

종속적 신상품의 수요확산모형: 무선인터넷 사례를 중심으로¹⁾

박 윤 서
전북대학교 경영학부

Abstract

Peterson and Mahajan(1978)은 Bass모형을 확장한 종속적 신상품 수요확산모형(contingent diffusion model)을 처음으로 제안하였다. Peterson and Mahajan(1978)이 명명한 상품간의 종속적(contingent) 관계란, 주 상품의 경우는 다른 상품에 독립적이지만 종속적 상품(contingent product)의 경우는 잠재시장이 주 상품의 누적 구매자 수에 의존하는 경우를 말한다. 그런데 Peterson and Mahajan이 제안한 기존 모형은 실질적 활용에 있어서 모형 추정이 불가능하다는 단점을 지니고 있을 뿐만 아니라, Bass(1969) 모형처럼 엄밀한 확률이론에 근간을 둔 모형이라기보다는 직관과 통찰력에 근간을 둔 Bass모형의 단순한 확장 모형이라는 한계를 지니고 있다.

본 연구는 이러한 한계를 극복하고 확률이론을 바탕으로 종속적 관계를 가지는 상품들에 대한 수요 확산모형을 개발하는데 목적이 있다. Bass의 신상품확산모형은 hazard 함수 모형의 일종으로 신상품의 확산을 혁신과 구전효과로 설명한 과학적 모형이다. 본 연구에서는 확률이론을 활용함으로써 이러한 Bass의 hazard 함수 모형의 확산이 가능함을 보이고, 이를 토대로 종속적 관계에 있는 신상품들에 대한 수요 확산모형을 개발하였다. 또한 개발된 모형을 한국의 이동전화와 무선인터넷 사례에 적용하여 실증 분석을 수행하였다.

I. 서론

기술적 혁신 상품의 수요를 이해하고 수요를 예측하기 위해서 가장 널리 이용되어온 모형은 Bass(1969)의 신상품 확산모형(Diffusion Model)이다. 시장에서 성공한 신상품의 누적 수요성장은 주로 S자 형태를 가지며 이러한 현상을 설명하기 위해서 Bass는 신상품의 신규 확산과정을 잠재시장규모(Market Potential), 혁신계수(Innovation Coefficient) 및 모방계수(Imitation Coefficient)를 이용하여 설명하고 있다. 이러한 Bass 모형은 신상품의 신규 확산과정을 잠재시장규모, 혁신효과 및 모방효과 등을 이용하여 이론적으로 설명함으로써 기존의 모형들이 신상품의 확산과정을 단순히 모형 적합하는데 머물고 있었던 한계

를 극복하였다는 점에서 큰 의의를 지니고 있는 모형이다.

한편, Bass의 기본모형은 한 혁신의 확산은 다른 혁신들에 대해 독립적이라고 가정하고 있다. 즉 한 혁신의 채택이 또 다른 혁신의 채택을 보완, 대체, 감소, 증가시키지 않는다는 것이다. 그러나 현실적으로 신상품의 도입 시 그 시장 안에는 이미 다른 상품들이 존재하므로 신상품은 다른 상품들로부터 긍정적이던 부정적이던 간에 영향을 받게 된다(박홍수, 하영원 1997, p.356). 그러므로 서로 연관관계가 있는 상품들 간의 상호 연관관계를 고려하지 않으면 신상품의 수요를 정확히 예측할 수 없다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 Bass 모형을 확장한 여러 연구들이 최근에 이루어지기 시작하였다. 그러나 대부분의 연구들은 주로 경쟁이나 대체관계에 초점이 맞추어져 왔다.

반면에 상품간에 종속적(contingent) 관계에 있는 경우는 많은 연구가 이루어지지 않고 있다. Peterson and Mahajan(1978)이 명명한 상품간의 종속적(contingent) 관계란, 주 상품의 경우는 다른 상품에 독립적이지만 종속적 상품(contingent product)의 경우는 잠재시장이 주 상품의 누적 구매자 수에 의존하는 경우를 말한다. 이러한 관계는 흔히 하드웨어와 소프트웨어의 관계에서 잘 나타나고 있다. 대표적인 예로서는 비디오 카세트와 비디오 테이프, 컴퓨터와 플로피 디스켓, 카메라와 필름, 컴퓨터와 PC 게임 소프트웨어 등등 우리 주위에 얼마든지 존재한다(Bayus, Kim, Shocker 2000).

Peterson and Mahajan(1978)은 Bass모형을 확장하여 이러한 종속적 신상품의 수요확산모형(contingent diffusion model)을 처음으로 제안하였다. 그러나 Peterson and Mahajan 모형은 다음 절에서 언급하는 바와 같이 실질적 활용에 있어서 모형 추정이 불가능하다는 단점을 지니고 있을 뿐만 아니라, Bass 모형처럼 엄밀한 확률이론에 근간을 둔 모형이라기보다는 직관과 통찰력에 근간을 둔 Bass모형의 단순한 확장 모형으로 이론적 근거가 부족한 모형이라는 한계를 가지고 있다.

본 연구는 확률이론을 바탕으로 종속적 관계를 가지는 상품들에 대한 수요 확산모형을 개발하는데 목적이 있다. Bass의 신상품모형은 hazard 함수 모형의 일종으로 신상품의 확산을 혁신과 구전효과로 설명한 모형이다. 본 연구에서는 몇 가지 확률이론을 활용함으로써 Bass의 hazard 함수 모형을 확장할 수 있고, 종속적 관계를 설명하는 신상품 수요 모형의 개발이 가능하다는 것을 보이고자 한다.

II. 이론적 배경

성장곡선모형(Growth Curve Model) 또는 확산모형(Diffusion Model)은 한 상품이 시장에 소개되어 신규 구매자가 수가 성장해 가는 과정(상품의 라이프사이클 판매)을 적은 수의 모수를 이용하여 모형화 하는 방법이다. 일반적으로 신상품의 신규 구매자 수는 신상품이 도입된 초기에는 적었다가 시간이 지남에 따라 지속적으로 증가하게 되

1) 이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음 (KRF-2004-003-B00087)

며 일정 시점이 지나면서 판매가 정점을 지나 감소하는 종모양의 형태를 보인다. 이에 따라 누적 구매자 수는 'S'자 모양으로 잠재 시장 규모에 접근하게 된다.

신상품 확산모형 중 널리 알려진 모형으로는 Logistic(1961) 성장 모형, Gompertz 모형, Fourt & Woodlock(1960)모형, Bass(1969)모형 등이 있다. 이들 모형들은 모두 누적 신규 구매자 수가 'S'자 모양으로 성장하는 형태의 모형이다. 특히 Bass(1969) 모형은 신상품 확산모형 중 가장 널리 사용되는 모형으로 Bass가 기본 모형을 제시한 이후 현재까지 많은 변형 모형들이 개발되었으며, 다양한 종류의 소비 내구재 수요 예측에 널리 적용되어 온 모형이다. 본 연구 내용의 이해를 위해서는 Bass 모형에 대한 이해가 필요하므로 아래에 간략히 소개하고자 한다.

Bass 모형은 비교적 덜 빈번하게 구매되는 제품(또는 서비스)의 초기 구매가 이루어지는 과정을 모형화한 것으로, 다음과 같이 현재 시점까지 구매하지 않은 개인이 현재 시점에 구매할 확률(Hazard rate)을 이전까지 제품을 구매한 누적구매자 수의 선형 함수로 모형화 한다.

$$\Pr(T = t / T \geq t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)} \\ \equiv p + q F(t) = p + q \frac{Y(t)}{m}$$

T : 상품 구매 시점,

$f(t)$: t 시점에 신규 구매가 일어날 확률,

$F(t)$: t 시점 이전에 신규 구매가 일어났을 확률,

$$F(t) = \int_0^t f(s) ds$$

$Y(t)$: t 시점 이전까지의 누적 구매자 수,

m : 잠재 시장의 규모(Market Potential),

p : 혁신 계수(Innovation Coefficient),

q : 모방 계수(Imitation Coefficient)

즉, t 시점 이전까지 제품을 구매하지 않고 있던 잠재적 구매자 개인이 t 시점에 그 제품을 구매할 확률은 구매자 개인의 '혁신 성향(p)'과 '잠재 시장 규모에 대한 기존 구매자의 비율($Y(t)/m$)의 모방 성향(q) 배'의 합이다.

Bass(1969)모형은 이러한 신규 구매의 확산 과정을 '잠재 시장의 규모'와 구매 행위의 내적, 외적 영향을 나타내는 혁신 계수나 모방 계수 등의 '확산 계수'를 모수로 하여 나타낸다. 혁신 계수에 의한 구매 효과를 '혁신 효과' 또는 '외부적 효과'라 하고, 모방 계수와 현재 시점의 포화율의 곱에 의한 구매 효과를 '모방 효과' 또는 '내부적 효과'라 한다. 혁신 계수는 그 상품의 일반적 속성 및 광고와 장기적 정책에 의한 인지 등의 촉진 요인에 의하여 결정된다. 모방 계수(Imitation Coefficient)는 현재까지 그 상품을 구매하지 않은 개인이 현재 시점에서 그 상품의 기존 구매자의 영향을 받아서 구매하려고 하는 정도를 나타낸다. 모방 계수는 개인간의 의사소통이 얼마나 친밀한지와 얼마나 빈번한지의 등의 의사소통 형태 및 사회/문화적인 특성에 따라 결정된다.

이때 신규 구매자 수($S(t)$)는 개인이 t 시점에 그 제품을 구매할 확률($f(t)$)에 잠재시장 규모 (m)를 곱한 양이 된다. 따라서 Bass모형의 또 다른 형태인 신규 구매자 수에 대한 수요 모형(연속적 버전)은 다음과 같다.

$$S(t) = (p + q Y(t)/m) (m - Y(t))$$

Bass 모형은 신상품의 신규 확산과정을 잠재시장 규모, 혁신효과 및 모방효과 등을 이용하여 이론적으로 설명함으로써 기존 모형들이 신상품의 확산과정을 단순히 모

형 적합하는데 머물고 있었던 한계를 극복하였다는 점에서 큰 의의를 지니고 있는 모형이다.

그러나 순수한 Bass 모형은 가격이나 광고 등의 마케팅 변수 및 관련 요인의 변수를 반영하지 않았고, 단일 상품의 수요 확산과정만을 모형화하기 때문에 여러 상품간의 상호관계를 설명할 수 없는 한계를 지니고 있었다. 따라서 Bass 모형의 가정들을 완화한 여러 가지 형태의 확장모형이 개발되었다(Mahajan, Muller, Bass 1990 참조).

Bass모형을 비롯한 대부분의 초기 확산모형들은 주로 단일 신상품의 확산과정을 설명하는데 이용되어 왔다. 하지만 현실적으로 다른 상품들에 완전히 독립적인 상품들은 이 세상에 거의 존재하지 않으며, 상품들간에는 어느 정도 서로 경쟁, 대체, 보완, 종속 등 다양한 관계를 갖으며 영향을 미치고 있다. 그러므로 서로 관련있는 상품들간의 상호 연관관계를 고려하지 않으면 신상품의 수요 특성을 정확히 이해할 수 없을 뿐 아니라 신상품의 수요를 정확히 예측할 수 없다. 따라서 이러한 한계를 극복하고 좀 더 현실적인 수요 분석을 위해 최근에 많은 연구가 이루어지기 시작하였다. 먼저 Norton and Bass(1987), Mahajan and Muller(1996), Jun and Park(1999) 등은 완전 대체를 이루는 다세대 상품들의 수요 확산을 설명하기 위한 모형들을 제안하였다. 또한, Peterson and Mahajan(1978), Mahajan, Sharma and Buzzell(1993), and Parker and Gatignon(1994), Jun et al.(2002)등은 경쟁 상품들간의 수요 확산을 설명하기 위한 모형들을 제안하였다.

반면에 상품간에 종속적(contingent) 관계에 있는 경우는 그다지 많은 연구가 이루어지지 않고 있다. Peterson and Mahajan(1978)이 명명한 상품간의 종속적(contingent) 관계란, 주 상품의 경우는 다른 상품에 독립적이지만 종속적 상품(contingent product)의 경우는 잠재 시장이 주 상품의 누적 구매자 수에 의존하는 경우를 말한다(Bayus, Kim, Shocker 2000).

Peterson and Mahajan(1978)은 Bass 모형을 확장하여 다음과 같은 종속적 확산모형(contingent diffusion model)을 제안하였다.

$$S_1(t) = (p_1 + q_1 Y_1(t)/m_1)(m_1 - Y_1(t)) \\ S_2(t) = (p_2 + q_2 Y_2(t)/m_2)(Y_1(t) - Y_2(t))$$

주 상품인 상품1의 경우는 기존의 Bass모형과 동일한 형태를 지닌다. 그러나 상품2의 경우는 성장 잠재력을 나타내는 부분인 $(m_2 - Y_2(t))$ 가 $(Y_1(t) - Y_2(t))$ 로 바뀌게 된다. 반면에 모방효과는 $Y_2(t)/m_2$ 에 비례하는 것으로 모형화되고 있다. 그러나 종속적 상품에 대한 이러한 모델링은 직관적 통찰력에 근거하고 있을 뿐 수학적인 유도과정을 통한 엄밀한 분석은 제시되지 않았다.

또한 Peterson and Mahajan 모형은 실질적 활용에 있어서 모형 추정이 불가능하다는 치명적인 단점을 지니고 있음을 주지해야만 한다. 주 상품인 상품1에 해당하는 모형은 Bass모형과 동일하며 우변항을 정리해보면 모수 3개가 추정가능하다는 것을 쉽게 알 수 있다(Mahajan, Muller, Bass 1990; 박홍수, 하영원 1997, p. 342). 한편 종속적 상품인 상품2에 해당하는 모형을 다시 재정리해보면 다음과 같다.

$$S_2(t) = p_2 [Y_1(t) - Y_2(t)] \\ + (q_2 / m_2) [Y_2(t) (Y_1(t) - Y_2(t))]$$

이로부터 우리는 p_2 와 (q_2/m_2) 는 추정가능하나 q_2 와 m_2 는 따로 분리해서 추정할 수 없음을 알 수 있다. 따라서 Peterson and Mahajan 모형은 모형 추정상의 심각한

문제를 가지고 있음을 알 수 있다.

한편 Bayus(1987)와 Gupta, Jain and Sawhney(1999)는 Bass모형의 확장이 아닌 다른 접근방식을 통하여 하드웨어와 소프트웨어간의 종속적 관계를 고려한 수요 모형을 개발하였다. Bayus(1987)는 그의 연구에서 콤팩트 디스크 시장에서 하드웨어와 소프트웨어 간의 종속적 관계를 고려한 수요예측을 위하여 다음과 같은 모형을 제시하였다.

$$S(t) = \sum_j \int_0^t H_j(\tau) p_j(t-\tau) d\tau$$

여기서 $S(t)$ 는 t 시기의 소프트웨어 총 판매량, $H_j(\tau)$ 는 τ 시기의 j 세분집단의 하드웨어 판매량, $p_j(\tau)$ 는 j 세분집단의 하드웨어 구매 후 τ 시기 이후의 소프트웨어 구매율을 의미한다.

Bayus(1987)는 또한 그의 연구에서 소비자 집단의 이질성과 가격 민감도, 소비자 인지 수준, 구매 의도 등의 특성을 반영하고자 시도하였다. 한편 Gupta, Jain and Sawhney(1999)는 HDTV(High Definition Television) 산업에 있어서 하드웨어와 소프트웨어간의 다양한 조합에 대한 개인 효용함수로서 소비자 수요를 모형화 하였다.

본 연구는 확률이론을 바탕으로 종속적 관계를 가지는 상품들에 대한 수요 확산모형을 개발하는데 목적이 있다. Bass는 확률이론에 바탕을 두고 있는 hazard 함수를 기반으로 하여 단일 신상품의 확산을 설명하는 모형을 도출하고 있다. 그러나 Peterson and Mahajan(1978)에 의해서 처음 제안된 종속적 확산모형은 이러한 확률이론에 근간을 둔 확장이라기 보다는 직관과 통찰력에 근간을 둔 확장된 모형이었다. 본 논문에서는 Bass의 접근방식처럼 엄밀한 확률이론을 바탕으로 종속적 관계에 있는 상품들의 수요 관계를 모형화 하고자 한다.

III. 모형 개발

두 가지 상품이 시장에 존재하고 상품2는 주 상품인 상품1을 전제로 확산이 이루어지는 종속적 상품이라고 정의하자.

3.1. 완전 종속인 경우

먼저 단순한 경우로, 상품 1을 구매한 소비자는 상품1을 구매한 시점 또는 그 이후에 상품 2도 반드시 구매하는 경우를 고려하자. 즉 상품2를 구매하는 구매자의 잠재시장 규모는 상품 1을 구매하는 구매자의 잠재시장 규모와 동일하다고 가정하자.

어느 소비자가 상품1을 구매하는 시점에 대한 확률변수를 T_1 이라고 하고, 상품2를 구매하는 시점에 대한 확률변수를 T_2 라 하자. 여기서 가정으로부터 $T_1 \leq T_2$ 가 성립한다는 것에 유의하자. 또 확률분포함수 $F_1(t) \equiv \Pr(T_1 \leq t)$, $F_2(t) \equiv \Pr(T_2 \leq t)$ 로 정의하자. 또한 확률밀도함수 $f_1(t) \equiv dF_1(t)/dt$, $f_2(t) \equiv dF_2(t)/dt$ 을 정의하도록 하자.

이제 Bass모형과 마찬가지로 상품2에 대한 hazard 함수를 도출하자. t 시점 이전에 상품 1을 구매했고 t 시점 이후에 상품 2를 구매한다는 가정하에 t 시점에서 상품2를 구매할 확률은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\Pr(T_2 = t / T_1 \leq t \leq T_2) = \frac{\Pr(T_2 = t)}{\Pr(T_1 \leq t \leq T_2)}$$

여기서 $\Pr(T_1 \leq t \leq T_2)$ 는 다음과 같이 유도 가능하다.

$$\begin{aligned} \Pr(T_1 \leq t \leq T_2) &= \Pr(T_1 \leq t) - \Pr(T_1 \leq t, T_2 \leq t) \\ &= \Pr(T_1 \leq t) - \Pr(T_2 \leq t) \quad (\because \Pr(T_1 \geq t, T_2 \leq t) = 0) \\ &= F_1(t) - F_2(t) \end{aligned}$$

따라서 $\Pr(T_2 = t / T_1 \leq t \leq T_2) = \frac{f_2(t)}{F_1(t) - F_2(t)}$ 가 유도된다.

이제 Bass 모형처럼 상품2에 대한 확산모형을 완성하기 위해서 혁신효과와 모방효과를 다음과 같이 모형화 한다.

$$\frac{f_2(t)}{F_1(t) - F_2(t)} = p_2 + q_2 \Pr(T_2 \leq t / T_1 \leq t)$$

$\Pr(T_2 \leq t / T_1 \leq t) = F_2(t) / F_1(t)$ 이므로 위 식은 다시 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\frac{f_2(t)}{F_1(t) - F_2(t)} = p_2 + q_2 \frac{F_2(t)}{F_1(t)}$$

모방효과는 t 시점까지 상품1을 구매하였다는 조건하에서 t 시점까지 상품2를 구매할 조건부 확률에 비례하고 있음에 유의하여야 한다. 상품2는 상품1에 종속되기 때문에 상품2는 반드시 상품1을 구매한 연후에 구매가 가능하므로 이러한 가정이 반영된 것이다.

한편 상품1은 상품2에 영향을 받지 않는 주 상품이므로 Bass 모형처럼 다음과 같이 가정하자.

$$\frac{f_1(t)}{1 - F_1(t)} = p_1 + q_1 F_1(t)$$

이제 총구매자에 대한 잠재시장 규모를 m 이라고 가정하고 누적구매자수를 $Y_1(t) = m F_1(t)$, $Y_2(t) = m F_2(t)$, 신규구매자수를 $S_1(t) = m f_1(t)$, $S_2(t) = m f_2(t)$ 로 정의하자. 이때 위의 두 상품에 대한 확률모형에서 좌변의 분모, 분자에 잠재시장 규모 m 을 곱하여 정리하면 다음과 같은 (연속적 버전의) 신규수요모형이 유도된다.

$$\begin{aligned} S_1(t) &= (p_1 + q_1 \frac{Y_1(t)}{m})(m - Y_1(t)), \\ S_2(t) &= (p_2 + q_2 \frac{Y_2(t)}{Y_1(t)})(Y_1(t) - Y_2(t)) \end{aligned}$$

여기서 주의할 것은 상품2에 대한 모형은 Peterson and Mahajan(1978)의 모형과 약간 다르다는 것이다. Peterson and Mahajan(1978)은 상품2에 대한 별도의 포화 수준 m_2 를 가정하고 상품2에 대한 모방효과는 이 잠재시장 규모 대비 상품2에 대한 누적 구매자수의 비율 ($Y_2(t)/m_2$)에 비례한다고 가정하였다. 그러나 제안된 모형에서는 모방효과는 각 시점에서 주상품인 상품1을 구매한 사람 대비 상품2를 구매한 사람의 비율 ($Y_2(t)/Y_1(t)$)에 비례하는 것으로 모형화되고 있다. 상품2에 대한 제안된 수요모형을 보면 상품1에 대한 Bass모형과 비교할 때 잠재시장규모 대신 상품1에 대한 누적구매자수가 대체하고 있음을 알 수 있다. 이는 상품2가 상품1에 완전 종속이기 때문에 발생한 결과로 해석된다.

3.2. 부분 종속인 경우

이제 좀 더 일반화된 경우로, 상품1을 구매한 사람이라 하더라도 반드시 상품2를 구매할 필요는 없는 경우로 확장하자. 이러한 경우로 PC게임을 예로 들 수 있다. PC

게임의 경우 PC를 구매한 사람들이 반드시 그 PC게임을 구매하는 것은 아니다. 이러한 경우 상품2를 구매하는 구매자의 잠재시장 규모는 상품 1을 구매하는 구매자의 잠재시장 규모보다 적게 된다. 즉, 상품1에 대한 잠재시장규모를 m_1 , 상품2에 대한 잠재시장 규모를 m_2 라고 하면 $m_2 \leq m_1$ 인 경우를 고려하자.

어떤 소비자가 상품1을 구매하는 시점에 대한 확률변수를 T_1 이라고 하고, 상품 2도 구매하는 경우에 그 상품2를 구매하는 시점에 대한 확률변수를 T_2 라 하자. 여기서 가정으로부터 $T_1 \leq T_2$ 가 성립한다는 것에 유의하자. 또한 상품1을 구매한 소비자가 상품2를 구매할 지에 대한 의사결정을 나타내는 확률변수를 다음과 같이 정의하자.

$$D = \begin{cases} 1, & \text{상품2를 구매} \\ 0, & \text{상품2를 비구매} \end{cases}$$

여기서 확률변수 T_1 과 D 는 서로 독립이라고 가정하자. 즉, 상품1을 구매한 시점은 상품2를 구매할지 여부와는 전혀 무관하다고 가정한다.

이때 확률분포함수 $F_1(t) = \Pr(T_1 \leq t)$, $F_2(t) = \Pr(T_2 \leq t, D=1)$ 을 정의하자. 또한 $\bar{F} = F_2(\infty) = \Pr(D=1)$ 도 정의하자. 이때 $m_1 \bar{F} = m_2$ 가 성립한다는 사실을 인식하자. 또한 확률밀도함수 $f_1(t) = dF_1(t)/dt$, $f_2(t) = dF_2(t)/dt$ 도 정의하도록 하자.

이제 상품2에 대한 hazard 함수를 도출하자. t시점 이전에 상품 1을 구매했고 또한 상품2를 구매하기로 결정하고 t시점 이후에 상품 2를 구매한다는 가정하에 t 시점에서 상품2를 구매할 확률은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\Pr(T_2 = t / T_1 \leq t, D=1) = \frac{\Pr(T_2 = t / D=1)}{\Pr(T_1 \leq t, D=1)}$$

여기서,

$$\Pr(T_1 \leq t, D=1) = \frac{\Pr(T_1 \leq t, T_2 \leq t, D=1)}{\Pr(D=1)}$$

이고

$$\begin{aligned} \Pr(T_1 \leq t, D=1) &= \Pr(T_1 \leq t, D=1) - \Pr(T_1 \leq t, T_2 \leq t, D=1) \\ &= \Pr(T_1 \leq t) \Pr(D=1) - \Pr(T_1 \leq t, T_2 \leq t, D=1) \\ &(\because T_1 \text{과 } D \text{는 서로 독립}) \end{aligned}$$

이다. 그런데

$$\begin{aligned} \Pr(T_1 \leq t, T_2 \leq t, D=1) + \Pr(T_1 \geq t, T_2 \leq t, D=1) \\ = \Pr(T_2 \leq t, D=1) \end{aligned}$$

이고 $\Pr(T_1 \geq t, T_2 \leq t, D=1) = 0$ 이므로

$$\begin{aligned} \Pr(T_1 \leq t, D=1) &= \Pr(T_1 \leq t) \Pr(D=1) - \Pr(T_2 \leq t, D=1) \\ &= \bar{F} F_1(t) - F_2(t) \end{aligned}$$

이다. 따라서 $\Pr(D=1) = \bar{F}$ 로부터 다음 결과가 유도된다.

$$\Pr(T_1 \leq t, D=1) = \frac{\bar{F} F_1(t) - F_2(t)}{\bar{F}}$$

한편

$$\Pr(T_2 = t / D=1) = \frac{\Pr(T_2 = t, D=1)}{\Pr(D=1)} = \frac{f_2(t)}{\bar{F}}$$

이므로 앞에서 정의된 hazard 함수는 다음과 같이 유도된다.

$$\Pr(T_2 = t / T_1 \leq t, D=1) = \frac{f_2(t)}{\bar{F} F_1(t) - F_2(t)}$$

이제 Bass 모형처럼 상품2에 대한 확산모형을 완성하기 위해서 혁신효과와 모방효과를 다음과 같이 가정하자.

$$\frac{f_2(t)}{\bar{F} F_1(t) - F_2(t)} = p_2 + q_2 \Pr(T_2 \leq t / T_1 \leq t, D=1)$$

여기서 모방효과는 t시점까지 상품1을 구매하고 상품2를 구매하기로 결정하였다는 조건하에서 t시점까지 상품2를 구매할 조건부 확률에 비례하고 있음에 유의하자. 이때

$$\begin{aligned} \Pr(T_2 \leq t / T_1 \leq t, D=1) &= \frac{\Pr(T_1 \leq t, T_2 \leq t, D=1)}{\Pr(T_1 \leq t, D=1)} = \frac{F_2(t)}{\bar{F} F_1(t)} \end{aligned}$$

이므로 위 식은 다시 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\frac{f_2(t)}{\bar{F} F_1(t) - F_2(t)} = p_2 + q_2 \frac{F_2(t)}{\bar{F} F_1(t)}$$

한편 상품1은 상품2에 영향을 받지 않는 주 상품이므로 Bass 모형과 동일하게 가정한다. 즉,

$$\frac{f_1(t)}{1 - F_1(t)} = p_1 + q_1 F_1(t)$$

이제 상품1의 총구매자에 대한 잠재시장 규모를 m_1 이라고 가정하고, 누적구매자수를 $Y_1(t) = m_1 F_1(t)$, $Y_2(t) = m_1 F_2(t)$, 신규구매자수를 $S_1(t) = m_1 f_1(t)$, $S_2(t) = m_1 f_2(t)$ 로 정의하자. 이때 $Y_1(\infty) = m_1$, $Y_2(\infty) = m_1 F_2(\infty) = m_1 \bar{F} = m_2$ 가 성립된다.

두 상품에 대한 확률모형에서 좌변의 분모, 분자에 잠재시장 규모 m_1 을 곱하여 정리하면 다음과 같은 (연속적 버전의) 신규수요모형이 유도된다.

$$\begin{aligned} S_1(t) &= (p_1 + q_1 \frac{Y_1(t)}{m_1})(m_1 - Y_1(t)), \\ S_2(t) &= (p_2 + q_2 \frac{Y_2(t)}{\bar{F} Y_1(t)})(\bar{F} Y_1(t) - Y_2(t)), \end{aligned}$$

여기서 $\bar{F} = \frac{m_2}{m_1}$

위 모형은 $m_1 = m_2$ 인 경우 앞 절의 완전 종속 모형과 동일해진다는 점에 유의하자. 또한 상품2에 대한 (부분 종속) 모형을 Peterson and Mahajan(1978)의 모형과 비교해보면 약간 다른 형태를 갖는다는 것을 알 수 있다. Peterson and Mahajan(1978)은 상품2에 대한 별도의 포화수준 m_2 를 가정하고 상품2에 대한 모방효과는 이 잠재시장 규모 대비 상품2에 대한 누적 구매자수의 비율 ($Y_2(t)/m_2$)에 비례한다고 가정하였다. 그러나 제안된 모형에서는 모방효과는 각 시점에서 주상품인 상품1을 구매

한 사람 중 상품2를 구매할 것으로 예정된 잠재구매자들 대비 상품2를 구매한 사람의 비율($Y_2(t)/(\bar{F}Y_1(t))$)에 비례한다고 가정된다. 상품2에 대한 제안된 수요모형을 보면 상품1에 대한 Bass모형과 비교할 때 시장포화수준 대신 상품1에 대한 누적구매자 중 상품2를 구매할 것으로 예상되는 잠재구매자들의 수가 대체하고 있음을 알 수 있다. 이는 상품2가 상품1에 부분적으로 종속적이기 때문에 발생한 결과로 해석된다.

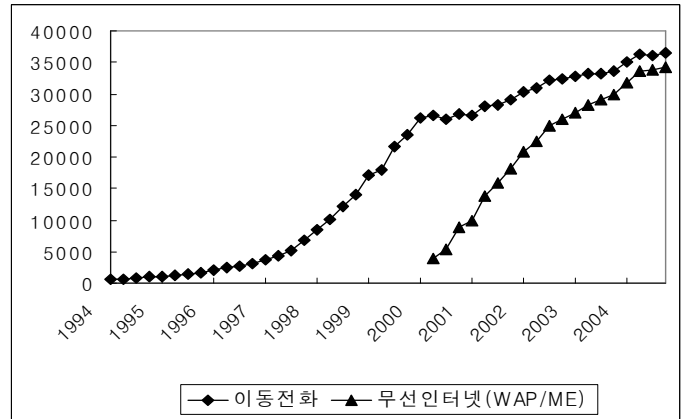
IV. 무선인터넷 사례 응용

무선인터넷(wireless internet)이란 이동통신과 인터넷의 결합으로 이동중에도 무선으로 인터넷 정보를 송/수신할 수 있는 서비스이다(서광현 2002). 무선인터넷을 광의의 개념으로 볼 경우는 선이 없이(wireless) 인터넷을 이용하는 모든 경우를 모두 포괄한다고 할 수 있다. 그러나 일반적으로 협의의 개념으로 볼 때 무선이라는 의미 속에는 '선이없음(wireless)'이라는 의미 이외에도 '이동성(mobility)'이라는 두 가지 개념을 복합적으로 내재하고 있는 것으로 본다(한국인터넷정보센터 2003). 본 연구에서는 이동성까지 고려한 협의의 무선인터넷, 즉 이동형(휴대형) 인터넷만을 무선인터넷이라고 부르기로 한다. 따라서 위성을 통해서 인터넷을 이용하거나 WLL 등 고정형 무선 통신을 이용하는 것은 이동성에 제한이 있으므로 무선인터넷의 범주에서 제외하기로 한다. 마찬가지로 무선랜의 경우도 현재 제한적인 지역 내에서만 이용이 이루어지고 있어 본 연구의 범주에서는 제외하기로 한다.

무선인터넷은 인터넷과 이동전화의 급속한 보급과 더불어 이동 중에도 인터넷을 이용하고자 하는 소비자의 자연스러운 욕구를 충족시켜주기 위해 등장하게 되었다. 1999년 하반기부터 시작된 한국의 무선인터넷 서비스는 2004년말 단말기 보급대수 기준 3,502만명에 이르고 있다(정보통신부 2004). 1984년에 보급되기 시작한 이동전화 서비스가 2004년 말 기준 3,659만명인 것을 감안할 때, 아주 짧은 기간에 단말기 보급이 이루어졌음을 알 수 있다. 이러한 급속한 보급은 이동전화 가입자가 포화에 다다르면서 사업자들이 무선인터넷 사업을 새로운 수익원로서 인식하고 무선인터넷 가능 단말기를 적극적으로 보급하는데, 소비자들 또한 최신식 단말기를 선호하여 휴대폰 교체 가 빠르게 이루어졌기 때문이다.

무선인터넷 가입자는 일반적으로 무선인터넷 기능의 휴대폰 보유자로 정의되고 있다. 그 이유는 이동전화 서비스와는 달리 무선인터넷 서비스는 가입을 해야만 이용할 수 있는 서비스가 아니라 무선인터넷 가능 단말기만 보유하고 있으면 언제든지 서비스를 이용할 수 있으며 그 이용 시간 또는 데이터양에 따라 요금을 지불하면 되기 때문이다. 따라서 무선인터넷 가입자는 일반적으로 단말기 보유자를 의미하며 매월 정보통신부가 그 실적을 발표하고 있다(정보통신부 2000-2004).

한편 무선인터넷 가능 휴대폰은 크게 'ISMS' 방식과 'WAP/ME' 방식 두 종류로 분류된다. 그중 ISMS방식은 별도의 웹브라우저 없이 SMS(단순문자정보서비스: Short Message Service) 방식을 통해 무선인터넷을 이용하는 경우로 단순히 텍스트 서비스만을 이용할 수 있고 그림이나 동영상등을 이용할 수 없어 진정한 의미에서의 무선인터넷이라고 할 수 없다. 이러한 맥락에서 정보도 초창기에는 웹브라우저가 장착되지 않은 단말기는 무선인터넷 단말기로 분류하지 않았었다(박진현, 구자춘 2001). 최근에 보급되고 있는 모든 핸드폰은 WAP/ME방식의 무선인터넷 기능을 기본적으로 탑재하고 있다. 또한 ISMS방식 단말대수는 2004년말 기준 80만대 수준에 머물고 있을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 웹브라우저가 장착된 WAP/ME 방



<그림 1> 한국의 분기별 이동전화와 무선인터넷 누적 가입자 수 (단위: 천명)

식의 단말기만을 연구의 대상으로 간주하도록 한다.

본 절에서는 앞 절에서 제안한 모형을 국내의 무선인터넷 시장에 적용하기로 한다. 무선인터넷을 이용하기 위해서는 반드시 휴대폰이 있어야 하기 때문에 앞 절의 논의에 따라 무선인터넷 서비스는 이동전화 서비스에 종속되는 서비스이며, 또한 신규 단말기의 WAP/ME방식의 무선인터넷 기능을 기본적으로 탑재하고 있으므로 단말기 교체에 따라 그 수가 이동전화 가입자 수에 근접하는 완전 종속 서비스로 볼 수 있다. <그림 1>은 정보통신부가 발표한 1994년부터 2004년 까지 한국의 분기별 이동전화 누적가입자 수와 무선인터넷(WAP/ME방식) 누적가입자수(엄밀하게 단말보급대수)를 나타내고 있다(단위 천명). 여기서 1999년 4사분기 및 2000년 1사분기 무선인터넷 가입자 수는 시장 초기로 실적이 집계되지 않았고 다만 2000년 2사분기부터 실적이 집계되었음에 유의하기 바란다.

<그림 1>에서 도시하고 있는 국내 이동전화 가입자 수와 무선인터넷 가입자 수 자료를 바탕으로 본 연구에서 제안한 모형을 추정하기 위하여 다음과 같은 이산적 버전의 모형을 적용하였다.

$$S_1(t) = (p_1 + q_1 Y_1(t-1)/m)(m - Y_1(t-1))$$

$$S_2(t) = (p_2 + q_2 Y_2(t-1)/Y_1(t-1))(Y_1(t-1) - Y_2(t-1))$$

- $S_1(t)$: t시기의 이동전화 신규 가입자 수,
- $S_2(t)$: t시기의 무선인터넷 신규 가입자 수,
- $Y_1(t)$: t시기의 이동전화 누적 가입자 수,
- $Y_2(t)$: t시기의 무선인터넷 누적 가입자 수,
- m, p_1, q_1, p_2, q_2 : 추정 모수

여기서 이동전화에 대한 모형은 Bass모형과 같음을 다시 한번 상기하기 바란다. 이러한 이산적 버전 모형은 일반적으로 Bass 타입의 모형에서 모수 추정을 위해 손쉽게 사용되는 형태로 전기까지의 자료를 이용하여 다음기의 신규수요를 추정할 때 사용되는 모형이다 (Mahajan, Muller, Bass 1990 참조).

또한 무선인터넷 서비스에 대하여 아래와 같은 Bass 모형도 적용하였다. 이는 이동전화와의 종속적 관계를 무시하고 무선인터넷 서비스에 대하여 단순히 Bass 모형을 적용하였을 때의 결과를 본 연구에서 제안한 모형의 결과와 비교하기 위해서이다.

$$S_2(t) = (p + q Y_2(t-1)/m)(m - Y_2(t-1))$$

위 모형들의 추정치는 SAS에서 비선형 최소제곱법을 사용하였다. 사실 위 모형들은 모두 선형 최소제곱법(OLS)을 이용하여 추정이 가능한 모형들이다. 그러나 Bass 모형을 선형 최소제곱법으로 추정 시에는 관련 모수들을 간접적으로 추정할 수밖에 없게 된다(Mahajan, Muller, Bass 1990; 박홍수, 하영원 1997, p. 342). 그러한 경우 제안된 모형과의 추정계수에 대한 직접적인 유의성 비교가 불가능하기 때문에 비선형 최소제곱법을 적용하였다. <표 1>은 그 추정된 결과를 나타내고 있다.

무선인터넷 가입자 수에 대한 모형 추정 결과를 비교해 보면 제안된 모형을 적용한 경우가 추정모수가 2개뿐임에도 불구하고 MSE와 R² 기준 모두 추정모수가 3개인 Bass 모형보다도 좋게 나타났다. 또한 제안된 모형은 추정 모수들이 5% 유의수준 하에서 통계적으로 모두 유의하였으나 Bass 모형을 적용한 경우에는 모방계수(q)는 유의하지 않았다.

중속 서비스인 무선인터넷과 주 서비스인 이동전화의 관련 모수들을 비교해보면 이동전화의 경우 혁신계수(p1)

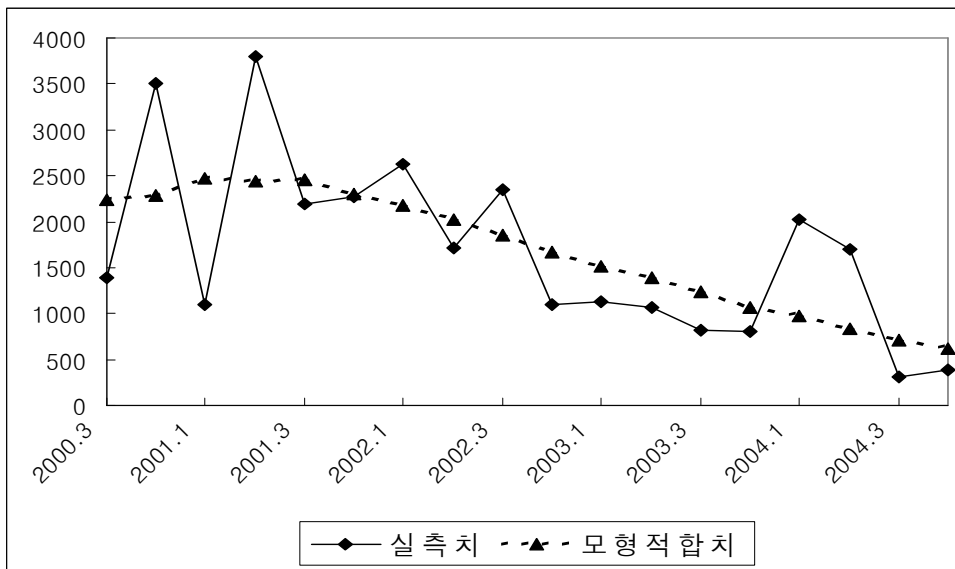
을 알 수 있다. 이는 구전효과 측면에서는 이동전화와 무선인터넷 서비스의 유사성을 발견할 수 있는 부분이다. 반면에 혁신효과에 있어서의 큰 차이는 이동전화의 처음 나왔을 때는 소비자에게 전혀 생소한 서비스였기 때문에 혁신효과가 작았지만 무선인터넷의 경우 이동전화의 중속 서비스로서 생소함이 덜 했기 때문인 것으로 생각된다. 그리고 이러한 혁신효과 차이로부터 이동전화에 비해 무선인터넷 서비스가 빠르게 확산되는 결과가 초래되었음을 우리는 또한 알 수 있다. 마지막으로 <그림 2>는 무선인터넷 신규 가입자 수(S₂(t))에 대하여 제안된 모형의 적합 결과를 보여주고 있다.

V. 결론 및 미래 연구방향

Bass모형을 비롯한 대부분의 신상품 확산모형들은 주로 단일 신상품의 확산과정을 설명하는데 이용되어 왔다.

<표 1> 이동전화와 무선인터넷 가입자 수에 대한 모형 추정결과

수요	모형	모수	추정치	t값	P값	모형적합
이동전화	Bass모형	m	35,269	29.19	0.0001	MSE ² =487,390 R ² =0.3786
		p1	0.0032	0.54	0.5912	
		q1	0.1989	5.97	0.0001	
무선인터넷	제안된 모형	p2	0.0673	2.13	0.0490	MSE=588,906 R ² =0.3900
		q2	0.2120	2.97	0.0090	
	Bass모형	m	37,060	9.83	0.0001	MSE=604,612 R ² =0.3737
		p	0.0587	3.03	0.0084	
		q	0.1138	1.42	0.1770	



<그림 2> 한국의 분기별 무선인터넷 신규가입자 수와 제안모형 적합결과(단위: 천명)

는 0.0032, 모방계수(q1)는 0.1989로 추정되었으며, 무선인터넷의 경우는 제안된 모형을 적용한 경우 혁신계수(p2)가 0.0673, 모방계수(q2)가 0.2120으로 추정되어 모방계수에는 큰 차이가 없었으나, 중속서비스인 무선인터넷의 경우 혁신계수가 21배 정도 커져 혁신효과가 크게 증가했음

하지만 현실적으로 상품들은 서로 경쟁, 대체, 보완, 종속 등 다양한 관계를 갖으며 서로 영향을 미치고 있다. 이러한 서로 연관관계가 있는 상품들간의 상호 연관관계를 고려하지 않으면 신상품의 수요를 정확히 예측할 수 없다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 Bass 모형을 확장한 여러 연구들이 최근에 이루어지기 시작하였다. 그러나 이러한 확장에도 불구하고 대부분의 연구들은 주로 경쟁이나 대

2) MSE = Mean Square Error

체관계에 초점이 맞추어져 왔다.

반면에 상품간에 종속적(contingent) 관계에 있는 경우는 많은 연구가 이루어지지 않고 있다. Peterson and Mahajan(1978)은 Bass모형을 확장하여 이러한 종속적 신상품의 수요확산모형(contingent diffusion model)을 처음으로 제안하였다. 그런데 Peterson and Mahajan이 제안한 기존 모형은 실질적 활용에 있어서 모형 추정이 불가능하다는 단점을 지니고 있을 뿐만 아니라, Bass(1969) 모형처럼 엄밀한 확률이론에 근간을 둔 모형이라기보다는 직관과 통찰력에 근간을 둔 Bass모형의 단순한 확장 모형으로서 이론적 근거가 부족한 모형이라는 한계를 가지고 있다.

본 연구는 Peterson and Mahajan모형이 가지고 있는 이러한 한계를 극복하고 확률이론을 바탕으로 종속적 관계를 가지는 상품들에 대한 수요 확산모형을 개발하는데 목적이 있다. Bass의 신상품확산모형은 hazard 함수 모형의 일종으로 신상품의 확산을 혁신효과와 구전효과로 설명한 과학적 모형이다. 본 연구에서는 몇 가지 확률이론을 활용함으로써 이러한 Bass의 hazard 함수 모형의 확장이 가능함을 보였고, 이를 토대로 종속적 관계에 있는 신상품들에 대한 수요 확산모형을 개발하였다.

또한 본 연구는 주 상품에 해당하는 이동전화와 종속 상품인 무선인터넷 사례를 가지고 실증분석을 수행하였다. 모형 추정결과 Bass모형을 적용할 때 보다 더 좋은 추정 결과를 얻을 수 있었다. 그리고 추정결과로부터 이동전화와 무선인터넷 서비스를 비교해 볼 때 모방효과에 있어서는 큰 차이가 없었으나 혁신효과에 있어서는 무선인터넷이 월등히 높게 나타나 무선인터넷 서비스의 상대적으로 빠른 확산은 주로 혁신효과에 기인하고 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

박진현, 구자춘(2001), “무선인터넷서비스시장의 국내외 동향과 시사점,” 정보통신정책, 13(3), 23-43.
 박홍수, 하영원(1997), “11장. 확산수요예측,” 신제품마케팅, 서울, 학현사, 331-382.
 서광현(2002), “무선인터넷 활성화 정책,” 정보처리, 9(2), 11-16.
 정보통신부(2000-2004), “유무선 통신서비스 가입자 현황,” <http://www.mic.go.kr>.
 한국인터넷정보센터(2003), “2003년 무선인터넷이용실태조사.”
 Bass, Frank M.(1969), "A New Product Growth for Model Consumer Durables," *Management Science*, 15(5), 215-227.
 Bayus, Barry L.(1987), "Forecasting Sales of New Contingent Products: An Application to the Compact Disc Market," *Journal of Product Innovation Management* 4(December), 243-255.
 Bayus, Barry L., N. Kim and A. D. Shocker(2000), "Growth Models for Multiproduct Interactions: Current Status and New Directions," in *New-Product Diffusion Models*, V. Mahajan, E. Muller and Y. Wind ed., Kluwer Academic Publishers, 141-164.
 Fourt, L. A. and J. W. Woodlock(1960), "Early Prediction of Market Success for New Grocery Products," *Journal of Marketing*, 25, 31-38.
 Gupta, S., D. Jain, and M. Sawhney(1999), "Modeling the Evolution of Markets with Indirect Network Externalities: An Application to the Digital Television," *Marketing Science* 18(3), 396-416.
 Jun, D. B. and Yoon S. Park(1999), "A choice-based diffusion model for multiple generations of products," *Technological Forecasting and Social Change*, 61, 45-58.
 Jun, D. B., S. K. Kim, Yoon S. Park, M. H. Park and A.R. Wilson(2002), "Forecasting telecommunication service

subscribers in substitutive and competitive environments," *International Journal of forecasting*, 18, 561-581.
 Mahajan, V. and E. Muller(1996), "Timing, diffusion, and substitution of successive generations of technological innovations : The IBM mainframe case," *Technological Forecasting and Social Change*, 51, 109-132.
 Mahajan, Vijay, E. Muller and F. M. Bass(1990), "New Product Diffusion Models in Marketing : A Review and Directions for Research," *Journal of Marketing*, 54(January), 1-26.
 Mahajan, V., S. Sharma and R. D. Buzzell(1993), "Assessing the impact of competitive entry on market expansion and incumbent sales," *Journal of Marketing*, 57(July), 39-52.
 Mansfield, Edwin(1961), "Technical Change and the Rate of Imitation", *Econometrica*, 29, 741-66.
 Norton, J. A. and F. M. Bass(1987), "A Diffusion Theory Model of Adoption and Substitution for Successive Generations of High-Technology Products," *Management Science*, .33(9), 1069-1086.
 Parker, P. and H. Gatignon(1994), "Specifying competitive effects in diffusion models: An empirical analysis," *International Journal of Research in Marketing*, 11, 17-39.
 Peterson, Robert A. and Vijay Mahajan(1978), "Multi-Product Growth Models," in *Research in Marketing*, J. Sheth, ed. Greenwich, CT:JAI Press, Inc., 201-231.