

# 비동등접속서비스 제공에 따른 접속료 할인: 대기이론적 접근방법

正會員 김 태 성\*, 권 수 천\*

## Interconnection Charge Discount due to Unequal Access: A Queueing Theoretic Approach

Tae Sung Kim\*, Soo Cheon Kweon\* *Regular Members*

### 요 약

시의전화서비스시장에서 독점사업자와 경쟁하고 있는 신규사업자는 비동등접속으로 인해 다이얼호출시간, 자동접속지연, 통화완료율 등에 있어서 불이익을 받을 수 있다. 본 논문에서는 비동등접속으로 인해 신규사업자에게 추가로 발생하는 불이익을 제한된 용량을 갖는 손실모형(loss system)을 분석함으로써 계량화한다. 이렇게 불이익을 수치화함으로써, 합리적인 접속료할인율의 하한치(lower bound)를 제시할 수 있다.

### ABSTRACT

In this paper, we present a methodology for the reasonable discount rate by estimating additional delay due to 'unequal access'. Costs derived from unequal access are mainly composed of longer dialing time and PDD (Post Dialing Delay), and low call completing rate. A composite measure which represents a delay derived from unequal access is obtained by analyzing an  $M^i, M^e/G^i, G^e/m/m$  loss system, which has two class of arrivals (calls from incumbent-trunk-users and entrant-trunk-users) having their own (general) service time distributions, where each service time is equal to each dialing time plus PDD. Adding appropriate delay to lost calls, we can get the additional delay which is due to unequal access. We hope our work can shed light on negotiating access charges between incumbent and entrants and establishing interconnection regime.

### I. 서 론

통신산업에 다수사업자가 등장함에 따라 신규사업자가 기존사업자의 통신네트워크를 이용하게 할 수 있게 하는 상호접속의 중요성이 점차 증대되고 있다. 상호접속은 정책적측면에서 보면, 신규사업자에 대해 망에 대한 투자비를 절감케하여 경쟁환경을 신속히 조

\*한국전자통신연구원 통신경영연구실  
論文番號:97233-0710  
接受日字:1997年 7月 10日

성하게 함으로써 이용자편익의 증진에 기여한다. 경제적측면에서는 신규사업자로 하여금 불필요한 중복 투자를 방지하여 망운영의 효율성을 향상시키며 또, 가입자를 크게 늘려주므로 망의 외부성을 활용할 수 있게 해준다.

상호접속은 주로 신규사업자들이 기존사업자의 시내망을 이용하는 형태로 발생한다. 접속제공사업자가 접속이용사업자에게 동등한 접속서비스를 제공하려면 사업자사전등록제를 실시하여야 한다. 현재 사전등록제는 미국, 호주 등의 국가만이 실시하고 있고, 그 외 한국을 비롯한 영국, 일본등 대부분의 국가에서 도입예정으로 되어있으나, 사업자들에 대한 경제적 부담이나 기술적인 문제들 때문에 실시가 미루어지고 있다.

현행 상호접속기준(정보통신부고시 제1995-119: '95. 9. 25)에 대한 개정이 이루어지고 있고, 현행기준과 개정안 모두 사전등록제의 실시를 명시하고 있었다. 그리고, '97년 11월 1일부터는 망식별번호를 누르지 않고 사전에 가입된 사업자의 시외전화서비스를 이용할 수 있는 사전선택제를 실시하고 있다. 한국에서 실시하고 있는 사전선택제는 사전가입된 사업자의외에도 추가식별번호를 누르면 원하는 사업자의 서비스를 이용할 수 있게 하고 있다(pre-selection with call-by-call over-ride). 하지만, 완전한 동등접속은 모든 교환계위에서의 접속이 가능해야 하고, 번호이동성과 공통신호망 등이 확보되어야만 실현될 수 있으므로, 아직도 비동등접속문제는 해결되지 않고 있다[2].

비동등접속은 통화품질, 접속방법, 통신망식별번호 등 여러 가지 요소에서 나타날 수 있는데, 비동등접속요소의 종류와 정도에 따라 접속이용사업자가 받는 불이익은 달라진다. 접속이용사업자가 받는 불이익에 대해 각국에서는 이용사업자에게 접속료를 할인해준다든지 또는 접속제공사업자에게 벌금을 부과하는 등의 조치를 취하고 있다. 한국에서는 비동등접속서비스를 받고있는 신규사업자에게 접속료할인혜택을 주고있는데, 현재 시내접속료의 10%를 할인해 주고 있는 것이 그 대표적인 예이다.

개정안에서도 제50조 동등접속촉진 조항을 보면, 불이익을 받는 접속이용사업자에 대해서 접속통화료(NTS적자분담금이 아님)를 할인하게 할 수 있고, 그 할인율은 정보통신부장관이 정한다고 되어있다[5]. 하지만, 그 할인율을 정하는 객관적인 방법론에 관해서는 어떠한 언급도 없다. 다른 국가들의 경우에도 접속료할인율을 정하는 어떠한 객관적인 기준도 알려진 바가 없다. 다만 다이얼호출시간(dialing time), 통화완료율(call completing rate), 자동접속지연(post dialing delay) 등이 접속서비스의 품질, 즉 비동등접속의 정도를 결정한다고 알려져 있다<sup>1)</sup>. 현재 시내망을 독점하고 있는 한국통신이 시외/국제전화서비스시장에서 경쟁하고 있는 DACOM에게 접속료할인을 해주고 있다. 하지만 이제는 복수의 사업자가 등장하게 되었으므로 비동등접속에 따른 할인율을 결정하는 객관적인 기준이 필요하다. 특히 하나로통신이 시내서비스를 개시하는 '99년까지 시내전화시장은 한국통신의 독점이다. 시내전화독점사업자인 한국통신이 비록 의도적으로 동등하지 않은 접속서비스를 제공하지는 않을지라도, 다른 종류의 시장(시외/국제, PCS)에서 한국통신계열사와 경쟁하고 있거나 앞으로 경쟁하게 될 사업자들은 불이익을 받을 가능성이 있으므로, 시급한 대책이 필요하다고 본다.

본 논문에서는 접속서비스이용자가 받는 불이익의 정도, 즉 비동등접속의 정도를 나타내는 측도를 제시한다. 확률적방법론을 이용한 이 기법은 다이얼호출시간, 통화완료율, 자동접속지연을 함께 고려하여 비동등접속의 정도를 하나의 수치값으로 나타낼 수 있다. 물론 이 수치에는 물리적으로 측정할 수 없는 독점사업자의 불공정사업행위가 고려되어 있지 않다. 따라서, 본 논문의 결과는 접속료협상시 접속료할인율의 하한치로서 제시될 수 있을 것이다.

## II. 비동등접속: 한국에서의 시외전화서비스에

한국통신과 DACOM의 두사업자가 경쟁하고 있는 국내시외전화서비스시장은 그림 1과 같은 망구조를

1) 사전선택제 실시 이후 다이얼호출시간은 사업자간에 차이가 없게 되었지만, 본 논문에서는 국내시장에 국한되지 않는 가장 일반적인 상황을 고려하기 위해 사전선택제 실시 이전의 상황을 고려하였음을 밝힌다.

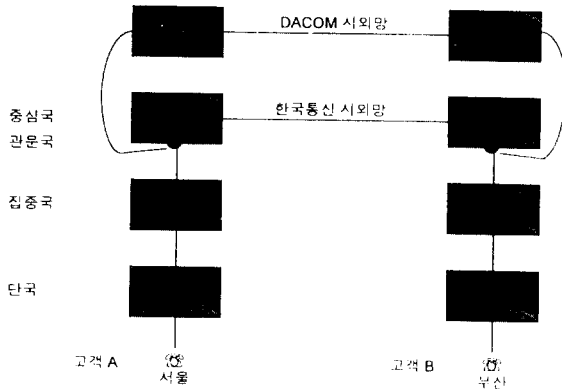


그림 1. 한국 시외전화망의 구성

가지고 있다. DACOM은 시외망을 갖추고, 소비자에게 연결될 때는 한국통신의 시내망을 이용한다. 즉, DACOM의 시외전화서비스는 한국통신의 시내전화망에의 접속을 이용하여야만 고객에게 서비스를 제공할 수 있다. DACOM 시외통화는 한국통신 시내망의 단국(terminal switch), 집중국(tandem switch)을 거치고 중심국(toll switch)내에 설치된 관문국(gateway)에서 자사의 시외망으로 교환된다. 사전선택제 실시 이전에 DACOM의 시외망을 이용하려면 한국통신의 시외전화를 이용할 때에 비해서 세자리의 번호(082)를 추가로 눌러야 하는데, 082를 DACOM 망식별번호라고 한다. 참고로, 최근 제3시외전화사업자로 선정된 온세통신은 083을 자사의 시외망식별번호로 이용하게 된다. 이 세자리의 추가번호는 그 만큼 다이얼호출시간(dialing time)<sup>2)</sup>을 길어지게 한다. 접속이용사업자가 받는 불이익은 다이얼호출시간이외에도 교환 및 전송상의 불이익인 통화완료율(call completing rate)<sup>3)</sup>, 자동접속지연(post dialing delay)<sup>4)</sup> 등이 있다. 통상 이 세가지요소와 물리적으로 보이지 않는 접속제공사업자의 불공정 사업행위 등이 비동등접속의 정도를 결정한다고 알려져 있다.

비동등접속은 통신망식별번호, 접속방법, 접속통화의 품질 및 접속에 필요한 정보의 제공 등의 요소에서 나타날 수 있으며, 동등접속이 이루어지기 전의 미국과 호주를 비롯해서 동등접속을 실현하지 못한 대부분의 국가들은 비동등접속요소들에 대해 접속통화료 할인의 보상을 해주도록 하고 있다. 표 1에는 사전등록제 도입된 각 국가별로 신규사업자에게 추가되는 전화번호자리수와 비동등접속에 따른 접속료할인율이 나타나 있는데, 이 접속료할인율에는 추가전화번호만이 반영된 것은 아니고, 국가별로 통화품질(미국)이나 접속방법 등을 고려하여 정한 것이다. 접속통화료할인이외에도 고의적인 비동등접속서비스 제공에 대해 벌금 등의 벌칙을 가하는 국가들도 있다 [1]. 하지만, 비동등접속에 대해 접속통화료할인의 보상을 하고 있는 국가들도 각 비동등접속요소들의 종류와 그 정도에 대해 어떤 객관적인 기준을 가지고 할인율을 정하는 것이 아니라 각 사업자와 통신규제기관의 협상에 의해 주로 결정되어 왔다. 이에 따라 통화료할인에 대한 보편타당한 방법론의 필요성은 늘 있어왔다.

통신망식별번호, 접속방법, 접속통화의 품질 및 접속에 필요한 정보의 제공 등의 비동등접속요소들은 현실적으로는 다이얼호출시간, 통화완료율, 자동접속지연의 형태로 나타나게 되고, 따라서 이 수치들이 접속료할인협상의 기준이 될 수 있다.

표 1. 여러국가들의 비동등접속현황 및 그 보완책

|        | 미국      | 영국     | 호주  | 뉴질랜드 | 한국  |
|--------|---------|--------|-----|------|-----|
| 망식별번호  | 11~16자리 | 3~14자리 | 1자리 | 4자리  | 3자리 |
| 접속료할인율 | 55%     | 50-85% | 10% | 6%   | 10% |

### III. 비동등접속으로 인한 불이익의 추정

II장에서 논의한 바와 같이 비동등접속으로 인해 발생하는 불이익은 i)다이얼호출시간, ii)통화완료

2) 다이얼호출시간: 발신음이 나온 다음 이용자가 다이얼을 종료할 때까지의 시간을 말한다[6].

3) 통화완료율: 발호자 호출의 총수를 N, 피호자에 연결되어 접속의 목적을 달성한 호출수를 n으로 할 경우,  $n/N \times 100(\%)$ 를 통화 완료율이라고 한다. 전화교환망의 접속에서는 양호한 통화완료율을 하나의 목표로 한다[6].

4) 자동접속지연: 이용자가 다이얼을 종료한 후에 호출음이 나올 때까지의 교환접속에 소요되는 시간을 말한다[6].

을, iii) 자동접속지연 등이 있다. 실제 통화서비스를 이용하게 위해 고객이 기다리는 시간은 수화기를 든 다음부터 통화설정(call setup)이 될 때까지이다. 이 시간에는 다이얼호출시간이 포함되고, 처리용량을 초과하는 통화시도에 대해서는 망의 입력을 허용하지 않으므로 통화완료율이 고려되고, 다이얼링을 마친 후에 걸리는 자동접속지연시간 또한 포함된다. 본장에서는 수화기를 든 후부터 통화설정이 끝날 때까지의 시간지연을 추정함으로써, 신규사업자가 기존독점사업자의 제한된 용량의 시내망을 이용할 때 겪을 수 있는 불이익을 추정하는 측도를 제시하겠다.

먼저 몇가지 변수들을 정의하도록 하겠다. 통신망이 하나의 통화만 처리한다고 가정하고, 일정한 길이의 전화번호를 가지는 통화의 통화준비(call setup)에 필요한 시간을 통화준비시간(call setup time)이라 한다. 간단히 말하자면, 통화준비시간은 다이얼호출시간과 자동접속지연의 합이 된다.  $X^i$ 를 기존사업자(incumbent)의 통화에 대한 통화준비시간,  $X^e$ 를 신규사업자의 통화에 대한 통화준비시간이라 하자. 비동등접속이 이루어지고 있는 현재에는, 신규사업자에 대한 통화준비시간이 기존사업자에 대한 것보다 더 길 것이다. 즉,  $X^e$ 가  $X^i$ 보다 더 클 것이다. 이 때, 신규사업자 통화의 통화준비에 추가로 필요한  $B = X^e - X^i$ 를 추가 통화준비시간(additional call setup time)이라 한다.

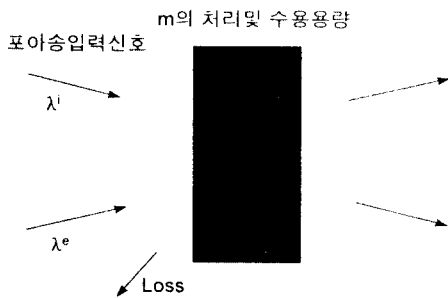


그림 2.  $M^i, M^e/G^i, G^e/m/m$  대기행렬

통신망의 모델링에서 통화의 도착이 포아송분포를 따른다는 것은 널리 쓰이고 있는 가정이다[3]. 통화준비시간  $X^e$ 와  $X^i$ 는 망의 특성에 따라 달라질 수 있으므로, 일반분포를 따른다고 하자. 그리고 통화준비신호에

대한 망의 처리용량을 유한( $m$ )하다고 하면 망의 처리능력범위내의 통화시도가 들어오면 즉, 망내로의 통화시도가  $m$  이하이면, 각 통화시도의 통화준비시간만큼만 기다리면 통화가 가능하게 된다. 하지만 망내의 통화시도가  $m$ 인 경우에 도착하는 통화시도는 무시된다. 이러한 모형을 대기행렬에서 Kendall의 표기방법에 따르면  $M^i, M^e/G^i, G^e/m/m$  모형이라 한다[4]. 여기서  $M$ 은 Markovian의 약자로서 통화시도의 도착이 포아송분포(Poisson distribution)를 따른다는, 즉 통화시도의 간격시간이 지수분포(exponential distribution)를 따른다는 뜻이다.  $M^i, M^e$ 는 각각 기존사업자의 망을 이용할 고객의 통화시도와 신규사업자의 망을 이용할 고객의 통화시도를 나타낸다. 그 각각의 도착율은  $\lambda^i, \lambda^e$ 이다.  $G$ 는 도착한 통화시도에 대한 처리시간 즉, 통화준비시간이 어떤 특정한 분포가 아닌 일반적인 분포(general distribution)를 따른다는 의미이다. 도착분포에서와 마찬가지로,  $G^i, G^e$ 는 각각 기존사업자망과 신규사업자망에서의 처리시간을 나타낸다. 그 각각 분포의 기대값은  $E[X^i], E[X^e]$ 이다. 세 번째와 네 번째 칸에서의  $m$ 은 각각 통화시도신호에 대한 망의 처리능력과 망의 보관용량을 나타내며, 일반적으로 망에서 통화신호를 처리하는 회선수라고 생각할 수 있겠다. 망에 입력이 허용되지 않는 통화시도신호는 무시되므로 망의 처리능력과 수용능력이 같게 된다.

입력부하(offered load)를  $\rho = \lambda^i E[X^i] + \lambda^e E[X^e]$ 라고 정의하면, 임의시점에 망내에 있을 통화시도신호수의 분포를 다음과 같이 구할 수 있다[3].

$$P_k = P_r \{ \text{망내에 } k \text{ 개의 통화신호가 있음.} \} \tag{1}$$

$$= \frac{\rho^k}{k!} \quad 0 \leq k \leq m$$

$$= \frac{\rho^m}{\sum_{n=0}^m \frac{\rho^n}{n!}}$$

따라서 어떤 통화시도신호입력이 거부될 확률(blocking probability)  $P_B$ 는 다음과 같이 구해질 수 있다.

$$P_B = P_m = \frac{\rho^m}{m!} \tag{2}$$

$$= \frac{\rho^m}{\sum_{n=0}^m \frac{\rho^n}{n!}}$$

망에의 입력이 거부되지 않은 통화신호는 통화준비 시간만큼 후에 통화가 설정되므로, 식(2)를 이용하면, 망에 입력되는 통화신호가 통화가 설정될 때까지 망에서 체류하는 시간의 기대치를 구할 수 있다.

1. 입력거부된 통화시도에 대한 고려가 없는 경우  
 기존사업자의 통화신호와 신규사업자의 통화신호에 대해 구분해서 나타내면 다음과 같다.

$$E[T^i] = (1 - P_B) E[X^i] \quad (3a)$$

$$E[T^e] = (1 - P_B) E[X^e] \quad (3b)$$

그림 3에는  $M^i, M^e/G^i, G^e/m/m$  시스템에서  $m=1$  인 경우에 대해 기존사업자망을 이용할 때 망에 머무르는 시간  $E[T^i]$ 와 신규사업자의 망을 이용할 때 망에 머무르는 시간  $E[T^e]$ 를  $\rho$ 값이 0에서 2까지 변화하는 동안에 대하여 구해보았다. 망의 처리용량 변화에 따른 망체류시간변화를 보기위해  $m$ 을 1에서 2, 5로 변화시킬 때의 망체류시간변화를 관찰하였다. 모든 수치는 기존사업자 망을 이용하는 경우의 통화준비시간의 기대값  $E[X^i]=1$ , 신규사업자 망을 이용하는 경우의 통화준비시간의 기대값  $E[X^e]=2$ 로 가정하고 구한 것이다<sup>5)</sup>. 식(3a), 식(3b)에서와 마찬가지로 가정된 통화준비시간의 기대값이 두배의 차이가 나므로 그림 3에도  $m=\infty$ 인 경우에 망체류시간이 두배의 차이가 나는 것으로 나타나 있다. 기존사업자의 경우에  $m$ 의 값이 2, 5로 증가함에 따라 망에서 거부될 확률  $P_B$ 가 작아지고, 따라서 통화신호가 망에서 체류할 시간은 통화준비시간의 기대값에 근사해진다.  $m=\infty$ 가 되면 망에서 거부될 확률  $P_B$ 가 0이 되고, 따라서 망체류시간은 통화준비시간과 동일하게 된다.

그림 3에서 또 한가지 유의할만한 점은 모든 경우에 있어서  $\rho$ 의 값이 증가함에 따라 망체류시간이 감소해 간다는 것이다.  $\rho$ 의 값이 증가함에 따라  $P_B$ 는 증가하

여 거부되는 통화시도가 늘어나게 되지만, 한 번 망에 입력된 통화시도의 체류시간은 점점 감소하게 된다.

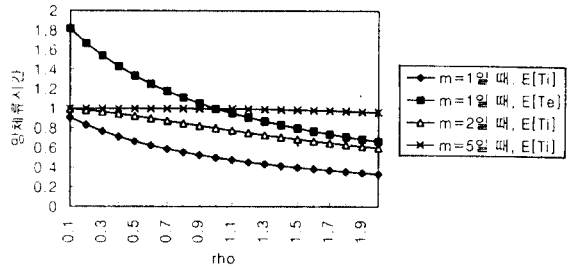


그림 3.  $M^i, M^e/G^i, G^e/m/m$  ( $m = 1, 2, 5, E[G^i] = 1, E[G^e] = 2$ )에서의 망체류시간

### 2. 입력거부된 통화시도를 고려한 경우

그림 3의 분석으로도 해결할 수 없는 것은 망에의 입력이 거부된, 즉 통화설정이 되지 않은 통화시도에 대한 고려이다. 가장 간단한 방법으로는 입력거부된 통화시도가 통화준비시간만큼 지난 후에, 다시 망에의 입력을 시도한다고 가정하는 것이다. 그러면, 망에의 입력이 거부된 통화시도를 고려한 수정된(modified) 망체류시간의 기대치  $E[T_{mod}^i], E[T_{mod}^e]$ 를 구할 수 있다. 즉,

$$E[T_{mod}^i] = (1 - P_B) E[X^i] + P_B \{E[X^i] + E[T_{mod}^i]\} \quad (4a)$$

$$= \frac{1}{1 - P_B} E[X^i]$$

$$E[T_{mod}^e] = (1 - P_B) E[X^e] + P_B \{E[X^e] + E[T_{mod}^e]\} \quad (4b)$$

$$= \frac{1}{1 - P_B} E[X^e]$$

식(4a), 식(4b)의 값을 각각 기존사업자와 신규사업자의 통화시도신호가 망에서 체류하게 될 시간이라고 하면, 그 차이인

5) 최근('96. 12) 자료에 의하면, 한국통신시의전화와 DACOM시의전화의 평균자동접속지연(PDD)은 각각 5.7초, 12.3초이다. 만약, 각사의 평균 다이얼호출시간을 2초, 3초라고 하면,  $E[X^i]=7.7$ 초  $E[X^e]=15.3$ 초가 되므로 약 두배의 차가 있다고 가정하는 것이 무리가 아닐.

$$E[T_{mod}^e] - E[T_{mod}^i] = \frac{1}{1 - P_B} \{E[X^e] - E[X^i]\} \quad (5)$$

가 신규사업자가 추가로 겪게 되는 지연시간이 될 것이다. 다시말해서, 신규사업자가 비동등접속으로 인해서 부담하는 불이익이 된다. 식(5)에서 보면, 신규사업자의 불이익은  $P_B$ 가 커질수록, 통화준비시간의 차가 커질수록, 증가하게 된다. 따라서 처리용량을 늘려서  $P_B$ 를 줄이거나 통화준비시간을 줄이는 것만이 동등접속을 이루는 방법이라고 말할 수 있다. 최근('96. 12) 알려진바에 의하면, DACOM과 한국통신 시외전화서비스의 통화완료율은 약 60%로써 별차이를 보이고 있지않다. 만약 기존사업자가 신규사업자 시외서비스 이용통화에 대해 제한된 회선을 할당한다면, 즉, 통화완료율에 차이가 있게 되면, 통화시도신호가 거부될 확률이 회사별로 다르게 되어, 예를 들면, 식(4a)와 식(4b)에서  $P_B^i, P_B^e$  처럼 따로 적용하여야 한다.

앞에서도 말한바와 같이 통화준비시간은 다이얼호출시간과 자동접속지연의 합인데, 사전등록제 실시 이후 통화준비시간중에서 다이얼호출시간은 양사업자간에 차이가 없게 되었다. 하지만, 본 논문에서 고려한 모형에는 사전선택 실시이전의 상황을 고려하였으므로 통화준비시간에 다이얼호출시간을 포함하였다. 통화준비시간만 조정하면 사전선택 실시이후의 상황에 대해서도 동일한 모형에서 쉽게 고려할 수 있다. 최근, 사전선택 시행이전에 DACOM에서 고객들에게 배포했던 자동회선선택장치(ACR)도 다이얼호출시간을 줄여주는 역할을 하였다. 하지만, 서론에서도 말한바와 같이 완전한 동등접속을 이루기 위해서는 번호이동성, 공통선신호체계 등을 도입해야하고, 모든 교환계위에서의 접속이 가능해져야 한다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 신규사업자가 기존사업자의 시내망에 접속하는 경우에 받을 수 있는 불이익을 수치화하였다. 신규사업자는 기존사업자로부터 의도적이지는 않지만, 전송 및 교환에서 시간이 지체되는 불이익을 받을 수 있다고 가정하였다. 모형을 더 현실화하자면 기존사업자가 자기 회사의 시외서비스를 이용하는 통화신호에 대해 우선순위를 두고 처리를 할 수도 있

음을, 즉 의도적으로 신규사업자에게 불이익을 줄 수도 있음을 반영하여야 할 것이다. 또한 한 번 망에의 입력거부가 된 고객은 다른 고객들보다 통화시도할 가능성이 더 커질것이므로 추가로 적절한 고려를 해주는 것이 필요하다. 앞으로 이러한 요소들이 고려된 모형에 기반해서 접속료할인 협상을 진행해 나아가는 것이 보다 합리적이라고 생각한다.

#### 참 고 문 헌

1. D. Lewin and M. Kitchen, Interconnect: the Key to Effective Competition, Ovum Ltd., 1994.
2. NERA, Cost-benefit Analysis of Equal Access, OFTEL, 1996.
3. H. Takagi, Queueing Analysis: A Foundation of Performance Evaluation, Vol. 2, Finite Systems, North-Holland, Amsterdam, 1993.
4. R. W. Wolff, Stochastic Modeling and the Theory of Queues, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1989.
5. 정보통신부, "전기통신망간 상호접속기준(고시 제 1995-119)", 1995. 9.
6. 한국통신기술협회, "정보통신용어사전 제2판", 1994.



金 泰 晟(Tae Sung Kim) 정희원  
 1991년 2월: 한국과학기술원 경영과학과 학사  
 1993년 2월: 한국과학기술원 경영과학과 석사  
 1997년 2월: 한국과학기술원 경영과학과 박사  
 1997년 2월~현재: 한국전자통신연구원 통신경영연구실 선임연구원

※주관심분야: 확률모형, 통신망성능평가



權 洙 天(Soo Cheon Kweon) 정희원  
 1981년 2월: 영남대학교 경영학과 학사  
 1983년 2월: 서울대학교 경영학과 석사  
 1983년 8월~현재: 한국전자통신연구원 통신경영연구실 선임연구원

※주관심분야: 상호접속, 통신요금