

소비자들의 상품선택과정을 고려한 다세대 신상품 확산모형 개발 A Choice-Based Multigeneration Diffusion Model

전덕빈*, 박윤서*, 박명환**

* 한국과학기술원 테크노경영대학원

** 한성대학교 산업공학과

Abstract

We incorporate diffusion effects and choice effects in an integrated model to capture simultaneously the diffusion and substitution processes for each successive generation of a durable technology. The choice literature generally ignores demand dynamics and the diffusion literature has difficulty in incorporating marketing mix variables. The proposed model is a combination of the two approaches. The basic premise of the proposed model states that the replacement of an older product by a newer one is based on the choice behavior of consumers, where consumers choose a product to maximize their utility. Then we can derive the implied relationships among choice probabilities, diffusion processes and marketing mix variables. To verify the proposed model, we also analyze the IBM mainframe market and worldwide DRAM market.

1. 서론

다세대 상품에 대한 수요 확산현상은 마케팅 분야에서 연구가 시작되었다(Norton & Bass(1987), Mahajan & Muller(1996) 등의 연구 참조). 마케팅에서 확산이론(diffusion theory)은 신상품의 수요 성장을 설명하는 이론으로 Bass(1969)의 연구 이후로 많은 다양한 연구가 이루어졌다(Mahajan, Muller, and Bass(1990) 참조). 그러나 초기 연구의 대부분은 주로 단일 신상품에 대한 연구이었다. 시장에서 성공을 한 단일신상품의 경우, 노후에 의한 교체수요를 제외한 초기구매(first purchase) 수요는 S자의 누적성장을 보인다. Bass 모형을 포함한 초기의 확산모형이 단일 신상품을 대상으로 하는데 반하여 Norton & Bass(1987)와 Mahajan & Muller(1996)는 첨단 기술의 진보에 의하여 생산되는 다세대 상품의 세대간의 대체 및 확산과정을 설명하는 모형을 개발하였다. Norton & Bass모형을 보완하여, Speece & MacLachlan(1995)은 가격효과를 반영하였고, Islam & Meade(1997)는 모수에 대한 상수 조건을 검정하였다.

본 연구에서는 다세대 상품의 세대간의 수요발생과정을 이론화하기 위해 기존의 확산이론과 선택이론 양쪽을 통합하는 모형을 개발한다. 기존의 Norton & Bass(1987)와 Mahajan & Muller(1996)의 모형과 달리 본 연구에서 개발된 모형은 가격과 같은 여러 마케팅 변수(marketing mix variable)들의 효과를 반영하고 있다. 이들 마케팅 변수들에 대한 이론적 수용은, Mahajan, Muller & Bass(1993)의 확산이론에 대한 최근의 정리논문에서 확산모형 개발시 마케팅 변수의 효과를 반영하고자 하는 시도가 아직 미흡할 뿐 아니라 임의적이라고 지적한 사실에 비추어 의미가 있다. 확산이론이 신상품의 수요 확산현상을 다루는 반면, 선택이론(choice theory)은 소비자들의 상품 선택 행위를 모형화한다(Malhotra(1984) & MacFadden(1986) 참조). 일반적으로 이산선택모형들(discrete choice models)은 한 상품에 대한 선택효용을 그 상품이 지니는 다양한 속성(attributes)들의 집합체로서 표현한다. 그러므로 소비자들의 선택은 가격, 광고, 디자인 등 다양한 외생변수들에 의해 영향을 받는다. 그러나 선택이론은 소비자들의 선택행위를 횡단면적으로 다루기 때문에 시간적 흐름에 따른 수요변화를 일반적으로 고려하지 못하고 있다. 본 연구에서는 이들 두 이론을 통합하여 선택확률(choice probability)과 수요확산, 그리고 마케팅변수들 사이의 관계를 규명하고 이를 바탕으로 한 다세대 신상품 수요모형을 개발한다.

또한 본 연구에서는 다세대 상품의 수요자료의 형태에 따라 두가지의 경우로 구분한다. 즉, 다세대 상품은 자료의 형태상 초기구매수요(first-purchase demand)와 업그레이드수요(upgrade demand)의 구분이 가능한지의 여부에 따라 두가지 범주로 구분할 수 있다. 초기구매수요란 어떠

한 세대의 상품도 이용하지 않다가 어느 시점에서 한 상품을 구매하는 수요이고 업그레이드수요는 한 세대의 상품을 이용하던 소비자들이 그 상품의 사용을 포기하고 더 신규세대의 상품을 구매하는 수요를 의미한다. 본 연구에서는 실제 자료상으로 초기구매수요와 업그레이드수요가 구분 가능한 경우를 '타입 I(Type I)', 구분이 안되는 경우를 '타입 II(Type II)'로 정의한다.

타입 I의 경우에, 한 세대의 누적사용자수(cumulative adopters)는 각 시점에서 그 세대 상품을 실제로 사용중인 사람수로 정의된다. 여기서 누적사용자수는 누적수요(cumulative sales)와 구분되어야 한다. 누적수요는 단지 판매된 양이기 때문에 감소하지 않는 반면에 누적사용자수는 새로운 세대에 의한 대체로 인하여 그 수가 감소할 수 있는 개념이다. 이러한 정의로부터 단일 세대 상품만 존재하는 경우에는 누적사용자수나 누적수요가 같지만 여러 세대의 상품이 존재하는 경우는 신규세대에 의한 대체가 관측 가능하기 때문에 그 이전 세대의 누적사용자수는 어느 시기 이후로 감소하는 종모양의 곡선을 따른다. 이러한 특성을 가지는 타입 I의 예들로는 서비스 상품처럼 기존 서비스의 해지 및 신규서비스로의 전환이 쉽게 관찰되는 경우와 IBM 메인프레임과 같이 대체수요가 명확히 구분되는 상품들에서 찾아볼 수 있다.

한편, 세대별(386, 486, 586) PC 판매량처럼 그 수요자체는 관찰되지만 초기구매수요인지 업그레이드 수요인지 구분이 어려워 누적사용자수의 감소를 자료로서 파악할 수 없는 경우가 존재한다. 사실 각 세대에 대한 실제 사용자수를 파악하기 위해서는 개개인별로 초기구매하는 것인지 또는 구제품을 사용하다가 업그레이드를 하는 것인지를 조사하여야만 이것이 가능하지만 이는 자료 수집과정에서 많은 비용이 요구된다. 서비스 상품과는 달리 대부분의 재화재의 경우, 상점에서 구매되는 수요는 이러한 두 경우를 일반적으로 구분하지 못한다. 이러한 경우에는 단지 총 판매된 양인 누적수요만을 관찰할 수 있을 뿐이다.

기존의 Norton & Bass(1987) 모형과 Mahajan & Muller(1996) 모형은 타입 I의 경우에 적용 가능한 모형인데 반하여, 타입 II의 경우에는 다세대 수요특성을 고려한 모형이 아직 개발되지 않았다. 본 연구에서는 이들 두 타입의 경우에 대하여 적용가능한 모형을 소비자의 상품 선택관점에 근거하여 개발한다

2. 모형개발

다세대 상품을 포함한 다양한 상품들에 대한 수요양상은 소비자들의 구매선택행위의 결과로 나타난 것이다. 따라서 소비자들의 상품 선택 과정에 대한 인식은 신상품에 대한 수요확산현상에 대한 이해 뿐 아니라 수요예측모형의 개발을 가능하게 한다.

본 연구에서는 다음의 사항들을 가정한다. 첫째, 신규세대 상품은 그 이전세대 상품을 완전 대체한다. 둘째, 소비자들의 상품 구매는 한 단위만 가능하다. 셋째, 소비자들의 각 시점에서의 의사결정은 그 이전 시점에서의 의사결정과 무관하며 단지 해당시점에서의 각 세대상품들에 대한 구매효용에 좌우된다.

2.1. 타입 I 다세대 모형

가. 확률적 효용(Stochastic Utility)

소비자들은 자신이 가진 한정된 자원을 효율적으로 사용하기 위해 선택 가능한 여러 가지 대안들 중 자신의 효용을 최대화할 수 있는 대안을 선택한다. 우선, 아직 어떤 세대의 상품도 구매하지 않은 한 잠재구매자(potential first-purchase consumer)의 의사 선택 문제를 고려하자. 이 경우, 그 잠재구매자는 구매를 할지 안할지에 대한 선택의 결정 뿐 아니라 구매한다면 어떤 세대 상품을 구매할 지에 대하여 선택을 하여야 한다.

t시점에 n_t 세대의 상품이 존재한다고 할 때, 소비자들이 구매를 고려하는 n_t 세대의 상품들로 이루어진 고려집합(Consideration set)을 $C_t = \{1, 2, \dots, n_t\}$ 로서 정의한다. 이때 본 연구에서는 Meyer & Sathi(1985)와 유사한 효용체계를 정의한다. 즉, l번째 잠재구매자가 k 세대의 상품을 구매하였을 때 얻는 효용을 다음과 같이 정의한다.

$$U_{it}^{(0,k)} = V_t^{(0,k)} + \varepsilon_{it}^{(0,k)}, \quad k=1,2,\dots,n_t \quad (1)$$

여기서 위 첨자 $(0,k)$ 는 비구매상태에 있던 한 잠재구매자가 k 세대 상품구매자가 되는 경우를

의미한다. $V_t^{(0,k)}$ 는 효용에 대한 고정항으로 특정 소비자와 무관하며 단지 상품의 속성과 관련된 변수들의 효과를 반영하는 부분이고, $\epsilon_{it}^{(0,k)}$ 는 오차항으로 소비자 개인속성과 관련된 변수들의 효과를 반영하는 부분이다. 이러한 정의는 개인들의 의사결정을 전체적으로 통합가능하게 한다. $V_t^{(0,k)}$ 에 대한 상세한 논의는 2.3절에서 자세히 언급한다.

한편 비구매효용은 어떤 세대의 상품도 구매하지 않을 때 느끼는 효용이다. 신상품의 확산기간은 비교적 짧으므로 비구매효용은 확산기간동안에는 크게 변화가 없다고 가정한다. 그러므로 l 번째 잠재구매자의 비구매효용을 다음과 같이 정의한다.

$$U_{it}^{(0,0)} = c + \epsilon_{it}^{(0,0)} \quad , \quad (2)$$

여기서 c 는 비구매효용의 상수항, $\epsilon_{it}^{(0,0)}$ 는 오차항에 해당한다.

한 잠재구매자가 k 세대 상품을 구매하였다면 k 세대 상품을 구매함으로써 얻는 효용이 전혀 구매하지 않을 때 얻는 효용보다도 클 뿐 아니라 다른 세대 상품을 구매하였을 때 얻는 효용보다도 크기 때문이다. 따라서 t 시점에서 l 번째 잠재구매자가 k 세대 상품을 구매할 확률은 다음과 같다.

$$P_{it}^{(0,k)} = P(U_{it}^{(0,k)} \geq \text{Max}[U_{it}^{(0,0)}, U_{it}^{(0,1)}, \dots, U_{it}^{(0,k-1)}, U_{it}^{(0,k+1)}, \dots, U_{it}^{(0,n_t)}]), \quad k=1,2,\dots,n_t \quad . \quad (3)$$

모형을 단순화하기 위하여 오차항들이 서로 독립인 극한값분포(extreme value distribution), 즉 $P(\epsilon_{it}^{(0,k)} \leq \epsilon) = P(\epsilon_{it}^{(0,0)} \leq \epsilon) = \exp(-e^{-\epsilon})$ 을 따른다고 가정하면

$$P_t^{(0,k)} = \frac{\exp(V_t^{(0,k)})}{\exp(c) + \exp(V_t^{(0,1)}) + \exp(V_t^{(0,2)}) + \dots + \exp(V_t^{(0,n_t)})}, \quad (4)$$

$$k=1,2,\dots,n_t \quad .$$

가 된다(Ben-Akiva & Lerman(1985)참조). 여기서 식(4)의 선택확률은 모든 소비자들에게 같기 때문에 첨자 l 은 생략되어졌다. 이때 k 세대 상품에 대한 선택확률은 $V_t^{(0,k)}$ 에 의하여 k 세대와 관련된 속성들에 의해서 영향을 받기도 하지만 다른 세대와 관련된 속성들에 의해서도 영향을 받는다는 사실에 유의해야 한다.

한편 t 시점에 n_t 세대의 상품이 존재할 때 i 세대 상품을 사용중인 한 소비자는 더 신규세대 상품으로 업그레이드할 지, 그리고 업그레이드한다면 어떤 세대 상품으로 업그레이드할 지 결정하여야 한다. 이때 기존 상품은 궁극적으로 신규세대 상품에 완전대체되므로 더 이전 세대로의 전환은 발생하지 않는다고 가정한다. i 세대 상품을 사용중인 l 번째 소비자의 선택상황과 관련된 효용을 다음과 같이 정의한다.

$$U_{it}^{(i,k)} = V_t^{(i,k)} + \epsilon_{it}^{(i,k)} \quad , \quad i=1,2,\dots,n_t \quad , \quad k=i,i+1,\dots,n_t \quad . \quad (5)$$

여기서 $V_t^{(i,k)}$ 는 고정부분, $\epsilon_{it}^{(i,k)}$ 는 오차부분에 해당하고, $k=i$ 인 경우는 사용중인 기존세대 상품을 고수하는 것에 해당한다.

오차항들이 극한값분포(extreme value distribution)를 따른다고 가정할 때, 한 i 세대 상품 사용자가 k 세대 상품으로 업그레이드할 확률은 다음과 같으며 이는 특정 개인에 독립적이다.

$$P_t^{(i,k)} = \frac{\exp(V_t^{(i,k)})}{\exp(V_t^{(i,i)}) + \exp(V_t^{(i,i+1)}) + \dots + \exp(V_t^{(i,n_t)})}, \quad (6)$$

$$i = 1, 2, \dots, n_t, \quad k = i, i+1, \dots, n_t$$

나. 초기구매수요 모형(First Purchase Model)

앞에서 구한 상품선택확률을 바탕으로 수요모형을 유도하자. 일반적으로 수요 확산모형들은 시장의 궁극적 수요인 포화수준을 가정하고 있다. 본 연구에서는 다세대 상품에 대한 전체시장의 포화수준에 대하여 Mahajan & Muller(1996)의 모형과 같은 정의를 사용하도록 한다. 즉, M_t 를 t 시점에서의 전체시장의 포화수준이라고 하면 이때 신규세대가 시장에 출현하면 시장의 포화수준은 시장창출효과에 의하여 증가하게 된다. 따라서 M_t 를 다음과 같이 정의한다.

$$M_t = M_k, \quad \tau_k \leq t < \tau_{k+1}, \quad (7)$$

여기서 τ_k 는 k 세대의 시장 진입시기이다. 모형의 단순화를 위하여 시장의 포화수준은 마케팅변수 등 외생변수에 의하여 변하지 않고 신규세대 진입시 외에는 상수로 고정된다고 가정한다. 물론 이러한 가정은 쉽게 완화될 수 있다. 즉 Mahajan, Muller & Bass(1993)의 신상품 확산이론에 대한 정리논문에서 언급된 것처럼, Bass 모형에 대한 시장 포화수준에 대한 상수 가정을 완화한 여러 연구들처럼 유사한 확장이 여기서도 가능하다.

($t-1$) 시점에서의 전체 다세대 상품에 대한 누적사용자수를 Y_{t-1} 라 할 때 t 시점에서의 잠재구매자 수는 $(M_t - Y_{t-1})$ 이고 이들은 확률 $P_t^{(0,k)}$ 로서 k 세대 상품을 구매할 것인지 또는 확률 $P_t^{(0,0)}$ 로서 어떤 상품도 구매하지 않을지를 결정한다. 따라서 잠재구매자들간의 독립적 의사결정을 가정하면, t 시점에서의 k 세대에 대한 초기구매자수 $Z_t^{(0,k)}$ 는 확률 $P_t^{(0,k)}$ 를 가지는 다항분포(Multinomial Distribution)를 따른다고 가정할 수 있다.

$$(Z_t^{(0,0)}, Z_t^{(0,1)}, \dots, Z_t^{(0,n_t)}) \sim MN(M_t - Y_{t-1}, P_t^{(0,0)}, P_t^{(0,1)}, \dots, P_t^{(0,n_t)}) \quad (8)$$

참고로 이항분포를 이용하여 Olson & Choi(1985)는 로지스틱모형을, Oliver(1987)는 확장된 형태의 Bass 모형을 유도하였다.

이때 k 세대 상품에 대한 기대되는 초기구매자 수는

$$Z_t^{(0,k)} = (M_t - Y_{t-1})P_t^{(0,k)}, \quad k = 1, 2, \dots, n_t \quad (9)$$

이다. 특히 단일세대인 경우의 초기구매수요모형($n_t = 1$ 인 경우)은 다음과 같다.

$$Z_t^{(0,1)} = (M_1 - Y_{t-1})P_t^{(0,1)} = \frac{M_1 - Y_{t-1}}{1 + \exp(c - V_t^{(0,1)})} \quad (10)$$

다. 업그레이드모형(Upgrade Model)

i 세대 상품에 대한 ($t-1$) 시점에서의 누적사용자수를 Y_{t-1}^i 라고 할 때, t 시점에서 이들은 확률 $P_t^{(i,k)}$ 로서 k 세대 상품으로 업그레이드할 것인지 또는 확률 $P_t^{(i,i)}$ 로서 사용중이던 기존 상품을 고수할 것인지 결정한다. 따라서 i 세대 상품 사용자간의 독립적 의사결정을 가정하

면, t 시점에서의 k 세대 상품으로 업그레이드하는 수요 $Z_t^{(i,k)}$ 는 확률 $P_t^{(i,k)}$ 를 가지는 다항분포(Multinomial Distribution)를 따른다고 가정할 수 있다. 이때 i 세대 상품 사용자 중 t 시점에서 k 세대 상품으로 업그레이드하는 기대되는 수요는

$$Z_t^{(i,k)} = Y_{t-1}^i P_t^{(i,k)}, \quad i=1,2,\dots,n_t, \quad k=i,i+1,\dots,n_t \quad (11)$$

이다.

라. 순증수요모형(Net Sales Model)

위의 결과들을 이용하여 k 세대에 대한 순증모형을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} S_t^k &= \sum_{i=0}^{k-1} Z_t^{(i,k)} - \sum_{j=k+1}^{n_t} Z_t^{(k,j)}, \quad k=1,2,\dots,n_t \\ &= (M_t - Y_{t-1})P_t^{(0,k)} + \sum_{i=1}^{k-1} Y_{t-1}^i P_t^{(i,k)} - Y_{t-1}^k \sum_{j=k+1}^{n_t} P_t^{(k,j)}, \end{aligned} \quad (12)$$

여기서 $Y_t^k = Y_{t-1}^k + S_t^k$, $Y_t = Y_{t-1} + \sum_{k=1}^{n_t} S_t^k$ 이다.

2.2. 타입 II 다세대 모형

타입 II의 경우, 판매량만이 관찰되기 때문에 각 세대에 대한 실제 사용자 수는 알 수 없으며 단지 초기구매수요이든지 업그레이드수요이든지간에 두 수요의 총합만을 파악할 수 있을 뿐이다. 따라서 초기구매수요와 업그레이드수요가 자료로서 구분되지 않는 경우, 시장의 포화수준은 타입 I과는 다르게 정의되어야 한다. 타입 II의 경우 포화수준은 다세대상품에 대한 궁극적인 총 누적수요로서(누적사용자수가 아니라) 정의한다. 이러한 정의에 의하면 한 소비자는 초기구매 뿐 아니라 업그레이드하는 수만큼 전체시장의 포화수준에 계상된다(반면 타입 I의 경우, 한 소비자는 포화시장에 단 한 번 계상된다). 타입 II의 경우, 전체시장의 포화수준을 N_t 라 하고 이를 다음과 같이 정의한다.

$$N_t = N_k, \quad \tau_k \leq t < \tau_{k+1}. \quad (13)$$

초기구매수요와 업그레이드수요가 구분되지 않기 때문에 (최초구매자이든지 업그레이드는 사람이든지간에) 타입 II의 경우 새로운 상품을 사려는 소비자는 모두 '잠재구매자'라고 명명하기로 한다. 마찬가지로 t 시점에 n_t 세대의 상품이 존재한다고 하자. 이때 l 번째 잠재구매자가 k 세대의 상품을 구매하였을 때 얻는 효용은

$$U_{il}^k = V_t^k + \epsilon_{il}^k, \quad k=1,2,\dots,n_t. \quad (14)$$

와 같이 정의하고 구매하지 않는 경우의 효용(비구매효용)을 다음과 같이 정의하자.

$$U_{il}^0 = c + \epsilon_{il}^0 \quad (15)$$

여기서 V_t^k 와 c 는 고정부분, ϵ_{il}^k 와 ϵ_{il}^0 는 극한값분포(extreme value distribution)를 따르는 오차부분에 해당한다.

$(t-1)$ 시점에서의 전체 다세대 상품에 대한 누적수요를 Y_{t-1} 라 할 때 t 시점에서의 잠재구매자 수는 $(N_t - Y_{t-1})$ 이고, k 세대에 대한 신규수요모형은 식(9)와 유사하게 다음과 같이 구해진다.

$$S_t^k = (N_t - Y_{t-1})P_t^k, \quad k=1,2,\dots,n_t, \quad (16)$$

$$= (N_t - Y_{t-1}) \frac{\exp(V_t^k)}{\exp(c) + \exp(V_t^1) + \exp(V_t^2) + \dots + \exp(V_t^{n_t})}$$

여기서 $Y_t = Y_{t-1} + \sum_{k=1}^{n_t} S_t^k$ 이다. 단일세대의 경우, 타입 I과 같다는 사실에 유의하자.

2.3. 효용함수의 구체화(Utility Function Specification)

앞절의 수요모형이 완성되기 위해서는 효용함수에 대한 고정항이 구체화되어야 한다. 이제 효용함수를 구체화함으로써 다세대 수요모형을 완성하고자 한다. 단일신상품을 포함한 다세대 상품에 대한 수요의 확산 및 대체효과를 반영하기 위해서 우리는 다음과 같이 효용함수를 구체화할 것을 제안한다.

$$\text{Type I : } V_t^{(i,k)} = q^{(i,k)}(t - \tau_k + 1) + \sum_{j=1}^I \beta_j^{(i,k)} X_j^{(i,k)} \quad (17)$$

$$\text{Type II : } V_t^k = q^k(t - \tau_k + 1) + \sum_{j=1}^I \beta_j^k X_j^k \quad (18)$$

본 연구에서는 이산선택모형(discrete choice model)처럼 효용함수를 그 상품이 지닌 속성들의 함수로서 정의한다. 즉 한 상품의 가치는 그 상품이 지닌 속성들의 크기에 의해 결정된다고 본다. 위에서 두번째항의 변수는 분석의 대상에 따라 이용가능한 소비자들의 선택효용에 영향을 미치는 속성변수들을 반영한다. 그리고 효용에 대한 속성변수들의 효과는 관련계수(β)의 부호와 크기에 의하여 결정된다. 예를 들어 가격이 올라가면 수요는 감소하므로 가격과 관련된 계수(β)는 음수의 값을 갖는다.

한편, 첫번째 항의 시간변수는 여러가지 효과를 반영한다. 첫째, 신상품이 시장에 처음 나왔을 때 소비자들은 그 상품에 대한 불확실한 정보와 위험을 회피하려는 경향으로 말미암아 구매를 꺼려하게 된다. 그러나 시간이 흐르면서 그 상품에 대한 정보가 많아지고 기존 구매자들에 의한 구전효과로 말미암아 그 상품을 구매하고자 하는 경향이 강해진다. 시간변수는 이러한 요인들에 의하여 시간이 지나면서 소비자들의 구매효용이 증가하는 효과를 반영한다. 둘째, 소비자들의 상품 구매에 영향을 미치는 요인들 중에는 실제로 이용불가능한 자료들도 많이 있다. 예를 들어 광고효과나 디자인같은 변수들은 소비자들의 심리를 반영한 것으로 일반적으로 정량화된 자료를 구하기 힘들다. 시간변수는 이러한 이용불가능한 속성들의 선택효용에 미치는 효과를 반영하기 위해서 사용되었다.

이러한 효용함수의 정의로부터 단일 신상품을 포함한 다세대 상품의 확산 및 대체과정이 설명될 수 있다. 우선 이해를 돕기위해 식(10)의 단일 신상품 모형을 고려하자. 시간변수와 관련된 계수(q)가 양수라면 시간이 지나면서 V_t 는 증가한다. 이때 선택확률 $P_t^{(0,1)}$ 은 시간에 따라 S커브를 따르고 초기구매수요 $Z_t^{(0,1)}$ 은 종모양의 곡선을 따른다. 그러므로, S자 모양의 누적수요곡선은 소비자들의 선택행위에 의하여 설명될 수 있다.

또한 다세대상품의 확산 및 대체과정도 설명될 수 있다. 예를 들어 타입 I의 경우, $q^{(i,k)} > q^{(i,l)}$, $i=0,1,\dots,n_t, \forall k > l \geq i$ 이라고 하면 신규세대에 대한 효용의 증가가 이전 세대의 효용의 증가보다 빠르기 때문에 식 (4)와 식(6)으로부터 궁극적으로 마지막 세대만 확률 1로 수렴하고 나머지는 0으로 수렴하게 된다. 따라서 결국 마지막 세대가 이전 세대들을 모두 완전 대체하게 된다.

3. 사례분석

3.1. IBM 메인프레임 (IBM Mainframe Systems)

Mahajan & Muller(1996)는 사용중인 IBM 메인프레임의 1955년부터 1978년까지 1세대 (vacuum tubes, $\tau_1 = 1955$), 2세대(transistors, $\tau_2 = 1959$), 360 family(integrated circuits, $\tau_3 = 1965$), 370 family(silicon chips, $\tau_4 = 1971$)의 4세대에 대한 수요를 분석하였다. 사용중인 IBM 메인프레임의 수요는 초기구매수요와 업그레이드수요가 구분되어 실제 사용중인 수요가 파악가능한 타입 I의 예로서 누적사용자수의 감소를 관찰할 수 있다.

본 연구에서는 IBM 메인프레임의 수요에 대하여 본 연구의 모형과 Mahajan & Muller 모형 그리고 Norton & Bass모형을 적용하고 비교하였다. 이때 가격등 정량적 자료는 구하지 못하여 분석에 이용하지 않았다. 본 연구에서 개발된 타입 I 모형의 적용시 Mahajan & Muller가 사용한 가정들을 마찬가지로 이용하였다. 즉, 초기구매는 가장 최근 두세대에 대하여만 발생하고 업그레이드수요는 가장 최근 세대로만 이루어진다고 가정하였다. 또한 덧붙여서 효율체계에 있어서 $V_t^{(i,k)} = V_t^k$, $\forall i$ 을 가정하였다. 이러한 가정들은 추정계수의 수를 줄이기 위함이다.

타입 I 모형을 비선형 최소자승추정법(nonlinear least squares estimation)에 의하여 추정하였다(자세한 추정결과는 지면관계상 생략한다). M_1 을 제외하고 모든 추정된 계수들은 유의수준 3% 하에서 유의하였다. 더 신규세대일수록 관련 계수(q)는 과거세대보다 더 컸다. 이는 더 신규세대일수록 선택효용이 시간이 흐를수록 더 빠르게 증가함을 의미한다. [그림 1]은 타입 I 모형에 대한 추정 결과를 보여주고 있다. 본 연구에서 개발된 모형과 기존 모형들과의 적합성을 비교하기 위하여 동일한 추정구간에 대한 오차자승합(SSE)을 비교하였다. 이때 본 연구에서 개발된 타입 I 모형이 가장 좋은 결과를 나타내었다.

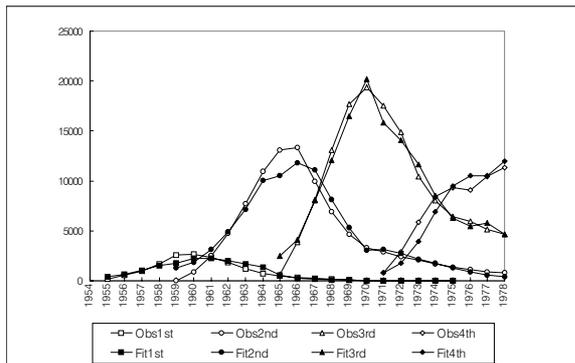


그림 1. IBM 메인프레임 모형추정결과

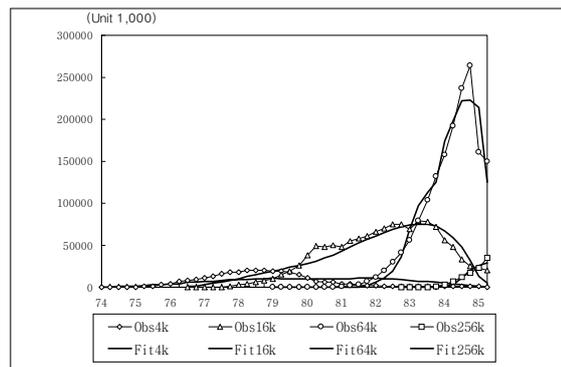


그림 2. 전세계 DRAM 출하량 추정결과

3.2. 전세계 DRAM 출하량(World DRAM Shipments)

전세계 DRAM 반도체 출하량 자료에 타입 II 모형을 적용하였다. 반도체 시장의 출하량자료는 업그레이드수요가 초기구매수요와 구분되지 않으므로 순수적수요가 감소할 수 없는 예로서 타입 II에 해당한다. 분석에 이용된 자료는 4k, 16k, 64k, 256k DRAM의 74년부터 85년까지 2사분기까지 분기별 자료이다. 74년에 4k DRAM이 시장에 나온 이후로, 76년 3사분기에 16k, 79년 1사분기에 64k, 그리고 82년 4사분기에 256k DRAM이 시장에 판매되기 시작했다. DRAM시장의 경우 비트(Bit)당 가격변수가 이용 가능하였다. 마찬가지로 타입 II 모형을 추정하기 위하여 비선형 최소자승추정법(nonlinear least squares estimation)이 이용되었다.

자세한 추정결과는 지면관계로 생략하기로 한다. 추정결과를 보면 가격변수에 대한 추정계수의 부호는 모두 음수로 가격이 떨어지면 구매효용이 증가할 것이라는 상식과 부합하였다. 또한 더 신규세대일수록 관련 계수(q)는 과거세대보다 더 컸다. 이는 더 신규세대일수록 선택효용이 시간이 흐를수록 더 빠르게 증가함을 의미한다. 비트(Bit)당 가격변수와 관련된 계수, β 의 절대값의 크기를 보면 신규세대일수록 그 값이 더 컸다. 이것은 DRAM의 경우 신규세대일수록 수요가 가격에 더욱 민감하게 반응한다는 것을 의미한다. [그림 2]은 타입 II 모형에 대한 추정 결과를 보여주고 있다.

4. 결론

소비자들은 자신이 가진 한정된 자원을 효율적으로 사용하기 위해 선택 가능한 여러 가지 대안들 중 자신의 효용을 최대화할 수 있는 대안을 선택한다. 신상품도 이러한 선택 대안들중의 하나로, 신상품을 구매함으로써 자신의 효용을 최대화 할 수 있을 때 신상품에 대한 구매가 일어난다. 본 연구는 소비자들의 선택구매 의사결정과정으로부터 단일 신상품 뿐 아니라 다세대 상품의 확산 및 대체현상을 설명하는 모형을 개발하였다. 본 연구는 가격과 같은 외생변수들의 수요에 대한 효과를 소비자들의 행동양식으로부터 체계화하였다는 점에서 기존 연구와 차별화된다.

본 연구에서는 또한 실제적인 자료의 이용가능 여부에 따라 다세대 상품을 두가지로 구분하였다. 즉, 다세대 상품은 초기구매수요와 업그레이드수요가 구분가능한 경우(타입 I)와 그렇지 않은 경우(타입 II)로 구분할 수 있다. 기존의 Norton & Bass모형(1987)과 Mahajan & Muller모형(1996)은 타입 I의 경우에 적용 가능한 모형들로서 타입 II의 경우에는 적용이 불가능하다. 본 연구에서는 두 가지 경우를 구분하여 각각의 경우에 적용할 수 있는 모형을 개발하였다. 그리고 타입 I의 예로서 IBM Mainframe과, 타입 II의 예로서 전세계 DRAM 수요를 분석하였다. 기존의 연구와 비교할 때 본 연구에서 개발된 모형이 더 좋은 추정결과를 나타내었다.

참 고 문 헌

- [1] Bass, Frank M. (1969), "A New Product Growth Model for Consumer Durables", Management Science, Vol. 15, No.5, 215-227.
- [2] Ben-Akiva, Moshe and Steven R. Lerman (1985), "Discrete Choice Analysis : Theory and Applications to Travel Demand", MIT Press.
- [3] Islam, T., and N. Meade (1997), "The Diffusion of Successive Generations of a Technology - A More General Model," Technological Forecasting and Social Change 56, 49-60.
- [4] Mahajan, Vijay and Eitan Muller (1996), "Timing, Diffusion, and Substitution of Successive Generations of Technological Innovations : The IBM Mainframe Case", Technological Forecasting and Social Change, Vol. 51, 109-132.
- [5] _____, _____, and F. M. Bass (1990), "New Product Diffusion Models in Marketing : A Review and Directions for Research", Journal of Marketing, Vol.54, 1-26.
- [6] Malhotra, N. K. (1984), "The Use of Linear Logit Models in Marketing Research," Journal of Marketing Research 21(February), 20-31.
- [7] McFadden, D. (1986), "The Choice Theory Approach to Market Research," Marketing Science 5(4), 275-297.
- [8] Meyer, Robert J. and A. Sathi (1985), "A Multiattribute Model of Consumer Choice During Product Learning," Marketing Science 4(1), 41-61.
- [9] 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, Vol.33, No.9, 1069-1086.
- [10] Olson, J.A. and S. Choi (1985), "A Product Diffusion Model Incorporating Repeat Purchases," Technological Forecasting and Social Change 27, 385-397.
- [11] Oliver, Robert M. (1987), "A Bayesian Model to Predict Saturation and logistic Growth", J. of Operational Research Society, Vol. 38, No. 1, 49-56.
- [12] Speece, M. W. and L. D. MacLachlan (1992), "Forecasting fluid milk package type with a multigeneration new product diffusion model", IEEE transactions on engineering management, Vol.39, No.2, 169-175.