국내 이동통신서비스의 주파수 대역별 전환수요 예측에 관한 연구

†정우수* · 조병선** · 하영욱**

A Study on the Forecasting Demand of Mobile Communication Services for each Frequency Band Using the Substitution of Next Generations

†Woo-Soo Jeong* · Byoung-Sun Cho** · Young-Wook Ha**

■ Abstract ■

In the mobile communication service market, this study represents an attempt to forecast the subscribers of the IMT-2000 service market using the questionnaire of experts which is the qualitative technique is used. In this study, by using the substitution model of next generations among products in order to analyze the IMT-2000 demand of service, a demand was predicted. And by estimating the market demand prospect in which it becomes the important factor of the IMT-2000 service diffusion according to each bandwidth frequency the politically necessary approaching direction about the frequency was presented. It will be able to become the important part to not only the business carrier but also the policy maker to examine a prospect toward the subscriber of the IMT-2000 service. As a result, the market demand was exposed to be most big when the SKT 800MHz, and the KTF 800(900)MHz were used as the additional frequency. And it was likely to reach to the IMT-2000 number of subscribers to about 35,750 thousand peoples in the future at 2015.

Keywords : IMT-2000 Service, Diffusion Model, Substitution, Forecasting, Frequency

논문접수일 : 2008년 01월 20일 논문게재확정일 : 2008년 03월 05일

* 한국전자통신연구원 모바일서비스전략연구팀
** 한국전자통신연구원 전략경영연구팀
† 교신저자

1. 서 론

IMT-2000 사업자가 선정된 이후 오랜기간 동안 3G 시장은 정체되어 있었고, 2G 시장이 이동통신 시장의 대부분을 차지하고 있었다. 최근에 들어 3세대 IMT-2000 시장의 마케팅이 활발히 진행되면서 가입자수가 급격히 증가하고 있는 추세이다. 2007년 4월까지 IMT-2000 서비스 가입자수는 전체 이동통신 가입자수의 3%에 이르고 있었으나, 7월에는 3개월 만에 5%에 이르는 증가를 이루었다.

정부는 세계 최고의 전파이용환경 구축을 위한 유비쿼터스 사회선도를 목표로 3G 활성화를 위한 전파정책을 추진하고 있고[3], WCDMA 서비스는 정부의 정책지원(번호이동 허용, 단말기 보조금 지원)과 사업자들가의 경쟁에 힘입어 긍정적인 요인이 작용하여 활성화가 이루어지고 있다. 두 통신사업자(SKT, KTF)는 전국망을 이미 구축하고 새로운 단말을 계속해서 출시하면서 국내 이동통신시장은 새로운 전환의 시점을 맞이하고 있다. 즉, 동기식 CDMA 계열의 2G에서 비동기식 GSM 계열의 3G로의 전환이 이루어지고 있다. 전파자원의 효율적 가치가 중요시되고, 우량적 가치를 가진 전파자원에 대한 증가하고 있다 그리고 가입자 증가에 따라 부족한 주파수에 대해 우량적 가치를 지닌 주파수의 추가적 확보는 사업자에게는 사업의 목표를 달성하는데 무엇보다도 중요한 요인이 되고 있다.

본 연구는 이동통신서비스의 가입자 수요에 대한 예측을 전문가 설문이라는 정성적 기법에 기초하여 IMT-2000 서비스 시장의 가입자 전환수요 예측을 목적으로 한다. 2세대 CDMA계열 동기식에서 비동기식 3세대 IMT-2000 서비스로 점진적인 전환이 이루어지고 있다. 이러한 연구는 전파정책을 추진하는 당국과 사업자에게 정책결정을 하는데 유용한 정보를 제공할 것이라 기대된다.

본 연구가 기존의 수요예측과 차별화되는 점은 통상적인 서비스에 대한 가입자 수요예측이 아니라 IMT-2000 서비스 확산의 중요한 요인이 되는 대역별 주파수에 따른 시장수요 전망을 추정함으로써 정책적으로 필요한 주파수에 대한 접근방향을 제시할 수 있는 근거자료가 될 수 있기 때문이다. 또한 세대간 대체모형을 통하여 새로운 상품이 진입할 경우 기존상품의 소멸과 공존을 나타냄으로서 시점별로 사업의 전략적 수립에 도움이 될 수 있다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 제 2장 연구의 흐름에서는 신제품 확산모형의 분석방법에 관한 연구의 흐름을 다룬다. 제 3장 전환수요 분석에서는 연구방법에 대한 전체적인 개요와 본 연구결과를 도출하는데 있어서 전제되어지는 주요가정, 분석방법, 그리고 분석 결과를 포함하였다. 마지막으로 제 4장 결론에서는 전체적인 요약과 향후 연구방향을 다루도록 한다.

2. 연구의 흐름

정보통신기술과 관련된 여러 재화 또는 서비스들의 수요가 확산되는 과정은 초기 단계에서 지수성장의 형태를 취한다. 그러나 수요가 무한히 증가할 수 없기 때문에 지수성장은 지속될 수 없고, 성장은 둔화하여 S자 곡선의 형태를 취하는 것이 일반적이다. 이러한 S자 곡선의 형태로 확산하는 모형으로 로지스틱(logistic) 모형이나 Bass 모형을 기본으로 하여 Loglet 모형이나 확장된 Bass 모형의 형태인 수요대체 모형으로 나타나고 있다[1].

Bass모형은 Rogers(1962)의 행태론적 이론에 기초를 두고 있는데, 신규 서비스 또는 제품을 수용하는 사람들을 혁신자(innovators)와 모방자(imitators)의 두 가지로 분류한다[6]. 혁신자는 다른 사람의 수용여부와는 상관없이 외부적 영향에 의해 새로운 서비스 또는 제품을 이용하는 자를 말하며, 모방자는 새로운 제품 혹은 서비스를 이용한 사람들의 영향을 받아 자신도 이용하게 되는 자를 의미한다. 일반적으로 혁신자의 수는 확산과정의 초기에 크고 시간이 흐름에 따라 점차 줄어드는 경향이 있다. 이에 반해 모방자의 수는 점차 증가하다가

감소하는 경향을 보인다. 혁신자는 다른 사람의 수용여부와는 상관없이 외부적 영향에 의해 새로운 서비스 또는 제품을 이용하는 자를 말하며, 모방자는 새로운 제품 혹은 서비스를 이용한 사람들의 영향을 받아 자신도 이용하게 되는 자를 의미한다. 일반적으로 혁신자의 수는 확산과정의 초기에 크고 시간이 흐름에 따라 점차 줄어드는 경향이 있다. 이에 반해 모방자의 수는 점차 증가하다가 감소하는 경향을 보인다.

고전적 확산모형은 많은 연구자들에 의해 다양한 방향으로 변형되어 왔는데, 가격의 효과를 고려한 Robinson and Lakhani(1975) 모형, 잠재구매자의 수가 기업의 마케팅 노력과 인구의 증가 또는 경제적 여건 등의 외생적 원인에 의해서 변화한다고 가정한 Mahajan and Peterson(1978) 모형, 가격의 효과에 의해 혁신계수와 모방계수가 변화한다고 가정한 Bass(1980) 모형, 광고효과를 고려한 Dodson and Muller(1978) 모형과 Horsky and Simon (1983) 모형, 반도체와 같이 고도의 기술력을 요구하는 제품은 성능이 우수한 제품이 기존제품을 대체해서 확산해 나간다는 Norton and Bass(1987) 모형 등이 있다[7, 8, 10, 12-14]

Fisher-Pry(1971)의 모형은 기술적 대체재의 대체과정을 설명하기 위한 것이다. 그러나 기본적 기술을 토대로 기술의 발전에 따라 새로운 세대가 기존의 세대를 대체해 나가는 과정이 반복되는 현상을 분석하는데 한계가 발생한다[9]. 따라서 신규상품의 초기 의사결정 문제의 해결을 위한 중요한 문제는 시장점유율보다는 수요에 대한 정확한 예측이므로 전체 시장이 성장하는 신상품시장의 경우 실제의 수요모형이 더 필요하다고 볼 수 있다. 이러한 취지에서 Norton and Bass(1987)는 확산모형을 한층 더 확장한 세대간 확산모형을 제안하였다[13],

Mahajan and Muller(1996)의 모형은 Norton-Bass모형을 확장한 것으로 역시 Bass모형에 기초한 것이다. 이 모형은 다세대간 대체모형을 설명한 것으로 1세대 이후 2세대의 새로운 상품이 진입할 경우 1세대의 소멸과 공존을 나타낸 모형이라 할 수 있다[11]. 경쟁 및 대체를 고려한 다세대확산모형은 각 세대의 제품의 채택자들은 그 세대의 제품의 확산에 양의 구전효과를 미치고, 다음 세대의 제품의 채택자들은 그 전세대의 제품 확산에는 음의 구전효과를 미치고 있음을 가정한다는 점에서 Bass모형과 차이가 있다. 이러한 대체현상의 특징으로 인하여 구세대의 제품은 시장에서 보다 빨리 사라지게 된다. 일반적으로 신세대 기술은 성능이 더욱 우수하고 그 응용범위가 넓다고 할 수 있으므로, 포화치의 값이 더 증가할 수 있는 것으로 가정하여 나타낸다.

본 연구에서는 전문가의 설문자료를 이용하여 IMT-2000 서비스 시장을 전망한 확산 예측모델로서 세대간 대체모형을 적용하도록 한다. 단순한 분석에서 벗어나 2G에서 3G(IMT-2000)로의 전환수요를 예측하는데 있어서 향후 주파수 부족에 따른 추가적 주파수 대역에 따른 전환수요를 예측하도록 한다. 또한, 전환수요 예측을 위하여 전체 이동통신서비스 시장의 시장규모를 예측하도록 할 것이다.

3. 전환수요 분석

3.1 분석 개요

오늘날 정보통신 기술의 발달과 소득수준의 향상에 따른 소비자 수요 욕구의 변화는 시장환경을 빠르게 변화시킨다. 이에 따라 제품에 대한 수요예측 및 분석은 기업 및 정책 결정권자들에게 있어 의사결정을 위해 중요한 지표가 된다. 수요예측을 하는데 있어서 고려하여야 할 점이라고 한다면, 신규 제품의 잠재수요는 어느 정도이며, 향후 시장점유율은 어떻게 될 것인가 하는 경쟁상황 분석을 고려하여야 한다. 또한, 정확한 수요예측을 위해 정성적 기법을 사용할 것인지 정량적 기법을 사용할 것인지에 대한 접근 방법 또한 중요한 부분일 것이다.

본 연구는 이동통신서비스의 가입자 수요에 대한 예측을 전문가 설문이라는 정성적 기법에 기초

하여 IMT-2000 서비스 시장의 가입자 수요를 예측하고자 한다.[1] 전문가 설문자료를 사용하는 이유는 IMT-2000 서비스 확산이 최근에 본격화됨에 따라 데이터 자료가 부족하여 과거의 수요의 흐름으로부터 미래의 수요를 투영할 수 없기 때문이다. 또한, 본 논문은 기존의 이동통신서비스 수요예측 방법과 두 가지 측면에서 차별화된 방법론을 사용하도록 한다. 첫째, IMT-2000 서비스의 확산에 중요한 요인이 되는 주파수 대역에 따른 시장수요 전망을 추정하는 것이다. 현재 IMT-2000 서비스 시장은 2.1GHz 대역으로 전국망을 포설하고 있으며, 두 사업자(SKT, KTF) 모두 20MHz의 주파수(4FA)를 할당받았다. 향후 IMT-2000 가입자 수요가 증가함에 따라 새로운 주파수 확보가 필요하게 되고, 그 시점이 2010년 이전에 이루어질 것이라고 사업자들은 예상하고 있다. IMT-2000 서비스의 고효율 저대역 주파수의 동조화 대역은 800MHz와 900MHz 대역을 중심으로 이루어지고 있다. 주파수 동조화 특성에 있어서 동조화가 높은 대역일수록 기지국 장비/단말기 가격이 하락하고, 신형 단말이 우선으로 출시되는 장점을 갖고 있다. 또한, 글로벌 로밍 지역이 다수가 존재하므로 동조화가 높은 대역일수록 경쟁력이 높다고 할 수 있다. 따라서, 통신사업자들은 동조화가 높은 저대역 주파수 확보를 선호하고 있다. 이와 같이 향후 IMT-2000 시장전망은 추가 주파수 확보가 중요한 요인이 될 것이므로 수요전망을 예측하는데 반드시 고려하여야 할 필요가 있다. 둘째, 세대간 대체모형을 이용하여 새로운 상품이 진입할 경우 기존상품의 소멸과 공존을 나타내도록 하였다. 세대간 대체모형을 나타내기 위하여 Bass 확산모형을 응용하여 전문가 설문에 기초하여 새로운 상품의 보급률을 시뮬레이션을 이용하여 추정하도록 하였다.

1) 3세대 이동통신에 해당되는 IMT-2000 서비스는 비동기식 WCDMA/HSDPA와 동기식 CDMA 계열 Rev.A로 나타낼 수 있으나, 본 연구에서는 IMT-2000 서비스를 전자인 WCDMA/HSDPA로 한정하여 분석하도록 함.

3.2 주요 가정

본 연구는 국내 이동통신서비스 시장의 가입자 전망 예측을 목표로 한다. 구체적으로 IMT-2000 (3G) 서비스 가운데 WCDMA/HSDPA의 시장전망을 예측하도록 한다. 2007년 4월기준 전체 이동전화 가입자수는 약 4,141만 명으로 전체인구 4,835만 명의 85.6%로 거의 포화상태에 이른 것으로 분석되고 있다. 가입자수의 대부분이 2G 가입자이며 최근에 들어 3G의 가입자수가 빠르게 증가하고 있는 실정이다. 4월 기준 WCDMA/HSDPA 가입자수는 전체 이동통신서비스 가입자수의 약 3%에 이르고 있으나 향후 가입자수가 급증할 것으로 전망되며 가입자 증가에 따라 주파수 부족으로 추가적 확보가 필요할 것으로 예상되고 있다.

추가 주파수 확보가 필요한 IMT-2000 서비스 시장의 가입자수를 예측하기 위해 본 연구에서는 수요예측에 필요한 몇 가지 가정을 두었다. 먼저 전체 이동통신서비스 시장의 수요를 예측하기 위해 포화치를 가정하였다. 전문가 설문을 통하여 전체 이동통신서비스의 향후 최대포화치는 설문결과 92.24%로 추정되었다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 비관적(0.9), 표준적(0.925), 낙관적(0.95) 등 세 가지 기준을 가정하여 수요전망을 예측하였다. 수요예측을 위해 1996년 1월부터 2007년 4월까지의 월별자료를 이용하여 수요를 예측하였는데, 전문가 설문을 통한 높은 수준의 포화치 반영은 기술의 발달과 함께 이동통신서비스 이용의 높은 기대를 반영한 결과로 분석된다.

둘째, 2010년 말과 2015년 말에 WCDMA/HSDPA 서비스 가입자가 전체 이동통신 가입자에서 차지하는 비중을 통해 Bass모형을 적용한 시뮬레이션 방법을 사용하여 수요를 예측하도록 한다. 모형의 추정대상은 혁신계수(p)와 모방계수(q)를 추정하도록 하는 것이다. 소비자는 2G 제품수요보다 3G 제품수요를 선호하여 3G가 보급되면서 2G의 보급률은 감소할 것이므로 모수에 대한 추정은 비선형 최소자승법에 근거하여 Bass 모형을 이용한 추정을

하도록 한다. 즉, 전체 이동통신서비스의 수요를 추정한 뒤 3G 전환수요를 추정하여 차감함으로써 2G 수요시장을 추정할 수 있다.

셋째, 이동통시시장의 수요예측을 2015년까지 예측하는데 있어서 가입률은 누적가입자수를 전체인구수로 나누어 산정하도록 한다. 전체인구수는 통계청에서 제공하는 추계인구를 사용하도록 한다.

넷째, 부족한 주파수에 대하여 추가적으로 제공가능한 주파수 대역으로 800MHz, 900MHz, 2.1GHz 등을 적용하도록 하여 두 사업자(SKT와 KTF)의 주파수 선택에 따른 시나리오별 가입자 전망을 예측하도록 한다. 현재 WCDMA/HSDPA 서비스 제공을 위해 2.1GHz 대역이 전국 망으로 포설되어 있으며, 추가 주파수 대역으로 세 개의 주파수 대역을 대상으로 고려하도록 한다. 본 연구에서는 700MHz의 저대역 주파수에 대해서는 가입자 전망을 다루지 않도록 하였다. 이는 700MHz가 아날로그 TV의 DTV 전환을 통해 사용가능할 수 있으나, 확보 가능한 시점이 2012년 이후인 2013년부터 사용가능 하기 때문이다. 즉, 2013년 이전에 추가 확보가 필요할 경우 700MHz 대역은 다른 주파수 대역(800MHz, 900MHz, 2.1GHz)과의 확보 경쟁력이 없기 때문이다.

<표 1>은 전문가 설문자료를 통해 나타난 기초통계 결과이다. 문항 1은 향후 전체 이동통신서비스의 최대 포화치를 나타내며, 문항 2는 2010년 말에 IMT-2000 서비스 가입자가 전체 이동통신 가입자에서 차지하는 비중을 나타낸다. 문항 3~6은 두 사업자(SKT, KTF)의 주파수 대역 선택에 따른 WCDMA/HSDPA 서비스 가입자가 2015년에 전체 이동통신 가입자에서 차지하는 비중을 나타낸다.

3.3 분석방법론

IMT-2000 서비스 시장의 수요예측을 전망하기 위한 기존 방법은 단순히 IMT-2000 서비스 시장의 가입자 의향의 설문을 이용하여 구할 수 있다. 그러나 이러한 소비자 설문방법은 향후 필요하게 될 신규 주파수 특성과 새로운 서비스에 대한 시점별 인지의 부족으로 정확한 수요예측을 하는데 어려움이 따른다. 따라서 주파수와 이동통신 서비스 기술진화에 대한 인지가 되어 있는 전문가를 대상으로 조사하는 것이 타당할 것이다. 또한, 전환수요를 추정하기 위해서는 전체 이동통신서비스 시장에 대한 수요예측과 더불어 신규 주파수 대역별 IMT-2000 서비스 시장의 가입자수를 예측하여야 한다. 따라서 3G 전환수요는 전체시장수요에서 2G 시장수요를 차감한 수요가 될 것이다.

먼저 전체 이동통신서비스 시장의 수요를 예측하기 위해서 본 연구에서는 Bass 모형을 이용하도록 한다. Bass 모형은 1969년 Frank M. Bass에 의해 소개된 이후, 서비스 또는 제품의 확산과정을 설명하는데 가장 널리 사용되어 왔다고 할 수 있다. Bass 모형은 Duration모형에 근간을 두며, 신

〈표 1〉 전문가 설문자료 기초통계 결과

	문항 1	문항 2	문항 3	문항 4	문항 5	문항 6
Mean(%)	92.2	44.5	76.2	79.0	79.0	77.0
Median(%)	90.0	50.0	80.0	80.0	80.0	80.0
Maximum(%)	115.0	70.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Minimum(%)	85.6	10.0	30.0	35.0	35.0	30.0
Std. Dev.	6.9755	19.6959	18.4488	17.7514	17.1788	19.5789

주) 문항 3 : 두 사업자 모두 2.1GHz를 사용할 경우.
문항 4 : SKT는 800MHz, KTF는 900MHz를 사용할 경우.
문항 5 : SKT는 800MHz, KTF는 800MHz를 사용할 경우.
문항 6 : SKT는 800MHz, KTF는 2.1GHz를 사용할 경우.

규 서비스 또는 제품을 처음으로 이용하는데 까지 소요되는 시간을 T라 정의할 때, F(t)를 T의 누적 확률함수와 확률밀도함수로 정의할 수 있다[6].

$$F(t) = \Pr[T \leq t]$$
$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} \quad (1)$$

Bass 모형은 Duration 모형의 위험함수(Hazard function)가 $F(t)$에 선형이라는 가정을 하며 아래의 식에서 좌변은 t시점 직전까지 제품을 구입하지 않다가 t시점에 구입할 확률을 의미한다. 단, (p, q)는 상수이며, 아래의 식에서 좌변은 신규로 서비스 또는 제품을 이용하는 확률로 해석된다. 만일 q의 값이 0이면, 신규로 이용을 하게 될 확률이 F(t)와는 상관이 없다는 것을 나타낸다.

$$\frac{f(t)}{1-F(t)} = \mathrm{p} + \mathrm{q} \cdot \mathrm{F(t)} \quad (2)$$

식 (2)의 미분방정식의 해(解)는 식 (3)과 같으며, 이는 $[p \neq 0]$을 전제로 한 것이다.

$$F(t) = \frac{1-\exp[-(p+q)t]}{1+\frac{\mathrm{q}}{\mathrm{p}}\exp[-(\mathrm{p}+\mathrm{q})\mathrm{t}]} \quad (3)$$

누적 구매자수($N(t)$)는 누적확률 $F(t)$에 최대 가입자수(즉, 포화치χ_t)를 곱한 값이며, 포화치를 χ_t로 표시하면, 시점 t까지의 누적적 이용자수와 시점 t의 신규 이용자수는 식 (4)와 같다.

$$N_t = \chi_t \times F(t)$$
$$= \chi_t \times \frac{1-\exp[-(p+q)t]}{1+\frac{q}{p}exp[-(p+q)t]} \quad (4)$$

본 연구에서는 2G 이동통신서비스가 3G인 IMT-2000서비스로 대체될 때, 전환수요에 대한 예측을 목적으로 한다. 이를 추정하기 위해 수요예측에 필요한 포화치나 비중은 가정을 적용하도록 한다[11]. IMT-2000 주파수 대역별 포화치는 전문가 설문을 통하여 얻어진 결과를 사용하며, IMT-2000을 이용하는 비중은 α_2로 나타내며, 0.99로 가정한다. 이는 신규이용자는 기존 제품수요보다 신규 제품수요를 선호하여 대부분을 차지할 것이라 보았기 때문이다. 따라서 새로운 기술의 상품이 도입되면서 기존 2G의 보급률은 점차 감소하게 될 것이다[1].

기본적 기술에 대한 전체적인 수요를 $N(t)$라하고, i번째 세대에 대한 수요를 $N_i(t)$라 하면, $N(t) = \sum_{j=1}^{i} N_j(t)$이다. 단, i는 t 시점에 이를 때까지 마지막으로 도입된 세대를 표시하며, $N_i(t)$는 초기 단계에 성장을 하지만, 다음 세대(즉, $i+1$번째 세대)가 등장하면서 감소할 수 있음을 나타낸다. i번째 세대의 포화치 κ_i는 그 다음 세대가 도입되지 않을 경우에 $N_i(t)$가 도달할 수 있는 최대값으로 정의한다.[2)]

$$\kappa_i = \lim_{t\to\infty} \mathrm{N_i(t)}, \quad \text{given } T_{i+1} = \infty \quad (5)$$

각 세대별로 수요가 포화치에 이르기 전에 새로운 세대가 도입될 경우 κ_i가 관찰되지 않을 수 있다는 것을 유의할 필요가 있다. 2G 서비스 또는 제품만 존재할 경우, 제1기 ($T_1 \leq t < T_2$)의 성장과정은 기본적 Bass 모형에 의거하여 설명될 수 있다. 이에 대한 모형식은 식 (6)과 같다.

$$n_1(t) = \left[p_1 + q_1 \times \frac{N_1(t)}{\kappa_1}\right] \times [\kappa_1 - N(t)] \quad (6)$$

IMT-2000 서비스가 도입되어 2G와 동시에 존재하는 기간을 제 2기($T_2 \leq t < T_3$)라 할 때, 이 기간은 2G와 3G(IMT-2000)가 공존하는 시기라 할 수 있다. 일반적으로 신세대 기술은 성능이 더욱

2) 많은 경우, 가입확률이 $\kappa_i = \lim_{t\to\infty} \mathrm{N_i(t)}$ 감소하지 않는다는 가정하에서와 같이 표현된다.

우수하고 그 응용범위가 넓다고 할 수 있으므로, 포화치의 값이 더 증가할 수 있는 것으로 가정한다. 즉, $\kappa_1 \leq \kappa_2$인 경우이다. 3G와 2G의 확산과정은 각각 식 (7), 식 (8)과 같다.

$$n_2(t) = \alpha_2 \cdot \left[p_2 + \frac{q_1 N_1(t) + q_2 N_2(t)}{\kappa_2} \right] \times [\kappa_2 - N(t)] + \alpha_2 \cdot \left[p_2' + q_2' \frac{N_2(t)}{\kappa_2} \right] \times N_1(t) \quad (7)$$

$$n_1(t) = (1-\alpha_2) \cdot \left[p_2 + \frac{q_1 N_1(t) + q_2 N_2(t)}{\kappa_2} \right] \times [\kappa_2 - N(t)] - \alpha_2 \cdot \left[p_2' + q_2' \frac{N_2(t)}{\kappa_2} \right] \times N_1(t) \quad (8)$$

위의 표현에서, '$\kappa_2 - N(t)$'는 2G 또는 3G를 신규로 이용할 수 있는 미사용자(non-adopters)를 의미하는데, 각 식의 첫 번째 항이 이러한 신규 이용자들에 대한 수요확산과정을 설명하는 것이다. 신규 이용자 중 3G를 이용하는 비중을 α_2로 나타내며, 각 수식의 두 번째 항은 기존의 2G 이용자 중에서 3G로 전환하는 경우를 의미한다.

$$n_1(t) + n_2(t) = \left[p_2 + \frac{q_1 N_1(t) + q_2 N_2(t)}{\kappa_2} \right] (\kappa_2 - N(t)) \quad (9)$$

위의 식 (9)는 2G와 3G를 합한 이동통신서비스 시장 전체를 나타낸다. 따라서, 2G와 3G를 포함한 이동통신서비스 시장전체에서 3G를 차감한 부분이 2G의 시장수요가 된다. 즉 식 (9) - 식 (7) = 식 (8)를 의미한다. 식 (9)의 추정결과는 <표 2>에 나타내었다. 식 (7)을 추정하기 위해 대역별 2015년 가입자 비중을 적용하였으며, 시뮬레이션 추정을 위해 $p < q$이며 p와 q 둘 다 0보다 큰 것으로 적용하여 추정을 하였다. $p < q$은 S자곡선 형태를 보이는 서비스에 대한 수요를 나타내기 위한 것이다. 즉 $p > q$이면 $t < 0$이므로 변곡점이 음수가 되므로 S자 곡선이 관찰되지 않는다. $p = 0$이면 로지스틱 모형과 일치하고 $p \neq 0$이면 좌우비대칭의 확산모형을 나타낸다. $q = 0$이면 신규로 이용을 하게 될 확률이 식 (1)의 $F(t)$와 상관이 없음을 나타내므로 $q \neq 0$이 되도록 하였다[2].

본 연구는 전문가 설문을 통해 보급률에 추계인구를 적용하여 가입자 수요를 예측하고, IMT-2000 시장을 주파수 대역별로 예측하여 전환수요를 추정하도록 한다.

3.4. 분석 결과

국내 이동통신서비스 및 주파수 관련 전문가 19인[3]을 대상으로 IMT-2000 서비스(WDCMA/HSDPA)의 시장전망을 예측하기 위해 전문가 설문을 실시하였다. 먼저 전문가 설문을 통해 전체 이동통신 서비스의 보급률과 가입자 전망을 추정하였다. 가입자 전망 추정을 위해 전체인구는 통계청에서 제공하는 추계인구를 사용하였다. <표 2>에서는 Bass모형을 이용하여 전체 이동통신서비스의 보급률을 추정한 결과를 나타낸다.

<표 2>는 1996년 1월부터 2007년 4월까지의 월별자료를 이용하여 이동통신 가입자를 예측하기 위하여 추정한 결과를 나타낸 것이다. <그림 1>은 보급률의 추이 및 예측치를 나타내며, <표 3>은 추계인구를 적용하여 나타낸 이동통신 시장 가입자 전망을 나타낸다. 추정결과 표준적(포화치가 0.925) 가입자 전망은 2015년에 약 4,533만 명에 달할 것으로 추정되었다.

국내 IMT-2000 서비스 시장은 현재 2.1GHz 대역으로 전국 망을 포설하고 있는 상태이다. 사업자로는 SKT와 KTF가 있으며, 향후 가입자의 증가에 따라 2.1GHz 대역을 추가하거나 저대역 주파수(1GHz 이하)가 필요하게 될 것이다. 현재 파악되고 있는 IMT-2000 동조화 대역으로 2.1GHz 대역

3) IT 관련 전문가의 수는 상당수가 존재하나 이동통신서비스와 이동통신 주파수 정책 모두에 대하여 전문적인 지식을 갖고 있는 전문가의 수는 많지 않은 가운데 학계, 공무원, 연구원 중에서 관련 통신분야 전문가들에게만 설문을 실시함.

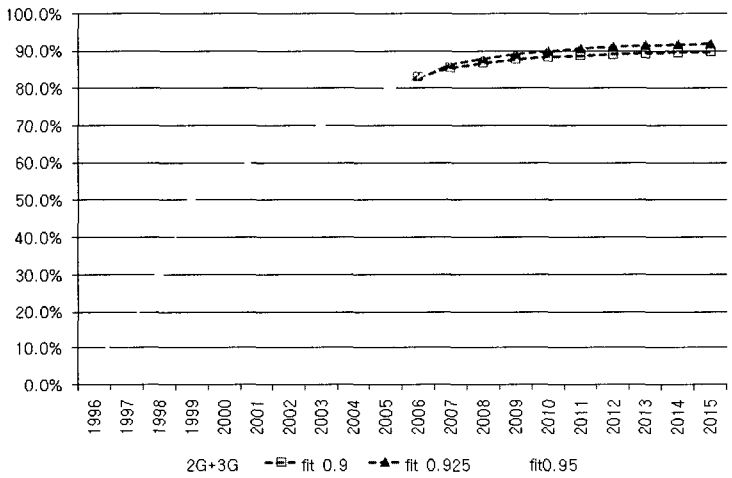
〈표 2〉 전체 이동통신서비스 보급률 추정결과

예상 포화치(가정)		Coefficient	t-Statistic	변곡점(t^*)	t^{**}	비고
0.9	p+q	0.0289	28.0132	28 (1998년 4월)	2000년 12월	추정결과 모두 1% 수준에서 유의한 것으로 나타남
	q/p	2.2362	8.7918			
0.925	p+q	0.0260	26.3122	23 (1997년 11월)	2001년 2월	
	q/p	1.8197	8.0555			
0.95	p+q	0.0235	24.6633	17 (1997년 4월)	2001년 4월	
	q/p	1.4959	7.3079			

주) p(혁신계수), q(모방계수).

$t^* = \ln(q/p)/(p+q)$; 변곡점(확산이 최대가 되는 점).

$t^{**} = \dfrac{\ln(2+\sqrt{3})\frac{q}{p}}{p+q}$; 증가율이 최대가 되는 점 혹은 수요확산이 시작되는 점.

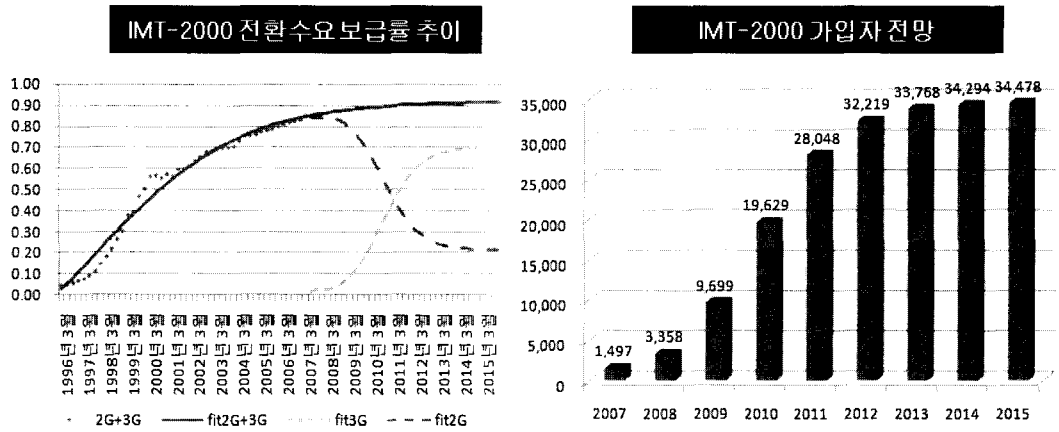


〈그림 1〉 보급률 추이 및 예측치

〈표 3〉 전체 이동통신 시장 가입자 전망(단위 : 천명)

년도	추계인구	비관적	표준적	낙관적
2007	48,456	41,485	41,940	42,307
2008	48,607	42,223	42,820	43,321
2009	48,747	42,785	43,505	44,129
2010	48,875	43,212	44,038	44,770
2011	48,989	43,539	44,451	45,276
2012	49,083	43,784	44,766	45,670
2013	49,163	43,969	45,008	45,978
2014	49,227	44,108	45,192	46,215
2015	49,277	44,210	45,329	46,397

주) 비관적 : 포화치를 0.90로 가정.
표준적 : 포화치를 0.925로 가정.
낙관적 : 포화치를 0.95로 가정.



〈그림 2〉 모두 2.1GHz를 사용할 경우 IMT-2000 전환수요 보급률 추이 및 가입자 전망

외에 900MHz, 800MHz이 있으며, 저대역에 있어서 유럽은 900MHz를 사용하는 국가가 많으며, 미국은 800MHz 대역을, 호주는 900과 800MHz 대역을 사용하고 있다. 본 연구에서는 IMT-2000 서비스 시장의 확산에 따른 이동통신 서비스의 전환수요가 어떻게 변하게 될 것인지에 대한 전망을 목표로 하며, 또한 가입자 증가에 따라 부족한 주파수에 대하여 대역별 가입자 전망을 예측함으로써 향후 이동통신 서비스 시장의 방향을 살펴보도록 한다.

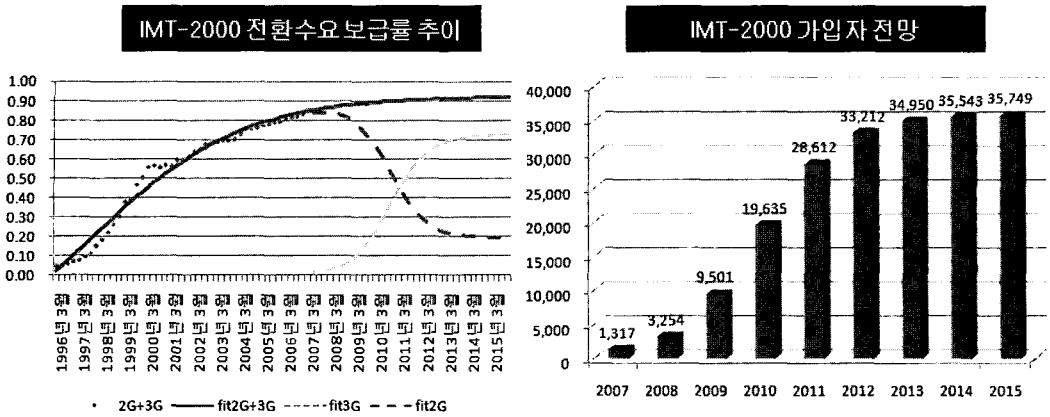
본 연구에서는 표준적 전망치를 적용하여 이동통신 서비스의 전환수요를 추정하였다. 먼저 추가적으로 부족한 주파수에 대해 두 사업자가 2.1GHz를 사용할 경우 IMT-2000 서비스의 보급률은 전문가 설문조사 결과 전체 이동통신 가입자의 76.2%로서 보급률은 70.1%에 해당될 것으로 추정되었다. Bass 모형의 시뮬레이션 추정결과 혁신계수(p)는 0.0046, 모방계수(q)는 0.2935로 추정되었다.[4] 또한 변곡점은 2010년 9월로 예상되며 증가율이 최대가 되는 시점은 2011년 2월로 예상되었다. 그 결과 향후 IMT-2000 가입자수는 2015년에 약 3,448만 명에 달할 것으로 전망되었다. <그림 2>는 IMT-2000 전환수 보급률의 추이 및 가입자 전망을 나타낸다.

추가적으로 부족한 주파수에 대해 SKT 800MHz, KTF 900(800)를 사용할 경우 IMT-2000 서비스의 보급률은 전체 이동통신 가입자의 79.0%로서 보급률은 72.7%에 해당될 것으로 추정되었다. 전문가 설문조사 결과 KTF가 800MHz나 900MHz를 사용하는 것에 대해 차이를 나타내지 않을 것으로 판단된 결과가 반영되었다. Bass모형의 시뮬레이션 추정결과 혁신계수(p)는 0.0043, 모방계수(q)는 0.2928로 추정되었다. 또한 변곡점은 2010년 10월로 예상되었으며, 증가율이 최대가 되는 시점은 2011년 3월로 예상되었다. 향후 IMT-2000 가입자수는 2015년에 약 3,575만 명에 달할 것으로 전망되었다(<그림 3> 참조).

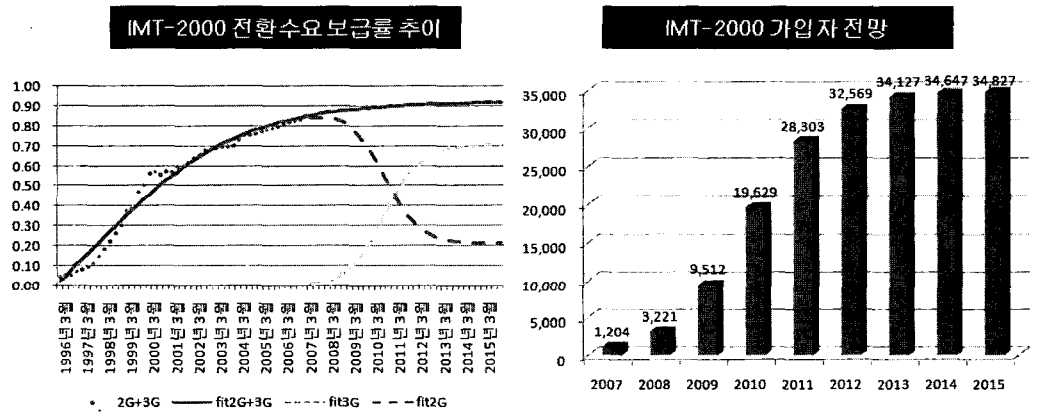
추가적으로 부족한 주파수에 대해 SKT 800MHz, KTF 2.1GHz를 사용할 경우 IMT-2000 서비스의 보급률은 전체 이동통신 가입자의 77.0%로서 보급률은 70.8%에 해당될 것으로 추정되었다. Bass모형의 시뮬레이션 추정결과 혁신계수(p)는 0.0043, 모방계수(q)는 0.2986으로 추정되었다. 또한 변곡점은 2010년 9월로 예상되었으며, 증가율이 최대가 되는 시점은 2011년 2월로 예상되었다. 향후 IMT-2000 가입자수는 2015년에 약 3,483만 명에 달할 것으로 전망되었다(<그림 4> 참조).

요약하면, 추가적 주파수 확보에 따른 IMT-2000 시장의 가입자 수요는 사업자에게는 수익의 원천

4) 추정치는 모두 1% 수준에서 유의한 것으로 나타났음(부록 <표 1>)을 참조.



〈그림 3〉 SKT 800MHz, KTF 800(900)MHz를 사용할 경우 IMT-2000 전환수요 보급률 추이 및 가입자 전망



〈그림 4〉 SKT 800MHz, KTF 2.1GHz를 사용할 경우 IMT-2000 전환수요 보급률 추이 및 가입자 전망

이 될 수 있으며, 곧 경제적 가치의 척도가 될 수 있을 것이다. 사업자에게는 가입자 확보가 클 수 있는 주파수 대역을 확보함으로써 이윤 극대화를 달성할 수 있을 것이며, 소비자에게는 소비자잉여가 클 수 있는 주파수 대역의 서비스를 이용하는 것이 후생을 극대화할 수 있는 간접적 방법이 될 것이다. 본 연구는 전문가 설문조사를 통해 향후 추가주파수 대역 확보에 따른 대역별 IMT-2000 서비스 전망을 예측하였다. 그 결과 SKT 800MHz, KTF800(900)MHz 일 때의 시장수요가 가장 큰 것으로 나타났다. 기술의 진화와 더불어 이동통신서비스가 2G에서 3G로의 전환이 이루어지고 있는 시점에서 IMT-2000 시장의 활성화를 위해서는 보다 빠른 전환이 이루어질 수 있도록 정책적인 노력이 필요할 것이다.

4. 결 론

미래 수요를 전망함에 있어 고려하여야 할 점은 다양한 예측 방법을 이용하여 결과를 비교하거나 제품의 특성 및 시장환경에 타당성 있는 가정을 적용하는 것이라 할 수 있다. 특히, 출시되지 않은 상품이나 시장환경이 바뀔 수 있는 제품에 대한 수요예측은 모형을 통해 실제로 모수를 추정하는데 어려움이 따른다.

본 연구에서는 비선형 형태를 갖는 확산모형을

적용하여 IMT-2000 서비스의 전환수요를 예측하고자 하였다. 기술진화와 더불어 이동통신 시장은 2G에서 3G로의 빠른 확산이 이루어지고 있다. IMT-2000 서비스(WCDMA/HSDPA)를 제공하는 두 사업자(SKT, KTF)는 4FA(20MHz)의 대역을 할당받은 가운데, 향후 2010년 즈음에는 주파수가 부족할 것으로 예상되어 진다. 따라서 사업자들은 추가 주파수 확보가 필요한 가운데, 어떤 대역의 주파수를 확보하는 것이 사업자 뿐만 아니라 소비자에게 이로운 것이 될 것인지를 고려할 필요가 있을 것이다. 사업자는 양질의 주파수를 확보함으로써 투자비 절감 및 가입자 확보를 통해서 이윤을 극대화 할 수 있고, 소비자는 소비자잉여의 증가를 통한 효용을 극대화 할 수 있을 것이다. 따라서 IMT-2000 서비스의 가입자에 대한 전망을 살펴보는 것은 사업자 뿐만 아니라 정책입안자 측면에서 중요한 부분이 될 수 있을 것이다. 최근 이용효율이 한정된 주파수 자원의 효율적 이용을 통해 시장의 균형을 달성하려는 움직임이 국가별로 나타나고 있다. 예를 들면 호주와 프랑스의 경우 한정된 주파수에 대하여 주파수 대역을 지역별로 공동으로 사용함으로써 이용효율을 극대화 하려고 한다[5]. 또한 가치가 높은 주파수 대역에 대한 주파수 회수/재배치를 통해 전파자원의 경제성을 극대화 하려고 한다. 일본의 경우 이동통신용 주파수를 중장기적으로 추가 확보하고자 700/800/900MHz 대역을 재편하였다[4]. 이처럼 전파자원의 가치가 상승함에 따라 효율적인 이용이 요구되고, 우량주파수인 저대역 주파수에 대한 효율적인 배분을 위한 전파정책이 요구되고 있다.

본 연구는 전체 이동통신시장에서 2G에서 3G의 전환수요를 추정하는 것을 목적으로 하며, 이를 위해 네 가지 타당성 있는 가정을 바탕으로 수요를 예측하였다. 그 결과 추가적 주파수로 SKT 800MHz, KTF 800(900)MHz 일 때의 시장수요가 가장 큰 것으로 나타났다. 또한, 전문가 설문을 통해 800MHz 혹은 900MHz를 사용하는 것에 대해 차이를 나타내지 않을 것으로 분석되었다. 수요분석 결과 2010년 10월이 변곡점으로 예상되며, 증가율이 최대가 되는 시점은 2011년 3월로 예상되었다. 향후 IMT-2000 가입자수는 2015년에 약 3,575만 명에 달할 것으로 전망되었다.

본 연구는 2G에서 3G로의 전환수요 추정을 목표로 하는 가운데, 3G시장을 WCDMA/HSDPA로 한정하여 분석하였다. 물론 3G 시장은 동기식 CDMA Rev.A도 포함되어야 하나 분석의 편의상 WCDMA/HSDPA 시장으로 한정하였다. 최근 논의의 대상이 되고 있는 800MHz 대역에서의 Rev.A 투자허용과 Rev.A 식별번호 부여문제는 향후 경쟁구도에 중요한 역할을 하게 될 수 있을 것이다. 허용여부에 따라 3G 시장의 구조 변화에 영향을 미치게 될 것이며, 이러한 부분은 IMT-2000 시장전망에도 커다란 영향을 미칠 수 있다. 이러한 부분에 대한 연구는 향후 검토가 필요한 부분으로 3G 서비스 시장 전체에 대한 분석에서 앞으로 다루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 이명호, 안형택, 「정보통신서비스간 상호 시장잠식효과 연구」, 산업연구원, 2001.

[2] 정우수, 「국내 디지털 TV 소비자 전환비용 및 수요예측」, 2005 전파방송 신성장산업 분석-Ⅰ, 한국전파진흥협회, 2005.

[3] 정통부, 「전파정책 중장기 프레임워크(안)」, 2006.

[4] ATLAS Research Group, 「일본의 3G 이동통신용 주파수 추가할당 현황」, 2007.

[5] ATLAS Research Group, 「佛, GSM 주파수를 3G용으로 허용 … 반납된 900MHz는 시장여건에 따라 재분배」, Cellular-news, 2007.

[6] Bass, F.M., "A New Product Growth Model for Consumer Durables," *Management Science*, Vol.15, No.5(1969), pp.215-227.

[7] Bass, F.M., "The Relationship Between Diffusion Rates, Experience Curves, and Demand Elasticities for Consumer Durable

Technological Innovations," *Journal of Business*, Vol.53(1980), pp.51-67.

[8] Dodson, J. A. and E. Muller, "Models of New Product Diffusion Through Advertising and Word-of-Mouth," *Management Science*, Vo.24, No.15(1978), pp.1568-1578.

[9] Fisher, J. and R. Pry, "A Simple Substitution Model for Technological Change," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.3(1971), pp.75-88.

[10] Horsky, D. and L.S. Simon, "Advertising and the Diffusion of New Products," *Marketing Science*, Vol.2, No.1(1983), pp.1-17.

[11] Mahajan, V. and E. Muller, "Timing, Diffusion, and Substitution of Successive Generations of Technological Innovations : The IBM Mainframe Case," *North-Holland, Technological Forecasting and Social Change*, Vol.51(1996), pp.109-132.

[12] Mahajan, V. and R.A. Peterson, "Innovation Diffusion in a Dynamic Potential Adopter Population," *Management Science*, Vol.24 (1978), pp.1589-1597.

[13] Norton, J.A. and F.M. Bass, "A Diffusion Theory Model of Adoption and Substitution for Successive Generations of High Technology Products," *Management Science*, Vol.33(1987), pp.1069-1086.

[14] Robinson, B. and C. Lakhani, "Dynamic Price Models for New Product Planning," *Management Science*, Vol.21(1975), pp.1113-1122.

〈부 록〉

〈부록 표 1〉 IMT-2000 수요예측 추정결과

사업자별 추가주파수	variable	Coefficient	t-Statistic	포화치 (2015년)
SKT 800MHz, KTF 2.1GHz	p + q	0.2981*	99.6293	0.701
	q/p	63.5033*	22.1294	
SKT 800MHz, KTF 800(900)MHz	p + q	0.2971*	124.2736	0.727
	q/p	67.9339*	27.2699	
SKT 2.1GHz, KTF 2.1GHz	p + q	0.3028*	146.8813	0.708
	q/p	69.9049*	32.0649	

주) *는 1% 유의수준에서 유의한 결과를 의미함.