

통신 서비스의 늦은 수요확산 현상과 네트워크 효과 Network Effect and the Late Take-off Phenomenon in the Diffusion of Telecommunication Services

임병락, 최문기
한국정보통신대학원대학교(ICU) 경영학부
bllim@icu.ac.kr, mkchoi@icu.ac.kr

Abstract

Telecommunication services are distinctive in that their adoptions are influenced by network effect resulting in 'the late take-off phenomenon' and the 'critical mass' problem. In this paper we examined, so called, 'the late take-off phenomenon' in the diffusion process of telecommunication services. We compared the parameters of the diffusion process of consumer durables with those of fax services in the US and Korea. By analyzing the parameters of a new diffusion model based on the threshold model proposed by Markus, we found that 'the late take-off phenomenon' resulted from the low heterogeneity of the threshold distribution for the potential adopters.

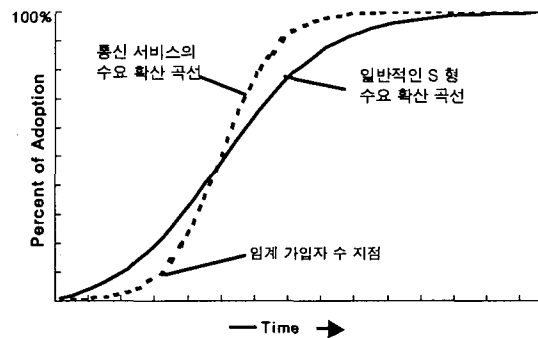
1. 서론

통신서비스에서 가입자의 효용은 다른 가입자 수가 증가할수록 커진다. 네트워크 효과(network effect)는 이렇게 동일 제품 사용자 수의 증가가 제품 효용에 정의 외부 효과가 있는 현상을 설명하는 개념으로서 전화, 팩스, 전자 메시지 시스템(Electronic Messaging System), 비디오텍스트 시스템(Videotext System) 등과 같이 커뮤니케이션이 제품의 주 기능인 통신서비스에서 더욱 그 중요성이 증가하는 개념으로서 통신 서비스의 수요확산에 있어서 채택률(the rate of adoption)에 영향을 미치는 중요한 요인이 된다.([1], [5], [11])

통신서비스의 수요확산에 있어서 볼 수 있는 또 다른 특징은 임계 가입자수(critical mass) 존재 현상이다. 임계 가입자수는 통신서비스의 수요확산이 스스로 유지되기(self-sustaining) 위한 최소한의 가입자 수로서 통신서비스의 기본적인 기능이 가입자들 간의 연결을 통한 커뮤니케이션임을 고려할 때 임계 가입자수의 확보는 새로 시작한 통신서비스에서 서비스의 다른 효용이 나타날 수 있게 하는 일종의 관문이라고 할 수 있다.([1], [10])

통신서비스의 수요 확산에 관한 문헌에서 보면 [그림 1]과 같이 임계 가입자수에 도달하기 전에는 누적 구매자수의 증가가 완만한 반면 임계 가입자수 지점(critical mass point) 이후에는 급속도로 빨라져서 결과적으로 늦은 수요확산 시작 현상(late

take-off phenomenon)이 나타난다([11]).



[그림 1] 일반적인 수요확산 형태와 통신서비스의 수요확산 형태 (Williams, Rice, & Rogers[11] pp. 73)

그렇다면 여기서 다음과 같은 의문점이 생긴다. 통신서비스의 수요확산이 일반 내구재의 수요확산과 차이점을 보인다면 그 이유는 무엇인가? 이러한 이유를 이론적으로 어떻게 설명해야 하는가?

본 논문의 목적은 이러한 의문에 대한 해답을 찾기 위함이며 다음과 같이 구성된다.

우선 2장에서는 구매자의 구매확률을 threshold 모형을 바탕으로 한 새로운 수요확산 모형을 수립하였다. 3장에서는 일반 내구재와 통신서비스 중에서 fax 서비스의 수요확산 데이터에 이 모형을 적용하여 통신 서비스의 늦은 수요확산 현상을 설명하였다. 마지막으로 4장에서는 본 연구의 결론과 연구의 한계를 제시하였다.

2. 연구 모형의 수립

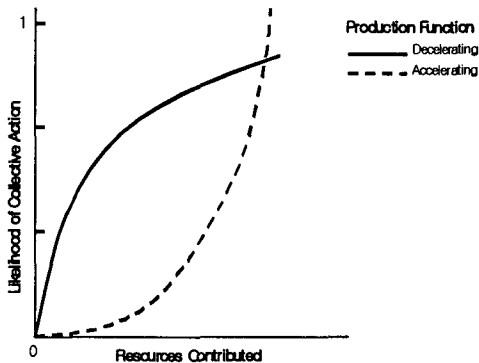
2.1 Threshold 모형

새로운 제품을 구매하거나 새로운 아이디어를 받아들이는 데에 있어서의 리스크를 수용하는 정도는 각 개인마다 다르다([10]). 집단 행동론(collective behavior)에 있어서 threshold 모형은 각 개인이 사회시스템 내에서 어떠한 행동을 하게 되는 것이 기존의 그 행동을 이미 행한 사람의 규모에 따라 결정된다고 가정한다([4], [10])

집단 행동론(collective behavior)에서 threshold는 각 개인이 어떤 행동을 하게 됨에 있

어 반드시 존재해야 하는 이미 그 행동을 한 다른 개인들의 수를 의미한다([6]) 이를 수요확산의 관점에서 고려한다면 임계 가입자수(critical mass)가 '사회 시스템 수준(system-level)에 있어서 다수의 구매자가 구매 의사 결정을 하는 데 있어서 필요한 최소한의 누적 구매자수'라면 threshold는 '개인 수준(individual-level)에 있어서 각 개인이 구매 의사 결정을 하는 데 있어서 필요한 최소한의 누적 구매자수'라고 정의할 수 있다([4], [6]).

사회학자 Oliver, Marwell, & Teixeira[7]과 Markus[6]에 의하면 상호작용 매체(interactive media)에서는 가입확률(likelihood of collective action)과 기여 자원(resource contributed)과의 관계를 나타내는 생산함수(production function)가 가속 곡선(accelerating curve)의 형태로 나타난다. 즉, 각 개인이 기여하는 자원과 집단행동 확률과의 관계가 [그림 2]와 같이 비선형적인 볼록 함수(convex function)의 형태로 나타난다. [그림 2]에서 생산함수가 가속 함수로 나타나는 이유는 각 개인의 기여 가능 자원과 관심(interest)의 이질성(heterogeneity)에 기인한다. 이는 어떤 집단행동(collective action)을 하게 하는 자원과 관심이 개인마다 다르기 때문이다.



[그림 2] 기여자원과 집단행동 확률의 생산 함수(Markus[6])

통신서비스의 경우에 있어서는 수요확산이 포화수준에 도달하는 데 있어 각 개인이 기여할 수 있는 자원이 작기 때문에 위 그림과 같이 가속 생산 함수의 형태가 나타난다고 할 수 있다([6]). 통신서비스에서는 개인이 지불하는 자원은 일반적으로 누적 가입자 수가 증가할수록 작아진다. 이는 통신기업의 서비스 한계비용이 일반적으로 가입자 수가 증가함에 따라 가격이 하락하기 때문이다([3])

2.2 수요확산 모형화

이 논문에서의 수요확산 모형의 기본 가정은 앞의 threshold 모형을 바탕으로 한다.

네트워크 효과에 의해 누적 가입자수가 증가함에 따라 잠재적 구매자의 구매확률이 증가하고 누적 가입자수에 대한 잠재적 구매자가 느끼는 threshold 값이 이질적인(heterogeneous) 구매자 집단의 threshold 분포를 반영한다. 즉 어떤 제품을 구매하는 데 있어 잠재적 구매자 집단이 느끼는 조건부 가입 확률이 누적 구매자수에 따라 가속 함

수의 형태로 분포하며 여기서는 이러한 분포를 평균 μ 와 표준편차 σ 를 갖는 정규분포로 가정하고 이러한 잠재적 구매자 집단의 threshold 분포는 제품 수명주기 동안 변하지 않는다고 가정한다.

잠재적 구매자 집단의 threshold 값을 표현하는 확률 변수를 X 라 하면 X 의 확률 밀도 함수 $g_X(x)$ 는 다음과 같이,

$$(1) \quad g_X(x) = \Pr(X = x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad -\infty < x < \infty$$

이 되고 확률 분포 함수는

$$(2) \quad G_X(x) = \Pr(X \leq x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(w-\mu)^2}{2\sigma^2}} dw$$

가 된다.

한편 t 시점까지 구매하지 않은 구매자가 t 시점에 구매할 위험률(hazard function)은 다음과 같이 결정된다.

$$(3) \quad \frac{f(t)}{1-F(t)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{mF(t)} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^1 e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx + \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_1^{mF(t)} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

여기서 m 은 포화수준, 즉 잠재적 구매자 집단의 크기를 의미하고 $mF(t)$ 는 t 시점 이전의 누적 구매자수를 의미한다.

식 (3)에서 첫 번째 항은 기존의 누적 구매자수와 관계없이 구매하는 외부영향에 의한 구매확률을 의미하고 두 번째 항은 누적 구매자수에 영향을 받는 네트워크 효과의 영향에 의한 구매확률을 의미한다.

한편 t 시점의 당기 구매자수는 다음과 같이 결정된다.

$$(4) \quad S(t) = mf(t) = \frac{[m - mF(t)]}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{mF(t)} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx = \frac{[m - mF(t)]}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{Y(t)} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

즉 t 시점의 당기 구매자수가 잠재적 구매자 집단의 크기(m)와 잠재적 구매자 집단의 threshold 분포 평균(μ), 표준편차(σ)에 의해 결정된다.

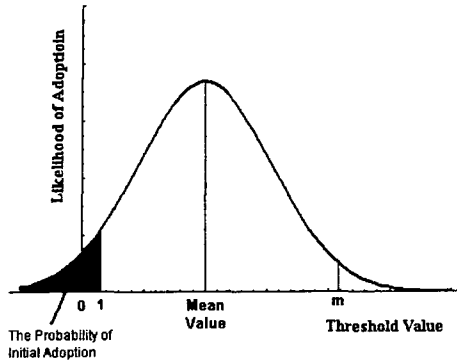
3. 모형의 적용

분석에 사용된 데이터는 다음과 같다.

- (1) Tanny & Derzko[9]의 데이터-12개의 내구재
- (2) 미국 fax²⁾ 시장과 한국 fax 시장³⁾

위의 데이터를 식 (4)에 의해 모수 μ , σ , m 을 비선형 모수 추정 방법에 의해 추정한 결과는 <표 1>과 <표 2>와 같다.⁴⁾

한편 Tanny and Derzko[9]의 내구재 수요확산 데이터와 fax 시장의 수요 확산 데이터를 비교하기 위하여 각각의 threshold 확률 변수를 평균으로 나눈 분포를 그림으로 나타내면 [그림 4]와 같다.⁵⁾



[그림 3] 잠재적 구매자의 threshold 분포¹⁾

<표 1> Tanny & Derzko[9] 내구재 데이터의 모수 추정 결과-비선형 모수추정 방법

제 품	μ°	σ°	m°	R^2	σ/μ	$1-2\sigma/\mu$
1 Airconditioners	12689.81 (1977.01)	7004.20 (1271.73)	15453.95 (1044.53)	0.7634	0.5520	-0.1040
2 Clothes' dryers	12445.57 (1987.01)	6949.02 (1240.83)	13781.72 (969.19)	0.7606	0.5584	-0.1168
3 Ultrasound	110.50 (6.63)	55.74 (5.17)	166.78 (3.09)	0.8913	0.5044	-0.0088
4 Mammography	65.63 (3.96)	34.55 (3.30)	116.14 (1.72)	0.8963	0.5264	-0.0528
5 Foreign language	22.30 (1.84)	11.95 (1.44)	36.28 (0.99)	0.8624	0.5359	-0.0718
6 Accelerated program	34.99 (7.19)	20.82 (5.73)	62.96 (3.40)	0.5279	0.5950	-0.1900
7 Refrigerator (India)	780.41 (56.51)	389.11 (33.20)	963.30 (38.39)	0.9565	0.4986	0.0028
8 Refrigerator (NZ)	1802.00 (118.52)	882.83 (62.10)	2204.23 (101.69)	0.9826	0.4899	0.0202
9 Airconditioners (Japan)	10904.33 (798.55)	5225.54 (498.78)	18895.25 (872.40)	0.9683	0.4792	0.0416
10 Television (UK)	5959.47 (1316.90)	3941.42 (1047.40)	10272.51 (804.61)	0.7199	0.6614	-0.3228
11 Record players (Czech.)	2206.92 (151.94)	1203.02 (97.24)	2322.19 (64.49)	0.9118	0.5452	-0.0904
12 Television (US)	90405.88 (17636.05)	50305.73 (10608.22)	90180.52 (8137.29)	0.6947	0.5564	-0.1128
평 균	-	-	-	-	0.5419	-0.0838

◇ 괄호속의 값은 추정표준오차(95% asymptotic standard error), 데이터 단위는 3-6은 대, 그 외는 1000대임

1) Threshold 값은 개념적으로는 양의 값을 가져야 하나 1보다 작은 threshold 값에 대해서는 누적 구매자와 관계없이 구매하는 잠재적 구매자의 threshold 값을 갖는 것으로 간주한다. 아울러 threshold 값이 잠재적 구매자 집단의 크기(포화수준) m 보다 큰 경우에 대해서는 구매할 의사가 없는 threshold 값을 갖는 것으로 생각한다.

2) 자료출처: Predicast Basebook, Information Access Company, 각년호

3) 자료출처: 전기전자공업통계, 한국전자공업진흥회, 각년호

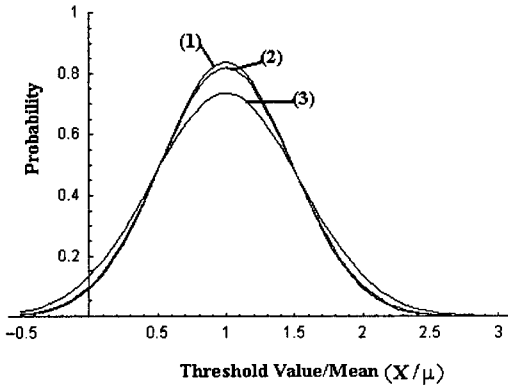
4) 직접 네트워크 효과가 없는 일반내구재에 있어서의 잠재적 구매자 집단의 threshold의 의미는 (1) 누적 구매자수가 증가할수록 제품의 정보 또는 품질에 대한 긍정적인 영향이 증가할 수 있으며 (2) 심리학적인 bandwagon effect로 해석할 수 있다.(Katz & Shapiro[5])

5) 정규분포를 따르는 경우 확률변수가 $\mu-2\sigma$ 보다 작은 확률은 2.5%이다. 표에서는 내구재의 잠재적 구매자의 threshold 분포와 fax 잠재적 구매자의 threshold 분포를 비교하기 위하여 threshold 확률변수 X 를 평균 μ 로 나눈 분포를 비교한다. 이 경우 2.5%의 확률을 갖는 X/μ 값은 $1-2\sigma/\mu$ 가 된다.

<표 2> fax 수요확산 데이터의 모수 추정 결과-비선형 모수추정 방법

제 품	μ°	σ°	m°	R^2	σ/μ	$1-2\sigma/\mu$
1 Fax (Korea)	2684.84 (423.77)	1280.07 (233.01)	3417.22 (313.04)	0.7701	0.4768	0.0464
2 Fax (US)	8359.02 (1032.83)	4074.58 (1240.83)	13455.96 (909.85)	0.8489	0.4874	0.0252
평 균	-	-	-	-	0.4821	0.0358

◇ 괄호속의 값은 추정표준오차(95% asymptotic standard error), 데이터 단위는 1000대 임



[그림 4] Threshold/mean 분포 비교
(1) Fax(Korea) 수요확산 데이터 (2) Fax(US) 수요확산 데이터
(3) Tanny & Derzko[9] 내구재 수요확산 데이터 평균

<표 1>과 <표 2>에서 볼 수 있는 바와 같이 $1-2\sigma/\mu$ 값이 Tanny & Derzko[9]의 내구재 데이터의 평균이 -0.0838 인 반면 fax의 수요 확산 데이터에서는 평균값이 0.0358 로 더 크므로 Tanny & Derzko[9]의 내구재 수요확산 데이터 평균값의 threshold 분포는 fax 시장에 비해 더 이질적(heterogeneous)이라고 할 수 있다. 내구재 잠재적 구매자 집단의 threshold 분포에 비해 fax 잠재적 구매자의 threshold 분포의 상대적으로 낮은 이질성(heterogeneity)은 수요 확산에 있어서 초기 구매 확률을 낮게 만들며 이에 따라 fax 시장에서 늦은 수요확산 시작 현상(late take-off phenomenon)이 나타난다고 할 수 있다.

따라서 여기서 얻을 수 있는 이론적인 시사점으로는 (1) 통신서비스의 수요확산에 있어서 늦은 수요확산 시작 현상은 구매자 집단의 threshold 분포의 상대적으로 낮은 이질성(heterogeneity)에 기인하며 (2) 이러한 낮은 이질성(heterogeneity)에 의해 출시 초기에 통신 서비스에 있어서의 구매자의 구매확률이 일반 내구재에 비해 누적 구매자수의 영향($X < 1$ 인 threshold의 확률)을 더 많이 받는다고 할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서 제시한 수요 확산 모형은 잠재적 구매자 집단의 threshold 분포를 반영하여 Bass[2] 모형과 같은 일반적인 수요 확산 모형에서 모수를 해석하는데 있어서의 구매자의 행동 근거(behavioral rationale)를 직관적으로 설명하기 힘든 부분을 가능하게 하고 잠재적 구매자의 누적 구매자수에 대한 구매 의사 분포를 반영할 수 있는 장점이 있다.

하지만 연구의 한계 또한 존재하는데 이는 본 논문의 모형이 당기 구매자 수를 시간에 대해 대수적인 양함수(closed-form solution) 형태의 해로 구할 수 없어 시간에 따른 수요확산을 명료하게 보여주기 힘든 부분이 존재하고 threshold는 Markus[6]가 지적하는 바와 같이 시스템 수준에서 거시적으로 해석하는 것 보다 개인 수준의 커뮤니케이션 네트워크(personal network)에서 미시적으로 해석하는 것이 보다 정확할 수 있다는 것이다. 이에 대해서는 보다 더 심층적인 후속 연구가 필요할 것이다.

참고 문헌

- [1] Allen, D., "New telecommunications services: Network externalities and critical mass," *Telecommunications Policy*, Vol.13(1988), pp.255-264.
- [2] Bass, F. M., "A new product growth model for consumer durables," *Management Science*, Vol.15(1969), pp.215-227.
- [3] Economides, N. and C. Himmelberg, "Critical Mass and Network Size with Application to the US Fax market," *Discussion Paper* no. EC-95-11(1995), Stern School of Business, N.Y.U.
- [4] Granovetter, M., "Threshold models of collective behavior," *American Journal of Sociology*, Vol.83(1978), pp.1420-1443.
- [5] Katz, M. and C. Shapiro, "Network externalities, Competition, and Compatibility," *American Economic Review*, Vol.75(1985), pp.424-440.
- [6] Markus, M. L., "Toward a 'critical mass' theory of interactive media: Universal access, interdependence and diffusion," *Communication Research*, Vol.14(1987), pp.491-511.
- [7] Oliver, P. E., G. Marwell, and R. Teixeira, "A theory of the critical mass. I. Interdependence, group heterogeneity, and the production of collective action," *American Journal of Sociology*, Vol.91(1985), pp.522-556.
- [8] Schoder, D., "Forecasting the success of telecommunication services in the presence of network effects," *Information Economics and Policy*, Vol.12(2000), pp.181-200.
- [9] Tanny, S. M. and N. A. Derzko, "Innovators and imitators in innovation diffusion modeling," *Journal of Forecasting*, Vol.7(1988), pp.225-234.
- [10] Valente, T. H., "Social network thresholds in the diffusion of innovations," *Social Networks*, Vol.18(1996), pp.69-89.
- [11] Williams, F., E. Rice, and E. M. Rogers, *Research methods and the new media*, Free Press, New York, 1988.