

첨두 및 비첨두시 VMS 교통정보의 가치 변화 연구

이경아* · 이영인

서울대학교 환경대학원

Estimates of Time-varying Values of Traffic Information on Variable Message Sign

RHEE, Kyoung Ah* · LEE, Young-Ihn

Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

Abstract

The benefit of traffic information on variable message sign can be divided into two. At the public level, the benefit of ATIS is the travel time saving, which is not only induced from ATIS, but also mixed with that of ATMS. In the economic appraisal of ITS, the benefit of ATIS has so far been regarded as the derived benefit from ATMS. At the user level, the benefit of ATIS is reduced driver uncertainty through the forward traffic status information. User can benefit from the information on VMS and therefore may have the willingness to pay for it. Recently attempt to qualify the value of information on VMS was increased, but there was a danger of distorting or over-estimates of the ATIS benefit because the related studies didn't consider the time-dependent attributes of traffic information and provided the single value. Estimates of the time-varying value should be needed for a rigorous economic appraisal of ATIS. In this study, we varied the value of information on VMS according to peak and non peak trip and verified the hypothesis that time-varying of value was statistically significant.

ITS사업을 통한 교통정보제공편익은 크게 두 가지 측면으로 볼 수 있는데, 공공측면의 경우 교통정보를 교통관리의 수단으로 활용하였을 때 나타나는 통행시간 절감 편익이나, ITS사업의 경제적 타당성 평가시 교통정보제공편익은 독립적인 편익으로 인정받지 못하고 첨단교통관리(ATMS)의 부산적 편익으로 간주되어 왔다. 이용자 측면에서는 전방 교통정보 제공에 따른 운전자의 불확실성 감소이다. 운전자는 교통정보를 통해 통행의 불확실성이 감소한다고 판단할 경우 이에 대해 지불의사를 가지므로 이를 근거로 교통정보의 가치를 추정할 수 있다. 최근 교통정보의 편익을 계량화하려는 노력은 많아지고 있으나, 교통정보가치의 다변성과 정보 자체의 속성을 고려하지 못하고 단일 값으로 제시하고 있어 교통정보제공편익을 과대추정하거나 왜곡할 우려가 있다. 따라서 합리적인 교통정보제공편익을 산정하기 위해서는 교통정보 가치의 세분화가 필요하다. 이에 본 연구에서는 VMS가 제공하는 교통정보의 가치를 추정하되 통행시간대(첨두/비첨두)에 따른 세분화를 통하여 보다 합리적으로 교통정보의 가치를 산정하고, 추정결과에 대한 가설검정을 통해 가치 세분화의 통계적 유의성을 밝히고자 한다.

Key Words

Driver Uncertainty, Sample Size Of Contingent Valuation Method, Survival Function, WTP Demand Curve, Peak/Non-Peak

운전자의 불확실성, 조건부 가치 측정법의 적정 샘플수, 생존함수, WTP 수요곡선, 첨두/비첨두

* : Corresponding Author
lka1974@snu.ac.kr, Phone: +82-70-4120-9373, Fax: +82-2-871-8847

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

교통정보제공시스템(ATIS: Advanced Transportation Information System)을 통해 제공되는 교통정보의 편익은 크게 두 가지로 볼 수 있다. 첫째, 운전자의 통행시간 절감편익으로서 교통정보를 교통신호나 램프미터링과 같은 통제 수단으로 사용했을 때 네트워크 상에 나타나는 편익이다. 즉, 정보를 제공함에 따라 정보를 제공하지 않을 때보다 체계최적(System Optimal)에 가까워짐으로써 발생하는 편익으로 ITS(Intelligent Transportation System)사업의 경제적 타당성을 평가할 때 주로 사용되는 편익이다. 다만, 이는 ATIS와 첨단교통관리시스템(Advanced Transportation Management System)의 편익이 혼재된 것으로 보다 합리적으로 산정하기 위해서는 ATIS의 편익을 ATMS 편익과 분리하려는 노력이 필요하며, 그렇지 못할 경우에는 정보의 완전성과 수용률에 대해 ITS사업의 특성을 감안한 별도의 가정을 설정하여 산정하는 것이 바람직하다¹⁾.

둘째, 전방 또는 우회경로에 대한 교통정보 제공에 따른 운전자의 불확실성(Driver uncertainty) 감소 편익이다. 이때 교통정보의 가치는 이에 대한 소비자 잉여(Consumer's surplus), 즉, 교통정보 한 건을 생성하는데 드는 비용(즉, 가격)과 이에 대한 이용자의 지불의사(WTP: Willingness To Pay)의 차이 또는 교통정보를 유료로 이용할 의사가 있는 사람들과 의사가 없는 사람들이 제시한 지불의사의 차이를 통해서 추정될 수 있다.

전자의 편익이 사업을 추진하는 기관 입장에서 ATMS와 ATIS사업의 경제적 타당성을 동시에 평가한 편익이라면, 후자의 편익은 이용자 입장에서 실제 교통정보를 받음으로써 발생하는 이용자 편익이라고 할 수 있다. 그러나 이제까지 우리는 ATIS사업의 편익을 전자의 혼재된 편익으로만 고려함으로써 ATIS사업의 편익을 제대로 정립하지 못한채 ATMS사업의 부산적인 파생효과로만 인식하여 왔다. 다만, 최근 교통정보의 가치를 계량화하려는 노력이 증가하고 있고, 이에 대해 사회적

으로 수용하려는 공감대가 형성되고 있으므로 향후 투자 평가지침에 반영 될 경우를 대비하여 보다 합리적인 교통정보 제공 편익의 산정방안 마련이 필요하다.

교통정보의 가치는 통행시간가치와 마찬가지로 다양한 통행환경(예, 정체의 예상가능성, 주행경로의 친숙도, 통행시간대, 통행목적, 도착시간의 제약 여부 등)과 정보 자체의 속성(정확성, 유용성, 적시성(timeliness), 이용자 맞춤정도, 제공방식 등)에 의해 영향을 받으며, 가치의 변화는 곧 지불의사의 변화를 수반한다. 그러나 관련 문헌들에서는 VMS 교통정보의 가치를 다양한 환경 변화와 관계없이 단일 원단위 값으로 제시하고 있어 교통정보 제공을 통한 운전자의 불확실성 감소 편익을 왜곡하거나 과대 추정할 우려가 있다.

이에 본 연구에서는 VMS가 제공하는 교통정보의 가치를 추정하되 통행목적과 통행시간대(첨두/비첨두)에 따른 세분화를 통하여 보다 합리적으로 교통정보의 가치를 산정하고, 추정결과에 대한 가설검정을 통해 가치 세분화의 통계적 유의성을 밝히고자 한다.

2. 연구방법 및 범위

본 연구에서는 운전자의 불확실성 감소 편익을 산정하기 위해 교통정보를 유료로 이용할 의사가 있는 사람과 없는 사람들 간의 지불의사 차이를 이용하여 VMS 교통정보의 가치를 추정하였다. 비시장재인 VMS 교통정보에 대한 합리적인 지불의사금액(WTP)을 얻기 위해 이중양분선택형의 조건부 가치추정법(Contingent Valuation Method)을 이용한 설문조사를 수행하고, 조사 결과를 토대로 생존분석을 이용하여 가치 모형을 추정하였다. 교통정보가치 세분화의 필요성을 증명하기 위해 가치모형은 통행시간대(첨두, 비첨두)와 통행목적(통근, 업무출장, 쇼핑 및 여가)에 따라 각각 추정되었으며, 가설검정을 통해 이러한 세분화된 모형의 통계적 유의성을 검증하였다. 마지막으로 이러한 추정 결과가 가지는 함의와 한계, 향후 연구과제 등을 제시하였다.

설문조사는 서울시내 거주자 또는 서울시내 소재 직장인을 대상으로 2011년 2월 14~25일 동안 총 400인을 대상으로 수행되었다²⁾.

1) 일반 교통시설에 대한 투자평가지침에서 사용되는 통행시간 절감편익은 모든 경로에 대한 완벽한 정보(perfect information)를 모든 통행자가 알고 있어 가장 합리적인 경로를 이성적으로 선택한다(Rationality)는 가정 하에서 도출된 편익이기 때문에 ITS사업의 통행시간 절감 편익을 보다 합리적으로 산정하기 위해서는 제공되는 교통정보의 완전성과 수용률에 대한 별도의 가정이 필요하다고 판단된다. 이에 대한 논의는 본 연구에서 논의하지 않으며, 향후 연구과제로 남겨 둔다.

II. 관련 문헌 고찰

1. 국내 선행연구

교통정보 제공 편익과 관련된 초기연구에서는 주로 회귀분석(Regression Analysis)이나 이산선택모형(Discrete choice model)을 이용한 계량화 연구가 시도되었다. 그러나 최근에는 환경제와 같은 비시장제의 가치평가에 자주 활용되는 조건부 가치추정법(CVM)을 적용한 연구들이 주류를 이루고 있다.

김준정 외(2004)는 실시간 교통정보에 대한 지불의사(WTP)를 종속변수로 하는 회귀분석모형을 매체별로 추정하고 정보제공 매체별 가치를 추정하였다. 통계적으로 유의하고 매체별로 공통된 설명변수는 연령, 유용정도, 유료이용경험 등이다. 이산선택모형은 교통정보서비스 이용에 대한 비용과 이를 통해 심리적으로 안정을 얻게 되는 시간을 변수로 하는 로짓모형(또는 프로빗모형)을 추정하고, 이 계수 값의 비(ratio)를 통해 교통정보서비스의 단위시간당 가치를 추정하는 방법이다. 빈미영 외(2005)는 로짓모형 추정을 통해 1분이라는 대기시간 동안 불안감을 해소하기 위해 요구되는 실시간 버스도착 정보에 대한 지불의사액은 132.5원/분이라고 제시하였다. 이경아 외(2011)는 이중양분선택형의 조건부 가치추정법을 이용하여 조사한 VMS 교통정보에 대한 지불의사금액에 생존함수(Survival function)를 적용하여 VMS가 제공하는 교통정보에 대한 기본가치를 44.6원/건으로 추정하였다.

교통정보 가치추정과 관련된 선행연구에서는 공통적으로 하나의 가치만을 제시하고 있다. 물론 오성호 외(2010)는 스마트 인프라의 투자평가방법론에서 통행목적(업무/비업무)에 따라 차별화된 교통정보의 가치를 제시³⁾하고 있으나, 이와 같은 교통정보의 가치 세분화에 대해서는 연구사례가 거의 전무한 실정이다.

반면, 교통정보서비스 편익과 유사하게 일반적인 SOC사업의 편익을 평가하는 통행시간 가치의 경우 시간대 특성을 고려한 차등화의 필요성을 제기한 연구가 있다. 오성호 외(2007)는 2007년 시행된 주 5일제 근무 등으로 인한 통행태의 변화 등을 반영하기 위해 여가통행시간가치의 적용을 제안하였다. 연구 결과, 여가

통행의 시간가치는 평일 업무/비업무 통행시간의 가치보다 작게 산정되었으나, 여가통행의 경우 재차인원이 많아 차량 1대당 여가통행의 시간가치는 더 크게 나타났다. 또한 이재영 외(2011)는 시간대별 통행량과 통행목적비율을 고려하여 시간대별로 차등화된 통행시간가치 추정의 필요성을 제기하였다. 즉, 일률적인 통행시간가치를 적용하여 편익을 산정할 경우 편익분석결과에 왜곡이 발생할 수 있다고 지적하면서 서울시 O/D자료를 이용한 사례분석 결과를 근거로 제시하였다.

인프라사업의 편익에서 가장 큰 부분을 차지하는 편익이 절감된 통행시간가치의 규모인 것과 마찬가지로 ITS 사업을 통해 일반 시민들이 얻게 되는 가장 큰 편익은 실시간 교통정보 제공에 따른 편익이다. 또한 교통정보의 가치는 통행시간 가치와 마찬가지로 시간대와 통행목적에 따른 변화가 예상되며, 이러한 가치 변화는 ITS사업의 교통정보제공 편익에 영향을 미칠 수 있으므로 시간대에 따른 교통정보의 가치 변화를 검토하는 것이 필요하다.

국내 관련 문헌 내용 및 본 연구의 차별성을 정리하면 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Summary of study on valuation of non-market goods

Researcher (Year)	Contents	Model
J.J. Kim (2004)	·The value estimate by traffic information media on Highway	·Regression
M.Y. Bin (2005)	·Valuation of psychological stability when bus arrival information is known at station	·Logit
S.H. Oh (2007)	·Suggestion of the estimate need of the value of time(VOT) considering leisure trip	·Logit
S.H. Oh (2010)	·Valuation of traffic information by trip purpose that the Smart Highway will provide in the future	·CVM ·Survival Analysis
K.A. Rhee (2011)	·Estimation of underlying value of real-time traffic information on VMS (* Single value estimated)	·CVM ·Survival Analysis
J.Y. Lee (2011)	·Suggestion of the need of differentiated value of time (VOT) by time of day	·Weighted mean of Auto occupancy
This Study	·Subdivision of value of traffic information by peak/non-peak and statistical verification	·CVM ·Survival Analysis

2) 본 연구에서 사용한 데이터는 도로교통공단의 「UTIS 사업평가 및 발전방안 수립 연구(2011)」에서 수행한 설문조사 결과의 일부를 활용한 것임

3) 오성호 외(2010, 국토연구원)의 연구에 따르면 스마트하이웨이에서 제공하는 비업무통행시 VMS 교통정보의 가치(7.61원/대·km)는 업무통행시 VMS 교통정보의 가치(9.12원/대·km)의 83% 수준이다.

2. 국외 선행연구

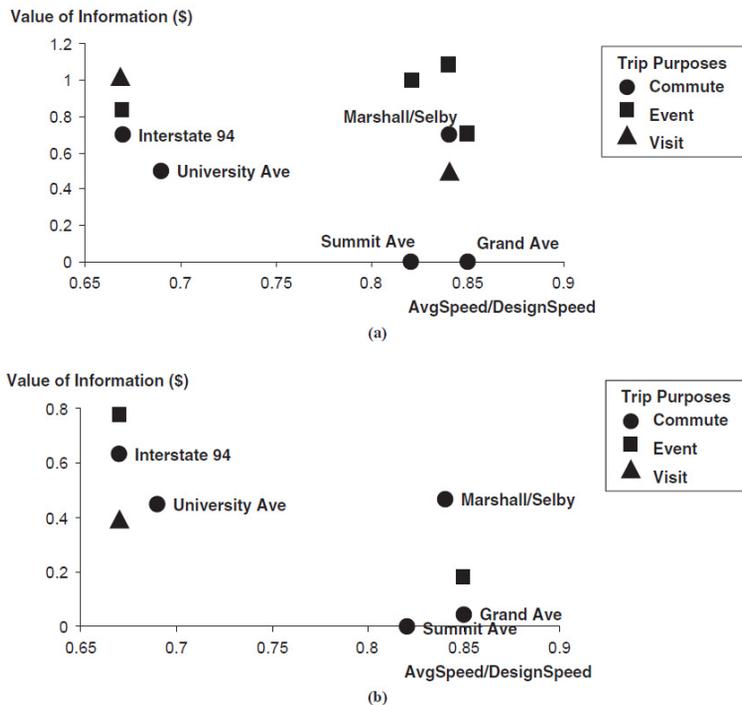
국외의 교통정보 가치 연구는 그 범위에 있어서 국내 보다 훨씬 포괄적이고 다양하면서도 추정된 교통정보는 매우 미시적 수준이다. 국외 교통정보의 가치 연구는 크게 두 가지 형태로 볼 수 있다. 즉, ITS사업의 민간분야인 정보제공(Information Provider)사업과 관련하여 실시간 교통정보의 시장성을 판단하기 위해 화폐적 가치를 추정하는 형태이다. 다른 하나는 통행행태 측면에서 교통정보를 제공받음으로써 통행시간의 불확실성을 얼마나 줄일 수 있는가에 관심이 있으며, 이때 교통정보의 가치는 절감된 통행시간가치(VTTS: value of travel time savings)에 준하여 산정된다.

Zhang 외(2008)는 통행목적과 혼잡수준, 도로의 속성(예를 들어, 주변 토지이용 등)에 따른 교통정보의 가치 변화를 파악하기 위해 기종점이 동일한 5개의 경로에 대해 GPS를 장착한 차량으로 현장조사를 실시하였다. 현장 조사에 참여한 총 113명의 실험자는 5개 경로 중 4개 경

(Table 2) Related literature review

Area	Researcher (Year)	Contents and Method
Estimation of relative value of traffic information	Levinson (2003)	• Comparison of relative value of traffic information by trip purpose based on the results of simulation
	Khattak (2003)	• Analysis of the influence by personal characteristics on the valuation of traffic information based on WTP model
	Louis (2007)	• Investigation of WTP for TravInfo through TravInfo field test • 71% of total respondents suggest positive WTP
Traffic information and travel behavior (Mode transfer)	Kenyon (2003)	• Theoretical review of the potential influence of traffic information on modal choice
	Chrous (2006)	• Mathematical suggestion of the influence of the reliability of traffic information on the valuation

• This study suggested various value of traffic information on VMS differentiated by time of day, not a single value and intended to increase the reasonability and efficiency of estimation of information benefit that ITS provide.



(Figure 1) Value of traveler information by route, trip purpose, and level of congestion : (a) model : standardization route score = f(observed road attribute, information) and (b) model : standardization route score = f(perceived road attribute, information)

※ Reference : Lei Zhang and David Levinson (2008), (Figure 3)

로를 직접 운행하고 운행 직후 설문에 응하게 되며, 이중 50%에만 통행 전 교통정보가 제공되었다. 그 결과 사전 교통정보 1건에 대해 평균적으로 약 1달러의 지불의사가 있는 것으로 나타났다. <Figure 14>과 같이 혼잡수준과 통행목적에 따라 운전자가 인지하는 교통정보의 가치가 달라지며, 일반적으로 통근통행일 때 그리고 도로가 혼잡할수록 교통정보에 대한 가치를 높게 부여하는 것으로 나타났다(물론 예외는 존재함). Zhang 외(2008)의 연구에서는 총 6가지의 통행목적에 대해 조사하였으나, 쇼핑이나 여가목적 통행일 때는 교통정보에 대한 지불의사가 없는 것으로 나타났다. 또한 특이한 점은 모형을 실제 관측된 변수값으로 추정된 모형과 인지된 속성값으로 추정된 모형 2가지로 구분하여 정보가치를 추정한 점이다.

Yin-Yen Tseng 외(2008)는 시간과 관련된 개인의 잠재가격(Shadow price)은 오전 통근통행의 경우에 매우 강하며, 결과적으로 절감된 통행시간의 가치는 매우 시간 의존적(time-dependent)이라고 주장하였다. 따라서 만일 이러한 통행시간대에 따른 가치 변화를 고려하지 않고 통행시간 절감편익을 산정할 경우 편익(偏倚)된 통행시간 절감가치를 산정할 우려가 있으며, 나아가 잘못된 비용편익분석 결과를 제시할 수 있다고 제시하였다.

본 연구에서는 VMS 제공정보의 가치와 관련하여 지면 제약으로 제시하지 못한 관련 문헌의 주요 내용을 <Table 2>를 통해 간략히 정리하였다. 더 자세한 내용은 각 참고문헌을 참고하기 바란다.

3. 시사점 도출

국내의 경우 주로 ITS사업의 투자 타당성을 결정하는 정책결정자의 입장을 고려한 연구가 주류를 이루고 있다면 국외 연구의 경우 주로 통행행태와 관련한 다양한 주제들을 함께 다루고 있는 것으로 나타났다.

국외 연구의 경우 2000년 이전에는 주로 ARS를 통해 제공되는 교통정보에 대한 가치가 추정되었으나, 2000년 후반에 차내 내비게이션 및 개인통신단말 등 정보제공매체가 확대되면서 가치 추정 대상과 연구 주제가 다양해졌다. 교통정보의 가치 추정 외에도 교통정보가 통행자의 의사결정에 미치는 과정을 도식화하여 상호작용관계를 분석하거나, 교통정보의 제공이 네트워크 평형

에 미치는 영향, 그리고 이에 따른 통행시간 절감에 근거한 교통정보 가치의 추정 등이 연구되었다. 또한 정보의 가치에 대해 단일화된 값을 제시하는 연구 뿐 아니라 여러 가지 상황에 따른 정보 가치의 상대적 크기를 정성적으로 비교하여 제시하거나 다수의 WTP에 대해 분석을 시행한 사례도 있었다.

본 연구에서는 국내 선행연구와 같이 VMS 교통정보의 가치를 단일화된 값으로 제시하기 보다는 시간대별로 세분화된 가치를 추정하고 이의 통계적 유의성을 검증함으로써 시간대별 가치 세분화의 필요성을 제시하였다. 또한 본 연구에서 중요하게 고려한 점은 IT기술의 발전으로 우리의 삶이 하드웨어보다는 소프트웨어적으로 변화함에 따라 눈에 보이지 않은 재화나 서비스에 대한 계량화의 요구는 비단 국내에만 한정된 것은 아니며, 해외에서도 이에 대한 요구와 연구는 꾸준히 진행되고 있다는 것이다. 다만 가치는 단지 판단의 편의(便宜)를 위해 계량화된 것이므로 그 가치 자체의 화폐적 가치 보다는 상대적으로 여러 가지 조건 또는 유사한 시장제와 비교하여 상대적으로 어느 정도의 가치를 가지는지를 파악하는 것이 더 중요하다고 볼 수 있다.

III. VMS 교통정보의 가치 추정 방법 정립

본 장에서는 CVM을 이용한 VMS 교통정보 가치 추정에 관한 일반적인 방법 및 과정은 간략히 제시⁴⁾하고, CVM 적용시 유효 표본수 산정방법과 표본수에 따른 WTP 수요곡선의 변화를 상술(詳述)하여 특히 비시장제에 대한 가치추정을 위한 CVM 적용시 적절한 표본수의 산정이 매우 중요함을 제시하였다.

1. 가치추정을 위한 방법론 정립

CVM을 이용한 설문조사를 하기 위해서는 관련 문헌 및 사전조사를 통해 가치의 초기값(starting point)을 결정해야 하며, 실제 조사시 응답자에게 여러 가지 참고가격(reference price)을 함께 제시함으로써 기준점 효과(anchor effect)⁶⁾에 의한 가치 변동을 최소화하도록 해야 한다. 본 연구에서는 관련 기존 문헌을 토대로 VMS 교통정보의 초기제시액(w^0)을 110원으로 설정하였다. 이 초기값을 토대로 미국해양대기청(NOAA ; National

4) 통행목적 중 Event는 시간이 정해져있는 행사에 가기 위한 통행을 말함. 따라서 Event는 통근통행과 같이 도착에 대한 시간 제약(time pressure)이 존재하며, 이벤트 장소는 운전자에게 덜 친숙하기 때문에 불확실성(uncertainty)도 존재하는 것으로 정의됨

5) CVM을 이용한 설문조사 방법과 가치 추정에 사용되는 생존함수 등과 관련한 자세한 내용은 기존 문헌(6) 참고

〈Table 3〉 Sample size needed for CVM(usable responses)

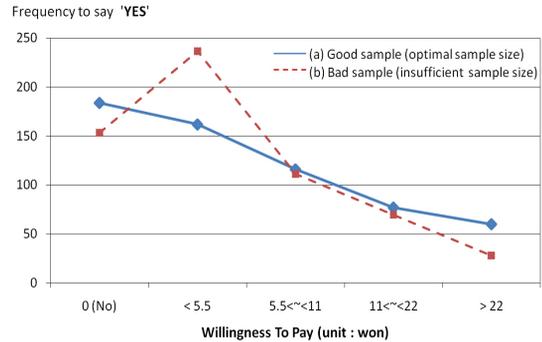
V, α		Δ						
V	α	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.50
1	.10	1,143	286	127	72	46	32	12
	.05	1,537	385	171	97	62	43	16
1.5	.10	2,571	643	286	161	103	72	26
	.05	3,458	865	385	217	139	97	36
2.0	.10	4,570	1,143	508	286	183	127	46
	.05	6,147	1,537	683	385	246	171	62
2.5	.10	7,141	1,786	794	447	286	199	72
	.05	9,604	2,401	1,608	601	385	267	97
3.0	.10	10,282	2,570	1,143	643	412	286	103
	.05	13,830	3,458	1,537	865	554	385	139

Reference : Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. RFF/The Johns Hopkins University Press, 1989, pp.223-226, Table 10-1.

Oceanic and Atmospheric Administration) 패널의 지침을 준용하여 이중제약 양분선택법으로 설문지를 설계하였다. 양분선택형 질문법이란 응답자에게 사전조사에서 결정된 초기 금액을 제시하고, 이 금액에 대한 지불의사 여부를 조사하는 방법으로 초기 금액에 대해 지불의사를 밝힌 응답자에게는 더 높은 수준, 지불의사가 없는 응답자에게는 더 낮은 수준의 금액에 대한 지불의사를 설문한 후 실제 지불의사금액을 조사한다.

이중양분선택형 CV 데이터에 근거한 WTP 수요곡선은 일정 금액에 대한 지불의사(WTP)가 증가함에 따라 'yes'라고 응답할 확률이 작아지는 우하향 형태의 누적 분포함수(Cumulative Distribution Function)이다.

이중양분선택형의 CVM 설문조사 결과 나타난 WTP는 제시금액들을 기준으로 절단된(censored) 형태의 데이터로서 이는 특정시간 t 동안의 생존확률을 나타내는 생존함수(survival function)와 같은 형태가 된다. 이때 WTP는 수학적으로 생존함수식으로 변경이 가능하다. 즉, 해당 기간에 살아남을 확률을 해당 요금에 'yes'라고 응답한 비율로 바꾸어 생각하면 CVM으로 조사된 WTP는 생존함수 데이터형태가 된다. 따라서 주로 의학 통계에서 사용하는 생존함수를 CVM에 응용하여 사용하는 것이다. 본 연구에서는 이중양분형 선택형의 CVM설문을 시행하고 비모수(Non-parametric) 생존분석을 수행하였으며, 웨이블분포를 가정하였다.



〈Figure 2〉 Comparison of WTP demand curve shape by the sample size (for example)

2. 가치 추정을 위한 적정 표본수 설정

CVM을 통해 조사되는 WTP는 분산이 매우 크기 때문에 일정 신뢰수준 이상의 분석결과를 얻기 위해서는 큰 표본이 필요하다[23]. WTP의 표준오차(standard error)는 식(1)과 같이 산정되고, 이 식에서 σ 는 표준편차(standard deviation)이고, n 은 표본 크기이다. 식(1)에서 분산이 일정한 값이라면 표본수가 증가할수록 표준오차는 감소하고, σ 가 클수록 필요한 표본수는 증가하게 된다. 그러나 연구 수행에는 항상 예산 제약이 수반되므로 가장 효율적인 표본수 산정에 관한 고민이 필요하다.

$$se_{WTP} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

Mitchell과 Carson(1989)은 CVM에 필요한 표본수를 결정하는 변수로 V, α, Δ 를 제시하고 이들 간 조합을 통해 합리적인 표본수를 〈Table 3〉과 같이 제안하였다. 〈Table 3〉에서 V 는 식(2)와 같이 정의된다. 여기서, σ 은 WTP 응답의 표준편차, \overline{RWTP} 는 추정된 WTP를 의미한다. 이 값들을 유사연구 결과를 토대로 산정 가능하며, 만일 기존 연구가 없는 경우 σ 는 조사를 통해서도 도출이 가능하다[23].

$$V = \frac{\sigma}{\overline{RWTP}} \quad (2)$$

6) 가치 판단의 명확한 기준이 없는 경우 처음 제시된 가치가 판단의 기준(anchor)이 되고, 이의 변화에 의해 가치가 좌우되는 현상으로 특히 비시장재의 경우 가치 판단의 기준을 찾기가 어렵기 때문에 닷내림 효과를 주의해야 함

VMS 교통정보의 WTP 추정과 관련된 연구[4]에서 제시한 σ 값(10.1421)과 \overline{RWTP} 값(7.99846)을 적용한 결과, V 값은 1.268로 산정되었다. Δ 는 \overline{RWTP} 의 가능한 편차 범위로서 상기연구에서 \overline{RWTP} 의 범위는 6.8809에서 9.1160사이로 나타났으며, 이를 %로 환산한 결과, Δ 는 0.139로 산정되었다. α 는 연구 결과에 대한 통계적 유의수준을 의미한다. 따라서 교통정보 가치 추정과 관련된 CVM에 필요한 최소한의 유효표본수는 α 를 0.05로 고려할 경우 최소 356개, 0.1로 고려할 경우 최소 265개로 나타났다. 본 연구에서는 연구의 통계적 유의수준을 0.05로 설정하여 유효표본 기준으로 356개가 충족되도록 설문조사를 시행하였다.

3. WTP 수요곡선 검토

표본수 설정과 마찬가지로 CVM을 적용하면서 간과하지 말아야 할 점이 바로 CVM 조사결과에 대한 검토이다. 즉, WTP에 대한 응답은 매우 분산이 크기 때문에 교통정보에 대한 WTP 수요곡선이 직관적으로 합리적인 형태를 나타내는 가를 확인하는 작업이 필요하다. 표본수가 충분하지 않거나 설문조사가 잘못되었을 경우 WTP 수요곡선은 WTP가 커짐에 따라 'yes'라고 응답할 확률도 함께 커지는 형태로 나타날 수 있다. <Figure 2>는 WTP 수요곡선⁷⁾의 좋은 예와 나쁜 예를 나타낸 것이다. 좋은 예(a, 실선)는 최소 유효표본을 확보한 경우로서 WTP 수요곡선이 직관과 일치하는 우하향 형태로 나타났으며, 본 연구에서 사용할 WTP 수요곡선 형태이다. 일반적으로 비시장재인 재화나 서비스에 대한 WTP 설문시 가장 많은 응답은 '지불의사 없음'이며, 이는 경제원칙에 부합한다. 그러나 표본수가 50개 이하인 나쁜 예(b, 파선)의 경우 WTP 수요곡선이 비합리적인 형태를 띠고 있어 추정된 WTP에 편의(偏倚)가 포함될 가능성이 예상된다. 만일 어떤 재화나 서비스에 대한 WTP가 '0'보다 크다면 이는 비시장재 보다는 시장재의 특성이 강한 재화라고 볼 수 있다.

IV. 설문조사

1. 설문조사 개요

본 연구에서는 서울시내에 거주하거나 직장을 가지고

있는 400명을 대상으로 서울시내에 설치된 VMS가 제공하는 교통정보에 대한 CV 설문조사를 시행하였다. VMS 교통정보에 대한 응답자의 지불의사를 알아보기 위해 VMS와 관련된 가상상황을 제시하였다. 가상상황은 다음과 같다. 즉, VMS를 통해 서울시민들은 합리적인 경로선택과 이로 인한 통행시간 절감의 혜택을 받고 있으며, 이러한 교통정보제공서비스를 지속적으로 유지하는데 필요한 예산을 확보하기 위해 이 서비스의 이용요금을 세금(예를 들면, 자동차세, 유류세 등)을 부과하고자 한다고 제시하였다. 초기 제시금액은 VMS 교통정보의 가치를 추정한 관련 연구[4, 6]에서 제시된 금액을 대상으로 사전조사를 거쳐 110원을 적용하였으며, 이에 부정적 지불의사를 나타낸 피응답자에게는 하한액인 55원, 긍정적 지불의사를 나타낸 피응답자에게는 220원을 제시하였다. 최종적으로는 피응답자가 실제 지불할 의사가 있는 금액을 직접 설문하였다.

설문내용은 VMS에 대한 지불의사와 이에 영향을 미칠 수 있는 변수들로 구성되었다. 예를 들어, 나이, 소득 등과 같은 개인의 사회경제적 특성과 내비게이션, 스마트폰 등 교통정보를 제공받을 수 있는 개인이동통신기기의 보유여부와 통행시간대, 주요 통행목적 등 개인의 통행특성과 통행 전 또는 통행 중 교통정보 이용경험, 필요하다고 느끼는 정도, 선호매체 등 교통정보에 대한 인식 등이 조사되었다.

2. 설문조사 결과

설문조사에 응한 응답자의 사회경제적 특성은 <Table 4>와 같다. 응답자의 평균 연령은 36세이고, 응답자의 67.5%가 서울에 거주하며, 남자가 74%를 차지하고 있다. 응답자의 50% 이상이 내비게이션과 하이패스 보유하고 있었으며, 스마트폰 보유비율이 하이패스 보다 더 높은 것으로 나타났다. 통행특성을 살펴보면 통행목적은 통근이 가장 많고, 업무출장까지 포함할 경우 전체 응답자의 61.7%가 업무목적통행에 해당한다.

응답자의 사회경제적 및 통행특성에 따른 교통정보에 대한 지불의사(WTP)를 살펴보면 연령대별로는 정보화 시대에 가장 익숙한 20~30대가 높은 지불의사를 가지고 있는 것으로 나타났다. 또한 통근목적 통행시 교통정보에 대한 WTP가 가장 높고 쇼핑목적통행시가 그 다음을 차지하였다. 업무·출장 통행시에는 가장 낮은 WTP

7) <Figure 2>는 저자가 CVM을 이용한 설문조사 과정에서 시행착오를 겪으면서 얻은 자료로서 본 연구의 설문조사와는 상관이 없음

<Table 4> Descriptive statistics

Questions (variable name)	Mean	Std.dev
Gender (gender) - 1 if man, otherwise 0	0.74	0.44
Age (age) - 1 if 20s, 2 if 30s, 3 if 40s, 4 if 50s, 5 if 60s	2.33	0.97
Monthly income (income) - 1 if 150, 2 if 250, 3 if 350, 4 if 450, 5 if 550 (unit: 10,000won)	3.01	1.27
Whether live in Seoul or not (seoul) - 1 if live in Seoul, otherwise 0	0.68	0.47
Average driving experience (avg_dr) - 1 if under 5 years, 2 if 5~10 years, 3 if 10~15 years, 4 if 15~20 years, 5 if over 20 years	2.47	1.19
Traffic information is needed (need) - 1 if strongly agree, 2 if agree, 3 if neutral, 4 if disagree, 5 strongly disagree	1.61	0.58
When the traffic information is mostly needed (wheneed) - 1 if commute, 2 if business trip, 3 if shopping trip, 4 if leisure trip	2.75	1.28
Frequency to use the traffic information (fre_info) - 1 if everyday, 2 if over 3 times per week, 3 if over 1 times per week, 4 if other	2.56	0.85
Frequency to drive in the downtown (fre_dr) - 1 if everyday, 2 if 5~6 times per week, 3 if 3~4 times per week, 4 if under 2 times per week, 5 if under 4 times per month	3.19	1.24
Trip purpose (trip) - 1 if commute, 2 if shopping, 3 if business trip, 4 if leisure	1.99	1.14
The time that trip mostly occurred (usetime) - 1 if 6~9 hour, 2 if 9~12 hour, 3 if 12~15 hour, 4 if 15~18 hour, 5 if 18~21 hour, 6 if 21~24 hour	2.79	1.62
Daily average driving time (dr_t) - 1 if under 1 hour, 2 if 1~2 hours, 3 if 3~4 hours, 4 if 5~6 hours	1.66	0.67
Experience to use traffic information before trip (pre_trip) - 1 if use, otherwise 0	0.83	0.37
Experience to use traffic information in trip (in_trip) - 1 if use, otherwise 0	0.88	0.32
Navigation in the vehicle (navi) - 1 if possess, otherwise 0	0.91	0.29
Hi-Pass in the vehicle (hipass) - 1 if possess, otherwise 0	0.53	0.50
Smart phone (smart) - 1 if possess, otherwise 0	0.57	0.50
Willingness to pay for real-time traffic information (wtp)	86.81	149.23

<Table 5> Valuation of traffic information by peak / non-peak

Variable name	Full model (Std.dev)	Peak model (Std.dev)	Non peak model (Std.dev)
Constant	1.84‡ (0.09)	1.84‡ (0.11)	2.20‡ (0.14)
gen 1 if man	0.74‡ (0.18)	1.04‡ (0.23)	-
inc_250 1 if monthly income is 2,500,000 won	0.45† (0.19)	0.60† (0.26)	1.21‡ (0.28)
seoul 1 if live in Seoul,	0.60‡ (0.14)	0.58‡ (0.21)	0.68‡ (0.23)
trip_biz 1 if commute / shopping trip	0.44† (0.18)	-	-
drt_low 1 if daily average driving time is under 2 hours	1.13‡ (0.20)	1.49‡ (0.27)	2.54‡ (0.24)
when_com 1 if traffic information is mostly needed for commuting	19.2‡ (0.22)	1.63‡ (0.29)	1.26‡ (0.35)
when_lei 1 if traffic information is mostly needed for leisure trip	1.61‡ (0.20)	0.28‡ (0.28)	-
fre_dr_hi 1 if frequency to drive in downtown is over 5~6 times per week	0.95‡ (0.28)	0.82† (0.39)	1.54‡ (0.42)
Sample size	392	212	180
Number of parameter	9	8	6
log-likelihood (β)	-835.6269	-450.1721	-408.6648
Estimated WTP (won)	26.1	28.5	16.3

* Confidence Interval : † > 95%, and ‡ > 99%

를 나타내었다. 반면, 운전경력이 짧고 자동차 이용 빈도가 낮아 도로 및 교통환경에 익숙하지 않은 응답자일 경우 교통정보에 대한 지불의사가 높은 것으로 나타났다.

V. 교통정보의 가치 세분화

1. 통행시간대에 따른 가치 세분화

통행시간대에 따라 교통정보의 가치가 달라지는지 알아보기 위해 통합모형(full model)을 분석하고 이를 첨두시 통행자 그룹과 비첨두시 통행자 그룹으로 구분하여 2개의 서브모형을 분석하였다. 여기서 첨두는 오전·오후 각 3시간씩의 첨두시간을 말하며, 이를 통해 통합모형에서 제시하는 교통정보에 대한 WTP와 첨두 및 비첨두시의 WTP를 추정하여 시간대에 따라 어떠한 차이가 있는지를 살펴본다. 마지막으로 추정 결과에 대해서는 우도비 검정(Log-

〈Table 6〉 Coefficient stability test results

Transferability Test	
$LL(\beta_{fullmodel})$	= -835.6269
$LL(\beta_{peakmodel})$	= -450.1721
$LL(\beta_{nonpeakmodel})$	= -385.2677
$LR = -2 [LL(\beta_{full}) - LL(\beta_{peak}) - LL(\beta_{nonpeak})]$	=
0.3742 < 33.7199 (99% C.I., the degree of freedom 9)	

likelihood Ratio Test)을 수행하여 통행시간대에 따른 교통정보 가치의 세분화가 통계적으로 유의한지 검정하였다.

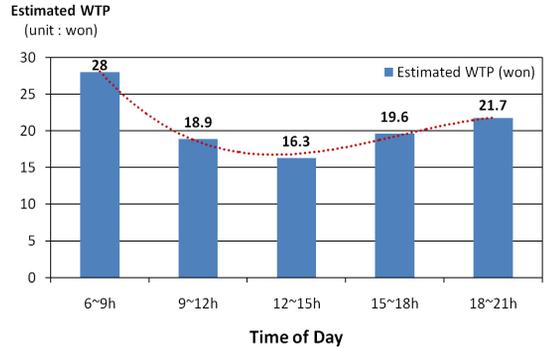
다만, 본 연구에서는 특정 링크를 대상으로 조사를 한 것이 아니고 SP조사를 이용하여 피설문자의 인지 속에 내재되어 있는 침두·비침두 상황에 따른 WTP의 차이를 보고자 한 것이므로 침두와 비침두의 구분은 교과서적인 수준에서 설정한 점을 밝혀 둔다. 또한 이러한 구분에 대한 신뢰성을 제고하기 위해 데이터를 구분한 것에 대한 통계적 유의성을 검증(LR test)하였다.

1) 추정 결과

모형에 포함될 변수간의 상관분석을 통해 변수간의 관계를 살펴 본 결과 95% 신뢰수준에서 전체 소득수준(income)과 전 연령(age)간에는 상관성이 존재하는 것으로 나타났으며, 연령의 경우 평균운전경력(avg_dr)과 스마트폰 보유여부(smart)와도 상관성이 높게 나타나 이 중 한 변수만을 사용하여 모형을 최적화시켰다.

〈Table 5〉의 통합모형 분석결과 서울시내 VMS 교통정보에 대한 지불의사액은 교통정보 1건당 26.1원인 것으로 나타났다. 교통정보에 대해 긍정적인 지불의사를 가지고 있는 그룹은 남자이고, 월평균 소득이 250만원이며, 서울에 거주하고, 하루 평균 운전시간이 2시간 미만이며, 교통정보가 가장 필요할 때가 통근시와 여가통행시라고 생각하는 사람으로 서울시내 운전횟수가 주 5~6회 이상인 사람으로 나타났다. 침두모형 분석결과 통합모형에서 추정된 WTP에 비해 1.1배 많은 28.5원으로 추정되어 침두시 통행하는 사람들이 교통정보의 가치를 더욱 높이 평가하는 것으로 드러났다. 반면 비침두모형으로 추정된 WTP는 16.3원으로 비침두시 통행하는 사람들은 교통정보의 가치를 통합모형에서 추정된 WTP의 62% 수준으로 평가하는 것으로 나타났다.

이와 관련된 선행연구 결과가 없기 때문에 침두 및 비침두에 따른 교통정보에 대한 WTP의 변화를 비교할 수



〈Figure 3〉 WTP for traffic information by the time of day

없으나, 직관적으로 볼 때 침두시 통행하는 사람들이 VMS 교통정보를 더욱 선호하는 것으로 볼 수 있다.

2) 계수의 전이성(Transferability) 검정

본 연구에서 추정한 교통정보에 대한 WTP 추정모형간 전이성(Transferability) 여부를 통계적으로 파악하기 위해 우도비 검정을 시행하였다. 우도비 검정에 대한 귀무가설(H_0)은 침두모형(Peak model)과 비침두모형(Non peak model)의 계수간 전이성이 존재한다는 것이다.

우도비는 식(3)으로 산정되며, 카이제곱분포를 따른다. 식(3)에서 $L(\beta_U)$ 는 변수를 제약하지 않은 통합모형(full model, unrestricted estimates)으로 추정된 우도값이며, $L(\beta_R)$ 는 일부 변수가 제약된 모형으로 통합모형의 특수한 경우(specific case)로 볼 수 있으며, 본 연구에서는 침두모형과 비침두모형을 의미한다.

$$LR = -2 [L(\beta_U) - L(\beta_{R1}) - L(\beta_{R2})] \sim \chi^2 \quad (3)$$

〈Table 6〉과 같이 각 모형의 우도값을 적용하여 산정된 우도비(0.3742)는 자유도가 9이고 99% 신뢰구간에서의 카이제곱 값(Critical value)보다 작은 것으로 나타나 귀무가설(H_0)을 기각하지 못하였다. 따라서 침두모형과 비침두모형의 계수간 전이성이 있는 것으로 판단할 수 있다. 이러한 가설검정결과는 결국 통행시간대별로 교통정보의 가치를 세분화하는 것이 통계적으로 유의함을 증명한다고 볼 수 있다.

3) 시간대별 교통정보 가치 세분화

시간대별 표본수를 통계적으로 유의하게 확보한 모형

〈Table 7〉 Valuation of traffic information by trip purpose

Variable name	Trip purpose		
	Commute (Std.dev)	Business (Std.dev)	Non-business (Std.dev)
Constant	2.29‡ (0.07)	1.87‡ (0.22)	2.43‡ (0.17)
gen 1 if man	1.75‡ (0.22)	2.14‡ (0.31)	1.45‡ (0.28)
age_2030 1 if between 20 and 29	1.11‡ (0.29)	-	-
pre_trip 1 if traffic information is provided before trip	2.15‡ (0.31)	1.08‡ (0.37)	2.27‡ (0.27)
income_250 1 if monthly income is 2,500,000 won	-	1.53‡ (0.57)	0.81‡ (0.40)
smart 1 if someone possess smart phone	-	-	0.77‡ (0.32)
Sample size	188	54	150
log-likelihood (β)	-430.461 0	-113.290 4	-354.6532
Estimated WTP (won)	20.4	11.4	15.5

* Confidence Interval : † > 95%, and ‡ > 99%

을 구축하기 위해서는 최소 1,600부 이상의 대규모 조사가 필요한데, 이를 충족시키기에는 예산 및 시간이 부족하다. 따라서 본 연구에서는 후행 연구에 조금이나마 도움이 되고자 통계적으로 유의한 표본수는 아니지만 시간대별로 평균 WTP에는 어떠한 차이가 있는지를 간략히 살펴보았다.

〈Figure 3〉에서와 같이 시간대별로 WTP가 변하는 모습을 알 수 있다. 교통정보에 대한 WTP는 오전 6~9시 통행하는 그룹에서 가장 높게 추정되었으며, 낮시간대에 감소하다가 오후 첨두시에 다시 증가하는 형태를 나타내고 있다. 이러한 변화추이는 교통량의 시간대별 변화와 유사한 형태를 보이고 있어 Zhang 외(2008)의 연구에서와 마찬가지로 시간대별 교통정보에 대한 가치 세분화의 필요성을 제시하는 것으로 판단된다.

2. 통행목적에 따른 가치 세분화

도로 및 철도와 같은 교통시설 투자평가시에도 통행 목적에 따라 통행시간의 가치가 구분되어 적용되는 것과 마찬가지로 ITS사업의 투자평가 시에도 이러한 구분이 필요할 것으로 판단된다. 통행목적에 따른 교통정보 가

치 세분화의 필요성은 오성호 외(2010)의 연구에서 이미 제시된 바 있다. 이에 본 연구에서는 통행목적별로 세분화된 교통정보의 가치를 추가적으로 제시함으로써 ITS사업의 교통정보제공편익을 산정하는데 첨두 및 비첨두와 같은 통행시간대나 통행목적 등과 같은 기준으로 세분화된 가치 활용의 가능성과 필요성을 간략히 밝히고자 한다.

설문조사 결과 업무출장시 이용하는 교통정보에 대한 WTP 응답이 가장 낮은 수준으로 나타나 업무통행에 업무출장통행은 포함하지 않고 통근(commute)통행과 업무출장(business)통행, 쇼핑 및 여가통행인 비업무(non-business)통행모형으로 각각 구분하여 추정하였다. 통행목적에 따른 교통정보 가치 추정모형분석에서 통계적 유의성을 가지는 변수는 통행시간대별 가치 추정모형과 일치하지는 않는 것으로 나타났다. 즉, 통행전 교통정보 이용경험(pre_trip)이나 스마트폰 보유여부(smart)는 통행시간대별 가치 추정모형에서는 유의하지 않은 변수였다. 〈Table 7〉에 제시한 바와 같이 통근통행시 교통정보에 대한 WTP는 건당 20.4원으로 가장 높고, 비업무 통행시 15.5원, 업무 통행시 11.4원 순으로 나타났다. 통행시간대에 따른 교통정보의 다양한 가치는 향후 ITS사업의 정보제공편익 산정 결과의 합리성을 제고하는데 활용이 가능할 것으로 판단된다.

VI. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

본 연구는 ITS 사업의 중요한 부분을 차지하고 있고 향후 정보통신기술의 발달에 따른 확대가 예상되는 교통정보제공사업에 대한 편익을 보다 합리적으로 계량화하기 위한 목적으로 수행되었으며, 이와 같은 연구를 통해 교통정보제공사업의 편익 산정시 ITS사업을 결정하는 정책결정자 뿐 아니라 정보 이용자 입장도 고려할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에 수행한 설문조사에 따르면 교통정보에 대한 지불의사는 20~30대 연령인 경우, 통근목적 통행시에 높게 나타난 반면, 업무출장 통행시 느끼는 WTP는 쇼핑이나 여가통행시보다 낮은 것으로 나타났다. 그리고 도로 및 교통환경에 익숙하지 않은 응답자일수록 교통정보에 대한 지불의사가 높은 것으로 나타났다.

VMS 교통정보의 가치 세분화의 필요성을 증명하기 위해 통행시간대와 통행목적에 따라 총 6개 모형을 추정하였다. 유효표본 392부에 근거한 통합모형 분석결과 서울시내 VMS 교통정보에 대한 지불의사액은 교통정보 1건당 26.1원인 것으로 나타난 반면, 침두모형의 경우 28.5원, 비침두모형에서는 16.3원으로 추정되어 침두시에 통행하는 사람들이 교통정보의 가치를 더욱 높이 평가하는 것으로 드러났다. 침두모형과 비침두모형의 계수간 전이성을 판단하기 위해 우도비검정을 수행한 결과, 침두시와 비침두시로 교통정보의 가치를 세분화하는 것이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 또한 주행시간대를 3시간 간격으로 나누어 추정된 시간대별 WTP의 변화가 일 교통량의 시간대별 변화와 유사한 추이를 나타내고 있음을 알 수 있었다. 또한 통행목적별 교통정보에 대한 WTP변화를 살펴본 결과 통근 통행목적시 20.4원으로 가장 높고, 비업무통행시 15.5원, 업무출장통행시 11.4원 순으로 나타났다.

이와 같은 통행시간대 및 통행목적에 따른 교통정보의 다양한 가치는 향후 ITS사업의 정보제공편익 산정 결과의 합리성을 제고하는데 활용이 가능할 것으로 판단된다. 본 연구의 의의는 교통정보제공편익의 합리적 산정이며, 이를 통해 통행시간절감편익이 대부분을 차지하는 도로 및 철도사업의 투자평가치에 의해서가 아니라 교통정보제공편익이 대부분을 차지하는 ITS사업의 특성을 고려한 실질적인 교통정보제공편익이 산정되고 궁극적으로는 이 결과가 사회적으로 인정받을 수 있는 공감대를 형성하는 것이다.

2. 본 연구의 한계 및 향후 과제

본 연구에서는 통행시간대에 따른 교통정보가치의 변화를 살펴보고자 하였으나, 여러 가지 제약에 의해 몇 가지 한계가 있으므로 이를 명확히 밝혀 향후 과제에 도움이 되고자 한다.

첫째, 선행연구(8)에 따르면 운전자는 일반적으로 사고나 혼잡에 관한 정보와 대체도로의 이용정보를 선호한다. 따라서 VMS를 통해 제공되는 정보유형에 따라라도 가치가 변화할 것으로 예상되나 본 연구에서는 정보선호에 대해서는 세분화하지 못하였다. 그 이유는 크게 두 가지로 볼 수 있는데, 첫째, 현시선호(Revealed preference)가 아닌 잠재선호(Stated preference)를 이용한 설문조사에서 응답자가 세분화된 교통정보에 대해 차별화된 지불의

사를 제시할 만큼 명확하게 교통정보의 유형 차이를 인지한다고 신뢰할 수 없기 때문이다. 둘째, 도로의 소통상황에 따라 VMS 정보제공전략이 바뀌기 때문에 이를 반영하기가 어렵기 때문이다. 즉, 정체 수준에 따라 일상적인 교통정보와 우회 또는 사고정보의 표출비율이 달라지기 때문이다. 일반적으로 우리나라 지자체의 ITS센터는 교통소통에 따라 6~7개의 정보제공시나리오를 가지고 있다.

둘째, 본 연구에서는 불특정 다수를 대상으로 제공되는 VMS 교통정보의 가치만을 다루었으나, 교통정보 제공매체는 다양하므로 이에 대한 매체별 가치 비교도 가능할 것으로 판단된다. 또한 교통정보에 제공시기에 따라라도 교통정보의 가치가 달라질 것으로 예상된다. 즉, 통행 중(on trip)에 제공되는 교통정보를 통한 체계최적(System Optimum) 보다는 통행 전(pretrip)에 제공되는 교통정보의 네트워크 분배효과가 더욱 클 것으로 예상되며, 절감된 통행시간에 따른 교통정보의 가치 추정 뿐 아니라 교통정보에 따른 이용자의 행태분석도 가능할 것으로 판단된다. 따라서 향후 침단교통관리(ATMS)나 통행전 교통수요관리 등의 타분야와 복합적으로 고려된 연구가 필요할 것으로 판단된다.

셋째, 본 연구는 기존 관련 연구에서 교통정보의 가치가 시간 및 목적에 따라 세분화되지 않고 일단위의 원단위로 ITS사업의 편익 추정에 적용되는 점에 대한 문제점 인식에서 시작되었기 때문에 교통정보의 가치를 세분화하여 화폐가치화하고 이의 통계적 유의성을 제시함으로써 가치를 세분화해야 하는 필요성을 제시하는 데 의의를 두었다. 다만, 결국 본 연구에서 의도하고 있는 합리적인 ITS사업의 편익 추정을 위해서는 운전자의 다양한 교통상황 및 통행 특성에 근거하여 세분화된 가치를 도출하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 따라서 향후 연구에서는 다양한 조건의 운전자가 어떻게 교통정보에 가치를 부여하는지를 살펴볼 필요가 있다.

넷째, 본 연구에서는 침두와 비침두의 구분이 경로상에서 링크마다 다를 수 있는 점을 고려하지 못하였다. CVM을 이용한 WTP 추정시 경로마다의 특성에 따른 설문 자체가 어렵기 때문이다. 이를 위해서는 특정 도로의 주행상태에 있는 운전자를 대상으로 설문조사가 이루어져야 하므로 조사예산 및 인력, 장비가 필요하다. 향후 이와 관련해서는 Zhang 외(2008)의 연구(27)를 참고하면 좋을 것이다.

REFERENCES

1. The Ministry of Land(2008), Transport and Maritime Affairs, KOTI, A Study on improvement in estimation of the benefit in (preliminary) feasibility test of rail projects, pp.39~82.
2. Jun-jung, Kim, Ui-eun, Lee(2004), A Comparative Study about a Value Estimation Method of the Traffic Information -Based on Freeway Traffic Information, Journal of Korean Society of Civil Engineering, Vol.24, No.6D, pp.881~888.
3. BIN, Miyoung-KIM, hyobin(2005), Investigating the Monetary Value of Bus Arrival Time Information, Journal of Korean Society of Transportation, Vol.23, No.6, Korean Society of Transportation, pp.81~89.
4. Sung-ho, Oh, Ho-jung, Kim, Jun-ki, Kim (2010), The appraisal of Smart-Infrastructure Investments -Focusing on Smart-Transport Infrastructure, KRIHS, pp.29~62.
5. Tae-ho, Yoo, Ki-young, Lee, Sang-soo, Lee, Young-tae, Oh(2009), Quantification of the Value of Freeway VMS Traffic Information, Journal of Korean of Road Engineering, Vol.9, No.3, 2007, pp.63~74.
6. RHEE, Kyoung Ah·KIM, Joon-Ki·OH, Sungho·LEE, Young-Ihn(2011), Underlying Values of Real-time Traffic Information on Variable Message Sign Using Contingent Valuation Method(CVM), Journal of Korean Society of Transportation, Vol.29, No.3, Korean Society of Transportation, pp.61~72.
7. Jae-young, Lee, Ki-ju, Choi(2011), Estimation and Application of the Value of Travel Time by Time Period: A Case Study of Downtown Highway Expansion Project, Journal of Korean Society of Civil Engineering, Vol.31, No.1D, pp.7~15.
8. Alena Erke, Fridulv Sagberg, Rolf Hagman, Effects of route guidance variable message sign(VMS) on driver behavior, Transportation Research Part F, Vol.10, pp.447~457.
9. Arrow, Kenneth, Robert Solow, Paul R. Portney, Edward E. Leamer, Roy Radner, and Howard Schuman(1993), Contingent Valuation Methodology Report (Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation), Federal Register 58, pp.4602~4614.
10. Bovy, P.H.L. and Stern, E.(1990), Route Choice: Way finding In Transport Networks, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
11. David Brownstone, Arindam Ghosh, Thomas F. Golob, Camilla Kazimi, Dirk Van Amelsfort (2003), "Drivers' willingness-to-pay to reduce travel time: evidence from the San Diego I-15 congestion pricing project", Transportation Research A 37, Elsevier, pp.373~387.
12. Doohee Nam, Fred Mannering(2000), An exploratory hazard-based analysis of highway incident duration, Transportation Research A, Vol.34, pp.85~102.
13. D. Levinson(2003), The value of advanced traveler information systems for route choice, Transportation Research Part C Vol.11, pp.75-87.
14. Farideh Ramjerdi & Johanna Lindqvist Dillén(2007), Gap between Willingness-to-Pay and Willingness-to-Accept Measures of Value of Travel Time: Evidence from Norway and Sweden, Transport Reviews, Vol.27, No.5, pp.637~651.
15. Fosgerau, M. and L. Engelson(2011), The value of travel time variance, TR-B, Vol.45, Issue.1, pp.1~8.
16. Hoenenagel, R.(1994), The contingent valuation method: scope and validity, Vrije Universities, Amsterdam.
17. Kenyon, S. and Lyons, G.(2003) The value of integrated multimodal traveller information and its potential contribution to modal change, Transportation Research, 6F, pp.1~21.

18. Kevin J. Boyle, CONTINGENT VALUATION IN PRACTICE, Chapter 5 in Champ, P.A., K.J. Boyle and Th.C. Brown(2003), A Primer on Nonmarket Valuation, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers: pp.111~169.
19. Khattak, A. J., Y. Yim and L. S. Prokopy(2003), Willingness To Pay For Travel Information, Transportation Research C, Vol.11, pp.137~159.
20. Kim, J. K., Y. Wang and G. F. Ulfrasson(2007), Modeling the Probability of Freeway Rear-End Crash Occurrence, Journal of transportation engineering, Vol.133, No.1, pp.11~19.
21. Louis D. Wolinets, Asad J. Khattak, and Youngbin Yim, Why will some individuals pay for travel information when it can be free?, Transportation Research Record of TRB, No.1759, 2007, pp.9~18.
22. Macchow, Matthew, Kanafani, Adib(1999), Some Aspects of the Market for Broadcast Traffic Information, California PATH Working paper, UCB-ITS-PWP-99-9
23. Mitchel, R.C. and R.T. Carson(1989), Using surveys to value public goods: the contingent valuation method, John Hopkins University Press for Resources for the Future, Washington D.C., pp.223~226.
24. Sung-ho Oh, Kyoung-ah Rhee and youn-soo Kang(2008), "How much for the real-time traffic information on VMS?", 15th World Congress on Intelligent Transport System (New York, America).
25. William H. Greene(2008), Econometrics Analysis, 6th ed. Pearson Education, pp.931~938.
26. Yin-Yen Tseng, Erik T. Verhoef(2008), Value of time by time of day_A stated-preference study, Transport Research Part_B, Vol.42, pp.607~618.
27. Zhang, L. and D. Levinson(2008), Determinants of Route Choice and Value of Traveler Information, Transportation Research Record, No.2086, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp.81~92.

✉ 주 작성자 : 이경아
 ✉ 교신저자 : 이경아
 ✉ 논문투고일 : 2011. 8. 31
 ✉ 논문심사일 : 2011. 10. 24 (1차)
 2011. 11. 9 (2차)
 2011. 11. 16 (3차)
 ✉ 심사판정일 : 2011. 11. 16
 ✉ 반론접수기한 : 2012. 6. 30
 ✉ 3인 익명 심사필
 ✉ 1인 abstract 교정필