

세계 유선인터넷 서비스에 대한 확산모형의 예측력 비교

민의정* · 임광선**

Comparative Evaluation of Diffusion Models using Global Wireline Subscribers

Min Yui Joung* · Lim Kwang Sun**

Abstract

Forecasting technology in economic activity is a quite intricate procedure so researchers should grasp the point of the data to use. Diffusion models have been widely used for forecasting market demand and measuring the degree of technology diffusion. However, there is a question that a model, explaining a certain market with goodness of fit, always shows good performance with markets of different conditions. The primary aim of this paper is to explore diffusion models which are frequently used by researchers, and to help readers better understanding on those models. In this study, Logistic, Gompertz and Bass models are used for forecasting Global Wireline Subscribers and the performance of models is measured by Mean Absolute Percentage Error. Logistic model shows better MAPE than the other two. A possible extension of this study may verify which model reflects characteristics of industry better.

Keywords : Diffusion Model, Bass, Gompertz, Logistic, Worldwide Wireline Subscribers

1. 서 론

1.1 연구 배경

미래를 예측함에 있어 보다 정교한 예측력을 갖춘 방법론을 제시하기 위한 많은 선행연구들이 있다. 이러한 관심은 1960년대에 Mansfield[1961]의 “Technical change and the rate of imitation”, Floyd[1962]의 “Trend forecasting”, Rogers[1962]의 “Diffusion of innovations”, Bass[1969]의 A new product growth model for consumer durables 등을 시작으로 혁신의 확산과 예측의 정확성에 대한 연구는 현재까지도 활발하게 논의되고 있다. 어떤 기술에 대해 미래의 시장규모 혹은 수요를 예측하기란 매우 까다로운 작업이다. 기본이 되는 자료에 영향을 줄 수 있는 수많은 변수들이 존재하기도 하며 미래 어느 시점에 정책의 변화나 혁신적인 기술의 출현과 같이 연구자가 고려하지 못한 변수들의 영향을 받을 수 있다. 이렇듯 예측은 불확실성을 전제로 하고 있다. 이러한 불확실성에도 불구하고 기업과 정부가 특정사업에 대한 계획, 전략수립, 경제성평가 등 의사결정을 내릴 때 반드시 필요한 절차 중의 하나가 바로 미래시장에 대한 수요(규모)예측이다.

한 예로, 정부가 연구개발부문에 투자를 진행하기 전에 제한된 정부의 재정을 효율적으로 분배하고 사업의 타당성을 검증하기 위해 예비타당성조사를 진행한다. 예비타당성조사의 한 부분으로 비용추정과 편익/효과추정으로 이루어진 경제적 타당성 분석에서는 편익추정을 위해 보통 시장수요접근법(Market demand approach) 방법을 사용하는데 편익을 산정하기 위해서 반드시 고려되어야 하는 부분이 바로 미래 시장규모에 대한 예측이다[최이중 외, 2014]. 이렇듯 미래에 대한 예측이 꾸준히 요구되는 상황에서 축적된 자료를 바탕으로 합리적인 방법론을 통한

객관적인 예측치 도출이 더욱 강조되고 있다.

1.2 연구 목적

시장규모를 예측하는데 일반적으로 활용되는 방법론에는 연평균 성장률, 지수평활법, 선형성장모형 등이 있다. 하지만 이러한 방법론들은 짧은 기간에 대한 예측이나 지속적인 성장을 거듭할 수 있는 신생기술 및 시장에 적용할 때 그 이점을 충분히 활용할 수 있는 방법론으로 장기적인 예측 혹은 안정기에 접어든 시장에 적용시 왜곡된 시장규모를 도출할 수 있다. 다양한 학문 분야에서 응용되고 발전되어온 성장곡선 및 확산모형은 제품수명주기 및 기술의 확산과 같이 시간의 흐름에 따라 S형태의 곡선을 가지는 시장의 변화를 실제 시장의 흐름과 가깝게 나타내기 때문에[Meade, 1984] 수요예측을 위한 방법으로 많은 연구자들에 의해 활용되고 있다.

반면 미래시장의 규모 예측시 성장모형과 확산모형을 활용함에 있어 사용한 자료에 적합한 모형이 일반적으로 우수한 모형이라 판단할 수 있는지에 대한 문제가 지속적으로 제기되어왔다. 자료에는 적합한 모형일지라도 예측력에는 차이가 있을 수 있으므로[Meade and Islam, 1995], 이러한 예측 모형들을 채택할 때에는 자료의 특성과 예측력 관계에 대한 충분한 검토와 실증분석이 선행되어야 한다[이근희, 2006].

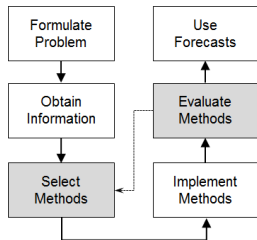
본 논문의 목적은 미래시장의 수요예측을 위해 실무에서 많이 사용되는 이론을 소개하고 예측 방법론에 대한 이해를 높이는데 있다. 뿐만 아니라 각각의 모형들을 활용하여 세계 유선 인터넷 가입자에 대한 미래 가입자 규모를 도출하고 예측력을 평가하는데 있다. 본 논문의 구성은 먼저 제 2장에서 일반적인 시장예측 방법론의 종류와 기술과 혁신에 대한 전반적인 이론, 그리고 확산모형에 대해 알아보겠다. 제 3장에서

는 본 논문에서 사용된 연구모형에 대하여 설명하고 제 4장에서는 실험 내용 및 결과에 대하여 논하고자 한다. 마지막 제 5장에서는 본 논문의 결론과 한계점에 대하여 고찰한다.

2. 이론적 배경

2.1 예측방법론의 종류

Scott Armstrong[2001]은 보다 정교한 예측 값을 얻기 위한 과정으로 <그림 1>과 같이 총 6 단계의 예측치 선정단계를 제시하였다. 값을 얻기 위해 사용된 방법론을 평가하고 그 평가 정보는 다시 방법론 선택에 영향을 주며 예측모형에 의하여 예측치가 결정되므로 데이터 성격에 맞는 모형을 선택하는 것이 예측력을 높이는데 중요한 역할을 한다. 획득한 데이터의 특징에 따라 적합한 예측모형이 다를 수 있기 때문에 하나의 예측기법만 사용하는 것은 바람직하지 않다.



자료 : Scott Armstrong[2001].

<그림 1> 예측을 위한 단계

예측 기법들은 방법론 및 기준에 따라 여러 가지로 분류가 가능하다. 삼성경제연구소[2012]의 보고서에 따르면 정성적, 정량적, 시스템적 접근 방법의 세 가지 분류로 나누어 설명하였다. 정성적 방법의 대표적인 방법론으로 델파이(delphi), 컨조인트(conjoint), 인덱스(index) 분석 등이 있으며 데이터 확보가 불가능하여 전문가의 지식과 경험을 바탕으로 통계와 접목시켜 판단하는 예측 방법을 가리킨다. 과거 패턴이 미래에도 지속된다는 가정 하에 데이터에 기반을 두고 통계적·수학적 분석을 이용하는 정량적 방법은 정성적 방법과 비교시 그 결과가 보다 객관적이고 구체적이다. 정량적 방법에는 회귀분석, 시계열 분석, 확산모형 등이 대표적이다. 시스템적 접근방법으로는 정보예측시장, 시스템 다이내믹스, 인공신경망 등이 있으며 정량적 방법과 유사한 속성을 갖는다.

정보통신정책연구원[2009]의 이슈리포트에서도 시장예측 관련이론 구분 시 정성적 이론과 정량적 이론으로 분류하고 있으며 각 분류에 따른 방법론 또한 삼성경제연구소의 연구와 유사하게 구분하고 있다. 대표적인 예측방법론을 정리하면 <표 1>과 같다.

2.2 기술의 혁신과 확산

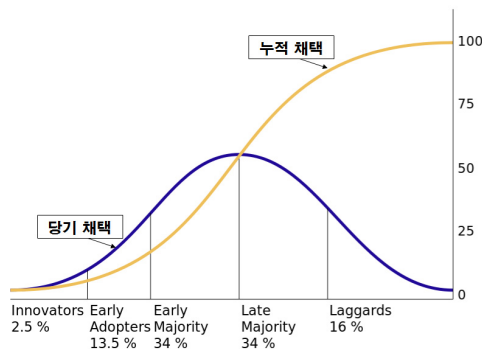
확산이란 혁신이 사회 시스템의 구성원들 사이에서 시간의 경과함에 따라 특정 채널을 통해

<표 1> 예측 방법론의 종류

| 구분 | 정성적 방법 | | 정량적 방법 | |
|--------|---|---|--|--|
| 적합한 환경 | <ul style="list-style-type: none"> - 분석 가능한 데이터 수집이 불가능 - 외부 환경 변화로 과거 데이터 사용이 무의미한 경우 - 정치적, 규범적 요인들이 기술 변화에 많은 영향을 미치는 경우 - 장기 예측이 필요한 경우 | | <ul style="list-style-type: none"> - 객관적인 데이터를 수집할 수 있는 경우 - 예측의 범위가 좋은 경우 - 단기 예측이 필요한 경우 - 신제품이나 신기술에 대한 수요 예측 - 초기 데이터만 활용이 가능한 상황 | |
| 예측 방법 | <ul style="list-style-type: none"> - 컨조인트 분석 - 인덱스 분석 - 전문가 패널 | <ul style="list-style-type: none"> - 환경 스캐닝 - 델파이 - 설문조사 | <ul style="list-style-type: none"> - 추세외사법 - 성장곡선모형 | <ul style="list-style-type: none"> - 다이내믹 모델링 - 네트워크분석 |

소통하는 일련의 과정으로 정의되고 있다[Rogers, 1995]. 혁신은 새로운 기술과 아이디어, 시스템 뿐만 아니라 새로운 사회적 존재를 모두 포함한다[Chandrasekaran, 2007].

Rogers의 개혁신확산이론(Diffusion of Innovation Theory)에 따르면 개혁의 채택은 그 속도에 따라 다섯 개의 집단으로 구분하였다[그림 2]. 혁신을 수용하는 사회의 구성원 중 2.5%가 가장 먼저 혁신을 채택하는 혁신가(Innovators) 그룹에 속하고, 13.5%는 초기 모험자(Early adopters), 다음 34%는 초기 다수(Early majority), 34%가 후기 다수(Late majority), 그리고 나머지 16%가 지각 수용자(Laggards)로 구성된다. 혁신의 초기에는 혁신가 집단이 혁신을 채택하며, 혁신가 및 초기 모험자가 특정 수치에 도달했을 때 모방자들의 채택과 확산에 영향을 미친다[[Cho and Hwang, 2012]. 또한 시간이 지날수록 혁신 채택자의 수가 포화를 이루며 확산 속도가 느려지게 되며, 결과적으로 S자형 곡선으로 수렴한다.

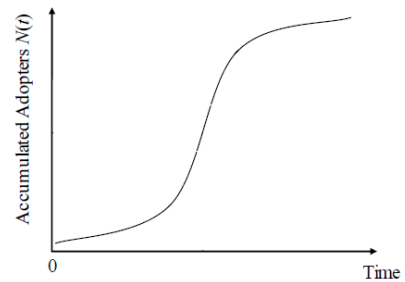


자료 : 위키피디아 재구성.

<그림 2> 혁신의 확산 형태

제품수명주기 이론에 따르면, 일반적으로 새로운 기술에 의해 시장은 도입기, 성장기, 성숙기, 안정기(혹은 쇠퇴기)의 네 단계를 거치면서 S자 형태로 성장한다. 물론 이러한 성장곡선모

형이 모든 시장에서 관측되는 것은 아니나 보편적인 시장의 경우 신기술 출현 시 시장성장모형은 S자 형태의 곡선으로 나타나는 경우가 많다[최이중, 2014]. 혁신의 확산을 다루는 확산모형은 신기술 및 신규 서비스가 시장에 도입된 후 확산되는 과정을 설명하고 예측하기 위하여 사용된다. 시간 변화에 대한 누적 구매의 변화를 도식화 하면 <그림 3>과 같이 대다수가 S자형 곡선을 띠게 되는데 이를 성장곡선이라고 지칭한다.



자료 : Sun and Yan[2011].

<그림 3> S-shape 성장곡선

대표적인 성장모형으로는 로지스틱 모형과 고펀페르츠 모형이 있으며, 바스모형은 확산모형의 대표적인 모델이다. 성장·확산모형¹⁾은 시장규모의 전주기적인 데이터를 기초로 중장기 예측에 높은 설명력을 보이며 확보한 시장 데이터 수가 많지 않더라도 미래 시장규모 추정이 가능하므로 신제품 및 새로운 서비스 예측에 종종 사용되고 있다.

확산모형을 활용한 예측 관련 연구는 1960년대 후반부터 현재까지 시대의 변화를 반영하며 이전 모델들을 발전시키며 활발한 연구가 진행 중이다. 기술이나 기술관련 제품의 성장과 확산을 예측하는데 선호되는 모형으로는 바스 모형, 고펀페르츠

1) 이후 성장모형과 확산모형의 용어를 동일한 의미로 혼용한다.

모형 그리고 로지스틱 모형을 꼽을 수 있다.

2.3 확산 모형

로지스틱 모형(Logistic model)은 Mansfield [1968]에 의해 제시되었으며 수요 확산은 이미 제품을 구매한 사람들의 구전효과에 영향을 받으며 미채택자의 구매결정은 구전에 의한 모방에 기인한다고 가정하여 모방 계수를 도입하였다. 로지스틱 모형을 회귀 방정식 형태로 표현하면 다음과 같이 표현된다.

$$Y(t) = \frac{m}{1 + \alpha \exp(-\beta t)}$$

$Y(t)$ 는 시간에 따른 누적값을 나타내며, α 와 β 는 모수, m 은 $Y(t)$ 성장에 대한 상한을 나타낸다. 곡선의 모양은 변곡점이 잠재시장의 50%에 위치하므로, 변곡점 중심으로 좌우대칭의 형태이며 모수를 추정하기 위해서는 비선형 회귀를 해야 한다. 로지스틱 모형의 이점은 잠재 시장의 크기, 즉 수요의 최대 한계치를 알 수 없을 때 포화치

를 추정하여 값을 얻을 수 있다는 것이다.

곰페르츠 모형(Gompertz model)은 시장에서 성숙기·쇠퇴기에 다다른 기술이 새로운 기술의 등장과 기술발전에 영향을 준다고 가정하고 있다[Young and Ord, 1989]. 기술 진화의 단계별 변화 즉, 도입기, 성장기, 성숙기, 쇠퇴기와 같이 시간에 따른 기술생명주기를 잘 표현하고 있어 기술의 확산을 설명하는데 널리 적용되어 왔다 [Martino, 2003]. 곰페르츠 모형은 로지스틱 모형과 같이 확산모형의 초기 모형으로 잠재수요에 대한 정보가 없어도 사용 가능한 셀프-스타트 모델이다. 곰페르츠 모형은 아래 식과 같이 수식화 할 수 있다.

$$Y(t) = m \exp(-\beta \exp(-\alpha t))$$

곰페르츠 모형은 로지스틱 곡선의 변곡점에 대한 대칭성이 완화된 것으로, 변곡점은 잠재 시장 규모의 약 1/3 지점에 위치한다. 따라서 곰페르츠 모형은 로지스틱 모형과 달리 초기에

〈표 2〉 최근 연구 동향 요약

| 연구자 | 모형 | 내용 | 결과 |
|------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| Rai et al.(1998) | 로지스틱 곰페르츠 지수함수 | 미국의 인터넷 확산에 대한 분석을 진행 | 외부효과 미반영 시 지수함수 모델의 설명력이 높게 나타남 |
| Chu(2009), Yamakawa(2013) | 로지스틱 곰페르츠 | 두 모형의 유사성으로 인해 예측시 오류를 범하는 경우가 잦음 | 예측정확도 비교 시 비선형 회귀를 통한 결과를 활용 |
| Sood et al.(2012) | SAW Moor 로지스틱 곰페르츠 바스 등 | 25개 기술을 예측모형을 통해 확산 정도를 비교 연구자 제시 모형인 SAW의 예측력 실험 | 기술혁신 확산의 정도를 분석할 때 연구자가 제시한 SAW 모형이 가장 높은 설명력을 가짐 |
| Lee(2011) | Lotka-Volterra 바스 모형 | 한국 이동전화 서비스 가입자에 대한 예측 | 바스 모형의 예측력이 우월함 |
| 장병윤 외(2014) | Lotka-Volterra 확장된 바스 | 한국의 이동전화 포화정도를 분석 예측력 비교를 위해 MAE와 MAPE 사용 | Lotka-Volterra가 바스모형보다 높은 예측치를 보임 |
| 강태호 외(2011) | 로지스틱 곰페르츠 | 토양 조성에 따른 섬기린초의 월동 후 생육상태를 추정하고 초고와 성장시간의 관계 파악 | 초고와 성장시간 관계 설명에 로지스틱 모형이 높은 $R^2(.994)$ 를 보임 |

상대적으로 급격한 성장을 보이는 시장에 적절한 모형이라 할 수 있다. 로그변환을 거쳐 선형 회귀분석으로 추정할 수 있으므로 상대적으로 활용이 용이한 반면, 모형의 직관적인 해석이 어려운 면도 있다.

바스 모형(Bass diffusion model)은 최초구매자의 성장을 모형화 할 때 사용되는 모형으로 혁신효과(innovation effect)와 모방 효과(imitation effect)의 두 가지 요소가 확산에 가장 크게 영향을 주는 것으로 가정한다[이동욱, 2014]. 제품이 시장에 출현한 이후 확산되는 과정을 대중매체와 같은 외부영향을 받아 구매결정을 하는 혁신자 집단과 이전 채택자의 영향, 즉 내부의 영향을 받아 구매결정을 하는 모방자 집단의 선택과정 혹은 두 과정의 결합으로 구분한다. 바스 모형을 미분방정식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\frac{dN(t)}{dt} = p[m - N(t)] + \frac{q}{m}N(t)[m - N(t)]$$

m : 잠재적채택자수

p : 혁신계수(외부영향)

q : 모방계수(내부영향)

바스 모형의 경우 내부영향과 외부영향을 모두 반영하는 혼합영향 모형으로 q 값이 0인 경우 외부영향 모형으로 표현되며[홍정식 외, 2012], p 값이 0에 근접할수록 로지스틱 모형과 유사한 형태를 갖게 된다[이근희 외, 2002]. 바스모형의 회귀식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$Y(t) = m * \frac{1 - \exp(-t(p+q))}{1 + \frac{q}{p} \exp(-t(p+q))}$$

2.4 최근 연구 동향

Rai and Samaddar[1998]은 로지스틱과 고펀

르츠 그리고 지수함수 모형을 이용하여 1998년 미국의 인터넷 확산에 대한 분석을 진행하였으며 외부효과를 반영하지 않았을 경우에는 지수함수 모형이 다른 두 모델보다 인터넷 확산을 가장 잘 설명하고 있다는 결과를 얻었다. 성웅현[2002]은 확산모형을 이용하여 정보기술산업 시장의 중단기 수요예측을 진행하였다. 이동전화 중장기 수요예측에 대하여는 로지스틱 성장모형이, 소프트웨어 패키지에는 고펀르츠 모형이 예측 설명력이 높다는 결론을 얻었다. 조상섭, 정동진[2002]은 단순 성장모형, 단순 로지스틱 모형, 고펀르츠 모형, 확장 바스 모형, 시간 변동 바스 모형을 이용하여 초고속 인터넷 가입자에 대한 예측력을 비교·평가하였으며 고펀르츠 예측 모형의 예측력이 우월한 것으로 나타났다.

Chu[2009]와 Yamakawa[2013]는 고펀르츠와 로지스틱 모형을 이용한 연구를 진행할 때 두 모형의 유사성으로 인해 두 모형의 차이점을 충분히 파악하지 않는 오류를 범하는 경우가 잦으며, 이는 잘못된 예측치를 도출할 수 있다고 경고하였다. 두 모형에 대한 예측 정확도를 비교할 때 사용되는 일반적인 방법으로는 R2, Root Mean Squared Errors(RMSE), Mean Absolute Percentage Error(MAPE), Root Mean Squared Prediction Errors(RMSPE)등이 있으며, 이를 충분히 활용하기 위해서는 로지스틱 및 고펀르츠 모형은 비선형 회귀분석을 통해 진행되어야 한다고 기술하였다[Ngumekeu, 2014].

Lee[2011]는 Lotka-Volterra(LV)모형과 바스 모형 사용하여 한국 이동전화 서비스 가입자에 대한 예측 비교연구를 진행하였다. 이 연구에서는 LV 모델은 데이터 적합성이 바스 모델에 비해 현저히 낮다는 결과를 도출하였다. 반면 장병윤 외[2014]는 LV 모델과 확장된 바스 모형을 이용하여 한국의 이동전화 포화정도를 분석하여 두 모형의 예측력을 비교하는 연구를 진행하였다.

예측력을 비교하기 위해 평균절대오차법(Mean Absolute Error, MAE)과 평균절대오차백분율법을 사용하였으며, LV모형이 확장된 바스 모형보다 높은 예측치를 보인다고 분석하였다.

Ashish Sood et al.[2012]은 기술혁신의 확산에 대한 예측을 비교하는데 있어서 무어의 법칙, 로지스틱, 고펜퍼츠 그리고 바스 모형 외 3개과 Step and Wait(SAW)이라는 새로운 모형을 제안하였다. 모형의 비교는 절대평균편차(Average absolute deviation, AAD)를 활용하였다. Ashish의 연구에서는 연구자가 제안한 SAW 모형이 가장 높은 예측력을 보였으나, 확산모형을 이용한 무선인터넷 부분 예측 설명력을 살펴보면 고펜퍼츠가 가장 높은 예측 결과를 획득하였다. 최근 연구동향에 대한 요약은 <표 2>와 같다.

3. 실증 연구 설계

3.1 분석자료 및 연구모형

본 논문에서는 세계 유선인터넷 가입자 자료를 활용하여 세계 가입자 수와 중국, 일본 그리고 미국의 가입자 수에 대한 확산모형별 예측력을 비교하고자 한다. 자료는 시장조사전문기관인 Infonetics사의 통계자료를 이용하였으며, 전 세계(약 60개국 대상) 125개 통신서비스 업체가 제공하는 유선인터넷 가입자 수를 기본으로 하며 유선인터넷을 기술별로 분류하여 가입자 현황을 제공하고 있다.

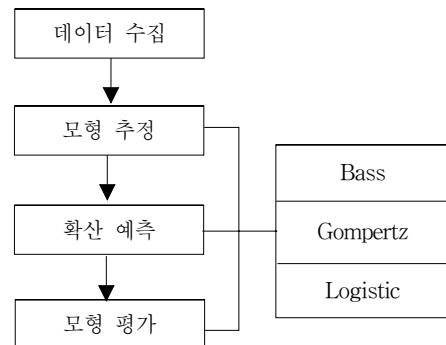
기술은 크게 DSL, Cable broadband, FTTH, FTTB+LAN으로 나뉘어져 있다. DSL과 Cable broadband는 2004년 4분기부터 2014년 1분기까지, FTTH의 경우 2005년 4분기부터 2014년 1분기까지, 그리고 FTTB+LAN은 2006년 4분기부터 2014년 1분기까지의 누적가입자 수를 포함하고 있다. 실제 가입자 수와 예측 가입자 수

비교에 필요한 계수를 얻기 위한 분석에는 2012년 4분기까지의 데이터만을 적용하였다.

위의 시계열 데이터를 이용하여 각 모형의 상수 및 계수를 도출하였으며 획득한 계수를 적용하여 2013년 1분기부터 2014년 1분기까지 예측을 하였으며 이를 실제 가입자 수와 비교하여 평균절대백분율오차(MAPE)를 도출하였다.

분석에는 R 통계패키지를 사용하였다. R 패키지에는 모형을 추정할 때 초기값을 지정할 필요가 없는 함수(self-starting functions)을 제공한다. 로지스틱과 고펜퍼츠의 경우 R 패키지에 내장되어 있는 함수를 사용하였으나 바스 모형을 위한 함수²⁾는 제공되지 않으므로 추정식을 입력하여야 한다.

본 논문에서 제안하는 연구모형은 다음과 같다.



<그림 4> 연구모형

데이터 수집 단계에서는 세계 유선인터넷 가입자에 대한 시계열 자료를 연구에 맞게 재구성한다. 모형 추정 단계에서는 데이터에 기초하여 사용할 예측모형을 선별하고 확산 예측 단계에서는 각각의 모형으로 예측을 진행한다. 모형 평가 단계에서는 MAPE를 이용하여 모형의 예측력을 구하고 도출된 값으로 비교해 본다.

2) 바스 모형의 추정식은 아래 주소에서 확인 <http://chengjun.github.io/en/2013/08/understanding-bass-diffusion-model-with-R/>.

3.2 모형의 비교와 평가

본 연구에서는 세 가지 확산모형(곰페르츠, 로지스틱, 바스)을 사용하였다. 모형의 적합성 검증 을 위해 평균절대백분율오차(mean absolute percentage error, MAPE)를 사용하였으며 평균절대 백분율오차의 식은 다음과 같다.

$$MAPE = 100 \times \frac{\sum_{t=1}^N \left| \frac{e_t}{Y_t} \right|}{N}$$

MAPE는 규모에 의존적이지 않은 무단위 측도 법으로 서로 다른 자료에 대한 모형을 비교할 때 활용이 가능하다는 장점이 있다. 일반적으로 $0 < MAPE < 10\%$ 이면 매우 우수한 예측 모형이라고 판단하며, $10\% < MAPE < 20\%$ 이면 비교적 정확한 예측, $20\% < MAPE < 30\%$ 이면 비교적 합리적인 예측 모형으로 판단할 수 있다.

4. 예측력 비교 및 분석결과

추정 결과는 <표 3>과 같으며 이 결과를 각 각의 모형에 대입하여 계산하고 실제 값과 비교 해보았다. 대부분의 경우 로지스틱과 바스 모형 은 초기 추정값이 실제값 보다 크게 추정하였고 곰페르츠는 실제값의 차이가 많이 나지 않으나 다른 두 모형과 비교했을 때 초기 추정값이 작 게 나타나는 경향을 발견할 수 있었다.

바스 모형의 혁신계수와 모방계수를 살펴보면, 모든 국가에서 인터넷 가입 시 구전과 같은 내부 구성원에게 많은 영향을 받는 것을 알 수 있다. 중국의 경우 혁신 계수가 0.002, 모방계수가 0.11로 혁신보다는 구전에 의한 효과가 인터넷 채택에 더 유의하다는 것을 보여주고 있다. 반면 일본의 경우 다른 국가보다 높은 혁신 계수가 나타났다.

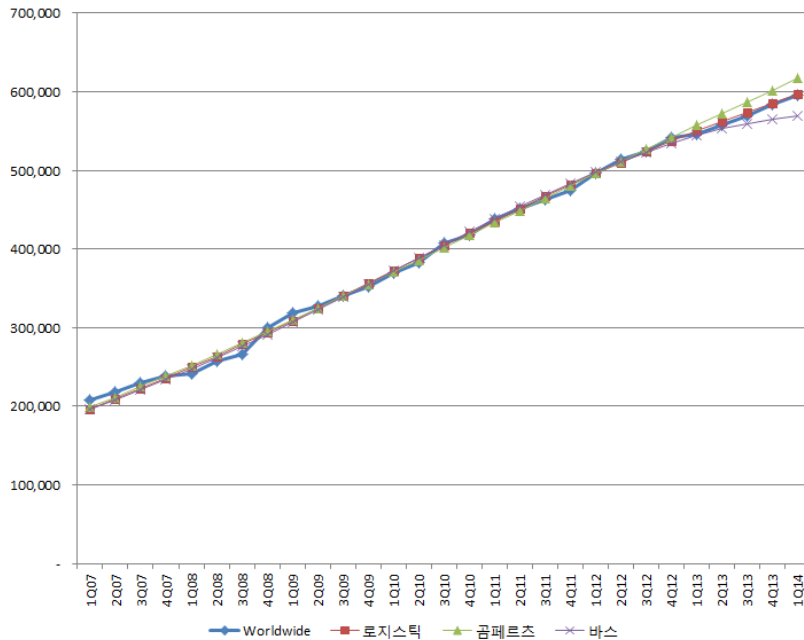
<표 3> 국가별 유선인터넷 가입자 수 추정치

| 중국 | | | | |
|----|----------|----------|----------|---|
| | 로지스틱 | 곰페르츠 | 바스 | |
| m | 2.20E+05 | 4.45E+05 | 6.01E+06 | m |
| c | 2.11E+01 | 4.04E+00 | 1.88E-03 | p |
| q | 1.26E-01 | 9.58E-01 | 1.09E-01 | q |
| 일본 | | | | |
| | 로지스틱 | 곰페르츠 | 바스 | |
| m | 2.96E+04 | 3.06E+04 | 1.25E+06 | m |
| c | 3.58E+00 | 1.75E+00 | 7.06E-03 | p |
| q | 1.71E-01 | 8.85E-01 | 7.97E-02 | q |
| 미국 | | | | |
| | 로지스틱 | 곰페르츠 | 바스 | |
| m | 8.32E+04 | 8.81E+04 | 4.21E+06 | m |
| c | 2.25E+00 | 1.30E+00 | 6.79E-03 | p |
| q | 1.08E-01 | 9.29E-01 | 5.95E-02 | q |
| 세계 | | | | |
| | 로지스틱 | 곰페르츠 | 바스 | |
| m | 7.53E+05 | 1.20E+06 | 2.91E+07 | m |
| c | 6.64E+00 | 2.57E+00 | 3.51E-03 | p |
| q | 8.51E-02 | 9.65E-01 | 7.16E-02 | q |

<표 4>에서는 분석 시 사용된 기간의 일부인 2011년 4분기부터 2012년 4분기까지(1구간)의 수치와 분석 시 포함하지 않은 기간인 2013년 1분기 부터 2014년 1분기(2구간)로 분리하여 모형별 적합도를 정리하였다. 굵은 선으로 표시 되어 있는 부분이 2구간, 즉 2013년 1분기부터 2014년 1분기까지의 예측치를 나타낸다.

<표 4> 국가별, 모형별 MAPE 비교

| MAPE | 로지스틱 | 곰페르츠 | 바스 |
|------|--------------|--------------|---------------|
| 중국 | 1.70% | 1.38% | 2.24% |
| | 3.00% | 3.12% | 8.39% |
| 일본 | 1.94% | 1.04% | 2.62% |
| | 3.28% | 1.62% | 13.80% |
| 미국 | 1.98% | 1.58% | 1.57% |
| | 2.90% | 1.64% | 6.26% |
| 세계 | 0.58% | 0.45% | 0.85% |
| | 0.62% | 2.93% | 2.06% |



〈그림 5〉 세계 유선인터넷 가입자 수 현황

예측모형별로 MAPE를 추정한 결과 세 개의 모형 모두가 0~20% 미만으로 나타나 예측에 대한 설명력이 매우 높다고 볼 수 있다. 분석기간에 포함되어 있는 1구간의 MAPE를 살펴보면 콤페르츠가 높은 값을 기록하였다. 세계시장의 흐름을 보면 2005년 4분기 FTTH 서비스 시작과 2006년 4분기 FTTB+LAN 서비스 시작으로 가입자 유입에 상당한 변화가 있었다. 콤페르츠 모형은 초기에 상대적으로 급격한 성장을 하는 시장 상황을 잘 반영하는데, 분석 기간의 초반에 등장한 새로운 서비스의 변화를 콤페르츠 모형이 잘 반영하였다고 볼 수 있다. 하지만 장기예측의 경우 과대추정이 나타나는 것을 발견하였다.

2구간의 MAPE의 경우에는 로지스틱이 조금 더 높은 예측 예측력을 보이는 것으로 나타났다. 로지스틱의 경우 변곡점을 중심으로 좌우 대칭을 갖으려는 특징이 있는데 어느 정도 포화기에 접어든 시장의 특성을 반영하여 중기예측에 대한 우수한 예측력을 보여주었다. 변곡점의 위치

가 보다 유연한 모형의 적합성이 높은 것으로 사료되나 바스 모형의 경우 시장에 큰 변화가 있는 경우에 다른 모형에 비해 예측 오차가 조금은 큰 것으로 나타났다.

5. 결론 및 시사점

본 논문에서는 세계 유선인터넷 가입자 자료를 활용하여 확산모형별 예측력을 비교하고 미래의 수요를 예측해보았다. 예측치 비교를 위해 예측기간을 분석에 사용한 기간의 일부와 분석에 포함하지 않은 기간으로 나누었다. 예측 모형별 MAPE는 대부분이 10% 미만으로 예측에 대한 설명력이 양호한 것으로 나타났다. 분석을 시작하기 전에는 혁신계수와 모방계수를 반영하는 바스 모형의 결과가 다른 모형에 비해 우월하게 얻어질 것이라 가정하였으나, 분석결과 로지스틱 모형이 가장 작은 MAPE값을 보였다. 이처럼 수요예측을 할 때에는 하나의 방법론을 택하기 보

다는 여러 가지 대안들을 실험해보고 그 결과를 반영하는 것이 바람직할 것이다.

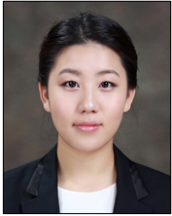
본 연구에서는 세계 유선인터넷 가입자 수와 중국과 일본 그리고 미국의 사례를 분석하였으나 단순하게 가입자 수만 살펴봄으로써 유선인터넷 기술이나 시장의 정확한 상황을 반영하지 못했다는 것에 한계가 있다. 뿐만 아니라 미래 예측에는 마케팅과 가격의 변화 그리고 대체상품의 등장 등으로 추정치가 크게 변할 수 있다. 그리고 확산모형은 예측기간이 늘어남에 따라 오차가 커지므로 이를 보완해줄 수 있는 대체모형과 함께 사용한다면 보다 예측력이 높은 미래의 값을 얻을 수 있을 것이다. 확산모형은 각각의 모형이 갖고 있는 특성이 존재한다. 수요예측을 목표로 하는 기술 및 산업 또한 고유의 특징이 있을 것이다. 그러한 특성을 반영하는데 보다 적합한 확산모형이 있을 것으로 사료되므로 추후의 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] 강태호, 이 흥, 조홍하, “토양조성에 따른 옥상녹화용 섬기린초 생장모형 연구”, *한국조경학회지*, 제39권 제6호, 2011, pp. 110-117.
- [2] 김도희, 박상성, 신영근, 장동식, “특허정보를 활용한 기술 확산 예측: NCW 정보기술을 중심으로”, *한국콘텐츠학회 논문지*, 제9권 제2호, 2009, pp. 125-132.
- [3] 노현정, 강대국, “어렵지만 의미 있는 작업: 데이터로 기술진보를 예측하기”, *TIM alive Technology and innovation management*, 제6권, 2014, pp. 86-95.
- [4] 박성배, “효과적 수요 예측 방법과 사례”, *삼성경제연구소, SERI 이슈페이퍼* 2012.
- [5] 성웅현, “성장과 확산모형을 이용한 정보기술산업 시장의 중단기 수요예측”, *통계연구*, 제10권, 2002, pp. 31-48.
- [6] 이근희, 이충근, “성장곡선 모형을 이용한 수요예측 기법의 예측타당성 비교 연구”, *서강경영논총*, 제13권 제2호, 2002, pp. 195-228.
- [7] 이동욱, “정부 R&D 투자 특성 분석을 위한 성장모형 적용 방안 탐색 연구”, *한국과학기술기획평가원, 연구보고* 2014-027.
- [8] 정용찬, 이은민, 김해수, “예측 방법론 고찰을 통한 방송시장 전망”, *정보통신정책연구원, KISDI 이슈리포트*, 2009.
- [9] 조상섭, 정동진, “통신서비스산업 예측모형 예측력 비교 분석”, *전자통신동향분석*, 제17권 제3호, 2002, pp. 80-86.
- [10] 최이중, “R&D부문 예비타당성조사 편익추정을 위한 시장예측 방법론 연구”, *한국과학기술기획평가원, 연구보고* 2014-035.
- [11] 홍정식, 구훈영, “확산이론 관점에서 로지스틱 모형과 Bass 모형의 비교”, *한국경영과학회지*, 제37권 제2호, 2012, pp. 113-125.
- [12] Armstrong, J. S., “Principles of forecasting: A handbook for researchers and practitioners”, *Springer*, 2001.
- [13] Bass, F. M., “A new product growth model for consumer durable”, *Management Science*, Vol. 15, 1969, pp. 215-227.
- [14] Chandrasekaran, D. and Tellis, G. J., “A critical review of marketing research on diffusion of new products”, *Review of Marketing Research*, Vol. 3, 2007, pp. 39-80.
- [15] Chang, B. Y., Li, X., and Kim Y. B., “Performance comparison of two diffusion models in a saturated mobile phone market”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 86, 2014, pp. 41-48.
- [16] Cho, Y., Hwang, J., and Lee, D., “Identification of effective opinion leaders in the diffusion of technological innovation: A social network ap-

- proach”, *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 79, No. 1, 2012, pp. 97-106.
- [17] Christodoulos, C., Michalakelis, C., and Varoutas, D., “On the combination of exponential smoothing and diffusion forecasts: An application to broadband diffusion in the OECD area”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 78, 2011, pp. 163-170.
- [18] Chu, W. L., Wu, F. S., Kao, K. S., and Yen, D. C., “Diffusion of mobile telephony: An empirical study in Taiwan”, *Telecommunication Policy*, Vol. 33, No. 9, 2009, pp. 506-520.
- [19] Danese, P. and Kalchschmidt, M., “The role of the forecasting process in improving forecast accuracy and operational performance”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 131, 2011, pp. 204-214.
- [20] Floyd, A., “Trend forecasting: A methodology for figure of merit”, *Technological forecasting for industry and government*, 1962, pp. 95-105.
- [21] Lee, S. G., Ming, Y., and Kim, C., “A model for analyzing churn effect in saturated markets”, *Industrial Management and Data Systems*, Vol. 111, No. 7, 2011, pp. 1024-1038.
- [22] Mansfield, E., “Technical change and the rate of imitation”, *Econometrica*, Vol. 29, No. 4, 1961, pp. 741-766.
- [23] Martino, J. P., “A review of selected advances in technological forecasting”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 70, No. 8, 2003, pp. 719-733.
- [24] Meade, N., “The use of growth curves in forecasting market development—A review and appraisal”, *Journal of Forecasting*, Vol. 3, No. 4, 1984, pp. 429-451.
- [25] Meade, N. and Islam, T., “Forecasting with growth curves: An empirical comparison”, *International Journal of Forecasting*, Vol. 11, No. 2, 1995, pp. 199-215.
- [26] Nguimkeu, P., “A simple selection test between the Gompertz and Logistic growth models”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 88, 2014, pp. 98-105.
- [27] Rai, A., Ravichandran, T., Samaddar, S., “How to Anticipate the Internet’s Global Diffusion”, *Communications of the ACM*, Vol.41, No. 10, 1998, pp. 99-106.
- [28] Rogers, E. M., “Diffusion of innovations”, *Simon and Schuster*, 2010.
- [29] Sood, A., James, G. M., Tellis, G. J., and Zhu, J., “Predicting the path of technological innovation: SAW vs. Moore, Bass, Gompertz and Kryder”, *Marketing Science*, Vol. 31, No. 6, 2012, pp. 964-979.
- [30] Sun, Y. and Yan, X., “An Estimation of the Diffusion of Internet : The Case of Heilongjian Province in China”, *Pacific Asia Conference on Information Systems*, July 2011, 186.
- [31] Turk, T. and Trkman, P., “Bass model estimates for broadband diffusion in European countries”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 79, 2012, pp. 85-96.
- [32] Yamakawa, P., Rees, G. H., Manuel Salas, J., and Alva, N., “The diffusion of mobile telephones : An empirical analysis for Peru”, *Telecommunication Policy*, Vol. 37, No. 6, 2013, pp. 594-606.
- [33] Young, P. and Ord, J. K., “Model Selection and Estimation for Technological Growth Curves”, *International Journal of Forecasting*, Vol. 5, No. 4, 1989, pp. 501-513.

■ 저자소개



민 의 정

한남대학교 문학사와 경영학사를 취득 후 과학기술연합대학원대학교(UST) 과학기술정책 석사과정 중이며, 관심분야는 정보통신 산업분석 및 기술정책·경영

분야이다.



임 광 선

한국전자통신연구원 책임연구원으로 재직 중이며, 고려대 졸업 후, 고려대 경제학 석사, KAIST에서 박사학위(경영과학)를 취득하였고, 주요 관심분야는 정보

통신신산업 분석, 기술정책 분야이다. Technovation, 대외경제연구, E-Business학회 논문지 등 국내외 논문지에 다수의 논문을 발표하였다.