

## 유비쿼터스 전파감시 사업의 경제적 효과 분석 연구

유 승 훈\*, 이 주 석\*\*

**요약** 우리나라 정부는 전파이용질서를 유지·보호하고 주파수를 제때 알맞은 곳에 공급할 수 있는 전파감시 사업으로 전파의 효율적 이용을 촉진하고자 한다. 이에 본 연구에서는 우리나라 유비쿼터스 전파감시 사업의 경제적 편익 분석을 통해 유비쿼터스 전파감시 사업의 발전을 위한 전략 및 정책 방향을 도출하고자 한다. 이에 본 연구는 CVM을 활용하여 엄밀한 경제이론에 근거하여 유비쿼터스 전파감시 사업의 편익을 정량적으로 규명하고자 하였다. 분석 결과 유비쿼터스 전파감시 사업을 위한 연간 가구당 평균 WTP가 1,268원으로 나타났다. 이를 7대 대도시 전체 가구로 환산한 유비쿼터스 전파감시 사업의 경제적 편익은 연간 79억원에 이르는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 향후 유비쿼터스 전파감시 사업 정책 수립 및 투자정책 등에 정량적인 자료로 활용될 수 있다.

주제어: 유비쿼터스 전파감시 사업, 조건부 가치측정법, 경제적 편익, 지불의사액

## A Study on the Economic Impacts of Ubiquitous Spectrum Monitoring Project

Seung-Hoon Yoo, Joo-Suk Lee

**Abstract** The objective of this study is to assess the economic impacts that ensue from the ubiquitous spectrum monitoring project(u-SMP) by employing a contingent valuation method(CVM) to provide policy-makers with useful and responsible information. Importance of investigating the u-SMP service and its economic desirability cannot be overemphasized to actively cope with varying environment for spectrum use in that the spectrum monitoring contributes to the public welfare. According to estimating results, annually WTP per household is 1,268 Korean Won. Consequently, the annual benefit of u-SMP is about 7.9 billion Korean won. This result contributes to robust policy-makings for the u-SMP, to uncovering the economic value of the u-SMP, and to obtaining policy implications for activating the spectrum use.

Keywords: ubiquitous spectrum monitoring project, contingent valuation method, economic benefit, willingness to pay

2010년 6월 22일 접수, 2010년 6월 23일 심사, 2010년 9월 13일 게재확정

\* 서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과 교수(shyoo@seoultech.ac.kr)

\*\* 교신저자, 호서대학교 사회과학대학 해외개발학과 전임강사(leejoosuk@hoseo.edu)

## I. 서론

전파감시란 한정된 전파자원의 능률적인 이용과 이용 질서의 확립, 통제를 목적으로 전파감시 기관이 전파를 감시하는 것이다. 전파감시에는 크게 불법전파 탐사, 전파품질 감시, 무선국 운용감시, 이동전파감시의 4가지가 있다. 첫째, 불법전파 탐사는 종합전파감시망에서 20MHz-2GHz대 주파수 대역을 자동 탐사하여 불법전파 및 불법무선국을 추적하여 색출하는 것이다. 둘째, 전파품질 감시는 무선국에서 발사되는 전파에 대한 주파수의 허용편차, 점유주파수 대역폭, 스퓨리어스 발사강도 등을 측정하는 것이다. 셋째, 무선국 운용감시는 무선국이 전파관계법령을 준수하여 운용하는지와 허가 받지 않고 운용하는지 여부를 확인하는 것이다. 넷째, 이동전파감시는 고정감시 사각지역 및 전파질서 문란 지역에 대한 이동감시활동을 하는 것으로 10KHz-40GHz 주파수 대역에 대하여 운용감시/품질감시/불법전파 탐사 및 색출, 전파에 관한 자료조사 등을 수행한다(중앙전파관리소, 2010).

전파는 넓은 공간에 확산되는 반면 수요가 많으므로 질서 유지와 통제를 근본으로 하지 않으면 혼신 때문에 이용이 불가능하게 되므로, 전파 이용에 대해 국제적으로는 조약으로, 국내에서는 전파법 및 동시행령으로 상세한 규정을 마련해서 시행하고 있다. 우리나라도 전국 여러 곳에 전파 감시 기관을 배치하여 발사되고 있는 다수의 전파를 주야로 감시, 위반 전파를 포착해서 무선국의 전파 이용 질서를 유지하고 있다. 특히 이동통신기술의 발달로 주파수 자원의 효율적 활용이 쟁점으로 떠오르는 가운데, 정부가 전파이용질서를 유지·보호하고 주파수를 제때 알맞은 곳에 공급할 수 있는 전파감시 사업으로 전파의 효율적 이용을 더욱 촉진해야 한다. 이에 정부는 디지털TV, 디지털멀티미디어방송(DMB) 등 새로운 서비스 도입과 디지털 기술의 발전으로 주파수이용 수요가 늘어남에 따라 국민에게 더 나은 전파서비스

를 제공하기 위해 전파감시 고도화 시스템을 구축하려 하고 있다.

전파감시 사업은 일종의 규제이므로 규제의 영향에 대한 경제성 분석, 즉 경제적 효과에 대한 분석이 중요하게 요구되지만, 경제적 효과에 대한 분석이 전무한 실정이다. 이러한 문제점을 해결하는 데 있어서, 엄밀하고도 과학적인 방법론에 근거하여 경제적 파급효과를 분석하는 것은 매우 중요한 작업이라 판단된다. 아울러 전파감시 사업의 주요 내용은 분명하게 제시되고 있으나, 산업적 및 국민경제적 측면의 파급효과에 대한 정보는 아직까지 부족한 실정이다.

유비쿼터스 전파감시 사업이 완료되면 주파수이용률과 이용현황을 분석, 유휴주파수를 찾아내 주파수 재배치 등 전파 정책자료로 활용하거나 유비쿼터스 IT 정책을 지원하는 등 전파관리 기능이 더욱 고도화될 수 있다. 또한, 전파수신환경 조사를 통해 전파 음영지역 해소를 지원함으로써 국민에게 양질의 전파방송서비스를 제공하도록 하는 한편, 광대역 디지털신호에 대한 감시기능 확보로 전파이용질서를 유지·보호하게 된다. 이로써, 그 동안 혼신 조정 등 단순 감시를 통한 이용규제에 치우쳤던 정부의 전파감시 정책이 불법주파수 위치 파악과 혼신원의 신속한 제거 등 전파이용 서비스를 강화하고 전파이용을 촉진하는 정책으로 전환하게 된다. 따라서 유비쿼터스 전파감시 사업의 경제적 파급효과를 분석하는 작업은 현 시점에서 매우 중요하게 요구되고 있다.

이에 본 연구는 우리나라 유비쿼터스 전파감시 사업의 경제적 효과 분석을 통해 유비쿼터스 전파감시 사업의 발전을 위한 전략 및 정책 방향을 도출하고자 한다. 또한 이를 위해 유비쿼터스 전파감시 사업의 대국민 편익을 평가하기 위해 조건부 가치측정법을 적용한다.

본 연구의 이후 내용은 다음과 같이 구성된다. 먼저 제Ⅱ장에서는 유비쿼터스 전파감시 사업에 대해 살펴본다. 제Ⅲ장에서는 유비쿼터스 전파감시 사업의 편익산정을 위한 분석 방법론에 대해 검토한다.

제Ⅳ장에서는 유비쿼터스 전파감시 사업에 대한 소비자 측면 편익분석 결과를 제시한다. 마지막으로 제Ⅴ장은 연구의 결론으로서 경제성 분석 결과와의 시사점에 대해 논의할 것이다.

## Ⅱ. 유비쿼터스 전파감시 사업

전파이용이 통신·방송 위주의 제한적 사용에서 교통, 의료, 과학 등 전 분야의 일반적 서비스로 확대되고 있다. 아울러 휴대 인터넷, 무선랜(LAN), DMB 등 다양한 서비스 출현과 ISM 대역 등의 비허가 소출력 주파수 공유대역의 확대로 전파이용 환경이 복잡·다양화되고 있다. 특히 IT 기술진화에 의해 언제, 어디서나 네트워크, 컴퓨터를 실시간 이용 가능한 인간중심의 유비쿼터스 서비스 환경이 도래하였다. 디지털 기술의 발전으로 통신·방송이 융합된 광대역 멀티미디어 서비스는 언제, 어디서나 이용할 수 있는 통합 네트워크로 발전하고 있다. 전파기술은 시간·장소에 구애받지 않고 각종 멀티미디어 정보를 쉽게 이용할 수 있도록 소출력화, 광대역화 및 지능화되는 추세이다. 무선랜, RFID 등 소출력화, 와이브로(WiBro), DTV 등 광대역화, CR,<sup>1)</sup> UWB<sup>2)</sup> 등 지능화로 전파기술이 진화하고 있다. 대용량 정보전송, 다양한 서비스, 전파활용의 복잡화 등 신개념의 전파통신 기술이 등장하고 있다. 예를 들어, DMB 전국서비스화(2008), DTV 전국화(2012), 와이브로 서비스 확대, 4세대 이동통신의 도입(2010년 이후) 등 새로운 서비스가 확산되고 있다.

이와 같이 복잡하고 다양화된 전파 이용환경 변화에 대처하고 효율적인 전파감시를 위해서는 고정감시, 이동감시, 휴대이동감시의 유기적 연계측정이 필요하다.

고정감시란 간섭 및 혼신의 영향이 큰 고출력 신호

위주의 상시감시를 통한 불법 전파 및 전파 혼신원 위치를 추정하는 것으로, 전파감시 고도화시스템을 기반으로 대출력 위주의 전파품질, 주파수 점유율, 불법신호 탐사 측정을 수행하며, 상호연계를 위한 이동감시 및 휴대 이동감시 시스템 개발을 통한 효율적인 전파감시 체계를 구축한다.

이동감시란 고정감시 사각지대의 해소를 위해 불법 전파 및 혼신원 근접 측정을 통한 전파품질, 불법신호탐사, 혼신원 위치 추정을 수행하며, 전파측정 및 방향탐지 기능을 통합한 이동종합전파감시 시스템 구축 및 효율적인 전파감시 수행을 위해 전파감시 고도화시스템 연계 운용을 지향한다.

휴대 이동감시는 이동차량 접근이 어려운 전파감시 사각지대의 감시 및 소출력무선국 규제완화에 따른 사후 감시 강화를 위한 소형 경량의 휴대 이동감시시스템을 개발하여 운용하는 것이다. CR, UWB, RFID 등 혼신, 간섭 유형의 다양화에 따른 휴대 이동감시를 위한 다양한 측정 및 분석 알고리즘을 개발하고 적용한다. 고주파수, 저출력 신호의 근접 측정 및 불법·간섭 신호원 최종 탐지를 위한 휴대형 전파측정 및 방향탐지 기술을 개발한다.

우리나라의 전파감시는 중앙전파 관리소를 통하여 이루어진다. 중앙전파 관리소는 일반전파·위성전파 감시 등의 업무를 수행하며, 12분소와 1센터로 구성되어 있다. 전파감시활동은 크게 일반전파감시와 위성전파감시로 구분된다. 일반전파감시는 ① 전파이용질서 확립을 위해 무선국의 전파형식 등 무선국 허가사항 및 허용대역폭, 주파수편차 등과 같은 전파품질 위반 사항의 감시, ② 허가되지 않은 불법 전파 설비 조사 단속, 허가 되지 않은 주파수를 사용한 불법무선국의 감시 및 불법감청설비 유통 단속, ③ 전파이용자의 권익을 보호하기 위하여 무선국 운용을 방해하는 전파혼신 조사·제거, TV방송 수신장

1) CR(Cognitive Radio) : 유휴 스펙트럼을 찾아 환경에 맞는 통신 방식 및 주파수 대역폭 등을 능동적으로 판단해 재활용함으로써 한정된 자원인 주파수를 효율적으로 사용할 수 있는 주파수공유기술

2) UWB(Ultra WideBand) : 단거리 구간에서 낮은 전력으로 넓은 스펙트럼 주파수를 통해 많은 양의 디지털 데이터를 전송하기 위한 주파수공유기술

에 조사 및 국제 전파감시 등으로 구성된다.

위성전파감시는 한반도 상공(동경 55°~서경 160°)의 국내·외 정지궤도 위성에서 발사되는 간섭 전파로부터 국내 위성통신망 보호를 위한 감시 활동을 의미한다. 국내·외 정지궤도 위성에서 발사되는 전파의 국제규정 준수여부 조사를 통한 위성전파 혼신제거 등 국제 협력도 수행하고 있다.

현재 전파감시는 대출력 신호 위주의 고정감시와 전파혼신 해소를 위한 이동감시로 구성되어 있는데, 전파활용 촉진을 위한 전파활용 정보제공 및 전파이용 밀집지역의 상시 감시를 위해서는 소형 경량화된 u-모니터링 전파감시 시스템의 개발이 필요하다. 다양한 소출력, 광대역(10MHz 이상), 고주파수(3GHz 이상), 이동 전파서비스의 증가, 주파수 공유 기술 등 전파이용 환경 변화에 대응하여 근거리 측정이 가능한 소형화된 전파감시 시스템이 필요한 것이다. 따라서 유비쿼터스 환경의 소출력, 근거리시스템 등 u-IT 환경에 대응하는 u-모니터링 시스템을 개발하고 운영해야 한다. 이를 위해서는 전파감시 사각지대 해소 및 지역 확대를 위해 공간적으로 분산된 광대역 소형 전파수신장치 및 네트워크기반의 동기화된 신호수집 및 분석시스템을 개발하고 구축해야 한다.

더 나아가 새로운 전파환경 측정을 위한 신호분석 알고리즘 개발 등 전파측정기반기술을 개발해야 한다. 능동화되는 전파 불법사용에 효율적으로 대처하고, 신규 광대역 전파 서비스 도입을 위한 변조방식 분류, 전파 간섭측정 등 기술도 개발해야 하며, 전파간섭 및 잡음 측정 결과를 기초로 한 측정 기준 레벨을 적용하여 주파수 이용현황 측정의 신뢰도를 향상시켜야 한다.

### Ⅲ. 유비쿼터스 전파감시 사업의 편익

특정 사업의 편익은 원칙적으로 특정 사업의 결과로 나타나는 모든 경제적 효과를 의미하며, 미시적

수준에서 긍정적 효과를 구분하여 추정한 후, 거시적 수준에서 각각의 긍정적 효과를 적절하게 합산해야 한다. 특정 공공투자사업으로부터 발생하는 편익은 크게 소비자와 공급자의 두 측면에서 나타난다. 유비쿼터스 전파감시 사업도 예외는 아니므로, 혜택을 얻는 경제주체를 크게 소비자(가계 또는 국민)와 생산자(기업 또는 산업)로 구분한다면, 소비자에게 발생하는 편익을 경제학적 후생의 관점, 즉 소비자 잉여(Consumer Surplus)로 평가되고, 생산자에게 발생하는 편익은 생산자 잉여(Producer Surplus) 내지는 부가가치의 관점에서 평가되어야 한다. 수혜의 대상을 소비자와 생산자로 뚜렷하게 구분하기 어려운 경우에는 국가 전체의 부가가치 창출에서 평가할 수 있다.

소비자 측면에서 일반적인 재화의 가치는 시장의 거래를 통해서 가격이란 형태로 관측되기 때문에 가치나 편익의 추정이 용이하다. 시장에서 거래되고 있는 재화의 경우라면, 해당 재화가 소비자에게 제공하는 효용 내지는 혜택이 명확하며, 해당 재화에 대해 소비자가 지불하고 있는 가격 정보를 이용하여 해당 재화의 가치를 추정할 수 있다. 아울러 해당 재화에 대한 수요함수를 추정함으로써 해당 재화가 제공하는 편익도 쉽게 추정할 수 있다.

반면 유비쿼터스 전파감시 사업의 경우, 언뜻 보기에 도 가치가 잘 정의되지 않으며, 가치를 정의한다 하더라도 어떻게 가치를 측정할 것인지에 대해 선뜻 답을 내리기가 쉽지 않다. 이것은 유비쿼터스 전파감시 사업의 혜택이 매우 추상적이기 때문이다. 이렇게 사업의 효과가 추상적이며 사업의 수혜자가 일반 국민인 것 같지만 대다수의 국민들이 직접적으로 이용할 가능성은 없는 재화에 대해서는 특별히 고안된 방법론을 적용하여 가치나 편익을 추정할 수밖에 없다. 이러한 재화를 포괄적으로 정의할 때 통상 비시장재화(Non-market)라 하는데, 이것은 해당 재화가 시장에서 거래되고 있지 않으며, 또한 거래되기도 어려운 측면을 반영하고 있다. 경제학자들은 지난

수 십 년동안 이러한 비시장재화의 가치를 추정하기 위하여 많은 고민과 연구를 해 왔으며, 1990년대에 이후에 비시장재화 가치추정 방법론은 어느 정도 정립되면서 비약적인 발전을 해 오고 있다.

이러한 비시장재화의 공급으로 인해 발생하는 가치 혹은 편익을 추정하는 데 있어서의 기본 원칙은 해당 재화를 공급받기 위한 소비자의 지불의사액(WTP: Willingness To Pay)을 추정하는 것이다(Brent, 1995). WTP란 사람들이 특정 공공재나 비시장재화를 공급받기 위해 또는 특정 공공재나 비시장재화의 공급 지장을 피하기 위해 지불할 의사가 있는 최대금액을 의미한다. 즉 일정한 소득 하에서 다른 재화에 대한 소비지출을 줄이고 그 만큼 특정 재화의 소비를 위해 지출하고자 한다면 이 금액만큼을 편익으로 보는 것이다. 이러한 WTP의 개념은 편익을 추정하는 데 있어 매우 직관적이며 현대 후생경제학의 기본이론에 부합하기에 편익 추정의 기본 원칙이 되고 있다. 한편 유비쿼터스 전파감시 사업과 같은 분야의 가치 측정연구는 네트워크의 외부성을 추정한 광승준 외(2002), e-비즈니스 등 지식서비스산업의 경제성을 분석한 한국전자거래진흥원(2007) 등이 있지만 그리 많지 않은 상황이다. 하지만 환경재화, 박물관, 대형 광학망원경 설치와 같은 다양한 비시장 재화의 가치 측정에 대한 연구들이 활발히 진행되어 왔다. 특히 500억원이 넘는 공공투자사업 중 편익 산정이 어려운 비정형 사업들에 대하여 비시장재화의 가치추정 방법론이 활발히 적용되고 있다(한국개발연구원, 2004; 이주석 외, 2005; 한국과학기술기획평가원, 2006).

#### IV. 연구방법론 및 실증분석 절차

현재까지 개발되고 응용되어 온 비시장재화의 가치 측정 연구방법론 중 가장 널리 사용되면서 공감을 얻고 있는 것이 CVM(Contingent Valuation Method)이다. CVM은 응답자들로부터 대상재화나

서비스와 관련된 최대의 WTP를 도출하여 이를 통해 대상재화나 서비스의 편익을 직접적으로 이끌어내는 가치측정방법이다(Mitchell, et al., 1989).

CVM의 적용은 5단계를 거치게 된다. 먼저 1단계에서 연구대상 재화를 설정한다. 2단계에서는 설정된 재화에 대해 전달하고자 하는 내용을 정확하게 전달하면서 응답자들이 이해하기 쉽도록 묘사할 수 있는 시나리오를 작성한다. 3단계에서는 CVM의 운용에서 예상될 수 있는 여러 가지 편익을 방지할 수 있도록 설문지를 보완하는 단계이다. 4단계는 직접 현장에 나가 설문을 시행하는 단계로 충분히 교육받은 설문조사원의 역할이 강조된다. 마지막으로 5단계에서는 설문으로부터 얻어진 자료를 취합·분석하여 필요한 정보를 이끌어내게 된다.

#### 1. 대상재화의 설정

본격적인 설문조사를 하기 위한 첫 단계로서 대상재화와 이에 대한 조건부 시장을 설정해야 한다. 먼저 전파이용 환경 및 전파감시 시스템의 필요성에 대해 <그림 1>과 같이 설명하였다. 유비쿼터스 전파감시 사업에 대한 응답자들의 지불의사액(WTP, Willingness To Pay)에 관한 핵심질문을 하기 전에 설문지는 조건부 시장의 일반적 상황부터 만들어 갔다. 먼저 응답자에게 전파의 혼신이나 간섭에 대해 들어본 적이 있는지에 대해 질문하였다. 다음으로 설문지를 받기 이전에 정부가 전파감시 시스템을 운용하고 있다는 사실을 알고 있는지를 질문하였다.

그 다음 단계로 유비쿼터스 전파감시 사업을 추진하기 위해서는 비용이 소요됨과 이를 통하여 생기게 될 경제적 상황을 설명하면서 기꺼이 추가적으로 지불하고자 하는 금액에 대해 질문하였다. 특히 CVM을 적절하게 운용하기 위해서는 가치를 평가하고자 하는 비시장재화의 공급이전 상황과 공급이후 상황을 분명하게 묘사해야 하며, 구체적인 정책수단도 아울러 제시하여 설문에 대한 신뢰성을 확보해야

지상파TV, 휴대폰, 무선전화기, 무선인터넷, 휴대인터넷, 지상파 DMB, 위성 DMB, 홈네트워크, 네비게이션, 식당 등에서의 직원 호출벨, 선박·차량·항공기·철도 등에서의 무선 교신, 무전기, 도청 및 감청 등 전파는 무선 영역에서 폭넓게 사용되고 있습니다. 다양한 무선기기를 사용하다 보면 혼신이나 간섭의 문제가 발생할 수 있으므로, 정부는 각 무선기기에 대해 전파를 사용할 수 있는 대역을 특별하게 할당하고 있습니다. 하지만 할당받은 대역을 무시하거나 휴대폰 복제와 같이 불법적이고 탈법적인 방식으로 전파를 사용하려 드는 이용자가 있기 때문에 혼신이나 간섭의 문제가 발생하고 있기에, 전파의 불법적 사용으로 인한 피해를 막기 위해 정부의 중앙전파관리소가 전국 각지에서 전파감시 업무를 수행하고 있습니다.

그런데 최근 들어 다양한 무선기기의 사용으로 인해 무선설비와 무선설비를 조작하는 자를 의미하는 무선국의 수가 급증하고 있으며, 미래에는 더 빠른 속도로 늘어날 것입니다. 이에 따라 전파를 사용하는 데 있어서 전파자원이 부족해지고 있으며, 혼신이나 간섭의 문제가 심각해 질 것으로 예상됩니다. 그렇게 되면 각종 무선기기의 잡음이 증가하거나 수신 자체가 어려워질 수 있습니다. 따라서 현재의 전파감시 시스템을 대폭 개선한 새로운 전파감시 시스템의 개발 및 구축이 요구되고 있습니다.

〈그림 1〉 전파이용 환경 및 전파감시 시스템에 대한 설명 부분

한다.

공급이전 상황으로서 미래에 전파를 사용하는 데 있어서 전파자원이 부족해지고 혼신이나 간섭의 문제가 심각해져, 각종 무선기기(지상파 TV, 휴대폰, 무선전화기, 무선인터넷, 휴대인터넷, 지상파 DMB, 위성 DMB, 홈네트워크, 네비게이션, 식당 등에서 직원 호출벨, 선박·차량·항공기·철도 등에서 무선교신, 무전기 등)의 잡음이 심해지거나 수신 자체가 어려워질 수 있음을 설명하였다. 이러한 상황을 막고 안정적으로 전파를 이용할 수 있는 환경을 만들기 위해 이 사업을 추진하고 있음도 설명하였다. 이 프로그램이 시행되기 이전은 미래에 전파이용 환경이 악화되는 것이며, 이 사업이 시행된 이후로는 지금처럼 전파를 안정적으로 이용할 수 있게 된다.

## 2. 지불수단의 선택

조건부 시장의 설정에 있어서 중요한 역할을 하는 것은 응답자가 밝히고자 하는 지불의사를 쉽게 표현할 수 있도록 지불수단을 제시하는 것이다. 현실성

있는 지불수단이 되도록 시장을 설정하는 것은 응답자가 진정한 가치를 밝힐 수 있도록 유도한다는 점, 가상적 상황을 좀 더 현실화시킨다는 점, 또 의향과 행동간의 관계를 밀접하게 할 수 있다는 점에서 중요하다. 특정한 지불수단을 결정할 때는 첫째, 평가하고자 하는 재화와와의 관련 정도, 둘째, 응답자의 결정을 단순화할 수 있는 정도, 셋째, 여러 가지 편의를 제거할 수 있는 정도를 기준으로 삼게 된다. 즉, 평가하려는 대상과 관련하여 현실성이 있으며 사실과 부합하는 수단을 선택해야 한다는 것이다.

본 연구에서는 평가하고자 하는 유비쿼터스 전파감시 사업의 시행을 위한 재원확보 차원과 응답자의 친숙성을 종합적으로 고려하여 소득세를 지불수단으로 하였다. 많은 CVM 실증연구들이 소득세를 지불수단으로 사용하고 있다. 또한 Arrow, et al.(1993)의 지침대로 응답된 WTP에 대한 지불로 다른 재화에 대한 지출을 줄여야함을 응답자에게 인식시켰다.

한편 지불원칙 및 지불기간은 가구당 1년에 1회 향후 10년 동안 부담하는 것으로 하였으며 설문조사원들은 이 점을 응답자에게 강조하였다. 또한 가구의

이에 정부에서는 세계 최초로 CDMA 이동통신 원천기술을 상용화하고 세계 최초로 휴대인터넷(WiBro) 기술을 개발한 한국전자통신연구원(ETRI)으로 하여금 새로운 유비쿼터스 전파감시 시스템을 독자적으로 개발하게 한 후, 전국에 설치하려 합니다. 하지만 이러한 새로운 시스템을 개발하고 설치하는 데에는 많은 비용이 소요됩니다. 만약 많은 사람들이 그 비용을 지불하지 않는다면 새로운 전파감시 시스템을 개발 및 설치하기 어렵습니다.

반면 많은 사람들이 그 비용을 지불하는데 동의한다면 새로운 전파감시 시스템을 개발하여 설치할 수 있습니다. 이에 본 조사에서는 귀하의 가구가 새로운 유비쿼터스 전파감시 시스템을 개발 및 설치함으로써, 전파이용과 관련된 미래의 불필요한 혼신 및 간섭을 방지하는 데 부여하는 가치에 대해 알고자 합니다. 귀하 가구의 소득은 제한되어 있고 그 소득은 여러 용도로 지출되어야 한다는 사실을 고려하신 후 다음 질문에 신중히 대답하여 주시기 바랍니다.

#### 〈그림 2〉 설문지에서 재화를 묘사하고 지불수단을 제시하는 부분

소득은 제한되어 있으며 그 소득은 여러 용도로 지출되어야 한다는 사실과 정부가 해야 할 사업은 유비쿼터스 전파감시 사업 외에도 많다는 사실을 고려하면서 WTP 질문에 대답할 것을 명시적으로 요청하였다. 〈그림 2〉은 이와 관련된 설문지 지문이다.

### 3. 지불의사 유도방법의 선택

본 연구에서는 현실시장에서 소비자들의 행동을 결정하는 유형 및 국민투표에서 투표하는 유형과 유사한 양분선택형 질문법으로 지불의사를 유도한다. 예컨대, 구매하고자 하는 물건의 시장 가격이 1,000원일 때, 합리적 소비자라면 그 물건의 사용으로부터 얻게 될 효용이 1,000원보다 크거나 같으면 물건을 구매할 것이고 그렇지 않다면 구매하지 않을 것이다. 또한 특정법안에 대해 국민투표를 시행시 투표자는 그 법안의 내용이 좋으면 ‘예’라는 응답을 싫으면 ‘아니오’란 응답을 할 것이다. 이렇게 양분선택형 질문은 단 1회에 걸쳐서 미리 설정된 금액을 “공공재 공급의 대가로 지불할 용의가 있는가”라고

물어보면, 응답자가 ‘예/아니오’로 한번만 대답하는 방식이다.

이 때 예상되는 평균 지불의사액에 의거하여 설문하고자 하는 금액들이 결정되며, 이들 중 임의로 한 가지 금액을 각 응답자에게 제시한다. 다만 각 금액들은 비슷한 수의 응답자들에게 배당된다. 응답자는 제시된 금액이 본인의 지불의사액보다 같거나 작으면 ‘예’라고 대답하고, 높으면 ‘아니오’라고 대답하게 된다. 이렇게 얻어진 자료를 이용하여 제시된 금액과 ‘예’라고 대답한 응답자의 비율을 분석함으로써 평균 지불의사를 측정하게 된다.

요약하면, 본 연구에서는 지불의사 유도방법으로서 응답자가 대답하기 용이하여 응답률이 높고, 출발점 편이나 설문조사원 편에 의한 영향이 적으며, 비합리적 지불의사가 발생할 가능성이 적으면서 응답자의 전략적 행위를 줄일 수 있는 양분선택형 질문법을 이용하였다.

본 연구에서 사용된 설문지는 설문조사 전문기관의 조언으로 가능한 한 쉽고, 간단하며, 압축된 형태로 만들었다. 응답자들이 얼마나 잘 이해하는지를

확인하기 위해 본 설문에 들어가기 전에 서울지역의 30여 실험가구를 선택하여 일대일 개별면접조사를 통해 설문지의 내용을 검증하였다. 이러한 결과를 바탕으로 난해한 문장을 수정하는 등 효과적인 설문지를 작성할 수 있었다.

#### 4. 단일경계 모형과 이중경계 모형

양분선택형(Dichotomous Choice) 질문유형 중에서 한 번의 질문만 하는 단일경계 양분선택형 질문 유형보다는 후속질문을 한 번 더 하는 이중경계 양분선택형 질문유형이 통계적 효율성 관점에서 보다 바람직하다. 또한 Cooper, et al. (1995)의 몬테칼로 모의실험(Monte Carlo Simulation) 결과에 따르면, 편의와 비효율성의 합으로 구성되는 평균자승오차(Mean Square Error)의 관점에서 단일경계 모형이나 삼중경계 모형(Langford, et al., 1996)보다 이중경계 모형이 보다 바람직하다.

하지만 단일경계 모형 대신에 이중경계 모형을 사용할 때, 상당한 정도의 통계적 효율성 증진이 있다 하더라도 편의를 초래할 가능성도 커진다는 점에 대해서는 많은 문제 제기가 있었다. 예를 들어, McFadden(1994)은 이중경계 모형에서 첫 번째 응답과 두 번째 응답이 동일한 분포로부터 나왔다는 가설이 유의수준 1%에서 기각될 수 있다는 점에서, 이중경계 지불의사 유도방법의 내적 일관성이 결여된다고 결론을 내렸다. Cameron, et al. (1994)도 유사한 결론을 얻었으며, 특히 첫 번째 질문만을 사용하여 얻은 WTP 추정치가 두 개의 질문 모두를 사용하여 얻은 WTP보다 크다는 점을 발견하였다.

이런 상황에서, Cooper, et al. (2002)는 단일경계 모형보다 효율성을 개선하여 이중경계 모형이 누리는 효율성의 상당 부분을 누리면서도, 이중경계 모형의

반응효과를 크게 줄여 단일경계 모형이 누리는 일치의 상당 부분을 확보할 수 있는 1.5경계(One-and-one-half Bounded) 모형을 제안하였다. 이중경계 모형에서는 모든 응답자에게 두 번째 응답을 요구하지만 1.5경계 모형에서는 일부 응답자에게만 두 번째 응답을 요구하기 때문에 편의를 줄여줄 수 있으며, 실제 Cooper, et al. (2002)의 논문에서는 실험을 통해 편의가 줄어들 수 있음을 밝히고 있다.

1.5경계 모형은 비교적 최근에 제안된 새로운 지불의사 유도방법이라 그리 널리 사용되고 있지는 않지만, 이중경계 모형에 비해 편의를 줄이면서 단일경계 모형에 비해 효율성을 제고할 수 있다는 측면에서 유용한 모형이라 판단된다.<sup>3)</sup> 따라서 1.5경계 모형은 단일경계 모형과 이중경계 모형에 대해 훌륭한 대안이 될 수 있다(Hanemann, et al., 1999; Barreiro, et al., 2005).

이에 본 연구에서는 1.5경계 모형을 적용하고자 한다. 1.5경계 모형을 운용하기 위해 지불의사를 유도하는 질문의 핵심적 내용은 <그림 3>에 제시되어 있으며, 실제로 본 연구에서 사용된 것이다. 먼저 응답자들에게 새로운 유비쿼터스 전파감시 사업을 개발, 설치, 운영하기 위해  $A^L$ 부터  $A^U$ 의 범위의 비용이 매년 가구당 발생할 것이라는 정보를 제공한다. 다음으로 응답자를 다시 2개의 그룹으로 나눠 첫 번째 그룹의 응답자에게는  $A^L$ 을 지불할 의사가 있는지를 질문한다. 이 질문에 “예”라고 응답하면  $A^U$ 를 지불할 의사가 있는지를 한 번 더 질문하며, “아니오”라고 응답하면 추가적인 질문을 하지 않는다. 두 번째 그룹의 응답자에게는  $A^U$ 를 지불할 의사가 있는지를 질문한다. 이 질문에 “예”라고 응답하면 추가적인 질문을 하지 않으며, “아니오”라고 응답하면  $A^L$ 을 지불할 의사가 있는지를 한 번 더 묻는다.

본 연구에서는 30명을 대상으로 한 사전조사를 통해 제시금액의 수준과 범위를 결정하였다. 전체

3) 1.5경계 모형이 이중경계 모형이 누리는 효율성의 상당 부분을 달성하면서도 이중경계 모형의 비밀지성을 크게 줄일 수 있음은 Cooper, et al. (2002)에 증명되어 있다. 물론 그렇다고 해서 1.5경계 모형에서 편의가 발생하지 않는 것은 아니며 편의를 많이 줄일 수 있을 뿐이다.



800 가구를 10개의 그룹으로 구분하여 각 그룹에 제시금액의 범위인 ( $A^L \sim A^U$ )을 무작위로 배정하였다. 즉 (1,000원~3,000원), (2,000원~4,000원), (3,000원~5,000원), (4,000원~6,000원), (5,000원~7,000원), (6,000원~8,000원), (7,000원~9,000원), (8,000원~10,000원), (9,000원~11,000원), (10,000원~12,000원)의 10개 범위가 결정되었다.

주어진 유비쿼터스 전파감시 사업에 대해  $i$ 번째 응답자는 직면하여 응답하는 상황은 다음과 같이 6개의 변수를 도입하여 묘사할 수 있다. 처음의 3개 경우는 첫 번째 질문에서  $A^L$ 을 제시한 경우에 해당하며, 뒤의 3개 경우는 첫 번째 질문에서  $A^U$ 를 제시한 경우에 해당한다.

$$\left\{ \begin{aligned} I_i^{YY} &= 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "예-예"}) \\ I_i^{YN} &= 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "예-아니오"}) \\ I_i^N &= 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오"}) \\ I_i^Y &= 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "예"}) \\ I_i^{NY} &= 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오-예"}) \\ I_i^{NN} &= 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오-아니오"}) \end{aligned} \right. \quad (1)$$

여기서  $1(\cdot)$ 은 인디케이터함수(indicator function)로서 괄호 안의 조건이 만족되면 1의 값을 취하고 만족되지 않으면 0의 값을 갖는다.

이제 효용극대화를 추구하는  $N$ 명의 표본을 가정할 경우  $i$ 번째 응답자의 응답결과를 6개로 구분하여 다음과 같이 로그-우도함수를 구성할 수 있다.

**관련 연구기관의 분석결과, 새로운 유비쿼터스 전파감시 시스템을 개발, 설치, 운영하는 데 소요되는 비용은 연간 가구당 Q1(          원)에서 Q8(          원) 사이라고 합니다.**

**A형 [Q1, Q2를 제시받은 응답자의 절반에 해당하는 질문입니다.]**

D1. 귀하의 가구는 새로운 전파감시 시스템의 개발·설치·운영을 위해, 향후 10년 동안 1년에 1회 [Q1] (          )원을 소득세를 통해 지불하실 의사가 있습니까? 이 금액을 지불하지 않는다면, 새로운 전파감시 시스템은 설치되기 어렵습니다.  
① 있다 → D2로 가십시오                                  ② 없다 → D3으로 가십시오

D2. 그렇다면, 향후 10년 동안 1년에 1회 [Q2] (          )원을 소득세를 통해 지불하실 의사가 있습니까? 이 금액을 지불하지 않는다면, 새로운 전파감시 시스템은 설치되기 어렵습니다.  
① 있다 → [다음 페이지로 가십시오]                  ② 없다 → [다음 페이지로 가십시오]

**B형 [Q1, Q2를 제시받은 응답자의 절반에 해당하는 질문입니다.]**

D1. 귀하의 가구는 새로운 전파감시 시스템의 개발·설치·운영을 위해, 향후 10년 동안 1년에 1회 [Q2] (          )원을 소득세를 통해 지불하실 의사가 있습니까? 이 금액을 지불하지 않는다면, 새로운 전파감시 시스템은 설치되기 어렵습니다.  
① 있다 → [다음 페이지로 가십시오]                  ② 없다 → D2로 가십시오

D2. 그렇다면, 향후 10년 동안 1년에 1회 [Q1] (          )원을 소득세를 통해 지불하실 의사가 있습니까? 이 금액을 지불하지 않는다면, 새로운 전파감시 시스템은 설치되기 어렵습니다.  
① 있다 → [다음 페이지로 가십시오]                  ② 없다 → D3으로 가십시오

D3. 그렇다면 귀하는 단 1원도 지불하실 의사가 있습니까?  
① 지불할 의사가 있다                                  ② 지불할 의사가 없다

〈그림 3〉 1.5단계 모형에서 지불의사를 유도하는 핵심적인 부분

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \left\{ \begin{array}{l} I_i^{YY} \ln[1-G_C(A_i^U)] \\ + I_i^{YN} \ln[G_C(A_i^U)-G_C(A_i^L)] \\ + I_i^N \ln G_C(A_i^U) \\ + I_i^Y \ln[1-G_C(A_i^U)] \\ + I_i^{NY} \ln[G_C(A_i^U)-G_C(A_i^L)] \\ + I_i^{NN} \ln G_C(A_i^L) \end{array} \right\} \quad (2)$$

그런데 식 (2)를 좀 더 들여다보면 다음과 같이 보다 간단하게 정리됨을 알 수 있으므로, 실제 추정 시에는 식 (3)을 이용한다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \left\{ \begin{array}{l} (I_i^{YY} + I_i^Y) \ln[1-G_C(A_i^U)] \\ + (I_i^{YN} + I_i^{NY}) \ln[G_C(A_i^U)-G_C(A_i^L)] \\ + (I_i^N + I_i^{NN}) \ln G_C(A_i^L) \end{array} \right\} \quad (3)$$

### 6. 설문방법의 선택 및 표본의 설계

설문방법은 개별면접설문, 전화설문, 우편설문 등이 있다. 유비쿼터스 전파감시 사업의 경제적 편익 추정의 경우 몇몇 복잡한 내용이 포함되어 있기 때문에 비용이 많이 소요된다는 단점이 있지만 응답자가 충분히 이해할 수 있도록 하기 위하여 일대일 개별면접 설문을 실시하였다. 특히 Arrow, et al. (1993)은 CVM 설문에서 전화조사나 우편조사가 아닌 일대일 개별면접 설문조사에 근거해야 한다고 강조한 바 있다. 또한 인터뷰 끝에 응답자의 전화번호를 물어 임의로 추출된 가구에 대해 서베이 감독자들은 조사원들이 일을 제대로 했는지 확인전화를 하였고 몇 가지 질문을 다시 해서 응답자들의 대답에 일관성이 있는지를 점검하고 응답이 빠진 항목에 대해 다시 질문을 하여 답을 얻었다.

설문조사 대상지역은 7대 대도시로 한정하였다. 이것은 유비쿼터스 전파감시 시스템이 우선적으로 설치될 지역이 전국 7대 대도시이기 때문이다. 각

지역의 전체 인구를 대상으로 임의표본(Random Sample)을 도출하기 위해 각 지역 내의 인구 구성비를 고려하여 각 나이의 비율에 맞게 표본 수를 할당하였다. 그리고 설문단위는 개인이 아닌 가구로 하여, 무작위 추출된 총 800 가구의 설문결과를 얻을 수 있었다.

설문조사는 서울 지역에 대해 11월 중순부터 12월 중순까지 호서대학교 및 동서리서치 동서조사연구소의 공동주관으로 실시되었다. 표본추출 및 면접조사는 조사전문기관인 (주)동서리서치에 의뢰하였다. 책임있는 가구의 의견에 대한 정보를 도출하기 위해 조사대상은 만 20세 이상 65세 이하의 세대주 또는 주부로 한정하였다. 본 연구도 여론조사 전문기관의 과학적인 표본추출, 전화나 우편조사가 아닌 여론조사 숙련가들의 능숙하고 세련된 일대일 면접조사 등에 근거하였으므로 800명에 대한 설문은 7대 대도시 대다수 가구의 의견을 거의 정확하게 반영한다고 볼 수 있다.

### 7. 설문조사

설문전문회사에 소속된 전문가의 도움으로 설문지를 가능한 한 쉽고, 짧고, 압축된 형태로 만들고자 하였으며 사람들이 얼마나 이해하는지를 확인하기 위해 실험가구를 선택하여 설문지의 내용을 검증하였다. 최종 설문지는 실사를 맡은 국내 유수의 설문조사기관 중 하나인 (주)동서리서치의 전문가로부터의 조언과 실험가구의 결과를 반영하였다. 또한 설문조사는 (주)동서리서치의 관리·감독 하에 실시되었다.

선발된 조사원들은 모두 시장실태조사 경험을 갖고 있었지만 본 연구의 조사방법은 지불금액에 대한 양분선택형 질문을 하는 색다른 것이므로 그들에게 특별교육을 하는 것이 바람직하다고 판단하였다. 따라서 여러 단계에 걸쳐 조사원 교육을 실시하였다. 먼저 질문사항을 자세히 설명하고 설문지와

보조자료 등의 사용법을 알려 주었다. 다음으로 조사원들이 실제 설문지를 사용해서 서로에게 인터뷰하는 연습을 하였다. 그리고 각자의 가족들에게 인터뷰해 보고 그 결과를 가져오도록 하였다. 마지막으로 설문회사의 감독자들이 그 결과를 점검하도록 하였다. 즉 조사원들이 조사목적과 설문내용을 정확히 이해하였는지 또 적절하게 응답자들을 인터뷰할 수 있었는지 검토하였다.

## 8. 스파이크 모형

지금까지는 WTP 모형을 둘러싼 중요한 논의와 일반적인 WTP 모형에 대해 설명하였다. 이제는 유비쿼터스 전파감시 사업에 국한된 WTP의 성격에 대해 검토해 볼 필요가 있다. 사실 유비쿼터스 전파감시 서비스는 일반 국민들에게 매우 생소한 재화이며, 유비쿼터스 전파감시 사업의 시행을 위해 본인의 소비를 일부러 줄여 이 금액만큼을 지불한다는 것에 대해 거절의 의사를 가지고 있는 사람들이 적지 않을 것이다. 따라서 이러한 경우에 적용이 가능한 모형의 개발이 필요하며, 이 모형에 투입되어야 할 자료를 확보할 수 있도록 설문지도 적절하게 보완될 필요가 있다.

이와 관련하여, 본 연구에서 사용한 설문지에는 단 1원의 지불의사가 있는지 없는지를 물어보는 질문도 포함되어 있다. 즉 <그림 3>에 제시되어 있듯이, A형에서 첫 번째 제시금액에 대한 D1 질문에서 “아니오”라고 응답하거나 B형에서 D2 질문에 “아니오”라고 한 응답한 사람에게는 D3의 질문을 하였다. 이 질문에 대해 “지불할 의사가 있다”고 응답한다면 양의 WTP를 가지며, “지불할 의사가 없다”고 응답한다면 영의 WTP를 가질 것이다.

사전적인 예상대로, 조사대상 800 가구의 71.4%에 해당하는 571 가구는 유비쿼터스 전파감시 사업에 대해 지불의사가 전혀 없다는 의견을 밝혔다. 이러한 상황은 WTP에 관한 서베이 자료에서 흔히

관측된다(Yoo, et al., 2001). 영의 WTP는 유비쿼터스 전파감시 사업이 가구의 후생에 전혀 기여하지 못하거나 혹은 가구가 유비쿼터스 전파감시 사업에 완전히 무관심할 때, 다음과 같은 소득계약 하의 소비자 효용극대화 문제의 모서리해(Corner Solution)로서 도출될 수 있으므로, 경제적 행위에 부합한다.

$$\max_{y,Z} [U(y,Z;h) | y+Z \leq m] \quad (4)$$

여기서,  $U(\cdot)$ 는 효용함수,  $h$ 는 유비쿼터스 전파감시 사업에 대한 WTP,  $h$ 는 모든 다른 지출,  $Z$ 는 개인 특성을 나타내는 벡터,  $m$ 는 소득이다.

영의 값을 가진 WTP 자료의 분석을 위해서는 다수의 가구들이 유비쿼터스 전파감시 사업에 대해 전혀 지불할 의사가 없다는 사실을 고려해야만 한다. 다시 말해서, WTP의 분포는 영의 값을 갖는 응답자 그룹과 양의 WTP를 갖는 응답자 그룹으로 양분되는 것이다. 경제성 분석 등에 사용될 수 있는 WTP의 평균값을 구하기 위해서는 WTP의 분포를 구해야 하고, WTP의 분포를 구하기 위해서는 이러한 점이 반드시 고려되어야 한다. 만약 영의 WTP 응답을 무시하고 분석을 한다면 적지 않은 오류를 범하게 된다. 통상 양의 값만 가지는 경제변수의 경우는 양의 영역에서만 정의되는 분포를 이용하여 분석하면 되지만, WTP 자료와 같이 영의 값과 양의 값을 함께 가질 수 있는 경제변수의 경우에는 정형화(Specification)에 있어서 어려움이 존재한다.

이러한 영의 WTP 자료를 처리하기 위해 널리 이용되는 모형은 Kristrom(1997)이 제안한 스파이크 모형(Spike Model)이다. 그런데 스파이크 모형은 애초 단일경제 자료에 맞추어 개발되어 이중경제 자료에 맞도록 적절한 조정을 해야 한다. 특히 Yoo, et al. (2002)은 이중경제 자료에 적합한 스파이크 모형을 제안하였는데, 그 유용성이 입증되어 실증연

구에서 널리 적용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 이 모형을 이용하고자 한다.

이제 스파이크 모형에 대해 정형화하겠다. 식 (1)의 3번째 부분에 있는 “아니오”의 응답과 마지막 부분에 있는 “아니오-아니오”의 응답은 0의 WTP와 두 번째 제시금액( $A^L$ )보다 작은 양의 WTP로 구분된다. 즉 <그림 3>의 D3 질문을 받은 사람은 “예”라고 응답한 그룹과 “아니오”라고 응답한 그룹으로 세분화된다.

$$\begin{cases} I_i^{AY} = 1(D3\text{질문에 대한 } i\text{번째 응답자의 응답이 “예”} & (5) \\ I_i^{AN} = 1(D3\text{질문에 대한 } i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오”} \end{cases}$$

앞에서와 마찬가지로, WTP의 누적분포함수를  $G_C(\cdot; \theta)$ 라 하고 이를 로지스틱(Logistic) 함수로 가정하여 스파이크 모형을 구성하면 평균값 WTP를 추정할 수 있다. 스파이크 모형에 있어서,  $\theta=(\alpha, b)$ 일 때 WTP의 누적분포함수는 식 (6)과 같이 정의된다.

$$G_C(A; \theta) \begin{cases} [1 + \exp(\alpha - bA)]^{-1} & \text{if } A > 0 \\ [1 + \exp(\alpha)]^{-1} & \text{if } A = 0 \\ 0 & \text{if } A < 0 \end{cases} \quad (6)$$

이 모형에 대한 로그우도함수(Log-likelihood Function)는 다음과 같다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N (I_i^{YY} \ln[1 - G_C(A_i^Y)] + I_i^{YN} \ln[G_C(A_i^Y) - G_C(A_i^L)] + I_i^{NY} \ln[G_C(A_i^L; \theta) - G_C(0; \theta)] + I_i^{NN} \ln[G_C(0; \theta)] + I_i^Y \ln[1 - G_C(A_i^Y)] + I_i^{NY} \ln[G_C(A_i^Y) - G_C(A_i^L)] + I_i^{NNY} \ln[G_C(A_i^L; \theta) - G_C(0; \theta)] + I_i^{NNN} \ln[G_C(0; \theta)]) \quad (7)$$

이 때 스파이크는  $1/\ln[1 + \exp(\alpha)]$ 로 정의되며 표본에서 영의 WTP를 갖는 응답자의 비중을 의미한다. 한편 평균값 WTP는 다음과 같이 추정된다.

$$\overline{WTP} = (1/b) \ln[1 + \exp(\alpha)] \quad (8)$$

## V. 분석결과

### 1. 자료

앞서 언급하였듯이, 설문조사시 응답자들을 가상 시장으로 몰입시키기 위해, 전파감시와 관련하여

<표 1> 1.5단계 양분선택형 질문에 대한 응답의 분포

제시금액		응답 자수	첫 번째 질문에서 $A^L$ 을 제시한 경우			첫 번째 질문에서 $A^U$ 를 제시한 경우		
$A^L$	$A^U$		예-예	예-아니오	아니오	예	아니오-예	아니오-아니오
1,000원	3,000원	84	1	8	32	3	14	26
2,000원	4,000원	84	5	6	34	1	8	30
3,000원	5,000원	80	4	7	27	5	7	30
4,000원	6,000원	82	4	3	35	2	4	34
5,000원	7,000원	82	0	5	37	1	2	37
6,000원	8,000원	81	1	2	38	2	3	35
7,000원	9,000원	77	0	3	35	2	1	36
8,000원	10,000원	79	1	0	37	5	0	36
9,000원	11,000원	75	1	0	37	2	0	35
10,000원	12,000원	76	2	0	34	2	0	38
계		800	19	34	346	25	39	337

2개의 배경 질문을 하였다. 전파의 혼신이나 간섭이란 말을 들어 본 적이 있는지 여부에 대한 질문에 41.9%의 응답자들이 들어본 적이 있다고 응답하였다. 다음으로 정부가 전파감시 시스템을 운용하고 있다는 사실을 알고 있었느냐란 질문에 대해서는 22.1%의 응답자만 알고 있었다고 응답하였다.

본 연구에서 사용되는 유비쿼터스 전파감시 사업에 대한 가구의 WTP 및 가구특성에 관한 자료는 2008년 12월 기준으로 수집된 것이다. <표 1>은 1.5경계 양분선택형 질문에 대한 응답의 분포를 나타내고 있다. 전체 800명의 응답자를 비슷한 숫자의 10개 그룹으로 구분한 다음에 각 제시금액 범위를 배정하였다. 아울러 각 그룹 안에서는 대략 절반씩 나누어 A'과 A''를 제시하였다.

## 2. 주요 분석 결과

1.5경계 모형의 추정결과는 <표 2>에 제시되어 있다. 최우추정법 적용시 제시금액의 단위를 1,000원으로 하여 그 규모를 조정하였다. 추정결과 모든 추정계수는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하며 부호도 선행적인 예측과 일치한다. 예를 들어, 제시금액에 대한 추정계수는 음수로 추정되었는데 이것은 제시금액이 커질수록 제시금액에 대해 “예”라고 응답할 확률이 낮아짐을 의미하므로 합리적으로 추정되었음을 알 수 있다.

스파이크의 값은 0.7141로 추정되었으며 통계적

으로 유의한데, 표본 내 영의 WTP 비율인 71.4%로 정확하게 일치하므로 추정은 제대로 되었다고 볼 수 있다. 한편 추정된 방정식의 통계적 유의도를 살피기 위해, ‘모든 추정계수는 0이다’라는 귀무가설을 상정하면 다음과 같이 Wald-통계량(0)을 구성할 수 있다.

$$W = \hat{\delta}' [\hat{V}(\hat{\delta})]^{-1} \hat{\delta} \tag{9}$$

여기서  $\hat{\delta}$ 은 추정계수벡터이며,  $\hat{V}(\hat{\delta})$ 은  $\hat{\delta}$ 의 분산에 대한 추정치이다. 검정통계량은 귀무가설 하에서  $X^2$ -분포를 따르며, 이때 자유도는  $\hat{V}(\hat{\delta})$ 의 위수(Rank)이다. Wald 통계량을 이용할 경우 추정된 모든 계수가 0이라는, 즉 추정된 결과가 무의미하다는 귀무가설을 유의수준 1%에서 기각할 수 있다.

이러한 추정결과로부터 계산된 WTP의 평균값은 <표 3>에 제시되어 있다. 식 (8)의 평균값 WTP는 가구당 연 1,268원으로 계산되었으며, 델타법(Delta Method)을 적용하여 추정된 이 값에 대한 표준오차를 이용할 때, t값은 11.41로 계산되므로 추정된 평균 WTP는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하다.

아울러 CVM 질문에 대한 응답과정에서의 불확실성과 WTP 모형 추정과정 및 평균값 WTP 계산과정에서의 불확실성을 명시적으로 반영하기 위해 신뢰구간을 제시하고자 한다. 신뢰구간의 계산을 위해서는, Krinsky, et al. (1986)이 제안한 모수적 부트

<표 2> 1.5경계 모형의 추정결과

구 분	추정계수	t값
상수항	0.5714	3.29*
제시금액	-0.5732	13.49*
스파이크	0.7141	44.75*
로그우도함수	-722.24	
Wald-통계량(p값)	414.58(0.000)	
표본의 크기	800	

\* 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 의미한다.

〈표 3〉 평균값 WTP의 추정결과

구 분	추정값
추정값(연 가구당)	1,268원
표준오차	111
t값	11.41*
95% 신뢰구간	[1,068 - 1,511]
90% 신뢰구간	[1,096 - 1,467]

\* 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 의미한다. 평균 WTP의 표준오차는 델타법(delta method)를 이용하여 계산되었다. 신뢰구간은 Krinsky, et al. (1986)이 제안한 몬테칼로 모의실험 기법에 의해 계산되었다.

스트랩(Parametric Bootstrap) 기법인 몬테칼로 시뮬레이션 기법을 적용한다. 몬테칼로 시뮬레이션 기법의 적용 절차는 다음과 같다. 우선  $(\alpha, b)$ 의 추정치와 이에 대한 분산-공분산 행렬을 이용하여  $(\alpha, b)$ 의 다변량 정규분포로부터  $(\alpha, b)$ 의 값을 발생시켜 평균 WTP를 계산하며 이 과정을 회 반복한다. 이렇게 발생된 R개의 평균 WTP 값을 크기순으로 나열한 다음 양끝에서 각각 2.5%를 버리면 95% 신뢰구간을 얻을 수 있으며, 양끝에서 각각 5.0%를 버리면 90% 신뢰구간을 얻을 수 있다.

본 연구에서는 무작위 반복표본추출의 회수를 5,000회로 하였다. 95% 신뢰구간 및 90% 신뢰구간의 계산결과는 〈표 3〉의 하단부에 제시되어 있다. 당연한 얘기이겠지만, 95% 신뢰구간의 폭보다 90% 신뢰구간의 폭이 더 좁음을 알 수 있다.

### 3. 편익 추정값의 확장

CVM 연구를 수행하는 중요한 목적 중에 하나는 표본정보를 이용하여 모집단 전체의 편익을 추정하는 것이며, 본 연구의 목적도 이와 같다. 즉, 800가구라는 표본에 대해 도출된 정보를 활용하여 7대 대도시 모집단 전체로 확장하는 작업이 마지막 단계로 요구된다. 이 과정에서 따져봐야 할 중요한 사항은 과연 표본이 모집단을 제대로 반영하고 있는지 여부이다.

앞서 언급하였듯이, 본 연구에서는 상당한 예산이

소요됨에도 불구하고 국내 유수의 전문조사기관에 의뢰하여 과학적인 표본추출 및 조사를 하고자 하였다. 아울러 설문대상자도 가구 내에서 책임있는 의사 결정을 할 수 있는 만 20세 이상 65세 이하의 세대주 또는 주부만으로 한정하였다. 따라서 7대 대도시 주민 대부분의 의견을 잘 반영하고 있으며, 가상시장을 이용했다 하더라도 책임있는 정보를 도출했다고 볼 수 있다. 따라서 표본의 정보를 모집단으로 확장하는 데 별 무리가 없어 보인다.

다음으로 검토해야 할 것은 단일경계 스파이크 모형으로부터 얻은 WTP의 평균값인 연 가구당 1,268원을 그대로 이용할지 여부이다. 이론적인 관점에서 볼 때, 다른 편익 추정기법에 비해 CVM은 편익의 정확한 값을 구할 수 있지만, 실증적으로 보면 통상 편익의 상한값을 구하는 것으로 인식되고 있다. 아울러 WTP를 계산하는 과정에서 여러 가지 불확실성이 개입되어 있다. 따라서 편익을 보수적으로 추정하는 것이 부정확한 판단을 내릴 가능성을 줄일 수 있다. 이런 관점에서 본 연구에서는 평균값 WTP 추정치를 이용하는 대신에 보수적 관점에서 95% 신뢰구간의 하한값을 이용하고자 한다.

2005년 기준 광역지방자치단체별 세대수 정보 및 추정된 평균값 WTP의 95% 하한값을 이용하여 계산된 유비쿼터스 전파감시 사업의 연간 경제적 편익에 대한 정보는 〈표 4〉에 요약되어 있다. 연간 7대 대도시 지역에서 약 79억원의 편익이 발생함을 알 수 있다.

〈표 4〉 추정된 소비자 편익의 모집집단으로의 확대

광역지자체	세대수	가구당 WTP (원/년)	연간 경제적 편익 (원, 2008년 불변가격)
서울특별시	3,309,890	1,068	3,534,962,520
부산광역시	1,186,378		1,267,051,704
대구광역시	814,585		869,976,780
인천광역시	823,023		878,988,564
광주광역시	460,090		491,376,120
대전광역시	478,865		511,427,820
울산광역시	339,095		362,153,460
전국 합계	7,411,926		7,915,936,968

#### 4. 연구결과의 적용

경제적 타당성 분석은 해당 사업에 소요되는 비용과 비교해 볼 때, 해당 사업이 어느 정도의 경제적 가치가 있는지를 사회적 관점 또는 국가 전체적인 관점에서 파악하는 것으로 흔히 비용편익분석(Cost-benefit Analysis)이라고도 불린다. 경제적 타당성은 추정된 비용과 편익을 이용한 비용편익분석에 근거한다. 특히 500억원 이상의 국고가 소요되는 공공투자, 정보화사업, 국가연구개발사업에 대해서는 기획재정부에서 예비타당성 조사를 시행하고 있다. 따라서 유비쿼터스 전파감시 사업과 같은 정보화사업의 경우 경제학적인 이론에 근거하여 편익을 산정할 수 있는 틀과 방안에 대한 연구가 필요하다.

유비쿼터스 전파감시 사업의 경제적 효과, 즉 편익은 원칙적으로 투자활동의 결과로 나타나는 모든 긍정적 효과를 총칭한다. 유비쿼터스 전파감시 사업으로 인해 혜택을 얻는 경제주체를 크게 소비자(또는 가계)와 생산자(기업 또는 산업)로 구분한다면, 소비자에게 발생하는 편익은 소비자 잉여(Consumer Surplus) 또는 지불의사액(WTP, Willingness To Pay)의 관점에서 평가되어야 하고, 생산자에게 발생하는 편익은 생산자 잉여(Producer Surplus) 또는

부가가치(Value-added)의 관점에서 평가되어야 한다.

따라서 본 연구결과는 유비쿼터스 전파감시 사업의 경제적 효과 중 소비자(또는 가계) 측면의 경제적 편익과 관련된 정량적 정보를 제공해준다. 더불어 향후 유사 사업의 경제성 분석을 위한 편익산정의 방법론적 근거자료로 활용될 수 있다.

#### VI. 결론

본 연구의 목표는 우리나라 유비쿼터스 전파감시 사업의 경제적 편익 분석을 통해 유비쿼터스 전파감시 사업의 발전을 위한 전략 및 정책 방향을 도출하는 것이다. 이에 본 연구는 CVM을 활용하여 엄밀한 경제이론에 근거하여 유비쿼터스 전파감시 사업의 편익을 정량적으로 규명하고자 하였다.

본 연구는 학술적 측면에서 보다 효율적이고 정확한 연구결과를 도출하기 위해 최근에 제안된 1.5경계모형을 활용하였고 영의 WTP를 보다 엄밀하게 처리하기 위해 스파이크 모형을 결합하였다. 1.5경계모형과 스파이크모형을 결합한 CVM을 이용하여 분석한 결과 유비쿼터스 전파감시 사업을 위한 연간 가구당 평균 WTP가 1,268원으로 나타났다. 이를 7대 도시 전체

가구로 환산한 유비쿼터스 전파감시 사업의 경제적 편익은 연간 79억 원에 이르는 것으로 나타났다.

본 연구의 결과는 다양한 부분에서 활용이 가능하다. 첫째, 향후 유비쿼터스 전파감시 사업 정책 수립의 여러 분야에서 참고자료로 활용될 수 있다. 예를 들어, 유비쿼터스 전파감시 시스템 기술개발 지원의 근거 확보, 향후 유비쿼터스 전파감시 시스템 관련 투자정책에 대한 기초자료 제공, 유비쿼터스 전파감시 사업 평가시 고려되어야 할 일반적인 원칙설정으로 현재 또는 차후에 시행될 사업의 적절성에 대한 판단근거 마련, 유비쿼터스 전파감시 인프라 구축을 위한 적정 투자수준 산정, 외국의 선진화된 경제적 편익산정 방법론 취득, 경제이론에 근거하여 유비쿼터스 전파감시 사업의 경제적 편익을 분석하는 새로운 방식 도입 등에 기여할 수 있다. 둘째, 우리나라 유비쿼터스 전파감시 사업의 위상정립 및 향후 전망수립에 활용할 수 있다. 셋째, 전파감시의 중요성에 대한 국민적 이해 제고 자료로 활용할 수 있다. 넷째, 유비쿼터스 전파감시 사업의 경제적 편익에 대한 정성적 측면뿐만 아니라 보다 엄밀한 경제이론적 틀을 갖춘 정량적인 연구 방법론과 연구 결과를 제시함으로써 향후 전파감시 전반에 대한 정책적 토론의 수준을 높일 수 있다.

한편 본 연구는 유비쿼터스 전파감시 사업의 경제적 측면에만 초점을 맞추었으며, 전파감시의 서비스 품질이나 수용성 등 비경제적 측면에 대해서는 논의하지 못했다. 향후 비경제적 측면에 대해서도 충분히 고려된 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## ■ 참고문헌

곽승준 · 신승식 · 유승훈 (2002). “조건부 가치측정법을 이용한 네트워크 외부성의 추정.” 『정보통신정책 연구』, 7(2): 61-78.

박현 · 유경준 · 곽승준 (2004). “문화시설의 가치추정 연구.” 서울: 한국개발연구원.

한국과학기술기획평가원 (2006). “대형광학망원경개발사

업 사전타당성조사 보고서.” 서울: 한국과학기술기획평가원.

한국전자거래진흥원 (2007). “e-비즈니스 등 지식서비스 산업의 경제성 분석.” 서울: 한국전자거래진흥원.

Brent, R. J. (1995). *Applied Cost-Benefit Analysis*. Cheltenham: Edward Elgar.

Cameron, T. A. & M. D. James. (1987a). “Efficient estimation methods for closed-ended contingent valuation surveys.” *Review of Economics and Statistics*, 69: 269-276.

Cameron, T. A. & M. D. James (1987b). “Estimating Willingness-to-pay from Survey Data: an Alternative Pre-Test Market Evaluation Procedure.” *Journal of Marketing Research*, 24: 389-395.

Cooper, J. & W. M. Hanemann. (1995). “Referendum Contingent Valuation: How Many Bounds Are Enough?” USDA Economic Research Search Service, Food and Consumer Economics Division, Working paper.

Hanemann, W. M. (1984). “Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses.” *American Journal of Agricultural Economics*, 66: 332-341.

Hanemann, W. M. (1985). “Some Issues Continuous- and Discrete-Response Contingent Valuation Studies.” *Northeastern Journal of Agricultural Economics*, 14: 5-13.

Hanemann, W. M., J. B. Loomis & B. J. Kaninnen (1991). “Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation.” *American Journal of Agricultural Economics*, 73: 1255-1263.

Krinsky, I. & A. L. Robb (1986). “On Approximating the Statistical Properties of Elasticities.” *Review of Economics and Statistics*, 68: 715-719.

Kristrom, B. (1997). “Spike models in contingent valuation.” *American Journal of Agricultural Economics*, 79: 1013-1023.



- Langford, I. H., I. J. Bateman & H. D. Langford (1996). "A multilevel modelling approach to triple-bounded dichotomous choice contingent valuation." *Environmental and Resource Economics*, 7: 197-211.
- McFadden, D. (1974). Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior, in P. Zarembka (ed.), *Frontiers in Econometrics*, New York: Academic Press.
- Loomis, J. (1990). "Comparative Reliability of the Dichotomous Choice and Open-Ended Contingent Valuation Techniques." *Journal of Environmental Economics and Management*, 18: 78-85.
- Yoo, S. H. & S. J. Kwak (2002). Using a spike model to deal with zero response data from double bounded dichotomous choice contingent valuation surveys." *Applied Economics Letters*, 9: 929-932.
- Yoo, S. H., S. J. Kwak & T. Y. Kim (2001). "Modeling Willingness to Pay Responses from Dichotomous Choice Contingent Valuation Surveys with Zero Observations." *Applied Economics*, 33(4): 523-529.