

국내 아날로그와 디지털 이동전화 서비스 가입자 수 예측을 위한 선택 관점의 대체 확산 모형

전덕빈* · 박윤서** · 김선경*** · 박명환**** · 박영선*****

A Choice-Based Substitutive Diffusion Model for Forecasting Analog and Digital Mobile Telecommunication Service Subscribers in Korea

Duk Bin Jun* · Yoon Seo Park** · Seon Kyoung Kim***
Myoung Hwan Park**** · Young Sun Park*****

■ Abstract ■

The telecommunications market is expanding rapidly and becoming more substitutive. In this environment, demand forecasting is very difficult, yet important for both practitioners and researchers. In this paper, we adopt the modeling approach proposed by Jun and Park [6]. The basic premise is that demand patterns result from choice behavior, where customers choose a product to maximize their utility. We apply a choice-based substitutive diffusion model to the Korean mobile telecommunication service market where digital service has completely replaced analog service. In comparison with Bass-type multigeneration models, our model provides superior fitting and forecasting performance. The choice-based model is useful in that it enables the description of such complicated environments and provides the flexibility to include marketing mix variables such as price and advertising in the regression analysis.

Keyword : Telecommunication Market, Marketing Mix Variables, Choice-Based Substitutive Diffusion Model, Multigeneration Model

논문접수일 : 2001년 3월 14일 논문게재확정일 : 2001년 6월 30일

- * KAIST 테크노경영대학원
- ** 전북대학교 경영학부
- *** 삼성전자 반도체 총괄기획팀
- **** 한성대학교 산업공학과
- ***** 서경대학교 경영학과

1. 서론

신규 투자를 필요로 하는 신상품이나 여러가지 요인으로 인하여 변화 가능성이 큰 시장에서는 정확한 수요 예측이 시장의 성패에 큰 영향을 미칠 수 있다. 특히, 새로운 상품의 등장으로 인하여 기존의 시장에 변화를 가져오는 경우에는 기존 상품들과 새로운 상품간의 경쟁이나 대체와 같은 상호 관계를 고려하여야 한다.

Bass[1], Fourt and Woodlock[5], Mansfield[8] 등에 의해 제안되었던 확산 모형들은 단일 신상품의 확산 과정을 설명하는데 이용되어 왔다. 그러나 과거와 달리 대부분의 신상품은 기존의 다른 상품의 수요와 정의 관계 또는 부의 관계 등 다양한 관계를 갖게 된다. Norton and Bass[9], Mahajan and Muller[7], Jun and Park[6]은 기술 혁신 등으로 인하여 새로운 고품질의 상품이 등장하면서 기존의 상품이 대체되어 가는 과정을 모형화한 다세대 확산모형을 제안하였다. 특히, Norton and Bass 모형과 Mahajan and Muller 모형은 기존의 Bass[1] 모형을 확장시킨 형태인 반면에 Jun and Park[6] 모형은 고객의 상품 선택 효용 체계에 기초하여 고객이 다세대 상품들 가운데 특정 상품을 선택하여 구매가 이루어지는 과정을 모형화 하였다. Jun and Park[6]은 신상품의 확산 과정을 설명하고 다세대 상품들의 수요 예측을 위하여 효용을 극대화하는 고객의 선택 행위를 연구하였다. 과거 대부분의 신상품 확산 모형은 소비자 내구재를 대상으로 수요 예측을 하는데 응용되어 온 반면에 서비스 시장에서의 적용은 많이 이루어지지 못하였다. 이에 본 연구에서는 국내 이동전화 서비스 가입자 수 예측을 위하여 Jun and Park[6]의 선택 관점의 다세대 확산 모형을 기초로 상품간의 대체 관계를 고려한 수요 예측 모형을 설명하고 국내 이동전화 서비스 가입자 수 예측, 특히 아날로그 서비스와 디지털 서비스의 대체 현상에 적용한 결과를 보여주고자 한다. 그리고 상품간의 대체 관계를 설명할 수 있는 기존의 Bass 유형의 모형들과 적

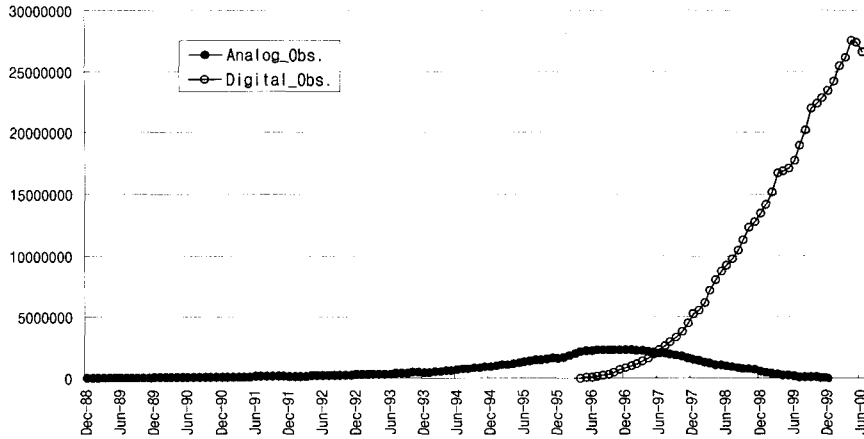
합력 및 예측력을 비교하고자 한다.

2. 선택 관점의 대체 확산 모형 (Choice-Based Substitutive Diffusion Model)

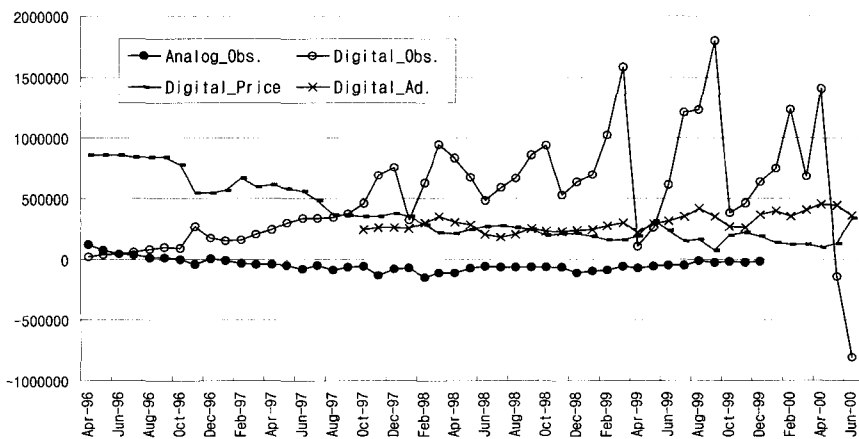
이 절에서는 국내 이동전화 서비스인 아날로그 서비스와 디지털 서비스의 가입자 수 예측을 위하여 Jun and Park[6]의 선택 관점의 대체 확산 모형을 설명한다. <그림 1>의 (a)는 국내 아날로그 서비스와 디지털 서비스(디지털 셀룰러와 PCS 서비스)의 누적 가입자 수를 나타낸 것이다. 디지털 서비스가 시장에 도입된 이후 계속해서 아날로그 서비스 가입자 수가 감소함을 알 수 있다. 실제로 국내 아날로그 서비스는 1999년 12월 국내 이동전화 시장에서 철수될 때까지 디지털 서비스에 의해 시장이 잠식되어 왔다.

τ_1 과 τ_2 를 각각 아날로그 서비스와 디지털 서비스의 시장 도입 시점이라고 하면, $t < \tau_2$ 에서는 디지털 서비스 도입 이전이므로 고객 입장에서 아날로그 서비스에 가입할 것인지 아닌지를 선택하면 된다. 반면에 $t \geq \tau_2$ 에서는 비가입자의 경우 아날로그, 디지털, 비가입 가운데 한가지 대안을 선택하여야 하며, 기존의 아날로그 가입자의 경우 디지털 서비스로 전환할 것인지 여부를 선택하여야 한다. 초기의 높은 가격에도 불구하고 아날로그 서비스를 이용하던 고객들은 이동 통신에 대한 욕구가 비교적 큰 사람들이라고 예상할 수 있다. 반면에 아날로그 서비스에 비해 품질은 좋은 디지털 서비스의 가격은 <그림 1>의 (b)에서 보는 바와 같이 지속적으로 하락하였다. 따라서 디지털 서비스 도입 이후 기존 아날로그 서비스 가입자는 디지털 서비스 가입자로의 전환을 고려할 것이므로 서비스 '해지'는 선택 대안으로서 고려하지 않았다.

먼저, t 시점에 i 번째 비가입자가 이동전화에 가입하지 않을 때 얻게 되는 효용을 식 (1)과 같이 정의하고, k 번째 대안을 선택할 때 얻는 효용을 식 (2)와 같이 정의한다.



(a) 아날로그 서비스와 디지털 서비스의 누적 가입자 수



(b) 아날로그 서비스와 디지털 서비스의 순증 가입자 수 및 디지털 서비스의 가격과 광고비

(가격 단위 : 원, 광고비 단위 : ×10,000원)

〈그림 1〉 국내 아날로그 서비스와 디지털 서비스 가입자 수

$$U_i^{(0,0)} = V_i^{(0,0)} + \epsilon_i^{(0,0)} \quad (1)$$

$$U_i^{(0,k)} = V_i^{(0,k)} + \epsilon_i^{(0,k)}, \quad k = 1, 2 \quad (2)$$

여기서 $k = 1$ 과 $k = 2$ 는 각각 아날로그 서비스와 디지털 서비스 가입을 의미한다. 위 첨자 $(0, k)$ 는 비가입 상태에 있던 사람이 서비스 k 에 가입하는 경우를 나타낸다. 효용에서 V 는 고정항으로 특정 개인과 무관하며 단지 상품의 속성과 관련된 변수들의 효과를 반영하는 부분이고, ϵ 는

오차항으로 개인 속성과 관련된 변수들의 효과를 반영하는 부분이다. 이와 같은 가정은 개인 수준의 의사결정으로부터 전체적으로 수요의 확산 과정을 설명할 수 있도록 통합 가능하게 한다. 반면에 t 시점에 i 번째 아날로그 가입자가 디지털 서비스로 전환할 때 얻는 효용을 식 (3)과 같이 정의한다.

$$U_i^{(1,k)} = V_i^{(1,k)} + \epsilon_i^{(1,k)}, \quad k = 1, 2 \quad (3)$$

이 때 위 첨자 (1, 1)은 아날로그 가입자가 디지털 서비스로 업그레이드하지 않고 그대로 있는 경우를 의미하며, (1, 2)는 디지털 서비스로의 전환을 의미한다. 단일 상품의 확산뿐만 아니라 다세대 상품의 확산 과정을 설명하기 위하여 Jun and Park[6]은 효용의 고정항인 V 를 다음과 같이 정의하였다.

$$\begin{aligned} V_t^{(0,0)} &= c & (4) \\ V_t^{(j,k)} &= q^{(j,k)}(t - \tau_k + 1) + \beta^{(j,k)} X_t^{(k)}, & (5) \\ j &= 0, 1, \quad k = 1, 2 \end{aligned}$$

식 (4)는 비가입 효용의 고정항이 상수로서 확산 기간 동안 크게 변화가 없다고 가정한 것이다. 식 (5)에서 X 는 고객의 효용에 영향을 미치는 변수들을 나타내며 β 는 이 변수들이 효용에 미치는 효과를 결정하는 부분이다. 시간 변수는 다세대 상품들의 확산 효과를 설명한다.

모형을 단순화하기 위하여 오차항들이 서로 독립인 극한값분포(extreme value distribution), 즉 $P(\varepsilon_{it}^{(0,k)} \leq \varepsilon) = P(\varepsilon_{it}^{(0,0)} \leq \varepsilon) = \exp(-e^{-\varepsilon})$ 을 따른다고 가정하면 t 시점에 i 번째 비가입자가 아날로그 서비스나 디지털 서비스에 가입할 확률은 다음 식 (6)과 같이 도출된다(Ben-Akiva and Lerman[2] 참조).

$$\begin{aligned} P_t^{(0,k)} &= \\ &= \frac{\exp(V_t^{(0,k)})}{\exp(V_t^{(0,0)}) + \exp(V_t^{(0,1)}) + \exp(V_t^{(0,2)})} \cdot \\ k &= 1, 2 & (6) \end{aligned}$$

앞에서 설명한 바 있는 V 에 대한 가정에 의하여 위 확률은 모든 개인에게 있어 동일하므로 아래 첨자 i 는 생략되었다. 식 (6)에서 보는 바와 같이 서비스 k 에 가입할 확률은 $V_t^{(0,k)}$ 에 의하여 서비스 k 와 관련된 속성에 의해서 영향을 받는 동시에 다른 서비스와 관련된 속성들에 의해서도 영향

을 받는다. 이와 같은 방법으로 아날로그 서비스 가입자가 디지털 서비스로 전환할 확률을 도출하면 다음 식 (7)과 같다.

$$P_t^{(1,2)} = \frac{\exp(V_t^{(1,2)})}{\exp(V_t^{(1,1)}) + \exp(V_t^{(1,2)})} \quad (7)$$

식 (5)에서 디지털 서비스의 시간 모수 값이 아날로그 서비스의 시간 모수 값보다 크다면, 즉, $q^{(0,2)} > q^{(0,1)}$ 과 $q^{(1,2)} > q^{(1,1)}$ 이 성립한다면 디지털 서비스에 대한 선택 효용은 시간이 지남에 따라 아날로그 서비스 선택 효용보다 빠른 속도로 증가하게 된다. 따라서 식 (6)과 식 (7)로부터 다른 변수들이 크게 변화하지 않는다면 시간이 지날수록 디지털 서비스 선택 확률은 1로 수렴하는 반면에 아날로그 서비스 선택 확률은 0으로 수렴함을 알 수 있다. 예를 들어 식 (7)의 분모와 분자를 $\exp(V_t^{(1,2)})$ 로 나누면 확률 $P_t^{(1,2)}$ 는 1로 가까이 간다. 이와 같은 경우 디지털 서비스는 아날로그 서비스를 완전 대체한다고 할 수 있다.

M_t 를 t 시점에서의 전체 시장의 포화수준이라고 하면 신규 서비스가 시장에 출현함으로써 포화 시장이 변화할 수 있다. 따라서 M_t 를 다음과 같이 정의한다.

$$M_t = M_k, \quad \tau_k \leq t < \tau_{k+1} \quad (8)$$

여기서 τ_k 는 서비스 k 의 시장 진입시점을 나타낸다. 경우에 따라서 신규 서비스가 시장에 진입한 이후에도 포화 시장이 변화하지 않을 수 있다. $t-1$ 시점까지 전체 누적 가입자 수를 Y_{t-1} 라 하면 t 시점에 비가입자 수는 $(M_t - Y_{t-1})$ 이 된다. 비가입자들간의 독립적 의사결정을 가정하면, t 시점에 서비스 k 에 가입하는 신규 가입자 수 $Z_t^{(0,k)}$ 는 다음 식 (9)와 같이 확률 $P_t^{(0,k)}$ 를 가지는 다항 분포(multinomial distribution)를 따른다고 할 수 있다.

$$\begin{aligned} &(Z_t^{(0,1)}, Z_t^{(0,2)}) \\ &\sim MN(M_t - Y_{t-1}, P_t^{(0,1)}, P_t^{(0,2)}) \end{aligned} \quad (9)$$

따라서 t 시점에 서비스 k 에 가입하는 신규 가입자 수의 기대값은 다음과 같다.

$$E[Z_t^{(0,k)}] = (M_t - Y_{t-1}) P_t^{(0,k)}, \quad k = 1, 2 \quad (10)$$

반면에 아날로그 가입자들간의 독립적 의사결정을 가정하고, $t-1$ 시점에 아날로그 서비스 전체 가입자 수를 $Y_{t-1}^{(1)}$ 라고 하면 t 시점에 디지털 서비스로의 신규 전환 가입자 수 $Z_t^{(1,2)}$ 는 다음 식 (11)과 같이 확률 $P_t^{(1,2)}$ 를 가지는 다항 분포(multinomial distribution)를 따른다고 할 수 있다.

$$(Z_t^{(1,2)}) \sim Bin(Y_{t-1}^{(1)}, P_t^{(1,2)}) \quad (11)$$

따라서 t 시점에 아날로그 서비스에서 디지털 서비스로 전환하는 신규 전환 가입자 수의 기대값은 다음과 같다.

$$E[Z_t^{(1,2)}] = Y_{t-1}^{(1)} P_t^{(1,2)} \quad (12)$$

위 결과를 이용하면 아날로그 서비스와 디지털 서비스의 순증 모형을 다음과 같이 정리할 수 있다. $\tau_1 \leq t < \tau_2$ (디지털 서비스 시장 진입 이전)

$$E[S_t^{(1)}] = (M_1 - Y_{t-1}) \frac{\exp(V_t^{(0,1)})}{\exp(V_t^{(0,0)}) + \exp(V_t^{(0,1)})} \quad (13)$$

$t \geq \tau_2$ (디지털 서비스 시장 진입 이후)

$$\begin{aligned} E[S_t^{(1)}] = &(M_2 - Y_{t-1}) \frac{\exp(V_t^{(0,1)})}{\exp(V_t^{(0,0)}) + \exp(V_t^{(0,1)})} \\ &+ \frac{\exp(V_t^{(0,1)})}{\exp(V_t^{(0,2)})} \\ &- Y_{t-1}^{(1)} \frac{\exp(V_t^{(1,2)})}{\exp(V_t^{(1,1)}) + \exp(V_t^{(1,2)})} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E[S_t^{(2)}] = &(M_2 - Y_{t-1}) \frac{\exp(V_t^{(0,2)})}{\exp(V_t^{(0,0)})} \\ &+ \frac{\exp(V_t^{(0,2)})}{\exp(V_t^{(0,1)}) + \exp(V_t^{(0,2)})} \\ &+ Y_{t-1}^{(1)} \frac{\exp(V_t^{(1,2)})}{\exp(V_t^{(1,1)}) + \exp(V_t^{(1,2)})} \end{aligned} \quad (14)$$

이 때, $Y_t^{(k)} = Y_{t-1}^{(k)} + S_t^{(k)}$, $k = 1, 2$ 이고 $Y_t = Y_t^{(1)} + Y_t^{(2)}$ 이다. 식 (14)에서 $V_t^{(0,0)}$, $V_t^{(0,1)}$ 은 식 (13)의 $V_t^{(0,0)}$, $V_t^{(0,1)}$ 과 다를 수 있다. 이는 디지털 서비스의 도입 이전과 이후로 고객이 느끼는 효용이 변화할 수 있음을 의미한다.

3. 응용사례 : 국내 아날로그 서비스와 디지털 서비스 시장

국내 이동전화 서비스 시장에서 아날로그 서비스는 1984년 4월, 디지털 서비스는 1996년 4월에 서비스가 개시되었다. 이 절에서는 1989년 12월부터 1999년 12월까지의 아날로그 서비스와 디지털 서비스의 월별 가입자 수 자료에 앞 절에서 설명한 선택 관점의 대체 확산 모형을 적용하고자 한다. 전체 자료 가운데 마지막 6개월 자료는 다른 모형들과의 예측력을 비교하기 위하여 추정에서 제외하였다.

본 연구에서는 모수 추정을 위하여 SAS의 Model 프로시저의 비선형 최소 자승법(Nonlinear Least Square method)을 사용하였다. <표 1>은 선택 관점의 대체 확산 모형과 Bass 유형의 다세대 모형인 Norton and Bass 모형, Mahajan and Muller 모형의 추정 결과를 정리한 것이다. 추정에 이용된 선택 관점의 대체 확산 모형의 구체적인 효용 함수 형태는 다음과 같다.

〈표 1〉 국내 아날로그 서비스와 디지털 서비스의 대체 모형 추정결과

모형	모수	추정치	Approx. Std. Error	Approx. Prob. > t
선택 관점의 대체 확산 모형	c	13.4897	1.0130	0.0001
	$q^{(0,1)}$	0.0573	0.0075	0.0001
	\hat{c}	2.5705	0.6789	0.0002
	$q^{(0,1)}$	-0.0136	0.0052	0.0096
	$q^{(0,2)}$	0.0589	0.0227	0.0106
	$\beta_p^{(0,2)}$	-8.6303E-6	1.1587E-6	0.0001
	$q^{(1,1)}$	0.0126	0.0021	0.0001
	$q^{(1,2)}$	0.0220	0.0105	0.0375
	$\beta_p^{(1,2)}$	-1.1451E-6	3.7770E-7	0.0030
	$\beta_a^{(1,2)}$	1.3600E-7	2.7008E-8	0.0001
M_1	21,922,256	1,927,933	0.0001	
Norton and Bass 모형	p_1	8.3549E-8	6.8891E-8	0.2275
	q_1	0.1081	0.0072	0.0001
	p_2	0.0021	0.0001	0.0001
	q_2	0.1455	0.0024	0.0001
	M_1	2,298,449	55,469	0.0001
	M_2	19,017,608	283,653	0.0001
Mahajan and Muller 모형	p_1	0 ^a	-	-
	q_1	0.0857	0.0044	0.0001
	p_2	0 ^a	-	-
	q_2	1.1808	0.1645	0.0001
	α	0.7605	0.0377	0.0001
	$M_1 = M_2^a$	30,183,709	2,388,843	0.0001
모형	R^2			
	아날로그 서비스	디지털 서비스	전체	
선택 관점의 대체 확산 모형	0.6658	0.7566	0.8635	
Norton and Bass 모형	0.4455	0.6368	0.8329	
Mahajan and Muller 모형	0.6208	0.5688	0.8100	

주) a 추정치의 부호와 수렴을 위하여 필요한 제약식임.

$\tau_1 \leq t < \tau_2$ (디지털 서비스 시장 진입 이전)

$$E[S_t^{(1)}] = (M_1 - Y_{t-1}^{(1)}) \frac{\exp(q^{(0,1)}(t - \tau_1 + 1))}{\exp(c) + \exp(q^{(0,1)}(t - \tau_1 + 1))} \quad (15)$$

$t \geq \tau_2$ (디지털 서비스 시장 진입 이후)

$$E[S_t^{(1)}] = (M_1 - Y_{t-1}^{(1)} - Y_{t-1}^{(2)}) \frac{\exp(q^{(0,1)}(t - \tau_1 + 1))}{\exp(c) + \exp(q^{(0,1)}(t - \tau_1 + 1))} + \frac{\exp(q^{(0,1)}(t - \tau_1 + 1))}{\exp(q^{(0,2)}(t - \tau_2 + 1) + \beta_p^{(0,2)}x_{tp}^{(2)})} - Y_{t-1}^{(1)} \frac{\exp(q^{(1,2)}(t - \tau_2 + 1))}{\exp(q^{(1,1)}(t - \tau_1 + 1))} + \frac{\beta_p^{(1,2)}x_{tp}^{(2)} + \beta_a^{(1,2)}x_{ta}^{(2)}}{\exp(q^{(1,2)}(t - \tau_2 + 1))} + \frac{\beta_a^{(1,2)}x_{ta}^{(2)}}{\beta_p^{(1,2)}x_{tp}^{(2)} + \beta_a^{(1,2)}x_{ta}^{(2)}}$$

$$E[S_t^{(2)}] = (M_1 - Y_{t-1}^{(1)} - Y_{t-1}^{(2)}) \frac{\exp(q^{(0,2)}(t - \tau_2 + 1) + \beta_p^{(0,2)}x_{tp}^{(2)})}{\exp(c) + \exp(q^{(0,1)}(t - \tau_1 + 1))} + \frac{\exp(q^{(0,2)}(t - \tau_2 + 1) + \beta_p^{(0,2)}x_{tp}^{(2)})}{\exp(q^{(0,2)}(t - \tau_2 + 1) + \beta_p^{(0,2)}x_{tp}^{(2)})} + Y_{t-1}^{(1)} \frac{\exp(q^{(1,2)}(t - \tau_2 + 1))}{\exp(q^{(1,1)}(t - \tau_1 + 1))} + \frac{\beta_p^{(1,2)}x_{tp}^{(2)}}{\exp(q^{(1,2)}(t - \tau_2 + 1))} + \frac{\beta_a^{(1,2)}x_{ta}^{(2)}}{\beta_p^{(1,2)}x_{tp}^{(2)} + \beta_a^{(1,2)}x_{ta}^{(2)}} \quad (16)$$

여기서 $x_{tp}^{(2)}$ 와 $x_{ta}^{(2)}$ 는 각각 디지털 서비스의 가

격(단위 : 원)과 광고비(단위 : ×1,000원)을 나타낸다. 식 (16)에서 보는 바와 같이 선택 관점의 대체 모형에서는 가격과 광고비와 같은 외생 변수가 포함된 반면에 비교 대상이 되는 Bass 유형의 대체 모형들에는 외생 변수가 고려되지 않았다(Norton and Bass 모형과 Mahajan and Muller 모형은 부록 참조). <표 1>에서 보는 바와 같이 선택 관점의 대체 모형의 모수 추정치들은 모두 유의수준 5%에서 통계적으로 유의하다. 디지털 서비스의 시간 모수 값은 아날로그 서비스의 시간 모수 값보다 크게 추정이 되었다(식 (16)에서 $q^{(0,2)} > q^{(0,1)}$, $q^{(1,2)} > q^{(1,1)}$). 이 결과로부터 디지털 서비스의 선택 확률은 1로 수렴하여 아날로그 서비스를 완전 대체한다고 할 수 있다. 특히, $q^{(0,1)}$ 의 추정치는 음수로서 디지털 서비스가 시장에 도입된 이후 비가입자가 아날로그 서비스에 가입할 때 얻는 효용은 시간이 지남에 따라 감소함을 알 수 있다. 식 (15)와 식 (16)에서 보는 바와 같이 포화시장은 디지털 도입 이전과 이후로 변화하지 않는 것으로 추정하였다(추정치가 수렴하기 위해 필요한 제약식임). Norton and Bass 모형과 Mahajan and Muller 모형의 추정 결과 대부분의 추정치가 5%에서 유의하였다. <표 1>에서 보는 바와 같이 Mahajan and Muller 모형에서는 추정치의 부호와 수렴을 위하여 p_1 과 p_2 는 0으로 고정하고 포화시장인 M_1 과 M_2 는 동일하게 가정하였다. 적합력을 비교하기 위하여 각 모형의 R^2 를 계산한 결과 선택 관점의 대체 확산 모형의 적합력이 가장 우수함을 알 수 있다.

<표 2>의 (a)는 주어진 모형들의 예측력을 비교하기 위하여 1999년 7월부터 12월까지 6개월 간의 예측치를 사용하여 MAD(mean absolute deviation)와 MAPE(mean absolute percent error)를 계산한 결과이다. 선택 관점의 대체 모형이 가장 작은 값을 보임을 알 수 있다. <표 2>의 (b)는 모형간 예측력의 통계적인 비교를 하기 위하여 en-

〈표 2〉 국내 아날로그 서비스와 디지털 서비스의 예측 결과

(a) 1999년 7월부터 12월까지의 예측오차에 대한 MAD와 MAPE

		선택 관점의 대체 확산 모형	Norton and Bass 모형	Mahajan and Muller 모형
아날로그 서비스	MAD	68,936	79,659	215,924
	MAPE	264.5712	473.8836	792.2214
디지털 서비스	MAD	2,638,101	3,660,539	2,900,005
	MAPE	272.8144	325.4020	264.4007

(b) Encompassing test 결과($E_{ot} = \theta_0 + \theta_1 F_{ot} + \eta_t$ 에서 θ_1 의 추정치의 p 값)

			예 측 치 F_{ot}		
			선택 관점의 대체 확산 모형	Norton and Bass 모형	Mahajan and Muller 모형
아날로그 서비스	예측 오차 E_{ot}	선택 관점의 대체 확산 모형	-	0.5429	0.2542
		Norton and Bass 모형	0.4917	-	0.5855
		Mahajan and Muller 모형	0.3377	0.0309**	-
디지털 서비스	예측 오차 E_{ot}	선택 관점의 대체 확산 모형	-	0.4117	0.6248
		Norton and Bass 모형	0.0102**	-	0.6766
		Mahajan and Muller 모형	0.0038***	0.1725	-

주) * $p < .10$, ** $p < .15$, *** $p < .01$

compassing test를 수행한 결과이다. Encompassing test에서 모형 ν 가 설명할 수 없는 부분을 모형 ω 가 설명할 수 없는 반면에 모형 ω 가 설명할 수 없는 부분을 모형 ν 가 설명할 수 있다면, 모형 ω 보다 모형 ν 가 통계적으로 우수하다고 볼 수 있다(Donaldson and Kamstra[4]). Encompassing test에 대해 간단히 설명하면 다음과 같다.

$$E_{ot} = \theta_0 + \theta_1 F_{ot} + \eta_t \quad (17)$$

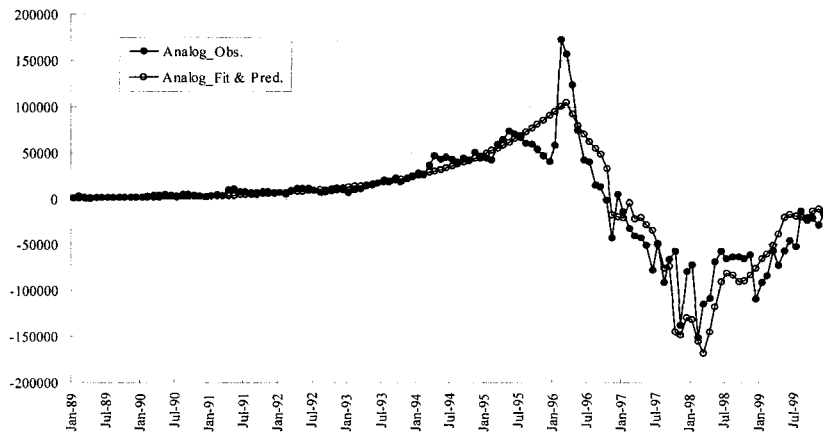
$$E_{ot} = \theta'_0 + \theta'_1 F_{ot} + \eta'_t \quad (18)$$

식 (17)과 식 (18)에서 E_{ot} 와 E_{ot} 는 각각 모형

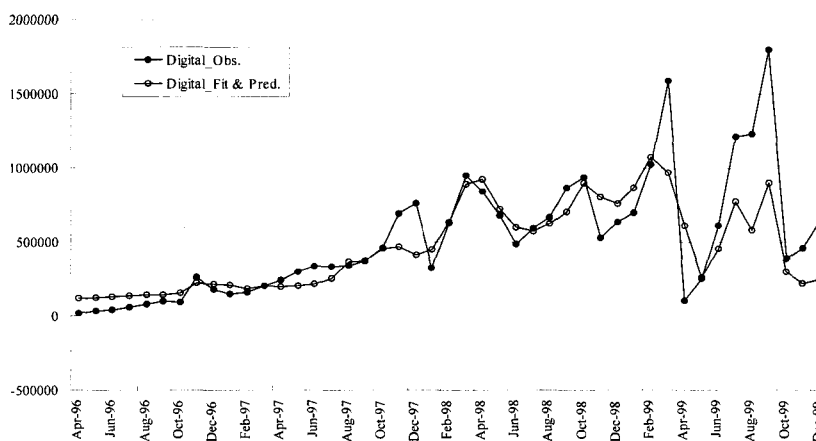
ν 와 ω 의 예측 오차를 나타내며 F_{ot} 와 F_{ot} 는 각각 모형 ν 와 ω 의 예측치를 나타낸다. 위 두 회귀식의 추정결과 θ_1 의 추정치는 유의하지 않고 θ'_1 의 추정치가 유의하다면 모형 ν 가 모형 ω 를 encompass한다고 한다. 반대로 θ'_1 의 추정치는 유의하지 않지만 θ_1 의 추정치가 유의하다면 모형 ω 가 모형 ν 를 encompass한다고 한다. 그러나 두 모수의 추정치가 모두 유의하거나 또는 모두 유의하지 않다면 두 모형간의 관계를 설명할 수 없다. 〈표 2〉의 (b)는 비교 대상이 되는 세 모형들의 모든 가능한 ν - ω 쌍에 대해 회귀식을 추정한 후 θ_1 추정치의 p 값을 정리한 것이다. 예를 들면 디지털 서

비스에 있어서 Norton and Bass 모형의 행과 선택 관점의 대체 모형의 열이 만나는 셀에 있는 p 값, 0.0102는 선택 관점의 대체 모형의 예측치가 Norton and Bass 모형의 예측 오차를 5% 수준에서 설명할 수 있음을 의미한다. 반대로 Norton and Bass 모형의 열과 선택 관점의 대체 모형의 행이 만나는 셀에 있는 0.4117은 Norton and Bass 모형의 예측치가 선택 관점의 대체 모형의 예측 오차를 설명하지 못함을 의미한다. 이 결과로부터 선택 관점의 대체 모형은 Norton and Bass 모형을

5% 수준에서 encompass한다고 할 수 있다. 전체적인 encompassing test 결과 예측력 측면에서 선택 관점의 대체 모형이 다른 Bass 유형의 모형들보다 통계적으로 우수하다고 할 수 있다. 반면에 아날로그 서비스의 경우에는 특히 선택 관점의 대체 모형과 다른 모형들과의 비교에서 p값들이 모두 유의하지 않아 이 방법으로는 통계적으로 우열을 설명할 수 없다. <그림 2>는 각 서비스의 순증 가입자 수와 선택 관점의 대체 확산 모형으로부터 도출된 적합치 및 예측치를 나타낸 것이다.

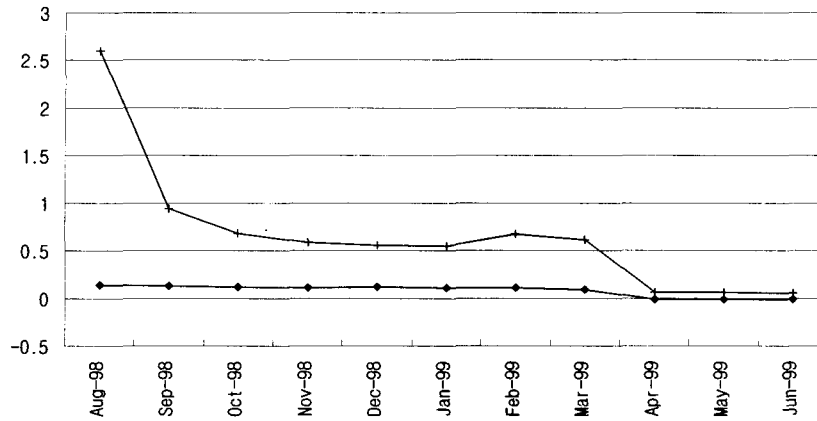


(a) 아날로그 서비스

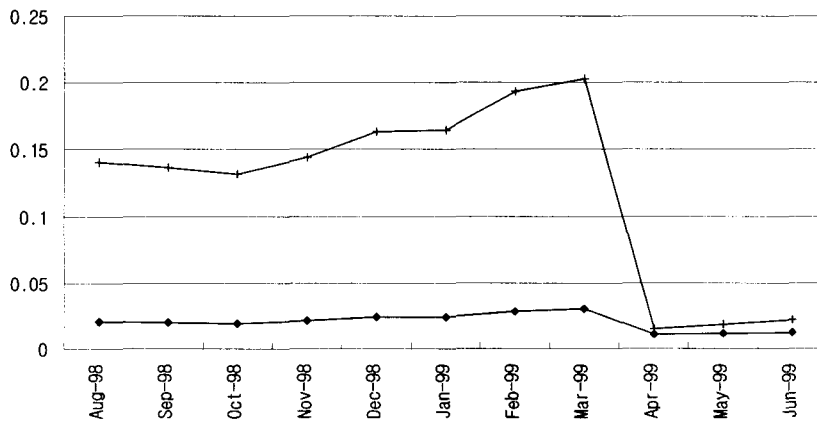


(b) 디지털 서비스

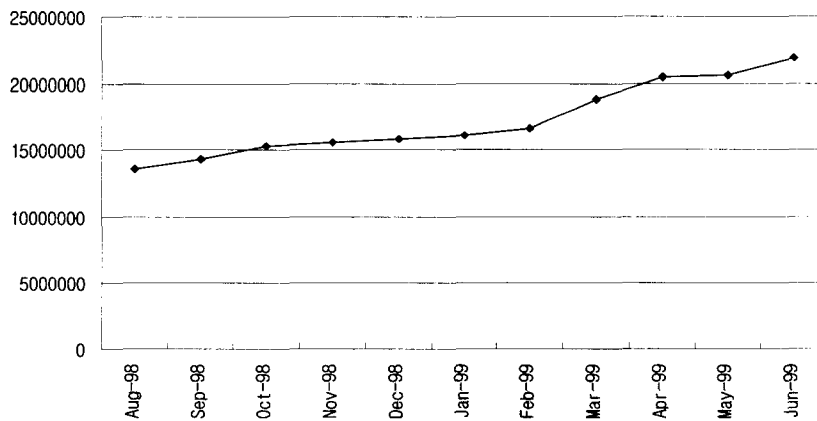
<그림 2> 국내 아날로그 서비스와 디지털 서비스 순증 가입자 수(실측치와 선택 관점의 대체 확산 모형의 적합치 및 예측치)



(a) $q^{(0,1)}$ 과 $q^{(0,2)}$ 의 추정치의 변화 ($q^{(0,2)} > q^{(0,1)}$)



(b) $q^{(1,1)}$ 과 $q^{(1,2)}$ 의 추정치의 변화 ($q^{(1,2)} > q^{(1,1)}$)



(c) 포화시장 M_1 의 변화

<그림 3> 관측치 개수의 변화에 따른 선택 관점의 대체 확산 모형의 추정치의 변화

Bass 모형을 비롯한 많은 확산 모형에서 안정적인 모수 추정치를 얻기 위해서는 충분한 시계열 자료가 있어야 함은 잘 알려진 사실이다. 예를 들어 Van den Bulte and Lilien(1997)은 Bass 모형의 NLS(Nonlinear Least Square) 추정치가 추정에 사용된 관측치 개수의 증가에 따라 변화함을 보였다. 본 연구에서 제안한 선택 관점의 대체 확산 모형도 이와 같은 문제는 발생할 수 있다. 참고로 <그림 3>은 본 논문에서 제안한 선택 관점의 대체 확산 모형에서 시간 모수와 포화 시장의 추정치가 관측치 개수의 증가에 따라서 어떻게 변화하는지를 나타낸 것이다. 가로축은 추정에 사용된 마지막 자료의 시점을 나타낸 것이다. 앞에서 언급한 바와 같이 모수 추정치가 추정에 사용된 표본의 크기에 따라 변화함에도 불구하고, 아날로그 서비스가 디지털 서비스에 의해 대체되어 가는 현상을 설명할 수 있는 $q^{(0,2)} > q^{(0,1)}$ 와 $q^{(1,2)} > q^{(1,1)}$ 의 관계는 계속해서 유지됨을 알 수 있다. 반면에 포화 시장은 추정에 사용된 관측치 개수가 증가함에 따라 지속적으로 증가함을 알 수 있다.

4. 결 론

국내 이동전화 서비스 시장은 새로운 기술의 발달로 보다 고품질의 서비스가 등장하고 서비스 가격은 지속적으로 하락하는 추세에 있다. 따라서 기존의 서비스가 새로운 서비스에 의해 시장이 잠식되는 현상을 쉽게 관찰할 수 있다. 이와 같은 서비스간의 상호 연관관계를 고려한 수요 예측은 사업자의 마케팅 전략 수립과 수행에 있어서 매우 중요한 작업이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 기존의 확산 모형과 달리 '고객은 개인에게 주어진 한정된 자원을 가지고 자신의 효용을 극대화하는 특정 대안을 선택한다'는 가정을 한다. 따라서 개인은 서비스 시장에 존재하는 여러가지 서비스 가운데 효용을 가장 크게 얻을 수 있는 서비스에 가입하게 된다. 선택 관점의 대체 확산 모형은 이와 같은 고객의 선택 행위에 기초

를 두고 대체 관계에 있는 서비스들의 확산 과정을 설명하고자 하였다. 선택 관점의 대체 확산 모형을 국내 이동전화 서비스, 특히 아날로그 서비스와 디지털 서비스 시장에 적용한 결과 기존의 Bass 유형의 모형들에 비해 적합력과 예측력 측면에서 우수함을 알 수 있었다.

선택 관점의 확산 모형은 기존의 Bass 유형의 모형들에 비해 대체 및 경쟁 상황이 혼재되어 있는 복잡한 시장 상황을 설명하는데 유용하게 활용될 수 있다. 또한 기존의 회귀분석에서와 같이 고객이 대안을 선택할 때 영향을 미치는 서비스의 속성, 예를 들면 서비스 가격이나 광고비와 같은 마케팅 변수들을 모형에 유동적으로 포함시킬 수 있다는 점에서 장점이 있다.

참 고 문 헌

- [1] Bass, F.M., "A new product growth model for consumer durables," *Management Science*, Vol.15(1969), pp.215-227.
- [2] Ben-Akiva, M., and S.R., Lerman, *Discrete choice analysis: Theory and applications to travel demand*. MIT Press, 1985.
- [3] Bulte, C.V. and G.L., Lilien, "Bias and Systematic Change in the Parameter Estimates of Macro-Level Diffusion Models," *Marketing Science*, Vol.16(1997), pp.338-353.
- [4] Donaldson, R.G. and M., Kamstra, "Forecast combining with Neural Networks," *Journal of Forecasting*, Vol.15, No.1(1996), pp.49-61.
- [5] Fourt, L.A., and J.W., Woodlock, "Early prediction of market success for grocery products," *Journal of Marketing*, Vol.25(1960), pp.31-38.
- [6] Jun, D.B., and Y.S., Park, "A choice-based diffusion model for multiple generations of products," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.61(1999), pp.45-58.
- [7] Mahajan, V., and E., Muller, "Timing, diffu-

- sion, and substitution of successive generations of technological innovations : The IBM mainframe case," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.51(1996), pp.109-132.
- [8] Mansfield, E., "Technical change and the rate of imitation," *Econometrica*, Vol.29(1961), pp.741-746.
- [9] 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, No.9(1987), pp.1069-1086.

[부 록]

Bass[1] 모형은 단일 상품의 확산모형으로 잘 알려진 모형으로서 다음과 같은 식으로 정리된다.

$$S_t = (p + q \frac{Y_{t-1}}{M})(M - Y_{t-1}) \quad (1)$$

$$Y_t = F(t - \tau_1) M,$$

$$F(t - \tau_1) = \frac{1 - \exp(-(p+q)(t - \tau_1 + 1))}{1 + \frac{q}{p} \exp(-(p+q)(t - \tau_1 + 1))} \quad (2)$$

이 때 τ_1 은 신상품의 도입 시점이며 Y_t 는 t 시점의 누적 판매량, $S_t = Y_t - Y_{t-1}$ 로서 $(t-1, t)$ 사이에 판매된 신규 판매량을 나타낸다. M 은 포화 시장, p 는 혁신계수, q 는 모방계수라고 한다.

Norton and Bass[9]와 Mahajan and Muller[7]은 이와 같은 Bass 모형을 기반으로 다세대 상품의 확산 과정을 설명하는 모형을 제안하였다.

1) Norton and Bass model

$\tau_1 \leq t < \tau_2$ (두 번째 세대의 상품 도입 이전)

$$Y_t^{(1)} = F_1(t - \tau_1) M_1 \quad (3)$$

$t \geq \tau_2$ (두 번째 세대의 상품 도입 이후)

$$Y_t^{(1)} = F_1(t - \tau_1) M_1 [1 - F_2(t - \tau_2)],$$

$$Y_t^{(2)} = F_2(t - \tau_2) [M_2 + F_1(t - \tau_2) M_1] \quad (4)$$

이 때,

$$F_k(t - \tau_k) = \frac{1 - \exp(-(p_k + q_k)(t - \tau_k + 1))}{1 + \frac{q_k}{p_k} \exp(-(p_k + q_k)(t - \tau_k + 1))}$$

이고, M_1 은 두 번째 세대 상품 도입 이전의 포화 시장, M_2 는 두 번째 세대 상품만의 포화 시장을 나타낸다.

2) Mahajan and Muller model

$\tau_1 \leq t < \tau_2$ (두 번째 세대의 상품 도입 이전)

$$S_t^{(1)} = (p_1 + q_1 \frac{Y_{t-1}^{(1)}}{M_1})(M_1 - Y_{t-1}^{(1)}) \quad (5)$$

$t \geq \tau_2$ (두 번째 세대의 상품 도입 이후)

$$S_t^{(1)} = (1 - \alpha) (p_1 + q_1 \frac{Y_{t-1}}{M_2})(M_2 - Y_{t-1})$$

$$- \alpha (p_2 + q_2 \frac{Y_{t-1}^{(2)}}{M_2}) Y_{t-1}^{(1)}$$

$$S_t^{(2)} = \alpha (p_1 + q_1 \frac{Y_{t-1}}{M_2})(M_2 - Y_{t-1})$$

$$+ \alpha (p_2 + q_2 \frac{Y_{t-1}^{(2)}}{M_2}) Y_{t-1}^{(1)} \quad (6)$$

이 때, $Y_t^{(k)} = Y_{t-1}^{(k)} + S_t^{(k)}$, $k = 1, 2$ 이고 $Y_t = Y_t^{(1)} + Y_t^{(2)}$ 이다. M_1 과 M_2 는 각각 두 번째 세대 상품 도입 이전과 이후의 전체 포화시장을 나타낸다.