3 = 6, C_p = 96$)

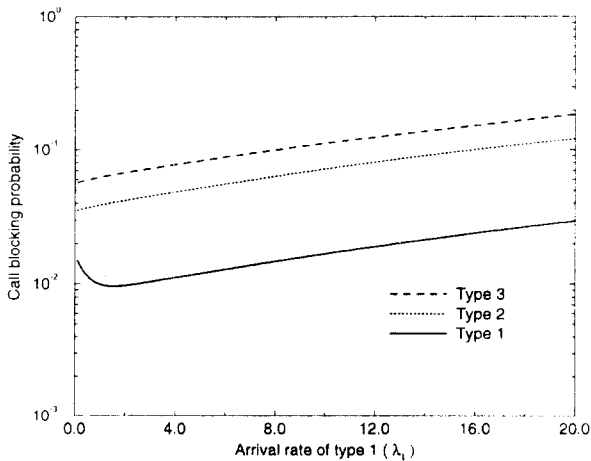


그림 7. 데이터베이스 링크에서의 유형 1의 호 증가에 따른 호손률

($K = 3, \lambda_2 = 10, \lambda_3 = 5, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.1 : 0.2 : 0.7, b_1 = 1, b_2 = 4, b_3 = 6, C_p = 96$)

Fig 7. Call blocking probability of database link for the increase of type 1 traffic

($K = 3, \lambda_2 = 10, \lambda_3 = 5, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.1 : 0.2 : 0.7, b_1 = 1, b_2 = 4, b_3 = 6, C_p = 96$)

그림 4에서는 3개의 유형의 호가 유형별로 0.7, 0.2, 0.1의 비율로 발생할 경우에, 그림 5에서는 0.1, 0.2, 0.7의 비율로 발생할 때의 경우를 살펴보았다. 현재 이용되고 있는 모뎀 속도 2400bps를 1BBU에 해당한다고 할 때 9600bps는 4BBU, 14.4Kbps는 6BBU에 해당된다고 볼 수 있다. 그림 4와 5를 비교해 볼 때 그림 5가 그림 4에서 보다 실효 트래픽 부하(호발생속도*요구대역폭)가 증가되어 전체적으로 호손률이 증가된 것을 볼 수 있다. 각 그림 내에서 호손률은 각 유형별 트래픽분포가 바뀌어도 많은 대역을 요구하는 호의 호손률이 상대적으로 높게 됨을 볼 수가 있다. 이것은 상대적으로 많은 대역폭을 요구하는 호가 접속되기 위해서는 링크의 대역이 충분히 예비되어 있어야 하나 이를 만족하기가 요구 대역폭이 많을 수록 어려움으로 호손률이 크게 되는 현상이다. 그러므로 가입자 모뎀속도에 비례해서 DB에서의 접속 링크용량을 크게 배정하여 실제적인 서비스 속도를 증대시킬 경우, 서비스 속도뿐만 아니라 고속 모뎀가입자의 호접속 실패율을 고려한 대역할당기법이 필요하다고 할 수 있다. 즉 전체대역을 모든 유형의 호에 앞전하게 공유하도록 하는 CS(complete sharing)방식 대신에 일부 대역을 특정 유형의 호에 할당하도록 하여 그 유형의 호가 원하는 호손률을 조정할 수 있을 것이다.

본 시스템 분석 모델은 일차원적 순차계산으로 유형이 여러 가지로 나뉘어져 증가되더라도 쉽게 주어진 용량에 대한 호손률을 계산할 수 있으므로 DB의 링크용량 계산에 이용할 수 있을 것이다. 또한 통신처리장치의 전화망 접속포트의 용량계산에 DB에서의 호손률에 의해 실제적인 서비스시간이 계산됨으로 정확한 전화망 접속포트의 호점유시간 계산을 위해서도 필요하게 된다.

그림 6에서는 유형 1과 2의 실효 호 발생속도가 각각 10으로 고정되어있을때 고속모뎀을 사용하고 있는 유형 3의 트래픽을 증가시키면서 각 유형이 겪게 되는 호손률을 살펴보았다. 이때 전체 링크용량은 96이며 세 유형의 요구대역폭은 그림 4, 그림 5에서와 같은 경우이다. 그림 7은 그림 6과 같은 동작조건에서 유형 2와 유형 3의 트래픽 부하를 각각 10과 5로 고정시키고 유형 1의 트래픽을 증가시키면서 각 유형이 겪게 되는 호손률을 살펴본 것이다. 그림 7은 그림 6

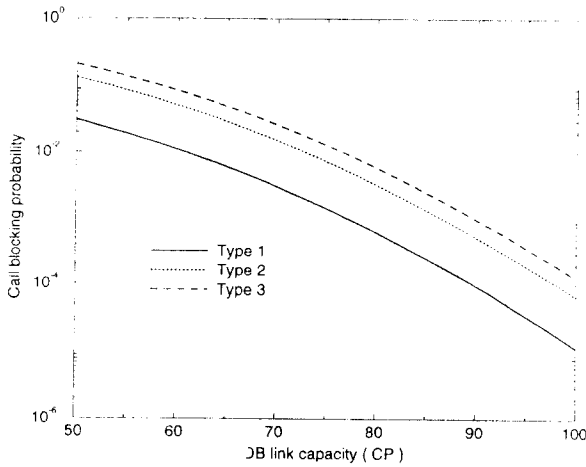


그림 8. 데이터베이스 링크용량 변화에 따른 호손실
 ($K = 3, \lambda = 20, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.7 : 0.2 : 0.1, b_1 = 1, b_2 = 4, b_3 = 6$)

Fig 8. Call blocking probability of database link for the changes of link capacity

($K = 3, \lambda = 20, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.7 : 0.2 : 0.1, b_1 = 1, b_2 = 4, b_3 = 6$)

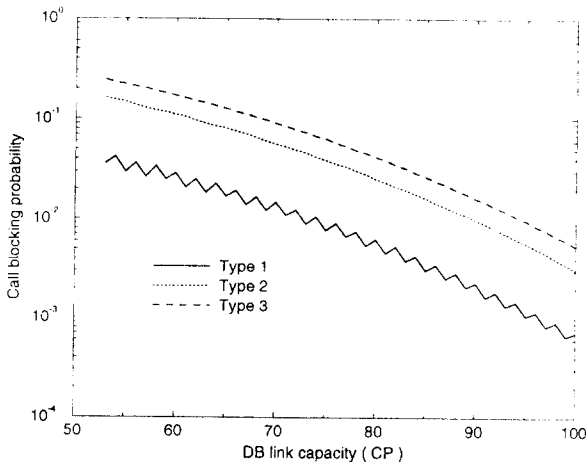


그림 9. 데이터베이스 링크용량 변화에 따른 호손실
 ($K = 3, \lambda = 10, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.1 : 0.2 : 0.7, b_1 = 1, b_2 = 4, b_3 = 6$)

Fig 9. Call blocking probability of database link for the changes of link capacity

($K = 3, \lambda = 10, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.1 : 0.2 : 0.7, b_1 = 1, b_2 = 4, b_3 = 6$)

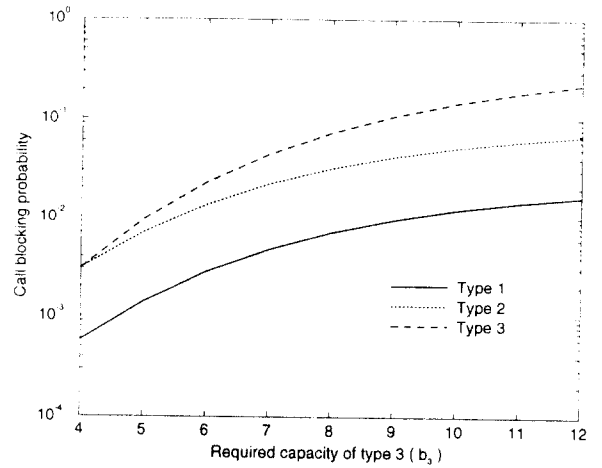


그림 10. 데이터베이스 링크에서 요구대역폭 변화에 따른 호손실

($K = 3, \lambda = 30, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.7 : 0.2 : 0.1, b_1 = 1, b_2 = 4, C_p = 96$)

Fig 10. Call blocking probability of database link for the changes of requesting bandwidth

($K = 3, \lambda = 30, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.7 : 0.2 : 0.1, b_1 = 1, b_2 = 4, C_p = 96$)

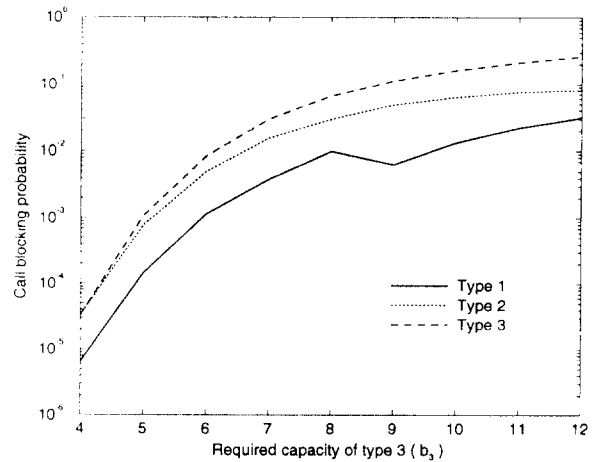


그림 11. 데이터베이스 링크에서 요구대역폭 변화에 따른 호손실

($K = 3, \lambda = 10, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.1 : 0.2 : 0.7, b_1 = 1, b_2 = 4, C_p = 96$)

Fig 11. Call blocking probability of database link for the changes of requesting bandwidth

($K = 3, \lambda = 10, \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 0.1 : 0.2 : 0.7, b_1 = 1, b_2 = 4, C_p = 96$)

과 달리 유형 1의 트래픽이 겪는 호손률이 초기에 감소하다가 증가되는 현상을 볼 수 있다. 이것은 유형 1의 트래픽이 증가하면서 일시적으로 더 많은 대역폭을 요구하는 유형 2, 유형 3의 트래픽의 기본요구 대역폭을 만족시킬 수 없어서 남게 되는 대역폭을 유형 1이 이용할 수 있게 되어서 나타나는 현상으로 해석할 수 있다. 즉 전체 대역폭의 할당방식이 CS(complete sharing)방식이라서 적은 대역폭을 요구하는 호가 많은 대역폭을 요구하는 호의 서비스를 방해하여 나타나는 현상이다. 이와 같은 현상은 그림 9에서도 발견할 수 있다.

그림 8과 9는 주어진 트래픽 부하에 대해 DB 링크의 대역폭 C_b 를 증가시키면서 각 유형의 트래픽이 겪게 되는 호손률을 나타냈다. 이때 요구 대역폭은 유형 1, 2, 3이 각각 1, 4, 6이며 그림 8은 전체 트래픽부하가 20이며 각 유형별 분포가 0.7, 0.2, 0.1인 경우이며 그림 9는 전체 트래픽부하가 10이며 각 유형별 분포가 0.1, 0.2, 0.7이다. 그림에서 적은 대역폭을 요구하는 유형의 트래픽의 호손률이 국부적으로 증가와 감소를 하면서 링크 용량증대에 따라 전체적으로 감소하고 있는 것은 앞서 설명한 것처럼 광대역 트래픽의 한 호가 수용되기 위한 기본 링크용량이 일정한 크기를 갖고 있어서 전체 용량증가가 그 크기 단위로 늘어날 때까지는 일시적으로 늘어난 용량을 유형 1의 트래픽만이 사용하게 되어서 유형 1의 트래픽 호손률이 감소되는 현상에 의한 것이다. 이러한 현상은 그림 8과 달리 그림 9처럼 유형 3의 트래픽의 비율이 상대적으로 클 경우 나타나고 있다.

그림 10과 11에서는 지금까지의 예와 달리 주어진 전체 트래픽과 각 트래픽의 분포에 대해 두 가지 유형의 트래픽의 요구대역폭은 일정하다고 할 때 다른 유형의 요구대역폭을 증가시키면서 각 유형이 겪는 호손률을 살펴보았다. 이때 그림 10에서는 유형 1과 2의 요구대역폭이 1, 4이며 전체 트래픽부하는 30이고 링크의 전체 용량은 96, 각 유형별 호의 분포는 0.7, 0.2, 0.1인 경우일 때의 상황을, 그림 11에서는 전체 트래픽부하가 10이고 각 호의 비율이 0.1, 0.2, 0.7로 광대역호의 분포가 높은 경우이다. 유형 3의 광대역호의 요구대역폭은 4에서 12까지 증가시키면서 호손률을 살펴보았다. 그림에서 유형 3의 요구대역폭이 4일 때는 유형 2와 동일할 때로서 호손률도 같게

되나 요구대역폭이 증가함에 따라 유형 3의 호손률이 크게 되고 있다. 또한 그림에서 전체 호발생율이 일정하더라도 요구대역폭이 증가되면 다른 전체 호의 호손률도 같이 증가되는 것을 볼 수 있다. 한편 그림 11에서 대역폭의 증가에 따라 유형 1과 같은 트래픽의 호손률이 일시 감소되는 현상을 볼 수 있다. 이것은 앞서 설명한 것처럼 광대역호의 호손률 증가로 일시 국부적으로 협대역호가 차지할 수 있는 링크용량의 증가에 기인한 것이다. 그림 10에서는 광대역호의 비중이 적기 때문에 이러한 현상이 나타나지 않고 있다.

지금까지 살펴본 것은 DB의 링크용량과 이에 따른 PC통신망에서의 이단제호인 패킷호의 호손률의 변화로서 각 DB가 연결된 패킷망의 링크에서 각 유형별 호 발생률과 링크 용량으로부터 본 DB의 패킷호 접속시의 실패율, 즉 패킷호의 호손률을 구할 수 있음을 알 수 있다. 한편 이때 구해진 각 DB에서의 호손률을 이용하여 특정 지역의 통신처리장치의 전화망 접속포트 수를 구할 수 있다. 즉 DB별 패킷호 호

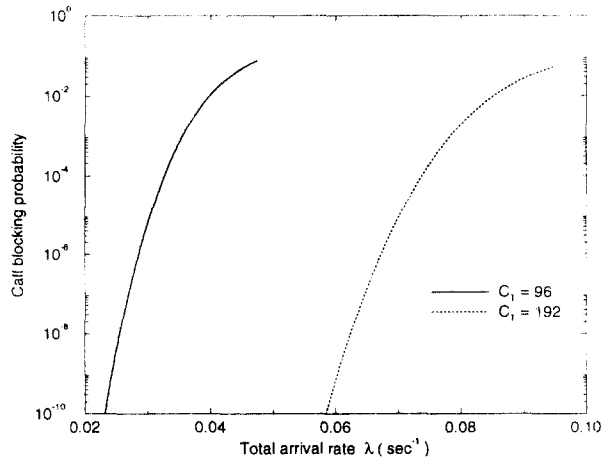


그림 12. 트래픽 증가에 따른 통신처리장치의 전화망 접속 포트에서의 호손률

$$(K = 3, \Phi_1 = 0.6, \Phi_2 = 0.75, M = 3, \mu_{s1} = 300, \mu_{s2} = 600, \mu_{s3} = 3600, PB_{P1} = 0.01, PB_{P2} = 0.02, PB_{P3} = 0.03, \text{ratio} = 0.2:0.3:0.5)$$

Fig 12. Call blocking probability of the PSTN interface ports of ICPS for the increase of traffic

$$(K = 3, \Phi_1 = 0.6, \Phi_2 = 0.75, M = 3, \mu_{s1} = 300, \mu_{s2} = 600, \mu_{s3} = 3600, PB_{P1} = 0.01, PB_{P2} = 0.02, PB_{P3} = 0.03, \text{ratio} = 0.2:0.3:0.5)$$

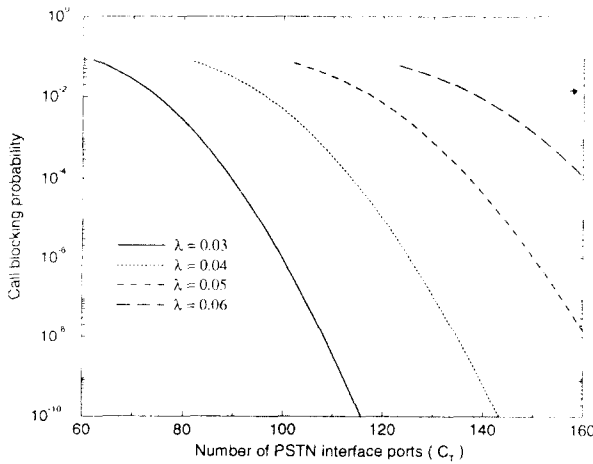


그림 13. 통신처리장치의 전화망 접속포트수 증가에 따른 호손률

($K = 3, \Phi_1 = 0.6, \Phi_2 = 0.75, M = 3, \mu_{s1} = 300, \mu_{s2} = 600, \mu_{s3} = 3600, PB_{p1} = 0.01, PB_{p2} = 0.02, PB_{p3} = 0.03, \text{ratio} = 0.2:0.3:0.5$)

Fig 13. Call blocking probability of the PSTN interface ports of ICPS for the increase of the number of interface ports

($K = 3, \Phi_1 = 0.6, \Phi_2 = 0.75, M = 3, \mu_{s1} = 300, \mu_{s2} = 600, \mu_{s3} = 3600, PB_{p1} = 0.01, PB_{p2} = 0.02, PB_{p3} = 0.03, \text{ratio} = 0.2:0.3:0.5$)

손률과 이 단계 패킷호가 실패할 경우의 재시도율을 이용하여 통신처리장치에서의 전화망 접속포트 점유 시간을 계산하여 트래픽부하에 따라 필요한 전화망과의 접속용량을 계산할 수 있다. 그림 12와 13에서 통신처리장치의 전화망 접속포트의 용량과 관련하여 일 단계 호접속요구, 즉 전화망의 하이텔 단말기에서 통신처리장치로의 호접속요구의 호손률을 살펴보았다. 이때 가장한 DB는 세 가지 유형으로서 각각 평균 서비스 이용시간이 300초, 600초, 3600초이며 통신처리장치에서 패킷접속요구를 발하는데 소요되는 시간을 3초, 각 DB로의 호발생 비율이 0.2, 0.3, 0.5로 설정하였다. 또한 일차 패킷호 실패시의 재시도확률을 0.6, 2차 이상의 실패시 재시도 확률을 0.75로 가정하였다. 그림 12에서는 전체 전화망 접속포트의 수가 96개와 192개인 경우 부과된 트래픽(호발생속도)이 증가시의 호손률을 나타냈다. 그림 13에서는 그림 12와 같은 조건에서 주어진 호발생율에 대해 통신처리장

치의 전화망 접속포트수를 변화시키면서 호손률을 살펴보았다. 이로부터 예상되는 전체 트래픽수요를 만족시키기 위한 전화망 접속 포트수 등을 구할 수가 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 효율적인 PC통신망 구축을 위하여 망구성요소에 대한 분석과 용량계산을 위한 모델설정 및 분석을 수행하였다.

먼저 망내에서의 서비스접속절차를 분석하여 그 결과 각 서비스 접속이 통신처리장치까지의 일 단계 접속에 이어 해당 DB까지의 이 단계 접속으로 이루어지는 것으로부터 통신처리시스템의 전화망 접속포트와 DB의 패킷망 접속링크를 분리하여 각각의 모델을 세우고 각각의 호손률, 즉 전화망에서의 통신처리장치 접속 호손률과 DB에서의 패킷호 접속 호손률을 구하였다. 또한 각 분석모델 결과를 수치분석을 통해 검증하였고 각각의 시스템변수가 성능에 미치는 영향 등을 살펴보았다.

이상의 연구결과는 PC통신망 확장시에 적용하여 접속용량산출시의 산출방법으로, 새로운 서비스 도입시의 변화 예측 자료 등으로 활용되어 망자원의 효율적인 활용과 트래픽 전달시의 병목지점 예측 등에 이용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 윤명상, 우승술, "HiTEL 기술개요", 한국통신학회지, 제9권 5호, 1992년 5월
2. 최동휘, "HiTEL DB 현황", 한국통신학회지, 제9권 12호, 1992년 12월
3. 홍용표, "하이텔의 현재와 미래", 한국통신학회지, 제12권 7호, 1995년 7월
4. 홍현성, 김태준, 김상중, 윤병남, "통신처리시스템", 한국통신학회지, 제9권 5호, 1992년 5월
5. M. Fournier and A. Carrie, "French videotex experience", Proceedings of ISS, A6. 1, 1987
6. 한국전자통신연구소, PC 통신망 서비스시스템 개발, 최종연구보고서, 1991년.
7. Mischa Schwartz, *Telecommunication Networks*:

- Protocols, Modeling and Analysis*, Addison-Wewley Publishing Co., 1987.
8. Joseph Y. Hui, *Switching and Traffic Theory for Inte-grated Broadband Networks*, Kluwer Academic Publishers, 1990.
 9. 한국전자통신연구소, 통신망 서비스시스템 구조 및 성능연구, 최종연구보고서, 1992년.
 10. 한국전기통신공사, “트래픽 엔지니어링에 관한 연구”, pp. 18, 1988.
 11. Hideaki Takagi, *Queueing Analysis, Vol. 2*, Elsevier Science Publishers, 1993.
 12. J. S. Kaufman, “Blocking in a shared resource environment”, *IEEE Trans c. comm.*, Vol. 29, No. 10, 1981.
 13. G. Hebuterne, *Traffic Flow in Switching Systems*, Artech House, 1985.



홍 옹 표(Hong Yong Pio) 정회원
 1968년~1973년 3월: 한국항공대
 학 졸업 통신공학과(학사)
 1984년 8월~1989년 8월: 연세대
 학교 산업대학원 전자공
 학과(석사)
 1991년 3월~현재: 한국항공대
 학교 통신공학
 과(박사과정)



김 영 한(Young Han Kim)정회원
 1984년 2월: 서울대학교 전자공
 학과 졸업(공학사)
 1986년 2월: 한국과학기술원 전
 기 및 전자공학과 졸
 업(공학석사)
 1990년 8월: 한국과학기술원 전
 기 및 전자공학과 졸
 업(공학박사)

1987년 1월~1994년 8월: 디지콤정보통신연구소 데이
 터통신연구부장

1994년 9월~현재: 숭실대 정보통신공학과 조교수

※주관심 분야: ATM 네트워크 및 멀티미디어 통신
 프로토콜임