

이동통신기술과의 연관성을 고려한 차세대 이동통신서비스의 수요예측에 관한 연구

A study on a forecasting the demand for the future mobile communication service by integrating the mobile communication technology

주 영 진*, 김 선 재**

* 배재대학교 경영대학 전자상거래학전공 yjjoo@pcu.ac.kr

** 배재대학교 경영대학 전자상거래학전공 sjkim@pcu.ac.kr

Abstract

In this paper, we have developed a technology-service relationship model which describes the diffusion process of a group of services and relevant technologies, and have applied the developed model to the prediction of the number of subscribers to the next generation mobile service. The technology-service relationship model developed in this paper incorporates the developing process of relevant technologies, a supply-side factor, into the diffusion process of specific services, while many diffusion models and multi-generation diffusion models in previous researches are mainly reflect the demand-side factors. So, the proposed model could effectively applied to the telecommunication services where the developing of the relevant technologies are very essential to the service penetration. In our application, the proposed model provides a competitive substitution between the next generation mobile service and the traditional mobile service.

1. 서론

일반적으로 확산모형(Bass[3], Meade & Islam[7])과 다세대확산모형(Fisher & Pry[5], Norton & Bass[8], Jun & Park[6])은 정보통신분야의 가입자 수요를 예측하는 문제에 있어서도 매우 유용한 수단으로 사용되어 왔다. 그러나, 이제까지 개발된 다양한 확산모형과 다세대확산모형들은 해당 서비스들의 시계열 및 이와 직접 관련된 가입자 및 가격 등의 마케팅믹스변수와 같은 시장 요인들을 중심으로 한 수요측면의 모형들이 주를 이루고 있어, 관련 기술의 사용가능성 및 기술발전이 중요하게 작용하고 있는 정보통신분야에 적용하기 위해서는 많은 한계를 보이고 있다.

최근 정보통신분야는 기반, 네트워크, 서비스, 단말, 응용 등 정보통신분야의 각 계층에 발생하는 다양한 차원의 기술, 시장 및 정책적 요소들의 영향에 따라 매우 급속히 변화하고 있으며(주영진

[1]), 기술, 시장 및 정책 환경의 변화에 따라 CT-2, ISDN(Integrated Service Digital Network), GMPCS(Global Mobile Personal Communications by Satellite) 등 많은 새로운 통신서비스들이 시장 진입에 실패한 경우를 보이고 있다.

정보통신분야 서비스의 확산과정을 설명하기 위한 연구들 중 수요측면 외에 기술 및 정책 측면의 요소들을 고려한 연구로는 du Preez & Pistorius[4], 주영진 & 박명철[2] 등이 있으나, 이러한 연구들은 기본적으로 단일 서비스의 확산모형이고, 지나치게 정성적인 판단과 시나리오에 의존함에 따라 일반화된 계량적 모형으로서 보다 다양한 상황에 적용되기에는 많은 한계를 지니고 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해서는 정보통신서비스의 확산과정을 설명함에 있어 보다 일반적으로 관련 기술의 영향을 내재시킨 모형의 개발이 요구된다.

이에 본 연구에서는 다양하게 발전하는 통신서비스에 대한 수요를 보다 장기적이고 지속적으로 조작성할 수 있는 속성으로 전환하여 접근하고 있는 Weerahandi, Hisiger & Chien[9]이 제시한 속성의 개념을 기술과 속성의 관계로 확장하여 속성을 매개로 일반적인 기술과 서비스의 연관성을 도출하고 이를 바탕으로 새로운 통신서비스의 확산과정을 설명하기 위한 모형을 개발하여 차세대 이동통신서비스의 가입자 수요 예측에 적용하여 보았다.

2. 기술-서비스 연관성 모형: 일반모형

광범위한 분야에서 정보기술과의 융합이 증시되는 시대에 점점 더 많은 서비스들이 관련된 기술과의 복잡한 연관성을 지니게 된다. 보다 구체적으로 시장에서 소비자들에게 선택되어지는 많은 서비스들은 기본적으로 해당 서비스를 통해서 소비자들이 해소하고자 하는 욕구(Needs)와 관련된 속성들의 조합으로 이루어지며, 이러한 속성들을 보다 효율적이고 효과적으로 제공하기 위한 방향으로 꾸준한 기술혁신이 진행된다고 할 수 있다.

속성을 매개로 한 기술과 서비스의 연관성은 Weerahandi, Hisiger & Chien[9]이 제시하고 있는 서비스-속성 행렬의 개념을 확장하여, 서비스-속성, 기술-속성 간의 연관성을 정의하고 이를 바탕으로

기술-서비스 간의 연관성을 도출하는 단계를 거쳐 일반화될 수 있다.

먼저 서비스-속성, 기술-속성 간의 연관성을 정의하기 위해, 소비자들이 필요로 하는 욕구를 해소하기 위한 n 개의 속성 (k_1, k_2, \dots, k_n)이 존재하고, 이와 관련된 l 개의 서비스 (S_1, S_2, \dots, S_l)와 m 개의 기술 (T_1, T_2, \dots, T_m)이 있다고 가정하자. 이때, S_i, T_j 는 각각 특정시점에서의 i 번째 서비스의 확산율과 j 번째 기술의 완성률로 정의되고, k_k 는 k 번째 속성의 충족정도로써 해당 속성과 관련된 서비스 확산 및 기술 완성 정도로 정의된다. 속성충족도 k^S 와 관련된 서비스 확산에 의한 속성충족도 k^T 로 구체화될 수 있다. 또한, S_t, T_t, k_t 등 이들 서비스확산율, 기술완성율, 속성충족도 등에 대한 t 시점의 값으로 나타내어질 수 있다.

이제, 서비스와 속성간의 연관성 및 기술과 속성간의 연관성은 각각 $n \times l$ 행렬 A 와 $n \times m$ 행렬 B 에 의해 식 (1a), (1b)와 같이 나타내어진다.

$$k^S = (k_1^S, k_2^S, \dots, k_n^S) \\ = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1l} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nl} \end{pmatrix} (S_1, S_2, \dots, S_l) \quad (1a)$$

$$k^T = (k_1^T, k_2^T, \dots, k_n^T) \\ = \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & \dots & b_{nm} \end{pmatrix} (T_1, T_2, \dots, T_m) \quad (1b) \\ = BT$$

식 (1a)에서 행렬 A 의 원소 a_{ij} 는 i 번째 속성과 j 번째 서비스의 연관성계수로 해당 속성과 서비스가 완전히 연관된 경우에는 1, 전혀 연관이 없는 경우에는 0, 부분적으로 연관된 경우에는 0과 1 사이의 임의의 값을 가진다. 마찬가지로 식 (1b)에서 행렬 B 의 원소 b_{ij} 는 0과 1 사이의 값을 갖는 i 번째 속성과 j 번째 기술의 연관성계수로 정의한다. 식 (1a), (1b)를 t 시점의 k 번째 속성 (k_{kt})에 대해 정리하면 식 (2a), (2b)와 같다.

$$k_{kt}^S = a_{k1}S_{1t} + a_{k2}S_{2t} + \dots + a_{kl}S_{lt} \quad (2a)$$

$$k_{kt}^T = a_{k1}T_{1t} + a_{k2}T_{2t} + \dots + a_{km}T_{mt} \quad (2b)$$

즉, k 번째 속성의 t 시점에서 서비스 확산에 의한 속성충족도 (k_{kt}^S)와 관련된 기술 완성에 의한 속성충족도 (k_{kt}^T)는 각각 t 시점의 l 개의 서비스의 확산률 ($S_{1t}, S_{2t}, \dots, S_{lt}$)이 서비스와 속성간의 연관성으로 결합된 정도, t 시점의 m 개의 기술의 완성률 ($T_{1t}, T_{2t}, \dots, T_{mt}$)이 기술과 속성간의 연관성으로 결합된 정도로서 나타내어진다.

기술-서비스 간의 연관성은 식 (1a), (1b)에 정의된 서비스 확산에 의한 속성충족도 (k^S)와 기술 완성에 의한 속성충족도 (k^T)가 같고, 서비스-속

성 간의 연관성 행렬 (A)의 행렬곱 ($A'A$)의 역행렬이 존재한다는 조건하에 서비스 확산에 대해 정리하면 다음과 같이 구해질 수 있다.

$$S = CI = \begin{pmatrix} c_{11} & \dots & c_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \dots & c_{nm} \end{pmatrix} I \quad (3) \\ , \text{ 단 } C = (A'A)^{-1}A'B$$

식 (3)에서 $l \times m$ 행렬 C 는 기술과 서비스간의 연관성을 나타내는 행렬로 정의될 수 있다. 식 (3)을 t 시점의 i 번째 서비스에 대해 정리하면 식 (4)와 같다.

$$S_{it} = c_{i1}T_{1t} + c_{i2}T_{2t} + \dots + c_{im}T_{mt} \quad (4)$$

즉, t 시점에서 i 번째 서비스의 확산률 (S_{it})은 관련된 기술-서비스 간의 연관성계수들과 t 시점의 m 개의 기술의 완성률 ($T_{1t}, T_{2t}, \dots, T_{mt}$)에 따라 정의된다. 이때 c_{ij} 는 j 번째 기술의 완성이 i 번째 서비스의 확산과 관련된 정도를 의미한다.

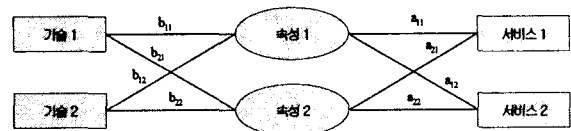
3. 기술-서비스 연관성 모형: $2 \times 2 \times 2$ 의 경우

앞에서 도출된 일반적인 기술-서비스 간의 연관성 관계에 대한 이해를 높이고자, [그림 1]와 같이 2개의 서비스들과 2개의 기술들이 2개의 속성들을 매개로 연관된 전형적인 경우를 보다 구체적으로 살펴보고자 한다. 또한 [그림 1]의 연관상황을 보다 단순화하기 위해 기술1, 기술2는 각각 속성1, 속성2에만 연관된 기술로 가정하고, 서비스1, 서비스2는 각각 속성1, 속성2와 완전한 연관성이 존재하고 속성2, 속성1과는 부분적인 연관성이 존재한다고 가정한다. 즉, [그림 1]에서 $b_{12} = b_{21} = 0, a_{11} = a_{22} = 1, a_{12} = \alpha, a_{21} = \beta$ 등으로 가정한다.

<표 1>은 이 경우 속성과 서비스간의 부분적 연관성의 유형에 따라 구분될 수 있는 3가지 유형에 대한 서비스-속성 간의 연관성 행렬 (A), 기술-속성 간의 연관성 행렬 (B) 및 기술-서비스 간의 연관성 행렬 (C) 등을 나타내고 있다.




<표 1>의 (i)서비스1, 서비스2가 독립적인 경우와 (ii)서비스1, 서비스2가 순수 대체관계인 경우는 각각 (iii)서비스1, 서비스2가 경쟁적 대체관계인 경우에서 α, β 가 모두 0이거나, β 만 0인 특수한 경우이고, (iii)서비스1, 서비스2가 경쟁적 대체관계인 경우를 중심으로 기술-서비스 간의 연관성 행렬 (C)의 의미를 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 기술1, 기술2의 발전은 각각 서비스1, 서비스2의 확산에 $1/(1-\alpha\beta), -\alpha/(1-\alpha\beta)$ 만큼과 $-\beta/(1-\alpha\beta), 1/(1-\alpha\beta)$ 만큼의 영향을 미친다.



[그림 1] 전형적인 기술-서비스 연관성 예

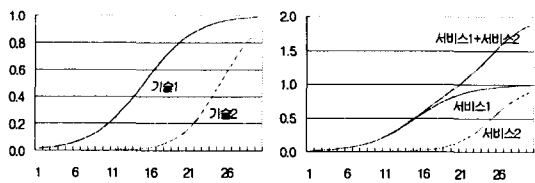
<표 1> 서비스1, 서비스2의 관계에 따른 연관성행렬의 구분

서비스1, 서비스2의 관계	연관성 행렬*		
	A	B	C
(i) 서비스1, 서비스2가 독립적인 경우 	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$
(ii) 서비스1, 서비스2가 순수 대체관계인 경우 	$\begin{pmatrix} 1 & \alpha \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & -\alpha \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$
(iii) 서비스1, 서비스2가 경쟁적 대체관계인 경우 	$\begin{pmatrix} 1 & \alpha \\ \beta & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\frac{1}{1-\alpha\beta} \begin{pmatrix} 1 & -\alpha \\ -\beta & 1 \end{pmatrix}$

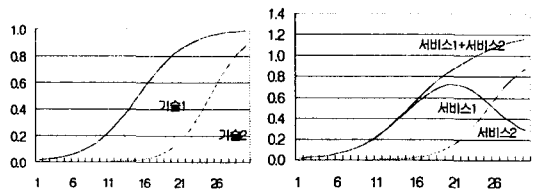
* 연관성 행렬 A, B, C는 각각 서비스-속성, 기술-속성 및 기술-서비스 간의 연관성 행렬 등을 의미함

<표 1>에 설정된 상황에서 기술1과 기술2의 발전은 각각 서비스1과 서비스2의 확산에는 (+)영향을 미치나, 서비스2와 서비스1의 확산에는 (-)영향을 미치는 것으로 나타나고 있다. 이는 속성을 매개로 특정 기술과 가장 주된 연관성을 갖는 서비스는 해당 기술의 발전에 따라 긍정적인 영향을 받게 되나, 다른 서비스는 주된 연관성을 갖는 서비스로 수요가 대체됨을 나타내는 것으로 해석될 수 있다.

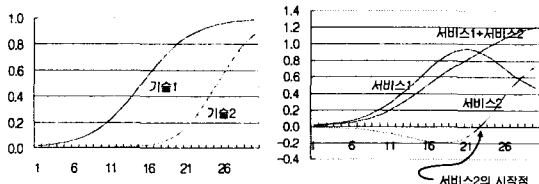
[그림 2], [그림 3], [그림 4]는 각각 기술1과 기술2의 완성률이 가상의 로지스틱곡선의 형태로 0부터 1까지 증가함에 따라 서비스1과 서비스2의 확산률이 변화하는 형태를 <표 1>의 3가지 경우에 따라 구분하여 나타내고 있다. [그림 2]~[그림 4]에서 x축은 시점을 y축은 왼쪽그림은 2가지 기술의 완성률을 오른쪽 그림은 2가지 서비스의 확산률을 나타내고 있다.



[그림 2] 독립적인 2개 서비스의 확산



[그림 3] 순수 대체 관계인 2개 서비스의 확산



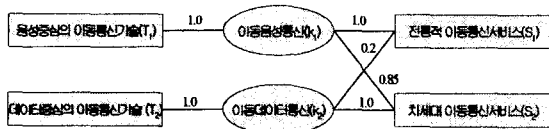
[그림 4] 경쟁적 대체 관계인 2개 서비스의 확산

2개의 서비스가 독립적인 경우, [그림 3]에서와 같이 서비스1과 서비스2의 확산과정은 각각 기술1과 기술2의 완성과정과 같은 모양을 보이게 되고, 서비스1과 서비스2는 서로 독립적인 시장을 형성하고 있다. [그림 4]는 <표 1>의 (ii)서비스1, 서비스2가 순수 대체관계인 경우 중 $\alpha=0.8$ 인 경우를 나타내고 있는데, 이 경우 서비스1의 확산과정은 기술1의 완성과정과 유사한 형태로 진행되다가 기술2의 완성과정이 시작되면서부터 시작한 서비스2의 확산과정이 진행됨에 따라 절대 시장크기가 잠식되어 점차 확산률 자체가 감소하는 형태를 보이며 진행된다. [그림 5]는 <표 1>의 (iii)서비스1, 서비스2가 경쟁적 대체관계인 경우 중 $\alpha=0.7, \beta=0.3$ 인 경우를 나타내고 있다. [그림 5]의 경쟁적 대체관계에서도 대체적으로는 [그림 4]의 순수 대체관계와 같이 궁극적으로는 서비스2에 의해 서비스1이 잠식되어지는 모습을 보이나, 서비스1과 서비스2가 고려되고 있는 모든 차원의 속성들을 지원함에 따라 경쟁적인 모습을 보이게 된다. 이 과정에서 서비스2의 확산과정이 시작되기 이전에 서비스2에 대해 (-)의 확산이 발생되는데, 이는 초반에 강화된 서비스1의 경쟁력에 따라 잠재적 서비스2 시장이 잠식된 효과로 해석할 수 있다.

4. 사례: 차세대 이동통신서비스의 수요예측

이제 앞에서 개발된 기술-서비스 연관성 모형을 소위 3세대이동통신서비스(이하 3G서비스)라 불리는 차세대 이동통신서비스의 가입자수 예측 문제에 적용하여, 개발된 모형이 기술의 완성과정과 서비스의 확산과정을 연계하여 분석하기 위한 적절한 틀인가를 검증하고자 한다 제시된 기술-서비스 연관성 모형을 실제문제에 적용하기 위해서는 모형 설정 \Rightarrow 연관성행렬 도출 \Rightarrow 기술 완성과정 도출 \Rightarrow 서비스 확산과정 도출 등의 절차를 따라 수행하여야 한다.

먼저, 본 연구에서는 사례분석에 포함될 서비스, 속성, 기술들을 각각 이동전화서비스(PCS 포함)와 향후 전개될 3G서비스, 이동음성통신과 이동데이터통신 및 이동음성통신기술과 이동데이터통신



[그림 5] 차세대 이동통신서비스의 연관성 모형

기술 등의 2개씩으로 정한 다음 [그림 5]와 같은 연관성 모형을 적용한다. [그림 5]의 연관성 모형에서 서비스, 속성, 기술들간의 연관성 계수는 관련 전문가들 패널의 의견을 반영하여 정하였다.

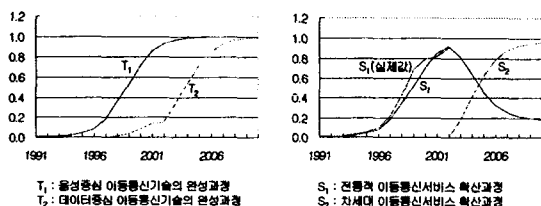
다음으로 이동음성통신기술과 이동데이터통신 기술 등 단위 기술의 완성과정은 한국특허정보원에서 제공하는 출원특허통계를 이용하여 로지스틱 곡선의 꼴로 추정하였다. 이 과정에서 이미 많은 수의 특허가 출원된 이동음성통신기술은 특허출원수의 잠재적 최고치를 포함한 로지스틱 곡선의 모든 모수를 추정하였고, 상대적으로 자료의 수가 초기 시점의 한정된 자료로 제한된 이동데이터통신기술은 이동음성통신기술의 완성속도를 고려한 잠재적 최고치만을 추정하였다.

[그림 6]은 이상에 의해 추정되고 전망된 이동음성통신기술(T_1)과 이동데이터통신기술(T_2)의 완성과정 및 전통적인 이동통신서비스(S_1)와 차세대 이동통신서비스(S_2)의 확산과정을 나타내고 있다. [그림 6]에서 x 축과 y 축은 각각 년도 및 기술/서비스의 완성률/확산률을 의미하고, T_1, T_2 는 2002년 이전 구간에 대해서는 실제값을 2003년 이후 구간에 대해서는 추정값을 나타내고 있으며, S_1, S_2 는 전 구간에 대해 본 연구에서 제시된 연관성 모형에 의해 추정된 값을 나타내고 있다. [그림 6]에 함께 표시된 전통적인 이동통신서비스(S_1)의 실제값은 PCS를 포함한 이동통신서비스의 가입자 수를 18세 이상 인구에 대한 비율로 표시한 것으로, 2002년 이전 구간에 대해 연관성 모형에 의해 추정된 값을 실제값과 비교하여 구한 설명력은 R^2 기준으로 0.98로 나타난다.

[그림 6]에서 보이는 바와 같이 연관된 기술의 완성과정을 바탕으로 전망한 차세대 이동통신서비스의 확산은 2003년부터 시작되어 2007~2008년까지 급속하게 진행되며, 이 과정에서 전통적인 이동통신서비스 시장의 잠식이 함께 진행될 것으로 예상된다.

5. 결론

본 연구에서는 일반적으로 기술과 서비스들이 속성을 매개로 연관된 경우, 해당 서비스들의 확산



[그림 6] 연관성모형에 의한 이동통신 기술 및 서비스의 완성/확산과정 추정 및 전망

과정과 기술들의 완성과정 간의 연관성을 설명하기 위한 모형을 개발함으로써, 많은 기존의 확산모형 및 다세대확산모형들이 지니는 주요 중심 모형의 한계를 효과적으로 극복하여 정보통신분야와 같이 공급 측면에서 기술개발이 중요한 요소로 작용하고 있는 서비스의 확산을 설명하는데 매우 유용하게 적용될 수 있는 수단을 제공하고 있다.

그러나, 본 연구에서 제시한 모형이 실증 문제에 보다 효과적으로 적용되기 위해서는 (i) 보다 다양한 기술-서비스의 연관상황에 대한 확장, (ii) 기술개발과 서비스확산의 불균형상황 및 기술개발의 선행성 고려, (iii) 기술 완성과정의 보다 객관적 추정 등에 대한 개선이 요구된다.

[참고문헌]

- [1] 주영진, "정보통신 기술·시장 및 정책 환경의 변화 및 전망," 2001년 한국경영과학회 추계학술대회 논문집(2001.10.20), 218-221, 2001.
- [2] 주영진, 박명철, "범세계위성이동통신(GMPCS) 서비스 국내가입자 수 예측에 관한 연구," 한국통신학회논문집, 제24권, 제8A호, 1115-1125, 1999.
- [3] Bass, Frank M., "A new product growth for model consumer durables," Management Science, Vol.15, No.5, 215-227, 1969.
- [4] du Preez, Gert T. and Carl W.I. Pistorius, "Analyzing technological threats and opportunities in wireless data services," Technological Forecasting and Social Change, 70, 1-20, 2002.
- [5] Fisher, J. C. and R. H. Pry, "A simple substitution model for technological change," Technological Forecasting and Social Change, 2, 75-88, 1971.
- [6] Jun, Duk Bin and Yoon S. Park, "A choice-based diffusion model for multiple generations of products," Technological Forecasting and Social Change, 61, 45-58, 1999.
- [7] Meade, Nigel and Towhidul Islam, "Forecasting the diffusion of innovations: implications for time-series extrapolation," in Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners (J. Scott Armstrong (ed.), Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London), 577-595, 2001.
- [8] Norton, John A. and Frank M. Bass, "A diffusion theory model of adoption and substitution for successive generations of high technology products," Management Science, 33, 1069-1086, 1987.
- [9] Weerahandi, Samaradasa, Robert S. Hisiger and Victor Chien, "A framework for forecasting demand for new services and their cross effects on existing services," Information Economics and Policy, 6, 143-162, 1994.