

통신서비스 해지자수 예측모형

임철주*, 전덕빈*, 주영진*, 박윤서*, 박명환**, 박영선***

*한국과학기술원 테크노경영대학원

**한성대학교 산업공학과

***서경대학교 경영학과

요약문

이동통신서비스 가입자 수에 대한 예측은 이제까지 주로 확산모형(Diffusion Model)에 의한 신규가입자 수의 예측을 위주로 발전되어 왔다. 그러나, 소비자들의 다양한 욕구의 변화 및 관련 기술의 발전으로 인하여 디지털이동전화, 발신전용이동전화 등의 신규 이동통신서비스들이 시장에 소개됨에 따라 기존 이동통신서비스 가입자들중 다수가 그 서비스를 해지하고 새로운 경쟁 서비스로 전환하게 되었다. 이 경우 특정 이동통신서비스의 기존 가입자 중에서 발생하는 해지자 수를 정확히 예측하는 것은 해당 이동통신서비스 가입자 수를 합리적이고 정확히 예측하기 위해 매우 중요한 문제이나, 기존의 연구에서는 해지자 수의 예측을 확산모형을 확장시켜 적용하거나, 설문조사에 따른 방대한 자료의 분석에 의존하여 왔다. 이에 본 연구에서는 이동통신서비스의 기존 가입자가 지나는 해지 특성을 가입시기에 따른 해지성향과 특정 시점의 가입자가 나타내는 해지까지의 가입수명분포로 정의하고, 기존의 해지자 수 자료에서 해지성향 및 가입수명분포를 추정함으로써 해지자 수를 예측할 수 있는 모형을 개발하여, 이를 기존의 아날로그 셀룰라폰의 해지자 수 예측에 적용하였다.

1. 서론

이동통신서비스 시장분석에 있어서 주된 관심인 서비스가입자 수는 크게 누적가입자수, 신규가입자수 그리고 가입자수의 순중의 3가지로 구분된다. 누적가입자수는 특정 시점의 총 가입자수를, 신규가입자수는 특정 계획기간(planning horizon)에

새로이 가입한 수를, 순중가입자수는 그 계획기간에 순수하게 증가된 가입자수를 지칭한다. 이상의 수치들은 이동통신서비스기업의 전략적 의사결정에 있어서 매우 중요한 변수로 작용하게 된다.

특정 시점의 누적가입자수는 바로 전 시점의 누적가입자수와 그 이후 특정시점까지의 가입자순중의 합으로 구해진다. 가입자순중은 다시 그 기간

동안의 신규가입자수와 해지자수의 차로써 구한다. 따라서 서비스가입자수의 예측치를 구하기 위해서는 신규가입자수와 해지자수의 예측이 필요하다. 그런데 기존의 이동통신서비스 가입자수 예측연구에서는 대부분 신규가입자수 예측만을 시도하였거나 가입자순중만을 예측하였다. 따라서 각각의 중요성을 가지고 있는 누적가입자, 신규가입자, 가입자순중을 구별하여 예측할 수 없는 단점이 있었다. 그러므로 신규가입자수와 더불어 해지자수의 예측도 동일한 비중으로 다루어져야 한다.

신규가입자수에 대한 예측은 주로 확산모형(Bass 1969, Mahajan & Muller 1979, Mahajan, Muller & Bass 1990)을 이용하여 수행되어왔다. 순중가입자수는 신규가입자수의 예측치에서 그 기간의 해지자수를 빼줌으로써 구해진다. 따라서 해지자수의 예측이 필요해지는데 이제까지는 단순히 해지율을 정의하여 해지율의 추세를 분석하거나 신규가입자수의 예측과 같이 확산모형을 이용하였다. 기업에서 실무적으로 사용되는 해지율은 다음의 두 가지가 있다.

$$R_{1t} = \frac{H_t}{M_t}, \quad t=1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

$$R_{2t} = \frac{H_t}{N_t}, \quad t=1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

R_{1t} = t 기의 해지율

H_t = t 기의 해지자수

M_t = t 기의 누적가입자수

N_t = t 기의 신규가입자수

위와같이 해지율을 정의한 경우 직관적 이해가 부족하다. (1)과 같이 정의하면 한 시점의 총가입자수의 일정비율로 나타나는데 그 시점의 가입자들의 가입기간이 모두 다르므로 적절치 못하다. (2)와 같은 경우도 신규가입자수의 일정비율로 나타나는데 신규가입자수가 많을 때는 해지자수도 많아야 하는 결과가 나타난다.

확산모형을 이용하는 경우도 위의 해지율과 같이 직관적 이해가 부족하다. 확산모형을 따른다면 해지자수가 S자 형태로 성장하여 포화수준에 이

르게 되지만 해지자에 적용할 경우 포화수준의 의미가 불분명하다. 서비스가 포화수준에 이르러 가입과 해지의 균형이 이루어진 시점에서조차 누적해지자수는 계속 증가할 것이다. 따라서 해지자수의 포화수준은 인구수도 아니고 누적가입자도 아닌 계속 증가하는 형태가 될 것이나 그 실체를 규명하기가 쉽지 않다.

본 연구에서는 이동통신서비스의 기존 가입자가 지나는 해지특성을 가입시기에 따른 해지성향과 가입시점으로부터 해지시점까지의 수명분포로 정의하여 직관적 이해는 물론 자료의 분석에 따른 비용이 적은 합리적인 예측모형을 제시하고 이를 응용하여 아날로그 셀룰라폰의 기존 해지자수 자료로부터 해지성향과 수명분포를 추정하여 해지자수의 예측에 적용하였다.

2. 해지모형

본 연구에서 제시되는 모형은 다음과 같은 자료가 있음을 전제로 한다.

- ① 2기 이상의 해지자수와 해지자의 수명
- ② 서비스 시작시점부터의 신규가입자수

모형에서 기본적으로 가입자의 특성이 둘로 나뉘는데 가입시기에 따른 해지성향과 가입시기와는 무관한 수명분포이다. 해지성향은 서비스가 가입자가 가입한 시기의 서비스품질이나 사회적상황 등으로부터 가입자의 서비스이용행태에 받는 영향을 의미한다. 수명분포는 가입시기와는 관계없이 서비스가 가입자가 공통적으로 가지는 가입기간의 분포이다.

본 연구에서는 t 기의 해지자수를 다음과 같이 정의한다.

$$H_t = \sum_{i=0}^t N_{t-i} \times a_{t-i} \times b_i, \quad \sum_{i=0}^{\infty} b_i = 1 \quad (3)$$

N_i : t 기의 신규가입자수

a_i : t 기의 신규가입자중 $(t+n)$ 기안에 해지하는 비율

b_i : 수명이 n 기이내인 가입자의 수명분포

이때 n 은 서비스가 가입자중 해당서비스에 대한 선호도가 강하여 장기간 가입하는 가입자만 남아있게 되는 시점을 의미한다. 즉, t 기에 서비스에 가입한 사람들중 사망, 단말기대체 등의 자연발생적 해지 이외의 의도적 해지가 발생하게 되는 기간을 뜻한다. a_n 은 t 기에 가입한 사람이 n 기동안 의도적 해지를 하게되는 비율을 의미한다. b_n 은 의도적 해지가 진행되는 n 기간동안의 해지분포를 의미한다. b_n 은 t 에 의존하지 않는다. 위의 수식을 도표화하면 <표 1>과 같다. <표 1>은 다시 해지자가 가입한 시기의 신규가입자수로 나눈 <표 2>와 같이 나타낼 수 있다. 이제 <표 2>로부터 a_i 와 b_i 를 추정한다.

3. 추정 및 예측

추정방법은 크게 두가지를 고려할 수 있다.

t	의도적 해지자	1	2	3	4
N_1	$N_1 a_1$	$b_1(N_1 a_1)$	$b_2(N_1 a_1)$	$b_3(N_1 a_1)$	$b_4(N_1 a_1)$
N_2	$N_2 a_2$		$b_1(N_2 a_2)$	$b_2(N_2 a_2)$	$b_3(N_2 a_2)$
N_3	$N_3 a_3$			$b_1(N_3 a_3)$	$b_2(N_3 a_3)$
N_4	$N_4 a_4$				$b_1(N_4 a_4)$

<표 1> 신규가입자수로 나타낸 해지자수

의도적 해지자	1	2	3	4
$N_1 a_1$	$b_1 a_1$	$b_2 a_1$	$b_3 a_1$	$b_4 a_1$
$N_2 a_2$		$b_1 a_2$	$b_2 a_2$	$b_3 a_2$
$N_3 a_3$			$b_1 a_3$	$b_2 a_3$
$N_4 a_4$				$b_1 a_4$

<표 2> 해지자수의 분포

하나는 최소자승법을 이용하여 추정하는 것이고 다른 하나는 일관된 셀들로 구성된 연립방정식을 풀어 구한 값들의 평균을 이용하는 방법이다. <표 2>의 자료가 주어졌을 경우 두 방법을 비교하면 다음과 같다.

1) 최소자승법

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (\hat{b}_i \hat{a}_j - c_{ij})^2 \quad (4)$$

c_{ij} : 주어진 자료의 셀값

식(4)를 만족시키는 모수를 구한다.

2) 연립방정식을 이용한 방법

미지수가 8개이므로 일정한 기준에 의해 12개의 셀중 8개의 셀을 선택하여 연립방정식을 세운다. 여러개의 조합을 선택하여 각각 방정식을 풀어 구한 해들의 평균값을 사용한다.

n 이 작은 경우에는 최소자승법을 사용하는 것이 비용이 절감되며, n 이 큰 경우에는 연립방정식을 이용하는 방법이 비용이 절감된다.

앞에서 구한 b_n 은 가입자의 수명분포로서 사용되면 a_n 은 가입자의 가입시기에 따른 해지특성치가 된다. a_n 을 이용하여 다시 원하는 시점의 가입자의 해지특성치를 예측할 수 있다. 따라서 해지자의 i -step-ahead forecast는 다음과 같이 구해진다.

$$\hat{H}_{i,t} = \sum_{j=0}^{i-1} b_j \times \widehat{a_{t+i-j}} \times \widehat{N_{t+i-j}} + \sum_{j=i}^{\infty} b_j \times a_{t+i-j} \times N_{t+i-j} \quad (5)$$

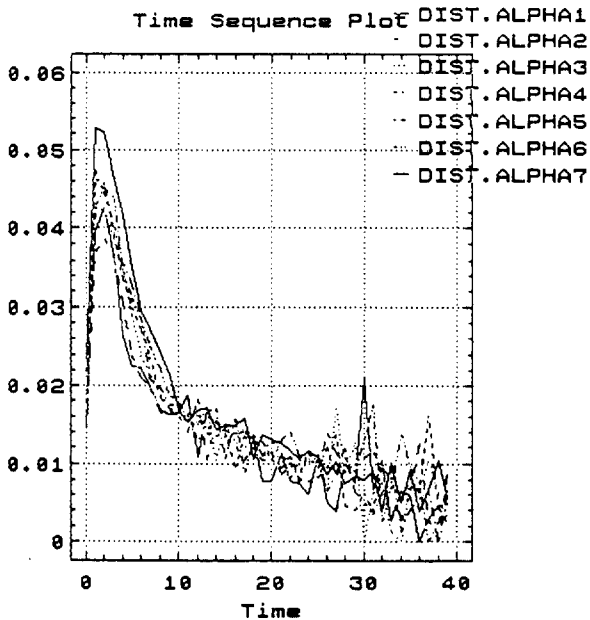
, where $\hat{N}_t = t$ 기의 신규가입자수 예측
 $\hat{a}_t = t$ 기의 가입자의해지특성예측치

신규가입자수 예측치는 이미 확산모형이나 선택모형 등을 이용해 구해진 신규가입자수 예측치를 사용한다.

4. 아날로그 셀룰라폰 해지자수에의 응용

여기에 주어진 자료는 7분기동안의 해지자수와 해지자의 수명 그리고 서비스실시 시작분기부터의 신규가입자수이다. 7분기동안의 해지자들을 대상으로 각 분기별 수명분포를 plotting한 결과가 <그림 1>과 같으며 이를 다시 <표2>와 같은 형태로 나타낸 것이 <표3>에 나와있다. <그림 1>로부터 가입후 12분기 이후에는 거의 해지자가 없는 것으로 미루어 볼 수 있으며 따라서 아날로그 셀룰라폰 해지자수 예측에서는 $n=14$ 를 사용하였다. 즉 가입한지 3년 6개월이상 지속된 가입자는 아날로그 셀룰라폰 서비스에 대한 선호도가 높다고 가정할 수 있다. 이상의 자료에서 추정해야하는 모수는 총 36개이다. 추정해야할 모수가 많으므로 여기서는 연립방정식을 이용한 방법을 사용하였다. 셀을 고르는 기준은 다음과 같다.

- 1) 가장 최근(마지막 분기)의 자료를 이용한다.
- 2) 나머지 분기를 한번씩 이용한다.
- 3) 사용되지 않은 분기중에서 가장 최근의 셀을 하나씩 선택한다.



<그림 1> 아날로그 셀룰라폰 해지자수 분포

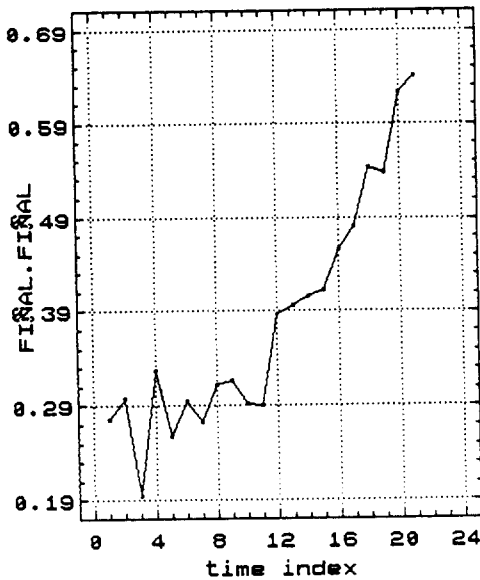
1분기	2분기	3분기	4분기	5분기	6분기	7분기
0.0144						
0.0168	0.0156					
0.0108	0.0104	0.0102				
0.0187	0.0183	0.0174	0.0171			
0.0165	0.0141	0.0149	0.0166	0.0135		
0.0164	0.0162	0.0154	0.0152	0.0138	0.0154	
0.0169	0.0169	0.0162	0.0166	0.0131	0.0144	0.0143
0.0198	0.0165	0.0170	0.0175	0.0163	0.0163	0.0171
0.0223	0.0196	0.0188	0.0175	0.0172	0.0156	0.0168
0.0224	0.0209	0.0213	0.0197	0.0170	0.0178	0.0154
0.0263	0.0239	0.0239	0.0208	0.0183	0.0187	0.0169
0.0365	0.0305	0.0291	0.0288	0.0237	0.0221	0.0214
0.0425	0.0361	0.0347	0.0326	0.0271	0.0250	0.0243
0.0395	0.0387	0.0387	0.0357	0.0300	0.0286	0.0272
0.0145	0.0369	0.0423	0.0402	0.0334	0.0311	0.0296
	0.0169	0.0426	0.0445	0.0391	0.0347	0.0351
		0.0233	0.0474	0.0458	0.0439	0.0415
			0.0219	0.0461	0.0452	0.0461
				0.0166	0.0429	0.0523
					0.0179	0.0527
						0.0234

<표 3> 아날로그 셀룰라폰 해지자수 분포

이상의 기준으로 선택한 6개의 방정식의 해를 다시 평균하여 얻은 최종 추정치는 다음과 같다.

$a_1 = 0.282$	$b_0 = 0.038$
$a_2 = 0.306$	$b_1 = 0.090$
$a_3 = 0.200$	$b_2 = 0.102$
$a_4 = 0.335$	$b_3 = 0.086$
$a_5 = 0.265$	$b_4 = 0.088$
$a_6 = 0.302$	$b_5 = 0.077$
$a_7 = 0.280$	$b_6 = 0.071$
$a_8 = 0.319$	$b_7 = 0.066$
$a_9 = 0.321$	$b_8 = 0.060$
$a_{10} = 0.293$	$b_9 = 0.054$
$a_{11} = 0.295$	$b_{10} = 0.057$
$a_{12} = 0.402$	$b_{11} = 0.053$
$a_{13} = 0.406$	$b_{12} = 0.053$
$a_{14} = 0.412$	$b_{13} = 0.054$
$a_{15} = 0.419$	$b_{14} = 0.052$
$a_{16} = 0.458$	
$a_{17} = 0.472$	
$a_{18} = 0.542$	
$a_{19} = 0.517$	
$a_{20} = 0.591$	
$a_{21} = 0.640$	

위와같이 구해진 a_t 를 plotting하면 <그림 2>와 같다. a_t 를 분석한 결과 두번의 structural change가 발생한 것으로 나타났다. 즉, 1-11분기까



<그림 2> 추정된 해지특성(α)

지 안정적인 형태를 보이다가 레벨상승이 발생하여 12-15분기까지 안정적이고 다시 그 이후에 레벨상승이 일어났다. 이는 초기 11분기 가입자들은 서비스 선호도가 높은 반면 12-15분기에 가입한 가입자들은 서비스 선호도가 상대적으로 낮고 그 이후에 가입한 사람들은 더욱 낮음을 알 수 있다. 이상의 결과를 이용하여 α 에 대한 예측치를 구할 수 있으며 아날로그 셀룰라폰 신규가입자수의 예측치가 있다면 바로 해지자수의 예측치를 식(5)에 의해 구할 수 있다.

5. Conclusion

1995년까지 이동통신서비스는 아날로그 셀룰라폰과 무선호출기가 추가 되어왔다. 하지만 1996년 이후로 디지털 셀룰라폰, 발신전용전화기 등의 신규서비스가 실시됨에 따라 기존 이동통신서비스 가입자들중 다수가 그 서비스를 해지하고 새로운 경쟁 서비스로 전환하게 되었다. 이 경우 특정 이동통신서비스의 기존 가입자 중에서 발생하는 해지자 수를 정확히 예측하는 것은 해당 이동통신서비스 가입자 수를 합리적이고 정확히 예측하기 위해 매우 중요한 문제로 대두되었다.

본 연구에서는 이동통신서비스의 해지자수를 예측하기 위한 합리적이고 이해하기 쉬운 모형을 제시하였다. 여기서 제시된 모형은 설문조사를 통한 방대한 자료가 필요없으며 직관적으로도 이해하기 쉽다.

참 고 문 헌

Bass, Frank M. (1969), "A New Product Growth Model for Consumer Durables," *Journal of*

Business, 53 (July, part 2), 51-67

Mahajan, Vijay and Eitan Muller (1979), "Innovation Diffusion and New Product Growth Models in Marketing," *Journal of Marketing*, 43 (Fall), 55-68

Mahajan, Vijay, Eitan Muller and Frank M. Bass (1990), "New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research," *Journal of Marketing*, 54 (January), 1-26