

다세대 신상품 확산이론에 대한 평가 및 수정모형 개발에 관한 연구

박 윤 서*, 전 덕 빈*, 박명환**

*한국과학기술원 테크노경영대학원

**한성대학교 산업공학과

Abstract

일반적으로 S자 형태의 누적수요곡선을 따르는 단일 신상품과는 달리 다세대 신상품은 세대간의 진화·대체과정에 의하여 다른 형태의 성장곡선을 따른다. Norton & Bass(87)에 의해 개발된 다세대 확산모형은 단일 신상품만을 주로 다루어온 기존의 확산이론을 확장하여 상품들간의 연관관계를 고려한 모형을 시도하였다는 점에서 큰 의의를 지니고 있다. 그러나 Norton & Bass 모형은 누적수요가 감소하는 경우에만 적용 가능한 모형으로 그들이 논문에서 분석한 전세계 반도체 시장의 경우에는 적용될 수 없는 모형이다. 그들은 신규수요를 누적수요모형에 잘못 적용하는 오류를 범하고 있다. 그들이 제안한 모형은 서비스 상품들의 대체를 설명할 수 있는 모형으로 국한된다. 본 연구에서는 재화재의 경우에 적용 가능한 모형을 개발하며 또한 개발된 모형을 Norton & Bass가 잘못 적용했던 전세계 DRAM 시장에 응용한다.

1. 서론

새로운 기술은 시간이 지남에 따라 시장을 통해 소비자에게 확산되어 간다. 마케팅분야에서 확산이론은 신상품의 이러한 수요 성장을 설명하는 이론으로 Bass('69)의 분석적 연구 이후로 많은 다양한 연구가 이루어졌다. 시장에서 성공을 한 단일 신상품의 경우 일반적으로 노후에 의한 교체수요를 제외한 초기구매(first purchase)의 누적수요곡선은 S자 형태를 따른다.

반면, 다세대 상품의 경우는 단일 상품의 경우와는 다른 형태를 나타낸다. 그림 1은 다세대 서비스 상품의 세대별 누적수요의 변화를 보여주고 있다. Norton & Bass('87)는 이와 같이 첨단 기술의 발전에 의하여 진화되는 다세대 서비스 상품간의 대체과정을 설명하는 모형을 개발하였다. 그들의 연구는 다세대 상품의 세대간의 대체 및 확산과정을 설명함으로써 확산이론의 새로운 영역을 개척하였다는 점에서 중요한 의의를 가지고 있다. 그러나 Norton & Bass가 분석한 반도체 자료는 대체수요가 구분되지 않는 재화 상품으로 그들의 모형을 적용할 수 없는 사례이었다.

우리는 본 논문에서 그들이 제안한 모형을 분

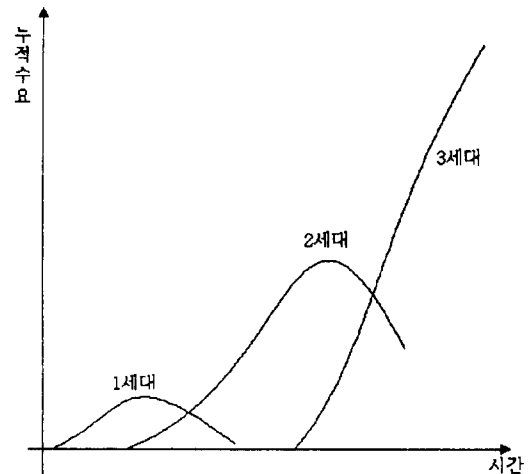


그림 1. 다세대 서비스 상품의 누적수요

석함으로서 그들의 모형에 대한 새로운 평가와 더불어 그들의 논문에서 잘못 적용한 사례인 전세계 DRAM 시장의 출하량 자료에 적합한 변형된 모형을 제시한다.

2. Norton & Bass 모형에 대한 평가

단일 신상품의 S자 누적성장을 설명하는 모형 중 가장 널리 알려지고 응용되는 모형은 Bass 모형이다. Bass는 단일 신상품의 S자 누적 성장을 다음과 같이 설명하였다.

Bass모형은 한 잠재구매자의 상품구매시점에 대한 모형으로 다음과 같이 가정한다.

a) 상품의 수명기간동안 초기구매만을 고려한 시장수요의 포화수준 m 은 고정적이다.

b) t 시점까지 아직 구매하지 않은 한 잠재구매자의 상품구매 시점이 t 일 확률은 t 시점까지의 누적 구매자 수 $Y(t)$ 의 선형 함수이다.

이때 $f(t)dt$ 를 t 시점에서의 상품 구매확률로서 정의하고 $F(t) = \int_0^t f(u) du$ 는 누적확률이라 할 때 Bass 모형은 다음과 같다.

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

$$Y(t) = m F(t)$$

위에서 p 는 혁신계수(innovation coefficient), q 는 모방계수(imitation coefficient)로 정의된다. 초기조건 $F(0)=0$ 이 주어졌을 때 식(1)의 미분방정식을 풀면,

$$F(t) = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + (q/p)e^{-(p+q)t}} \quad (2)$$

가 된다.

Bass에 의하면 신상품의 구매는 대중매체의 영향을 받는 혁신자들(innovators)과 구전효과에 의해 영향을 받는 모방자들(imitators)에 의해 이루어진다. 혁신자들에 의하여 상품 초기 수요가 좌우되고 시간이 지남에 따라 상품에 대한 가치가 비구매자들에게 구전되면서 모방효과가 증가하여 신상품의 확산이 이루어진다고 본다. Bass는 몇 가지 가정으로부터 신상품의 확산과정을 설명하는 단순한 모형을 제안하였다. 신상품의 경우 상품 초기에 미래의 그 수요를 예측할 수 있어야 하기 때문에 대체로 분석에 이용할 수 있는 자료가 부족하다. 그러므로 Bass모형은 이러한 관점에서 널리 이용되어 왔다.

또한 Bass 모형의 가정들을 완화하여 여러 가지 형태의 확장모형이 개발되었다. Mahajan, Muller & Bass(1990)는 이들 모형들을 체계적으로 정리하였다.

Bass 모형의 여러 가지 형태의 확장모형중 Norton & Bass('87)는 다세대 상품의 확산모형을 개발하였다. Norton & Bass는 다음 사실에 주목한다. 각 세대의 수요 증가는 두 가지 다른 이유에 의해 이루어진다. 첫째, 혁신적 우월성 때문이다. 이런 이유에 근거한 신규 세대 상품의 수요 증가는 기존 상품만 시장에 존재하는 경우에는 수요 형성이 되지 않았을 부분이지만, 신규 세대 상품이 새로운 우월성을 가지고 시장에 진입하면서 그 우월성에 의해 새로운 수요가 형성되는 부분이다. 두 번째, 상대적 우월성 때문이다. 즉, 신규 세대 상품이 기존상품에 비하여 더 우월하므로 소비자는 기존 상품을 구매하는 대신 신규세대 상품을 구매하게 된다. 이러한 수요는 신규 세대 상품이 시장에 진입하지 않았다면 기존 상품에 대한 수요가 되었을 부분이다. 이때 두 번째 이유에 기인한 수요는 기존 상품을 사용하던 소비자가 신규 세대 상품으로 전환하는 수요까지 포함하는 것으로 가정한다. 이러한 대체 수요에 의한 수요 증가는 반복구매행위를 가정하는 것으로, 이러한 가정에 의해 기존 사용자가 반복구매 시 신규 세대 상품으로 전환함으로써 기존 수요(누적수요)의 감소가 가능하게 된다(한 소비자는

반복구매수에 상관없이 항상 최종 수요에 좌우되는 하나의 수요로 간주된다). 이때 Norton & Bass는 다세대 상품의 특성상 완전대체를 가정하고 있다.

이때 Norton & Bass는 앞서의 가정 하에서 Bass 모형을 확장하여 다음과 같은 다세대 확산 모형을 제안하였다(여기서는 편의상 두 세대의 경우만 언급하도록 한다).

$$Y_1(t) = F_1(t)m_1 - F_2(t-\tau_2)F_1(t)m_1 \quad (3)$$

$$= F_1(t)m_1[1 - F_2(t-\tau_2)]$$

$$Y_2(t) = F_2(t-\tau_2)[m_2 + F_1(t)m_1], \quad t > \tau_2$$

여기서 τ_2 는 두 번째 세대의 시장진입 시기, $Y_i(t)$ 는 각 세대의 누적 구매자 수이고, m_1 은 첫 번째 세대의 포화수준, m_2 는 두 번째 세대의 시장 확대 효과에 의한 포화수준의 증가분, 그리고 $F_i(t)$ 는 Bass모형에서 각각 모수 p_i, q_i 를 갖는 $F(t)$ 로서 정의된다.

식(3)은 구매와 대체가 동시에 일어나는 경우를 반영하고 있다. $Y_1(t)$ 는 τ_2 시점이나 혹은 이후 시점에서 감소를 하게되며 그 시점은 F_1 과 F_2 의 관계에 의하여 결정된다. $Y_1(t)$ 가 0으로 수렴하는데 반하여 $Y_2(t)$ 는 두 세대에 의한 포화수준인 $m_1 + m_2$ 가 된다.

Norton & Bass가 제안한 위 모형은 반복구매 시 전환 수요로 인한 누적수요의 감소가 발생하는 경우에만 적용 가능하다. 즉 Norton & Bass모형을 실제 문제에 적용할 때는 전환 수요가 신규 수요와 분리 가능한 경우만 가능하다. 왜냐하면 신규세대 상품이 기존상품을 대체하고 그 수요가 실제로 파악되는 경우만이 기존상품의 누적수요가 0으로 수렴할 수 있기 때문이다. 이러한 경우는 서비스 수요처럼 가입자 수의 이동이 자유로운 예들에서 찾아볼 수 있다. 재화인 경우는 대체현상이 구체적으로 누적수요에 반영되는 경우 에 가능하다

Norton & Bass는 그들이 제안한 모형을 전세계 반도체 시장의 출하량 자료에 적용하였다. 그러나 그들이 분석한 반도체 시장의 출하량은 전환되는 대체수요가 구분되지 않으므로 누적수요가 감소할 수 없는 예이다. 그럼에도 불구하고 Norton & Bass가 모형에 적용한 자료는 누적 자료(Y)가 아닌 (해당 분기만의) 신규수요 자료(ΔY)이었다. 단적인 오류를 예로 들면 그들의 논문에서 제시된 그림 2는 신규 수요 자료를 보여 주는 그림이다. 사실, 출하량 자료는 전환 수요가 관찰되지 않는 자료로 그 누적수요는 감소하지 않는다. 그들이 범한 오류는 적용이 불가능한 반도체시장의 출하량 자료에 대하여 누적자료가 아닌 단기출하량 자료를 가지고 그들의 모형에 적용한 점에 있다.

3. 수정된 Norton & Bass 모형

서비스 수요와 달리 DRAM의 출하량과 같이 누적수요가 감소하지 않는 재화의 경우에는 Norton & Bass 모형의 직접적 적용이 불가능하지만 다음과 같이 그들의 모형을 수정함으로써 해결 가능하다.

$$Y_1(t) = F_1(t)m_1 \quad (4)$$

$$Y_2(t) = F_2(t - \tau_2)[m_2 + F_1(t)m_1], \quad t > \tau_2$$

이 모형은 Norton & Bass의 모형에서 전환 수요가 구분이 되지 않아 그 누적 수요가 감소할 수 없는 상황을 모형화하고 있다. 두 번째 세대는 첫 번째 세대를 완전 대체하므로 두 번째 세대 상품은 첫 번째 세대를 포함한다. 즉 첫 번째 세대 상품을 구입한 경우는 두 번째 세대 상품도 구입하게 되며 이러한 이유로 해서 첫 번째 세대 뿐 아니라 두 번째 세대의 누적수요에도 모두 수요로 나타난다. 그러므로 첫 번째 세대의 포화수준은 m_1 이고 두 번째 세대의 포화수준은 $m_1 + m_2$ 이다. 같은 논리에 의하여 재화의 여러 세대의 수요모형이 개발 가능하다.

4. 전세계 DRAM 반도체 시장에 대한 모형분석 결과

Norton & Bass가 잘못 적용한 전세계 DRAM 시장에 식(4)의 수정된 모형을 적용하였다. 즉 1974년부터 1984년까지 분기별 4k, 16k, 64k, 256k DRAM 자료를 이용하였다. 이 경우 사용된 모형은 다음과 같다.

$$Y_1(t) = F(t)m_1 \quad (5)$$

$$Y_2(t) = F(t - \tau_2)[m_2 + F(t)m_1]$$

$$Y_3(t) = F(t - \tau_3)[m_3 + F(t - \tau_2)[m_2 + F_1(t)m_1]]$$

$$Y_4(t) = F(t - \tau_4)[m_4 + F(t - \tau_3)[m_3 + F(t - \tau_2) \cdot [m_2 + F_1(t)m_1]]]$$

$$Y_i(t) = i\text{세대의 누적출하량,}$$

$$F(\cdot) = \frac{[1 - \exp(-(p+q) \cdot \cdot)]}{[1 + q/p \cdot \exp(-(p+q) \cdot \cdot)]}$$

$$m_i = i\text{세대에 의하여 창출된 누적수요}$$

Norton & Bass가 추정모수의 수를 줄이기 위해 $p_i = p$, $q_i = q$ 를 가정하였듯이 위 모형에서도 그러한 가정을 사용하였다. 그러므로 추정된 모수는 p , q , m_1 , m_2 , m_3 , m_4 이다. 표1은 모형 (5)에 대하여 비선형 최소자승추정법(Nonlinear OLS)을 이용하여 추정한 결과를 보여주고 있다. 또한 그림2는 실제 수요와 추정결과를 비교하고 있다. 그림에서 확인할 수 있듯이 초기세대의 누적수요는 감소하지 않는다.

5. 결론

결론적으로 다세대 상품이라도 Norton & Bass 모형을 적용하기 위해서는 누적수요가 감소하는

(즉, 반복구매에 의한 대체수요를 구분할 수 있는) 경우인지를 확인하여야 한다. 서비스 가입 수요처럼 누적 수요가 감소하는 경우 Norton & Bass모형을 사용하고 일반적인 재화의 구매처럼 대체 수요를 구분할 수 없어 누적 수요가 감소하지 않는 경우에는 앞서 제안한 모형을 사용할 수 있다.

참고문헌

- Bass, Frank M. (1969), "A New Product Growth for Model Consumer Durables", *Management Science*, Vol. 15, No.5, 215-227.
- Dick, Andrew R. (1994), "Accounting for semiconductor industry dynamics", *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 12, 35-51.
- Horsky, Dan (1990), "A Diffusion Model Incorporating Product Benefits, Price, Income and Information", *Marketing Science*, Vol.9, No.4, 342-365.
- Mahajan, Vijay, Eitan Muller and F. M. Bass (1990), "New Product Diffusion Models in Marketing : A Review and Directions for Research", *Journal of Marketing*, Vol.54, 1-26.
- Mansfield, Edwin (1961), "Technical Change and the Rate of Imitation", *Econometrica*, Vol. 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*, Vol.33, No.9, 1069-1086.
- 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.
- Speece, M. W. and L. D. MacLachlan(1992), "Forecasting fluid milk pachege type with a multigeneration new product diffusion model", *IEEE transactions on engineering management*, Vol.39, No.2, 169-175.

Parameter	Estimate	Approx. Std Err	'T Ratio	Approx. Prob> T
P	2.33E-4	4.73E-5	4.92	0.0001
Q	3.08E-1	1.21E-2	25.59	0.0001
M1	3.16E+5	9.81E+3	32.16	0.0001
M2	9.12E+5	2.53E+4	36.11	0.0001
M3	9.96E+5	7.44E+4	13.39	0.0001
M4	1.76E+6	3.98E+5	4.44	0.0001

(a) Parameter Estimates

Endogeneous Variable	Adj. R-square
$Y_1(t)$	0.89
$Y_2(t)$	0.99
$Y_3(t)$	0.99
$Y_4(t)$	0.94

(b) Model Fit to Data

표 1. 모형추정결과

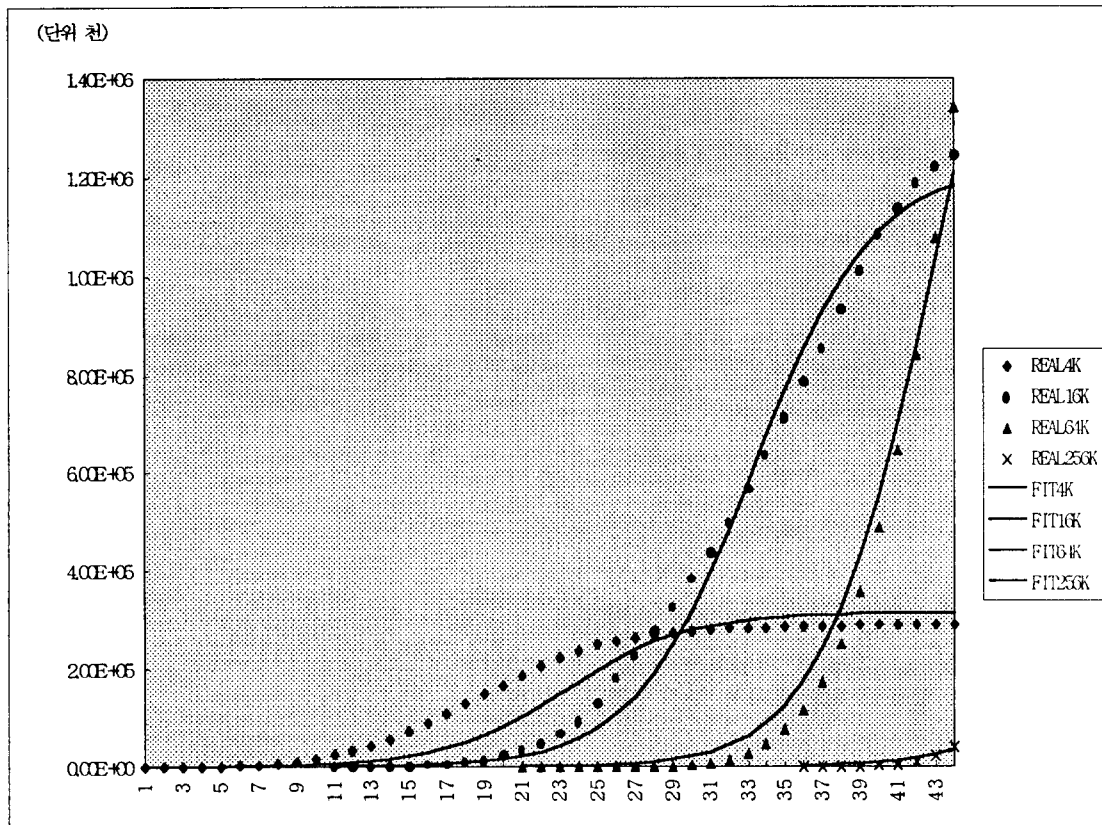


그림 2. 실측치와 모형에 의한 추정결과