

이동통신시장 서비스를 위한 경쟁위험모형

이재강 · 손소영[†]

연세대학교 정보산업공학과

Competing Risk Model for Mobile Phone Service

Jae Kang Lee · So Young Sohn

Department of Information & Industrial Engineering, Yonsei University

Since Korean government has implemented the "Number Portability System" in the domestic mobile communications market, mobile communication companies have been striving to hold onto existing customers and at the same time to attract new customers. This paper presents a competing risk model that considers the characteristics of a customer in order to predict the customer's life under the "Number Portability System." Three competing risks considered are pricing policy, quality of communication, and usefulness of service. It was observed that the customers who pay more are less sensitive on pricing policy younger people are less sensitive than older people to the quality of communication and women are more sensitive than men to the degree of usefulness of service. We expect that the result of this study can be used as a guideline for effective management of mobile phone customers under the Number Portability System.

Keywords: Wireless Communication Market, Competing Risk, Number Portability System

1. 서론

네트워크 기술과 디지털 이동통신 기술 등과 같은 혁신적인 정보통신기술은 이동 통신시장을 변화시키는 근본적인 원인이 되고 있으며, 멀티미디어 기능을 지닌 복합적인 통신서비스에 대한 고객들의 다양한 요구는 국내 통신서비스산업 변화를 가속화시키고 있다(Kim and Jung, 2002). 이러한 고객 요구의 변화뿐만 아니라 정부 정책의 변화 역시 이동통신시장 변화에 영향을 미치는 중요한 원인이 된다.

2004년 1월 1일을 기점으로 하여 정부는 공정한 통신 시장 경쟁 여건을 마련하기 위해 번호이동성 제도를 도입하였다

번호이동성제도는 이용자가 전화번호에 구속 받지 않고 서비스 품질·요금 등을 비교하여 통신 사업자를 자유롭게 고를 수 있는 제도로써 가입자는 통신 사업자를 변경해도 기존의 전화번호를 계속 사용할 수 있기 때문에 사업자 전환을 쉽게 할 수 있도록 한다. 결국 번호 이동성 제도의 도입은 사업자간 가입자 확보 및 유지를 위한 경쟁을 심화시켰다. 통신 사업자

들은 이러한 경쟁 속에서 살아남기 위해서 고객의 이탈원인을 파악하고 고객 수명을 예측하여 적절한 대안을 수립하여야 한다. 수명 예측과 관련된 연구에서는 생존분석 방법이 주로 이용되고 있다. 이는 어느 관찰대상이 관찰시점으로부터 언제까지 머무를 것인가에 대한 연구로써 의학, 마케팅 등 다양한 분야에서 응용되고 있다(Tan *et al.*, 2002; JerezAragone's *et al.*, 2003; Lariviere and Van den Poe, 2005). 그러나 대부분 기존 생존 분석 연구들은 사건의 유형을 구분하지 않아 유형별 위험함수를 비교할 수가 없어 어떠한 특성을 가지고 있는 대상들이 어떤 원인에 의해 이탈하는지 파악할 수가 없다는 문제점을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 고객 개인의 특성변수를 반영하여 다양한 이탈원인(요금정책, 통화품질, 서비스의 유용성)에 의해 통신사를 이탈하는 고객들의 수명을 competing risk 분석을 통해 예측하고자 한다. Competing risk란 사건을 유형별로 고려하고, 각 사고가 발생하는 원인 그룹의 특성을 파악하는 모형이다 (Crowder, 2001).

의학, 공학, 사회과학 분야에서 사용된 competing risk 모형연

[†] 연락처 : 손소영 교수, 120-749 서울시 서대문구 신촌동 134번지 연세대학교 정보산업공학과, Fax: +82-2-364-7807,

E-mail : sohns@yonsei.ac.kr

2005년 12월 접수, 2006년 2월 수정본 접수, 2006년 2월 게재 확정.

구의 예는 다음과 같다. Giannelli and Gianna Claudia(1996)는 기혼 서독 여성들의 사회적 보장제도, 교육 수준, 가족 구성원이 여성들의 근무기간에 영향을 미치는지를 알아보기 위해 여성들의 고용 형태(비고용, 파트타임, 완전고용)에 따른 competing risk model를 이용하였다. Munch and Svarer(2004)는 어떤 압력으로 인한 사망이 사회-경제 요소들인 교육, 직업, 기술 수준, 수입과 관련이 있는지를 competing risk 모형을 이용하였다. Leszczyc and Timmermans(2002)는 인간의 다양한 사회 활동 지속시간을 예측하는데 있어서 competing risk model을 이용하였다.

본 연구에서는 고객들의 특성변수들을 고려하여 고객의 이탈 원인을 Jung and Park(2003)의 연구결과에 따라 이동통신회사의 요금정책, 통화품질, 서비스의 유용성 관점에서 파악하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 competing risks 모형을 설명하고 3장에서는 데이터 분석을 실시하였다. 마지막으로 4장에서는 본 연구의 결론과 향후 방향에 대하여 논하였다.

2. 경쟁위험모형(Competing Risk Model)

번호이동성제도의 도입으로 가입자들은 전환비용이 감소되어 사업자 선택을 보다 자유롭게 하고, 사업자들은 고객이탈과 고객 기반확대라는 위협과 기회를 동시에 가지게 되었다. 이에 이러한 변화에 대처하기 위해서 번호이동성제도의 국내 이동통신 시장 분석에 관한 연구가 폭 넓게 진행되어 왔다. Park et al.(2004)은 국내 이동통신 시장에 대한 정부의 규제 정책을 평가하고 향후 정부의 정책 수립시 실효성과 타이밍을 분석하기 위하여 시스템 다이내믹스 방법론에 기초한 시뮬레이션 모델을 통해 정부 규제 정책이 이동통신시장에 미치는 영향에 대한 분석을 시도하였고, Jung and Cho(2004)은 번호이동성제도가 이동통신사의 고객 만족요인에 따라 이동통신시장에 얼마나 탄력적으로 영향을 미치고 있는지를 파악하였다. Park et al.(2000)은 번호이동성 도입에 대한 타당성을 검토하고 번호이동성 도입방안을 제시하였다.

본 연구에서는 고객 특성들을 고려한 competing risk 모델을 이용하여 번호이동성 제도하에서 이동통신 고객들의 수명을 파악하고자 한다.

고객을 i 라 하고 j 를 이탈원인($i=1, \dots, n; j=1, 2, 3$)이라고 할 때 고객 i 가 j 라는 이유로 이탈할 때까지의 시간을 T_{ij} 라 하자. 이때 모수 λ_{ij}, β_j 가 주어진 상태에서 T_{ij} 는 아래와 같은 Weibull 분포를 따른다고 하자.

$$T_{ij} | \lambda_{ij}, \beta_j \sim Weibull(\lambda_{ij}, \beta_j) \quad (1)$$

여기서, λ_{ij} 는 Scale 모수이며, β_j 는 Shape 모수이다.

이 때, λ_{ij} 에 고객의 특성 변수 X_i 를 반영하기 위해서 λ_{ij} 를

다음과 같이 정의하자.

$$\lambda_{ij} = \exp(X_i B_j)$$

여기서 B_j 는 고객특성 변수 X_i 에 대한 회귀계수이다.

식 (1)를 바탕으로 고객 i 가 원인 j 로 이탈하기 전까지 머문 시간 t 의 p.d.f와 c.d.f는 다음과 같다.

$$f_{ij}(t) = (t)^{\beta_j-1} \beta_j (\lambda_{ij})^{\beta_j} \exp[-(\lambda_{ij} t)^{\beta_j}] \quad (2)$$

$$F_{ij}(t) = 1 - \exp[-(\lambda_{ij} t)^{\beta_j}] \quad (3)$$

우리는 식 (3)을 통해 고객 i 가 j 라는 이유로 t 시점까지 이탈하지 않고 생존할 확률을 의미하는 Survival function $S_{ij}(t)$ 는 식 (4)와 같이 표현되고 세가지 이탈 원인을 다 고려한 전체 Survival function $S_i(t)$ 는 식 (5)와 같이 정의된다.

$$S_{ij}(t) = 1 - F_{ij}(t) = \exp[-(\lambda_{ij} t)^{\beta_j}] \quad (4)$$

$$S_i(t) = \prod_{j=1}^3 1 - F_{ij}(t) = \prod_{j=1}^3 \exp[-(\lambda_{ij} t)^{\beta_j}] \quad (5)$$

고객 i 가 j 라는 이유로 t 시점 직후 이탈하는 위험률을 의미하는 crude hazard function $h_{ij}(t)$ 는 식 (6)과 같으며, 세가지 모든 원인들을 포함하는 전체 net hazard function $h_i(t)$ 는 식 (7)로 정의된다.

$$h_{ij}(t) = f_{ij}(t) / S_{ij}(t) = (t)^{\beta_j-1} \beta_j (\lambda_{ij})^{\beta_j} \quad (6)$$

$$h_i(t) = \sum_{j=1}^3 f_{ij}(t) / S_{ij}(t) = \sum_{j=1}^3 (t)^{\beta_j-1} \beta_j (\lambda_{ij})^{\beta_j} \quad (7)$$

다음으로 고객들의 특성을 반영하여 t 시점에서의 각 원인별 MRL(mean residual life)는 식 (8)과 같이 구할 수 있다.

$$m_{ij}(t) = E(T_{ij} - t | T_{ij} > t) = \frac{\int_t^\infty S(T_{ij}) dT_{ij}}{S_{ij}(t)} \quad (8)$$

각 이탈 원인별로 미지의 모수인 β_j 와 B_j 를 추정하기 위하여 로그 우도 함수를 이용하여 이를 최대로 하는 최대 우도 추정량들을 구할 수 있다.

$$L = \prod_{i=1}^n \prod_{j=1}^k h_{ij}(t)^{d_i} S_{ij}(t) \quad (9)$$

여기서, n 은 관찰된 고객의 수이고 k 는 이탈원인의 수이다. d_i 는 고객 i 에 대한 절단 인자이다. 즉, 고객이탈이 관찰되었다면 $d_i=1$ 이고 절단되지 않은 데이터인 고객이탈이 관찰되지 않았다면 $d_i=0$ 으로 표기할 수 있다.

식 (7)를 기초로 하여 식(10)을 다음과 같이 표기할 수 있다.

$$L = \prod_{i=1}^n \prod_{j=1}^k [h_{ij}(t)^{d_i}] \times \prod_{i=1}^n S_{ij}(t) \quad (10)$$

우리는 식 (5)를 이용하여

$$S_i(t) = 1 - F_{ij}(t) = \exp[-(\lambda_{ij}t)^{\beta_j}] = \exp[-\int_0^t h_{ij}(s)ds]$$

로 표현할 수 있으며 식 (11)는 $L = L_1 L_2 \dots L_k$ 로써 다음과 같이 표기할 수 있다.

$$L_j = \prod_{i=1}^n h_{ij}(t)^{d_i} \prod_{i=1}^n [\exp[-\int_0^{t_i} h_{ij}(s)ds]] \quad (11)$$

3. 데이터 분석

본 분석에 사용된 데이터는 설문을 통해 얻어진 자료로서 조사 대상은 휴대폰을 사용하는 20세부터 60세 사이의 남·여 총 130명의 고객들이다. 설문 내용은 <Table 1> 관점에서 고객 이탈 원인별 현상을 고객 특성을 고려하여 조사되었다. 이탈 시점의 기준은 데이터의 최종 관찰일(2004년 5월 31일)을 기준으로 파악하였다. 본 데이터에서 이탈한 고객들은 모두 다른 사업자로 이전한 것으로 나타났으며 모형에 사용된 변수는 <Table 1>과 같다.

Table 1. Used Variables

변수	내용	단위
달(Month)	가입기간(Interval Var.)	1~241
성(Sex)	성별(Class Var.)	0:남자, 1:여자
요금(Fare)	이용요금(Interval Var.)	1~15
사업자(Member)	이동통신회사(Class Var.)	1:S회사(refer) 2:K회사 3:L회사
번호서비스(Number)	전화번호 서비스에 대한 만족여부(Class Var.)	1. Yes 2. No
직업(Job)	직업형태(Class Var.)	1:학생 2:공무원 3:회사원 4:자영업(refer) 5:전문직
나이(Age)	가입시나이(Interval Var.)	14~60
이탈원인	요금정책	1
	통화품질	2
	서비스의 유용성	3

<Table 1>에서와 같이 고객의 이탈 원인을 요금정책, 통화품질, 서비스의 유용성으로 보았으며 고객의 특성변수 중 이동통신회사와 직업형태는 더미변수화 하였다. 이렇게 제시된 변수를 바탕으로 고객 특성 변수에 따른 원인간 competing risk 모형을 추정하기 위해 SAS 8.2(Allison, 1995)를 사용하였고 추정된 값은 <Table 2>와 같았다. *표시로 추

정된 값을 제외한 모든 변수들은 유의수준 5%내에서 유의하게 나왔다.

Table 2. Parameter estimates for competing risk model

Independent Variable	Pricing policy	Quality of communication	Usefulness of service
Intercept	3.6194	4.2477	10.4946
Gender	-0.2494	0.0870*	-0.3726
Job(1)	0.4167*	0.2829	-7.0619*
Job(2)	0.2851*	-0.0736*	-0.0468*
Job(3)	0.2051*	0.5725	-7.3614*
Job(4)	•	•	•
Job(5)	0.0440*	0.5024	0.0828*
Provider(1)	•	•	•
Provider(2)	-0.2705	-0.0882*	-0.0468*
Provider(3)	-0.3461	-0.0876*	-7.3614*
Age	0.0188*	-0.0161	0.0242
Fee	0.0672	0.0245*	0.0156*
Number	-0.0207*	-0.0129*	-0.4279
Weibull Shape	3.7079	4.3352	3.7346

식 (6)을 이용하여 추정된 <Table 2>의 β_j 값은 고객특성 변수 X_i 에 대한 회귀계수 추정치이다. 이러한 추정값 중에서 +의 값을 가지는 변수들은 고객 수명을 증가와 관련되는 반면에 -의 값을 가지는 것들은 고객 수명 감소와 관련이 있다 <Table 2>를 통해 우리는 다음과 같은 사실을 알 수가 있다. 요금 정책에 대한 유의한 고객 특성 변수로는 성별, 통신회사, 이용요금으로 나왔다. 성별에서는 남자보다는 여성이, 통신회사별로는 S회사에 비해 K, L회사의 고객들이 요금정책에 민감한 반응을 나타내는 것을 알 수가 있다. 이와는 반대로 요금을 많이 내는 고객일수록 요금정책에 덜 민감하게 반응하는 것으로 나왔다. 이 분석 결과, 통신사들이 요금정책을 통해 고객 유지 및 유치를 위해서 이용요금이 보통이거나 낮은 고객층의 관심을 끌 수 있는 정책을 제시하여야 하겠다. 또한, 통신회사 K, L에 가입된 고객들은 통신회사 S의 고객들에 비하여 요금정책에 민감하게 반응하므로 통신회사 K, L은 자사의 고객들을 유지하기 위해서는 고객들이 만족할 수 있는 요금정책을 제시하여야 한다. 더불어 남성 보다는 여성들이 요금정책에 민감하므로 남성과 차별화된 여성들만을 위한 요금정책을 제시하여야 할 것이다.

통화품질에 유의한 고객의 특성 변수는 직업(job)과 나이(Age)로 나왔다. 이 결과 값들을 통해 학생, 회사원, 전문직에 종사하는 고객들이 자영업에 종사하는 고객들에 비해 통화품질을 덜 고려한다는 것을 알 수가 있었고, 연령이 높아질수록 통화품질에 민감하게 반응하는 것을 알 수가 있다. 이에 자사

의 통화품질의 우수성을 자영업에 종사하는 고객들에게 마케팅을 한다면 고객 유지 및 유치에 좋은 효과를 볼 수 있다.

마지막으로 서비스의 유용성에 관한 특성 변수로는 성별 나이, 번호서비스에 만족도여부가 유의한 변수로 나왔다. 이러한 결과는 연령이 높을수록 서비스 혜택에 큰 의미를 두지 않고 자신의 전화번호에 의미를 부여하므로 되도록 고객이 원하는 번호를 제공해야 한다. 더불어 성별에 관련된 서비스를 제공하는데 있어서 남성과 여성에 대해서 차별성 있는 서비스를 제공하여야 효과 적일 것이다.

다음으로 비교를 위해 competing risk 모형을 적용하지 않고 고객이 이탈하는데 영향을 미치는 원인이 오직 하나만 있다고 가정하고 식 (7)을 이용하여 추정한 모수값을 <Table 3>에 정리하였다.

Table 3. Parameter estimates for single risk

Independent Variable	Pricing policy	quality of communication	Usefulness of service
Gender	0.84875	-0.56632*	-1.52184
Job(1)	-0.65635*	-1.18456*	-14.72960*
Job(2)	0.96748*	0.00170*	0.1375*
Job(3)	-2.72076	-2.42504	1.6183*
Job(4)	•	•	•
Job(5)	-1.70443*	-2.14678	-2.4103*
Provider(1)	•	•	•
Provider(2)	1.13047	-0.04359*	11.03616*
Provider(3)	-0.31221*	-0.30866*	12.65206*
Age	-0.07736	-0.07588	-0.66756*
Fee	0.24939	-0.18196*	-0.28688*
Number	0.00855*	0.21244	0.18832

<Table 2>와 <Table 3>을 비교하면 두 모형에 대한 계수의 추정값이 다르다는 것을 알 수가 있다. 요금 정책관점에서 competing risk model과 only one risk present model에서 공동적으로 유의하게 나타난 변수로 성별, 통신회사(2), 요금을 들 수 있다. 하지만 성별과 통신회사(2)의 계수 추정치값들이 두 모델에서 서로 다른 부호를 갖는 것을 볼 수가 있다. competing risk model에서 성과 통신회사(2)는 -값을 가지므로 고객 수명을 단축시켜 고객을 이탈 하게 하는 반면에 only one risk present model에서는 반대로 이 두 변수들은 +값을 취해 고객 수명을 늘이는 역할을 한다. 이러한 현상은 요금 정책뿐만 아니라 통화 품질 및 서비스의 유용성에서도 찾을 수가 있다.

<Table 4>에 비교된 로그우도함수값들에서 나타난 바와 같이 competing risk model이 only one risk present model보다 설명력이 좋다는 것을 알 수 있으며 이는 competing risk 모형의 사용을 support 해주는 객관 적인 척도가 된다(Leszczyc and Timmermans, 2002).

Table 4. A comparison of the fitness of the two models

Model	로그 우도		
	1=요금 정책	2=통화품질	3=서비스의 유용성
Only risk present	-90.441	-100.81	-100.81
Competing risk	-47.790	-35.628	-34.356

다음으로 원인별 고객 개인 특성에 따른 고객의 Mean residual life을 여러 가지 시나리오를 통해 고려해 보았다. <Table 5>는 관찰시점 2004년 5월까지 기존 서비스를 사용하고 있던 고객들을 대상으로 하여 Mean residual life 값을 예측한 것이다.

• 시나리오 1 :

1998년 12월 27살의 나이에 회사원으로 통신서비스 회사 B에 가입할시 번호서비스를 받았으며 월 통화 이용료를 12만원 정도 사용하는 여성

• 시나리오 2 :

1998년 12월 27살의 나이에 회사원으로 통신서비스 회사 B에 가입할 시 번호서비스를 받았으며 월 통화 이용료를 4만원 정도 사용하는 여성

• 시나리오 3 :

1998년 3월 55살의 나이에 무직으로 통신 서비스회사 A에 가입할 시 번호서비스를 받지 않았으며 월 통화 이용료를 4만원 정도 사용하는 남성

• 시나리오 4 :

1998년 3월 23살의 나이에 무직으로 통신 서비스 회사 A에 가입할 시 번호서비스를 받지 않았으며 월 통화 이용료를 4만원 정도 사용하는 남성

• 시나리오 5 :

1999년 5월 27살의 나이에 회사원으로 통신서비스 회사 A에 가입할 시 번호서비스를 받았으며 월 통화 이용료를 9만원 정도 사용하는 여성

• 시나리오 6 :

1999년 5월 27살의 나이에 회사원으로 통신서비스 회사 A에 가입할 시 번호서비스를 받지 않았으며 월 통화 이용료를 9만원 정도 사용하는 남성

우리는 시나리오 1과 2에서 요금정책에 의해 이탈하는 고객 중에서 개인특성 변수 중에서 요금의 차이에 따른 MRL을 분석하였고 시나리오 3과 4는 통화품질에 의해 이탈하는 고객 중에서 나이에 따른 MRL을 분석 하였고 시나리오 5와 6은 서비스의 유용성에 의해 이탈하는 고객 중에서 성별에 따른 MRL분석하였다. <Table 5>의 분석 결과 각 이탈원인 별로 동일한 시점에 가입한 고객이라 할지라도 각 고객의 특성과 이탈원인에 따라 고객의 이탈시점에 차이가 있음을 알 수가 있다. 이와 같이 각 고객의 특성에 따라 고객 수명을 추정하고 이에 맞는 적절한 정책을 제시함으로써 고객이탈을 방지 할 수가 있을 것이다.

Table 5. Predicted Mean Residual Life

Scenario	Present Life of customer(t) (Month)	Mean Residual Life (Month)
1	64	5.4 (요금정책)
		25.9 (통화품질)
		40.3 (서비스)
2	64	7.9 (요금정책)
		17.1 (통화품질)
		31.2 (서비스)
3	74	6.1 (요금정책)
		4.8 (통화품질)
		12.4 (서비스)
4	74	8.2 (요금정책)
		6.2 (통화품질)
		17.6 (서비스)
5	60	45.2 (요금정책)
		70.5 (통화품질)
		20.3 (서비스)
6	60	61.6 (요금정책)
		80.4 (통화품질)
		24.9 (서비스)

4. 결론

번호이동성제도는 번호에 대한 전환 비용이 감소되어 소비자의 사업자 선택 권한이 증가하고 이로 인해 사업자간 소비자 유치 경쟁이 유발되어 가격인하와 품질 개선이 이루어기 위해 도입되었다. 또한 소비자의 선택폭이 더욱 넓어져 생산자 중심의 서비스에서 수요자 중심의 서비스로의 변화가 일어나 사업자간 서비스 가격, 품질, 내용 등의 차별화가 이루어져 개별 고객 맞춤형 서비스의 제공될 수 있으므로 이로 인한 소비자 가치의 증가가 기대된다. 이에 본 연구에서는 competing risk 모델을 통해서 고객 수명을 예측하였다.

고객이 이탈 하는 원인은 요금정책, 통화품질, 서비스의 유용성 등 3가지로 분류하였고 이탈하는 고객들의 수명은 competing risk을 통해 분석하여 고객이탈원인에 따른 위험모형을 제시하였으며 고객들의 특성 변수를 이용하여 각 원인에 대한 유의한 특성 변수들을 살펴보았다. 분석 결과 각 이탈 원인별로 고객 특성 변수에 의해서 고객의 수명이 결정 되는 것을 알게 되었으며 이에 대한 대안을 제시하였다. 고객 특성을 반영한 고객의 수명을 예측함으로써 이탈원인별 고객 이탈 대책 방법을 제시하였다.

위 연구의 결과는 번호이동성을 준비하는 사업들에게 변화하는 시장특성에 대응할 수 있도록 효율적 고객 유치를 위한 전략을 제시할 수 있을 것이다.

참고문헌

- Allison, P. D. (1995), *Survival Analysis using the SAS System a Practical Guide*, SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.
- Athanassopoulos, A. D. (2000), Customer satisfaction cues to support market segmentation and explain switching behavior, *Journal of Business Research*, **47**(3), 191-207.
- Bart, Lariviere and Dirk, Van den Poel (2005), Investigating the postcomplaint period by means of survival analysis, *Expert Systems with Applications*, **29**, 667-677.
- Colgate, M., Stewart, K., and Kinsella, R. (1996), Customer defection : A study of the student market in Ireland, *International Journal of Bank Marketing*, **14**(3), 23-29.
- Crower, M. J. (2001), *Classical Competing Risks*, New York : Chapman & Hall/CRC.
- David, A. Ashburn., Eugene, H. Blackstone., Winfield, J. Wells., Richard, A. Jonas., Frank, A. Pigula., Peter, B. Manning., Gary, K. Lofland., William, G. Williams., and Brian, W. McCrindle (2004), Determinants of mortality and type of repair in neonates with pulmonary atresia and intact ventricular septum, *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 1000-1008.
- David, H. A. and Moeschberger, M. L. (1978), *The theory of competing risks*, CHARLES GRIFFIN & COMPANY LTD, Londin and High Wycombe.
- Giannelli and Gianna Claudia (1996), Women's transitions in the labour market : A competing risks analysis on German panel data, *Journal of Population Economics*, **9**, 287-300.
- Helsen, K. and Schmittlein, D. C. (1993), Analyzing Duration Times in Marketing : Evidence for the Effectiveness of Hazard Rate Models, *Marketing Science*, **11**, 395-414.
- Indranil, Bose and Raktim, Pal (2005), Predicting the survival or failure of click-and-mortar corporations : A knowledge discovery approach, *European Journal of Operational Research accepted*.
- Jone, M. A., Mothersbaugh, D. L., and Beatty, S. E. (2000), Switching barriers and repurchase intentions in services, *Journal of Retailing*, **76**(2), 259-274.
- José, M. Jerez-Aragonés, José A, Gómez-Ruiz, Gonzalo, Ramos-Jiménez, José, Muñoz-Pérez, and Emilio, Alba-Conejo (2003), A combined neural network and decision trees model for prognosis of breast cancer relapse, *Artificial Intelligence in Medicine*, **27**, 45-63.
- Jung, jeho and Park, myung chul (2003), The turnover factor of mobile market, THE 13 th JOINT CONFERENCE ON COMMUNICATIONS & INFORMATION, Advance Program JCCI 2003. 4.30-5.2.
- Jung, Kyunghye and Jo, Jaerib (2004), The effect of customer satisfaction index in number portability system, Proceedings of Korean IE Conference, 20-26.
- Kalbfleisch, J. D. and Prentice, R. L. (1980), *The Statistical Analysis of Failure Time Data*, John Wiley & Sons, New York.
- Kim, Mungoo and Jung, donghyun (2002), The effect of mobile phone number portability in the mobile phone market, *Communication Market*, **43**, 66-77.
- Park, Sanghyun., Yun, Sungjun., Lee, Heesuk, and Kim, Sangook (2004), The effect of government system in mobile phone market, *Korean Society of Consumer Studies*, **15**(1), 185-209.
- Park, Sunhong, Kim, Taeho, Jo, Yoonghwan, Shin, Donghak, and Won, Dongu (2000), Introducing number portability system in mobile

- service, *International Journal of Research Institute of Industrial Science and Technology*, **14**(2), 1-8.
- Popkowski Leszczyc, Peter T. L., and Harry J. P. Timmermans (2002), Unconditional and Conditional Competing Risk Models of Activity Duration and Activity Sequencing Decisions : An Empirical Comparison, *Journal of Geographical systems*, **4**, 157-170.
- Prentice, R. L., Kalbfleisch, J. D., Peterson, A. V., Flournoy, N., Farewell, V. T., and Breslow, N. E. (1978), The analysis of failure times in the presence of competing risks, *Biometrics*, **34**, 541-554.
- Tan, Y. K., Wee, T. C., Koh, W. P., Wang, Y. T., Eng, P., Tan, W. C., and Seow, A. (2002), Survival among Chinese women with lung cancer in Singapore : a comparison by stage, histology and smoking status, *Lung Cancer*, **40**, 237-246.
- Buckinx, Wouter and Van del Poel, D. (2005), Customer base analysis : partial defection of behaviourally loyal clients in a non-contractual FMCG retail setting, *European Journal of Operational Research*, **164**, 252-268.
- Wei, Chih-Ping and Chiu, I-Tang (2002), Turning telecommunications call details to churn prediction : a data mining approach, *Expert System with Applications*, **23**, 103-112.