

전화서비스의 망외부성에 관한 실증검증

박영규 · 정갑영

본 연구는 우리 나라 전화서비스를 중심으로 망외부성이 수요에 미치는 영향을 1974년에서 1994년의 자료를 활용하여 실증분석하고 있다. 최소자승법과 일반화적률법을 응용한 실증분석결과, 접속외부성과 통화외부성이 강하게 나타나는 것으로 나타났다. 본 연구는 공급측면에서 통신서비스를 분석한 여타 연구와 달리 수요측면에서 분석한 특징을 갖고 있으며, 앞으로 정보통신기술의 발달이 수요에 미치는 영향을 분석하는 데 많은 시사점을 제공해 주고 있다.

I. 서 론

전기통신서비스에 관한 연구는 통신서비스의 자연독점성과 규제정책 등 공급측면을 분석한 내용이 주류를 이루어 왔다. 그러나 통신서비스는 공급뿐만 아니라 수요 자체가 일반재화나 서비스와는 크게 다른 특성을 갖고 있어서, 최근 이에 관한 연구의 필요성이 크게 증대되고 있다. 수요의 특수성은 먼저 '망외부성'(network externalities)에서부터 나타난다. 망외부성이란 소비에서의 외부성을 지칭하는 것으로서, 판매된 재화나 서비스의 수가 많을수록 소비자가 동재화나 서비스로부터 얻게 되는 효용의 정도가 높아지는 것을 의미한다. 따라서, 망외부성이란 가입자가 많을수록 잠재가입자의 망에 대한 평가가치가 증대되는 것을 의미한다. 망외부성은 구체적으로 접속외부성과 통화외부성으로 나뉘어질 수 있으며, 양방향 전송의 특성 때문에 망가입자의 수가 많을수록 효용은 증가하게 되는 것이다.

지금까지 망외부성에 대한 검정은 주로 컴퓨터 소프트웨어 및 하드웨어 산업이나 전기통신산업에 적용되어 이루어져 왔으나, 전화서비스를 대상으로 직접적으로 망외부성의 존재를 검증한 문헌은 거의 없었다.

본 연구는 우리 나라 전화서비스를 중심으로 망외부성이 수요의 증가에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고 있다. 이를 위해 먼저 Katz and Shapiro [19]와 Economides and Himmelberg [13]의 정태적 모형을 통해 접속외부성의 기본모형에 대해 살펴보고, 내구재 가정이 도입된 동태적 모형도 분석하고자 한다. 정태적인 모형에서는 한계비용이 높게 설정되어 있는 경우 망규모는 0이 되지만, 비용이 감소함에 따라 망규모가 불연속적으로 급격하게 증가하여 임계군에 도달하게 되면 이후의 비용감소가 지속됨에 따라 망규모는 점차 증가하게 될 것이며, 동태적인 모형에서는 정태적 모형에서의 불연속적인 망규모의 증가 대신에 연속적이지만 가파른 수요의 증가가 발생하게 된다.¹⁾

먼저 접속외부성은 지수화(index)된 전화가입자 유형을 소득의 함수로 규정한 후, 이러한 가입자 유형의 누적소득분포함수를 구하여 이것의 시간변동함수식(time-varying function)을 추정하였다. 이 결과를 응용하여 망규모 및 실질가격자료를 이용하면 수요방정식을 추정하게 된다. 통화외부성의 검증에서는 접속외부성의 실증 모형과 Curien and Vilmin [11]의 모형을 응용하여 사용하였다. 엄밀한 의미의 통화외부성을 검증하기 위하여는 피설명변수를 평균전화사용시간으로 설정하여야 할 것이나, 자료취득의 어려움으로 인하여 불가피하게 전화발신도수를 사용하였다. 추정은 우리 나라 전화서비스를 대상으로 1974년에서 1994년의 자료를 이용하였으며, 추정결과는 접속외부성과 통화외부성이 강하게 존재하는 것으로 나타났다.

Ⅱ. 통신서비스 수요의 특수성

1. 전화서비스의 수요

전화서비스에 대한 수요는 '양방향 대화'라는 특성이 있어 다음과 같은 특성을 갖고 있다. 즉, 실시간 통화 및 양방향 대화와 공공접속망을 통한 전환 등이다. 또한, 전화서비스에 대한 수요는 다음의 몇 가지 관점에서 기존 경제학의 수요분석과는 다른 분석방법이 요구된다. 즉, ① 전화서비스를 구성하는 접속수요(access

1) Economides and Himmelberg [13] 참조하시오.

demand)와 통화수요(demand for usage)가 서로 보완적인 특성이 있으며, ② 접속수요는 옵션수요(option demand)에 의해 일부 결정된다. 또한, ③ 전화서비스는 공공재적 측면을 갖고 있어서 접속수요와 통화수요가 모두 외부성을 나타내는 특징이 있으며, ④ 각 개인의 전화서비스에 대한 수요는 소득, 접속가격 및 전화서비스 이용에 부과되는 가격뿐만 아니라, 서비스 이용시간에도 의존하는 특성이 있다. 전화서비스에서 이용시간은 두 가지 측면에서 수요에 영향을 미치게 되는데 전화서비스 이용자체가 시간소모적 행위인 반면에, 전화는 서신이나 직접적 접촉 등의 여타 의사소통수단에 비해 시간을 절약해 준다. 따라서, 일반적으로 시간에 대한 기회비용이 높을수록 전화서비스에 대한 수요는 증가할 것이다.

이와 같이 전화로 대표되는 전기통신서비스의 수요행동이 일반적인 재화나 서비스와는 다른 특성을 갖게 되는 근본적 요인은 서비스가 망을 기초로 하여 제공된다는 점이다. 망에 접속한 가입자가 존재하며 이들 가입자는 수시로 필요에 의하여 서비스를 사용할 것이다. 따라서, 주어진 망에 충분한 서비스 제공을 할 수 있는 용량을 가지고 있다면 이 망에 접속된 가입자가 많을수록 기존 가입자의 서비스 효용은 더욱 증가하게 되고(접속외부성: access externality, system externality), 한 가입자가 전화를 사용하는 경우 상대방이 전화에 접속되어 있다는 전제가 필수적이며(사용외부성: use externality, call externality), 이러한 외부성을 제외하고도 위급한 경우 전화를 사용하겠다는 미래의 불확실한 수요를 위하여 전화를 보유하고 사용하는 것(옵션수요: option demand)도 또 하나의 전기통신서비스 수요의 특징이다.²⁾ 이러한 특징을 적절히 고려한 수요행태에 대한 연구가 다른 일반적 재화의 수요에 대한 이론에 첨가되어 이루어져야 한다.³⁾

한편, 망접속과 사용은 서로 보완적이므로 상호간에는 양방향으로 상호가격효과(cross-price effect)가 나타나게 된다. 즉, 전화망에의 접속가격⁴⁾은 전화사용자수에 영향을 미치며, 전화사용자수가 증가할수록 접속가격 또한 증가하게 된다. 한편, 전화사용료의 변화는 접속수요함수의 이동을 초래하게 되는데 이것은 접속에 대한 개인의 결정이 통화수요에 의존하기 때문이다. Squire [23]는 전화망의 사용에서 얻

2) 옵션수요에 대한 실증분석은 그 중요성에 비해 계속의 어려움이 있어 실증적 연구는 이루어진 바가 없다. Taylor [25]의 주장에 의하면, 옵션수요의 중요도는 도시생활에서보다는 여타 지역에서 더 높을 것이라고 한다. 하지만, Taylor 역시 어떠한 실증적 결과를 제시하지는 못하고 있다.

3) 통화량이 증가하면 시내전화 가입구역(시내통화권)내의 시내교환기와 그 사이를 연결하는 국간 중계회선구간의 중계회선을 늘려야 하는 등 비용이 통화량에 따라 변동되므로 '통화량의 변동과 관계된 비용'(traffic sensitive cost)이라고 부르며, 우리 나라의 경우 '시내통화료(도수료)' 수입으로 충당되고 있다.

4) 이것은 통화량의 변동과는 무관한 비용(non-traffic sensitive cost)이며, 우리 나라의 경우 설치시 투자비의 일부로 받는 '설비비'와 매월 정액으로 받는 '기본료' 수입으로 충당하고 있다.

게 되는 효용이 전화통화의 비용과 접속가격보다 높아야만 접속횟수가 증가한다고 설명하였다. 더군다나 접속수요는 그 망에 접속되어 있는 가입자의 수에 따라 좌우되기도 한다. 따라서, 접속수요는 다음과 같이 모형화 할 수 있다.

$$x_A = x_A [p_A, p_U, N(p_A)] \quad (1)$$

여기에서 x_A 는 전화망에의 접속수요, p_A 는 접속가격, p_U 는 전화사용에 부과되는 가격, $N(p_A)$ 는 전화가입자수이다.

또한, 다음과 같은 가정과 관계를 파악할 수 있게 된다.

$$\frac{\partial x_A}{\partial p_A} < 0, \quad \frac{\partial x_A}{\partial N} > 0, \quad \frac{\partial N}{\partial p_A} < 0$$

$$\frac{dx_A}{dp_A} = \frac{\partial x_A}{\partial p_A} + \frac{\partial x_A}{\partial N} \cdot \frac{\partial N}{\partial p_A} < 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial x_A}{\partial p_U} < 0 \quad (3)$$

식 (2)의 전미분의 경우 접속가격의 상승이 초래하는 접속수요의 감소효과가 편미분의 경우보다 강하다. 그 이유는 우변 두 번째 항의 영향 때문인데, 이것이 바로 접속외부성 혹은 가입자 외부효과(subscriber externality)⁵⁾를 나타내는 항이다. 이처럼 접속가격의 변화는 접속수요에 직접적 영향과 간접적 영향을 초래한다.

식 (3)은 전화사용에 부과되는 가격과 접속수요 간의 부의 상호관계를 나타내고 있다. 일반적으로 이 값은 매우 낮은 값을 나타내는 것으로 받아들여진다.

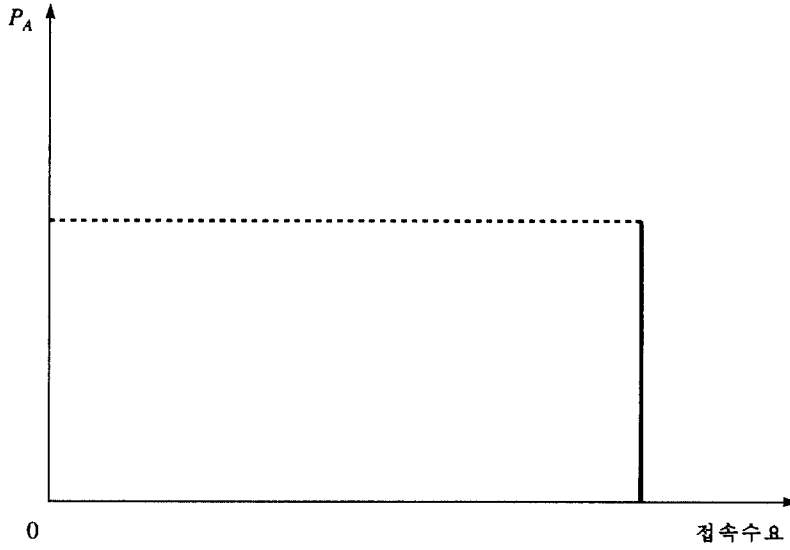
잠재가입자의 접속수요는 <그림 1>에서와 같이 수직선으로 나타나게 된다. 일정 수준의 가격에 이를 때까지는 전화서비스의 구입, 즉 망가입이 유보된다. 접속가격이 높을수록 이러한 잠재가입자는 계속해서 전화망 외부에 머무르게 될 것이다.

이제 S^0 를 전화망 접속유보가격(access reservation price)이라고 하면, 이 S^0 는 p_U 와 $N(p_A)$ 의 값에 의존하게 되며, 개별소비자의 수요함수는 다음과 같다.

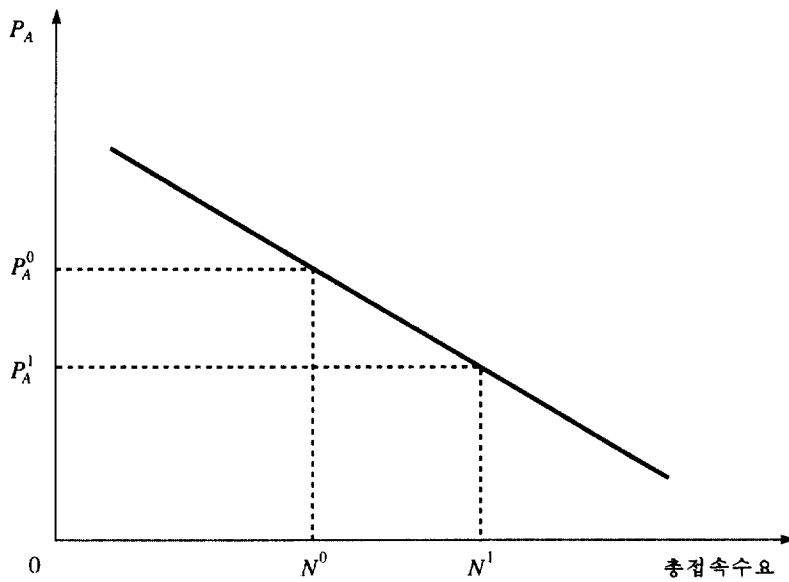
$$x_A = \begin{cases} 0 & \text{for } p_A > S^0 \\ 1 & \text{for } p_A \leq S^0 \end{cases}$$

5) 일반적으로 망외부성을 가지고 있는 재화의 경우, 그 재화가 내구재라면, 잠재적인 소비자는 그 망의 미래규모까지도 고려하여 망가입을 결정할 것이다(Katz and Shapiro [20]).

〈그림 1〉 잠재가입자로부터의 접속수요



〈그림 2〉 접속수요곡선



S^0 가 전화사용으로부터의 순소비자잉여와 같다고 하면, S^0 는 그 소비자가 지불할 용의가 있는 최대의 지불가격을 의미하게 된다. 소비자잉여는 개별소비자마다 다양한 값을 갖게 마련이므로, S^0 의 값 또한 개별소비자마다 다른 값을 갖게 되는 것이 일반적이다. 이러한 개별소비자들의 수요함수를 합하면, <그림 2>와 같은 일반적인 우하향의 수요곡선을 얻게 된다.⁶⁾

그러나 앞의 수요곡선은 실제로 접속외부성을 무시한 곡선이다. 접속가격이 p_A^0 에서 p_A^1 으로 하락하였다고 가정해 보자. 이러한 접속가격의 하락은 가입자의 수를 N^0 에서 N^1 명으로 증가시키게 된다. 이것은 또한 식 (2)의 접속외부성에 의해 수요곡선 자체를 우측으로 이동시킨다. 따라서, 수요곡선은 개별소비자들의 소비량의 단순한 합계로 얻어진 수요곡선보다 더 완만한 경사를 지니게 된다.

2. 망외부성

Taylor [25]에 의하면, 이러한 통신산업에 있어서의 망외부성(network externality)은 '통화의부성'과 '접속외부성'으로 나눌 수 있다.

전화요금만 송신자만이 부담하게 되지만 수신자의 효용 또한 전화통화에 의해 영향을 받게 된다. 따라서, 전화통화에 있어 외부성이 창출되며, 이 때 발생하게 되는 외부성을 '통화의부성'이라 한다. 원칙적으로 송신자와 수신자의 효용의 합계가 전화통화의 한계비용보다 높다면 통화는 이루어져야 할 것이다. 하지만, 송신자는 자신의 효용만을 생각하기 때문에 전화요금만 한계비용에 상응하여 결정된다고 하더라도, 사적 전화서비스 수요수준은 사회의 적정수준보다 낮게 결정되게 된다.

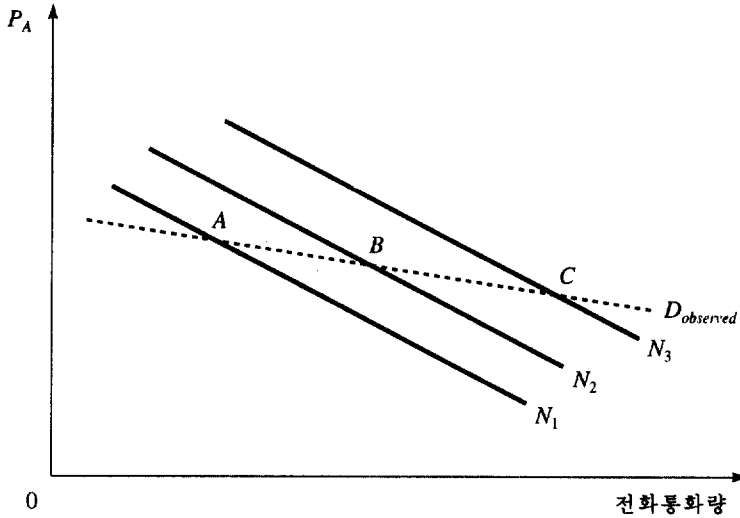
접속외부성은 문자 그대로 망접속으로부터 발생하는 외부성이다. 추가적인 망가입자는 그 가입자와 잠재적으로 통화를 하게 될 기존 가입자들의 효용을 증가시키게 된다. 결국 접속외부성은 다수의 소비자들에게 영향을 미치게 된다. 따라서, 이러한 외부성의 내부화(internalization)에 소요되는 거래비용 또한 통화의부성의 경우에 비해 매우 크게 된다. 한계비용 가격설정의 경우에 전체적인 망의 크기는 통화의부성의 경우와 마찬가지로 적정수준보다 적은 수준에서 결정되게 된다.

이와 같은 접속외부성의 중요성은 인구가 일정할 때, 가입자의 수가 증가할수록 감소하게 될 것이다.⁷⁾ 따라서, 이러한 접속외부성은 망의 설립이 완료된 시점에서

6) Wenders [26] 참조하시오.

7) 일반적으로 접속외부성은 인구가 일정한 상태에서 논의되는 개념이다. 즉, 이전에는 전화망에 가입하지 않았던 소비자가 현 시점에서 망가입을 하게 되는 것만을 설명하는 것이지, 인구가 증가하여 망가입자가 증가하게 되는 것을 의미하는 것은 아니다(Fontenay and Marshall [15]).

〈그림 3〉 개념적 수요곡선과 관찰된 수요곡선



만 그 중요성을 갖게 된다. 이상과 같은 통화외부성과 접속외부성을 함께 고려한 전화서비스의 수요곡선을 살펴보면 〈그림 3〉과 같다.

전화서비스의 수요곡선은 망외부성으로 인하여 더 탄력적이 된다. 〈그림 3〉에서 N_1 으로 표시된 개념적 수요곡선(conceptual demand curve)은 일정한 수의 가입자가 주어진 상태에서 전화요금과 전화서비스 총수요 간의 관계를 나타내고 있다. 가격이 하락하게 되면, 통화량은 N_1 선상을 따라 증가하게 된다. 또한, 이 같은 가격하락은 잠재가입자가 이 망에 가입하는 유인이 되기도 한다. 이것 역시 총수요를 증가시키는 요인이 되므로 수요곡선은 N_1 에서 N_2 로 이동하게 된다. 수요곡선의 이동은 바로 이러한 접속외부성으로 설명될 수 있다. 따라서, 우리가 상정한 개념적 수요곡선은 실제로는 관찰되지 않고, 점 A, B, C만이 관찰될 뿐이다. 이 때 이 점들은 각기 주어진 가격하에서의 균형접속자수를 나타내며 이들 점 A, B, C를 잇는 수요곡선은 개념적 수요곡선보다는 더욱 탄력적인 $D_{observed}$ 의 수요곡선이 된다. 따라서, 망외부성을 설명하는 전형적인 전화서비스 총수요곡선(x_A)은 설명변수로서 접속가격(p_A), 개인소득(Y), 그리고 소비자의 수(N)를 포함하게 된다. 즉,

$$x_A = x(p_A, Y, N) \tag{4}$$

이 때, 각 설명변수들이 전화서비스의 수요에 미치는 영향은 다음과 같다.

$$\frac{\partial x}{\partial P_A} < 0, \quad \frac{\partial x}{\partial Y} > 0, \quad \frac{\partial x}{\partial N} > 0$$

본 연구에서는 식 (4)의 수요함수의 각 설명변수들이 수요에 미치는 영향이 이론에 부합되는가를 접속외부성과 통화외부성으로 나누어 고찰하고 있다.

Ⅲ. 전화서비스의 망외부성 검증

1. 망외부성과 임계군

망외부성은 수요측면에서 발생하는 것으로서 각 망가입자들의 효용은 동일한 망에 가입해 있는 가입자의 수가 증가할수록 증가하게 된다. 이것이 바로 통합망 및 보편적 서비스⁸⁾의 논리적 근거가 되는 것이다. 이제 전화사업에서의 Rohlif [22]의 모형을 이용하여 임계군(critical mass)의 개념을 알아 보자.

잠재적인 망가입자 집단을 상정해 보자. 이 집단내의 각 개인들은 x 로 표기(index)되며, $[0,1]$ 의 구간내에서 연속적으로 존재한다고 가정하자. 이 때 낮은 지표의 x 로 표기되는 개인들은 전화망에 가입하기를 많이 원하는 집단이며(즉, 지불의사가 높은 집단), 높은 지표의 x 로 표기되는 소비자들은 망가입을 덜 원하는 소비자들(즉, 지불의사가 낮은 집단)을 나타낸다.

실제의 전화망 가입자를 $n(0 \leq n \leq 1)$ 으로 표시하고, 접속가격을 p 로 나타내기로 하자. 또한, x 로 표시된 소비자들($0 \leq x \leq 1$)의 효용함수는 다음과 같은 단순한 형태를 가진다고 가정하자.

$$\begin{array}{ll}
 U^x = n(1-x) & \text{망에 가입한 상태} \\
 0 & \text{망에 가입하지 않은 상태}
 \end{array} \quad (5)$$

8) 보편적 서비스는 다음과 같은 여러 가지 차원의 의미를 동시에 내포하고 있다. 첫째, 보편적 서비스는 가능한 한 많은 사람이 통신망에 가입하도록 하는 것이다. 둘째, 지역별로 요금의 차이를 두지 않거나 요금의 차이를 두더라도 이를 최소화한다는 것이다. 셋째, 통화구간에 따라 요금의 차이를 두지 않는다는 것이다.

따라서, 각 가입자의 효용수준은 망가입자의 수 n 이 증가할수록 증가하는 망외부성을 갖게 된다.

이제 개별 소비자들의 수요를 합산하여 총수요곡선을 도출해 보자. 접속가격이 p_0 로 주어졌을 때, 망에 가입하는 것과 가입하지 않는 것을 무차별하게 생각하는 한계소비자를 \hat{x} 로 표시하면 식 (5)로부터 다음을 알 수 있다.

$$0 = n(1 - \hat{x}) - p_0$$

이 때 소비자의 수는 $n = \hat{x}$ 으로 주어졌으므로 다음 식과 같이 나타난다.

$$p_0 = \hat{x}(1 - \hat{x}) \quad (6)$$

식 (6)은 \hat{x}_0^L 와 \hat{x}_0^H 의 두 가지 해를 갖게 되며, 이것은 가격수준이 p_0 로 주어졌을 때, 각기 다른 두 수준의 수요가 존재함을 의미한다. $n = \hat{x}_0^L$ 로 나타나는 낮은 수요수준은 적은 숫자의 가입자를 의미하게 되므로 식 (5)로부터 전체 가입자가 이 망에 대해 가지고 있는 평가수준이 낮음을 알 수 있다. 따라서, 잠재적인 망가입자는 이 망에 가입하지 않을 것이다.⁹⁾ 한편, p_0 의 가격수준에서는 $n = \hat{x}_0^H$ 의 높은 수요수준도 존재하게 되는데, 이 때에는 각 잠재가입자가 이 망에 대해 높은 평가를 하고 있어 많은 가입이 발생하게 된다. 이와 같은 두 개의 수요수준 중에서 \hat{x}_0^H 의 수요만이 안정적인 균형을 이루게 되는데, 그 이유는 \hat{x}_0^L 의 수요수준에서는 아주 적은 망가입자의 증가만 있어도 여타의 잠재가입자들이 지니는 망가입에 대한 평가가 급격하게 높아지게 되어 $[\hat{x}_0^L, \hat{x}_0^H]$ 구간내의 모든 소비자들이 망가입을 하게 된다. 결국, 균형 점은 \hat{x}_0^H 으로 이동하게 된다.

\hat{x}_0^H 수준의 수요가 바로 가격수준이 p_0 일 때의 임계군이라고 불리는 점인데, 이 점에서는 적은 수준의 망가입자 증가도 망수요, 즉 망가입자의 숫자를 \hat{x}_0^H 으로 이동시키게 된다.

9) 이것은 'chicken and the egg' 역설을 정식화한 것이다. 즉, 잠재가입자는 기존가입자의 숫자가 너무 적기 때문에 망가입을 하지 않으려 하며, 기존가입자의 숫자가 적은 이유는 망에 가입하려는 잠재가입자들이 가입을 하지 않기 때문이다(Economides and Himmelberg [13]). 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 망공급업자가 마케팅이나 광고 등을 통해 잠재가입자들로 하여금 미래에 이 망이 보편화될 것이라는 믿음을 주어야 한다(Katz and Shapiro [19]).

2. 망외부성의 검증모형

1) 정태적 모형

잠재적인 망가입자들은 n^e 의 규모를 가지는 망을 예상하며, 이 망규모는 정규화(normalization)를 통해 0과 1 사이의 값을 갖는 것으로 가정한다($0 \leq n^e \leq 1$).¹⁰⁾ 이제 잠재가입자들의 망규모에 대한 예상(expectation)이 그 망을 통하여 제공되는 재화나 서비스에 대한 지불용의수준(willingness to pay)에 미치는 영향을 나타내 주는 망외부함수(network externalities function)를 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$h(n^e) = k + A \cdot f(n^e)$$

여기서 k 는 망효과(network effect)가 없을 때 망가입자가 느끼게 되는 서비스의 가치이며(단, $k \geq 0$), A 는 망외부성이 존재하면 1의 값을 가지는 변수이고, $f(n^e)$ 는 망효과를 나타내 주는 함수이다.¹¹⁾ 망외부성은 양의 값을 가지므로 $f'(\cdot) > 0$, 즉 망규모가 커질수록 망가입자의 효용은 증가하게 된다.

논의의 편의를 위해 $f(n) = n^\alpha$ 의 형태를 가정하자(단, $\alpha > 0$). 또한, 망가입으로부터 얻게 되는 효용은 소득에 비례한다고 하자.

n^e 의 규모를 가지는 망을 통해 제공되는 서비스 한 단위에 대해서 x 로 표기되는 가입자¹²⁾의 지불용의수준을 나타내 주는 함수를 다음과 같은 형태로 설정할 수 있다.

$$u(x, n^e) = x^\gamma \cdot h(n^e)^{13)} \quad (7)$$

각 망가입자 유형의 누적분포함수를 $G(x)$ 라고 하자. 이 $G(x)$ 는 연속함수이고 양의 밀도 $G'(x)$ 를 가지고 있으며 $[0, 1]$ 의 구간내로 정규화(normalize)시킬 수 있다.

10) 즉, n^e 는 각각 정규화된 변수이므로, 절대적 수량을 나타낸다고 보아야 할 것보다(상대적) 시장점유율을 나타낸다고 보아야 할 것이다. 이것은 n 의 경우에도 마찬가지이다.

11) 이 함수는 망의 규모가 0일 때에는 소비자의 지불의사에 아무런 영향을 미치지 않는 것(즉, $f(0)=0$)으로 가정된다.

12) 즉, 각 소비자는 $[0, 1]$ 의 구간내에서 자신의 소득수준에 따라 특징지어진다.

13) 이처럼 곱셈형태의 함수설정은 동일한 망으로부터 얻게 되는 망외부성의 가치를 가입자들의 유형에 따라 다르게 한다는 점에서 Katz and Shapiro [19]의 함수설정과는 차이가 있다. 이들은 각 잠재가입자들이 망서비스에 대해 가지는 지불용의수준은 다를 수 있다고 가정하면서도, 망외부성에 대한 잠재가입자들의 평가는 동질적이라고 가정하고 $u(x, n^e) = x + h(n^e)$ 의 덧셈형태의 함수를 설정하였다.

예상 망규모 n^e 와 가격 p 하에서 $u(x, n^e) = p$ 를 만족시키는 한계소비자는 $x^* = m(p, n^e)$ 로 표시될 수 있다.¹⁴⁾ 만약 가격이 너무 낮게 설정되어서 모든 소비자가 서비스의 구입을 원한다면, 내부해는 존재하지 않게 되며, 따라서 $x^* = 0$ 이 된다. 마찬가지로 가격이 너무 높게 설정되면 $x^* = 1$ 이 된다. 이를 정식화시키면 다음 식과 같다.

$$\begin{array}{ll}
 x^* = m(p, n^e) = 0 & \frac{p}{h(n^e)} < 0 \text{의 경우} \\
 \frac{p}{h(n^e)} & \text{여타의 경우} \\
 1 & \frac{p}{h(n^e)} > 1 \text{의 경우}
 \end{array} \quad (8)$$

예상 망규모와 가격이 주어진 상태에서, $x \geq x^*$ 유형의 모든 잠재가입자는 이 망에 가입할 것이므로 p 의 가격하에서 망의 실제규모는 다음과 같이 된다.

$$n = 1 - G(x^*) = 1 - G(m(p, n^e)) \quad (9)$$

식 (9)가 바로 가격수준 p 하에서의 망서비스에 대한 수요를 나타낸다. 누적분포 함수 $G(\cdot)$ 는 강단조함수이므로 역함수가 존재하며, $0 \leq \frac{p}{h(n^e)} \leq 1$ 의 범위내에서, n 의 규모(size)를 지니는 망에 대해 n^e 의 예상 망규모를 가진 잠재적 한계가입자의 지불용의수준은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$p(n, n^e) = h(n^e) \cdot G^{-1}(1-n) \quad (10)^{15)}$$

식 (10)을 첫 번째 독립변수 n 만의 함수로 보면, 식 (9)의 역함수, 즉 역수요함수가 된다. 따라서,

$$\frac{\partial p}{\partial n} = -\frac{h(n^e)}{G} < 0$$

14) 이 때의 x^* 는 지불용의수준을 나타낸다.

15) $G(m(p, n^e)) = 1-n \rightarrow m(p, n^e) = G^{-1}(1-n)$

식 (8)로부터 $m(p, n^e) = \frac{p}{h(n^e)}$ 이므로 $\frac{p}{h(n^e)} = G^{-1}(1-n)$

$\therefore p(n, n^e) = h(n^e) \cdot G^{-1}(1-n)$

즉, 실제 망규모가 커질수록 가격은 하락하게 되는 것이다. 한편, 망의부성 때문에 망규모에 대한 예상(n^e)은 잠재가입자의 지불용의수준에 양의 방향으로 영향을 미치게 된다. 즉,

$$\frac{\partial p}{\partial n^e} = h'(n^e) \cdot G^{-1}(1-n) > 0^{16)}$$

본 모형에서 살펴보게 될 균형의 개념은 '예상실현 쿠르노균형'(Fulfilled Expectations Cournot Equilibrium : FECE)이다. 각 기업들은 다음과 같은 두 가지 가정하에서 자신의 생산량을 결정하게 된다. 첫째, 잠재가입자들의 망규모에 대한 예상 n^e 는 주어져 있다. 둘째, i 기업을 제외한 산업내 여타 기업들의 총생산량은 고정되어 있다. 즉, $\sum_{i \neq j} x_i = x_{-i}$ 이다.

본 모형에서 추정하고자 하는 균형은 $n = n^e$ 가 실현되는 예상실현 쿠르노균형인 것이다. 즉, 잠재망가입자가 망규모가 n^e 일 것이라고 예상한다면, 균형에서 실제 망규모는 n 이 될 것이다.

이러한 균형의 개념을 식 (10)에 대입시키면 다음과 같다.

$$p(n, n) = h(n) \cdot G^{-1}(1-n) \quad (11)$$

따라서, 식 (11)은 n 의 균형 망규모를 지탱해 주는 가격수준으로 정의될 수 있다. 또한, 주어진 가격수준하에서 예상실현균형으로 유지될 수 있는 망규모, 즉 예상실현수요로 정의될 수도 있다.

이상에서 살펴본 1기의 정태적 모형에 내구재 가정을 도입하여 동태적 모형을 살펴보자.

2) 동태적 모형과 내구재 가정

x 유형의 잠재 망가입자가 n 의 망규모를 가지고 있는 망의 망재화를 소비할 때의 효용함수를 $u(x, n)$ 이라고 정의하자. 그리고 모형의 단순화를 위해 일단 망재화가 수요되면 그 재화는 무한한 효용의 흐름을 창출한다고 가정하자. 시간의 흐름에 따른 망의 변화폭적이 $n^e(t)$ 로 주어졌다고 할 때, x 유형의 잠재 망가입자가 t 시점에서 가지게 되는 망재화의 현재가치는 식 (12)와 같을 것이다.

16) $h'(n^e) = A \cdot f'(n^e)$ 인데, A 는 가정에 의해 1의 값을 가지며, $f'(n^e) > 0$ 이다.

$$V(x, t, n^e(t)) = \int_0^{\infty} e^{-\rho s} \cdot u(x, n^e(s)) ds \quad (12)$$

이 때 ρ 는 할인율이다.

이러한 망재화가 t 시점에서 $p(t)$ 의 가격으로 제공된다고 하자. 소비자(즉, 잠재망 가입자)가 이 망재화를 t 시점에서 구입한다고 하면, 구입비용의 현재가치는 식 (13)이 된다.

$$q(t) = e^{-\rho t} \cdot p(t) \quad (13)$$

이 때 소비자는 자신의 목적함수인 $V(x, t, n^e(t)) - q(t)$ 를 극대화시켜 주는 시점 t^* 를 선택할 것이다. 이 목적함수가 해당 구간내에서 오목함수라고 가정하면, t^* 는 다음 식에 의하여 결정될 수 있다.

$$V'(x, t^*, n^e(t^*)) - q'(t^*) = 0 \quad (14)$$

식 (14)를 정리하면 다음과 같이 된다.¹⁷⁾

$$u(x, n^e(t^*)) = \rho \cdot p(t^*) - p'(t^*) \equiv \lambda(t^*) \quad (15)$$

식 (15)는 x 유형의 잠재가입자가 망재화를 구입해야 하는 시점 t^* 를 정의해 주고 있다. 식 (15)가 지니는 또 다른 의미는 가격수준과 예상 망규모의 제적이 주어진 상태에서 t 시점에 망재화를 구입하는 것과 구입하지 않는 것 간의 선호가 무차별한 x^* 유형의 잠재가입자들을 정의한다고 볼 수도 있다. 이러한 잠재가입자들을 $m(p(t), n^e(t), t)$ 의 함수형태로 정의하기로 하자. 즉, 이 함수는 한계가입자의 지수값(index value)을 나타낸다.

식 (15)에서 정의된 그림자가격(shadow price) $\lambda(t)$ 는 정태적 모형에서 가격 p 의 역할과 전적으로 동일하다. 내구재 모형의 경우, $\lambda(t)$ 는 $(t+dt)$ 시점이 아니라, t 시점에 이 재화를 구입하는 것의 기회비용(opportunity cost)을 나타내게 된다. 첫 번째 항 $\rho \cdot p(t^*)$ 는 가격이 변하지 않는다는 가정하에 망서비스의 구입을 1기만큼 기다리는 것의 비용을 측정하고 있으며, 두 번째 항 $-p'(t^*)$ 는 dt 의 시간 후에 발생하는 가격상승이 있기 전인 현시점에서 재화를 구입하는 것의 이득을 차감해 주는

17) $V' - q' = -e^{-\rho t^*} \cdot u(x, n^e(t^*)) + \rho \cdot e^{-\rho t^*} \cdot p(t^*) - p'(t^*) = 0$
따라서, $u(x, n^e(t^*)) = \rho \cdot p(t^*) - p'(t^*)$

항이다.¹⁸⁾ 이와 같이 그림자가격을 해석하면, 비내구재 가정의 정태적 모형을 내구재 가정의 동태적 모형으로 전환시킬 수 있게 된다.

다음 절에서는 이상에서 살펴본 동태적 모형을 한국의 전화서비스에 적용하여 가입자 외부효과의 존재를 분석하고자 한다.

3. 망외부성의 실증분석

1) 접속외부성의 실증분석

망외부성을 1974년부터 1994년까지의 전화서비스 자료를 이용하여, 캘리브레이션(calibration)¹⁹⁾을 통하여 분석하기로 하자. 1974년부터 1994년 사이의 전화기본요금과 전화가입자수에 관한 자료 이외에도, 본 모형의 실증작업을 위해서는 먼저 가입자 유형의 분포에 관한 자료가 필요하다.²⁰⁾ 이상적인 유형분류는 전화가입자에 관한 마케팅자료를 통해 이산 선택모형(discrete choice model)을 추정하는 것이다. 하지만 현실적으로 이러한 자료를 얻는다는 것은 불가능하므로 여타의 취득가능한 자료의 이용이 불가피하다.

전화가입자는 주택용과 업무용으로 양분될 수 있다. 개인의 전화서비스 수요는 효용극대화 행위로부터 발생하지만, 기업의 전화서비스 수요는 이윤극대화 행위로부터 발생한다. 즉, 업무용의 경우 전화서비스는 여타의 생산물을 생산하기 위한 투입물로 간주될 수 있는 것이다.²¹⁾²²⁾

전화가입자 유형의 분포를 소득의 함수로 규정하기 위해 1974년부터 1994년의 소득분포자료를 사용하였다. 먼저 1인당 GNP자료에 자연대수(natural log)를 취하여 이 값을 $\ln(\bar{x}_i)$ 라고 하고, 각 연도 소득의 평균(λ_i)²³⁾과 분산(θ_i)을 구한 후 대수변환

18) 그림자가격은 내일 재화를 구입하는 대신 오늘 재화를 구입하는 것의 기회비용이 되는 것이다.

19) calibration이라 함은 모형내의 모수값(parameter)을 재지정하는 것을 의미한다. 캘리브레이션(calibration)에 대한 자세한 내용은 *Handbook of Statistics*, Vol. 2, Chapter 25를 참조하시오.

20) $G(x)$ 의 계산을 위해 필요하다.

21) Taylor [25] 참조하시오.

22) 기업의 전화서비스 수요의 탄력성은 일반적으로 주택용전화서비스의 수요보다 비탄력적인 것으로 나타난다(Stehmann [24]).

23) λ_i 를 구하기 위한 공식은 다음과 같다.

$$\lambda_i = \frac{\sum_{i=1}^{10} \frac{(i\text{년도 실질 GNP}) \times (i \text{분위집중계수})}{\text{총인구수} \times 10}}{10}$$

이렇게 하여 구해진 λ_i 는 사실상 1인당 GNP와 동일한 값을 갖게 된다. 하지만, 분산을 구하기 위해서는 이상의 과정이 필요하다.

된 평균과 분산을 구하여, 1974년과 1994년 간의 대수형 소득분포를 지수삽입(exponential interpolation) 방법으로 추정하였다.

이러한 작업의 결과, 앞 절에서 설명된 분포함수 $G(x)$ 의 시간변동추정함수식인 $G(x : t)$ 를 얻을 수 있게 된다. 이제 μ_t 와 σ_t 를 각각 대수변환된 소득의 평균과 분산이라고 하자.²⁴⁾ 또한, $\Phi(\cdot)$ 를 표준정규분포함수(standard normal distribution)²⁵⁾라고 표기하기로 하자. 이러한 표기에 따라 본 장에서 추정하고자 하는 G 의 실증추정식을 나타내 보면 다음과 같다.

$$G(x : t) = \Phi\left(\frac{\ln(\bar{x}_t) - \mu_t}{\sigma_t}\right) \tag{16}$$

전화가입비(즉, 기본요금)와 설치비는 1990년을 기준으로 하여 GNP 디플레이터로 조정하였다.²⁶⁾

이상의 캘리브레이션에서 얻어진 소비자들의 소득 $G(x : t)$ 의 분포에 관한 추정치와 망가입규모 n_t 및 실질가격 p_t 등을 가지고 미지의 모수값을 구함으로써 본 모형의 수요조정을 하게 된다. 모형의 단순화를 위해 전화서비스는 순수 망재화라고 가정하였다. 즉, 망효과가 없는 경우, 전화서비스는 아무런 효용을 창출하지 못한다고 가정하였다.²⁷⁾

이러한 가정하에서 식 (7)은 다음과 같이 된다.

$$u(x_t, n_t^c) = Ax_t^\gamma \cdot n_{t-1}^\alpha \tag{17}$$

식 (17)에서 $n_t^c = n_{t-1}$ 이 가정되었다. 즉, 본 실증모형에서는 올해의 예상 망규모는 전년도 망규모의 선형함수라고 가정되어 있다.

24) 이 때 μ_t 와 σ_t 를 구하는 공식은 다음과 같다. 보다 자세한 내용은 Green [17]을 참조하시오.

$$\mu_t = \ln\lambda^2 - \frac{1}{2}\ln(\lambda^2 + \theta^2), \theta^2 = \ln\left(1 + \frac{\theta^2}{\lambda^2}\right)$$

25) $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}x^2}$

26) 전화설치비는 1977년 이후 250,000원으로, 기본요금은 1982년 이후 3,000원으로 각각 변동없이 유지되고 있다.

27) 이것은 식 (7)의 망외부함수에서 $k=0$ 이라는 것을 의미한다. 이와 같은 가정은 엄밀한 의미에서는 올바른 가정은 아니다. 왜냐하면, 전화서비스의 수요에는 옵션수요등이 영향을 미치기 때문이다. 하지만, 옵션수요가 차지하는 비중은 크지 않을 것이기 때문에, 분석결과에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

앞 절에서 정의된 그림자가격의 정의식 $\lambda_t = \rho \cdot p_t - p'_t$ 에서 λ_t 의 자료를 구성함에 있어, $\rho = 0.15$ 로 계산하였다.²⁸⁾ 그림자가격의 계산에 있어서는 1980년대 중반까지의 공급측면의 제약을 반영시키기 위하여, 전화가입비와 설치비용²⁹⁾³⁰⁾을 함께 고려하였다.

식 (15)에 의하면 한계소비자(x_t)는 자신의 효용을 그림자가격과 일치시키므로 다음의 식 (18)이 성립한다.

$$Ax_t^\gamma \cdot n_{t-1}^\alpha = \lambda_t \quad (18)$$

식 (18)을 x_t 에 대해 풀어서 양변에 자연대수를 취하면 다음과 같이 나타난다.

$$\ln x_t = \gamma^{-1} (\ln \lambda_t - \alpha \cdot \ln n_{t-1} - \ln A) \quad (19)$$

한편, 소비자들의 소득분포에 대한 추정치를 사용하면, 균형 망규모(equilibrium network size)는 다음과 같이 주어지게 된다.

$$n_t = 1 - \Phi \left(\frac{(\ln x_t - \mu_t)}{\sigma_t} \right) \quad (20)$$

Φ 의 역함수를 구해 이것을 $\ln(x_t)$ 에 대해 풀면 다음과 같다.

$$\sigma_t \cdot \Phi^{-1}(1 - n_t) + \mu_t = \ln x_t \quad (21)$$

누적표준정규함수의 역함수와, σ_t , μ_t 및 n_t 는 자료로부터 쉽게 계산이 가능하므로, 식 (21)의 우변은 구해질 수 있다. 이제 한계소비자를 나타내는 식 (19)와 식 (21)의 우변을 등호로 연결하면, 다음과 같은 회귀방정식을 얻을 수 있다.

$$\ln x_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln \lambda_t + \beta_2 \cdot n_{t-1} + e_t \quad (22)$$

$$\text{단, } \beta_0 = -\gamma^{-1} \cdot \ln A, \quad \beta_1 = \gamma^{-1}, \quad \beta_2 = -\gamma^{-1} \cdot \alpha$$

28) 자세한 내용은 고영선 [1]을 참조하시오.

29) 전화설치비용은 설비비와 장치비로 구분된다. 설비비는 계약 해지시 계약자에게 반환되는 비용이지만, 본 연구에서는 설비비와 장치비를 합계한 자료를 사용하였다.

30) 1974년까지의 13급지 체계에서 1975년 이후에는 10급지 체계로 변경되었다. 본 연구에서 사용한 자료는 13급지 및 10급지의 요금을 기준으로 하였다.

〈표 1〉 접속외부성의 추정결과

변수명	모형 1	모형 2	모형 3
상수항	0.3216 (18.5709)	0.2806 (10.1074)	0.1482 (7.9751)
λ_{t-1}		-0.1947 (-7.6996)	-0.0820 (-6.6411)
λ_t	-2.2321 (-9.8996)		
n_{t-1}	1.9363 (34.7074)	1.9032 (18.1715)	1.4935 (11.3760)
TIME			0.0121 (9.7544)
D-W 통계량	1.0280	1.9489	2.0173
\bar{R}^2	0.9946	0.9940	0.9959

주 : ()내의 수치는 T-통계량.

제 II장에서 살펴본 바에 의하면, 이론적으로 식 (22)에서의 모수 β_1 은 양의 부호를, 모수 β_2 는 음의 부호를 가질 것으로 예측된다. 즉, 접속가격이 상승하면, 0과 1 사이에서 표준화된 한계소비자의 지표가 상승할 것이므로, 가입자수가 감소할 것이다. 또한, 망규모가 증가하면 한계소비자의 지표가 감소하게 되므로 가입자수가 증가할 것이다. 해석의 편의를 위해 $1 - \ln x_t$ 를 Ψ_t 로 재정의하자.

$$\Psi_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln \lambda_t + \beta_2 \cdot n_{t-1} + e_t \quad (23)$$

이와 같이 한계소비자의 지표를 재정의하면, 모수 β_1 은 음의 부호를, 모수 β_2 는 양의 부호를 갖게 되는 것으로 예측할 수 있다.

모형 1에서는 일반최소자승법으로, 모형 2에서는 일반화적률법으로, 또한 모형 3에서는 모형 2에 시간추세를 대입한 회귀방정식을 추정할 것이다.

1974년부터 1994년 사이의 자료를 이용하여 추정한 모형 1, 모형 2, 그리고 모형 3의 결과는 〈표 1〉과 같다.

$$\text{모형 1} \quad \Psi_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(\lambda_t) + \beta_2 \cdot \ln(n_{t-1}) + e_t$$

e_t 는 오차항으로서 함수설정의 가정으로부터 발생할 수 있는 근사오차 및 자료의 측정오차가 반영되는 항이다.

앞의 결과에서 모형의 이론적 예측이 실증적으로 부합된다는 것을 알 수 있다. 하지만, 오차항들간의 계열상관(serial correlation)현상을 판단하는 $D-W$ 통계량의 값이 1.0280으로 나타나므로, 정(正)의 계열상관이 있다고 할 수 있다.³¹⁾

이러한 오차항의 계열상관이 나타나게 되는 이유는 식 (22)가 본질적으로 수요방정식으로서, 이 모형을 통상최소자승법(Ordinary Least Square : OLS)에 의하여 추정하였을 때, 오차항 e_t 가 공급측면에서의 충격(shock)을 포함하게 되어 가격항이 내생화되기 때문이다. 이러한 이유로 모형 2에서는 $\ln(\lambda_t)$ 의 시차값(lag value)을 설명변수로 대체하고, '일반화적률법'(Generalized Method of Moment : GMM)을 사용하여 수요방정식을 추정하였다.

다음의 선형추정모형식을 통하여 GMM에 대해 간단하게 살펴보자.

$$y_t = x_t' \beta + \varepsilon_t$$

GMM추정량은 $E[z_t(y_t - x_t' \beta)]$ 의 직교화조건(orthogonality condition)에 근거를 두고 있다. 오차항간의 계열상관이 없다면 z 는 곧 x 가 될 것이며, 이것이 바로 OLS 추정량의 경우이다. 따라서, GMM 추정량은 OLS 추정량을 특수한 경우로서 포함하는 것이다. 하지만, 오차항간의 계열상관이 존재하는 경우 OLS 추정량은 편기(bias)와 비일관추정량(inconsistent estimator)이 되므로, 문제가 되는 설명변수와의 상관관계가 아주 높으면서도 오차항과는 계열상관 없는 설명변수를 사용하여야 한다. 모형 1에서 사용될 수 있는 도구변수(instrumental variable)는 그림자가격의 시차값(lagged value)으로서, 이를 z 로 놓으면 모형 2의 직교화조건 $E[z_t \cdot \varepsilon_t] = 0$ 이 성립하게 된다.³²⁾

$$\text{모형 2} \quad \Psi_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(\lambda_{t-1}) + \beta_2 \cdot \ln(n_{t-1}) + e_t$$

모형 2의 추정결과는 모형 1에 비해 $D-W$ 통계량이 향상된 결과를 보여 주고 있다. 이용가능한 시계열자료가 22개이고, 상수항을 포함한 설명변수의 개수가 3개이므로, $D-W$ 통계량의 하한값인 d_L 과 상한값 d_H 가 각각 1.15와 1.54이다.³³⁾ 모형 2의 경우에는 오차항간의 계열상관이 없다고 할 수 있다.

31) 시계열자료에서는 오차항간의 계열상관이 자주 발생한다. 이러한 계열상관이 발생하는 경우, OLS 추정량이 갖게 되는 문제점에 관하여는 이종원 · 이상돈 [3]을 참조하시오.

32) GMM에 대한 자세한 내용은 Green [17] 참조하시오.

33) Intriligator [18] 참조하시오.

모형 1과 모형 2의 \bar{R}^2 값이 각각 0.9946과 0.9940으로 매우 높게 나타나고 있으므로, 표본회귀선이 모든 관측점들을 잘 대변해 주고 있다고 할 수 있다.

모형 2에서 내생성(endogeneity)을 제거하기 위하여 그림자가격항에 시차를 두는 방법을 사용하였다. 이러한 시차변수의 적용은 그림자가격항의 계수값을 증가시키는 결과를 가져왔으며, 이러한 변화는 미리 예측되었던 것이다. 계수값의 증가는 그렇게 크지는 않았다.

모형 3에서는 소득에 의해 대변되지 못한 소비자유형분포의 추세(trend)나 전화서비스의 질(quality)의 향상 등이 제외되었을 가능성을 배제시키기 위해 시간추세(time trend)를 설명변수로 추가하였다. 여기서 시간변수는 1973년을 1, 1974년을 2, ... 등으로 설정하였다.

$$\text{모형 3} \quad \Psi_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(\lambda_{t-1}) + \beta_2 \cdot \ln(n_{t-1}) + \beta_3 \cdot \text{TIME} + e,$$

모형 3의 추정결과에 의하면, 시간추세의 삽입은 그림자가격항과 망규모항의 계수값을 약간씩 감소시켰으나, 그 정도가 그리 크지는 않다. 또한, 모형의 적합도를 나타내는 \bar{R}^2 값도 미세한 수준의 상승이 있으므로, 모형 2에 시간추세를 삽입한 모형 3이 보다 우월한 모형이라고 할 수 있다.

이와 같은 실증모형의 구조설정은 그림자가격항과 망규모항의 계수값을 통하여 가입자의 선호체계모수(α)와 기술진보모수(γ)의 값을 추정할 수 있게 해 준다.³⁴⁾

식 (17)에서 x_t 의 소득수준으로 지수화된 가입자의 효용수준은 다음과 같다.

$$u(x_t, n_t^e) = Ax_t^\gamma \cdot n_{t-1}^\alpha \quad (17)$$

식 (17)과 식 (22)를 이용하여 각 모형의 각 계수값을 통해 추정된 α 값은 각각 0.8675, 9.7750, 18.2134이다. 따라서, 앞에서 설정한 효용함수는 망규모의 증가함수라고 할 수 있다.

모형 1, 모형 2 및 모형 3의 결과에서 세 모형 모두 이론적 예측과 동일하게 망규모는 가입자수의 증가에 정(正)의 영향을 주고 있는 것으로 나타났다. 따라서, 본 연구의 실증결과는 우리 나라의 전화서비스산업에서도 접속외부성(access externalities)이 존재함을 지지한다고 결론지을 수 있다.

34) 이 때 γ 값은 단지 α 값을 추론해 내기 위함일 뿐 별다른 의미는 없다.

2) 통화외부성의 실증분석

본 연구에서 통화외부성의 검증을 위해 이용한 모형은 Curien and Vilmin [11]의 모형을 응용·확장한 것이다.³⁵⁾ 모형 1에서는 올해의 가입자수를 설명변수로 하여 회귀방정식을 구성하였으며, 모형 2에서는 이 항을 전년도 가입자수와 신규가입자의 증가분으로 나누어 회귀방정식을 구성하였다.

모형 1 과 모형 2의 추정결과는 <표 2>와 같다.

$$\begin{aligned} \text{모형 1} \quad \ln(TC_t) = & \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(CITY_t) + \beta_2 \cdot \ln(Y) + \\ & \beta_3 \cdot \ln(N_t) + \beta_4(TIME) + e_t \end{aligned}$$

여기에서 TC_t 는 전화발신도수, $CITY_t$ 는 시내전화료, Y_t 는 1인당 GNP, 그리고 N_t 는 가입자수를 말한다.

통화외부성에 관한 이론적 모형이 예측하는 바에 따르면, β_1 은 음의 부호를, β_2 및 β_3 는 양의 부호를 가질 것으로 예측된다.

이용가능한 시계열자료가 21개이고, 상수항을 포함한 설명변수의 개수가 5개이므로, $D-W$ 통계량의 하한값인 d_L 과 상한값 d_H 가 각각 0.93과 1.81로³⁶⁾ 모형 1의 경우에는 오차항간 계열상관이 존재하지 않는다고 할 수 있다.

한편, 올해의 가입자수는 전년도 가입자수에 올해의 증가분을 합한 것과 같다. 따라서, 신규가입자가 미치는 영향을 따로 분리하여 알아 보기 위해 $N_t = N_{t-1} + \Delta N_t$ 로 설명변수를 변형시킨 모형 2를 추정하여 보았다. 이 때 β_4 의 부호는 양이 될 것으로 예측할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{모형 2} \quad \ln(TC_t) = & \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(CITY_t) + \beta_2 \cdot \ln(Y) + \\ & \beta_3 \cdot \ln(N_{t-1}) + \beta_4 \cdot (\Delta N_t) + \beta_5 \cdot (TIME) + e_t \end{aligned}$$

모형 2의 추정결과, 적합도는 약간 하락하였지만, β_3 와 β_4 의 계수값은 여전히 양의 부호를 나타냈다. 하지만, 올해 가입자수의 증가분이 전화발신량에 미치는 영향은 그리 크게 나타나지는 않았다.

35) 이들 모형은 종속변수를 평균전화사용시간으로 설정하고 있다. 통화외부성의 검증을 위하여는 이처럼 종속변수가 전화사용시간으로 설정되어야 할 것이나, 자료취득의 어려움으로 인하여 불가피하게 전화발신도수(度數)를 대신 이용하였다.

36) Intriligator [18] 참조하시오.

〈표 2〉 통화외부성의 추정결과

변수명	모형 1*	모형 2
상수항	-12.0193 (-1.9584)	-17.9003 (-1.6506)
CITY	-0.2946 (-6.1081)	-0.6871 (-7.9714)
Y	0.2680 (5.0608)	0.4942 (5.5038)
N_{t-1}		1.3621 (5.9252)
N_t	1.5364 (10.5836)	
ΔN_t		0.4523 (3.5415)
TIME	0.1270 (4.6648)	0.3272 (7.7944)
D-W 통계량	1.9626	2.4138
\bar{R}^2	0.9667	0.9608

주 : ()내의 수치는 T-통계량.

*5%의 통계적 유의수준. Cochrane-Orcutt방법으로 추정.

추정결과에서 보면 모든 계수값이 이론적 모형의 예측과 동일하게 나타났다. 또한, 각 설명변수의 계수값 중 망가입자항이 미치는 영향력이 가장 큰 것으로 나타나, 전화서비스의 수요증대는 일반적인 재화의 경우와 같은 소득의 대표함수가 아니라, 망규모의 대표함수라는 것을 알 수 있다. 따라서, 우리 나라 전화서비스시장에는 통화외부성 역시 존재한다는 사실을 실증적으로 지지하고 있다.

IV. 맺 음 말

통신서비스의 가장 큰 특징은 수요측면에서 망외부성이 존재한다는 것이다. 망외부성은 크게 통화외부성과 접속외부성으로 나뉘어질 수 있으나 통화외부성은 쉽게 내부화될 수 있으므로, 일반적으로 망외부성이라 함은 접속외부성만을 의미한다.

본 연구에서는 우리 나라 전화서비스에 접속외부성 및 통화외부성이 존재하는지의 여부를 검정해 보았다. 접속외부성의 실증분석에서는 망가입자의 유형을 소득

의 함수로 규정하였으며, 망규모는 주택용가입자와 업무용가입자 수를 합산하여 계산하였다. 우리 나라의 경우, 1980년대 중반까지는 공급측면에 애로가 존재하였으므로, 이를 반영시키기 위해 기본요금 이외에 설치비용을 합산하여 그림자가격을 계산하였다.

우선, 통상최소자승법(OLS)으로 추정된 모형의 결과, 각 계수값의 부호는 이론적 모형이 제시하는 바와 동일하게 얻어질 수 있었으나, 오차항간의 계열상관이 존재하여 편기가 발생하였다. 그러나, 이 문제점을 해결하기 위해 그림자가격의 시차값을 설명변수로 이용한 일반화적률법(GMM)을 사용한 결과, 오차항간의 계열상관을 없앴과 동시에 이론적 모형과 동일한 부호의 계수값을 얻을 수 있었다.

한편, 소득에 의해 대변되지 못한 소비자유형분포의 추세(trend)나 전화서비스의 질(quality) 향상 등이 제외되었을 가능성을 배제시키기 위해 시간추세(time trend)를 설명변수로 추가시킨 모형을 추정한 결과, 가입자의 증가에 시간추세가 일정한 영향을 미쳤음을 알 수 있었다. 이 모형에서 얻어진 계수값의 부호 역시 이론적 모형과 동일하였다. 따라서, 각 모형의 실증결과는 우리 나라 전화서비스에 접속외부성이 존재한다는 사실을 지지한다고 할 수 있다.

다음으로 통화외부성의 실증분석, 접속외부성의 실증모형에서도 역시 설명변수인 올해 가입자수항의 계수(superscript)가 양의 부호를 갖는 것으로 나타나, 통화외부성의 존재를 지지하였다. 또한, 가입자항을 전년도의 가입자수와 신규가입자증가분으로 각각 나누어 분석한 결과 역시 통화외부성의 존재를 지지하였다. 하지만, 이 경우 모형의 적합도는 약간 감소되는 것으로 나타났다.

본 연구는 공급측면에서 통신서비스를 분석하는 여타 연구와는 달리 수요측면에서 전화서비스의 특성을 실증적으로 분석하여 우리 나라의 전화 서비스에도 강한 망외부성이 존재하고 있음을 보여 주고 있다. 이러한 연구는 앞으로 기술발달로 인해 여러 통신수단이 결합되는 융합현상을 감안하여 심도 있게 연구될 수 있을 것이다.

◆ 참고 문헌 ◆

1. 고영선, "횡단면 자료를 이용한 시간할인율의 추정", 「한국개발연구」, 한국개발연구원, 1994.
2. 염용섭, "정보통신사업 서비스 유형별 중장기 수요예측", 통신개발연구원, 1995.

3. 이종원 · 이상돈, 『RATS를 이용한 제량경제분석』, 박영사, 1995, pp. 554 ~ 563.
4. 정갑영 · 김영세 · 임용기 · 정구현, 「통신산업의 소유와 지배구조의 선진화」, 연세대학교 경제연구소, 1997.
5. 정갑영 · 김종석 · 이광철 · 정구현, 「통신산업의 규제와 공정경쟁에 관한 연구」, 연세대학교 경제연구소, 1995.
6. 조신 · 이봉호 · 서윤석, 『통신시장에서의 공정경쟁 확립』, 통신개발연구원, 1992.
7. 주학중 · 윤주현, “1982년 계층별 소득분배 추계와 변동요인”, 「한국개발연구」, 한국개발연구원, 1983.
8. Allen, D., “New Telecommunications Services : Network Externalities and Critical Mass,” *Telecommunications Policy*, 1988, pp. 257 ~ 270.
9. Bewley, R. and D. G. Fiebig, “Estimation of Price Elasticities for an International Telephone Demand Model,” *The Journal of Industrial Economics*, XXXVI(4), 1988.
10. Chou, C. and O. Shy, “Do Consumers Gain or Lose When More People Buy the Same Brand,” *European Journal of Political Economy*, 12, 1996, pp. 309 ~ 330.
11. Curien, N. and E. Vilmin, “Telephone Demand and Usage : A Global Residential Model,” *Economic Analysis of Telecommunications : Theory and Applications*, edited by L. Courville, A. de Fontenay and R. Dobell, Elsevier Science Publishers, 1983.
12. Economides, N., “The Economics of Networks,” *International Journal of Industrial Organizations*, 14(2), 1996.
13. _____ and C. Himmelberg, “Critical Mass and Network Evolution in Telecommunications,” *Toward a Competitive Tele-communications Industry : Selected Papers from the 1994 Tele-communications Policy Research Conference*, Gerard Brock (ed.), 1995.
14. Faulhaber, G. and J. W. Boyd, “Optimal New-Product Pricing in Regulated Industries,” *Journal of Regulatory Economics*, 1989, pp. 341 ~ 358.
15. Fontenay, A. and Lee Marshall, “B. C. / Alberta Long Distance Calling,” *Economic Analysis of Telecommunications : Theory and Applications*, edited by L. Courville, A. de Fontenay and R. Dobell, Elsevier Publishers, 1983.
16. Gandal, N., “Hedonic Price Indexes for Spreadsheets and an Empirical Test of the Network Externalities Hypothesis,” *RAND Journal of Economics*, 25(1),

- 1994, pp. 160 ~ 170.
17. Green, W. H., *Econometric Analysis*, 3rd edition, Prentice Hall, 1997, p. 71, pp. 519 ~ 531.
 18. Intriligator, M. D., *Econometric Models, Techniques, & Applications*, Prentice-Hall, 1978, pp. 628 ~ 629
 19. Katz, Michael L. and Carl Shapiro, "Network Externalities, Competition, and Compatibility," *American Economic Review*, 75(3), 1985, pp. 424 ~ 440.
 20. _____, "System Competition and Network Effects," *Journal of Economic Perspectives*, 8(2), 1994, pp. 93 ~ 115.
 21. Liebowitz, S. J. and S. E. Margolis, "Are Network Externalities a New Source of Market Failure?" *Research in Law and Economics*, Internet Copy, 1995.
 22. Rohlf, J., "A Theory of Interdependent Demand for a Communications Service," *Bell Journal of Economics and Management Science*, May(Spring), 1974, pp. 16 ~ 37.
 23. Squire, L., "Some Aspects of Optimal Pricing for Telecommunications," *Bell Journal of Economics and Management Science*, 1973.
 24. Stehmann, O., *Network Competition for European Telecommunications*, Oxford University Press, 1995, p. 8.
 25. Taylor, L. D., "Problems and Issues in Modelling Telecommunications Demand," *Economic Analysis of Telecommunications : Theory and Applications*, edited by L. Courville, A. de Fontenay and R. Dobell, Elsevier Science Publishers, 1983.
 26. Wenders, J. T., *The Economics of Telecommunications : Theory and Policy*, Cambridge, Mass. : 1987, pp. 53 ~ 54.