

소비자 선택을 고려한 신기술 혁신의 확산 예측:

한국의 홈네트워킹 시장을 대상으로

(Forecasting the Evolution of Innovation Considering Consumers' Choice:
An Application of Home-Networking Market in Korea)

이철용* · 이정동** · 김연배***

〈 목 차 〉

1. 서론
2. 연구의 배경
3. 실증모형
4. 실증 분석 결과
5. 결론

Summary : This paper applies a prelaunch forecasting model to the Home-Networking (HN) market of South Korea. The HN market of Korea is categorized into two distinctive markets. One HN market consists of new apartments in which builders install HN and the other HN market consists of existing houses in which residents purchase HN. Among these markets, this paper focuses on existing houses as capturing consumers' choice. To forecast sales of HN for existing houses, we use a conjoint model based on our survey data of consumer preferences. By incorporating various indicators of HN technologies into our conjoint model, we also forecast diffusion of HN system embodied in PLC or Wireless Lan. We call this model Choice-Based Diffusion Model. In addition, based on the simulation experiments, we also identify important factors that affect the demands of HN system.

* 서울대학교 공과대학 기술정책대학원 박사과정 (email : poad98@snu.ac.kr).

** 서울대학교 공과대학 기술정책대학원 부교수 (email : leejd@snu.ac.kr).

*** 서울대학교 공과대학 기술정책대학원 BK21 계약교수 (email : kimy1234@freechal.com).

I. 서론

신제품이나 신기술, 특히 시장에 출시되지 않은 제품과 기술에 대해 수요 예측을 한다는 것은 많은 연구자들에게 어려움의 대상이다. 하지만 시장 초기 또는 시장 진입 시점 전에서의 정확한 수요 예측은 신제품 및 신기술 성공 여부에 매우 중요한 영향을 끼친다. 더욱이 기술 진보가 빠르게 진행되어 제품의 수명이 단축됨에 따라 소비자 선호의 움직임도 이에 맞추어 더 좋은 제품과 더욱 혁신적인 기술로 쉽게 이동하고 있어 제품·기술 간의 경쟁이 심화되고 있다. 이에 따라 기업 입장에서는 연구개발(research and development)이 시장 생존을 위한 중요한 전략이 되어가고 있으며 결과적으로 신제품·신기술에 대한 수요 예측은 투자, 마케팅과 관련된 기업의 전략과 국가 발전을 위한 혁신 정책수립에서 중요한 의미를 가진다.

수요 예측과 확산 분석을 위해 Bass (1969) 및 Logistic 모형(Mansfield, 1961)이 많이 사용되었다. 그리고 이 방법들은 기술·제품 간에 대체·보완(Krishnan et al., 2000)/반복 구매(Hahn, 1994) 등을 반영하고 제품 확산에 영향을 끼치는 경제상황 등을 반영(Frank, 2004) 하기 위해 발전을 거듭하고 있다. 하지만 이 방법론들은 수요 예측을 위해 과거의 전체 판매량 자료(aggregate data)를 이용하고 있어 아직 시장에 출시되지 않은 제품이나 기술에 대해서 시장을 예측하는 데 한계가 있다. 따라서 시장 데이터가 없는 경우에 적용이 가능한 메타분석(meta analysis Sultan, 1990)과 대수에 의한 추정과정(algebraic estimation procedure, Mahajan and Sharma, 1986), 베이지안 방법론(Bayesian analysis, Lenk and Rao, 1990)과 같은 여러 방법들이 새로이 도입되었다.

IT관련 제품이나 기술 같은 경우 시장이 복잡해지고 제품·기술간 경쟁이 치열해 짐에 따라 기존 성장 패턴과는 다른 형태를 보이기도 한다. 이에 따라 서비스 내 하부 기술 간의 대체 및 경쟁·보완 관계를 체계적으로 반영하기 위해 이산선택모형(discrete choice model)을 확산모형에 도입하는 연구가 발전하고 있다. Jun 외(1999)는 제품의 연속세대에서 확산과 대체를 동시에 고려하기 위하여 선택 이론(choice based model)에 기반한 새로운 확산모형을 제시하였다. 이 모형은 소비자의 선택을 반영하기 위해 효용함수(random utility function)를 구축하고 제품 선택에 있어 가격과 같은 외생변수의 효과를 반영하기 위해서 이를 효용함수에 포함시킴으로써 기존 베스(Bass) 방식의 확산모형보다 정확하게 제품과 서비스의 확산과정을 설명하였다. 선택이론에 기반한 확산모형은 이후 저궤도 위성 통신 서비스(low earth

orbit mobile satellite service)와 같은 신제품 및 신서비스의 수요를 예측(Jun, 2000)하는데 적용되었고 이동 통신 시장과 같은 대체·경쟁적인 상황에서의 확산을 설명(Jun, 2002)하는데 이용되기도 하였다.

Lee 외(2004)는 이산선택모형을 이용하여 다양한 기술 대안에 대한 소비자의 선호를 분석하고, 이에 시장 및 기술 환경의 변화를 반영하기 위해 각 기술의 가격 함수를 도출하여 동태적 확산 모형을 완성하였다. 즉 Lee 외(2004)의 연구는 진술선호(stated preference) 자료를 이용하여 시장에 아직 출시되지 않은 제품에 대한 소비자의 선호를 반영한 새로운 확산예측모형을 제시하였다. 이와 같이 소비자 선택 기반 확산 모형은 신제품에 대한 확산 예측과 제품 및 기술 간의 경쟁·대체 관계를 설명하는데 뛰어나고 소비자의 이질성(heterogeneity)을 반영할 수 있는 장점으로 인해 최근 이와 관련된 방법론이 다양하게 발전하고 있고, 다양한 사례에 적용되고 있다. 하지만 소비자 선택 기반 확산 모형이 더욱 발전하기 위해서 방법론적인 개선과 함께 더욱 넓은 분야의 사례에 이 모형을 시도해 볼 필요가 있다.

본 연구에서는 Lee 외(2004)에서 제시된 확산모형의 아이디어를 기반으로 기존 주택의 홈네트워킹 기술 별 확산 모형을 구축하였다. 현재 홈네트워킹 관련 시장은 전 세계적으로 고속 성장하는 유망산업임에도 불구하고 시장에 대한 불확실성이 높기 때문에 이를 제거하기 위해서는 홈네트워킹의 수요 측면에 대한 연구가 절실하다. 특히 현재 국내에서는 홈네트워킹 시스템이 일부 신규 고급 아파트를 중심으로 발전하고 있어 기존 주택에서의 홈네트워킹 시장에 관한 연구는 부재 상태에 있다.

기존 주택에서의 홈네트워킹 시스템의 확산을 예측하기 위해 사용된 선택기반확산모형(choice-based diffusion model)을 간략히 살펴보면 다음과 같다. 먼저 진술선호 분석 중 하나인 컨조인트 분석을 이용하여 홈네트워킹 서비스 내의 네트워크 관련 기술에 대한 소비자의 선호를 분석하였다. 분석을 통해서 홈네트워킹 관련 경쟁 기술의 각 속성에 대한 소비자의 선호구조를 파악할 수 있다. 다음으로 컨조인트 분석 결과를 각 기술 속성에 대한 로드맵과 결합하여 각 기술이 동태적으로 확산되는 과정을 예측하였다. 다만, Lee 외(2004)에서는 디지털 TV 전체 수요의 시장 잠재력(market potential)을 추정하기 위해 기존 TV의 과거판매 자료를 이용하고 신제품의 가격함수를 추정하기 위해 유사제품의 과거 자료를 이용한 데 반해, 본 연구에서는 홈네트워킹 전체의 시장 잠재력 추정에 국내 전문가 설문을 이용하고 가격 및 속성의 미래 변화를 예측하기 위해 관련 전문 자료를 정리하여 로드맵을 구축하였다. 이는 홈네트워킹 서비스는 디지털 TV와 달리 과거 판매량 데이터가 존재하지 않고 객관적으로 인정될 수 있는 유사한 기존 제품을 가지고 있지 않기 때문이다. 따라서 본 연구의 의의는 과거 데이터가 존재하지 않는 신제품·신기술에 대한 수요 예측을 위하여 소비자의 진술 선호 자료와 전문가의 판단(expert judgment)을 이용하여 소비자의 선택에 기반한 확산 예측 모형을 제안

한다는 것이다.

본 연구에서는 특히 기존주택 홈네트워킹 유선 전송 기술 분야에서 유력한 규격으로 예상되는 PLC(powerline communication)와 무선기술의 대표인 무선랜(wireless LAN)에 초점을 맞추었다. 또한 각 속성별 변화에 대한 민감도 분석을 실시하여, 홈네트워킹 기술 별 확산에 영향을 미치는 주요한 환경 요인(factor)이 무엇인지 분석하였다. 그리고 이러한 연구의 결과를 바탕으로 향후 전개될 홈네트워킹 관련 기술의 발전 방향을 전망해 보고, 이에 따른 기업이나 정부차원의 대응전략을 파악하고자한다.

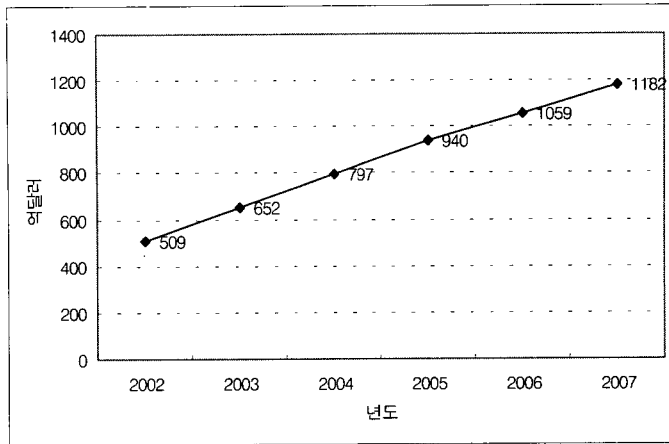
본 연구의 구성은 다음과 같다. II장에서 연구의 배경에 대해 살펴보고, III장과 IV장에서는 본 연구에 사용된 모형에 대한 구체적인 설명과 한국의 홈네트워킹 시스템 시장에 대한 실증 분석 결과를 제시하였다. 마지막 결론에서는 이 연구의 시사점에 대해서 살펴본다.

II. 연구의 배경

홈네트워킹의 정의는 연구기관이나 연구자에 따라 정의가 다르지만 여기서는 홈네트워킹을 가정 내의 모든 가전기기들을 하나의 네트워크로 통합하여 이들 기기들 사이에 통신이 가능하도록 하는 것으로 정의한다. 가정 홈 네트워크 이용자들은 데이터 전송뿐만 아니라 가전 기기들을 네트워크를 통해 제어할 수 있으며 TV, 오디오, 컴퓨터 등을 연결하여 홈 쇼핑, 실시간 동영상 등을 즐길 수 있다. 더욱이 전기, 가스,와 같은 에너지를 자동으로 관리하고, 보안, 건강진료 등 다양한 서비스의 통합적인 향유가 가능해진다. 따라서 본 연구에서 수요 예측하고자 하는 홈네트워킹 시스템의 대상은 가정내 보안, 조명, 온도등을 자동 통제하는 수준인 홈오토메이션(home automaton) 뿐만 아니라 가전 기기들을 네트워크를 통해 제어하는 홈컨트롤 시스템(home control system)을 최소한 갖춘 가구를 대상으로 한다.

유·무선네트워킹, 홈게이트웨이, 이동·고정 단말, 정보 가전 등을 포함한 홈네트워킹 관련 장비의 세계 시장은 2002년 509억 달러에서 2007년에는 1,183억 달러로 향후 연평균 18%씩 성장할 전망이다. 선진 IT 강국에서도 홈네트워킹 구축은 초기단계로 다양한 홈네트워킹 서비스 모델 개발을 위해 시범 사업을 실시 중에 있다(정보통신부, 2003¹⁾).

1) 정보통신부 (2003), "Digital Life 실현을 위한 Digital Home 구축 기본계획".



자료: 정보통신부, 2003

<그림 1> 홈네트워킹 관련 세계시장규모

홈네트워킹을 구현시키기 위해 가전기기들 사이를 연결하는 기술(이하 맥내 기술)로는 크게 유선 기술과 무선 기술이 있다. 맥내 기술 중의 유선 기술로는 현재 학교나 회사 등에서 보편적으로 사용되고 있는 이더넷(Ethernet), 기존의 전화선을 이용하여 통신을 하는 전화선 통신 기술(home phonenumber networking alliance), 이미 가정에 깔려있는 전력선을 이용하여 통신을 하는 전력선통신(powerline communication, 이하 PLC)등이 있다. 그리고 맥내 기술 중의 무선 기술로는 무선 주파수를 사용하여 통신을 하는 무선랜(wireless LAN), 라디오 주파수를 이용하여 기기간 넓은 범위의 통신을 가능하게 하는 홈알에프(homeRF), 블루투스 칩을 이용하여 기기간 10m 이내에서만 전송이 가능한 블루투스(Bluetooth)등이 있다.

대부분의 전문가 들은 여러 맥내 기술들 중에서 특정 기술이 독자적으로 발전하기 보다는 여러 기술들이 주택특성, 사업자와 정책 입안자의 의지와 맞물려 혼재된 상태로 발전할 것으로 예측하고 있다. 특히 신규 주택의 경우에는 유선과 무선 등 다양한 맥내 기술을 선택할 수 있지만, 기존 노후화된 주택에서는 이미 가정에 깔려있는 전력선을 이용하는 PLC와 추가적인 배선이 필요 없는 무선랜의 비중이 높아질 것으로 기대되고 있다(정보통신정책연구원, 2003).

한국의 경우 1999년 초고속 정보 통신 건물에 대한 엠블럼 제도 시행 이후로 2003년부터 스마트 홈 산업 계획과 디지털 홈 구축을 위한 기본 계획을 수립하여 시범사업을 통해 홈네트워킹 산업 발전 전략과 홈네트워킹 모델의 수용 가능성 등을 검증하고 있다. 현재 정보통신건물 인증제도가 시행중인 사이버아파트는 맥내 배선으로 PLC가 모든 방에 설치되어 있다. 따라서 가정 내의 홈네트워킹은 맥내 배선인 PLC를 활용하는 기술로 구현하되 이동단말, 노트

북 등 이동용 기기를 연결하는 데는 무선랜을 활용하고 있다. 특히 2004년 10월 정부는 PLC 활성화를 위한 규제완화 조치를 마련키로 함에 따라 일반 가정에서도 별도의 통신 설비 없이도 전력선을 활용한 초고속 인터넷과 홈네트워킹이 가능해 지고 있다. 이와 같이 홈네트워킹을 구현하는 여러 대안 기술 중에서 PLC와 무선랜은 한국에서 유력한 기술로 자리 잡고 있으며, 이 두 대안 기술은 서로 경쟁 관계를 펼치며 진화할 것으로 기대되고 있다. <표 1>은 분석 대상인 PLC와 무선랜의 특징을 나타낸다.

<표 1> PLC와 무선랜의 특징 비교

기술	형태	표준화	속도	신뢰성	모뎀을 제외한 추가장치	비용
PLC	유선	없음	0~45Mbps	보통	필요 없음	보통
무선랜	무선	IEEE 802.11	2~54Mbps	보통-높음	AP 필요	보통

자료: 정보통신정책연구원, 2004.

한편 홈네트워킹 시장은 홈네트워킹 장치들이 Built-in 형태로 보급되는 신규주택과 소비자의 선택에 의해 홈네트워킹 장치들이 설치되는 기존 주택 시장으로 나누어 질 수 있다. 현재 국내에서는 건설업체, 가전 업체, 통신 사업자, 방송 사업자 등이 협력하여 홈네트워킹을 위한 시범사업에 추진 중에 있다. 하지만 대부분 일부 신규 고급 아파트를 중심으로 원격 제어 수준의 서비스가 제공 중에 있어 기존 주택 등 일반 주거환경을 고려한 모형은 부재 상태에 있다. 이에 따라 기존 주택에서의 홈네트워킹 시장과 기술의 진행 방향 및 잠재 시장 전망에 대한 연구가 시급한 실정이다. 특히 홈네트워킹 시장 참여자들의 불확실성이 높은 이 상황에서 소비자들이 선호하는 기술과 그 기술의 특징을 파악하는 것은 매우 의미 있는 일이라 할 수 있다.

Ⅲ. 실증모형

기존 주택에 있어 홈네트워킹 시스템의 수요 예측을 위해서 본 연구에서 활용하고 있는 방법은 소비자의 진술선호자료에 기반한 컨조인트(conjoint) 방법과 이의 결과를 기술로드맵과 결합함으로써 동적인 효용함수와 선택 확률을 도출하고 최종적으로 홈네트워킹 시스템의 수요를 예측한 확산모형(diffusion model)이다.

1. 컨조인트 모형을 이용한 소비자의 선호 분석

본 연구에서는 컨조인트 방법을 이용하여 홈네트워킹 시스템의 맥내 기술 혹은 이를 구성하고 있는 특정 속성에 대한 소비자의 선호를 파악한다. 컨조인트 방법은 아직 시장에 출시되지 않은 신제품에 대한 선호를 추정하거나 시장을 통해 비용이 직접적으로 드러나지 않는 외부비용 등을 추정하는데 주로 사용되고 있는 과학적인 방법론 중의 하나이다(이중수외, 2005). 본 연구에서 분석의 대상으로 다루고 있는 기존 주택에서의 홈네트워킹 시스템의 경우 아직 시장에 출시되고 있지 않아 현시선호(revealed preference) 자료를 사용할 수가 없다. 이러한 상황에서 진술선호(stated preference) 자료를 이용하는 컨조인트 방법론은 매우 유용한 방법론이라고 할 수 있다. 일반적으로 진술선호 자료는 새로운 속성과 특성을 가진 신제품의 수요를 추정해야 할 경우에 유용하며 설명 변수를 다양하게 설정할 수 있고 데이터에 숨어 있는 통계적으로 다루기 힘든 것들을 포함할 수 있어 많은 연구에서 이용되고 있다(Louviere et al, 2001).

일반적으로 컨조인트 방법론에서 소비자의 진술선호를 측정하는 방법은 크게 3가지가 있다. 첫번째는 각각의 대안에 대해서 선택 할 것인지 아닌지를 물어보는 선택형(choice)이고 두번째는 대안에 선호 순서를 매기는 순위형(ranking)이며 세번째는 각각의 대안에 대해 점수를 부과하는 점수형(rating)이다. 먼저 선택형은 여러 대안중에서 가장 선호되는 것만이 선택되므로 선택되지 않은 대안의 상대적인 선호를 알 수가 없는 단점이 있다. 그리고 점수형의 경우 응답자가 각 선택대안에 대해 선호의 정도를 명확히 알고 있어야 하고 순위형 보다 덜 서수적(ordianl)인 단점이 있다(Louviere et al, 2001). 따라서 본 연구에서는 서수적 효용의 관점에 충실하고 선택형의 경우보다 소비자의 선호구조에 대해 보다 자세한 정보를 추출할 수 있는 순서형 질문을 선택하였다. 하지만 순서형 질문의 경우 대안이 많으면 순위를 매기는 작업이 어렵고 소비자에게 익숙하지 않은 대안은 순위를 매기기 어려우므로 설문 작업에 있어 주의를 요한다.

본 연구에서 홈네트워킹 시스템의 맥내기술에 대한 컨조인트 분석을 위해 5가지의 속성을 추출하였다. 즉 모뎀의 가격, 데이터 전송속도, 추가 장치 여부, 안정성, 유·무선 여부를 포함시켰다. 일반적으로 홈네트워킹 시스템의 맥내기술을 결정짓는 속성으로는 위의 5가지 속성이 외에도 표준화 확립 유무, 동작범위, 네트워크 환경 등이 있지만 이들을 모두 고려할 경우 설문카드의 수가 기하급수적으로 증가하여 분석의 어려움이 있고 설문에 임하는 응답자가 자신의 선호를 논리적으로 표현하지 못하는 문제가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 홈네트워킹

택내기술의 여러 속성 중에서 중요성을 가지고 있고, 홈네트워킹 각 기술의 선택 확률 분석을 위해 PLC와 무선랜을 식별(identify)할 수 있는 속성인 모뎀의 가격, 데이터 전송속도, 추가장치 여부, 안정성, 유·무선 여부를 컨조인트 분석을 위한 속성으로 선택하였다²⁾.

첫째, 모뎀의 가격은 각 기술을 구현하기 위한 모뎀의 현재 가격을 반영하여 3만원, 5만원, 7만원을 그 수준으로 정하였다. 둘째, 데이터 전송속도는 가전기기들 사이에서 정보를 주고받는 통신속도를 의미한다. 가전제품의 기본적인 on/off를 제어할 수 있는 수준인 1Mbps와 화면이 설치된 가전제품에서 인터넷을 사용하고 실시간 동영상(VOD) 서비스를 시청할 수 있는 수준인 10Mbps를 그 수준으로 정하였다. 셋째, 추가장치 여부는 가전 기기간의 연결을 위해 모뎀 외에 별도의 연결장치나 추가적 배선 등이 필요한 지의 여부를 나타내는 것이다. 예컨대 PLC 기술은 가정의 전력선을 이용하므로 모뎀 외에 추가적인 장치가 필요하지 않지만 무선랜의 경우 무선랜 카드 외에 AP (access point) 등의 추가적인 장치가 필요하다. 따라서 사용자들이 추가적으로 집안에 장치가 들어오거나 배선이 되는 것을 꺼리는 성향을 감안하여 뽑은 속성변수라고 할 수 있다. 넷째, 안정성은 가전 기기간에 신호를 주고 받을 시에 누락되는 정보없이 데이터를 전송하는 정도를 의미한다. 안정성은 하루에 기기들 사이의 통신 끊김 현상이 일어나는 빈도로 측정한다. “10회/일”은 매우 불안정한 수준이고 “3회/일”은 안정한 수준, “5회/일”은 중간수준이다. 마지막으로 유·무선 여부는 대안이 되는 기술이 유선이면 1, 무선인 경우 0으로 측정한다.

이와 같은 속성들의 모든 수준들을 고려하여 $3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 2 = 72$ 개의 선택 대안을 구성하였지만 응답자에게 모든 선택대안을 질문하는 것은 비합리적이고 매우 힘든 일이기 때문에 모형의 추정이 가능하도록 하는 최소 대안집합을 직교성시험(orthogonal test)를 통해 도출하였다. 직교성시험은 SPSS 8.0 프로그램을 이용하였으며 그 결과 총 16개의 컨조인트 카드를 얻을 수 있었다. 그러나 실제 설문조사에서 응답자가 16개의 카드에 한꺼번에 선호를 응답하기에는 너무 많으므로, 이를 4개씩 4개의 묶음(Set)으로 나누어 각 묶음에 대해 선호순서에 따라 순위를 매기도록 하였다. 이상 본 연구에서 고려된 홈네트워킹 택내 기술의 속성과 수준을 <표2>에 정리하였다.

2) 여기서 선택한 홈네트워킹 기술의 5가지 속성은 기술적으로 큰 상관관계를 가지지 않는다고 볼 수 있다. 일반적으로 가격은 기술의 질적 차이를 반영하지만 홈네트워킹 기술의 경우에는 항상 높은 가격이 높은 기술 성능을 보여준다고 볼 수 없다. 예컨대 PLC 모뎀의 경우 무선랜 모뎀보다 고가이지만 속도나 안정성에서 뛰어난 성능을 보여주지 못한다. 단지 PLC의 경우는 아직 시장이 크지 않아 가격이 고가임에도 불구하고 추가 장치가 필요하지 않는다는 장점으로 인해 홈네트워킹 택내배선으로 적합하기 때문에 무선랜과 경쟁관계가 될 수 있다.

<표 2> 대안들의 속성 및 속성 수준

속성	속성 수준
모델가격	3만원, 5만원, 7만원
데이터 전송 속도	1Mbps, 10Mbps
추가장치여부	더미(필요1, 불필요 0)
안정성(회/일)	3회/일, 5회/일, 10회/일
유·무선	더미(유선1, 무선0)

설문을 통해 얻어진 결과들은 확률효용이론(random utility model)을 통해 응답자들의 효용함수를 도출하는 데이터로 사용된다. 먼저 순위형 설문결과에 대한 추정을 위해서는 순위 로짓 모형(rank ordered logit model)이 사용되었다(Train, 2003). 즉 i 번째 응답자가 j 번째 대안을 배타적으로 선택했을 때 얻는 효용 U_{ij} 가 식(1)과 같이 속성 수준의 벡터인 x_j 에 의해 결정되는(deterministic) 부분과 관측되지 않는 확률적인(stochastic) 부분인 ε_{ij} 로 이루어진다고 가정한다. 그러면 계수 β 는 속성 수준 x_j 에 대한 소비자 선호의 정도를 나타내는 모수(parameter) 벡터가 되며, 다음과 같이 효용을 표현할 수 있게 된다.

$$U_{ij} = x_j \beta + \varepsilon_{ij} \dots\dots\dots (1)$$

여기서 (1)식의 교란항이 독립적이고 동일하게 분포된(independent and identically distributed, IID) I형 극한값(type I extreme value distribution)을 따른다고 가정할 경우 순위로짓모형(rank ordered logit model)을 이용할 수 있다³⁾. 소비자 i 가 J 개의 대안에 대하여 $j = 1, 2, 3, 4, \dots, J$ 와 같이 순위를 매긴다고 할 경우 이러한 선호순서가 나올 확률은 다음과 같이 표현될 수 있다⁴⁾.

$$Prob(U_{i1} > U_{i2} > \dots > U_{iJ}) = \prod_{j=1}^J \frac{e^{x_{ij}\beta}}{\sum_{k=j}^J x_{ik}\beta} \dots\dots\dots (2)$$

3) 식 (1)의 효용 함수에서 잔차항 사이에 상관관계를 가정하거나 계수 값의 소비자 간 차이 (Heterogeneity)를 반영하는 다항 프로빗 모형(Multinomial Probit model)또는 혼합 로짓(Mixed Logit) 모형을 이용할 수 있다. 하지만 순위로짓모형의 경우 교란항의 IID(Independent and Identically Distributed) 조건이 있음에도 불구하고 모델이 간단하고 계산이 편하며 추정 결과에 있어서도 프로빗 모형 및 혼합 로짓 모형과 비교하여 큰 차이가 없다는 장점을 가지고 있다(Calfee, 2001).

4) Rank ordered logit의 구조 및 응용에 관한 자세한 설명은 Train (2003)의 7.3장 참조.

그러면 (2) 식을 이용하여 전체 응답자 자료에 대한 우도 함수(likelihood function)를 설정할 수 있으며, 최우추정법(maximum likelihood estimation)을 이용하여 계수를 추정할 수 있다.

한편, 각 모형에서 추정된 계수를 이용하여 각 속성의 가치의 차이에 따른 한계지불의사액(marginal willingness-to-pay, 이하 MWTP)을 도출할 수 있다. 한계지불의사액은 개인이 제품의 어떤 속성 한 단위를 증가시키기 위해서 기꺼이 지불하고자 하는 금액을 의미한다. 따라서 어떤 속성 x_j 의 한 단위 증가에 대한 한계지불의사액은 다음 식과 같이 나타낼 수 있다 (Calfee and Stempski, 2001).

$$\text{margianl willingness to pay} = -\frac{\partial U}{\partial x_j} / \frac{\partial U}{\partial x_{\text{Price}}} = -\frac{\beta_{x_j}}{\beta_{\text{Price}}} \dots\dots\dots (3)$$

한계지불의사액은 결과를 살필 때, 계수 β 의 값 자체로만은 언뜻 추상적인데 반해, 좀더 구체적인 결과를 제시해 줄 수 있다. 이러한 한계 지불 의사액은 소비자의 효용 증가 분을 금액으로 나타낼 수 있다는 점에서 소비자 후생의 정량적 측정, R&D 우선 순위 결정, 서비스 가격 책정 등 다방면에 매우 유용한 정보를 제공한다.

2. 소비자의 선택을 고려한 확산 모형 (choice-based diffusion model)

본 연구에서는 컨조인트 방법을 통해 도출된 소비자의 효용 함수를 각 기술에 대한 기술로드맵과 결합하여 동적인 효용함수(dynamic random utility function)를 도출하고 이로부터 동적인 소비자의 선택(dynamic individual choice probability)을 관찰함으로써 주요 홈네트워킹 대내 기술이 확산되는 과정을 살펴본다. 본 연구에서는 특히 신규 주택이 아닌 기존 주택에서의 홈네트워킹 확산에 초점을 맞추었으며, 경쟁관계에 있는 홈네트워킹 기술로는 PLC와 무선랜을 선택하였다. 물론 홈네트워킹 시스템에는 여러 기술들이 혼재되어 나타나지만 본 연구에서는 각 기술들의 경쟁 관계를 분석하기 위해서 홈네트워킹 시스템에는 하나의 주요기술(main technology)이 존재한다고 가정을 하고 그 주요 기술에 기반을 둔 홈네트워킹 시스템이 구축된 기존 주택수를 예측하고자 한다. 따라서 기존 주택에서의 홈네트워킹 시스템은 PLC 또는 무선랜이 주요 기술이 되어 확산되어 간다고 가정을 한다.

컨조인트와 순위로짓 모형을 통해 추정된 소비자의 홈네트워킹 기술 j 에 대한 t 기에서의 효용은 식 (1)과 기술의 속성 x_j 가 시간에 따라 변한다는 점을 반영하면 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

$$U_{ijt} = x_{jt}\beta + \varepsilon_{ijt} \dots\dots\dots (4)$$

이때 ε_{ijt} 가 독립적이고 동일한(Independently and Identically) I형 극한 분포(Type I Extreme Distribution)를 따른다고 가정할 경우 각 기술의 시장 점유율(Market share)이 다음과 같이 로짓(Logit) 형태로 표현될 수 있다. 이것은 t 기에 j 기술에 대한 소비자의 선택확률의 평균이라고 할 수 있다.

$$P_{jt} = \frac{e^{x_{jt}\beta}}{\sum_{j=0}^2 e^{x_{jt}\beta}} \quad j = 0,1,2 \dots\dots\dots (5)$$

여기서 $j=0$ 은 어떤 기술도 선택 하지 않았을 경우, $j=1$ 은 PLC, $j=2$ 는 무선랜의 경우를 나타낸다. 그리고 소비자가 어떤 기술도 선택하지 않았을 경우의 효용 함수는 $U_{0t} = \varepsilon_{ijt}$ 이므로(우리는 $x_{0t} = 0$ 으로 정규화(normalize)한다.) 식 (5)의 선택확률 함수는 다음과 같이 표현할 수 있다(Berry et al, 1995).

$$P_{jt} = \frac{e^{x_{jt}\beta}}{1 + \sum_{j=1}^2 e^{x_{jt}\beta}} \quad j = 1,2 \dots\dots\dots (6)$$

위 식에서 보는 바와 같이 j 기술의 선택확률은 j 기술의 속성뿐만 아니라 j 를 제외한 다른 기술의 속성에 대한 함수임을 알 수 있다. 그리고 식(6)의 선택확률은 기술 발전에 따른 기술 속성의 변화와 가격 설정의 변화에 따라 움직이는 구조를 가지고 있다.

그리고 t 기의 기존 주택에서의 홈네트워킹의 시장 잠재력을 M_t , $t-1$ 기까지의 홈네트워킹이 설치된 누적 가구수를 Y_{t-1} 이라 하면, t 기까지 아직 홈네트워킹을 설치하지 않은 가구는 $(M_t - Y_{t-1})$ 로 표현할 수 있다. 이때 t 기에 j 기술의 홈네트워킹이 설치된 가구수

y_{jt} 는 각 기술에 대한 선택이 독립적이라는 가정하에서 아래 식과 같이 선택 확률이 P_{jt} 인 다항 분포(Multinomial distribution)를 따른다.

$$(y_{1t}, y_{2t}) \sim MN(M_t - Y_{t-1}, P_{1t}, P_{2t}) \dots\dots\dots (7)$$

따라서 t 기에 j 기술로 기반한 홈네트워킹이 설치된 가구수 y_{jt} 의 기대치는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$E[y_{jt}] = (M_t - Y_{t-1})P_{jt} \quad j = 1, 2 \dots\dots\dots (8)$$

$$Y_t = \sum_{j=1}^J y_{jt}$$

여기서 기존 주택에서의 홈네트워킹 시스템의 시장 잠재력 M_t 와 각 기술 속성의 시간에 따른 변화는 전문가 설문과 2차 자료에 근거하여 도출되고 최종적으로 식 (8)을 이용하여 PLC, 무선랜에 기반한 홈네트워킹 시스템이 설치된 가구수를 예측할 수 있다.

IV. 실증 분석 결과

1. 컨조인트 모형을 이용한 소비자의 선호 분석

본 연구에서는 컨조인트 분석을 위해 대한민국의 서울에 거주하는 성인 남녀를 대상으로 2004년 5월에 설문을 실시하였다. 유의할당 추출법(purposive quota sampling)을 이용하여 각 권역별, 즉 강남서, 강남동, 강북동, 강북서에서 각 250명씩 성별로 동일하게 표본수를 할당하여 표본을 추출하였다. 설문조사는 1000명을 대상으로 이루어졌으며 컨조인트 설문에 대한 응답자의 충분한 이해와 신뢰도를 높이기 위해 설문 전문가에 의한 1대 1 직접 면접방식을 통해 이루어 졌다.

식(1)을 이용하여 응답자의 효용함수를 추정하기 위해 설문카드에 나타난 홈네트워킹 시스템의 대내기술의 속성들, 즉 모델가격, 데이터 전송속도, 추가장치 여부, 안정성, 유·무선 여부

를 기본적인 기술속성으로 설정하였다. 여기에서 추가장치 여부나 유·무선 여부는 더미변수를 이용하게 되므로 각 속성들의 더미변수의 계수는 ‘추가장치’ 및 ‘무선’에 대한 상대적인 선호를 의미하게 된다. 효용함수 추정을 위해 앞서 설명한 순위로짓모형(rank ordered logit model)의 계수 추정의 절차에 따라 최우추정법(maximum likelihood estimation)을 이용하였으며 추정도구(tool)는 이산선택모형(discrete choice model)의 추정에 용이한 Limdep 프로그램을 이용하였다. 아래의 <표 3>은 효용함수 추정 결과를 나타낸다.

<표 3> 소비자 효용함수 추정결과와 속성별 MWTP

변수	coefficient	standard error	t-statistics	MWTP
모뎀가격*	-0.33789	0.00781	-43.281	-
데이터 전송속도*	-0.03269	0.00369	-8.864	-967.44
추가장치여부*	-0.44168	0.03380	-13.066	-13071.84
안정성(회/일)**	-0.00941	0.00541	-1.741	-278.64
유·무선*	-0.40299	0.03281	-12.281	-11926.71

*: 신뢰수준 1% 에서 유의

**: 신뢰수준 10% 에서 유의

추정결과 “안정성” 변수를 제외한 모든 모수의 추정치가 1% 신뢰수준 에서 유의하였다. 그리고 변수의 부호가 기대한 방향대로 도출되었다. 즉 모뎀가격의 부호가 음의 부호를 나타내고 있어 모뎀 가격이 올라갈수록 소비자의 효용에 음의 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다. 그리고 데이터 전송 속도의 부호가 양의 부호를 나타내고 있는데 이는 데이터 속도가 빠를수록 소비자의 효용은 증가한다는 것을 시사한다. 마찬가지로 추가장치 여부, 안정성, 유·무선 여부의 부호 모두가 음의 부호를 나타내고 있는데 이는 추가 장치가 있을수록, 하루 동안의 통신 끊김 현상이 많을수록(안정성이 낮을수록), 유선일수록 소비자의 효용에 음의 영향을 끼친다는 것을 의미한다. 여기서 한가지 주목할 점은 추가장치 여부와 유·무선 여부가 소비자의 효용에 큰 영향을 끼친다는 점이다. 이는 각 변수의 MWTP값을 살펴보면 알 수가 있다(<표3>). 특히 소비자는 추가장치 여부에 민감한 반응을 보이고 있는 것을 알 수 있는데, 구체적으로 추가장치를 제거하는 것에 약 13,000원의 지불의사액이 있다. 한편 유선에서 무선으로 전환하는 것에 약 12,000원의 지불의사액이 도출되었는데 이들의 결과로부터 무선랜과 PLC의 경합을 예상할 수가 있다. 이는 PLC가 추가장치가 필요 없는 기술인데 반해 유선을 이용한 기술이고, 무선랜은 무선을 이용한 기술이지만 AP (access point)와 같은 추가장치가 필요한 기술이기 때문이다. 따라서 PLC와 무선랜의 모뎀 가격이나 데이터 전송속도, 안정성이 비슷한 수준이 된다면 소비자가 두 기술로부터 받아들이는 효용은 비슷한 수준일 것으로 판단된다.

2. 소비자의 선택을 고려한 확산 모형 (choice-based diffusion model)

지금까지 컨조인트 방법을 이용하여 홈네트워킹 시스템의 대내 기술에 대한 소비자의 선호를 분석하였다. 하지만 위에서 분석한 소비자 선호는 정적인(static) 분석이라는 한계가 존재한다. 따라서 이를 동적인(dynamic) 모형으로 전환하기 위해서 본 연구에서는 컨조인트 방법을 통한 소비자의 선호 구조를 바탕으로 이를 각 기술의 속성에 대한 로드맵과 결합하여 각 기술이 확산되는 과정을 살펴볼 것이다. 여기서 각 기술 속성에 대한 소비자의 선호 정도는 시간이 지남에 따라 변하지 않는 것으로 가정한다. 또 기술 대안별 속성 들을 변화시켜 가면서 무선랜과 PLC의 경쟁관계를 살펴봄으로써 홈네트워킹 기술 개발 전략에 시사점을 도출할 것이다.

이때 사용된 PLC와 무선랜의 기술로드맵은 다음 <표 4>과 같다.

<표 4> PLC와 무선랜의 속성에 대한 기술로드맵

년도	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
PLC							
데이터 전송속도 (Mbps)	0.48	1	2	3	4	5	6
모뎀 가격(만원)	10	8.7	7.4	6	4.7	3.4	2
안정성(회/일)	10	8.5	7	5.5	4	2.5	1
무선랜							
데이터 전송속도 (Mbps)	0.22	1.08	2	3	6.4	8	10
모뎀 가격(만원)	7	6.37	5.8	5.2	4.5	3.2	2
안정성(회/일)	8	7	6	5	4	3	1

2004년 각 기술의 수준은 2004년 10월 현재의 기술수준을 나타내는데 이들의 수치는 홈네트워킹 산업 전문가의 면담과 2차 자료(정보통신정책연구원 자료 외)에 기초하였다.

우선 속도에 있어서는 각 기술에 대해 소비자가 실제 느끼는 전송속도를 기준으로 데이터 전송속도의 기술로드맵을 작성하였다. 2004년 현재 PLC의 데이터 전송 속도의 상용화 수준은 24Mbps이다. 하지만 이것은 PLC 모뎀의 최대 가능 속도이며 네트워크의 부하로 인해 소비자가 실제로 느끼는 수준은 24Mbps의 1/50 정도인 0.48Mbps 수준이다. 무선랜의 경우 현

재 전 세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 표준은 2.4GHz 주파수 대역에서 최대 11Mbps의 전송속도를 지원하는 IEEE802.11b이다. 그리고 2.4GHz 주파수 대역에서 54Mbps 속도를 제공하는 802.11g가 2003년에 표준이 확정됨에 따라 2005년경에 보편화 될 것으로 보고 있다. 또한 현재 IEEE에서는 차세대 고속 무선랜 물리계층 표준으로서 320Mbps의 전송속도(최소 100 Mbps)를 제공하는 802.11n을 조직하여 2006년까지 표준화 작업을 완료할 계획에 있다(정보통신정책연구원, 2004b). 따라서 2006년 802.11n의 표준화를 고려하여 2008년경에 보편화 될 것이라고 가정하였다. 이는 표준화에서 상용화 시기까지 약 2년의 시기가 걸리는 과거의 패턴에 기초한다.

한편 가격에 있어서는 PLC의 경우 현재의 모뎀 가격 10만원에서 2010년 까지 2만원 수준으로 선형적으로 감소할 것이라고 가정하였다. 그리고 무선랜의 경우 현재 7만원 정도의 수준에서 2010년경에는 PLC와 마찬가지로 2만원 정도의 수준으로 선형적으로 감소할 것이라고 가정하였다.

안정성은 하루에 가전기기들 사이에 통신 끊김 현상이 일어나는 빈도로 측정한다. “10회/일”은 매우 불안정한 수준을 나타내며 “1회/일”은 매우 안정한 수준을 나타낸다. PLC는 현재 데이터 전송이 매우 불안정해 하루에 10회 이상의 끊김 현상이 나타나지만 2010년에는 기술 개발로 인해 안정성 문제가 해결될 것으로 가정하였다. 따라서 2010년까지 안정성이 1회/일로 선형적으로 감소할 것이라고 가정하였다. 그리고 무선랜은 안정성에 있어서 현재 동작 범위 및 구조적 장애물을 가지고 있기 때문에 “8회/일”의 수준을 부여하였다(정보통신정책연구원, 2004a). 하지만 PLC와 마찬가지로 무선랜의 안정성은 기술 개발을 통해서 2010년까지 1회/일로 선형적으로 감소할 것이라고 가정하였다.

한편 기존 주택의 시장 잠재력 M_t 의 분석을 위해 2004년 12월 한국의 건설업체의 홈네트워킹 담당자를 대상으로 설문을 실시하였다. 객관적인 조사를 위하여 28개의 기업을 대상으로 54명의 건설관련 전문가에게 설문을 실시하였으며, 설문방식은 이메일을 통해 이루어졌다. 설문 결과 2005년의 기존주택의 시장 잠재력은 360만 가구로 도출되었다. 이 수치는 기존 주택 중에서 홈네트워킹 시스템이 설치될 가능성이 적은 집단가구나 주택이외의 거처 등은 제외한 수치이다. 그리고 국내 기존 주택의 수가 감소하는 경향을 모형에 반영하였다. 즉 통계청 자료에 의하면 1996년 이후 전국적으로 연평균 약 30만 가구가 증가하는 데 반해 약 50만 가구의 신규 주택이 건설된다. 따라서 기존 주택은 연평균 약 20만 가구의 주택이 줄어들고 있음을 알 수 있는데, 본 연구에서는 이를 감안하여 2005년 시장 잠재력 360만 가구에서 매년 5만 6천 가구가 줄어들 것이라고 가정하였다. 그리고 분석기간은 2010년까지 설정하여 홈네트워킹의 확산을 관찰하였다.

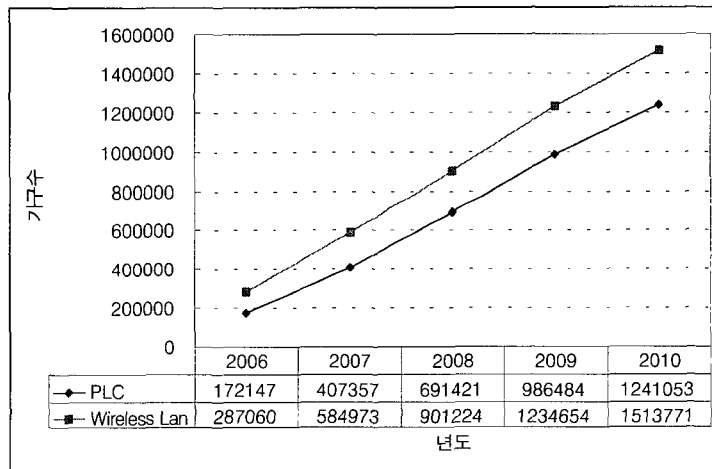
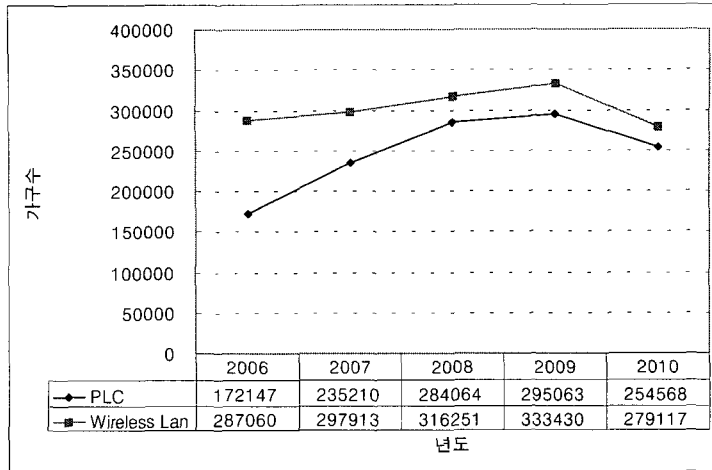
2.1 PLC, 무선랜 기반 홈네트워킹의 확산⁵⁾

<그림 2>는 PLC와 무선랜에 기반한 홈네트워킹 시스템이 설치된 가구수를 예측한 결과이다. 기존 주택에 있어서 PLC와 무선랜에 기반한 홈네트워킹의 시장 진입은 2006년에 이루어진다고 가정한다. 그림에서 보는 바와 같이 전체적으로 무선랜의 이용자 가구수가 PLC의 이용자 가구수를 앞서가는 것을 확인할 수 있다. 즉 2010년경에는 무선랜 기반 홈네트워킹 시스템이 구축된 가구가 총 150만 가구 수준으로 될 것으로 예측되며 PLC의 경우 약 120만 가구 수준이 될 것으로 분석되었다. 이는 무선랜이 AP (access point)라는 추가장치가 필요함에도 불구하고 무선기술이라는 장점을 가지고 있고, 데이터 전송속도와 안정성에서 PLC보다 우위의 기술력을 가지고 있으며, 특히 모뎀 가격이 있어서 보다 나은 경쟁력을 가지고 있기 때문으로 분석된다.

하지만 시간이 지남에 따라 PLC의 시장 점유율이 무선랜을 따라가고 있으며 2010년에 가서는 두 기술에 기반한 홈네트워킹 시스템의 당해연도 설치 가구수가 약 2만 5천가구 수준으로 격차가 좁혀질 것으로 보여진다. 이는 PLC의 기술 수준이 매우 빠르게 변하고 있어 시간이 지남에 따라 무선랜과의 기술력 차이가 좁혀지며, 가격 경쟁력의 차이도 없어질 것으로 기대되기 때문이다. 특히 2007년 즈음에 가서는 PLC의 현재 가장 큰 문제점 중 하나로 드러나고 있는 안정성이 무선랜 수준으로 개선될 것으로 보여져 PLC의 수요에 증가에 이바지 할 것으로 분석된다. 현재 PLC의 데이터 전송 속도는 꾸준한 기술개발로 무선랜과의 격차가 크게 일어나고 있지 않지만 무선랜의 기술 개발 속도도 매우 빠르기 때문에 PLC의 데이터 전송 속도에 대한 기술 개발에 더욱더 박차를 가해야 할 것으로 분석된다.

한편 PLC, 무선랜 모두 2009년경을 기점으로 수요가 늘어난 후에 다시 줄어들고 있는 패턴을 보여주고 있다. 2009년이 되면 총 120만 이상의 가구가 무선랜에 기반한 홈네트워킹을 이용하게 되며 약 100만 가구는 PLC에 기반한 홈네트워킹을 이용하게 된다. 이에 따라 PLC, 무선랜 모두 수요가 극에 달하는 2009년경까지 홈네트워킹 시장 점유를 위해서 경쟁이 치열해 질 것으로 판단된다.

5) 수요예측의 결과로 나온 수치는 한국의 전국 가구수를 대상으로 한 것이다.

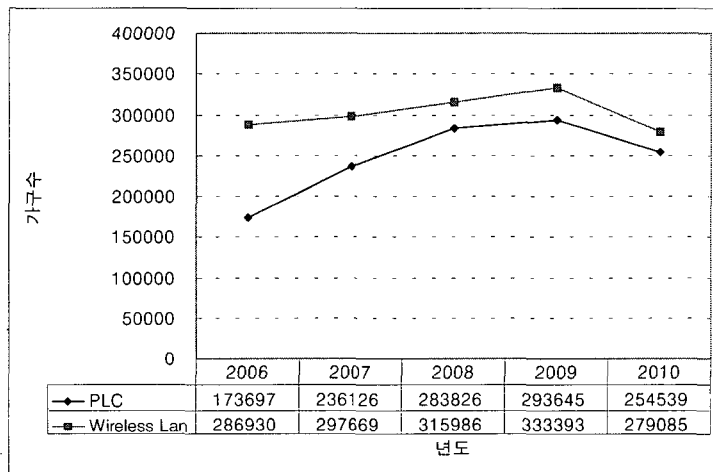


<그림 2> PLC, 무선랜 기반 홈네트워킹의 설치가구수(위쪽)와 누적가구수(아래쪽)

2.2 기술별 속성 수준 변화에 따른 민감도 분석

위의 분석결과는 PLC가 무선랜에 비해 추가장치가 필요하지 않다는 장점을 가지고 있지만, 유선이라는 단점을 가지고 있고 가격, 전송속도 및 안정성 등에서 열위의 기술력을 가지고 있다는 가정(기술로드맵)에 기반 한 것이다. 이제 PLC가 가격, 전송속도 및 안정성 등에서 2006년부터 무선랜 수준으로 개선 될 경우 기술별 확산 패턴은 어떻게 변화할 것인가를 살펴보는 민감도 분석(sensitivity analysis)을 하고자 한다. 이 분석의 결과를 통해 우리는 기술별 확산 패턴에 속성이 미치는 영향의 상대적 중요도를 파악할 수 있으며, 이는 국가 및 기업의 기술 개발 전략, 산업정책, 기업 경영 전략 수립에 중요한 참고 자료가 될 것이다.

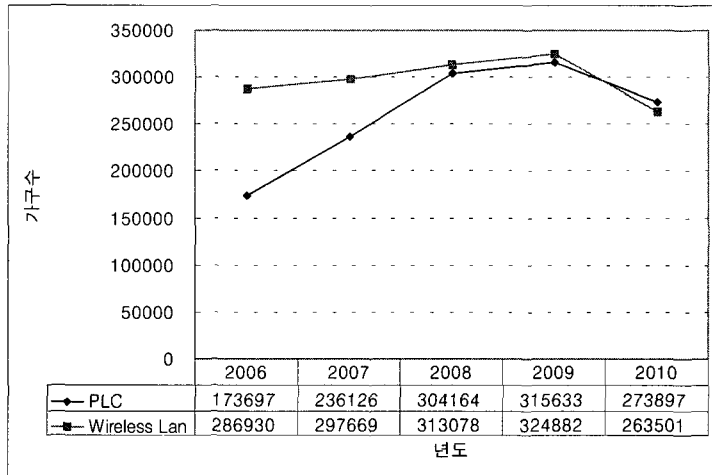
<그림 3>은 PLC의 기술 속성 중 안정성이 무선랜과 동일한 수준으로 개선 될 경우의 PLC와 무선랜의 확산 패턴을 나타낸다. 이 분석결과는 <그림 2>와 마찬가지로 2009년 까지 수요가 증가하다가 그 이후에 수요가 다시 감소하는 경향을 보여준다. PLC와 무선랜의 시장 점유율의 차이는 시간이 지날수록 감소하며 2010년경에는 이용자 수가 2만 5천가구 정도의 차이가 발생한다. 이러한 경향은 <그림 2>와 비교해 봤을 때 PLC의 시장 점유율이 증가하기는 하지만 전체 확산 패턴에 있어서 커다란 변화가 없음을 나타낸다. 이는 홈네트워킹의 확산이 안정성에 대해서는 크게 민감하지 않음을 시사하고 있다.



<그림 3> PLC의 안정성이 개선된 후의 확산

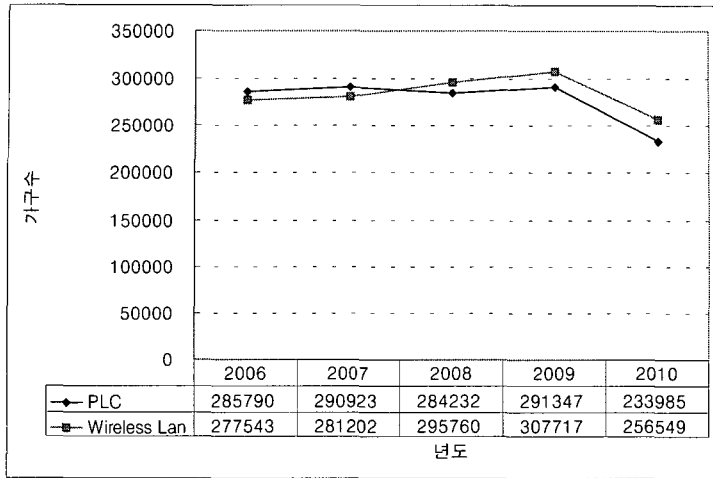
<그림 4>는 PLC의 여러 기술 속성 중 데이터 전송속도가 무선랜과 동일한 수준으로 개선 될 경우의 PLC와 무선랜의 확산 패턴을 나타낸다. 이는 위의 안정성 변화와 다르게 PLC의 확산 패턴에 커다란 변화를 보여주고 있다. 시장 진입 시점 후 2년 정도까지는 <그림 2>와 같이 PLC와 무선랜의 시장 점유율의 차이가 많이 발생한다. 하지만 2008년 이후부터는 PLC와 무선랜의 시장 점유율의 차이가 급속도로 줄어들고 2010년경에는 PLC의 이용 가구수가 무선랜의 이용가구수를 앞지르는 것을 확인할 수 있다. 2008년경에는 무선랜의 이용자 가구수가 PLC의 이용자 가구 수에 비해 1만 가구 정도 많지만 2010년경에는 반대로 PLC의 이용자 가구수가 무선랜 이용자 가구수에 비해 1만가구 정도가 많다. 이는 PLC의 데이터 전송 속도 기술이 무선랜과 유사한 상황에서 시간이 지날수록 다른 기술적 특성 또한 기술간의 차이가 줄어들기 때문으로 분석된다. 2010년경에는 두 기술간에 기술적 특성 차가 거의 발생하지 않지만 무선랜의 AP (access point)와 같은 추가 장치가 필요하다는 단점의 비효율이 PLC의

유선이라는 단점의 비효용 보다 조금 크기 때문에 (<표 2> 참조) PLC가 무선랜보다 유리한 위치에 있을 것으로 분석된다. 이와 같이 홈네트워킹 잠재 소비자는 여러 기술 속성 중 데이터 전송 속도에 민감한 반응을 보이고 있음을 알 수 있다.



<그림 4> PLC의 데이터 전송속도 기술이 개선된 후의 확산

<그림 5>는 PLC의 모뎀 가격이 2006년부터 무선랜 모뎀 가격 수준으로 개선 될 경우의 PLC와 무선랜의 확산 패턴을 나타낸다. <그림 2>와 비교해 봤을 때 더욱 큰 확산 패턴의 변화가 발생함을 확인할 수 있다. 2006년 홈네트워킹 진입 시점부터 PLC의 시장 점유율은 무선랜을 앞서고 있다. 비록 이용자 가구수의 차이가 1만가구 정도로 작지만, PLC의 이용자 수가 무선랜의 이용자 수를 앞선다는 점에서 의의를 찾을 수 있다. 하지만 2008년 이후부터는 무선랜의 시장 점유율이 PLC의 시장 점유율을 앞서고 있다. 이와 같이 시장 진입 초기에 PLC의 이용자 수가 무선랜의 이용자수를 초과하는 이유는 모뎀 가격을 제외한 데이터 전송 속도와 안정성 같은 다른 기술적 속성이 소비자의 효용에 큰 영향을 끼치지 않기 때문으로 분석된다. 즉 시장 초기의 PLC와 무선랜의 데이터 전송 속도 기술은 크게 차이 나지 않으며 안정성은 두 기술의 차이가 많이 발생함에도 불구하고 소비자의 안정성에 대한 민감도가 작아 효용에 커다란 영향을 끼치지 않기 때문에 이러한 결과가 도출된 것으로 분석된다. 하지만 시간이 지날수록 데이터 전송 속도에 있어 기술적 차이가 발생하기 때문에 무선랜의 시장 점유율이 PLC의 시장 점유율을 앞서는 결과가 도출된다. 이와 같이 홈네트워킹의 잠재 소비자는 모뎀 가격에 매우 민감한 것을 살펴볼 수 있으며, 가격 경쟁력이 홈네트워킹 시장 점유에 있어 매우 중요한 경쟁요소임을 시사한다.



<그림 5> PLC의 모델 가격이 개선된 후의 확산

V. 결론

홈네트워킹 시스템 시장과 같은 IT 기술 혁신 시장은 기술 변화가 급속도로 이루어지고 있으며 이에 따라 소비자의 선호 또한 빠르게 변화하고 있다. 그 결과 시장 안에서 여러 대안 기술 사이에 경쟁이 치열해 짐에 따라 기술 공급자는 소비자를 유인하고, 유인된 소비자의 잠금(lock-in)을 위해서 기술 개발과 마케팅 노력에 박차를 가하게 된다. 기존 배스(Bass) 방식의 연구는 과거의 전체 판매량 자료(aggregate data)에 의존하고 있어 이와 같은 복잡하고 경쟁적인 시장 상황을 설명하는데 한계점을 지니고 있다. 이를 위해 본 연구에서는 Lee 외(2004)가 개발한 방법론을 확장하여 소비자 선택을 고려한 확산 모형을 제시하였다. 즉 본 연구에서 제시한 모형은 소비자가 그들의 효용을 극대화 하는 기술을 선택하게 되고 소비자들의 선택은 한 기술이 아닌 여러 기술사이의 관계를 고려하여 선택이 이루어지는 구조를 반영하게 된다. 특히 본 연구는 시장에 아직 출현하지 않은 기술을 대상으로 컨조인트 방법을 통해 분석을 함으로써 과거의 전체 판매량 자료가 아닌 진술선호(stated preference) 자료에 기반한 수요 예측 분석을 가능하게 하였다. 더욱이 기술 속성을 가상적으로 변화시키면서 미래의 확산 패턴을 관찰하는 것은 기업적 혁신 전략 측면뿐만 아니라 국가적 혁신 정책에서 어떤 부분에 우선적으로 R&D를 집중해야 할 것인지에 대한 시사점을 제시할 수 있다. 가령 제한된 자원을 이용하여 기술 혁신을 보다 빠르고 효과적으로 달성하고자 할 때 민감도 분석을 통해 해당 기술의 개발과 발전을 위한 유용한 정보를 도출할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서 제시한

모형은 대안 기술이 아직 시장에 출시되지 않은 불확실한 상황에서 여러 기술 간의 경쟁을 가상적인 시나리오 하에서 분석함으로써 시장의 불확실성을 감소시키고 기술 개발 투자를 위한 정당성을 부여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 모형을 홈네트워킹 시장에 적용한 결과 2010년경에는 무선랜에 기반한 홈네트워킹 시스템을 갖춘 가구수가 150만에 달하며 PLC의 경우에는 120만 가구가 될 것으로 추정되었다. 따라서 한국의 기존 주택에서 홈네트워킹이 설치된 가구수는 2010년에 약 270만 가구에 이를 것으로 분석되며 현재 시장에 나타나고 있는 홈네트워킹 시스템이 빌트인 된 신규아파트의 가구수를 합하면 더욱 많은 가구에 홈네트워킹 시스템이 구축될 것으로 예상된다. 이와 같이 홈네트워킹 시장의 성장속도가 이동통신이나 인터넷과 같은 IT 제품과 서비스의 확산처럼 빠를 것으로 기대되기 때문에 홈네트워킹 각 기술에 대한 발전 속도도 이에 맞추어 빨라져야 할 것으로 보인다. 특히 홈네트워킹 시장은 가정 내의 다양한 구성 요소들 간의 연결 및 통합 뿐만 아니라 외부 인터넷 망과 연동을 시켜야 하는 복잡한 기술적 특수성 때문에 홈네트워킹 기술의 주도권 확보가 홈네트워킹 시장진화의 전제요인이 될 수 있다. 이에 따라 홈네트워킹 초기 시장에서 어떤 기술이 주도권을 가지는지의 여부가 앞으로 기술표준의 확립 및 각 기술의 생존 여부에 커다란 영향을 끼칠 수 있다. 따라서 기술 주도권 확보를 위해서 어느 기술이 기술 혁신을 보다 빨리, 효과적으로 달성하느냐에 따라 시장 상황이 해당 업계에 유리하게 전개될 것이다.

본 연구에서의 민감도 분석결과는 홈네트워킹의 잠재적 소비자가 가격에 가장 민감하고 다음으로 데이터 전송 속도에 민감한 것으로 나타난다. 특히 PLC는 무선랜 기술에 대해 가격 경쟁력을 확보 한다면 홈네트워킹의 맥내기술 시장에서 무선랜과 대등한 경쟁을 할 수 있음을 보여주었다. 따라서 홈네트워킹 관련 업체들은 무엇보다도 가격 경쟁력을 가지기 위해 노력해야 할 것으로 판단된다. 또한 가격 경쟁력이 가장 중요하지만 데이터 전송 속도도 홈네트워킹 시장 점유에 무시할 수 없는 영향을 끼치므로 이들에 대한 기술 혁신도 같이 이루어 져야 할 것으로 보인다.

현재 세계 홈네트워킹 관련 시장은 연평균 18%씩 고속 성장하는 유망 산업임에도 불구하고 아직 시장의 불확실성이 높아 적극적인 투자가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 예컨대 시장 참여자들의 복잡한 이해관계로 인해 다양한 홈네트워킹 기술 표준이 존재하게 되었고, 시장의 전망을 이끄는 주도적인 기술 표준 확립 및 서비스 활성화가 이루어지지 않고 있다. 이 시점에서 시장 주도권 및 기술 진화방향을 정확히 전망하는 것은 국내 홈네트워킹 산업의 발전에 초석을 마련하고 정부 관련 부처에게는 홈네트워킹의 효과적인 발전을 위한 정책 가이드 라인을 제공할 수 있을 것이다.

한편 본 연구는 소비자의 효용구조가 시간에 따라서 변하지 않는다고 가정했기 때문에 미

래의 소비자 선호의 변화를 파악하는데 한계점을 가지고 있다. 즉 현재의 소비자를 대상으로 실시한 설문을 통해 동적인 효용함수를 도출하였기 때문에 미래 소비자의 효용 구조의 변화를 반영하지 못하는 것이다. 이러한 문제는 일정한 시간 간격을 두고 설문을 여러 번 실시하여 소비자의 동적인 선호구조를 파악함으로써 해결할 수 있을 것으로 보인다. 그리고 홈네트워킹 시스템이 설치된 후에 이용할 수 있는 자료(available data)가 존재하게 되면 진술선호(stated preference)자료와 현시선호(revealed preference) 자료를 결합하여 베이지안 업데이트(Bayesian update)등의 방법을 통해 보다 정확(robust)한 수요 예측을 할 수 있을 것이다. 그리고 홈네트워킹이 빌트인 된 신규주택에서의 미래의 확산을 분석하여 한국의 전체 홈네트워킹 시장을 파악할 수 있다면 홈네트워킹 관련자들에게 보다 많은 정보를 제공할 수 있을 것이다.

〈참고문헌〉

- 이종수, 조영상, 이정동, 이철용 (2005), “선택기반 확산모형을 이용한 차세대 대형 TV의 수요예측”, 『정보통신정책연구』, 제11권 제4호, pp. 57-81.
- 정보통신정책연구원 (2003), “홈네트워킹 시장 분석 및 발전 전망”, 『IT 산업시장환경 연구시리즈』.
- 정보통신정책연구원 (2004), “무선랜 장비 시장 현황 및 국내 시장에서의 시사점”, 『정보통신정책』, 제16권 5호.
- 정보통신정책연구원 (2004), “성장 단계의 무선랜 시장을 둘러싼 주요 이슈 분석”, 『정보통신정책』, 제16권 7호.
- Bass, F. M. (1969), “A New Product Growth for Model Consumer Durables”, *Management Science*, Vol. 15 Issue 5, pp. 215-227.
- Batt, C. E. and J. E. Katz (1998), “Consumer Spending Behavior and Telecommunications Service”, *Telecommunications Policy*, Vol. 22 No. 1, pp. 23-46.
- Berry, S., J. Levinsohn, and A. Pakes (1995), “Automobile Prices in Market Equilibrium”, *Econometrica*, Vol. 63 No. 4, pp. 841-890.
- Calfee, J., C. Winston, and R. 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), pp. 699-707.

- Frank L. D. (2000), "An Analysis of the Effect of the Economic Situation on Modeling and Forecasting the Diffusion of Wireless Communications in Finland", *Technological forecasting and Social change*, Vol. 71 pp. 391-403.
- Greene, W. H. (2003), *Econometric Analysis*, New Jersey: Prentice Hall.
- Hanh M. H., S. Park, L. Krishnamurthi and A. A. Zoltners (1994), "Analysis of New Product Diffusion Using a Four-Segment Trial-Repeat Model", *Marketing Science*, Vol. 13, pp. 224-247.
- Jun, D. B, and Y. S. Park (1999), "A Choice-Based Diffusion Model for Multiple Generation of Products", *Technological forecasting and social change*, Vol. 61, pp. 45-58.
- Jun, S. K. Kim, M. H. Park, M. S. Bae, Y. S. Park and Y. J. Joo (2000), "Forecasting Demand for Low Earth Orbit Mobile Satellite Service in Korea", *Telecommunication Systems*, Vol. 14, pp. 311-319.
- Jun, S. K. Kim, Y. S. Park, M. H. Park, and A. R. Wilson (2002), "Forecasting Telecommunication Service Subscribers in Substitutive and Competitive Environments", *International Journal of Forecasting*, Vol 18, pp. 561-581.
- Kim, W. J., J. D. Lee and T. Y. Kim (2003), "Demand Forecasting for Multigenerational Product Combining Discrete Choice and Dynamics of Diffusion under Technological Trajectories", *Technological Forecasting and Social Change*, in press.
- Krishnan T. K., F. M. Bass and V. Kumar (2000), "Impact of a Late Entrant on the Diffusion of a New Product/Service", *Journal of Marketing Research*, Vol 37, pp. 269-278.
- Lee, J.S., Y.S. Cho, J.D. Lee and C.Y. Lee (2004), "Forecasting the Evolution of Demand for the Large Sized Television of Next Generation Using Conjoint and Diffusion Models", *Technological Forecasting and Social Change*, in press.
- Lenk, P. J., and G. R. Ambar (1990), "New Models from Old: Forecasting Product Adoption by Hierarchical Bayes Procedures", *Marketing Science*, Vol. 9 No. 1, pp. 42-53.
- Louviere, J. J. and D. A. Hensher (2001), *Stated Choice Methods: Analysis and Application*, Cambridge University Press.
- Mahajan, V. and S. Sharma (1986), "A Simple Algebraic Estimation Procedure for Innovation Diffusion Models of New Product Acceptance", *Technological*

- Forecasting and Social Change*, Vol. 30, pp. 331-345.
- Mahajan, V., M. Eitan and F.M. Bass (1990), "New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research", *Journal of Marketing*, Vol. 54, pp. 1-26.
- Mansfield, E. (1961), "Technical Change and the Rate of Imitation", *Econometrica*, Vol. 29(4), pp. 741-766.
- Sultan, F., J. U. Farley, and D. R. Mehmman (1990), "A Meta-Analysis of Applications of Diffusion Models", *Journal of Marketing Research*, Vol. 27, February, pp. 70-77.
- Train, K. (2003), *Discrete Choice Method with Simulation*, Cambridge: Cambridge University Press.