

■ 論 文 ■

# 실시간 버스도착정보의 가치 측정에 관한 연구

Investigating the Monetary Value of Bus Arrival Time Information

**빈 미 영**

(경기개발연구원 교통정책연구부 책임연구원)

**김 호 빈**

(경기개발연구원 교통정책연구부 연구원)

## 목 차

- I. 서론
  - 1. 연구배경 및 목적
  - 2. 연구범위 및 방법
- II. 선행연구 검토
  - 1. 버스도착정보의 가치 측정에 관한 연구 고찰
  - 2. CVM(Contingent valuation Method)의 이론적 배경
- III. 설문조사 및 기초분석
  - 1. 설문조사 설계
  - 2. 설문조사 결과 및 기초 분석
- IV. 지불의사액 기댓값 추정방법 및 결과
  - 1. 추정을 위한 데이터 보정
  - 2. 추정방법 및 결과
- IV. 결론 및 향후과제

참고문헌

Key Words: BIS(Bus Information System), CVM(Contingent Valuation Method), 버스도착정보의 가치, 지불의사액(Willingness to pay)

## 요 약

버스정보시스템(BIS, Bus Information System)에서의 실시간 버스도착정보의 제공은 정류장에서 버스를 기다리고 있는 이용자들의 관점에서 보면 크게 두 가지 측면에서의 가치를 제공 받는 것을 의미한다. 첫째, 불확실한 버스 도착시간에 대한 불안감을 해소할 수 있다는 것과, 둘째, 버스의 도착시각 이전까지 선택할 수 있는 이용자의 행동 및 행위, 예를 들면, 편의점에서의 물건구매 등과 같은 행동에 대한 의사결정에 필요한 중요 요소를 제공할 수 있다는 것이다. 본 연구에서는 버스도착정보가 제공할 수 있는 가치 중 첫 번째로 기술한, 버스를 기다리고 있는 이용자들이 대기 중 느낄 수 있는 불안감을 해소할 수 있다는 측면에서 접근하여 그 정보의 가치를 측정해 보고자 하였다. 이를 위해 경제 및 환경 분야에서 잠재적인 가치를 측정하는 방법으로 사용되고 있는 잠재가치추정법(CVM, Contingent Valuation Method)을 이용하였으며, 실시간 버스정보에 대한 버스 이용자의 지불의사를 설문 조사하여 그 결과를 분석하는 방법을 통해 해당 정보의 가치를 정량적으로 측정하였다. 연구의 결과, 1분 동안의 대기 시간에 따른 불안감을 해소하기 위해 요구되는 버스정보시스템의 실시간 버스도착정보에 대한 지불의사액은 유의수준 0.3(우도비 함수 314.9225)에서 132.5원/분인 것으로 나타났다.

Real-time bus arrival information within the Bus Information System (BIS) is an invaluable resource for users that demand accurate and up-to-date bus headway information while waiting at a bus stop. The associated benefits of such a system come in two folds, that is to 1) resolve the psychological uncertainty caused by the lack of real-time bus arrival information and 2) empower the user waiting at bus stops with the ability to reliably coordinate various tasks and errands, such as a quick trip into a convenience store or restroom without fear of missing a bus pick-up. This paper discusses the appropriate methodology with which to measure the economic value of reliable bus arrival information, with particular emphasis on the psychological uncertainty in users associated with the lack of real-time headway information at bus stops. Data regarding bus transit users' willingness to pay for such a service is obtained through questionnaire surveys, and the Contingent Valuation Method is used to analyze and derive the associated economic value. Our findings indicate the monetary value associated with a real-time bus arrival information system is approximately 132.5 won/min at the 0.3 significance level.

# I. 서론

## 1. 연구배경 및 목적

버스정보시스템(BIS, Bus Information System)의 실시간 버스도착정보는 정류장에서 버스를 대기하고 있는 이용자들에게 크게 두 가지 측면에서 그 가치를 제공할 수 있다. 첫째, 버스도착정보를 제공하여 버스가 언제 도착 할 것인지 혹은 현재 어느 지점에 위치하여 있는지를 알려줌으로써 버스도착대기에 대한 막연한 불안감을 해소할 수 있다는 것이며, 둘째, 버스배차간격동안에 일어날 수 있는 행태, 예를 들면, 편의점에서의 물건구매 등의 단시간에 이를 수 있는 행태를 위한 의사결정을 지원할 수 있다는 점이다.

국내에서의 버스정보시스템은 버스의 위치추적, 통신망 등을 응용한 기술로써 이미 그 기술적 구현가능성은 검증되어 있는 실정이다. 그러나 현재까지, 버스도착정보에 대한 가치를 연구한 사례는 드물다. 버스도착정보에 대한 가치를 측정하여 정량화하는 것은 향후 버스정보시스템을 구축하고자 하는 정책을 좀 더 활성화하여 버스이용자에게 서비스 향상을 제고할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 이러한 배경 하에 그 첫 번째 단계로 정류장에서 제공하는 실시간 버스정보가 버스를 대기하고 있는 이용자들이 대기 중에 느낄 수 있는 막연한 불안감을 해소할 수 있다는 측면에서 접근하여 그 가치를 측정하는 방법론을 제안하고자 한다.

## 2. 연구범위 및 방법

본 연구에서 버스도착정보의 가치는 버스정류장에서 대기하는 승객들의 버스도착에 대한 막연한 불안감을 해소하는 것에 있다는 가정을 두고 수행하였다. 본 연구에서의 버스도착시간에 대한 막연한 불안감이란, 「정류장에서 버스를 대기하는 동안 승차할 버스가 언제 도착할지에 대한 정보가 없어서 느낄 수 있는 초조감과 같은 상태」로 정의하였다. 이러한 상태는 직업, 소득, 상황 등에 따라 사람별로 차이가 있을 것이다. 본 연구에서는 경제, 환경 분야에서 잠재적인 가치를 측정하는 방법으로 사용되고 있는 잠재가치측정법(CVM, contingent valuation method)을 적용하도록 한다. 이 방법은 어떤 재화 혹은 서비스의 잠재적인 가치를 지불의사를 설문하여 측정하는 방법이다.

본 연구의 공간적 범위는 1차 설문조사지로 경기도 성남시를, 2차 설문조사지로는 경기도 수원시를 대상으로 하였다.

# II. 선행연구 검토

## 1. 버스도착정보의 가치 측정에 관한 연구 고찰

교통정보의 가치 측정에 관한 연구는 ITS의 발달과 함께 다수 보고되고 있다. 그러나 그 대부분은 승용차 운전자를 중심으로 통행시간과 비용을 고려하여 노선선택의 의사결정을 제공하는데 중점을 두었다. 그 중 Chisato 외 2인(2002)은 주행 중 운전자에게 VMS(Variable Message Sign)를 통해 제공되는 교통정보의 가치화를 통해 경로선택에 대한 행태를 분석하였다. 그러나 ITS에서의 교통정보는 대중교통정보, 주차정보 등 교통수단, 교통목적별로 다양하게 제공될 수 있으며, 정보의 수혜자 또한 이용자(시민), 관리자, 운영자 등 다양하게 분포된다. 그러나 정보가치에 대한 연구는 앞서 언급한 바와 같이 승용차 운전자의 노선선택에 주로 편중되어왔다.

버스와 지하철과 같은 대중교통 활성화에 힘입어 국내에서는 과천, 부천을 성공사례로 각 지자체를 중심으로 BIS가 구축되어오고 있다. 대중교통정보시스템으로의 사업효과로는 이용객 외 2인이 <표 1>에 제시한 것처럼 대중교통 이용자 통행편익, 서비스향상을 사업효과로 보고 있다.

그러나 이러한 버스정보가 이용객들에게 얼마만큼의 가치를 부여하고 있는지 정보의 계량화에 대한 연구는 BIS 시스템의 개발진행 속도에 비하면 미비한 실정이다.

<표 1> 대중교통정보시스템의 사업효과와 효과척도

구분	이용자 측면으로의 사업효과	효과척도 (MOE)	정량적 평가			정성적 평가
			현장 조사	모의 실험	성능 평가	
대중 교통 정보 시스템	대중교통 이용자 통행편익(U)	대기시간	○	○		
	대중교통 이용자 서비스향상(U)	승객수요, 교통수단전환율	○	○		
	생산성 향상	만족도 (편리성)	○			○

자료 : 이용택 외 2인, 「ITS사업의 평가방법론 정립 및 활용(-미국, 유럽, 한국의 평가방법론 사례분석을 중심으로)」, 2003.10. 대한토목학회 정기학술대회.

## 2. CVM(contingent valuation Method)의 이론적 배경

본 연구에서는 CVM (Contingent valuation Method)을 적용하여 버스정보의 가치를 추정하고자 한다. CVM (Contingent valuation Method)이란, 잠재적 가치기법 혹은 조건부가치기법이라고도 불린다. 한 제화나 특정 시설, 서비스로부터 얻는 편익을 수혜자의 지불의사로 보고 그 가치를 추정하는 방법이다. 이 개념은 Ciriacy의 1인(1947)이 공공재(public goods)의 경제적 가치를 추정하기 위하여 최초로 제안하였다. 이 후, Davis(1963)에 의해 체계적인 설문조사기법과 함께 정착되었다. 1970년대에 들어와서는 폭넓게 적용되어왔으며, 주로 환경 분야에서 발달되어왔다. Kristin(1996)에 의하면, CVM은 설문조사를 통한 방법이기 때문에 조사내용의 불충분한 설명과 응답자의 불충분한 이해로 일어날 수 있는 전략적 오류(Strategic bias), 지불액에 대한 현실과의 괴리감에서 올 수 있는 가정적 오류(Hypothetical bias), 조사방법에 따라 결과가 달라질 수 있는 조사설계 오류(Design Bias)가 과거에는 지적되었다. 그러나 많은 학자들이 이러한 오류를 줄일 수 있는 다양한 접근방법을 제시하여 앞으로 다양한 분야에 적용될 것으로 보고되고 있다. 국내에서는 CVM을 적용하여 편익과 가치를 추정한 교통관련 연구는 거의 드물며, 주로 환경 분야에 대해 적용되어 왔다(유병국(1996)와 다수). Hanemann(1984)은 그의 연구에서 효용최대화이론을 적용하여 지불의사에 대한 지불액의 모형을 추정하는 방법을 처음으로 제시하였다.

버스도착정보서비스의 유무를  $z$ 로 나타낼 때, 소득  $y$ 를 가지며, 속성  $s$ 를 가진 개인에 대해 버스도착정보에 대한 개인의 효용을  $U(z, y; s)$ 라고 정의 할 수 있다. 버스도착정보가 있는 상태  $z^1$ 과 없는 상태의  $z^0$ 에 대한 효용의 차이,  $\Delta U$ 는 식(1)과 같다.

$$\Delta U = U(z^1, y; s) - U(z^0, y; s) \quad (1)$$

효용함수  $U(z, y, s)$ 는 관측 가능한 요인에 의한 확정항  $V(z, y; s)$ , 관측 불가능한 요인에 의해 확률적으로 변동하는 확률 항을  $\epsilon$ 로 하여 식(2)와같이 나타낼 수 있다.

$$U(z, y, s) = V(z, y, s) + \epsilon \quad (2)$$

따라서 식(1)은 식(3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$U(z^1, y, s) - U(z^0, y, s) = (V(z^1, y, s) + \epsilon_1) - (V(z^0, y, s) + \epsilon_0) \quad (3)$$

만약, 응답자의 개인 효용이 소득  $y$ 에서 지불의사가 격  $A$ 를 지불하여 그렇지 않은 효용보다 높다면, 식(4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$V(z^1, y - A; s) + \epsilon_1 \geq V(z^0, y, s) + \epsilon_0 \quad (4)$$

여기서, 응답자가 지불의사가 격  $A$ 를 수락할 확률  $P_1$ 는 식(5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} P_1 &\equiv P_i(\text{individual willing to pay}) \text{라고 하면,} \\ &= \Pr \{ V(z^1, y - A; s) + \epsilon_1 \geq V(z^0, y, s) + \epsilon_0 \} \\ &= F\eta(\Delta V) \end{aligned} \quad (5)$$

여기서,  $\eta = \epsilon_1 - \epsilon_0$

$F\eta(\cdot)$ :  $\eta$ 의 누적분포함수(cumulative distribution function)

관측 가능한 효용  $V$ 가 선형함수이고 오차항  $\epsilon_1, \epsilon_0$ 이 각각 독립인 Weibull 분포에 따른다고 가정하면, Boyle(1985)과 McFadden(1976)에 의해 식(6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\Pr(\text{yes}) = (1 + e^{-\Delta V})^{-1} \quad (6)$$

Hanemann(1984)은, 지불의사액 WTP(Willingness To Pay)의 기댓값  $E(WTP)$ 을 식(7)과 같이 나타내었다. 본 연구에서는 이 Hanemann의 기댓값 추정모형식을 적용하여 가치를 측정하고자 한다.

$$\begin{aligned} E(WTP) &= \int_0^\infty F\eta(\Delta V(A))dA \\ &- \int_{-\infty}^0 (1 - F\eta(\Delta V(A)))dA \end{aligned} \quad (7)$$

### III. 설문조사 및 기초분석

#### 1. 설문조사 설계

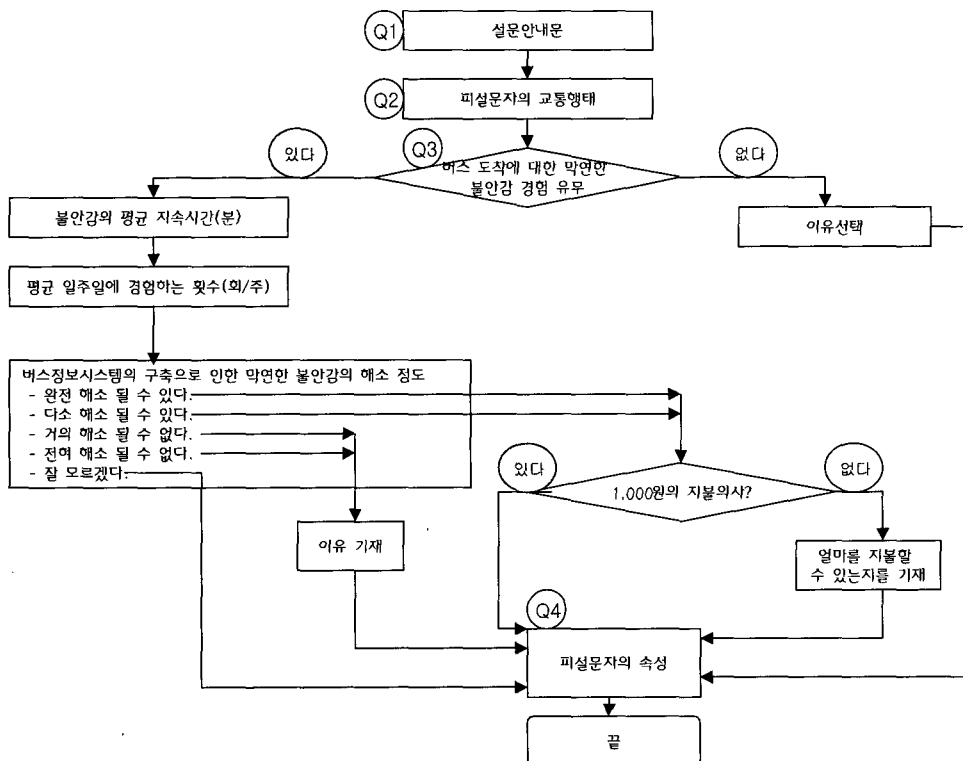
실시간 버스도착정보의 지불의사액 기댓값을 추정하기 위하여 설문조사계획을 세웠다. 지불의사액 기댓값을 추정하기 위하여 II절의 식(4)에서 제시된 A값이 필요하나, 해당분야에 기존 연구가 부재하였으므로 본 연구에서는 버스정보 가치의 금전적 범위를 설정하기 위한 방법으로 예비조사를 통하여 얻기로 하였다(〈표 2〉). 예비조사의 목적은 첫째, 응답자로부터 실시간 버

〈표 2〉 예비조사의 개요

구분	내용	
예비조사	목적	버스정보의 가치의 금전적 범위 설정, 본조사의 방향 수립
	내용	버스도착대기경험, 교통행태, 개인속성
	일자	2004년 9월
	조사지	성남시 (미금역, 모란역)
	샘플수	100건
	방법	조사원을 동원한 면접조사

스도착정보의 지불의사액 범위를 알아내기 위한 것이다. 둘째, 본 조사에서 일어날 수 있는 오차를 최대한 줄이기 위하여 설문내용, 선택항목에 대한 방향을 설정하기 위하여 실시하였다. 설문조사 대상지로는 시민들의 버스도착정보시스템 구축에 대한 지불의사를 파악하기 위하여 아직 버스도착정보시스템이 현장단말기에 구현되지 않은 성남시와 수원시를 선정하여 각각 예비조사와 본 조사를 수행하였다.

예비조사에서의 중심지불액 A는 앞서 언급하였듯이, 관련선행연구나 중심지불액을 나타낼 수 있는 자료 및 문헌을 찾기 어려워 본 연구에서는 응답자가 자유롭게 기재할 수 있도록 주관식으로 설계하였다. 예비조사 결과 중심지불액 A는 1,000원/분이 전체 유효샘플 80건 중 14%로 가장 높게 나타났다. 이를 근거로 〈그림 1〉과 같은 흐름으로 설계하여 본 조사를 실시하였다(〈표 3〉). 예비조사에서 얻은 가장 빈도수가 높은 중심지불액 1,000원/분은 본 조사에서 보완하여 중심지불액을 이동할 수 있도록 탄력적으로 1,000원의 지불의사가 없는 응답자에 한하여 다시 지불의사액을 주관식으로 얻을 수 있도록 하였다. 설문흐름은 그림에서 나타내는 것과 같이 크게 4단계



〈그림 1〉 설문내용 흐름

〈표 3〉 본조사의 개요

구분	내용	
본 조사	목적	버스정보의 가치측정
	내용	버스도착대기경험, 교통행태, 개인속성
	일자	2004년 10월
	조사지	수원시(총 버스통행의 약 0.6%의 규모)
	샘플수	1,000건
방법	조사원을 동원한 면접조사	



〈사진 1〉 버스도착정보시스템의 사례사진

(Q1,2,3,4)로 구분된다. (Q1)의 설문안내문에서는 설문 조사의 목적과 버스 도착에 대한 막연한 불안감에 대한 정의를 설명하였다. (Q2)의 피 설문자의 교통 행태는 주로 이용하는 교통수단, 하루 평균 버스 이용횟수, 교통수단의 이용목적, 정류장에서 기다릴 수 있는 최대 대기 시간, 새로운 교통시설과 제도에 대한 피 설문자의 의견의 내용을 질문하였다. (Q3)의 버스도착정보시스템에 대해서는 〈사진 1〉을 제시하여 정류장의 단말기에서 버스가 언제 도착할 지를 알려주는 시스템이라는 설명을 추가하였다.

본 조사에서의 지불 의사액 A는 예비조사에서 얻은 1,000원/분을 기준으로 1,000원/분에 대한 지불 의사액이 있다면, 'yes'로 그렇지 않다면 'no'로 응답하되 'no'로 응답한 사람들에 한해서 지불의사액 A를 주관식으로 다시 기입하게 하였다. 마지막인 (Q4)에서는 피 설문자의 성별, 연령, 직업, 월평균 개인소득, 한 달에 지출하는 평균 교통비, 운전이 가능한 자동차의 유무를 질문하였다. 설문내용에 대한 응답항목은 차후 지불액에 대한 기댓값을 추정할 경우, 변수로 쓰인다. 본 조사에 대한 유효샘플수와 변수간의 상관분석은 다음절에서 자세히 언급하도록 한다.

## 2. 설문조사 결과 및 기초 분석

설문조사에서 얻은 데이터를 CVM(Contingent Valuation Method)을 적용하여 지불의사액의 기댓값을 추정하기 전에, 데이터들의 적용타당성, 각 변수들의 통계적 유의성, 설문항목간의 상관성 등을 알아보기 위하여 기초 분석을 다음과 같이 실시하였다. 첫 번째, 각 설문에서의 선택항목이 편중되지 않고 골고루 분포되어 응답할 수 있도록 설계되었는지를 확인하기 위하여 응답빈도수를 근거로 통계적 유의성을 카이제곱분석으로 단순적합도 검정(goodness-of-fit test)을 수행하였다. 두 번째, 버스도착에 대한 막연한 불안감 경험 유무와 응답자의 속성 관계 분석을 이원분산분석을 통하여 수행하였다. 세 번째, 버스도착에 대한 막연한 불안감을 경험한 대상자를 중심으로 실시간 버스도착정보시스템의 효과를 기대하는 응답자들의 속성과 기타 응답과 그 응답자들의 응답결과와의 관계분석을 수행하였다. 첫 번째 분석은 설문 설계 및 결과에 대한 타당성을 검증하기 위함이고 두 번째와 세 번째의 분석은 각 변수들과 상황에 대한 상관을 파악하기 위함이다.

먼저, 설문항목에 대한 설계적정성의 결과를 〈표 4〉에 설문항목별로 자세히 제시하고자 한다. 예를 들어, '하루 중 주로 이용하는 교통수단은?'의 질문에 유효 샘플수 811건 중 29.7%가 승용차, 57.2%가 버스( 시내버스, 마을버스 포함), 10.1%가 지하철로 나타났다. 기타로는 도보나 자전거를 선택하였으며, 약 3.0%를 차지하였다. 비율에 해당하는 빈도수를 중심으로 샘플 구성원들이 교통수단을 다양하게 이용하는 구성원들임을 확인하기 위하여 다음과 같이 가설을 설정한다.

귀무가설  $H_0$ : '응답항목별 빈도수의 차이는 없다'

$\chi^2$ 통계량이 임계치 $\chi^2$ 보다 크면, 귀무가설  $H_0$ 를 기각하여 응답항목별 빈도수의 차이는 있다고 판정할 수 있다. 따라서 이용 교통수단에 대한 응답빈도수에 대한  $\chi^2$ 통계량 573.4는 유의수준 0.05에서 임계치  $\chi^2$ 인 7.8보다 크기 때문에 귀무가설  $H_0$ 를 기각하므로, 이용 교통수단에 대한 응답빈도수는 차이가 난다고 해석할 수 있다. 따라서 응답자 구성원에 대한 교통수단이용의 분포는 편중되지 않고 골고루 분포되어있음을 알 수 있다. 이하 다른 변수에 대해서도 같은 방법으로 해석할 수 있다.

두 번째, 버스도착에 대한 막연한 불안감 경험 유무와 각 샘플그룹에 해당하는 교통행태와 속성의 관계분석이

〈표 4〉 본 조사의 설문항목별 응답비율과 카이제곱 분석

질문 (변수)	응답항목	비율(%)	질문	응답항목	비율(%)	
하루 중 주로 이용하는 교통수단	승용차	29.7	버스정보시스템의 불안감 해소가능성 정도	완전 해소될 수 있다.	14.7	
	버스(시내버스, 마을버스 포함)	57.2		다소 해소될 수 있다.	68.2	
	지하철(전철)	10.1		거의 해소 될 수 없다	4.8	
	기타(도보, 자전거 등)	3.0		전혀 해소 될 수 없다	1.9	
$\chi^2$ 임계치 =7.8	95% $\chi^2$ 통계량 :573.4	100.0		잘 모르겠다	10.3	
버스의 하루평균 이용횟수	이용하지 않음	30.7	연령	95% $\chi^2$ 통계량=774.8	100.0	
	1회이상~3회미만	55.5		10대	11.5	
	3회 이상~5회 미만	11.1		20대	45.0	
	5회 이상	2.7		30대	20.8	
$\chi^2$ 임계치=7.8	95% $\chi^2$ 통계량=535.9	100.0		40대	15.0	
교통수단을 이용하는 주요 목적	출퇴근	44.3		$\chi^2$ 임계치=11.1	50대	5.9
	등하교	36.6	60대		1.7	
	업무(출장 등)	6.0	95% $\chi^2$ 통계량=578.5		100.0	
	친교	6.4	전문,기술직(연구원, 법조인, 의료인 등)		9.1	
	쇼핑	3.1	행정, 사무, 관리직		11.2	
	스포츠, 레저활동	0.9	판매직		5.4	
	기타	2.7	서비스직		7.8	
	$\chi^2$ 임계치=12.6	95% $\chi^2$ 통계량=1116.8	100.0	생산, 운수, 일반 노무직	11.0	
정류장에서 대기할 수 있는 버스의 최대대기 시간	10분미만	18.2	직업	학생	40.3	
	10분 이상~15분미만	30.3		주부	9.6	
	15분 이상~20분미만	20.2		공무원	1.8	
	20분 이상~30분미만	20.2		기타(주관직)	3.7	
	30분 이상~1시간미만	8.1		$\chi^2$ 임계치=15.5	95% $\chi^2$ 통계량=761.7	100.0
	1시간 이상	2.8		100만원 미만	20.1	
정부 혹은 시에서 추진하려는 새로운 교통시설과 제도에 대한 생각	95% $\chi^2$ 통계량=232.9	100.0		월평균 개인소득	100~200만원	29.5
	만족하며, 반드시 수용한다	7.5			200~300만원	10.2
	만족하나, 여론평가 후에 수용한다	31.3			300~400만원	4.6
	만족하지 않으며, 아예 수용이 수용한다	31.1			400만 원 이상	1.7
	만족하지 않으며, 절대 수용하지 않는다	3.5	없음		33.9	
	잘 모르겠다	26.6	$\chi^2$ 임계치=7.8		95% $\chi^2$ 통계량=142.6	81.1
	$\chi^2$ 임계치=9.5	95% $\chi^2$ 통계량=293.7	100.0	10,000원 이하	9.9	
버스정류장에서 의 막연한 불안감 경험유무	있다	63.6	한달에 지출하는 평균 교통비	10,000원 이상~50,000원 미만	36.9	
	없다	36.4		50,000원 이상~100,000원 미만	32.3	
$\chi^2$ 임계치=3.8	95% $\chi^2$ 통계량=60.2	100.0		100,000원 이상	21.0	
성별	남자	56.5	$\chi^2$ 임계치=3.8	95% $\chi^2$ 통계량=142.6	100.0	
	여자	43.5	귀하가 운전할 수 있는 승용차 보유여부	있다	37.6	
$\chi^2$ 임계치=3.8	95% $\chi^2$ 통계량=13.6	100.0		없다	62.4	
			$\chi^2$ 임계치=3.8	95% $\chi^2$ 통계량=49.8	100.0	

다. 버스도착에 대한 막연한 불안감을 경험했다고 하는 샘플과 경험한 적이 없다는 샘플로 나누었으며 이 두 샘플그룹에 대해 교통행태와 속성이 어떻게 차이가 나는지를 이원분산분석으로 알아보았다. 그 결과, '교통수단을 이용하는 주요 목적', '정류장에서 대기할 수 있는 버스의 최대대기 시간', '정부 혹은 시에서 추진하려는 새로운 교통시설과 제도에 대한 생각', '직업', '소득' 이 버스도착에 대한 막연한 불안감 경험 유무에 대해 유의수준  $\alpha = 0.05$

에서 유의한 결과를 나타냈다. 그 중 여기서는 정류장에서 대기할 수 있는 버스의 최대대기시간에 관한 결과를 <표 5>와 <표 6>에 제시하고자 한다. <표 5>에서 최대대기시간인자, 불안감경험유무 인자의 p값 모두 유의수준  $\alpha = 0.05$  보다 작고, F비가 F기각치보다 크므로, 최대대기시간별 응답자수의 차이, 불안감 경험유무의 차이는 모두 없다고 할 수없다. 즉 최대대기시간과 불안감경험유무의 차이는 있다고 해석할 수 있다.

〈표 5〉 정류장에서 대기할 수 있는 버스의 최대대기 시간에 관한 데이터 요약

요약표	관측수	합	평균	분산
10분미만	2	148	74	98
10분이상~15분 미만	2	246	123	2592
15분 이상~20분 미만	2	164	82	1568
20분 이상~30분 미만	2	164	82	2312
30분 이상~1시간 미만	2	66	33	512
1시간 이상	2	23	11.5	24.5
있다	6	516	86	2715.2
없다	6	295	49.166667	1039.7667

주 : 관측수는 상대인자의 카테고리수를 뜻함.

〈표 6〉 정류장에서 대기할 수 있는 버스의 최대대기 시간에 관한 분산분석표

변동의 요인	계급합	자유도	제곱 평균	F 비	P-값	F 기각치
최대대기 시간인자	15738.41667	5	3147.6833	5.1832204	0.0475598	5.0503388
경험유무 인자	4070.083333	1	4070.0833	6.702116	0.0489052	6.6078769
잔차	3036.416667	5	607.28333	-	-	-
계	22844.91667	11	-	-	-	-

마지막 기초분석으로는 버스도착에 대한 막연한 불안감을 경험유무와 버스도착정보시스템 제공의 불안감해소 정도의 차이를 분석하였다. 분석방법은 두 번째 분석방법과 마찬가지로 이원분산분석을 통하여 수행하였다. 그 결과, '직업'과 '소득' 변수가 버스도착정보에 대해 불안감 해소정도 응답에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

#### IV. 지불의사액 기댓값 추정방법 및 결과

##### 1. 추정을 위한 데이터 보정

유효 샘플수 총 811건 중 버스도착에 대한 막연한 불안감을 경험한 샘플수 총 402건을 기준으로 지불의사액 기댓값을 추정하기 위해 2가지의 필요한 데이터를 보정하도록 한다. 첫 번째, 예비조사에서 얻어진 지불의사액 1,000원/분이 본 조사에서 〈표 7〉과 같이 100원/분으로 응답한 빈도수가 가장 높게 나타났다. 예비조사에서 1,000원/분으로 얻어진 중심지불액이 본 조사에서 100원/분으로 이동하였음을 알 수 있다. 서론에서 제시한 설문형태에 따라 지불의사액이 달라질 수 있는 오류로 설명할 수 있으나, 이는 앞서 설문조사설계에서 중심지불의사

〈표 7〉 지불의사액

지불액 (원)	빈도	비율(%)	지불액 (원)	빈도	비율(%)
0	87	21.64	200	24	5.97
1	5	1.24	250	1	0.25
6	1	0.25	300	13	3.23
10	41	10.20	500	44	10.95
20	4	1.00	700	7	1.74
30	4	1.00	760	1	0.25
43	1	0.25	800	3	0.75
50	29	7.21	1,000	49	12.19
60	1	0.25	2,000	1	0.25
100	85	21.14			
114	1	0.25	total	402	100.00

액을 이동하여 답할 수 있도록 하는 것으로 보완한 것이다. 따라서 본 연구에서는 설문결과를 중심으로 지불의사액을 100원/분으로 이동하여 추정하기로 한다.

두 번째, 피 설문자의 대표급전에 대한 보정이다. 피 설문자는 정보의 가치화를 금전으로 나타낼 때 금전간의 간격을 다양한 간격으로 나타내는 것이 아니고, 50원, 100원, 150원 등 일정간격으로 응답하였다. 이는 금전을 변수로 볼 경우, 변수가 continuous 변수임에도 불구하고, discrete한 변수로 인식, 사용되고 있기 때문이라고 볼 수 있다. 이러한 간격은 데이터를 편중시켜 오차를 나타낼 수 있으므로, 50원, 100원, 150원 등의 일정간격으로 편중되는 것을 막기 위하여 이동 평균화하여 보정하였다.

##### 2. 추정방법 및 결과

버스도착정보가 버스 대기 중에 일어날 수 있는 막연한 불안감을 해소할 것이라고 응답한 402건을 대상으로 지불의사액 기댓값을 추정하고자 한다.

Hanemann(1984)에 의하면, 식(6)에서 확정효용함의 차이  $\Delta V$ 를 소득, 직업, 연령 등의 변수들이 선형으로 구성되는 식(8)과 지불의사액 기댓값 식(9)를 제안하였다. 본 연구에서는 이 식을 적용하여 추정하도록 한다.

$$V\left(\frac{P(yes)}{1-P(yes)}\right) = C + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \beta_{bid} A \quad (8)$$

$$E(WTP) = \alpha / \beta_{bid} \quad (9)$$

〈표 8〉 파라미터 추정결과

변수		자유도	Estimated Parameter	Standard error	Chi-Square	Pr>ChisQ	데이터의 평균값
변수명	type						
버스의 일주일간 이용빈도		1	0.4102	0.1328	9.5439	0.0020	1.92
버스대기 막연한 불안감 지속시간(분)		1	-0.0279	0.0154	3.2648	0.0708	20.1
버스도착정보의 지불의사액(원)		1	-0.0128	0.00559	5.2143	0.0224	62.174
연령		1	-0.0534	0.0168	10.0845	0.0015	26.1
한달 평균 소득(원)		1	8.172E-7	2.155E-7	14.3828	0.0001	88572.1
한달 평균 교통비용(원)		1	7.452E-6	6.276E-6	1.4102	0.2350	53859.6
이용 교통 수단	승용차	더미	-0.6173	0.4505	1.8779	0.1706	0.2338
	버스	더미	-1.0371	0.3775	7.5488	0.0060	0.6642
	지하철	더미	-0.0181	0.5165	0.0012	0.9720	0.0796
교통 수단 이용 목적	출퇴근	더미	-0.9694	0.3832	6.3983	0.0114	0.4129
	등하교	더미	-1.2941	0.4671	7.6775	0.0056	0.3905
	업무(출장 등)	더미	0.5200	0.5535	0.8827	0.3475	0.0672
	친교	더미	-0.00360	0.6213	0.0000	0.9954	0.0597
	쇼핑	더미	1.7217	0.6927	6.1776	0.0129	0.323
	스포츠, 레저활동	더미	-0.5142	1.3177	0.1523	0.6964	0.0075
우도비 함수		15			314.9225	<0.0001	

여기서,  $\alpha = \sum_{i=1}^n (\mu_{bi} \times \beta_i)$

- $X_1, \dots, X_n$  : 변수(소득, 직업, 연령 등)
- A : 지불의사액(원)
- C : 상수
- $\mu_{bi}$  : 변수  $i$  의 실측 데이터의 평균값
- $\beta_i$  : 변수  $i$  의 추정된 파라미터 값
- $\beta_{bid}$  : 지불의사액변수의 추정된 파라미터

단, 여기에서 '정류장에서 대기할 수 있는 버스의 최대 대기 시간'과 같은 계급항목을 평균치를 구하여 정량적 수치로 입력하여 추정하였다. 즉, '10분 이상~15분 미만'은 12.5분으로 수량화하였다. 로짓 모형은 SAS의 Proc Logistic을 이용하였으며 그 결과를 〈표 8〉에 제시하도록 한다. 앞서 기초분석에서 불안감유무와 불안감해소정도에서 관계가 있게 나타난 '직업'변수와 '소득'변수 중 추정된 결과에서는 '소득'변수만이 유의수준 범위 안에서 채택되었다. 결과적으로 버스의 일주일간 이용 빈도(회), 버스대기 막연한 불안감 지속시간(분), 버스도착정보의 지불의사액(원/분), 연령, 한달 평균 소득(원), 한달 평균 교통비용(원), 이용교통수단, 교통수단이용 목적이 stepwise 옵션을 적용하여 8번째 단계에서 선택되었다. 추정된 변수의 파라미터 각각의 유의수준을 보면, (Pr)Chi-square)이 0.0001로 한달 평균소득(원)의 변수가 가장 유의함을 알 수 있다. 그 다음의 유의한 변수는 버스의 일주일간 이용빈도가 (Pr)Chi-square)이 0.0020으로 나타났다. 즉, 추정된 모형에서는 한달 평균소득과 버스이용빈도의

변수가 높은 상관성을 지니는 것으로 해석할 수 있다. 그리고, 이용교통수단에서 버스더미변수가 승용차나 지하철더미변수보다 유의하게 나타남으로써 버스도착정보의 지불의사에 대해 상대적으로 설명력이 높음을 알 수 있다. 그러나, 한달평균 교통비용(원)은 낮은 유의성을 나타냄으로써 모형에 대한 설명력이 부족한 것을 알 수 있다. 우도비 함수는 314.9225 (<0.0001)의 값으로 추정된 모형은 유의수준 0.3에서 적합함을 나타낸다.

식(9)에 의해 지불 기댓값  $E(WEP)$ 은 〈표 8〉의 데이터의 실측평균값과 추정된 파라미터와의 값들로 계산을 한 결과, 132.5원/분으로 나타났다. 이 결론은 정류장에서 제공되는 버스도착정보는 버스를 기다리는데 막연한 불안감을 경험한 사람들에게 132.5원/분이라는 가치를 지닌다고 해석할 수 있다.

### V. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 버스정보시스템의 버스도착정보의 가치를 금전적으로 추정하기 위하여 잠재적 가치기법이라고 불리는 CVM (Contingent Valuation Method)을 적용하였다. 결과로써, 조사대상자의 교통행태, 속성 등이 교통정보에 대한 지불의사와 관계가 있음을 알 수 있었다. 또한, 본 연구를 통해 기존의 접근방법의 어려움 등으로 인한 ITS(Intelligent Transportation System)의 정성적 평가 및 편익추정에 대한 계량화 방법을 제시할 수 있었다.

본 연구에서 충분히 검토되지 못한 다음 사항들에 대해서는 향후과제로 남겨두기로 한다. 첫째, 본 연구의 결



과에서 나온 1분의 버스도착에 대한 막연한 불안감을 해소하기 위해 132.5원이라는 가격은 정보의 가치화를 시간변화에 따라 일정하다는 가정 하에 측정하였다. 그러나 실지로 정보에 대한 가치는 시간에 따라 변화할 것이며, 이에 대한 보완연구가 필요할 것이다. 둘째, 버스도착에 대한 막연한 불안감 해소를 위한 정보를 시간적 의미(분당)로 볼 것인가, 횡수(건당)로 볼 것인가에 대한 차이분석이다. 본 연구에서는 불안감해소를 분당으로 간주하였으나, 현재, 버스노선과 도착정보를 알려주는 버스도착 알리미네이트, 매직앤, ez-1의 시중가격은 건당인 100원/건으로 서비스가 제공되고 있다. 이에 대한 차이분석이 필요하다. 마지막으로 본 연구는 버스도착정보를 지불의사를 측정하여 가치화한다는 개념의 새로운 접근방법의 연구이었기 때문에 설문조사방법, 지불의사액 기준설정, 변수의 적절한 선택 등의 다양한 검토가 이루어져야 할 것이다. 특히, 본 연구결과에서 얻어진 모형의 유의수준 0.3은 0.05나 0.1에 비해 상대적으로 설명력이 떨어진다고 할 수 있으나, 이는 설명변수의 형태 및 지불의사액의 상관관계를 분석하고 이에 대해 해석할 수 있도록 다양한 분석방법이 수반되어 적정변수를 적용한다면 모형의 적합성이 높아질 수 있다고 판단된다. 이와 같은 추가 분석과 연구를 향후과제로 남겨두기로 한다.

**참고문헌**

1. 노형진(2002), "Microsoft Excel 2000에 의한 통계적 조사 방법", 형설출판사,
2. 유병국(1999), "환경가치의 지역적 평가-강화도 남단갯벌에 대한 여가가치 추정"한국지역개발학회지, 제10권 제3호.
3. 이용택외 2인 (2003), "ITS사업의 평가방법론 정립 및 활용(미국, 유럽, 한국 평가방법론 사례분석을 중심으로)", 대한토목학회 정기학술대회.

4. Boyle, K.J.(1985), "Essays on the valuation of non-market resources. Conceptual issues and empirical case studies", PhD dissertation. Department of Agricultural Economics, University of Wisconsin, Madison.
5. Ciriacy-Wantrup, S.V.(1947), "Capital return from soil-conservation practices", Journal of Farm Economics, 29, 1188-90
6. Chisato Hirai, Eiji Hato and Yasao Asakura, (2001), "Sequential Information Reference Model Under Uncertain Conditions in Route Choice", 일본토목계획학회.
7. Davis. B.K.(1963), "The value of outdoor recreation : An economic study of the Maine Woods", PhD dissertation, Havard University. Cited in Mitchell,R.C. and Carson, R.T.
8. David A. Hensher, Charles Sullivan (2003), "Willigness-to-pay for road curviness and road type". Transportation Research Part D 8 pp.139~155.
9. D.Walton, J.A Thomas, P.D Cerek, (2004), "Self and other's willingness to pay for improvements to the paved road surface", Transportation Research Part A 38 (2004), pp.483~494.
10. Hanemann, W.M. (1984), "Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses", American Journal of Agricultural Economics, 66, pp.332~341.
11. Kristin M.J and Andrew K.D (1996), "Contigent Valuation and Endangered Species", Edward Elgar, pp.77~198.
12. MacFadden, D. (1976), "Quantal choice analysis : A survey", Annals of Economics and Social Measurement, 5, pp.363~370.

✉ 주 작 성 자 : 빈미영  
 ✉ 논문투고일 : 2005. 3. 2  
 논문심사일 : 2005. 4. 19 (1차)  
 2005. 4. 30 (2차)  
 2005. 6. 13 (3차)  
 2005. 10. 4 (4차)  
 2005. 10. 5 (5차)  
 심사판정일 : 2005. 10. 5  
 ✉ 반론접수기한 : 2006. 2. 28