

컨조인트 분석과 혼합 로짓 모형을 이용한 차세대 무선 이동 통신 단말기의 수요 분석

Demand analysis on new Mobile Telecommunication Terminal using Conjoint analysis and Mixed logit

김연배^a, 이정동^b, 고대영^b

a: 한국 전자 통신 연구원(ETRI) 선임 연구원

b: 서울대학교 기술 정책 대학원 조교수, 박사 과정

(corresponding author; 고대영(Tel) 02-880-1399, (E-mail) koh123@snu.ac.kr)

초록

본 논문에서는 최근 통신 산업에서 중요한 쟁점으로 떠오르고 있는 단말기 무선 이동 통신 단말기의 발전 방향을 소비자 선호에 기반하여 살펴보았다. 소비자 선호 정보를 얻기 위하여 컨조인트(conjoint) 분석 방법이 사용되었다. 컨조인트 방법은 가상의 대안들에 대한 응답자의 진술 선호에 기반을 두기 때문에 미래의 무선 이동 통신 단말기에 대해 분석하는데 적합한 방법이다. 컨조인트 방법을 위한 설문은 대한민국 서울에서 445 명의 성인남녀를 대상으로 행해졌다. 소비자의 이질적인 선호를 알기 위해 혼합 로짓(mixed logit) 모형을 사용하였다. 추정은 최근 새로운 시뮬레이션 기법으로 떠오르고 있는 베이지안(Bayesian) 방법을 이용하였다. 선호의 분포 가정으로 기존의 일관적인 정규 분포 가정과 달리 가격 계수를 위하여 로그 정규(lognormal) 분포, 하이퀄리티 인터넷 특성과 PC 프로그램 호환 가능 여부의 계수들에 대해서 잘린 정규(censored normal) 분포를 가정 하였다. 추정 결과 무선 이동 통신 단말기의 각 속성들에 대한 응답자들간 선호가 크게 차이 나는 것을 알 수 있었다. 화면 크기의 경우에는 대부분의 소비자들이 현재 일반적인 핸드폰보다는 큰 화면을 선호한다는 것과 휴대성을 상당히 고려한다는 것을 간접적으로 알 수 있었다. 또한, 소비자들이 무선 이동 통신 단말기가 휴대 인터넷과 PC 프로그램 호환이 가능한지 여부에는 대부분 무관심하다는 것을 알 수 있었다. 본 논문의 결과는 차세대 무선 이동 통신 단말기의 속성 조합 시 고려해야 할 점과 휴대 인터넷 서비스의 방향에 대해 시사점을 줄 수 있을 것이다.

Keywords: 소비자 선호, 무선 이동 통신 단말기, 컨조인트 분석, 혼합 로짓 모형

I. 서론

통신 기술은 멀티미디어 통신이 가능한 단계까지 오게 되었고, 전 세계에 10 억 이상의 무선 이동 통신 서비스 가입자가 있고, 현재도 그 숫자가 계속 증가하고 있다. 무선 이동 통신 서비스 시장의 규모가 커지면서, 무선 이동 통신 단말기 시장의 규모 역시 꾸준히 증가하고 있다.¹⁾ 따라서, 무선 이동 통신 서비스와 무선 이동 통신 단말기가 앞으로 어떤 방향으로 발전해 나갈 것인지에 대해 살펴보는 것은 의미 있는 일이 될 것이다.(이종수 외, 2003)

본 연구에서는 무선 이동 통신 단말기의 발전 방향을 결정함에 있어서, 소비자의 선호가 가장 중요한 결정 요인 중의 하나라고 생각하였다. 그 결과, 무선 이동 통신 단말기의 여러 특성에 대한 소비자들의 선호가 어떠한가를 살펴보는데 집중하였고, 그러한 소비자들의 선호 유형을 살피는 방법으로서 컨조인트(conjoint) 분석 방법을 사용하였다. 또한, 혼합 로짓(mixed logit) 모형을 이용하여, 소비자 선호의 이질성(heterogeneity)을 표현 할 수 있어 순위 로짓(rank ordered logit) 모형에 비해 좀 더 많은 정보를 얻을 수 있었고, 추정 방법으로 기존의 고전적인 방법 대신 최근 새로운 시뮬레이션 기법으로 떠오르는 베이지안(Bayesian) 방법을 이용하였다.

무선 이동 통신 단말기에 대한 선호를 결정하는 중요한 요소들은 예비조사(pilot test)를 통하여 입력 장치, 인터넷의 질(quality), 단말기 성능, 화면 크기가 선정 되었다. 설문을 통한 실증 조사 결과, 평균적으로 입력 장치로는 키보드가 키패드, 터치스크린에 비해 선호되었고, 현재 핸드폰의 화면보다는 크지만 노트북의 화면 보다는 작은 화면 크기가 선호되었다. 이러한 화면 크기의 선호에 대한 정보는 간접적으로 휴대성에 대한 선호를 반영하고, 무선 이동 통신 단말기의 표준 형태가 현재의 단말기들 중 어떤 것에 좀 더 가까울 것인가에 대한 중요한 시사점을 줄 것이다. 한편, 인터넷의 질과 단말기 성능을 나타내는 PC 프로그램의 호환 가능 여부에 대해서는 대부분 응답자들이 무관심하다는 것을 알 수 있었다. 특히 인터넷의 질에 대한 무관심은 현재 중요한 쟁점이 되고 있는 휴대 인터넷²⁾ 서비스의 수요 예측과 사업성에 대해서 시사하는 바가 클 것이다.

이들 각 속성에 대한 소비자 선호 정보는 통신 산업에서 각 기업의 시장 전략,

- 1) 2002 년 말 기준으로 전세계적으로 단말기의 판매대수가 4 억대 이상이고, 관련된 산업의 금액이 1140 억 달러에 이를 정도로 엄청난 규모로 발전했고, 현재도 계속 확장되어가고 있는 추세이다. (주간 전자 정보 (2003. 2. 19. 발행, Vol.6, No.3))
- 2) 초고속 인터넷 통신 서비스를 이용하는 차세대 2.3 GHz 무선 인터넷 서비스를 휴대 인터넷, 기존 이동통신 서비스 업자들이 제공하는 문자,컨텐츠 위주 혹은 새로운 2.5³ 세대 무선 인터넷 서비스를 모바일 인터넷으로 부르기로 하겠다.

R&D 초기 방향 설정, 정책 수립을 할 때 불확실성을 줄여주는 역할을 할 수 있을 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 연구와 관련된 배경들, 3 장에서는 분석에 사용된 방법론과 모델설정, 4 장에서는 설문 방법에 대해서 살펴보겠다. 5 장에서는 실증 분석 결과, 결과 분석과 시사점에 대해서 논의하겠다.

II. 연구배경

무선 이동 통신 기술의 발전은 한 세대에서 다음 세대의 무선 이동 통신 기술로 넘어갈 때마다, 업체들로 하여금 새로운 통신 기술을 가장 잘 이용할 수 있는 새로운 단말기의 개발을 추진하게 하였다. 그 결과 현재 다양한 무선 이동 통신 단말기들이 시장에 쏟아져 나오고 있다. 이들은 제조 기술의 발전과 여러 기능의 통합 제품에 대한 수요로 점차 서로간의 경계가 모호해져 가고 있다. 이러한 기능 통합의 과정에서 소비자의 니즈(needs)를 가장 잘 충족시키는 무선 이동 통신 단말기들만이 거대한 단말기 시장을 차지할 것이다. 무선 이동 통신 단말기의 연구 개발, 생산, 마케팅 등에는 엄청난 비용이 들기 때문에, 소비자 선호를 잘 반영하는 무선 이동 통신 단말기들은 회사에게 이윤을, 그렇지 못한 무선 이동 통신 단말기들은 큰 손실을 안겨 준다. 또한, 국가적으로도 소비자의 니즈를 잘 충족시키는 무선 이동 통신 단말기는 소비자의 효용을 크게 할 수 있어 사회 후생을 증가 시켜줄 것이다. 따라서 무선 이동 통신 단말기에 대한 소비자 선호를 아는 것은 매우 중요한 일이 될 것이다.

연구 개발자 관점에서만 살피는 것은 소비자의 수요와는 전혀 상관없는 제품이 시장에 출시되어 회사에 큰 손실을 끼칠 수도 있다는 단점이 있으므로,(Pullman and L.Moore,2002) 본 연구에서는 소비자 선호에 맞추어 무선 이동 통신 단말기가 발전해 나가야 한다는 기본 가정 하에 소비자 선호를 분석하는데 집중하였고, 앞으로 나올 무선 이동 통신 단말기가 어떤 기능들을 포함해야 할지에 대해 알아보하고자 한다.

1. 무선 이동 통신 단말기와 관련된 한국의 시장 상황

현재 한국에서 무선 이동 통신 단말기와 관련된 시장 상황은 크게 다음 몇 가지를 들 수 있다.

첫째, 무선 이동 통신 서비스 가입자 수가 2000 만 정도이며, 전 국민 대비 채택율도 높다. 또한 평균적으로 무선 이동 통신 단말기를 1~2 년 내에 교체하는 것으로 알려져 있다. 따라서 무선 이동 통신 단말기 산업은 지속적으로 충분한 교체 수요를 얻을 수 있을 것이다.

둘째, EV-DO, IMT 2000 등 2.5~3 세대 멀티미디어 무선 이동 통신 서비스가 최근 도입 되어, 기존 문자 위주 모바일 인터넷 서비스가 멀티미디어 모바일 인터넷 서비스로 대체될 가능성이 크고, 또한 2005 년 이후에는 고속 데이터 전송과 저렴한 비용 특징을 가지는 휴대 인터넷 서비스가 도입될 것이다. 이로 인해 멀티미디어 무선 이동 통신 서비스에 적합한 새로운 무선 이동 통신 단말기에 대한 수요가 발생할 것이다.

셋째, 무선 LAN 서비스 (wireless LAN service) 가입자 수의 증가와 경량화, 소형화, 사용자 수 증가, CDMA-LAN 교환기 개발, 초고속인터넷 기반의 2.3 GHz 휴대 인터넷의 도입 가능성 등으로 노트북도 새로운 무선 이동 통신 단말기 후보로 여겨지고 있다.

마지막으로, 현재 핸드폰, PDA, 스마트 폰, 태블릿 PC, 노트북 등 다양한 무선 이동 통신 단말기들이 시장에서 나와 경합 중인데, 이들은 기술 융합, 수렴으로 인해 서로간의 경계가 모호해지고 있다.

무선 이동 통신 단말기의 발전 방향은 이와 같은 시장 상황들을 고려하여 논의 되어야 할 것이다.

2. 차세대 무선 이동 통신 단말기와 관련된 쟁점들(issues)

1) 무선 이동 통신 단말기의 인터넷 관련 쟁점들

무선 이동 통신 단말기의 인터넷과 관련된 주요 쟁점들은 인터넷을 이용하는데 있어서 어떤 방식으로 접속하는 것이 표준이 될 것이냐, 어느 정도의 이동성을 가지면 될 것인가, 인터넷 서비스의 질³⁾이 어느 정도 수준이어야 할 것인가, 앞으로 휴대 인터넷 서비스가 얼마만큼의 경쟁력을 가질 것인가 등이다.⁴⁾

3) 전송 속도나 제공하는 서비스가 PC 인터넷과 비교한 상대적인 수준 등을 포괄하는 개념으로 본다.

4) 현재 모바일 인터넷의 이윤 창출 가능성, 무선 LAN의 발전 가능성 등과 함께 앞으로 도입될 휴대 인터넷이 이들과 어떠한 관계를 가질 것인가에 대한 많은 논의가 진행 중이다. 또한, 한국의 특수한 시장 상황으로서, 이동성은 없지만 안정적이고 저렴하게 인터넷을 이용할 수 있는 PC 방, 학교,

무선 이동 통신 단말기의 인터넷 특성에 대한 소비자 선호 정보는 앞의 쟁점들에 대한 해답을 제시하고, 무선 이동 통신 단말기의 차후 형태를 결정짓는⁵⁾ 중요한 요소가 될 것이다.

2) 무선 이동 통신 단말기의 하드웨어적인 특성과 관련된 쟁점들

본 연구에서는 하드웨어적인 특성을 결정짓는 가장 큰 요인을 크게 휴대성과 단말기 이용의 편리함과 유용성으로 생각하였다.

휴대성을 결정짓는 요인으로는 디스플레이의 크기, 입력 장치, 단말기 자체의 성능(performance)을 들 수 있다.

현재 기술로 큰 디스플레이를 구현하기 위해서는 단말기 자체의 크기가 커져야 한다. 앞으로 멀티미디어 서비스를 이용하기 위해서는 상당한 크기의 디스플레이가 필요한데, 이는 휴대성을 떨어뜨리는 원인이 될 수 있다.

입력 장치의 경우, 현재 키패드 방식⁶⁾과 터치 스크린 방식⁷⁾은 휴대성이 매우 뛰어나다. 반면, 키보드 방식은 휴대성과 트레이드오프(trade-off) 관계⁸⁾가 상당히 존재하여 휴대성을 극대화하는 초소형 무선 이동 통신 단말기에는 적합하지 못하다는 단점도 존재한다. 하지만, 현재 홀로그램 키보드나 탈착형 키보드 등의 등장으로 이에 대한 문제도 일정부분 해결이 되고 있다.

단말기 자체의 성능(performance)을 뛰어나게 하기 위해서는 많은 내부 구성 요소들이 추가되어야 한다. 따라서 고성능화, 다기능화는 크기를 증가시켜 휴대성을 떨어뜨릴 수 있다. 반면, 성능 수준을 그리 높이 잡지 않고 최소한의 기능만을 제공하는 경우에는 단말기 크기를 최소화할 수 있게 되어 휴대성이 커지게 된다.

무선 이동 통신 단말기 이용의 편리함과 유용성을 결정짓는 요인들은 화면의 크기, 입력 장치, 단말기 성능 및 PC 프로그램 호환성을 들 수 있다.

디스플레이의 경우에는 크기가 클수록 화면 인식의 정도가 좋아져 사용하기에 편

관공서 등이 곳곳에 있다는 점도 고려되어야 할 것이다.

5) 휴대 인터넷의 경우에는 PDA 혹은 노트북 형태, 모바일 인터넷의 경우 핸드폰 혹은 PDA 형태, 무선 LAN의 경우는 노트북 형태가 이상적이라고 여겨지나, CDMA-LAN 로밍 기기 등의 발달로 이와 같은 경계도 큰 의미가 없어질 것이다.

6) 전화 번호를 누르는 방식

7) 터치스크린은 디스플레이가 직접 입력 장치가 되므로, 디스플레이 크기에 따라 휴대성이 결정된다. 하지만, 이는 디스플레이의 영향으로 보는 것이 더 옳을 것이고, 터치 스크린 자체만을 놓고 볼 때는 휴대성이 뛰어난 입력 장치로 봐도 무방할 것이다.

8) 키보드가 커지면 입력성은 증대되나 휴대성이 떨어지게 된다.

리하고, 각종 서비스를 사용하기에도 유용하게 된다. 반대로 작을수록 유용성이 떨어지게 된다.

입력 장치의 경우 키패드 방식은 대부분 핸드폰을 가지고 있는 실정을 고려할 때, 매우 익숙하고 이용하기 쉽다는 장점이 있지만, 문자 입력에 익숙하지 않은 이용자들에게는 데이터 입력에 있어서 상당한 제약이 존재한다. 터치 스크린의 경우에는 휴대성을 저해하지 않으면서도 단말기 이용의 편리함과 유용성이 뛰어나 멀티미디어 서비스에 가장 적합하지만, 중장년층의 이용자들에게는 매우 생소한 입력 장치이고, 단말기 가격 상승, 디스플레이와 동시에 개발되어야 한다는 기술적인 문제점들이 있다. 키보드 방식의 경우 현재 여러 형태⁹⁾가 개발되어 있어 이용자가 가장 편리하다고 생각되는 방식을 선택할 수 있고, 트랙볼 등과 같이 사용되는 경우, 많은 사람들이 익숙하면서도 데이터 입력, 멀티미디어 인터넷 서비스 등에 매우 편리하다는 장점이 있다.

단말기 성능 및 프로그램 호환성의 경우, 단말기 CPU나 메모리 등의 성능을 높이면, 여러 멀티미디어 서비스를 이용할 수 있고, 빠른 처리 속도가 가능하여 이용자의 만족도가 높아진다. 또한, 보통의 PC용 프로그램들이 호환가능하다면 단말기 이용의 편리함과 유용성이 증대될 것이다.

한편, 단말기 이용의 편리성이나 유용성을 결정짓는 요인들은 동시에 휴대성을 결정짓는 요인들인 경우가 많다. 편리함과 유용성을 증대시키는 요인들은 기술상의 한계로 휴대성을 떨어뜨리는 경우가 많아 휴대성을 증대시키는 요인들과 트레이드오프(trade-off) 관계에 있기도 하다. 이들 속성간의 트레이드오프가 고려된 소비자 선호 정보는 가장 적합한 차세대 무선 이동 통신 단말기 속성 조합에 대한 해답을 제시할 수 있을 것이다.

III. 방법론

소비자 선호를 살피기 위해 컨조인트 설문조사를 진행한 후, 불확실 효용 모형(Random Utility Model)을 가정하고, 혼합 로짓 모형(Mixed Logit Model)을 이용하여 응답자들의 이질적인 선호를 추정하였다. 한편, 혼합 로짓 모형에서 추정을 할 때, 고전적(classical)인 방법 대신 베이지안 방법(Bayesian approach)을 이용하였다.

1. 컨조인트 분석(Conjoint Analysis)

9) 엄지키보드, 축약키보드, 초소형 키보드, 접는 키보드, 홀로그램 키보드 등

컨조인트 분석 방법은 본래 심리학과 마케팅(Manalo and Gempesaw,1997; Huber and Train,2001) 영역에서 사용하던 기법인데, 계량 경제학적 방법을 이용하여 환경재(Roe,1996; Layton,2000; Alvarez-Fariao and Begona,2002), 교통 연구(Calfee and John,2001), 신제품(Batt and Katz,1997; 이종수 외,2003)과 같이 기존의 방법론으로는 측정이 힘들었던 대상에 대한 조건부 설문 결과나 신제품에 대한 평가를 통해 원하는 정보를 얻는 방법이다.

컨조인트 분석 방법에서는 설문 자료의 응답을 통한 진술 선호 자료를 이용하는 데, 이러한 진술 선호는 가상적인(hypothetical) 상황이나 대안들에 대한 응답자의 반응을 나타낼 수 있다. 따라서, 시장에 아직 나오지 않은 신제품의 방향 설정에 있어서 매우 유용한 방법론이다. 또한, 컨조인트 분석 방법에서는 응답자들이 각 속성에 대해 개별적으로 평가하지 않고, 이들 속성이 조합된 대안에 대해 평가함으로써, 속성들 간의 트레이드오프에 대한 고려를 하게 되어 좀더 실제 상황에서 선택할 때와 비슷한 방식으로 선택을 할 수 있다는 장점이 있다.

2. 불확실 효용 모형(Random Utility Model)

불확실 선형 모형에서는 응답자의 간접 효용을 속성들의 선형 조합에 의한 결정적인 부분과 불확실한 부분의 합으로 정의한다. (Greene, 2003)

$$U_{ni} = \beta_i' X_{ni} + \xi_{ni} \quad (1)$$

U_{ni} 는 n 번째 응답자가 i 번째 대안(컨조인트 카드)으로부터 얻는 효용, X_{ni} 는 카드 속성들의 해당 레벨, β_i 는 계수 벡터이다. ξ_{ni} 는 관측되지 않는 교란항이다. 이로 인하여 불확실 효용 모형이라고 불리게 된다. 본 연구에서는 교란항의 분포로 독립적이면서 동일하게 분포된 1형 극한값 분포(IID type I extreme value distribution)를 가정했고, 그 결과 대안의 선택확률이 로짓 선택확률의 형태를 가지게 된다. 불확실 효용 모형에서는 간접 효용의 상대적인 크기에 의해서 선택이 결정되므로, 어떤 대안 i가 선택될 확률 P_{ni} 는 U_{ni} 가 나머지 모든 각 대안들이 줄 수 있는 간접효용들보다 클 확률과 같다.

$$P_{ni} = \text{Prob}(U_{ni} > U_{nj}, \forall j \neq i) \quad (2)$$

여러 대안들 간에 순위가 매겨지는 경우에는 선택확률이 간접 효용들의 크기 순에

따라 결정된다.

$$Prob(Ranking: A, B, C, D...) = Prob(U_A > U_B > U_C > U_D > ...) \quad (3)$$

한편, 불확실 효용 모형에서 중요한 점은 계수 β 가 해당 속성에 대한 응답자들의 선호를 반영한다는 점이다.

3. 혼합 로짓 모형 (Mixed logit model)

순위 자료를 이용하는 경우, 간편한 순위 로짓 모형(rank-ordered logit)이 일반적으로 이용된다.(Layton, 2000; Calfee, 2001) 하지만, 순위 로짓 모형은 몇 가지 단점들이 있어,¹⁰⁾ 이에 대한 해결책으로 본 연구에서는 혼합 로짓(mixed logit) 모형을 사용하였다. 혼합 로짓 모형은 계수들이 확률적인 부분을 가지는데, 그 결과 응답자 간 선호의 이질성을 나타낼 수 있다. 또한, 혼합 로짓 모형은 이러한 불확실한 성분들이 서로 상관관계를 가질 수 있고, IIA 가정에 의존하지 않아 훨씬 유연한 대체 유형을 나타낼 수 있다. 이에 덧붙여, 혼합 로짓 모형에서는 프로빗 모형과는 달리 분포 가정이 정규분포로 한정되지 않는다. (Calfee and John, 2001; Train, 2003)

혼합 로짓 모형을 통해 얻어진 사람들 간의 다양한 선호에 대한 정보는 분할 제품(differentiated products)제시, 시장분할(market segmentation), 타겟 마케팅(target marketing) 등에 유용하게 된다.(Allenby and Rossy, 1999)

혼합 로짓 모형에서 대안들이 어떤 순위로 선택될 확률은 다음과 같다.

$$P_n(rank: A, B, C, \dots) = \int \left(\frac{e^{b'x_{nA}}}{\sum_j e^{b'x_{nj}}} \right) \left(\frac{e^{b'x_{nB}}}{\sum_{j-A} e^{b'x_{nj}}} \right) \left(\frac{e^{b'x_{nC}}}{\sum_{j-B} e^{b'x_{nj}}} \right) \dots f(\beta, W) d\beta_{11}$$

(4)

f 는 평균이 b , 공분산이 W 인 β 의 밀도 함수이다. 혼합 로짓 모형에서는 β 의 분포로 여러 가지¹²⁾를 가정할 수 있다. 한편, 위의 적분은 닫힌 형태

10) 모든 응답자들이 같은 선호를 가진다고 가정하고, 두 대안의 확률비가 관계없는 대안들로부터 독립일 가정(Independent of irrelevant alternatives, IIA)을 함으로써 대체 유형(substitution pattern)이 현실적이지 못하다는 단점을 가지고, 때로는 실제와는 정반대의 결과를 주기도 한다.(Chen, 2000)

11) $j-A$ 는 전체 대안들 중 A 대안을 제외한 나머지 대안들의 모임을 의미한다.

12) 로그 정규(lognormal)분포, 삼각(triangular)분포, 정규(normal)분포, 잘린 정규(censored normal)

(closed-form)가 아니므로, 시뮬레이션 방법을 이용하여야 한다.

4. 베이시안 방법(Bayesian approach)

본 연구에서는 시뮬레이션 방법으로 베이시안 방법을 사용하였다. 베이시안 방법은 고전적인 방법에 대해 몇 가지 장점이 있기 때문이다.¹³⁾ 베이시안 방법에서는 마르코프 사슬(Markov Chain) 깁스 샘플러(Gibbs sampler)를 이용하여 정확한 사후 분포(exact posterior distribution)에서 직접 추출하는 방법을 사용한다.(민충기 외,2001) 베이시안 방법에서 사후 확률 밀도 함수를 $K(\cdot)$ 라고 할 때, 이의 계산은 다음과 같다.

$$K(b, W, rank : A, B, C, \dots) \propto \prod_{i=1}^n P_n(rank : A, B, C, \dots) k(b, W) \quad (5)$$

위 식에서 $k(b, W)$ 는 계수의 사전 확률 밀도 함수이다. 베이시안 방법에서는 깁스 샘플러(Gibbs Sampler)를 이용해서 간접적으로 사후 확률 밀도 함수를 계산하게 된다. 깁스 샘플러에서는 조건부 사후 분포(conditional posterior distribution)에서 연속적으로 추출한 값들이 마르코프 사슬(Markov Chain)을 이루게 되고, 그 값들이 결국에는 한계 사후 분포에서 추출한 값들로 수렴함을 가정한다. (McColluch and Rossi,1994)

혼합 로짓 모형에서는 b, W, β_n 의 세 계수들에 대해서 순차적으로 Gibbs 추출을 하게 된다. 조건부 사후 분포로부터의 연속적인 추출은 다음과 같은 순서로 한다.

$$\begin{aligned} b | W, \beta_n \forall n \\ W | b, \beta_n \forall n \\ \beta_n | b, W \end{aligned} \quad (6)$$

본 연구에서는 b 의 사전 확률 분포로 확산(diffuse prior) 사전 분포를 가정하였다. 이 경우 b 의 사후 조건부 분포는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} b | W, \beta_n \forall n &\sim N(\bar{\beta}, W/N), \\ \bar{\beta} &= (1/N) \sum_i \beta_i \end{aligned} \quad (7)$$

분포 등

13) 베이시안 방법에서는 극대화화 관련된 문제가 없고, 구해진 결과가 고전적인 관점으로도 동시에 해석이 될 수 있으며, 일관성(consistency)과 효율성(efficiency)면에서 좀 더 유연한 제약이 가해진다.(Train,2003)

W 의 사전 확률 분포로는 K 자유도와 KI^{14} 계수를 가지는 역(inverse) Wishart 분포를 가정하였다. 이때, W 의 조건부 사후 분포는 다음과 같다.

$$W|b, \beta_n \forall n \sim IW(W|K+N, (KI+NS)/(K+N)),$$

$$\bar{S}=(1/N)\sum_i(\beta_i - b)(\beta_i - b)' \quad (8)$$

마지막으로 각 응답자의 계수에 해당하는 β_n 의 사후 분포는 그 응답자가 대안들에 준 순위 정보, 모집단에서의 계수의 평균, 분산에 대한 조건부 분포가 된다.

$$K(\beta_n|b, W, \text{rank}: A, B, C, \dots) \propto P_n(\text{rank}: A, B, C, \dots) \phi(\beta_n|b, W) \quad (9)$$

한편, b, W 의 추출은 간단하게 이루어지지만, β_n 의 사후 분포로부터의 추출은 쉽지 않으므로, MH(Metropolis-Hasting) 알고리즘을 사용하여 추출을 하였다.

5. 모델 설정

$$U_{ni} = \beta_{ni_price} X_{ni_price} + \beta_{ni_keybo} X_{ni_keybo} + \beta_{ni_touchscr} X_{ni_touchscr} + \beta_{ni_PCinter} X_{ni_PCinter} + \beta_{ni_PCpro} X_{ni_PCpro} + \beta_{ni_dissmal} X_{ni_dissmal} + \beta_{ni_dismed} X_{ni_dismed} + \epsilon_{ni} \quad (10)$$

본 연구에서는 간접효용이 각 속성 레벨들의 선형적인 결합으로 효용이 결정됨을 가정하였다. 가격 변수인 X_{ni_price} 를 제외하고는 모두 대안 카드에 속성 레벨이 포함되었는지 여부에 따라 0, 1의 값을 가지는 더미 변수이다. 입력 장치는 키패드, 화면 크기는 가장 큰 화면을 더미 변수 계수의 상대적인 추정치의 기준으로 삼았다.

계수들의 분포는 일반적으로 정규분포가 가정되는데, 가격 변수의 경우 정규 분포 가정은 문제가 있다.(Train and Sonnier, 2003) 경제학적인 관점에서 볼 때, 가격 변수의 계수는 모든 사람들에 대해서 음의 부호가 나와야 한다. 정규 분포는 양, 음의 부호 모두를 가질 수 있기 때문에 적합하지 못하므로, 로그 정규(lognormal) 분포를 가정하였다.¹⁶⁾ 한편, 바람직한 것이라고 생각되는 속성 레벨들, 혹은 바람직하지 않은 것이라고 생각되는 속성 레벨들은 잘린 정규 분포(censored normal)를 사용할 수 있는데,¹⁷⁾ 본 모델에서는 하이퀄리티 인터넷 속성과 PC 프로그램 호환 가능 속

14) I 는 identity matrix

15) X_{ni_price} : 가격 변수, X_{ni_keybo} : 키보드의 채용 여부, $X_{ni_touchscr}$: 터치스크린의 채용 여부, $X_{ni_PCinter}$: 하이퀄리티 인터넷의 가능 여부, X_{ni_PCpro} : PC 프로그램의 호환 가능 여부, X_{ni_dissma} : 작은 화면 채용 여부, X_{ni_dismed} : 중간 크기 화면 채용 여부

16) 로그 정규 분포의 경우 모든 사람들이 동일한 선호의 방향을 가지고, 0의 값을 가지지 못하기 때문에 가격에 무관심한 사람이 없다는 것을 나타낸다.

성의 계수인 $\beta_{ni_touchscr}$, $\beta_{ni_PCinter}$ 들의 분포로 0 보다 작은 쪽이 잘린 정규 분포를 가정하였다. 나머지 속성들의 계수는 정규 분포를 가정 하였다.

한편, 정규 분포 이외의 분포를 가정하는 경우에는 불확실 효용 식에서 새로운 분포를 가정한 계수에 대해 변환된 계수 $C=f(\beta)$ 를 이용해야 한다.¹⁸⁾ 변환된 불확실 효용식은 다음과 같다.

$$U_{ni} = C(\beta_i)'X_{ni} + \xi_{ni} \quad (11)$$

또한, 선택확률의 계산에도 변환된 계수가 이용된다.

$$P_{ni} = \frac{e^{C(\beta)'x_{ni}}}{\sum_j e^{C(\beta)'x_{nj}}} \quad (12)$$

IV. 표본 구성 및 설문 자료

1. 표본 구성

본 연구에서는 2003 년 5 월에 20~60 세의 대한민국 서울 거주자 중 무선 이동 통신 단말기를 가진 사람들에 대해서 설문을 진행하였다. 전체 표본의 크기는 500 명이었으나, 불완전한 설문 응답 등으로 55 개의 표본을 제외하였다.

2. 설문 자료

설문은 설문 전문가에 의하여 1 대 1 직접 면접을 통하여 이루어졌다. 실제 설문 에 들어가기 전에 중요 속성들이 약 70 여명에 대한 시험조사(pilot test)를 통해서 결정 되었다. 전체 속성은 5 개이고 각각의 속성(attribute)에 해당하는 수준들(level)은 <표1>과 같다.

한편, 모든 속성의 레벨들의 조합으로 설문 카드를 구성하는 경우 너무 많은 수의 카드를 제시하게 되어 응답자에게 혼란을 줄 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 부분 요인 분석 (Fractional Factorial Design)을 통하여 15 개의 대안 카드들을 선택 하였고, 다시 15 개의 대안 카드들을 3 개의 작은 대안 집합으로 다시 나누어, 각 5장

17) 동일한 부호의 계수, 혹은 무관심(indifference)을 나타내는 0 의 값을 가질 것이다.

18) 로그 정규 분포를 사용하는 경우에는 $C = \exp(\beta)$ 를 선택 확률식의 해당 계수 자리에 대신 집어 넣고, 잘린 정규 분포(censored normal)의 경우에는 $C = \max(0, \beta)$ 혹은 $\min(0, \beta)$ 변환을 이용한다.

의 카드들에 대해서 1~5 위의 순위를 매기도록 하였다.

<표 1> 대안들의 속성 및 해당 수준들

가격 ¹⁹⁾	40 만원, 55 만원, 70 만원
입력장치	키보드, 키패드, 터치스크린
인터넷의 질	하이 퀄리티 멀티미디어 인터넷 ²⁰⁾ , 콘텐츠&문자 위주의 인터넷
단말기 성능	PC 프로그램 호환 가능, 단말기 고유 프로그램만 가능
디스플레이 크기 ²¹⁾	작은 화면, 중간 크기의 화면, 큰 화면

V. 결과 분석

1. 추정 결과

Gibbs 샘플링된 추출값들²²⁾의 평균이 b , 공분산 행렬이 W 가 된다. 이들은 베이저안 관점에서 사후 분포의 평균과 분산이 된다. 또, 고전적인 관점에서 이들은 모집단에서의 ,들의 추정된 평균과 분산이 된다. (Train, 2003) <표2>~<표6>까지는 추정의 결과들이다.

19) 가격은 선택에 가장 중요한 요소 중 하나이다. 40 만원, 55 만원, 70 만원으로 레벨을 잡은 이유는 무선 이동 통신 단말기의 도입초기 가격으로 기업이 이익을 남길 수 있고, 소비자들도 고성능의 단말기 구매를 고려할 수 있는 현실적인 가격대라고 생각했기 때문이다. 또한, 현재 시장에서 신제품 핸드폰이나 PDA 등의 가격대 역시 이 사이에 위치하고 있으므로 현실을 충분히 반영한다.

20) PC에서 일반적으로 제공되는 인터넷 서비스의 수준.(각종 멀티미디어 서비스 이용 가능)

21) 화면 크기는 현재 무선 이동 통신 단말기들 중 핸드폰의 화면 크기, PDA와 새로운 3 세대 IMT 2000 서비스에 맞추어진 휴대전화 화면 사이의 크기, PDA와 초소형 노트북의 화면 사이의 크기를 가정 하였고, 이를 설문지에 제시하였다.

22) Gibbs 추출은 총 20,000 번을 하였다. 처음 수렴을 하기까지 쓰인 10,000 번의 추출값들은 버려지고, 그 이후의 10,000 개의 추출값들에 대해서 10 개씩 건너뛰면 1,000 개의 추출 값을 이용하게 된다.

<표2> 사후 평균 b 와 사후 분산 W 의 추정 결과

변수	평균(b)	t 값	분산(W)	t 값
가격	-4.7169*	-7.1555	7.0460*	3.2231
키보드	0.4291*	5.9514	0.4393*	4.6783
터치 스크린	-0.1627*	2.1956	0.4173*	5.3568
하이 퀄리티인터넷	-0.9597	1.9094	2.5462*	2.2469
PC 프로그램 호환	-1.5821*	3.0436	3.8201*	2.8151
작은 크기 화면	0.0560	0.6429	0.7572*	4.5974
중간 크기 화면	2.1273*	18.1162	1.7267*	5.2324

*: 5 % 구간에서 유의함

<표3> 정규 분포 이외의 가정에 의해 변환($C=f(\beta)$)된 계수들의 추정 결과

속성	속성 수준	평균	분산
가격		- 0.2781	6.7529
입력 장치	키보드	0.4192	0.4244
	터치 스크린	- 0.1421	0.4528
인터넷의 질	하이 퀄리티 인터넷	0.2653	0.3619
단말기 성능	PC 프로그램 사용가능	0.2360	0.4053
화면 크기	작은 크기 화면	0.0699	0.7037
	중간 크기 화면	2.0731	1.6988

<표4> 변환된 계수들간의 상관 관계

가격	1						
키보드	-0.0115	1					
터치스크린	-0.1249	0.0153	1				
하이퀄리티인터넷	-0.0452	-0.0601	0.2885	1			
PC프로그램 호환	-0.0383	-0.1117	0.2225	0.5654	1		
작은크기화면	-0.0100	-0.0295	0.2163	0.1837	0.2765	1	
중간크기화면	-0.0018	0.2279	-0.2202	-0.0864	-0.0646	-0.0606	1

<표5> 각 속성 레벨을 기준 속성 레벨²³⁾ 보다 선호하는 사람, 무관심한 사람의 비율

속성	속성 수준	0 미만 비율 ²⁴⁾	정확히 0인 비율 ²⁵⁾
가격 ²⁶⁾		100 %	0.00 %
입력 장치	키보드	26.40 %	0.00 %
	터치 스크린	58.25 %	0.00 %
인터넷의 질	하이 퀄리티 인터넷	0.00 %	71.60 %
단말기 성능	PC 프로그램 사용가능	0.00 %	79.25 %
화면 크기	작은 크기 화면	45.70 %	0.00 %
	중간 크기 화면	5.55 %	0.00 %

<표6> 각 속성 레벨을 다른 속성 레벨에 대해 선호하는 사람의 비율

속성	선호 형태	비율
입력 장치	키보드 > 터치스크린	72.30 %
	키보드 > 키패드	73.60 %
	터치스크린 > 키패드	41.75 %
인터넷의 질	하이퀄리티 인터넷 > 콘텐츠 문자 위주 인터넷	28.40 %
	하이퀄리티 인터넷 ~ 콘텐츠 문자 위주 인터넷	71.60 %
단말기 성능	PC프로그램 호환가능 > 단말기만의 고유프로그램	20.75 %
	PC프로그램 호환가능 ~ 단말기만의 고유프로그램	79.25 %
디스플레이 크기	중간 크기 화면 > 큰 화면	94.45 %
	작은 화면 > 큰 화면	54.30 %
	중간 크기 화면 > 작은 화면	89.95 %

2. 결과 분석 및 시사점

<표2>, <표3>, <표5>, <표6>의 결과들을 보면, 트랙볼이 첨가된 키보드가 가장 선

23) 입력장치는 키패드, 인터넷의 질은 콘텐츠 문자 위주 인터넷, 단말기 성능은 단말기 고유 프로그램만 가능, 화면 크기는 큰 화면을 추정의 기준 속성 레벨로 설정하였다.

24) 계수가 0 미만인 경우 기준이 되는 속성 레벨보다 그 속성이 선호되지 않음을 의미한다.

25) 계수가 0 인 경우 그 속성 레벨과 기준이 되는 속성 레벨 간에 무차별하게 느껴짐을 의미한다.

26) 가격의 경우에는 더미 변수를 사용하지 않았으므로 기준 속성이 없다. 또한, 다른 조건이 같을 때, 가격이 올라갈수록 선호되지 않아야 하므로 가격 계수가 0 미만인 사람의 비율이 100 % 가 되어야 한다.

호 되는 입력 장치인 것으로 나왔다. 많은 사람들이 익숙하고, 데이터 입력이 편한 장치이기 때문인 것으로 보인다. 키패드는 익숙한 입력 장치이지만, 데이터 입력에 한계점을 가지고 있고, 터치 스크린의 경우 중장년 층이 익숙하지 않아 가장 덜 선호되는 것으로 나온 것으로 보인다.

<표5>에서 PC 프로그램 호환 가능 여부는 대부분(79%)의 사람들이 무관심하다는 것을 알 수 있다. 따라서, PC 프로그램을 호환 가능하게 하는 노력은 소비자의 선택에 큰 영향을 끼치지 못할 것이고, 제조 단가와 단말기 가격의 상승이 불가피하므로, 현재로서는 그리 바람직하지 못한 것이다.

<표4>에서 PC 프로그램 호환 가능성과 하이퀄리티 인터넷이 높은 양의 상관관계를 가지고 있는데, 이는 예상과 맞는다. 높은 수준의 멀티미디어 인터넷 서비스를 이용하는데 단말기의 처리 능력, 성능 등은 필수적일 것이므로 두 속성 레벨 중 한 속성 레벨에 양의 선호를 가진 사람은 나머지 하나의 속성레벨에 대해서도 양의 선호를 가질 가능성이 크기 때문이다. 터치스크린과 하이퀄리티 인터넷도 상당히 높은 양의 상관관계를 가지는 것으로 나왔는데, 인터넷 서비스 이용에 터치 스크린이 매우 편리한 입력 장치이기 때문인 것으로 보인다.

<표2>에서 β 의사후분포의 분산 값은 크고, 모두 유의한 것으로 나왔다. 이는 무선 이동 통신 단말기의 선택에 있어서 사람들이 매우 다양한 선호를 지니고 있음을 의미하는 것으로, 이러한 선호의 이질성은 본 연구의 혼합 로짓 모형 사용을 타당하게 해주는 것이다. 특히 <표3>에서 보면, 가격 계수의 경우 분산이 매우 크다는 것을 알 수 있는데, 이는 소비자 간에 가격 탄력성의 차이가 매우 크다는 것을 의미한다. 따라서 무선 이동 통신 단말기의 시장 전략으로 타겟 마케팅이 중요하게 될 것이다.

화면 크기는 현재 기술 제약 하에서 무선 이동 통신 단말기의 형태와 크기를 결정 짓는 중요한 요인이다.

사람들이 대부분 현재의 핸드폰과 PDA 사이의 화면 크기를 선호했으므로, 앞으로의 무선 이동 통신 단말기는 핸드폰이나 PDA 와 비슷한 형태, 혹은 둘 간의 융합형 단말기의 형태를 가질 가능성이 클 것이다. 이는 현재 휴대 인터넷용 단말기로 어떤 단말기가 선택될 것인가에 대한 논의와도 연결될 수 있다. 현재 2.3 GHz 휴대 인터넷의 경우 노트북 혹은 PDA가 주요 단말기로 고려되고 있는데, 본 연구에서의 소비자 선호 정보에 의하면 큰 화면 보다는 중간 정도의 화면이 선호 되었으므로, 현재 기술 하에서는 화면이 큰 노트북 보다 PDA에 가까운 형태의 단말기가 채택될 가능성이 클 것이다.²⁷⁾ 만약 기술 발전으로 노트북의 크기를 더욱 줄일 수 있다면,

입력장치로 키보드를 가지며, 휴대성이 보장 될 수 있으므로 휴대 인터넷을 이용하기 위한 무선 이동 통신 단말기로 채택될 가능성도 존재한다.

무선 이동 통신 단말기의 크기는 휴대성과 직결되는 문제이므로, 화면 크기에 대한 사람들의 선호 정보는 휴대성에 대한 선호도 간접적으로 알려 줄 수 있다. <표 5>와 <표 6>에서 화면 크기의 경우 대부분의 사람들이 중간 크기의 화면을 선호하는 것으로 나왔다. 이는 큰 화면에 비해서 해상도, 성능이나 이용의 편리함, 유용성 등 여러 면에서 떨어지더라도 휴대성을 크게 저해하지 않는²⁷⁾ 중간 크기의 화면에 사람들이 매우 큰 가치를 부여한다는 것을 의미한다. 반면, 휴대성이 더욱 뛰어난 작은 화면의 경우에는 중간 크기의 화면보다 덜 선호되는데, 현재 대부분의 사람들이 현재 작은 화면의 핸드폰을 가지고 있으므로, 뛰어난 휴대성을 희생해서라도 현재보다 좀 더 큰 화면을 제공하는 단말기로 전환할 용의가 있다는 것을 의미한다.

한편, 휴대성의 유지와 화면 크기의 증가를 위해서는 몇 가지 해결되어야 할 점들이 있다. 화면 크기를 증가시키기 위해서는 배터리 용량과의 조화가 필요한데, 현재 기술로 배터리의 용량 증가는 휴대성을 저해할 수 있으므로, 단말기 크기를 크게 증가시키지 않는 대용량 배터리가 개발이 필요하고, 저전력 소모를 하는 디스플레이의 개발이 필요할 것이다.²⁹⁾ 또한, 화면이 작아지면 해상도가 떨어지는 문제가 있으므로, 디스플레이의 연구 개발 방향이 화면 크기를 휴대성을 유지하면서 적정 해상도를 얻을 수 있는 방법의 개발에 집중되어야 한다.

미래에는 제조 단가와 기술적인 문제가 해결된다면, 사람들의 선호를 반영하는 휴대성을 유지하면서도 큰 화면을 제공할 수 있는 접는 화면, 혹은 투사(projecting) 화면의 채용도 무선 이동 통신 단말기의 출력 장치로 고려될 수 있을 것이다.

마지막으로 휴대성과 관련하여 입력 장치 중 키보드는 키패드나 터치 스크린과는 달리 크기가 클수록 입력성이 뛰어나고 휴대성이 떨어지는 트레이드오프 관계가 존재한다. 앞으로 무선 이동 통신 단말기 중 입력 장치로 키보드를 채용하는 경우에는 적정 크기에 대한 고려가 상당히 중요한 문제가 될 것이다.

<표 5>에서 보면, 인터넷 질 속성에 대해서는 추정결과 하이퀄리티 인터넷의 가능 여부에 사람들이 무관심하다는 것을 알 수 있다. 이는 현재 주변 상황에 의해 편향된 바도 클 것이다. 현재, 2.5~3 세대 모바일 인터넷 서비스가 시행 중인데, 높은 bit

27) 노트북의 경우 입력장치로 키보드를 가지고 있어 터치스크린을 가진 PDA 보다 입력 장치면에서는 선택될 가능성이 높지만, <표 3>의 추정 결과를 보면 무선 이동 통신 단말기의 선택에 있어서 화면 크기가 입력장치보다 상대적인 중요도가 더 크다.

28) 중간 크기의 화면까지는 주머니에 넣을 수 있는 크기이다.

29) 현재 저전력 디스플레이로서 유기 EL 이 새롭게 각광 받고 있다.

당 이용료에 비해 콘텐츠 위주의 인터넷 서비스, 부족한 배터리 용량³⁰⁾ 등으로 인해 만족도가 높지 않다. 또한, 또 다른 무선 인터넷 서비스인 무선 LAN 서비스의 경우도 아직은 서비스가 안정되지 못했다³¹⁾는 점도 결과에 영향을 주었을 것이다. 또한, 한국에는 많은 인터넷 접속 가능 지역들이 곳곳에 있으므로 사람들은 굳이 무선 이동 통신 단말기에서 하이퀄리티 인터넷이 구현되어야 할 이유가 없다고 생각했을 것이다.

이 결과를 놓고 볼 때, 현재 추진 되고 있는 2.3 GHz 휴대 인터넷의 수요예측을 함에 있어 지나치게 낙관적인 예측은 위험할 것이다. 2.3 GHz 휴대 인터넷은 본 연구에서의 하이퀄리티 인터넷 특성과 연관이 있으므로, 이 속성 레벨에 대한 사람들의 무관심은 곧 무선 이동 통신 단말기에서 휴대 인터넷이나 모바일 인터넷을 이용하는 것에 큰 가치를 부여하지 않을 것을 의미하기 때문이다. 또한, 2.3 GHz 휴대 인터넷의 경우 하이퀄리티 인터넷 서비스를 고속으로 안정적으로 이용하는 것을 목표로 하지만, 실제로는 전송 속도가 당초 목표만큼 이루어져 양질의 서비스가 제공될 수 있을지, 이용료가 과연 현재 모바일 인터넷 서비스보다 훨씬 저렴한 수준이 될 것인가에 대한 문제가 아직 해결된 것이 아니기 때문이다.

3. 결론

본 연구에서는 무선 이동 통신 단말기의 선택에 있어서 넓은 범위의 소비자 선호 이질성이 존재한다는 것을 알 수 있었다. 따라서 어떤 단일한 방향으로의 수렴을 전망하기는 다소 힘들다는 결론을 내릴 수 있었다. 한편, 디스플레이로서 현재의 핸드폰보다는 크지만, 노트북 화면보다는 작은 화면이 대부분의 사람들에게 가장 선호된다는 것을 확인했으며, 이를 통해 휴대성이 중요함과 동시에 사람들이 무선 이동 통신 단말기를 새로 구입할 시에 현재 소지하고 있는 핸드폰보다 큰 화면을 제공하면서 '너무 크지는 않은' 단말기를 선택할 가능성이 크다는 것을 알 수 있었다. 또한, 하이퀄리티 인터넷 속성레벨에 대한 사람들의 전반적인 무관심을 알 수 있었고, 이를 통해 현재 추진되고 있는 2.3 GHz 휴대 인터넷의 미래에 대해 지나치게 낙관적인 전망을 하는 것은 위험하다는 것을 알 수 있었다.

30) 동영상 서비스 등을 이용하기 위해 장시간 접속 시 통화 가능 시간이 현저히 감소한다.

31) 충분하지 못한 스팟과 휴대용이면서도 이동할 때 서비스의 질이 떨어진다는 단점이 있다.

Reference

- 민충기, 황호영, 2001, "베이지안 계량 경제학", 계량 경제학보, 12 권, pp145-179
- 이종수, 변상규, 이정동, 김태유, 2003, "이동통신 기술혁신의 경제적 효과 - 이동전화 단말기 창의 컬러화에 대한 경제적 가치산정을 중심으로", 경제학 공동학술대회
- Albert B.Manalo and Conrado M.Gempesaw, 1997, "Preference for Oyster attributes by consumers in the U.S. Northeast", *Journal of Food Distribution Research*, pp55-63.
- Allenby, G.M. and P.E. Rossi, 1999, "Marketing models of consumer heterogeneity", *Journal of Econometrics*, Vol.89, pp57-78
- Alvarez-Fariao, and Begona, 2002, "Using conjoint analysis to quantify public preferences over the environmental impacts of wind farms. An example from Spain", *Energy policy*, vol 30, pp107-116.
- Batt, Carl E., and James E katz, 1997, "A conjoint model of enhanced voice mail services: Implications for new service development and forecasting", *Telecommunications Policy* Vol.21, pp743-760.
- Calfee, John, Clifford Winston, and Randolph Stempski, 2001, "Econometric issues in estimating consumer preferences from stated preference data: A case study of the value of automobile travel time ", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 83(4), pp699-707.
- Greene, William H., 2003, "*Econometric Analysis, 5th edition*", New Jersey, Prentice Hall
- Huber, J. and K.Train, 2001, "On the similarity of classical and Bayesian estimates of individual mean partworths", *Marketing Letters*, Vol12, pp257-267
- Kyle D.Chen and Warren H.Hausman, 2000, "Technical Note: Mathematical Properties of the optimal Product Line Selection Problem using Choice-Based Conjoint analysis", *Management Science*, Vol.46, pp327-332
- Layton D.F., 2000, "Random coefficient models for stated preference surveys", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 40, pp21-36
- Madeleine E.Pullman and William L.Moore, 2002, "A comparison of quality function deployment and conjoint analysis in new product design", *J.of Product Innovation Management*, Vol 19. pp354-364.

McColluch R. and P.E. Rossi, 1994,"An exact likelihood analysis of the multinomial probit model",*Journal of Econometrics*, Vol.64,pp207-240

Train,K., 2003,"Discrete choice method with simulation", Cambridge University Press, Cambridge

Train,K. and G.Sonnier, 2003, "Mixed logit with bounded distribution of partworths", working paper, University of California, Berkeley and Los Angeles