

정보통신 서비스 확산의 대체, 보완현상에 관한 국제 비교 연구: 인터넷, 휴대전화, 유선전화를 중심으로

A Cross-country Study on Diffusions of Communication Technologies: The Internet, Mobile Phone, and Telephone

이 종 수* · 이 민 규**
Jong-su Lee · Min-kyu Lee

차 례

- | | |
|-------------|--------|
| 1. 서 론 | 4. 결 론 |
| 2. 기존 연구 고찰 | • 참고문헌 |
| 3. 모형 및 추정 | |

초 록

인터넷이 빠르게 확산됨에 따라서 기존의 통신 서비스 시장이 급격하게 변화하고 있어서 음성 중심의 통신 서비스에서 데이터 중심의 통신 서비스로 이행되고 있다. 이 과정에서 대표적인 정보통신 서비스인 유선전화, 휴대전화, 인터넷 서비스는 서로 영향을 주고받으며 성장하고 있다.

본 연구는 유선전화, 휴대전화와 인터넷의 확산과정을 기술들의 상호관계를 고려하여 여러 국가의 사례를 통해서 분석해 보고자 한다. 이를 위해 1975년부터 2002년까지의 국가별 시계열 자료(time series data)를 이용하여 수정된 로지스틱 성장모형(modified logistic growth model)을 통해 통신 기술의 확산과정을 살펴본다. 이를 통해서 통신기술 간의 상호관계가 국가적으로 어떤 형태를 보이고 있는 지 확인할 수 있을 것이다. 또한, 본 연구는 기존 통신 서비스의 확산과정을 토대로 신규 통신 서비스가 출현했을 때의 수요예측에 필요한 핵심적인 정보를 도출하며, 인프라 투자의 비중이 높은 네트워크 산업의 시장진출 전략에 함의를 제공할 것이다.

키 워 드

정보통신 서비스, 확산모형, 다제품 확산모형

* 서울대학교 공과대학 기술정책대학원과정 조교수

(Assistant Professor, Techno-Economics & Policy Program, Seoul National Univ., jxlee@snu.ac.kr)

** 서울대학교 공과대학 기술정책대학원과정 박사과정

(Ph. D. Candidate, Techno-Economics & Policy Program, Seoul National Univ., minkyu21@snu.ac.kr)

• 논문접수일자: 2006년 3월 6일

• 게재확정일자: 2006년 3월 13일

ABSTRACT

Due to the dramatic development of the Internet, the ICT market has changed from a voice based services to data based services. Substitution and complementary dynamism has emerged from communication technology services such as the Internet, mobile phone, and telephone.

This paper analyses diffusion patterns of communication technologies such as the Internet, cellular phones, and telephones in different country groups. We estimate modified logistic growth model using time series data for the years 1975-2002. As a result, it is possible to categorize country groups according to the patterns of diffusions. This research creates essential information to forecast demand for new services based on incumbent services as well as provide information on strategies for entering the network industry.

KEYWORDS

ICT Service, Diffusion Model, Multi-Product Diffusion Model

1. 서 론

인간의 통신에 대한 욕구는 언제 어디서나 존재해 왔으며, 통신기술의 발달에 따라 이러한 욕구가 점차 충족되어 왔다. 특히 19세기 후반에 영국의 알렉산더 그레이엄 벨(Alexander Graham Bell)이 전화를 발명하면서 통신의 시간적 제약이 제거되었으며, 20세기 말에 출현한 휴대전화로 인해 공간적 제약이 사라졌다. 또한 1990년대 중반부터 급속하게 보급된 인터넷은 음성 통신뿐만 아니라, 문서, 화상, 데이터 등의 포괄적인 통신 서비스를 제공하고 있어서 기존의 음성 위주 통신 서비스 시장을 변화시키고 있다.

기존의 음성 중심의 통신 서비스에서 데이

터 중심의 통신 서비스로 이행되고 인터넷 기술의 발전에 따라, 인터넷 전화 등 IP(Internet Protocol) 기반망을 사용하는 새로운 통신 서비스가 등장하고 있다. 또한, 기존의 통신 서비스는 장기적으로 IP 망을 기반으로 하는 통신 서비스에 의해 대체되거나, 흡수, 융합될 전망이다. 기존의 통신 사업자들은 음성 중심, 회선 교환방식의 망을 제공하던 것에서 앞으로 데이터 중심, IP 기반 설루션을 제공하는 사업자로의 전환을 시도함에 따른 기존의 통신 서비스와 인터넷 기반의 신규 통신 서비스 간의 관계에 대한 고찰이 시급한 상황이다(박동욱, 임동민, 이종관 2001). 기존 통신망을 소유, 운영하고 있는 통신 사업자도 컴퓨터 분야에서 출발한 인터넷의 영향력을 어떻게 이해하고 접근해

야 할 것인가 하는 문제에 소홀히 할 수 없게 되었다. 기간 통신사업자가 인터넷 사업에 참여함으로써 새로운 시장의 창출과 기존 시장의 잠식이 동시에 이루어지는 등 복합적인 효과가 나타나고 있다. 예를 들어, 인터넷 전화라는 신규시장의 창출은 우선 기존의 수익을 보장했던 국제 및 장거리 음성전화시장에 대체효과를 불러일으킬 것이기 때문이다(주기인, 박혜영 1998).

유선전화, 휴대전화, 인터넷은 현재 사용되고 있는 가장 보편적인 통신수단들이나, 이들은 국가적, 경제적 환경에 따라 타 통신수단의 보급 및 사용에 차별적인 영향을 미치고 있다. 다시 말해서, 각각의 통신수단은 소비자의 통신에 대한 욕구를 충족시킨다는 점에 있어서 서로 대체(substitution)의 성격을 가지고 있지만, 한 통신수단의 발달이 타 통신수단의 사용을 촉진시킬 수 있다는 점에서 보완(complement)의 성격을 가지고 있다고 할 수 있다.

이러한 점에 주목해서, 본 논문에서는 정보통신 서비스 확산의 상호관계를 분석하기 위해 1975년부터 2002년까지 18년 동안 22개 국가에 대해서 연도별 시계열 자료(time series data)를 이용하여 수정된 로지스틱 성장모형(modified logistic growth model)을 추정하고자 한다. 이를 바탕으로 국가 경제적 상황이 정보통신 서비스 확산에 어떤 영향을 미칠 수 있는 지, 통신기술 간의 상호관계가 전 세계적으로 어떤 형태를 보이고 있는 지, 그리고 유사

한 통신기술 관계를 가지고 있는 국가 집단의 특징이 무엇인지 알 수 있을 것이다. 아울러, 2차 회귀분석을 이용하여 각 서비스가 미치는 영향력 크기에 대해서 설명할 수 있는 요인을 찾을 수 있다. 본 연구를 통해서 통신산업 시장을 예측함으로써 기업은 통신시장에서의 경쟁력을 확보하는 방안을 수립할 수 있으며, 정부는 해당 시장에 대한 정책 수립에 있어서 중요한 정보를 얻을 수 있다.

이후의 본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 2장에서는 다제품 확산모형(multi-product diffusion model)에 관한 기존의 연구에 대해서 고찰을 하고, 3장에서는 정보통신 서비스의 대체, 보완관계를 검증할 실증 모형을 제시하고 사용 데이터에 대해서 소개한다. 그리고 추정계수 값, 대체, 보완현상에 따른 국가 클러스터링, 2차 회귀분석 및 모형 적합성 정도 평가 등의 다양한 결과를 분석한다. 마지막으로 4장은 결론 부분으로서 주요 연구결과를 요약하고 본 연구의 정책적인 시사점을 살펴본다.

2. 기존 연구 고찰

신제품의 확산을 설명하는 일반적인 모형으로서 많은 실증 연구에서 사용되는 Bass(1969) 모형은 뛰어난 설명 예측력을 가지고 있음에도 불구하고 단일제품 확산모형에만 적용이 가능하며 대체와 보완과 같은 일반적 상황을 고려하지 못한다는 단점을 가지고 있다. 실제로 제품이나 기술이 확산되는 과정에서 다른 기술의

존재가 기술확산을 방해하거나 혹은 촉진시키는 등의 영향을 미치게 마련이므로 단일제품 확산모형은 한계가 있다.

Peterson and Mahajan(1978)은 제품 간의 상호관계를 모형화하기 위해서 Bass 모형에 다른 기술의 확산을 나타내는 항을 추가적으로 포함한 다제품 확산모형을 제시하였다. 이 모형에서는 혁신효과, 모방효과뿐만 아니라 상호관계를 반영하는 계수를 포함하고 있어서 다른 제품과의 상호관계를 반영할 수 있다. Krishnan, Bass, and Kumar(2000)은 다제품 확산모형을 이용하여 새로운 브랜드의 출현이 기존 브랜드와 카테고리에 어떤 영향을 미치는 지, 잠재적 시장 규모에 어떠한 영향을 주는 지 살펴보았다. 분석결과, 휴대폰 시장에서 새로운 브랜드가 출현했을 경우, 잠재시장의 크기가 증가하고 확산속도가 빠르게 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한 Kim, Chang, and Shocker(2000)는 제품 간의 상호관계를 반영하는 계수가 각 기술의 잠재시장 규모에 영향을 주는 다제품 확산모형을 이용하여 정보통신산업 제품인 무선호출기, 휴대폰 등이 서로 잠재적 시장 규모에 어떤 영향을 주는 지 알아보았다. 본 연구는 제품 간의 상호관계에 의해서 확산속도가 바뀌는 것이 아니라, 오히려 잠재시장 규모가 커진다는 점을 주목하고 있다. 문춘걸(2002)은 제품들의 상호관계를 모형화하는 기존의 확산모형을 확장하여 우리나라 유무선 통신 서비스 가입자의 대체 보완현상을 실증적으로 분석하였다. 특히 문춘걸(2002)은 혁신효과, 모방효과, 보완/대

체효과를 모형화하고, 자기가격효과, 교차가격효과, 소득효과를 고려하는 확장된 Norton-Bass 모형을 사용하여, 이동통신 서비스 가입자는 시내전화 서비스 가입에 대하여 보완적인 역할을 하고, 시내전화 서비스 가입자는 이동통신 서비스 신규가입에 대하여 미세한 크기의 대체적인 영향을 미치는 것을 설명하였다.

또한, 확산과정에서 단지 시장의 구전효과만을 허용하는 표준 로지스틱 모형(standard logistic model)에서 확산속도계수를 경제변수 및 다른 기술의 함수로 표현함으로써 제품 간의 상호관계를 반영할 수 있는 모형을 Gruber and Verboven(2001)이 제시하였다. Gruber and Verboven(2001)은 EU 국가들의 휴대전화 서비스 확산과정을 설명하면서 국가의 소득, 1인당 유선전화 가입자수 등을 확산속도에 영향을 미치는 요소로서 고려하였으며, 결과적으로 유선전화 가입자수가 증가할수록 휴대전화 가입자수가 감소한다는 결론을 도출할 수 있었다. 즉, EU 국가들의 유선전화 서비스와 휴대전화 서비스는 대체관계에 있다. 반면에 Gruber(2001)는 동 유럽 및 중부 유럽 국가의 패널 자료를 이용하여 분석한 결과, 유선전화 가입자수가 증가할수록 휴대전화 가입자수가 증가하기 때문에 유선전화가 휴대전화와 보완관계가 있었다는 결과를 도출하고 있다.

Chen and Watanabe(2005)는 1990년대 일본 정보통신시장 확산과정에서의 대체 및 경쟁 상황을 반영하였다. 잠재시장 크기가 변화

하는 로지스틱 모형(LGDCC; the Logistic Growth within a Dynamic Carrying Capacity)을 이용하여 통신시장에서의 유선전화에서 휴대전화로의 대체현상, 음성전송 가능한 전화에서 데이터와 음성이 모두 전송이 가능한 전화로의 대체현상, NonIP 이동통신 가입자에서 IP이동통신 가입자로의 대체현상, 인터넷 접속 시장에서 전화를 이용한 접속(dial-up)에서 초고속 인터넷 접속(broadband)으로의 대체현상을 설명하였다.

본 연구는 기존 연구의 흐름에서 기술 간의 상호관계를 고려하여 Gruber and Verboven (2001)의 연구를 기반으로 변형 로지스틱 성장모형을 적용한다. 특히, Meade(1995)의 연구에서 기술했듯이 원거리 통신 서비스와 같은 네트워크 효과가 존재하는 기술의 확산을 설명하기 위해서는 잠재 수용자를 혁신자와 모방자로 구분하는 것이 적절하지 않으므로, 본 연구에서는 적합성을 기준으로 Bass(1969) 모형이 아니라 변형 로지스틱 성장모형을 고려한다. 한편, 정보통신 서비스 대체현상에 관한 기존 연구들은 유선전화와 휴대전화의 가입자 대체현상에 주목하고 있지만, 본 연구에서는 유선전화, 휴대전화 사이의 관계뿐만 아니라 유선전화와 인터넷 그리고 휴대전화와 인터넷 사이에서도 확산의 대체, 보완관계가 존재할 수 있음을 설명한다. 따라서 본 연구는 기존 연구보다 더 넓은 범주의 정보통신 서비스 분야에서 확산의 대체, 보완현상을 확인할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 모형 및 추정

3.1 모형

Griliches(1957)는 단일 기술의 확산과정에서 외생적인 영향요인 없이 시장의 구전효과(word-of-mouth effect)만을 고려한 표준 로지스틱 모형을 제안했다.

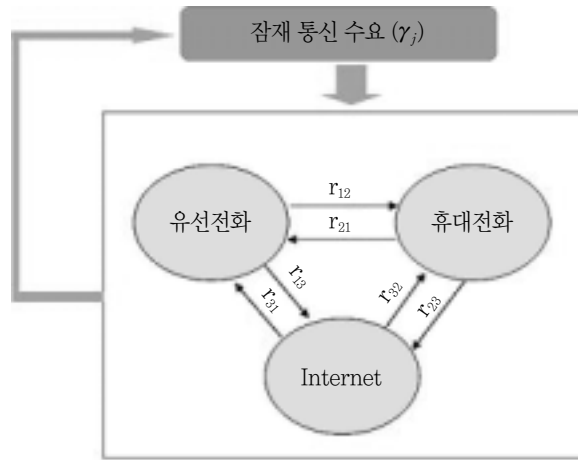
$$X_t = \frac{m}{1 + \exp(-\alpha - \beta t)}, t=1, 2, \dots, T \quad (1)$$

여기에서 X_t 는 t 시점까지의 누적수요량, m 은 시장의 잠재적 규모(market potential)를 나타내고, α 와 β 는 확산과정의 시작위치(timing)와 상대적인 성장속도(relative growth rate)를 나타내는 계수이다. 일반적으로 β 는 시간에 상관없이 일정한 값을 가지는 계수이지만, 만약 β 의 크기가 시간에 따라서 변하며 독립변수들의 함수로 표현될 수 있다고 가정한다면 그 변수들이 확산속도(β)에 미치는 영향을 확인할 수 있다.

본 연구에서는 인간이 의사소통을 나눌 수 있는 대표적 통신기술인 유선전화, 휴대전화, 인터넷 서비스가 서로 상호영향을 주고받으며 확산이 진행되는 상황을 고려한다. <그림 1>은 세 가지 정보통신 서비스가 서로 영향을 미치고 있는 상황을 보여주고 있다. x_{ij} 는 통신 서비스 i 가 통신 서비스 j 에 대해서 영향을 미치는 정도를 나타내고 있다(유선전화 : 1, 휴대전화 : 2, 인터넷 : 3). 정보통신 서비스의 확산과정 분석을 위해서 한 기술의 누적수요량을 $x_{ij}(t)$, 그 기술을 제외한 나머지 기술들의 누

적수요량 및 각 국가의 경제상황을 반영하는 1인당 실질 GDP를 β 의 설명변수로 포함시킨 확장된 로지스틱 성장모형을 적용한다. 실제적으로 연도별 유선전화 가입자수, 휴대전화 가

입자수, 인터넷 이용자수를 전체 인구로 나누었을 때 각 기술의 누적수요량으로 삼았으며, 시장의 잠재점유율은 γ (단, $0 \leq \gamma \leq 1$)로 설정하였다.



<그림 1> 정보통신 서비스 확산과정

$$x_{ij}(t) = \begin{cases} 0 & t < \tau_{ij} \\ \frac{\gamma_{ij}}{1 + \exp\{-a_{ij} - (b_{ij} + g_{ij}GDP_t(t) + \sum_{k \neq j} \gamma_{ik} x_{ik}(t))(t - \tau_{ij})\}} & t \geq \tau_{ij} \end{cases} \quad (2)$$

여기에서 $i=1, 2, 3, 4, \dots, n$ 은 개별 국가를 나타내고 $i=1, 2, 3$ 는 각 통신 서비스인 유선전화, 휴대전화, 인터넷을 의미하며, τ_{ij} 는 각 서비스의 첫 등장시기를 나타낸다. 서비스가 등장하기 이전 시점의($t < \tau_{ij}$) 누적수요량은 당연히 0이다. 통신 서비스의 확산속도가 다른 통신 서비스의 확산 정도에 의해 영향을 받을 수 있다는 것을 반영했으며, 특히 $r_{ijk} < 0$ 이면 i 국가에서 j 서비스가 k 서비스에 대하여 보완관계가

있음을 의미하며, $r_{ijk} < 0$ 이면 i 서비스가 k 서비스에 대하여 대체관계가 있음을 의미한다.

식 (2)는 여러 개의 방정식이 결합되어 하나의 체계를 이루는 모형인 결합선형모형이므로 각 확산모형식 간의 상관관계를 고려하여 nonlinear SURE(nonlinear seemingly unrelated regression equation system)로 추정한다. 추정을 위한 프로그램으로는 시계열자료뿐만 아니라 여러 형태의 자료에 대한 각종 계량분석을 위해

사회과학 분야에서 많이 사용되고 있는 TSP(Time Series Processor) 4.5를 이용하였다.

3.2 분석자료

본 연구에서는 제시한 모형을 분석하기 위해

1975년부터 2002년까지 22개 국가에 대한 유선전화 보급률, 휴대전화 보급률, 인터넷 이용률의 연간 자료를 사용하였다. 유선전화 보급률은 유선전화 가입자수를 전체 인구로 나눈 값이며, 휴대전화 보급률은 휴대전화 가입자수를 전체 인구로 나누었으며, 마지막으로 인터넷 이용

〈표 1〉 각 국가별 데이터(2002년)

국가	1인당 실질 GDP(US \$)	유선전화 보급률(%)	휴대전화 보급률(%)	인터넷 이용률(%)
호 주	24,455	55	64	48
오스트리아	34,044	48	84	41
캐나다	23,621	64	38	51
덴마크	39,661	69	83	51
핀란드	32,284	52	87	51
독 일	32,827	65	73	44
헝가리	5,904	36	68	16
아이슬란드	31,385	65	91	65
아일랜드	30,551	50	76	28
이탈리아	21,396	48	94	35
일 본	45,030	56	64	45
한 국	14,937	49	68	55
멕시코	3,721	15	25	10
모로코	1,455	4	21	2
네덜란드	31,287	62	74	51
뉴질랜드	18,947	45	62	48
사우디 아라비아	14,052	15	23	6
싱가포르	27,270	46	80	50
남아공	4,117	11	30	7
스위스	45,980	74	79	35
영 국	23,460	59	84	42
미 국	32,514	65	49	55

률은 인터넷 이용자수를 총 인구로 나눈 값을 의미한다. 이 자료는 World Telecommunication Indicators 2004(ITU)에서 이용할 수 있었다. 또한 각 통신 서비스의 확산속도가 국가의 경제적 상황에 영향을 받는 지 알아보기 위해 1인당 실질 GDP 데이터(1995년 기준, US\$)를 분석에 포함하였으며¹⁾, 이는 World Bank의 World Development Indicators 2004 자료를 사용하였다. <표 1>을 보면, 22개 국가의 2002년 1인당 실질 GDP, 유선전화 보급률, 휴대전화 보급률, 인터넷 이용률을 알 수 있다. 본 연구의 분석대상에 포함되어 있는 22개 국가 중에서 일본의 1인당 실질 GDP가 가장 크다. 한편, 정보통신 서비스 보급률을 살펴보면, 스위스가 가장 높은 유선전화 보급률(74%)을 가지고 있으며, 이탈리아가 94%라는 가장 높은 휴대전화 보급률을 기록하고 있다. 인터넷 이용률 측면에서는 아이슬란드가 65%로 가장 높다. 반면, 멕시코, 모로코, 사우디아라비아 등은 정보통신 보급률이 아주 낮은 국가에 해당된다.

3.3 추정결과

식 (2)를 이용하여 추정된 확장된 로지스틱 성장모형을 추정된 결과는 <표 2>와 같다. <표 2>에서 보는 바와 같이 로지스틱 모형 추정결과는 대부분의 모수가 1% 수준에서 유의하였다. γ 값은 대부분 0에서 1사이의 값을 가지고

있었으며, 국가의 경제상황 정도를 나타내는 모수인 g 의 경우 국가별, 서비스별로 뚜렷한 추세를 나타내고 있지 않은데, 이는 정보통신 서비스 확산의 경우 국가의 경제상황보다는 기존의 인프라 구축 정도나 정보통신 분야 투자와 같은 다른 요인에 의해서 더욱 잘 설명될 수 있음을 나타낸다. r 값의 부호도 g 의 경우와 마찬가지로 각 서비스별, 국가별로 일정한 추세를 보이지 않는다.

먼저 한국의 경우를 살펴보면, γ 값이 0.51, 0.68, 0.56인데 이것은 전 인구 대비 유선전화 보급률, 이동전화 보급률, 인터넷 이용률의 포화수준을 나타낸다. r_{12} , r_{21} 의 부호는 모두 음수의 값을 가지므로 유선전화와 휴대전화는 서로 서비스 확산에 음의 영향을 미친다는 것을 알 수 있으며, 양의 값을 가지는 r_{31} , r_{32} 은 인터넷을 이용할수록 휴대전화와 유선전화 보급을 촉진시킨다는 사실을 알 수 있다. 미국의 사례를 살펴보면, 정보통신 서비스의 포화수준이 각각 0.66, 0.74, 0.82이다. 그리고 미국 국민들이 유선전화와 휴대전화 서비스에 더욱 많이 가입할수록, 인터넷 이용자는 오히려 줄어들 것이라는 것을 알 수 있다. <그림 2>와 <그림 3>은 한국과 미국의 경우에 대해 실제 자료와 모형에서의 추정치를 비교하고 있으며, 여기에서 알 수 있듯이 모형이 실제 자료를 잘 반영하고 있다.

<표 3>, <표 4>, <표 5>는 r 값의 부호에 따

1) 본 논문에서는 1인당 GDP를 일괄적으로 10,000으로 나눈 값을 데이터로 사용하였다.

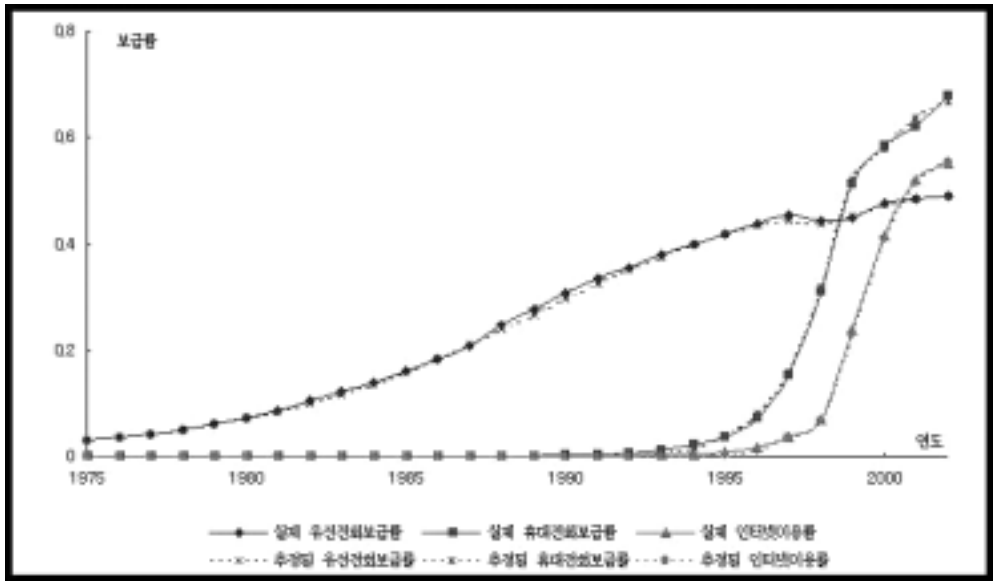
른 국가 분류를 한 것이다. <표 3>을 살펴보면, 휴대전화와 인터넷이 유선전화에 모두 양의 영향을 미치는 국가는 면적이 넓은 국가가 대부분이다. 반면, 휴대전화가 음의 영향을 미치고 인터넷이 양의 영향을 미치는 국가는 규모가 작다. r_{21} , r_{31} 모두 음수를 가지는 국가는 핀란드 밖에 없으며, 나머지 국가들은 휴대전화나 인터넷 중에서 적어도 하나의 서비스는

유선전화의 확산과정에 양의 효과를 가지고 있음을 알 수 있다. <표 5>를 보면 유선전화와 휴대전화나 인터넷 서비스에 모두 음의 영향을 미치는 국가는 독일과 일본과 같이 제조업을 기반으로 한 전통적인 선진국의 경우가 많으며, 반면에 모두 양의 영향을 미치는 국가의 경우 국가의 규모가 작지만 인터넷 이용자가 빠르게 증가하는 국가임을 알 수 있다. 그

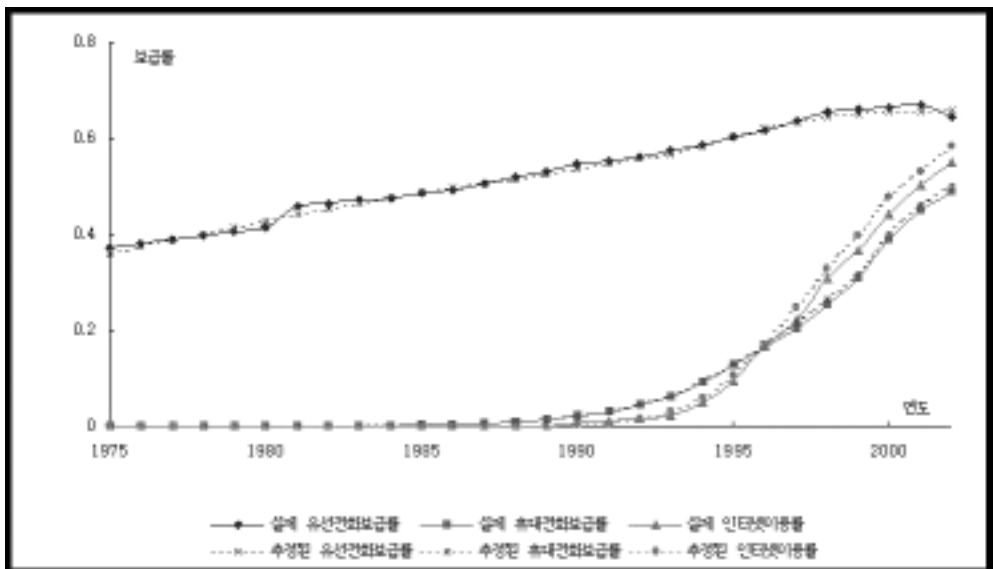
<표 2> 확산모형의 추정결과

국가	r_1	a_1	b_1	g_1	r_{21}	r_{31}	r_2	a_2	b_2	g_2	r_{12}	r_{32}	r_3	a_3	b_3	g_3	r_{13}	r_{23}
호주	0.67*	-0.55*	0.14*	-0.03*	6.6E-3*	5.8E-3*	5.60*	-7.34*	0.068*	0.058*	0.46*	-0.28*	0.40*	-3.75*	-1.82*	1.50*	-1.82*	-0.71*
오스트리아	0.63*	-0.74*	0.14*	-0.016*	-0.018*	0.013*	0.85*	-5.72*	0.18*	0.033*	-4.2E-3*	0.72*	0.47*	-5.84*	0.92*	-0.30*	1.22*	0.20*
캐나다	0.66*	0.17*	-0.17*	0.14*	0.51*	-0.033*	0.45*	-5.25*	1.01*	-0.11*	-0.68*	0.19*	0.92*	-6.89*	0.33*	-0.027*	0.89*	-0.66*
덴마크	0.72*	-0.09*	0.11*	-4.9E-3*	-0.05*	0.20*	1.17*	-5.97*	-0.097*	0.10*	0.094*	-0.074*	0.91*	-6.98*	-1.32*	0.58*	0.21*	-0.66*
핀란드	0.68*	-0.31*	0.037*	0.026*	-0.02*	-0.094*	0.92*	-7.06*	0.49*	0.086*	-0.57*	-0.071*	0.54*	-5.77*	3.45*	0.24*	-5.51*	-0.73*
독일	0.63*	-0.66*	0.31*	-0.075*	0.47*	-0.27*	2.35*	-7.50*	-1.20*	0.63*	-0.66*	-0.11*	0.57*	-6.35*	-1.20*	0.63*	-0.22*	-0.13*
헝가리	0.37*	-2.13*	0.19*	-0.25*	1.55*	-0.82*	0.76*	-7.52*	0.66*	1.13*	-1.49*	-0.037*	0.29*	-7.44*	3.46*	-7.73*	2.95*	1.09*
아이슬란드	0.67*	-0.03	-0.051	0.044*	0.42*	-0.26*	0.93*	-4.35*	0.49*	0.14*	-1.12*	0.46*	0.70*	-4.10*	1.25*	-0.57*	1.37*	0.27*
아일랜드	0.50*	-1.37*	0.059*	0.031*	0.016*	0.091*	0.79*	-5.95*	0.040*	0.14*	0.030*	0.21*	0.78*	-7.02*	0.74*	-0.54*	2.56*	0.21*
이탈리아	0.51*	-0.66*	6.2E-04	0.067*	-0.057*	0.13*	1.02*	-8.32*	0.058	0.45*	-0.82*	0.013	0.38*	-7.91*	4.96*	-3.65*	6.17*	0.79*
일본	0.58*	0.091*	-0.023*	0.025*	-0.048*	0.36*	0.71*	-12.1*	0.28*	0.14*	-0.29*	-0.17*	0.52*	-7.72*	0.43*	0.17*	-0.47*	-0.21*
한국	0.51*	-2.79*	0.18*	0.033*	-0.081*	0.084*	0.68*	-15.3*	1.77*	0.26*	-2.24*	0.020*	0.56*	-11.7*	1.28*	0.92*	-2.49*	-0.13*
멕시코	0.17*	-2.06*	0.045*	0.16*	0.17*	-0.27*	0.26*	-7.79*	1.19*	0.91*	-9.43*	6.40*	0.36*	-8.87*	0.78*	3.09*	-11.3*	1.58*
모로코	0.20*	-4.35*	0.19*	-0.37*	-0.17*	0.045*	0.21*	-9.73*	1.27*	-8.12*	7.39*	27.8*	0.034*	-5.66*	1.43*	-9.89*	12.1*	2.30*
네덜란드	0.62*	-0.35*	0.14*	-0.019*	0.18*	0.10*	0.86*	-5.92*	-1.98*	1.78*	-4.77*	-0.33*	0.54*	-4.72*	-2.35*	3.29*	-11.3*	-0.41*
뉴질랜드	0.83*	-0.46*	0.026*	5.6E-3*	-0.034*	0.017*	1.30*	-5.22*	-1.23*	0.58*	1.30*	-0.22*	0.49*	-4.55*	1.46*	0.70*	-3.95*	-0.11*
사우디아라비아	0.15*	-2.15*	0.20*	-0.082*	1.55*	-0.39*	2.98*	-8.70*	0.12*	0.31*	-0.52*	0.13*	0.065*	-6.37*	1.40*	-1.07*	7.19*	2.24*
싱가포르	0.47*	-1.13*	0.23*	-0.046*	0.25*	0.18*	1.71*	-5.13*	7.5E-3*	-0.12*	1.44*	-9.7E-4*	0.71*	-5.91*	1.21*	-0.14*	-0.18*	-0.14*
남아공	0.20*	-1.20*	0.12*	-0.13*	-0.23*	0.83*	0.36*	-7.46*	1.38*	-1.48*	-1.00*	0.60*	0.073*	-5.31*	0.43*	0.64*	0.073*	0.085*
스위스	1.15*	-0.67*	9.8E-3*	7.7E-3*	9.5E-3*	-0.013*	0.84*	-4.89*	0.45*	-0.022*	-0.12*	0.70*	0.63*	-4.72*	-0.44*	0.39*	-1.40*	0.14*
영국	0.59*	-0.37*	0.13*	-0.023*	0.18*	0.082*	0.93*	-5.93*	1.28*	-1.37*	3.55*	0.71*	0.47*	-6.16*	-0.25*	0.80*	-1.44*	-0.11*
미국	0.66*	0.18*	0.098*	-5.7E-3*	0.075*	0.17*	0.74*	-6.23*	0.67*	-0.11*	0.11*	6.0E-3*	0.82*	-5.65*	1.30*	-0.17*	-0.047*	-0.35*

* : 신뢰구간 1% 수준에서 유의



〈그림 2〉 실제 자료와 모형에서 추정된 확산곡선 비교 (한국의 경우)



〈그림 3〉 실제 자료와 모형에서 추정된 확산곡선 비교 (미국의 경우)

〈표 3〉 r_{21} , r_{31} 의 부호에 따른 국가 분류

r_{31} \ r_{21}	-	+
+	오스트리아, 덴마크, 이탈리아 일본, 한국, 모로코, 뉴질랜드 남아공	호주, 아일랜드, 네덜란드 싱가포르, 영국, 미국
-	핀란드	캐나다, 독일, 헝가리, 아이슬란드, 멕시코 사우디아라비아, 스위스

〈표 4〉 r_{12} , r_{32} 의 부호에 따른 국가 분류

r_{32} \ r_{12}	-	+
+	오스트리아, 캐나다, 아이슬란드 한국, 멕시코, 사우디아라비아 남아공, 스위스	아일랜드, 모로코, 영국, 미국
-	핀란드, 독일, 헝가리, 일본 네덜란드	호주, 덴마크, 뉴질랜드 싱가포르

〈표 5〉 r_{13} , r_{23} 의 부호에 따른 국가 분류

r_{23} \ r_{13}	-	+
+	멕시코, 스위스	오스트리아, 헝가리, 아이슬란드 아일랜드, 이탈리아, 모로코 사우디아라비아, 남아공
-	호주, 핀란드, 독일, 일본 한국, 네덜란드, 뉴질랜드 싱가포르, 영국, 미국	캐나다, 덴마크

리고 r_{13} , r_{23} 모두 양수이거나 모두 음수인 경우가 많은데, 이것은 유선전화와 휴대전화가 모두 데이터 기반의 인터넷 서비스에 같은 영

향을 미치고 있음을 보여준다고 할 수 있다. 특이한 점은 영국과 미국의 경우 r 값의 부호가 모두 같아서 각 국가 분류에 대해서 모두

같은 위치를 차지하고 있다. 말하자면, 두 국가의 정보통신 서비스의 대체, 보완현상은 서로 일치하고 있다.

한편, 확산의 상호관계 반영하고 있는 r 값에 대해서 상관관계를 가지고 있는 변수를 찾기 위해서 r 값을 종속변수로 설정하고 다양한 설명변수에 대해서 2차 회귀분석을 실시하였다. 설명변수로서 인구밀도, 정보통신 투자액, 도시화 비율, GDP 성장률, 통신 서비스의 공존기간 등을 고려하였다. 하지만 대부분의 설명변수가 통계적으로 유의하지 않았으며, 단지 통신 서비스의 공존기간을 설명변수로 사용한 경우에 통계적으로 유의한 결과가 도출되었다. 따라서 2차 회귀분석은 다음 (3)식과 같이 전개하고자 한다.

$$r_{ij} = c + \beta \cdot DUR_{\max(i, j)} \quad (3)$$

$DUR_{\max(i, j)}$: 통신 서비스의 공존기간

예를 들어, 종속변수 r_{21} 의 경우 설명변수는 휴대전화 서비스의 경과기간인 DUR_2 이며, r_{31} 의 경우는 설명변수가 인터넷 서비스가 제공된 후 2002년까지 걸린 시간 DUR_3 이다. 한국의 경우, 1984년에 휴대전화 서비스가 시작되었으므로 DUR_2 는 19이고, 1990년에 인터넷 이용자가 등장했으므로 은 13이다. 회귀분석결과 <표 6>을 보면, 통계적으로 유의한 계수의 부호가 모두 음수이다. 종속변수 r_{23} 에 대해서 회귀분석을 실시한 결과로서 DUR_3 의 모수는 음수이며, 종속변수 r_{32} 의 경우도 마찬가지로 DUR_3 의 모수가 음수이다. 이것은 인터넷 서비스가 출현한 후 시간이 지날수록 휴

<표 6> r 의 2차 회귀분석결과

종속변수	계수	추정치	t-값
r_{21}	c	1.811**	2.94
	DUR_2	-0.0922*	-2.62
r_{31}	c	-0.552	-0.97
	DUR_3	0.0459	0.99
r_{12}	c	-1.495	-0.33
	DUR_2	0.0618	0.24
r_{32}	c	33.2*	3.71
	DUR_3	-2.59**	-3.54
r_{22}	c	23.6**	2.90
	DUR_3	-1.96**	-2.95
r_{21}	c	6.08**	6.29
	DUR_3	-0.482**	-6.12

* 신뢰구간 5% 수준에서 유의. ** 신뢰구간 1% 수준에서 유의.

대전화와 인터넷 서비스가 확산과정에서 음의 영향을 미친다는 것을 의미한다. 다시 말하자면, 기존 통신 서비스에 이어서 새로운 통신 서비스가 등장하면, 시간이 지날수록 두 통신 서비스가 더욱 경쟁적인 관계를 가진다는 것을 의미한다.

한편, 모형의 적합성 정도를 평가하기 위해서 표준 로지스틱 성장모형으로 개별 통신 서비스에 대해서 따로 추정했을 때²⁾ 계산된 RMSE(Root Mean Square Error) 값과 본 연구에서 제안한 모형의 RMSE 값을 각각 비교하였다. RMSE는 실제 값과 예측치의 차이를 나타내는 것으로서 크기가 작을수록 설정된 모형이 실제 값을 잘 반영하고 있다고 할 수 있다. RMSE는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (4)$$

Y_t : t 시점의 실제 보급률

\hat{Y}_t : t 시점의 예측치

22개 국가별, 3개 통신 서비스별 RMSE 값은 부록에 제시되어 있다. 총 66가지 경우의 RMSE 크기를 두 모형에 대해서 국가별, 통신 서비스별로 비교했을 때, 본 연구에서 제안한 모형이 개별 통신 서비스의 확산만을 고려한 모형에 비해 53가지 경우에 대해서 크기가 작다. 이것은 본 연구의 모형이 표준 로지스틱 성

장모형보다 우수한 적합성을 가지고 있다는 것을 의미한다. 정보통신 서비스의 확산을 단일 서비스에 대해서가 아니라 각 통신 서비스와의 연관관계를 통해서 설명하였으며, 모형의 적합성을 확인했을 때, 실제 자료를 잘 반영하고 있다. 이것은 새로운 서비스가 출현하는 미래의 시장을 예측하기 위해서는 기존에 존재하는 서비스와의 연관성을 토대로 분석해야 더욱 타당하다는 것을 뒷받침한다.

4. 결 론

기존의 정보통신 서비스 대체 보완현상에 관한 연구가 대부분 유선전화와 휴대전화의 가입자 대체현상에 주목하고 있는 반면, 본 연구는 최근 인터넷이 통신 서비스 시장에 미치고 있는 영향을 고려하여 유선전화, 휴대전화, 그리고 인터넷까지 정보통신 서비스의 범주에 포함시켰다. 그리고 이들 통신 서비스가 경제적, 국제적 환경에 따라 타 통신수단의 보급과 사용에 다른 영향을 미치고 있다는 점에 착안하여, 1인당 GDP 경제변수를 모형에 포함시켰으며 국제간 비교를 통해 대체, 보완현상의 원인을 분석했다.

본 연구에서는 총 22개 국가에 대해 변형 로지스틱 성장모형을 통한 실증분석을 실시하

2) 개별 통신 서비스의 확산 경로는
$$x_{ij}(t) = \begin{cases} 0 & t < \tau_{ij} \\ \frac{\gamma_{ij}}{1 + \exp\{-[a_{ij} - (b_{ij} + g_{ij}GDP_i(t))(t - \tau_{ij})]\}} & t \geq \tau_{ij} \end{cases} \quad \text{와}$$

같이 추정된다.

였으며, 이를 통해 개별 국가들에서 각각의 통신기술이 어떠한 확산 패턴을 나타내는 지 살펴보았다. 분석결과를 통해 국가의 경제상황이 통신 서비스 확산에 미치는 영향 및 통신 서비스 확산의 상호관계가 국가별로 일정한 형태를 보이고 있지 않음을 알 수 있었지만, 유선전화와 휴대전화는 데이터 중심의 통신 서비스인 인터넷에 대해서 모두 같은 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 추정결과를 토대로 정보통신 서비스 확산의 상호관계에 따라 국가군을 분류하였다. 이 분류에 근거했을 때, 유선전화와 휴대전화가 인터넷 서비스에 모두 음의 영향을 미치는 국가는 독일이나 일본과 같이 제조업을 기반으로 한 전통적인 선진국이 많으며, 이들 국가들은 대부분 인터넷이 등장하기 전에 유선전화와 휴대전화가 널리 보급된 경우가 많다. 반면에 모두 양의 영향을 미치는 국가의 경우 국가의 규모가 작지만 인터넷 이용자가 빠르게 증가하는 국가가 대부분이다. 그리고 확산의 상호관계를 반영하는 계수인 값에 대해서 2차 회귀분석을 실시한 결과, 기존 통신 서비스에 이어서 새로운 통신 서비스가 등장하면 시간이 지날수록 두 통신 서비스가 더욱 경쟁적인 관계를 가진다는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서는 정보통신 서비스의 확산을 단일 서비스에 대해서가 아니라 각 통신 서비스와의 연관관계를 통해서 설명하였으며, 개별 확산형태를 추정했을 때와 비교하면 본 논문에서 제안한 모형이 더욱 높은 설명력을 가진다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 실제 자

료와 추정된 확산곡선의 비교를 통한 모형의 적합성을 확인했을 때, 본 논문에서 제시한 모형이 실제 자료를 잘 반영하고 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서 제안하는 국가 분류는 GDP 크기나 인구, 속해있는 대륙, 국가 규모 등과는 상관없이 정보통신 서비스 상호관계를 기준으로 했다. 이러한 국가 분류는 국내 정보통신 수출기업이 수출 전략을 체계적으로 세우는 데 큰 도움이 될 것이다. 예를 들어, 멕시코의 경우, 값이 모두 양수이므로 휴대전화와 인터넷의 확산경로가 보완적인 관계에 있어서, 수출기업은 휴대전화뿐만 아니라 인터넷 관련 제품을 함께 수출하거나 인터넷을 이용할 수 있는 휴대전화를 수출품목으로 선정하는 전략을 세우는 것이 바람직하다. 그리고 본 연구의 결과는 기존 서비스의 확산형태를 기초로 미래의 신규 서비스가 통신시장에 출현할 때 수요 예측에 필요한 핵심적인 정보를 도출하며, 초기 인프라 투자의 비중이 높은 네트워크 산업의 시장진출 전략에 함의를 제공한다. 이러한 시각에서 본 연구는 통신시장에서의 경쟁력을 확보하는 방안을 수립하고 통신시장의 환경변화에 대응할 수 있는 정책방안을 제시하는 등의 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

참고문헌

문춘걸. 2002. 통신 서비스 시장에서의 유무선 가입자 대체. 『응용경제』, 4(1): 5-27.

- 박동욱, 임동민, 이종관. 2001. 『인터넷 기술발전이 통신 서비스 산업에 미치는 영향과 대응방향』. 과천: 정보통신정책연구원. 연구보고 01-49.
- 주기인, 박혜영. 1998. 『인터넷: 통신사업에 미치는 영향』. 과천: 정보통신정책연구원. 통신정책 ISSUE 제10권 3호.
- Bass, F. M. 1969. "A new product growth model for consumer durables." *Management Science*, 15: 215-227.
- Chen, C. and C. Watanabe. 2005. "Diffusion, substitution and competition dynamism inside the ICT market: The case of Japan." *Technological Forecasting and Social Change*, forthcoming.
- Griliches, Z. 1957. "Hybrid Corn: An exploration in the economics of technical change." *Econometrica*, 25: 501-522.
- Gruber, H. and F. Verboven. 2001. "The diffusion of mobile telecommunications services in the European Union." *European Economic Review*, 45: 577-588.
- Gruber, H. 2001 "Competition and innovation: The diffusion of mobile telecommunications in Central and Eastern Europe." *Information Economics and Policy*, 13: 19-34.
- ITU (International Telecommunications Union). 2004. *World telecommunication indicator*. Geneva: ITU.
- Kim, N., D. R. Chang, and A. D. Shocker. 2000. "Modeling intercategory and generational dynamics for a growing information technology industry." *Management Science*, 46(4): 496-512.
- Krishnan, T. V., F. M. Bass, and V. Kumar. 2000. "Impact of a Late Entrant on the Diffusion of a New Product/Service." *Journal of Marketing Research*, 37: 269-278.
- Mahajan, V., E. Muller, and F. M. Bass. 1990. "New Product Diffusion Models in Marketings: A Review and Directions for Research." *Journal of Marketing*, 54: 1-26.
- Meade, N. and T. Islam. 1995. "Forecasting with growth curve: An empirical comparison." *International Journal of Forecasting*, 11: 199-215.
- Peterson, R. A. and V. Mahajan. 1978. "Multi-product Growth Models." *Research in Marketing*, 1: 201-231.
- World Bank. 2004. *World development indicators*. Washington, DC.: The World Bank

부 록

〈표 7〉 RMSE 계산결과

국 가	서비스별 추정결과			본 연구의 추정결과		
	유선전화	휴대전화	인터넷	유선전화	휴대전화	인터넷
호 주	8.6E+04	3.2E+05	3.2E+05	1.1E+05	1.2E+06	1.4E+06
오스트리아	6.2E+04	8.3E+04	5.9E+04	5.1E+04	2.9E+04	4.2E+04
캐나다	3.4E+05	1.4E+05	3.2E+05	2.7E+05	1.2E+05	1.0E+05
덴마크	6.5E+04	6.2E+04	5.6E+04	5.3E+04	6.8E+04	6.3E+04
핀란드	5.6E+04	5.1E+04	6.6E+04	1.4E+04	4.8E+04	4.0E+04
독 일	3.6E+06	1.1E+06	4.8E+05	8.6E+05	1.6E+06	4.4E+05
헝가리	3.2E+05	7.9E+04	1.2E+05	5.1E+04	2.6E+04	4.1E+04
아이슬란드	3.3E+03	5.1E+03	5.1E+03	2.3E+03	2.2E+03	2.8E+03
아일랜드	1.3E+04	4.3E+04	1.4E+04	1.4E+04	5.2E+04	9.0E+04
이탈리아	2.2E+05	2.0E+05	-	1.9E+05	1.5E+05	7.0E+04
일 본	9.7E+05	1.2E+06	5.4E+05	7.6E+05	7.3E+05	3.6E+05
한 국	2.3E+05	5.0E+05	2.3E+05	1.4E+05	2.5E+05	1.2E+05
멕시코	7.9E+05	2.9E+05	1.2E+05	7.2E+05	9.2E+05	1.1E+06
모로코	1.2E+05	-	9.0E+03	6.3E+04	5.5E+03	7.3E+03
네덜란드	1.6E+05	2.3E+05	2.0E+05	7.6E+04	1.4E+05	1.1E+05
뉴질랜드	3.6E+04	6.7E+04	2.7E+04	3.8E+04	6.7E+04	2.1E+04
사우디 아라비아	2.5E+05	5.8E+05	-	1.8E+05	5.1E+05	8.8E+03
싱가포르	4.6E+04	1.0E+05	4.0E+04	2.5E+04	4.0E+04	1.9E+04
남아공	1.9E+05	1.0E+05	3.2E+04	1.0E+05	3.7E+04	3.2E+04
스위스	3.2E+04	6.9E+04	5.1E+04	2.8E+04	2.9E+04	4.1E+04
영 국	4.8E+05	1.7E+06	5.2E+05	2.8E+05	9.3E+05	3.0E+05
미 국	2.6E+06	6.6E+05	2.2E+06	1.9E+06	4.8E+05	1.5E+06