

고속도로 이용자 설문을 통한 하이패스 이용선호 영향 요인 분석

고용석* · 임현섭** · 노정현***

Factor Analysis Influencing ETCS Purchase Decisions

Ko, Yongseok (Ph. D. Candidate, Dept. of Urban Planning and Engineering, Hanyang Univ.)

Im, Hyunseop (Associate Research Fellow, Korea Research Institute for Human Settlements)

Rho, Jeonghyun (Professor, Graduate School of Urban Real Estate, Hanyang Univ.)

I	서론
II	관련 문헌 및 방법론 1. 문헌고찰 2. 로지스틱 회귀모형
III	데이터 1. 설문조사 개요 2. 설명변수자료
IV	모형구축과 분석결과 1. 모형구축 2. 분석결과
V	결론 및 정책제언

2017년 7월 2일 접수, 2017년 8월 28일 최종수정, 2017년 9월 20일 게재확정

* 한양대학교 도시공학과 박사과정 수료(주저자)

** 국토연구원 연구원

*** 한양대학교 도시대학원 교수(교신저자)

Abstract

고속도로 통행료 자동징수시스템인 하이패스는 2007년 도입 이후 고속도로 통행료 결제 방식에 변화를 불러왔으며, 2017년 하반기 경에는 고속도로 이용자 중 80%가 하이패스를 이용할 전망이다. 십여 년에 걸쳐 진행된 하이패스 이용률 증진과 향후 이용 제고는 고속도로 요금징수 시스템 변화를 위한 기반으로 스마트 톨링 도입 시기를 결정할 주요 판단지표 중 하나가 될 것으로 예상된다. 본 연구는 고속도로 이용자들 중 하이패스 이용자와 비이용자를 대상으로 수행한 설문조사결과를 토대로 개인의 사회경제특성변수, 고속도로 이용특성변수 등의 관련요인을 검토하고 하이패스 이용을 선호하는 주요 요인을 찾기 위해 로지스틱 회귀분석(Logistics Regression Analysis)을 수행하였다. 분석결과 30대 이상 60대 미만의 연령대, 2대 이상의 차량보유대수, 2,500cc 이상의 대형 차량보유, 출퇴근 및 업무를 위한 고속도로 이용 목적을 가진 경우 하이패스를 이용한 결제방식의 이용선호에 긍정적 영향을 미치는 것으로 분석되었고, 주당 고속도로 이용횟수가 1회 미만이거나 1~2회인 경우, 하이패스 이용선호에 부정적 영향을 미치는 것으로 판단되었다. 해당결과는 차량 및 교통관련 구매력이 확보되어 있고 상대적으로 빈번하게 고속도로를 이용하는 경우 하이패스 이용선호를 높이는 경향이 있다고 해석된다.

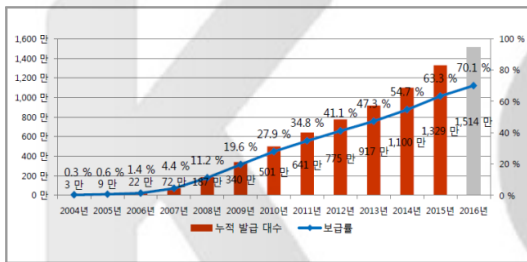
■ 주제어: 하이패스, 로지스틱 회귀분석, 자동요금징수체계

Hi-Pass was introduced as ETCS in 2007 and brought about a shift in toll collection system. More than 80% of expressway users are expected to have Hi-Pass in the second-half of 2017. Constant increase in Hi-Pass use over the past decade and its growth outlook in the future become the foundation of a shift in tolling system and will be a critical indicator to decide when to adopt smart tolling system. This study examines factors like socio-economic variables and expressway attributes based on a survey of both Hi-Pass users and non-users. It also conducts Logistics Regression Analysis to identify main factors of Hi-Pass use. The survey shows that those who are at the age between 30 and 60, have 2 cars or more, have a car with 2,500cc at least, and use expressways for commute or business trip prefer to pay toll fees with Hi-Pass. Meanwhile, those who use expressways twice or less a week turn out to be not intended to use Hi-Pass. Such results mean that you would be more willing to use Hi-Pass if you have economic power to spend on transport-related goods and services or frequently use expressways.

■ Keywords: ETCS, Logistics Regression Analysis

I. 서론

하이패스는 우리나라 고속도로에 2007년 12월 전국적으로 도입된 ETCS(Electronic Toll Collection System)이다. 도입 이후 하이패스 단말기 보급대수는 꾸준히 증가하여 2016년 10월 기준 누적 1,514만 여 대로 국내 차량등록대수(2,162만 대, 2016. 10.)의 70.1%에 해당하는 보급률을 나타내고 있다(한국도로공사, 2016). 또한 하루 고속도로 교통량 중 하이패스 이용 차량의 비율을 나타내는 하이패스 이용률은 2016년 12월 기준 75.9%를 나타냈고, 2017년 올해 6, 7월경을 기점으로 80%를 갱신할 것으로 예상된다(한국도로공사, 2017).¹⁾



(그림 1) 하이패스 단말기 보급현황 및 보급률²⁾

일본의 경우 ETCS 이용률이 90%에 이르고 있어 스마트 IC 적용을 통한 영업소 및 인터체인지 등 유관시설의 규모 간소화와 같은 도로체계 변화가 이루어지고 있다(안중근 외, 2011). 현재의 하이패스 이용률은 일정수준으로 높아진 상황이지만 일본 수준의 이용률 증진을 위해서 이용집단과 비이용 집단의 이용선호요인에 대한 구체적인 분석을 통해 선호요인의 특성 도출과 전략적 이용확대방향 설정이 필요하다. 십여 년에 걸쳐 진행된 하이패스 이용률 증진과 향후 이용 제고는 고속도로 요금징수 시

시스템 변화를 위한 기반으로 스마트 톨링 도입 시기를 결정할 주요 판단지표 중 하나가 될 것으로 예상된다.

본 연구는 고속도로 이용자들 중 하이패스 이용자와 비이용자를 대상으로 수행한 설문조사결과를 토대로 하이패스 이용선호 주요 요인을 찾기 위해 로지스틱 회귀분석(Logistics Regression Analysis)을 수행하고 분석결과를 통해 시사점을 제시하고자 한다.

II. 관련 문헌 및 방법론

1. 문헌고찰

본 연구와 관련하여 ETCS 관련 기술 및 안전관련 정책분야 연구, 경제적 타당성 평가 등 사업운영 효과와 관련 연구, 하이패스 서비스 선호도와 같은 현황 및 운영개선에 관한 연구가 있다. 주요 관련 선행연구는 다음과 같다.

이용택(1998)의 연구에서는 인천공항고속도로를 대상으로 ETCS 이용률 추정에 관한 연구를 수행하였다. 이용률 추정을 위해서 유사 해외사례를 기반으로 과거 추세 연장법을 적용하여 분석하였다. 향후 ETCS 이용률보다 차량 증가율이 작다면 차선 확장이 필요 없는 것으로 결론짓고 있다. 김홍철(2004) 연구는 고속도로 ETCS에 적용된 핵심기술인 단거리전용통신(DSRC)의 하이패스 적용사례와 국내외 표준 및 방식별 비교를 조사하고, 기존 하이패스의 통신방식 문제점을 개선하기 위해 능동형 DSRC 성능시험을 토대로 적용성을 제시하였다.

이상건(2001)은 하이패스 시범사업을 중심으로 ETCS 효과를 분석하였다. 하이패스 이용률이 30%

1) 한국도로공사 하이패스 서비스 홈페이지(<https://www.excard.co.kr/board/NoticeDetail.do>), [2017.06.20].

2) 한국도로공사, 『Hi-pass 단말기 고객정보관리체계 구축 연구용역』 관련 발표자료, 2016.

넘는 경우 경제적 타당성이 있는 것으로 제시하였다. 정종식(2004)은 하이패스 시범사업 효과분석 및 확대방안(국토연구원, 2000)의 분석방법을 준용하여 ETCS 단말기 장착 의무화 시의 효과분석에 적용하였다. 효과분석을 위해 시설운영자(인건비 절감, 건설 및 유지관리비 절감), 사용자(통행시간 절감, 차량운행비 절감), 사회적 측면(환경오염 절감)으로 구분하고 각각에 대한 타당성을 평가하였다. 단말기 장착을 의무 도입한다는 전제하에 분석한 결과는 시설운영자 측면에서 약 7,559억 원, 이용자 측면에서 약 1,578억 원, 사회적 측면에서 약 3.9억 원으로 긍정적인 효과가 있는 것으로 결론을 제시하였다.

장성조(2008)는 하이패스 이용자를 대상으로 서비스 측면의 만족도가 하이패스 재사용에 영향을 미치는 관계를 규명한 연구를 수행하였다. 해당 연구는 단말기 서비스 품질, 전자카드 서비스 품질, 시설 서비스 품질, 콜센터 서비스 만족도가 하이패스 재이용 의사에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 결론지었다. 전연후(2003)는 창녕터널에 도입 예정인 ETCS를 대상으로 이용자의 선택행태를 로지스틱 모형으로 분석하였다. 이용 예정자에게 가상의 시나리오 상황(통행료와 단말기 구입비용 등)을 주어 이용자가 창녕터널 통과 시 ETCS 선택여부에 대하여 모형을 구축하여 단말기 보조금, 통행시간 절감, 요금 할인율 등에 있어 이용자의 선택이 결정되는 것으로 결과 제시하고 있다. ITS KOREA(2007)는 하이패스 효과분석 및 이용자 만족도 조사에서 하이패스 전반에 대한 만족여부를 조사하였다. 즉 향후 지속적인 이용 확대를 위한 우선적으로 개선해야 하는 주요 요인을 도출하기 위해서 이용형태, 이용만족도, 단말기 가격 민감도, 하이패스 차로운영 방법 등에 대하여 설문조사를 시행하였다. 분석결과 단말기 가격인하, 통행료 할인, 단말기 구매 및 카드충전 장소 확대 순서로 보급정책을 추진해야 고객만족도가 향상된다고 점을 강조하였다. 안중근

(2011)은 하이패스 비이용자가 향후 구매를 결정하게 되는 주요 요인을 찾기 위해 하이패스 비이용자를 대상으로 설문조사를 실시하고 로지스틱 모형을 활용하여 구매의사 모형을 개발하였다. 분석 결과, 고속도로 이용 빈도가 높고, 단말기 구매 및 설치 절차에 대한 만족도가 높으며, 통행시간 절감에 대한 기대가 큰 이용자들이 하이패스 구매의사가 높은 것으로 나타났다.

기존 연구에서는 ETCS 이용을 추정(이용택), 관련 통신기술 개선검토(김홍철), 기대 사업효과 분석(이상진, 정종식), 서비스 만족도 관련 조사 및 영향검토(장성조, ITS KOREA), 특정구간의 시나리오별 ETCS 선택행태 연구(전연후), 하이패스 비이용자를 대상으로 로지스틱 모형을 활용한 구매의사 모형개발(안중근) 등이 수행되었다. 기존 연구들은 하이패스 관련 장래 영향 및 기대효과를 시나리오 설정 및 모형구축 등의 방법론을 통해 추정하는 연구를 수행하였으나 보급 이후 시점의 추정결과 검증 등의 과정이 별도로 이루어지지 않았고, 실제 이용현황 조사를 수행한 연구의 경우, 하이패스 비이용자만을 분석대상으로 설정하여 분석 한계를 가진다. 본 연구는 하이패스 개통 이후 일정시점에 이용자와 비이용자 모두를 대상으로 설문조사를 수행하고 로지스틱 회귀모형을 활용하여 보다 현실적이고 실질적인 하이패스 이용선호 분석결과를 도출한 것으로 기존 연구와 차별된다고 할 수 있다.

2. 로지스틱 회귀모형

로지스틱 회귀모형(Logistic Regression Analysis)은 독립변수의 선형결합을 이용하여 사건의 발생가능성을 예측하는데 사용되는 통계기법으로 독립변수의 선형결합으로 종속변수를 설명한다는 관점에서는 회귀분석, 판별분석과 유사하나 종속변수가 이항형으로 나타나야 한다.

본 연구는 기존 하이패스 이용자와 비이용자를 대상으로 이용선호에 영향을 미치는 요인을 분석하고자 모형을 구축하는 것이 목적으로 이용과 비이용에 대한 이항형 종속변수의 특성을 가지므로 로지스틱 회귀모형을 이용하는 것이 적합한 것으로 판단된다.

로지스틱 회귀분석의 일반구조를 이용하여 나타낸 본 연구의 분석모형은 다음과 같다.

$$P(F_i = 1|X_i) = \frac{\exp[f(X_i, \beta)]}{1 + \exp[f(X_i, \beta)]} \quad (1)$$

$$f(X, \beta) = \sum_{j=1}^p (\beta_j X_j) + \alpha \quad (2)$$

$$f = \ln \frac{P}{1-P} \quad (3)$$

여기서, P : 하이패스 이용($F=1$)이 발생할 확률

F_i : 설문대상자 i 의 하이패스

이용여부($F_i=0,1$)

X_i : 이용여부에 대한 독립변수

$f(X, \beta)$: 변수 X 와 계수 β 로 구성된 선형함수

α : 상수

일반적으로 사건이 발생할 확률이 사건이 발생하지 않을 확률의 몇 배인지를 나타내는 오즈(Odds)는 다음 식(4)와 같이 정의된다.

$$Odds = \frac{P}{1-P} \quad (4)$$

로지스틱 회귀모형에서 해당 오즈는 식(5)와 식(6)과 같이 표현되며, 모형의 특정 설명변수 X 가 한 단위 변화 시의 오즈의 한계율은 오즈비(Odds ratio)라 한다.

$$Odds(x) = \frac{P(x)}{1-P(x)} = \exp[f(x, \beta)] \quad (5)$$

$$Odds(x+1) = \frac{P(x+1)}{1-P(x+1)} = \exp[f(x+1, \beta)] \quad (6)$$

$$Odd \left\{ \begin{matrix} X=x+1 \\ X=x \end{matrix} \right\} = \frac{\exp[f(x+1, \beta)]}{\exp[f(x, \beta)]} = \frac{\exp[f(x, \beta)] \cdot \exp(\beta)}{\exp[f(x, \beta)]} = e^\beta \quad (7)$$

이때, 오즈비는 변수 X 가 한 단위 증가 시 e^β 배 만큼 증가한다고 해석한다. 즉 특정변수(X)의 계수(β)가 양수인 경우 변수의 오즈비는 1보다 크게 (Odds ratio>1)되고, 계수가 음수인 경우 오즈비는 0에서 1 사이의 값(0<Odds ratio<1)을 가지게 된다. 계수값이 0인 경우는 모형에 있어 의미가 없으므로 고려하지 않는다.

III. 데이터

1. 설문조사 개요

해당 데이터를 구축하기 위한 설문조사는 고속도로 이용자를 대상으로 인터뷰를 통한 직접 설문조사로 수행하였다. 설문이 용이한 고속도로 내 휴게소를 대상으로 화성휴게소 등 6개 휴게소 지점을 조사 장소로 선정하였다. 총 960명을 대상으로 설문조사하여 그 중 유효 910명의 유효 설문자(총 960명 조사)를 확보하였다. 유효 설문자 중 하이패스 이용자는 488명, 비이용자는 422명으로 유사한 규모의 종속변수 데이터를 구성하였다. 설문조사 관련 개요는 아래 <표 1>과 같다.

<표 1> 설문조사 개요

구분	세부사항
조사 시점	2012년 5월 10일(목)~5월 20일(일)
조사 장소	화성휴게소 등 6개 고속도로 휴게소
조사 형태	고속도로 이용객 대상 휴게소 직접 설문
표본수(인)	총 유효조사인원 : 910명(총 960명 설문) 하이패스 이용자 : 488명 하이패스 비이용자 : 422명

주. 한국도로공사(2013)에서 수행한 설문조사를 기반으로 작성

2. 설명변수자료

종속변수인 하이패스 이용여부는 이용자를 1로 비이용자를 0으로 설정하였다. 설명변수는 크게 개인의 사회경제특성변수, 고속도로 이용특성변수로 나눌 수 있다.

개인의 사회경제특성변수는 거주지역, 나이, 성별, 차량보유대수, 월소득으로 구성하였다. 거주지역은 고속도로 및 유료도로의 분포밀도가 상대적으로 높은 수도권과 지방권으로 분류하여 하이패스 이용영향이 지역적 도로특성에 기반하는지 알아보 고자 했다. 나이는 운전면허취득이 가능한 20대부터 30, 40, 50대를 분류하고 60대 이상을 일반적인 노령 운전자로 설정하였다. 일반적으로 새로운 기기와 기술의 사용선호가 젊은 층에서 높은 점을 고려하여 하이패스 이용선호에도 유사한 경향이 있는지 알아보고자 했다. 차량보유대수는 단일차량보유대수 여부만을 고려하여 1대와 2대 이상으로 분류하였다. 월소득은 2015년 기준 월평균 임금이 3,268,855 원인 것을 참고하여 월임금 300만 원 미만과 300만 원 이상으로 속성을 분류하였다.

고속도로 이용특성변수는 설문 당시의 차종, 고속도로 주간 이용횟수, 고속도로 이용목적, 고속도로 통행료로 구성하였다. 차종에 있어 버스, 화물 및 기타 차종은 하이패스 설치권한이 차량운전자에게 직접적으로 없는 경우가 많으므로 분석대상 설문응답자에서 제외하고 해당 차종 분석에서 제외하여

승용차종 이용자들만을 대상으로 모형을 구축하였다. 승용차종은 경소형, 준중형 및 중형, 대형으로 분류하여 소유차종규모에 따른 하이패스 이용영향을 검토하고자 하였다. 고속도로 이용빈도가 하이패스 이용선호에 미치는 영향을 파악하기 위해 고속도로 이용횟수를 변수로 설정하였다. 고속도로 이용목적에 따른 영향을 확인하기 위해 출퇴근, 업무, 여가 및 관광, 개인용무, 기타로 이용목적을 분류하여 변수화 하였다. 고속도로 통행료는 일반적으로 통행거리에 비례하므로 고속도로 이용 시의 통행거리가 하이패스 이용에 미치는 영향을 고려하고자 변수설정 하였다.

각 변수 및 세부사항은 <표 2>와 같다.

IV. 모형구축과 분석결과

1. 모형구축

모형 요약통계량을 나타내는 유사결정계수인 pseudo R^2 는 0.072로 나왔다. 또한 모형의 전체적인 적합도를 판단하는 기준인 Hosmer and Lemeshow 적합도 검정으로서 χ^2 값은 90.89이며 유의확률은 0.00001 이하로 유의수준 0.05보다 작으므로 개발된 모형은 적합하다고 판단된다.

또한 종속변수에 의한 각 범주 간 각 독립변수별 평균에 대한 독립 표본 t-test 결과 0.10 이하의 유의수준에서 하이패스 이용 및 비이용자 각 범주간 차이가 있는 것으로 분석되었다.

앞서 기술한 바와 같이 모형 내 설명변수의 계수(Coeff., β)가 0보다 큰 양수인 경우 종속변수에 양의 영향을 미치며, 이 때 오즈비($\exp(\beta)$)는 1보다 커지게 된다. 또한 설명변수의 계수(Coeff., β)가 0보다 작은 음수인 경우 종속변수에 음의 영향을 미치며, 이때 오즈비는 0에서 1 사이 값을 나타내게 된다.

〈표 2〉 변수자료

구분		하이패스 이용 여부					
		이용자(N=488)		비이용자(N=422)		총계(Obs=910)	
		빈도	비율(%) [*]	빈도	비율(%) [*]	빈도	비율(%) ^{**}
거주지역	수도권	240	49.18	215	50.95	455	50.00
	지방권	248	50.82	207	49.05	455	50.00
나이	20대	46	9.43	67	15.88	113	12.42
	30대	140	28.69	118	27.96	258	28.35
	40대	168	34.43	122	28.91	290	31.87
	50대	115	23.57	91	21.56	206	22.64
	60대 이상	19	3.89	24	5.69	43	4.73
	평균(표준편차)		42.32(10.35)				
성별	남성	435	89.14	355	84.12	790	86.81
	여성	53	10.86	67	15.88	120	13.19
차량보유대수	1대	242	49.59	268	63.51	510	56.04
	2대 이상	246	50.41	154	36.49	400	43.96
	평균(표준편차)		2.50(0.61)				
월소득	300만 원 미만	131	26.84	149	35.31	280	30.77
	300만 원 이상	357	73.16	273	64.69	630	69.23
	평균(표준편차)		587.03(2,473.23)				
승용차 차종	1,500cc 미만(경소형)	50	10.25	72	17.06	122	13.41
	1,500cc 이상~2,500cc 미만 (준중형, 중형)	336	68.85	300	71.09	636	69.89
	2,500cc 이상(대형)	102	20.9	50	11.85	152	16.70
고속도로 이용횟수(회/주)	1회 미만	98	20.08	182	43.13	280	30.77
	1~2회	84	17.21	79	18.72	163	17.91
	2~3회	74	15.16	46	10.9	120	13.19
	3~5회	89	18.24	44	10.43	133	14.62
	5회 이상	143	29.3	71	16.82	214	23.52
	평균(표준편차)		2.84(3.77)				
고속도로 이용목적	출퇴근	175	35.86	127	30.09	302	33.19
	업무	170	34.84	106	25.12	276	30.33
	여가 및 관광	74	15.16	105	24.88	179	19.67
	개인용무	66	13.52	76	18.01	142	15.6
	기타	3	0.61	8	1.9	11	1.21
고속도로 통행료(원/회)	2,000원 미만	53	10.86	26	6.16	79	8.68
	2,000원 이상 3,000원 미만	44	9.02	33	7.82	77	8.46
	3,000원 이상 6,000원 미만	147	30.12	124	29.38	271	29.78
	6,000원 이상 10,000원 미만	68	13.93	70	16.59	138	15.16
	10,000원 이상	137	28.07	152	36.02	289	31.76
	평균(표준편차)		8,814.12(10,436.75)^{***}				

주: 1) *전체 이용자(비이용자) 대비 비율, **전체 응답자(Obs=910) 대비 비율, ***미가입 제외(Obs=854)
 2) 한국도로공사(2013)에서 수행한 설문조사를 기반으로 작성

각 변수별 계수(β)에 따라 다음과 같은 해석이 가능하다. 변수 30대 이상 60대 미만의 연령대 ($\exp(\beta)=1.482$), 차량보유대수 2대 이상($\exp(\beta)=1.537$), 2,500cc 이상 대형차종 보유($\exp(\beta)=1.393$), 고속도로 이용목적이 출퇴근 및 업무($\exp(\beta)=1.360$)인 경우 각 변수의 오즈비는 1.0 이상으로 하이패스 이용을 증가시키는 영향력을 가지는 것으로 나타났으며, 고속도로 이용횟수가 주당 1회 미만($\exp(\beta)=0.355$)이거나 1회 이상 2회 미만($\exp(\beta)=0.642$)인 경우 오즈비는 1.0 미만의 양수로 해당 변수들은 모형에 있어 하이패스 이용을 감소시키는 영향력을 가지는 것으로 나타났다.

2. 분석결과

가. 결과해석

0.1 미만의 유의수준 기준 회귀모형의 최종변수는 30대 이상 60대 미만의 나이, 2대 이상의 차량보유대수, 2,500cc 이상의 대형차량, 출퇴근 및 업무를 위한 고속도로 이용목적, 주당 1회 미만, 1~2회의 고속도로 이용횟수로 구성된다.

30대 이상 60대 미만 연령의 고속도로 이용자가

하이패스 이용에 양의 경향을 가지는 것은 다양한 재고의 여지가 있다. 해당 연령대의 차량이용자가 단순히 타 세대에 비해 상대적으로 많은 것이 하이패스 이용자 분포에 있어 긍정적으로 작용하였거나, 또는 해당 세대가 경제적 구매력이 확보되고 디지털기기 사용과 수용에 상대적으로 거부감이 적은 연령에 해당하는 것이 하이패스 이용선택에 긍정적으로 작용하였을 수도 있다.

차량보유대수가 2대 이상일 때 계수 값이 양인 것은 차량보유대수가 많은 이용자가 상대적으로 높은 구매력을 확보하고 기기설치 비용부담이 체감적으로 작은 것에 기인한 것으로 보인다. 즉, 하이패스 이용이 차량관련 구매력에 높은 영향을 받는 것을 의미하는 것으로 해석가능하다.

출퇴근 및 업무 목적으로 고속도로를 이용하는 경우 하이패스 이용에 긍정적인 요인으로 작용하고, 2회 미만의 드문 주당 고속도로 이용횟수가 하이패스 이용에 부정적인 요인으로 해석되는 것은 반복적이고 빈번한 고속도로 이용자의 경우 하이패스 이용을 통한 결재 및 통행편의를 크게 느껴 하이패스 이용에 적극적인 것으로 해석가능하다.

최종 분석모형결과는 <표 3>과 같다.

<표 3> 하이패스 이용선택 로지스틱 회귀모형

변수		Coeff. (s.e.)	p-Value	Odds ratio
나이	30대 이상 60대 미만	0.393 (0.187)**	0.036	1.482
차량보유대수	2대 이상	0.430 (0.143)***	0.003	1.537
승용차 차종	2,500cc 이상(대형)	0.332 (0.198)*	0.094	1.393
고속도로 이용목적	출퇴근 및 업무	0.308 (0.153)**	0.044	1.360
고속도로이용횟수(회/주)	1회 미만	-1.035 (0.170)***	0.000	0.355
	1~2회	-0.443 (0.191)**	0.020	0.642
constant		-0.213 (0.226)	0.345	0.808

No. of Observations = 910

Likelihood ratio statistics : $\chi^2 = 90.89$ with 6 d.f.(p-value<0.00001)

Log-likelihood for constant only($LL(C)$) = -628.36842

Log-likelihood at convergence($LL(\beta)$) = -582.92358

$$\text{pseudo } R^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(C)} = 0.072$$

주: *>.90, **>.95, ***>.99

나. 모형의 한계

분석결과 하이패스 이용에 있어 차량이용자의 구매력 관련 지표들이 주요한 관련 요인으로 분석되었다. 그러나 검토 변수들 중 가장 직접적인 구매력관련 지표인 고속도로 이용자의 월소득이 최종 설명변수에서 제외된 것은 차량 및 고속도로 이용 관련 구매수준에 영향을 미치는 다양한 외부요인이 존재하는 것이 이유인 것으로 판단되며, 차종의 크기 및 보유대수와 같은 요인은 구매력 이외에도 차량 및 교통관련 상품 소비에 대한 운전자의 구매의사 또한 반영된 영향요인으로 봐야 할 것이다.

또한 고속도로 이용자의 하이패스 선호영향과 관련하여 설치 절차의 불편과 같은 제도 및 기술 상의 문제와 개인정보유출 등의 심리적 부담에 의한 사용 영향은 추가적인 분석이 필요할 것으로 판단된다. 이러한 제도 및 기술 상의 문제와 심리적 요소 등 다각적인 선택 요인 등을 포함한 추가적인 설문조사 등이 고려될 필요가 있다.

V. 결론 및 정책제언

본 연구는 로지스틱 회귀모형을 이용하여 고속도로 통행료 결제방법별 이용선호 영향 요인 분석을 위한 모형을 개발하였다.

선호모형 구성에 있어 30대 이상 60대 미만의 연령대, 2대 이상의 차량보유, 2,500cc 이상의 대형차량 소유자의 경우 하이패스 이용에 있어 긍정적 선호 요인으로 분석되었다. 해당요인들은 차량이용 측면에서 구매력을 갖추고 있고, 하이패스 장착 시의 비용 진입장벽이 체감적으로 낮은 고속도로 이용자들의 특성을 대표한다고 해석된다. 결국 단말기 설치 시의 비용소요가 하이패스 이용선호의 주요 영향으로 작용한다고 할 수 있다. 특히 대형 승용차량 보유자의 경우, 차량 구매 시 하이패스 단말

기가 차량에 기본적으로 장착되어 있는 경우가 많아 차량구매비용에 단말기 비용이 일부 반영되어 있지만 대형차량의 구매선택 순간 추가적인 단말기 설치에 대한 비용체감이 사라지는 효과가 생기게 된다.

또 다른 이용선호 요인으로 고속도로 이용목적 이 출퇴근 및 업무통행인 경우 하이패스 이용선호에 긍정적인 것으로 나타났다. 출퇴근목적으로 고속도로를 이용 시, 주기적이고 반복적인 통행료 지불이 발생하게 되고 통행시간 절감 필요성이 큰 통행목적상 고속도로 진출입 영업소에 정차하는 기존 통행료 지불방식보다 일정수준의 속도로 정차 없이 통행하는 하이패스지불방식이 이용선호에 긍정적으로 작용하는 것으로 해석된다. 일백상통한 이유로 주 2회 미만으로 고속도로 이용빈도가 적은 고속도로 이용자들의 경우, 별도의 단말기 설치가 필요한 하이패스를 통한 통행료 결제방식이 이용선호에 부정적으로 작용하는 것으로 나타났다.

관련 영향요인을 살펴보았을 때, 하이패스 이용에 긍정적으로 작용하는 주요 요인들은 차량 이용 측면에서 구매력 또는 상품 소비에 대한 운전자의 구매의사를 갖추고 있고, 하이패스 장착 시의 비용 진입장벽이 체감적으로 낮은 고속도로 이용자들의 특성을 반영하므로 현시점에서 추가적인 이용률 제고를 위해서는 하이패스 단말기 설치의 비용부담을 낮추는 기존 2만원대의 행복단말기 보급캠페인과 같은 저렴한 단말기 보급정책의 확대가 유의미할 것이라 판단된다. 모형에 있어 양의 영향을 가지는 30대 이상 60대 미만 세대와 달리 60대 이상의 노령 운전자는 일반적으로 디지털 기기에 대한 수용수준이 타 연령대 운전자에 비해 낮은 것으로 예상되므로 꾸준한 홍보를 통해 하이패스 이용을 유도할 필요가 있다. 하이패스 이용률 제고는 스마트 톨링 도입을 위한 기반으로 진출입 영업소를 전면적인 스마트 톨링으로 변화 시 기존 IC 진출입 영업소에서

소요되던 부지의 규모 축소와 전용을 가능하게 하고 통행료 지불을 위해 정차 시 발생하던 진출입부 정체 및 차량 간 안전문제를 해소하는데 기여할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 고용석 외, 『통행료 감면제도 성과분석 및 제도정비 방안연구』, 한국도로공사, 2013.
2. 김홍철, “고속도로 하이패스의 단거리전용통신망 향상을 통한 ITS 적용방안 연구”, 『고려대학교 석사학위 논문』, 2004.
3. 박준태·임삼진·박제진·김태호, “자동요금징수시스템(Hi-pass) 이용률 분석을 활용한 추정모형개발”, 『GRI 연구논총』, 제15권 1호, 2013. pp. 141-156.
4. 안중근·이기영·원제무, “하이패스 구매의사에 영향을 주는 요인 분석(주말 수도권 고속도로 이용자를 중심으로)”, 『교통연구』, 제18권 4호, 2011., pp. 47-57.
5. 이상건, “자동요금징수 시스템(ETCS)의 시범사업 효과분석(하이패스 시스템을 중심으로)”, 『대한교통학회 논문집』, 제19권 4호, 2001.
6. 이상건, 『하이패스 시범사업 효과분석 및 확대방안 기본계획 수립』, 한국도로공사, 2000.
7. 이용택·김대현·박재범·김승준, “ETCS 이용률 추정에 관한 연구”, 『대한토목학회논문집』, 제18권 2호, 1998.
8. 장성조, “Hi-Pass 서비스 개선 방향에 관한 연구”, 『한양대학교 석사학위 논문』, 2008.
9. 전연후, “자동요금징수시스템(ETCS) 이용수요예측 및 효과분석(창원터널을 중심으로)”, 『경상대학교 석사학위 논문』, 2003.
10. 정종식, “TTS 구현을 위한 ETCS 단말기 장착 의무화의 비용·편익 분석(한국도로공사의 하이패스 사례를 중심으로)”, 『서울대학교 석사학위 논문』, 2004.
11. ITS 코리아, 『Hi-Pass 효과분석 및 이용자 만족도 조사』, 한국도로공사, 2007.