

소비자의 선택을 고려한 홈네트워킹 기술별 확산 예측 (Forecasting the Evolution of Home-Networking System Considering Consumers' Choice)

이철용*, 이정동**, 김연배***

Summary: 현재 홈네트워킹의 솔루션으로 제기되고 있는 것은 이더넷(Ethernet), 전화선(Phone line), 전력선(PLC), 무선랜(Wireless LAN), 블루투스(Blue tooth) 등 다양하다. 그러나 국내 홈네트워킹 시장과 기술의 진행 방향 및 잠재 시장 전망에 대한 연구가 부족한 현실에서 시장 참여자들의 불 확실성은 높을 수 밖에 없다. 이에 어떤 기술이 홈네트워킹 시장을 주도할 지를 전망하는 것이 무엇보다 시급한 과제가 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 홈네트워킹 유선 전송 기술분야에서 유력한 규격으로 예상되는 PLC를 중심으로 홈네트워킹의 수요를 예측하고자 한다.

홈네트워킹 시장은 홈네트워킹 장치들이 Built-in 형태로 보급되는 신규주택과 소비자의 선택에 의해 홈네트워킹 장치들이 설치되는 기존 주택 시장으로 나누어 질 수 있다. 본 연구에서는 기존 주택 시장을 대상으로 컨조인트 방법을 통한 소비자의 선호 구조를 홈네트워킹을 구현시키는 각 기술에 대한 (기술)로드맵과 결합하여 동적인 소비자의 선택을 관찰함으로써 각 기술이 확산되는 과정을 살펴볼 것이다. 추가적으로 PLC의 기술적 특징들을 가상적으로 변화시켜가면서 다른 기술과의 경쟁관계를 살펴봄으로써 PLC의 기술 개발 전략에 시사점을 도출할 것이다.

본 연구를 통해 홈네트워킹의 관련 실무자에게는 향후 홈네트워킹 시장 진입이나 제품 개발, 기술 협력 제휴시 유용한 자료가 될 것으로 보인다. 또한 정부의 정책 담당자들에게는 홈네트워킹 확산의 장애요인 해소를 위한 정책 가이드라인을 제공할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

Key words: PLC, 홈네트워킹, 컨조인트, 신제품 수요예측

서울대학교 공과대학 기술정책대학원과정

* 박사과정, poad98@snu.ac.kr

** 부교수, leejd@snu.ac.kr *** BK21 계약교수, kimy1234@freechal.com

I. 서론

현재 국내에서는 건설업체, 가전 업체, 통신 사업자, 방송 사업자 등이 협력하여 홈네트워킹을 위한 시범사업에 추진 중에 있다. 하지만 일부 신규 고급 아파트를 중심으로 원격 제어 수준의 서비스가 제공 중에 있어 기존 주택 등 일반 주거환경을 고려한 모델은 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 기술적 특징 등을 파악하는 것은 매우 의미 있는 일이라 할 수 있다.

하지만 아직 시장에 출시되지 않은 제품이나 기술에 대해서 시장을 예측하는 것은 매우 어려운 일이다. 특히 기존의 대부분의 수요 예측 연구가 과거의 판매량 전체자료(Aggregate Data)를 이용하고 있는 것을 고려해 볼 때 제품 출시 전에 수요를 예측하는 것은 많은 연구자들 사이에서도 어려움의 대상이다. 따라서 시장 데이터가 없는 경우에 적용이 가능한 메타분석(meta analysis; Sultan, 1990)과 베이저안 방법론(Bayesian Analysis; Lenk and Rao, 1990)과 같은 여러 방법들이 새로이 도입되었다. 특히 전덕빈(1999, 2002)은 개인의 선택과정을 이산선택모형(discrete choice model)을 사용하여 확률적으로 나타내고 이를 합(aggregate)하여 시장 수준의 수요(demand)를 도출하였다. 또 전덕빈(2000)은 시장에 출시되지 않은 저궤도위성 통신서비스(low earth orbit mobile satellite service)의 수요를 예측하기 위해 무선이동통신서비스 산업의 데이터를 이용하여 배스(Bass, 1969) 확산모형을 추정하고, 여기에 확률적 효용 모형(Random utility model, RUM)을 결합하여 신제품의 수요를 예측하였다. 하지만 이러한 시장 출시 전에 수요 예측을 위한 모델도 여러 가지 문제점들이 발견되고 있다. 즉 기존 대부분의 연구들은 부재하는 과거의 데이터를 보완하기 위해 주로 전문가의 판단이나 유사한 제품의 비교를 통해 신제품의 수요를 예측한다는 것이다. 하지만 전문가의 판단은 결국 주관적인 성향이 강하기 때문에 보편적이고 객관적인 분석을 하기에 어려움이 따르고 더욱이 여러 전문가마다 판단이 다를 경우 수요예측의 신뢰성은 더욱 떨어지게 된다. 그리고 유사제품의 비교를 통한 수요 예측 모델도 유사 제품을 선택하는 과정에서 심각한 오차를 발생시킬 수 있다. 특히 홈네트워킹 시스템과 같은 유사 제품이 없는 상황에서는 이러한 방법론을 사용하는 것 자체가 불가능하다. 이에 따라 몇몇의 수요예측 모델은 개별 수준의 소비자의 성향을 분석하여 전체 시장 수요를 예측하기도 하였다(Roberts and Lattin, 2000). 이러한 모델들은 소비자를 상대로 설문한 자료를 가지고 모델의 모수(parameter)를 추정하는 방법을 사용하기도 하였다(Lattin and Roberts, 1988). 하지만 이러한 방법 역시 현실에 사용하기에는 극복해야 할 추정문제와 소비자의 선호를 측정(Measure)하는 문제가 남아있다(Chatterjee and Eliashberg, 1990).

한편 Lee(2004)는 시장 출시전의 디지털 TV를 수요예측 하기 위해 선택기반확산모형(Choice-based diffusion model)을 제시하였다. 즉 소비자의 선택구조를 이산선택모형(discrete choice model)을 이용하여 분석한 후 시간에 따른 소비자의 선택구조를 파악하여 시장점유율과 판매량을 예측하는 것이다. 하지만 이 연구 역시 기존의 TV 자료를 이용한다는 점에서 과거의 판매량 자료에 의존한다는 한계가 존재한다.

따라서 본 연구에서는 시장에 아직 출시되지 않은 기존주택 시장에서의 홈네트워킹을 예측하기 위해서 Lee(2004)가 제시한 선택기반확산모형 (Choice-Based Diffusion Model)을 개선한 모형을 제시한다. 이를 위해 컨조인트(Conjoint) 분석을 이용하여 먼저 홈네트워킹 서비스를 가능케 해주는 네트워크 관련 기술에 관하여, 핵심 속성을 선별하여 분석하고, 속성에 대한 소비자의 선호를 분석하고자 한다. 분석을 통해서 홈네트워킹 관련 기술의 각 속성에 대한 소비자의 선택구조를 파악하고, 지불의사액(Willingness To Pay, WTP)을 계산할 수 있다. 이러한 분석을 위해 우리는 순위형(Ranking) 컨조인트(Conjoint) 방법론을 사용하였으며, 통계적 추정을 위해서는 순위로짓모형을 사용하였다. 다음으로 컨조인트 분석 결과를 기반으로 기존주택에서의 홈네트워킹 기술별 확산을 확산모형을 구축하여 예측하였다. 특히 홈네트워킹 유선 전송 기술분야에서 유력한 규격으로 예상되는 PLC와 무선기술의 대표인 무선랜에 초점을 맞추었다. 그리고 이러한 연구의 결과를 바탕으로 향후 전개될 홈네트워킹 관련 기술의 발전 방향을 전망해 보고, 이에 따른 기업이나 정부차원의 대응전략을 파악하고자 한다.

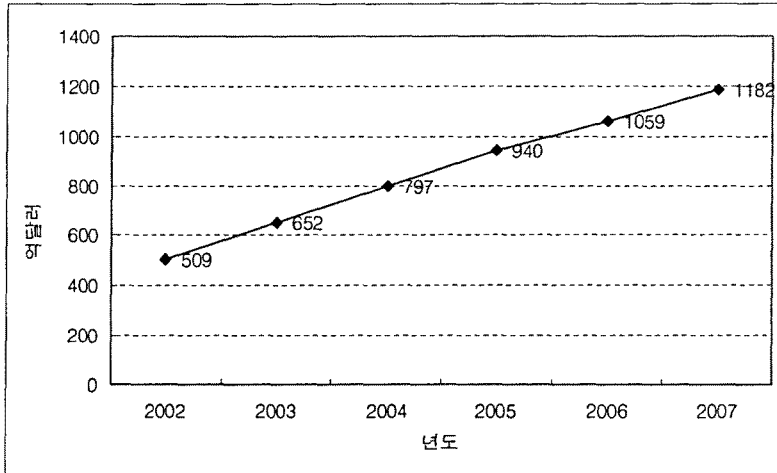
본 연구의 구조는 다음과 같다. II장에서 연구의 배경 및 의의에 대해 살펴보고, III장과 IV장에서는 본 연구에 사용된 모형에 대한 구체적인 설명과 한국의 홈네트워킹 시스템 시장에 대한 실증분석 결과를 제시하였다. 마지막 결론에서는 이 연구의 시사점에 대해서 살펴본다.

II. 연구의 배경 및 의의

홈네트워킹은 가정 내의 모든 가전기기들을 하나의 네트워크로 통합하여 이들 기기들 사이에 통신이 가능하도록 하는 것이다. 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, 같은 에너지를 자동으로 관리하고, 보안, 건강 진료 등 다양한 서비스의 통합적인 향유가 가능해 진다.

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 초기 단계로 다양한 홈네트워킹 서비스 모델 개발을 위해 시범 사업을 실시 중에 있다.



[그림 1] 홈네트워킹 관련 세계시장규모

자료: Gartner, 2002

홈네트워킹을 구현 시키기 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, 이하 HomePNA), 이미 가정에 깔려있는 전력선을 이용하여 통신을 하는 PLC등이 있다. 그리고 맥내 기술중의 무선 기술로는 무선 주파수를 사용하여 통신을 하는 무선랜(Wireless LAN)과 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 추가 적인 배선이 필요 없는 무선랜의 비중이 높아질 것으로 기대되고 있다.

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 사아버아파트는 맥내 배선으로 전력선과 이더넷이 모든 방에 설치되어 있다. 따라서 가정내의

홈네트워킹은택내 배선인 이더넷과 전력선을 활용하는 기술로 구현하되 이동단말, 노트북 등 이동용 기기를 연결하는 데는 무선 랜을 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 택내 기술 중에서 PLC와 무선랜은 한국에서 유력한 기술로 자리잡고 있으며, 이 두 대안 기술은 서로 경쟁 관계를 펼쳐며 진화할 것으로 기대되고 있다.

III. 실증모형

기존 주택에 있어 PLC에 기반한 홈네트워킹 시스템의 수요 예측을 위해서 본 연구에서 활용하고 있는 방법은 소비자의 진술선호자료에 기반한 컨조인트(Conjoint) 방법과 이의 결과를 기술로드맵과 결합한 확산모형(Diffusion Model)이다.

3.1 컨조인트 모형을 이용한 소비자의 선호 분석

본 연구에서는 컨조인트 방법을 이용하여 홈네트워킹 시스템의 택내 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. 본 연구에서 분석의 대상으로 다루고 있는 기존 주택에서의 홈네트워킹 시스템의 경우 아직 시장에 출시되고 있지 않아 현시선호(Revealed Preference) 자료를 사용할 수 가 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 추정해 할 경우에 유용하며 설명 변수를 다양하게 설정할 수 있고 데이터에 숨어있는 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

<표 1> 대안들의 속성 및 속성 수준

속성	속성 수준
모뎀가격	3 만원, 5 만원, 7 만원
데이터 전송 속도	1Mbps, 10Mbps
추가장치여부	더미(필요 1, 불필요 0)
안정성(회/일)	3 회/일, 5 회/일, 10 회/일
유·무선	더미(유선 1, 무선 0)

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. 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.

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

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 있다. 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 있다.

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

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.

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. 따라서 본 연구에서는 총 16개의 대안을 4개의 작은 묶음(Set)으로 나누어 응답자가 한꺼번에 고려해야 하는 대안의 수를 줄였고, 이들 질문 묶음 각각에 대해서 1~4위의 순위를 매기도록 하였다.

본 연구에서 홈네트워킹 시스템의 핵심기술에 대한 컨조인트 분석을 위해 5가지의 속성을 추출하였다. 즉 모뎀의 가격, 데이터 전송속도, 추가 장치 여부, 안정성, 유·무선 여부를 포함시켰다.

첫째, 모뎀의 가격은 각 기술을 구현하기 위한 모뎀의 현재 가격을 반영하여 3만원, 5만원, 7만원을 그 수준으로 정하였다. 둘째, 데이터 전송속도는 가전기기들 사이에서 정보를 주고 받는 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 필요한지의 여부를 나타내는 것이다. 예컨대 PLC 기술은 가정의 전력선을 이용하므로 모뎀외에 추가적인 장치가 필요하지 않지만 무선랜의 경우 무선랜카드 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 핵심 기술의 속성과 수준을 <표1>에 정리하였다.

한편, 각 모형에서 추정된 계수를 이용하여 각 속성의 가치의 차이에 따른 한계지불의사액(Willingness-to-pay, 이하 WTP)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.

$$\text{Willingness to pay} = -\frac{\partial U}{\partial x_j} / \frac{\partial U}{\partial x_{\text{price}}} = -\frac{\beta_{x_j}}{\beta_{\text{price}}} \quad (3)$$

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

3.2 소비자의 선택을 고려한 확산 모형(Choice-Based Diffusion model)

본 연구에서는 컨조인트 방법을 통해 도출된 소비자의 효용 함수를 각 기술에 대한 기술로드맵과 결합하여 동적인 소비자의 선택을 관찰함으로써 주요 홈네트워킹 맥내 기술이 확산되는 과정을 살펴보는 확산 모형을 구축하였다. 본 연구에서는 특히 신규 주택이 아닌 기존 주택에서의 홈네트워킹 확산에 초점을 맞추었으며, 경쟁관계에 있는 홈네트워킹 기술로는 PLC와 무선랜을 선택하였다

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.

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

이때 ε_{jt} 가 독립적이고 동일한(Independently and Identically) 와이블 분포(Weibull Distribution) 또는 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 선택확률이라고 할 수 있다.

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

여기서 $j=0$ 은 어떤 기술도 선택 하지 않았을 경우, $j=1$ 은 PLC, $j=2$ 는 무선랜의 경우를 나타낸다. 그리고 $U_{i0t} = \varepsilon_{i0t}$ 이므로(우리는 $x_{0t} = 0$ 으로 정규화(Normalize)한다.) 식 (5)의 선택확률 함수는 다음과 같이 표현할 수 있다(Berry et al, 1995).

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

위 식에서 보는 바와 같이 j 기술의 선택확률은 j 기술의 속성뿐만 아니라 j 를 제외한 다른 기술의 속성에 대한 함수임을 알 수 있다.

그리고 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.

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

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

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

이 결과를 이용하여 최종적으로 홈네트워킹 시스템의 각 기술(PLC, 무선랜)이 설치된 가구수를 예측할 수 있다.

IV. 실증 분석 결과

4.1 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 핵심기술의 속성들, 즉 모뎀가격, 데이터 전송속도, 추가장치 여부, 안정성, 유·무선 여부를 기본적인 기술속성으로 설정하였다. 여기에서 추가장치 여부나 유·무선 여부는 더미변수를 이용하게 되므로 각 속성수준들의 더미변수의 계수는 기준 속성 수준 각각(추가장치 불필요, 무선)에 대한 상대적인 선호를 의미하게 된다. 효용함수 추정은 이산선택모형(Discrete Choice Model)의 추정에 용이한 Limdep 프로그램을 이용하였고 아래의 <표 2>은 효용함수 추정 결과를 나타낸다.

<표 2> 소비자 효용함수 추정결과와 속성별 WTP

변수	Coefficient	t-statistics	WTP(원)
모뎀가격**	-0.33789	-43.281	-
데이터 전송 속도**	0.03269	8.864	967.44
추가장치여부**	-0.44168	-13.066	- 13071.84
안정성(회/일)*	-0.00941	-1.741	-278.64
유·무선**	-0.40299	-12.281	- 11926.71

** : 신뢰구간 1% 수준에서 유의

* : 신뢰구간 10% 수준에서 유의

추정결과 “안정성” 변수를 제외한 모든 모수의 추정치가 신뢰구간 1% 수준에서 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 추가장치여부, 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 매우 큰 영향을 끼친다는 점이다. 이는 각 변수의 WTP값을 비교해 보면 알 수가 있다. 추가장치 여부와 유·무선 여부 변수의 WTP의 값이 데이터 전송속도나 안정성의 WTP의 값에 비해 절대값이 큰 것을 위의 <표 2>에서 확인할 수 있다. 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 PLC와 무선랜의 경합을 예상할 수가 있다. 이는 PLC가 추가장치가 필요 없는 기술인데 반해 유선을 이용한 기술이고, 무선랜은 무선이지만 AP(Access Point)와 같은 추가장치가 필요한 기술이기 때문이다. 따라서 PLC와 무선랜의 모델 가격이나 데이터 전송속도, 안정성이 비슷한 수준이 된다면 소비자가 두 기술로부터 받아들이는 효용은 비슷한 수준일 것으로 판단된다.

4.2 소비자의 선택을 고려한 확산 모형 (Choice-Based Diffusion model)

지금까지 컨조인트 방법을 이용하여 홈네트워킹 시스템의 맥내 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 기술에 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 PLC의 기술적 특징들을 변화시켜 가면서 무선 랜과의 경쟁관계를 살펴봄으로써 PLC의 기술 개발 전략에 시사점을 도출할 것이다.

이때 사용된 PLC와 무선랜의 기술로드맵은 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 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
모델 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 PLC 산업 전문가의 면담과 2차 자료에 기초하였다. 우선 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. 따라서 본 연구에서는 소비자가 실제 느끼는 전송 속도를 기준으로 데이터 전송속도의 기술로드맵을 작성하였다.

한편 PLC의 모뎀 가격은 현재의 모뎀 가격 10만원에서 2010년 까지 2만원 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 해결이 될 것으로 가정하였다. 따라서 2010년까지 안정성이 1회/일로 선형적으로 감소할 것이라고 가정하였다.

무선랜의 경우 현재 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 100Mbps)를 제공하는 802.11n을 조직하여 2006년까지 표준화 작업을 완료할 계획에 있다.² 따라서 2006년 802.11n의 표준화를 고려하여 2008년경에 보편화 될 것이라고 가정하였다. 이는 표준화에서 상용화 시기까지 약 2년의 시기가 걸리는 과거의 패턴에 기초한다.

한편 무선랜의 모뎀 가격은 현재 7만원 정도의 수준에서 2010년경에는 PLC와 마찬가지로 2만원 정도의 수준으로 선형적으로 감소할 것이라고 가정하였다.

무선랜의 안정성에 있어서는 무선랜은 현재 동작 범위 및 구조적 장애물을 가지고 있기 때문에 “8회/일”의 수준을 부여하였다.³ 하지만 PLC와 마찬가지로 무선랜의 안정성은 기술 개발을 통해서 2010년까지 1회/일로 선형적으로 감소할

² KISDI, 성장 단계의 무선랜 시장을 둘러싼 주요 이슈 분석, 2004

⁴ KISDI, 무선랜 장비 시장 현황 및 국내 시장예의 시사점, 2004

것이라고 가정하였다.

기존 주택의 시장 잠재력 M , 의 분석을 위해 2004년 12월 한국의 건설업체의 홈네트워킹 담당자를 대상으로 설문을 실시하였다. 객관적인 조사를 위하여 28개의 기업을 대상으로 54명의 건설관련 전문가에게 설문을 실시하였다. 설문방식은 이메일을 통해 이루어졌으며 설문 결과 2005년의 홈네트워킹이 설치된 가구의 시장 잠재력은 평균 360만 가구로 도출되었다. 이 수치는 기존 주택 중에서 홈네트워킹 시스템이 설치될 가능성이 적은 집단가구나 주택이외의 거처 등은 분석대상에서 제외된 수치이다. 그리고 기존 주택이 감소하는 것을 반영하기 위해 기존 주택은 시간에 따라 일정하게 감소한다고 가정하였다. 즉 통계청 자료에 의하면 1996년 이후로 연평균 약 30만 가구가 증가하며, 약 50만 가구의 신규 주택이 건설된다. 따라서 기존 주택은 연평균 약 20만 가구의 주택이 줄어 드는데 이를 감안하여 2005년 시장 잠재력 360만 가구에서 매년 5만 6천 가구가 줄어들 것이라고 가정하였다. 그리고 분석기간은 2010년까지 설정하여 홈네트워킹의 확산을 관찰하였다.

4.2.1 PLC, 무선랜 기반 홈네트워킹의 확산⁴

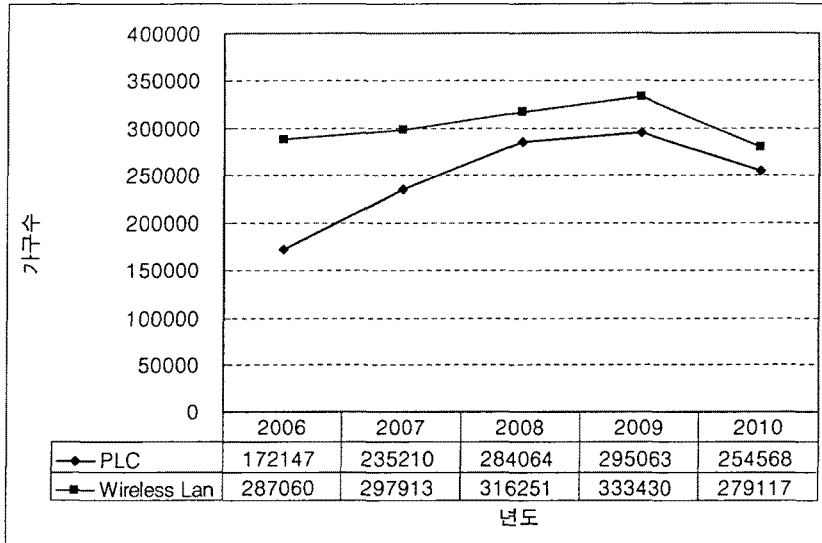
[그림 2]에서 보는 바와 같이 전체적으로 무선랜의 이용자 가구수가 PLC의 이용자 가구수를 앞서가는 것을 확인할 수 있다. 이는 무선랜이 AP(Access Point)라는 추가장치가 필요함에도 불구하고 데이터 전송속도와 안정성에서 PLC보다 우위의 기술력을 가지고 있고 특히 모델 가격에 있어서 보다 나은 경쟁력을 가지고 있기 때문으로 분석된다.

하지만 시간이 지남에 따라 PLC의 시장 점유율이 무선랜을 따라가고 있으며 2010년에 가서는 약 2만 5천가구 수준으로 격차가 좁혀질 것으로 보여진다. 이는 PLC의 기술 수준이 매우 빠르게 변하고 있어 시간이 지남에 따라 무선랜과의 기술력 차이가 좁혀질 것으로 기대되기 때문이다. 특히 2007년 즈음에 가서는 PLC의 현재 가장 큰 문제점 중 하나로 드러나고 있는 안정성이 무선랜 수준으로 개선될 것으로 보여져 PLC의 수요에 이바지 할 것으로 분석된다. 현재 PLC의 데이터 전송 속도는 꾸준한 기술개발로 무선랜과의 격차가 크게 일어나고 있지 않지만 무선랜의 기술 개발 속도가 매우 빠르기 때문에 PLC의 데이터 전송 속도에 대한 기술 개발에 더욱더 박차를 가해야 할 것으로 분석된다. 가격 경쟁력에 있어서는 현재 PLC가 무선랜에 비해 불리한 위치에 있지만 시간이 지나면서 가격 경쟁력의 차이가 없어질 것으로 보여져 무선랜과의 시장 점유율 차이 또한 줄어들 것으로 예상된다.

한편 PLC, 무선랜 모두 2009년경을 기점으로 수요가 늘어난 후에 다시 줄어들고 있는 패턴을 보여주고 있다. 2009년이 되면 33만 이상의 가구가

⁴ 수요예측의 결과로 나온 수치는 한국의 전국 가구수를 대상으로 한 것임.

무선랜에 기반한 홈네트워킹을 이용하게 되며 29만 이상의 가구는 PLC에 기반한 홈네트워킹을 이용하게 된다. 이에 따라 PLC, 무선랜 모두 수요가 극에 달하는 2009년경까지 홈네트워킹 시장 점유를 위해서 경쟁이 치열해 질 것으로 판단된다.



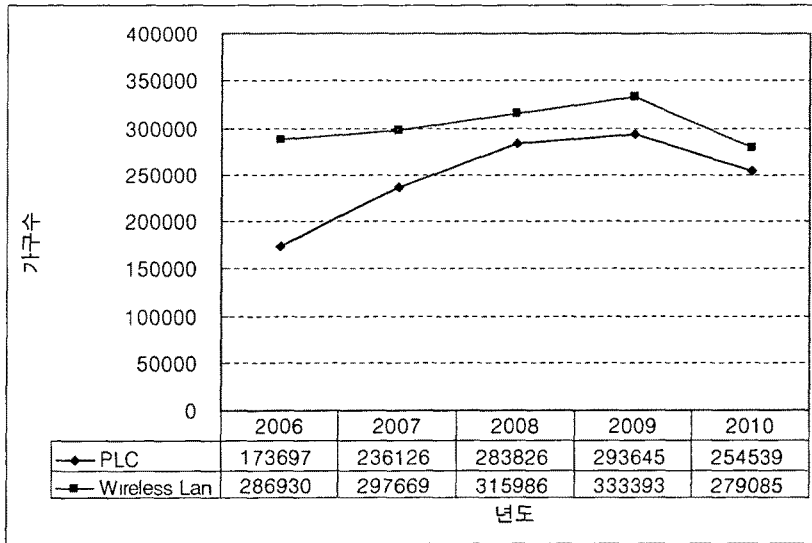
[그림 2] PLC, 무선랜 기반 홈네트워킹의 설치 가구수

4.2.2 기술 수준 변화에 따른 민감도 분석

위의 분석결과는 PLC가 무선랜에 비해 추가장치가 필요하지 않다는 장점을 가지고 있지만, 가격, 전송속도 및 안정성 등에서는 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)를 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.

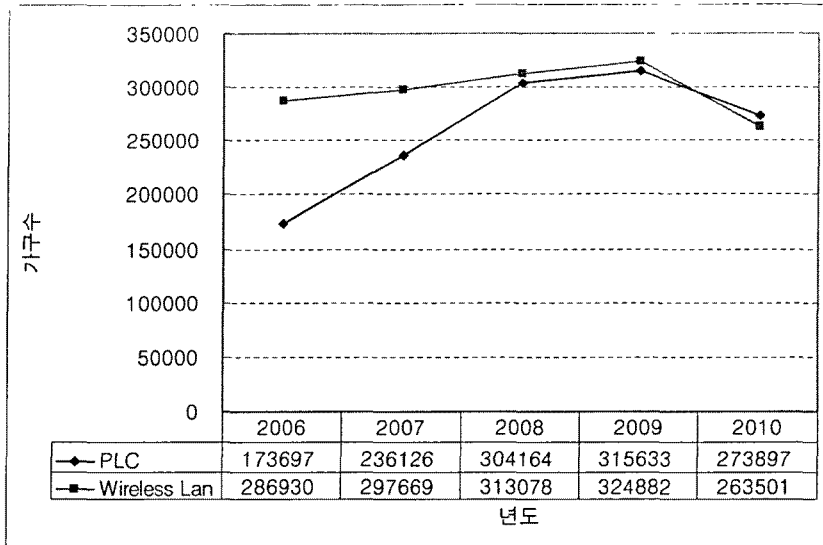
[그림 3]은 PLC의 기술 속성 중 안정성이 무선랜과 동일한 수준으로 개선 될 경우의 PLC와 무선랜의 확산 패턴을 나타낸다. 기존 주택에 있어서 PLC와 무선랜에 기반한 홈네트워킹의 시장 진입은 2006년에 이루어 진다고 가정한다. 이 분석결과는 [그림 2]와 마찬가지로 2009년 까지 수요가 증가하다가 다시 감소하는 것을 보여준다. PLC와 무선랜의 시장 점유율의 차이는 시간이 지날수록 감소하며 2010년경에는 이용자 수가 2만 5천가구 정도의 차이가 발생한다. 이러한 경향은 [그림 2]와 비교해 봤을 때 PLC의 시장 점유율이 증가하기는 하지만 전체 확산

패턴에 있어서 커다란 변화가 없음을 나타낸다. 이는 홈네트워킹의 확산이 안정성에 대해서는 크게 민감하지 않음을 시사하고 있다.



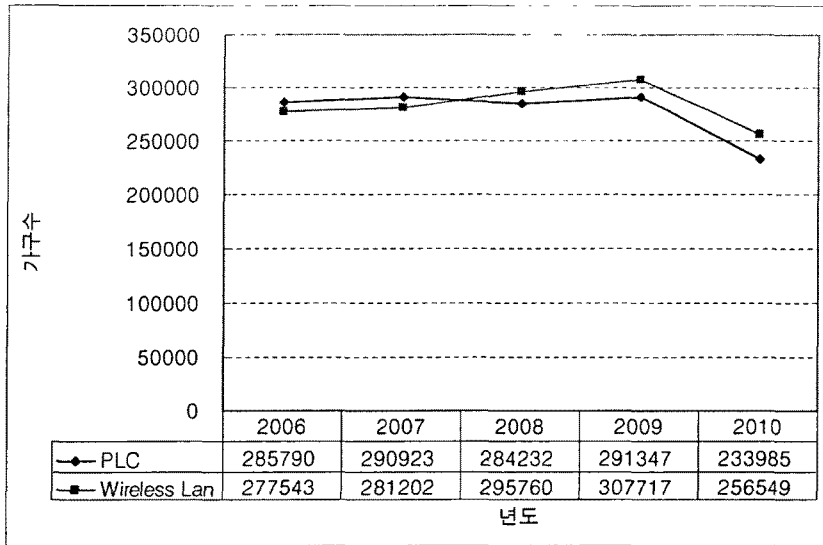
[그림 3] PLC의 안정성이 개선된 후의 확산

[그림 4]는 PLC의 여러 기술 속성 중 데이터 전송속도가 무선랜 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 정도 까지는 [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 가구수에 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 경우 AP(Access Point)와 같은 추가 장치가 필요하고 PLC 경우 특정한 추가 장치가 필요 없어 무선랜보다 유리한 위치에 있을 것으로 분석된다. 이와 같이 홈네트워킹 잠재 소비자층은 PLC의 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 모델 가격이 무선랜 모델 가격 수준으로 개선 될 경우의 PLC와 무선랜의 확산 패턴을 나타낸다. 이는 [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 PLC가 많지만 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 모델 가격을 제외한 데이터 전송 속도와 안정성 같은 다른 기술적 속성이 소비자의 효용에 큰 영향을 끼치지 않기 때문으로 분석된다. 즉 시장 초기의 데이터 전송 속도 기술은 PLC와 무선랜이 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 PLC의 모델 가격에 매우 민감한 것을 살펴볼 수 있다. 이와 같은 사실은 PLC가 무선랜 정도의 가격 경쟁력만 가지게 되면 홈네트워킹 시장 점유에 커다란 기여를 할 수 있음을 시사한다.



[그림 5] PLC의 모델 가격이 개선된 후의 확산

V. 결론

지금까지 홈네트워킹을 구현하는 태내기술 중 PLC와 무선랜을 중심으로 홈네트워킹의 미래 확산을 살펴보았다. 분석 결과에서 PLC는 무선랜과 끊임없이 경쟁관계를 유지하며 확산을 하고 있는 모습을 보여주고 있다. 홈네트워킹의 잠재 소비자는 주어진 기술로드맵 상에서 일반적으로 PLC보다 무선랜을 선호하는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 시간이 지날수록 두 기술간의 기술 특성 차이가 좁혀짐에 따라 시장 점유율 차이 또한 좁혀지는 현상을 관찰할 수 있었다.

PLC의 기술 변화에 따른 민감도 분석에서는 홈네트워킹의 잠재적 소비자가 가격에 가장 민감하고 다음으로 데이터 전송 속도, 안정성에 민감한 것으로 분석되었다. 따라서 PLC 관련 업체들은 무엇보다도 PLC가 다른 기술과의 가격 경쟁력을 가지기 위해 노력해야 할 것으로 판단된다. 분석 결과는 PLC가 다른 기술에 대해 가격 경쟁력을 확보 한다면 홈네트워킹 태내 시장에서 PLC의 시장 지배력이 매우 강력하게 될 수 있음을 보여준다. PLC의 가격 경쟁력이 가장 중요하지만 데이터 전송 속도나 안정성 또한 홈네트워킹 시장 점유에 무시할 수 없는 영향을 끼치므로 이들에 대한 기술 개발도 게을리해서는 안 될 것이다.

본 연구의 한계점으로는 소비자의 효용구조가 시간에 따라서 변하지 않기 때문에 미래의 소비자 선호를 파악하는데 한계가 있다는 것이다. 즉 현재의 소비자를 대상으로 실시한 설문을 통해 동적인 효용함수를 도출하였기 때문에 미래 소비자의 효용 구조를 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 소비자의 효용함수를 보다 정확(robust)하게 추정할 수 있을 것이다.

세계 홈네트워킹 관련 시장은 연평균 18%씩 고속 성장하는 유망 산업임에도 불구하고 아직 시장의 불확실성이 높아 적극적인 투자가 이루어지지 않고 있는 실정이며 이러한 불확실성을 제거하기 위해서는 홈네트워킹의 수요 측면에 대한 연구가 절실하다. 이는 홈네트워킹의 발전이 수요 측면(Market Driven)에 의해서 견인되는 경향이 강하기 때문이다. 그럼에도 불구하고 우리나라의 홈네트워킹에 대한 수요 조사는 거의 없는 상황이며 기술 전망에 대한 기초 자료 또한 부족하다. 이러한 시점에서 본 연구 결과는 홈네트워킹 시장 기회를 파악하여 국내 홈네트워킹 관련 기업의 성장 토대를 마련하고 국가 홈네트워킹 관련 부처에게는 정책 가이드라인을 제공할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

참 고 문 헌

- 정보통신정책연구원(2003), “홈네트워킹 시장 분석 및 발전 전망”, 『IT 산업시장환경 연구시리즈』.
- 정보통신정책연구원 (2004), “무선랜 장비 시장 현황 및 국내 시장예의 시사점”, 『정보통신정책』, 제 16 권 5호.
- 정보통신정책연구원 (2004), “성장 단계의 무선랜 시장을 둘러싼 주요 이슈 분석”, 『정보통신정책』, 제 16 권 7호.
- Alvarez-Farizo, B. and N. Hanley (2002), “Using Conjoint Analysis to Quantify Public Preference over the Environmental Impacts of Wind Farms: An Example from Spain”, *s*, Vol. 30, No.2, pp.107-116.
- Louviere, J. J. and D. A. Hensher (2001), *Stated Choice Methods: Analysis and Application*, Cambridge University Press.
- 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 (1997), “A conjoint model of enhanced voice mail services: Implications for new service development and forecasting”, *Telecommunications Policy*, Vol.21, pp743-760.
- _____ (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), pp699-707.
- Chatterjee, R., and J. Eliashberg (1990), “The Innovation Diffusion Process in a Heterogeneous Population: A Micromodeling Approach”, *Management Science*, 2(Summer), pp.273-295.
- Greene, W. H. (2003), *Econometric Analysis*, New Jersey: Prentice Hall.
- 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, pp45-58.
- _____, 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.
- _____, 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, pp561–581.
- 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.
- Lattin, J.M. and J.H. Roberts (1988), “Modeling the Role of Risk-Adjusted Utility in the Diffusion of Innovations”, Working Paper#1019, Graduate School of Business, Stanford University.
- 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.
- 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, pp1–26.
- Mansfield, E. (1961), “Technical change and the rate of imitation”, *Econometrica*, Vol.29(4), pp.741–766.
- Roberts, J.H. and J.M. Lattin (2000), “Restricted Parameter Individual Level Diffusion Models” in *New Product Diffusion models*, Amsterdam: Kluwer Academic Press, pp207–36.
- 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, pp70–77.