

버스정보의 선호도 및 이용수요 예측에 관한 연구

An Analysis on the Preference and Use-Demand Forecasting of Bus Information

이원규* · 정현영**

Lee, Won Gyu · Jung, Hun Young

Abstract

To build the system which has high utilization and usefulness for users, it is necessary to know the information type and use-demand that the use want. The purpose of this study is to forecast the preference and demand of utilization for bus information when bus information is offered through cellular phon. The accomplishments of this research are as follow : Firstly, importance on the level of individual factor and the value of change's figure can be evaluated, using preference analysis on bus information by conjoint analysis. Secondly, by establishing the use-demand model bus information using binary logit model, influence factor on whether or not the use of the user. Finally, ordered probit model was built by use behavior model in payment per call or per month of potential user of bus information. Through call times and sensitive analysis by payment methods, elasticity point, optimal payment fee, and use probability was analyzed. This study make application as basic to efficient bus information policy and to improve use rate of bus information in future because this study make it possible to get preference analysis, use-demand analysis and estimation of optimal payment fee which is reflecting various requirement in use of bus information user.

Keywords : bus information system, conjoint analysis, binary logit, ordered probit, use demand

요 지

이용자들에게 이용성과 효용성이 높은 버스정보시스템 구축을 위해서는 이용자들이 원하는 정보종류와 이용수요를 파악하는 것이 필요하므로, 본 연구에서는 핸드폰 등에 버스정보를 제공했을 경우의 버스정보에 대한 선호도분석 및 이용수요를 예측하는 것을 목적으로 하였다. 본 연구에서 얻어진 성과는 첫째, 컨조인트 분석에 의한 버스정보의 선호도 분석을 통하여 개별 속성 수준들에 대한 중요도, 부분효용 변화치의 가치를 평가할 수 있었다. 둘째, 이항 로짓 모형에 의한 버스정보 이용수요예측 모형을 구축하여 이용자의 이용여부에 영향을 미치는 요인들과 이용률을 파악할 수 있었다. 셋째, 순서형 프로빗 모형을 사용하여 버스정보 잠재 이용자를 대상으로 통화당 지불방식이나 월별 정액제의 지불방식별로 이용행태모형을 구축을 통하여, 이용료 지불방식별로 통화횟수, 민감도 분석을 통하여 이용료에 대한 단위 탄력점을 분석하고, 적정 이용료와 이용확률을 분석하였다. 본 연구는 이용자들의 정보에 대한 선호도 분석, 다양한 요구사항을 반영한 이용수요 예측과 적정 이용료 산정이 가능하므로, 향후 효율적인 버스정보정책과 버스정보 이용률을 제고시킬 수 있는 근거로 활용할 수 있을 것이다.

핵심용어 : 버스정보시스템, 컨조인트 분석, 이항 로짓, 순서형 프로빗, 이용수요

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

버스정보시스템(BIS: Bus Information System)은 대중교통 서비스 향상을 위하여 국내 많은 지자체에서 시스템 구축사업을 추진하고 있으며, 부산시에서도 대중교통체계 개편 이후 버스정보관리시스템(BIMS: Bus Information Management System)을 구축하고 있는 중이다.

버스정보시스템에서 제공되는 정보로부터 관리자인 지자체가 얻을 수 있는 효과는 버스와 관련한 민원 감소, 버스 서

비스 및 운행질서 개선, 정확한 버스 관련 데이터 수집으로 인한 관련 정책입안의 효율화 등으로 고품질의 대중교통 서비스를 시민들에게 제공할 수 있다는 점이다. 이용자가 얻을 수 있는 효과는 버스도착시간을 알 수 있으므로 대기시간을 효율적 이용할 수 있고, 최적노선 안내를 받아 통행시간 절감이 가능하다는 점이다. 그러나 현재의 버스정보는 버스정류장 안내기에서 제공되는 해당 버스의 도착시간과 도착 전 몇 번째 정류소인지만 제공해 주고 있기 때문에 버스 이용자들이 얻을 수 있는 정보는 상대적으로 적어서 정보의 효용성은 낮은 편이다. 이는 버스이용자의 정보이용에 대한 선

*정희원 · 교신저자 · (재)부산발전연구원 연구위원 (E-mail : leewg@bdi.re.kr)

**정희원 · 부산대학교 도시공학과 교수 (E-mail : huyjung@puasn.ac.kr)

호도 및 수요에 대한 파악 없이 관리자 위주의 시스템으로 구축되었기 때문이다.

현재 버스정보시스템에 대한 연구는 이러한 시스템에 대한 평가, 기능고도화, 도착시간 예측이 주류를 이루고 있으며 버스정보시스템에서 제공되는 정보에 대한 선호도나 이용수요에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 이용자에게 정보의 이용성과 효용성을 높여주기 위해서는 다양한 버스정보를 다양한 매체에 제공해 주는 것이 필요하다. 이를 위해서는 이용자들이 원하는 버스관련 정보와 이용수요를 파악하여야 효율적인 정보 제공이 가능할 것이다.

따라서 본 연구에서는 버스정보시스템에서 제공되는 정보에 대한 이용자의 선호도를 파악하고 이를 중심으로 이용수요를 분석하는 것을 목적으로 하였다.

1.2 연구의 방법

현재 버스관련 정보는 버스정류장 단말기(BIT: Bus Information Terminal), 핸드폰, 인터넷을 통해서 제공되고 있다. 본 연구는 부산시 버스이용자를 대상으로 하여 먼저 버스정보시스템에서 제공되는 버스운행 관련 정보를 개인 통신기기인 핸드폰이나 PDA를 통해서 제공할 경우, 버스 이용자의 선호도를 파악이 중요하다고 판단되어 컨조인트 분석(Conjoint analysis)을 시행하여 선호도를 분석하였다. 다음으로 컨조인트 분석에서 사용된 선호의식 자료(Stated Preference Data)에 대해서 개별행태모형(Binary Logit model)을 이용하여 버스정보 이용수요 예측모형을 구축하여 이용률을 산정하였다. 그리고 이용료 지불방식별로 이용료에 따른 개인의 이용횟수와 이용정도에 따른 순서형 프로빗(Ordered Probit) 모형을 활용하여 각각의 이용형태 범주별로 이용률을 산정하였다.

1.3 조사 개요

버스정보 선호도 및 이용수요 분석을 위해서는 부산시에 거주하는 시내버스 이용자를 대상으로 2008년 7월 28일부터 7월 31일 사이에 조사원에 의한 면접조사를 시행하였다. 설문지는 총 300부를 배포하여 94.3%인 283부를 회수하였으며 이 중 유효한 설문지는 253부로 84.3%, 회수된 설문지의 92.0%였다.

조사내용은 표 1과 같이 수요특성 변수와 공급특성 변수로 구분된다. 수요특성 변수는 개인속성 변수 요인과 통행특성 변수 요인으로 구성된다. 선호도와 이용수요 분석을 위한 공급특성 변수는 핸드폰 등으로 제공 가능한 버스정보 3범주와 정보제공 시간 2범주, 정보를 제공받음으로서 단축이 가능한 정류장에서의 대기시간 단축 3범주 그리고 정보 이

표 1. 조사의 개요

조사일시	2008년 7월 28일~7월 31일
조사대상	부산시내 시내버스 이용자
조사내용	- 응답자 개인속성, 버스이용 특성 - 가상 시나리오별 우선순위, 이용 여부 - 가상 시나리오별 이용료 지불형태별 이용 여부
배포수	300부
회수표본	283부(회수율: 94.3%)
유효표본	253부(유효 회수율: 89.4%)

용료 3범주로 설정하였다. 이용료 지불방식별 이용률 산정을 위한 공급특성 변수로는 이용횟수와 이용정도를 4범주로 구분하여 질의하였다.

2. 이론적 고찰 및 사례 연구

정보의 이용가치란 정보를 이용함으로써 얻어지는 실리를 의미하며, 버스노선정보의 이용가치란 대중교통 노선정보를 이용하여 여행자가 자신의 목적지까지 가는데 효율적인 노선결정이나 환승결정을 할 수 있도록 도와주어 이용자에게 안락감, 편리함을 제공하며 여행시간을 줄일 수 있는 버스노선을 선택하였을 때 얻을 수 있는 가치이다(강신화, 2003).

국내에서는 배덕모(2002), 석종수(2003), 이원규 등(2004), 빈미영 등(2004), 민경태(2004)는 지자체의 버스정보시스템에 대한 평가를 수행하였으며, 김은길(2001), 최장욱(2001), 고승영(2002), 배상훈 등(2003)는 버스도착시간 예측에 관한 연구를 수행하였다. 이상건 등(2003)은 버스정보시스템 구축을 위한 선호도, 유은수(2005)는 선호의식자료를 이용해서 버스정보시스템 선택행태, 빈미영 등(2005)는 CVM을 사용하여 1분 동안의 대기시간에 따른 불만감 해소를 위한 실시간 버스도착정보에 대한 지불가치를 분석하였다.

국외에서는 高見淳史 등(1995), 中川大 등(1995), 矢部 努 등(1998)가 버스정보시스템의 이용자 인식 및 행동, 평가에 관한 연구를 수행하였고 奥谷正 등(2003)는 위치정보를 이용한 도착시간 예측과 교통상황 분석에 대해서 연구하였다. Katran Dziekan 등(2007)는 대중교통에 대한 실시간 디스플레이 정보의 효과로 대기시간의 감소 그리고 불확실성 감소, 이용의 용이성 및 안전감의 증가와 같은 긍정적인 심리적 요인, 지불의도의 증가, 더 좋은 대기시간 활용이나 효과적인 통행과 같은 적절한 통행행태, 수단선택 효과, 높은 이용자 만족도, 보다 좋은 이미지 등을 제시하였다.

그리고 본 연구에 사용된 컨조인트 분석은 마케팅에서 새로이 개발될 상품에 대한 소비자의 효용을 파악하기 위한 방법으로 주로 활용되며, 여타 설문조사와 다른 점은 조사하고자 하는 대상에 대한 중요도의 정도를 과대평가하지 못하도록 종합적인 질문을 통하여 그 중요도를 확인할 수 있다는 것이다. 컨조인트 분석을 이용하면 상품의 각 특성들이 주는 소비자효용의 상대적인 크기를 파악할 수 있다.

3. 버스정보 선호도 분석

개인 통신기기인 핸드폰이나 PDA를 통한 버스운행 관련 정보제공에 대해서는 이용자가 원하는 속성을 분석하여 최적 정보내용들이 될 필요가 있기 때문에 본 절에서는 이러한 점을 고려하여 컨조인트 분석을 수행하였다.

버스정보에 대한 선호도 조사를 위한 카드의 중요속성으로는 표 2와 같이 제공받는 정보종류, 정보제공 시간, 정류장 대기 절약시간, 정보 이용료 등 4종류로 설정하였다. 상기에서 제시된 속성수준으로 프로파일들을 작성하게 되면 모두 54개(3×2×3×3)의 서로 다른 프로파일을 만들 수 있다. 이러한 방법으로 프로파일들을 구성하는 방법을 Factorial Design이라고 하는데, 이 방법으로 만들어진 프로파일들은 속성간의

표 2. 조사 자료의 속성 및 수준

속성	수준		
교통정보 종류	①버스도착시간 정보 ②버스도착시간 정보+목적지까지 소요시간 정보 ③버스도착시간 정보+목적지까지 소요시간 정보+지하철 또는 마을버스 환승정보		
정보제공 시간	①출퇴근 시간	②언제라도	
정류장 대기 절약시간	①5분 절약 ③10분 절약	②7분 절약	
이용료	①50원	②100원	③150원

상관계수가 0이라는 바람직한 특성을 가지고 있다. 그러나 현실적으로 54개 프로파일 카드에 대한 순위를 매기도록 하는 것은 불가능하므로 표 3과 같이 Fractional Factorial Design을 이용해서 선호도 분석을 위한 9개의 프로파일(1~9번)과 모형의 타당성 검증을 위한 2개의 프로파일(10~11번)을 추가로 선정하였다.

컨조인트 분석을 수행한 결과는 표 4와 같이 모형의 적합도는 피어슨 계수(Pearson's R)가 0.909, Kendall's tau계수가 0.667로 나타나 모형이 적합한 것으로 나타났다.

분석결과를 통해서 도출된 부분가치를 보면, 버스정보 종류가 32.81%로 가장 높은 부분가치 값을 나타내었으며, 다음으로 지불요금이 32.38%, 절약시간이 20.41%, 정보제공 받는 시간이 14.14% 순으로 나타났다. 표 4, 그림 1에서 버스정보에 대한 부분가치 값은 버스도착시간+목적지까지 소요시간 정보+지하철 또는 마을버스 환승정보가 0.7281로 가장 높았으며, 다음으로 버스도착시간 정보+목적지까지 소요시간 정보(-0.1695), 버스도착시간 정보(-0.5523) 순으로 나

타났다. 버스관련 정보를 제공받는 시간은 출퇴근 시간이 0.2797, 본인이 원하는 시간에 언제라도 정보제공이 -0.2797로 나타났다. 이용자의 버스정류장에서의 대기 절약시간에 대해서는 10분 절약이 1.1886으로 가장 높고, 다음으로 7분 절약(0.7924), 5분 절약(0.3962) 순으로 나타났다. 버스관련 정보를 제공받는 대가로 지불해야하는 비용에 대해서는 50원이 -0.6285로 가장 높고 다음으로 100원(-1.2571), 150원(-1.8856) 순으로 분석되었다.

부분효용은 다음과 같이 해석할 수 있다. 먼저 교통정보 종류에서는 버스도착정보+목적지까지 소요시간 정보를 제공해 주면 이용자 효용은 -0.1695-(-0.5523)=0.3828만큼 증가하지만, 버스도착정보+목적지까지 소요시간 정보+지하철 또는 마을버스 환승정보를 제공해 주면 이용자 효용은 0.7218-(-0.1695)=0.8913만큼 증가한다. 따라서 정보의 종류가 많을수록 이용자의 효용에 더 크게 기여함을 알 수 있다. 정보제공시간에서는 언제라도 제공받는 것보다 출퇴근시간에 제공받는 것의 이용자 효용이 0.2797-(-0.2797)=0.5594만큼 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 제시된 프로파일에서 언제라도 제공받을 수 있는 프로파일이 4개, 출퇴근 시간에 제공받을 수 있는 프로파일이 7개로 나타났는데, 출퇴근 시간이 포함된 프로파일이 상대적으로 많기 때문으로 판단된다. 정류장 대기 절약시간에 대해서는 5분에서 7분으로 증가하면 이용자 효용은 0.7924-0.3962=0.3962만큼 증가하고, 7분에서 10분으로 증가하면 이용자 효용은 1.1886-0.7924=0.3962로 동일하게 증가하는 것으로 나타났다. 요금지불에 대해서는 50원에서 100원으로 증가하면 -1.2571-(-0.6285)=-0.6286만큼 감소하고, 100원에서 150원으로 증가하면 -1.8856-(-1.2571)

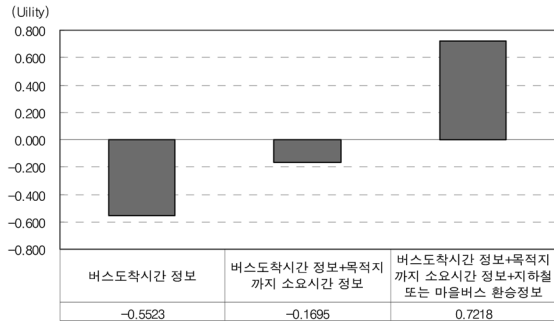
표 3. 제시된 프로파일 설명

구분	프로파일 1	프로파일 2	프로파일 3
핸드폰 등에 의해 제공받는 정보종류	버스 도착시간+목적지까지 소요시간+지하철 또는 마을버스 환승정보	버스 도착시간 정보	버스 도착시간 정보
제공받는 시간	출퇴근 시간만	언제라도	출퇴근 시간만
정류장 대기 절약시간	10분	10분	7분
정보 이용료	50원	100원	150원
우선순위 (1~11위)	()	()	()
프로파일 4	프로파일 5	프로파일 6	프로파일 7
버스 도착시간+목적지까지 소요시간 정보	버스 도착시간+목적지까지 소요시간+지하철 또는 마을버스 환승정보	버스 도착시간 정보	버스 도착시간+목적지까지 소요시간+지하철 또는 마을버스 환승정보
출퇴근 시간만	언제라도	출퇴근 시간만	출퇴근 시간만
5분	5분	5분	7분
100원	150원	50원	100원
()	()	()	()
프로파일 8	프로파일 9	프로파일 10	프로파일 11
버스 도착시간+목적지까지 소요시간 정보	버스 도착시간+목적지까지 소요시간 정보	버스 도착시간+목적지까지 소요시간 정보	버스 도착시간+목적지까지 소요시간+지하철 또는 마을버스 환승정보
언제라도	출퇴근 시간만	언제라도	출퇴근 시간만
7분	10분	5분	7분
50원	150원	100원	150원
()	()	()	()

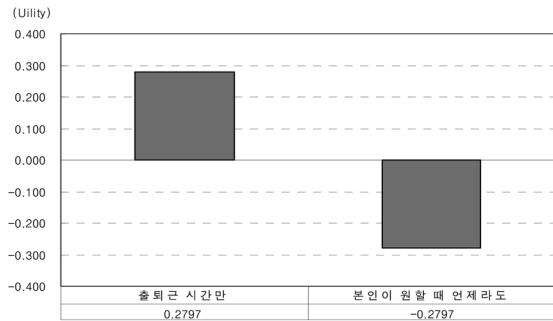
표 4. 속성 수준별 가치평가

속성	수 준	부분 효용	부분효용 변화치	중요성 (%)	부분효용 변화치×중요성(%)
교통정보 종류	1. 버스도착시간 정보	-0.5523	1.3333	32.81	0.4375
	2. 버스도착시간 정보+목적지까지 소요시간 정보	-0.1695	1.7161		0.5631
	3. 버스도착시간 정보+목적지까지 소요시간 정보 +지하철 또는 마을버스 환승정보	0.7218	2.6074		0.8555
정보제공 시간	1. 출퇴근 시간	0.2797	2.1653	14.14	0.3062
	2. 언제라도	-0.2797	1.6059		0.2271
정류장 대기 절약시간	1. 5분 절약	0.3962	2.2818	20.41	0.4675
	2. 7분 절약	0.7924	2.6780		0.5466
	3. 10분 절약	1.1886	3.0742		0.6274
지불 요금	1. 50원	-0.6285	1.2571	32.38	0.4070
	2. 100원	-1.2571	0.6285		0.2035
	3. 150원	-1.8856	0		0
신뢰성 평가	Pearsom's R=0.909 Significance=0.0003 Kendall's tau=0.667 Significance=0.0062 Kendall's tau=1.000 for 2 holdout Significance=0.0000				

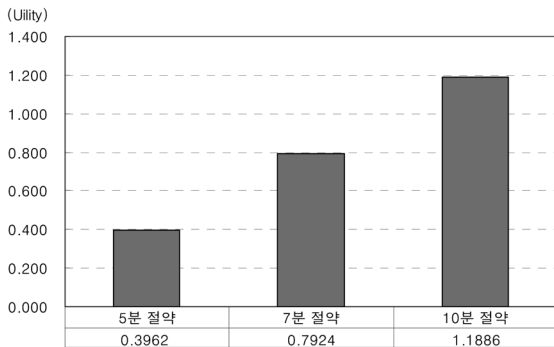
주: 부분효용 변화치는 부분효용에서 음수 값을 제거하기 위하여 부분효용 중에서 가장 적은 값(-1.8856)을 각각의 속성수준 값에다 뺀 결과임



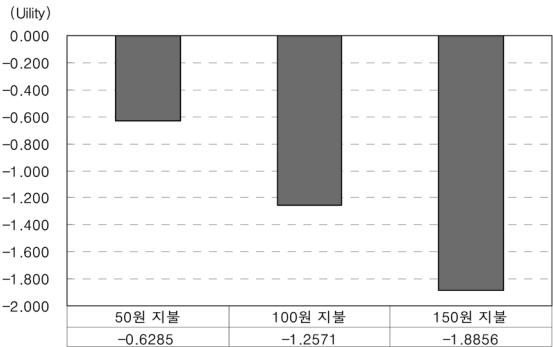
(버스정보 종류에 대한 부분효용 값)



(정보제공 시간에 대한 부분효용 값)



(정류장 대기 절약시간에 대한 부분효용 값)



(요금지불에 대한 부분효용 값)

그림 1. 버스운행 관련 정보 이용에 따른 수준별 부분효용 값

=-0.6285만큼 비슷하게 감소하는 것으로 나타났다. 전체적으로 보면, 정보이용에 대한 요금을 150원에서 50원으로 낮추면 이용자 효용이 1.2571 증가한데 비하여, 정보종류를 버스도착시간 정보에서 목적지까지 소요시간 정보와 지하철 또는 마을버스 환승정보를 추가하면 이용자 효용이 1.2741로 이용자 효용이 더 큰 것으로 나타났다. 버스정보 제공에 있어서 최상의 효용을 제공하는 경우는 버스도착시간 정보+목적지까지 소요시간 정보+지하철 또는 마을버스 환승정보(0.8555), 출퇴근 시간(0.0362), 10분 절약(0.6274), 50원(0.4070)의 조합이 될 때이며, 2.1961의 효용을 제공한다.

따라서, 향후 개인용 통신기기인 핸드폰이나 PDA를 통한 버스운행 관련 정보를 제공할 경우에는 상기 컨조인트 결과를 바탕으로 이용자의 입장에서 선호도가 높은 정보체계를 구성하여야 할 것이다.

4. 버스정보 이용수요 분석

4.1 버스정보 이용수요 예측모형 구축

본 절에서는 컨조인트 분석에서 사용한 9개의 프로파일(1~9번) 자료를 사용하여 개인용 통신기기인 핸드폰이나 PDA에 버스운행 관련 정보를 제공해 줄 때의 이용수요 예

측모형을 이항 로짓 모형을 활용하여 구축하였다. 표 5와 같이 버스정보 이용에 영향을 미칠 수 있다고 생각되는 모든 변수를 공급특성, 개인속성, 통행특성으로 구분하여 투입한 모델1을 구축한 뒤, 유의수준 0.1($t > 1.645$)에서 유효한 변수라고 판단되는 변수만을 고려하여 모델2를 구축하였다.

모델2의 경우 공급변수 중 버스정보 종류, 정류장 대기시간 절약, 정보 이용료는 유의수준 1% 내에서 통계적으로 유의성을 지니고 있는 것으로 나타났다. 또한 계수의 부호도 버스정보 종류와 정류장 대기시간 절약은 양(+)의 부호를 나타내고 있어, 버스정보가 많을수록, 정류장 대기 절약시간이 길수록 버스정보 이용에 따른 효용에 많은 영향을 미친다는 것을 나타내고 있는 반면, 정보 이용료는 계수치가 음(-)을 나타내고 있어 이용료가 높아질수록 버스정보 이용에 따른 효용에 부의 영향을 미친다는 것을 나타내고 있다. 개인속성 변수인 연령과 학력은 유의수준 1%, 월평균 소득은 유의수준 5%에서 통계적으로 유의성을 지니고 있는 것으로 나타났다. 통행특성 변수는 배차간격과 첫·막차시간에 대해서 알지 못할수록 버스정보의 이용효용이 높은 것을 나타내고 있다. 모델 전체의 우도비(ρ^2)는 0.190으로 양호한 적합도를 가지는 것으로 분석되었다.

표 5. 버스정보 이용수요 예측모형의 결과

설명변수		모델1	모델2	
상수항		-1.295 (-3.272***)	-0.991 (-3.850***)	
공급 특성 변수	버스정보 종류	1.051 (14.294***)	1.017 (14.237***)	
	정보제공 시간	-0.124 (-1.187)	-	
	정류장 대기 시간 절약	0.280 (10.122***)	0.275 (10.153***)	
	정보 이용료	-0.031 (-16.220***)	-0.031 (-16.265***)	
수요 특성 변수	개인 속성 변수	연령	-0.129 (-3.130***)	-0.144 (-3.585***)
		학력	0.132 (2.879***)	0.124 (2.733***)
		월평균 수입	0.068 (2.318**)	0.072 (2.457**)
	통행 특성 변수	1주 평균 버스이용 횟수	0.070 (1.402)	-
		정류장 대기시간	0.060 (1.027)	-
		배차간격 인지 여부	-0.417 (-3.471***)	-0.469 (-4.229***)
		첫차·막차 시간 인지 여부	-0.207 (-1.741*)	-0.244 (-2.088**)
L(0)		-1,635.711	-1,635.711	
L(B)		-1,323.436	-1,327.714	
2		0.191	0.190	

주: ()은 t값이며 ***: 0.01, **: 0.05, *: 0.1임

4.2 버스정보 이용률 산정

버스정보의 이용률 산정을 위하여 표 5의 모델2에서 버스정보 이용여부에 대한 효용함수를 나타내면 식 (1)과 같

고, 이를 이용하여 표 3의 프로파일 9가지의 이용률을 산정하면 표 6과 같다.

표 6. 모델별 버스정보 이용률 추정

교통정보 종류	정보제공 시간	정류장 대기 절약시간	지불 요금	이용률 (%)
버스 도착시간+ 목적지까지 소요시간 +지하철 또는 마을버스 환승정보	출퇴근 시간만	10분	50원	95.4
버스 도착시간 정보	언제라도	10분	100원	35.6
버스 도착시간 정보	출퇴근 시간만	7분	100원	5.0
버스 도착시간 +목적지까지 소요시간 정보	출퇴근 시간만	5분	100원	28.5
버스 도착시간+ 목적지까지 소요시간 +지하철 또는 마을버스 환승정보	언제라도	5분	150원	19.8
버스 도착시간 정보	출퇴근 시간만	5분	50원	39.3
버스 도착시간+ 목적지까지 소요시간 +지하철 또는 마을버스 환승정보	출퇴근 시간만	7분	100원	66.3
버스 도착시간+ 목적지까지 소요시간 정보	언제라도	7분	50원	76.2
버스 도착시간+ 목적지까지 소요시간 정보	출퇴근 시간만	10분	150원	25.4

주: 이용률 산정에는 정보제공 시간 변수가 제외되었음

$$BI_{\text{버스정보 이용}} = -0.991 + (1.047 * \text{버스정보 종류}) + (0.275 * \text{정류장 대기시간 절약}) + (-0.031 * \text{정보 이용료}) + (-0.144 * \text{연령}) + (0.124 * \text{학력}) + (0.072 * \text{월평균 수입}) + (-0.469 * \text{배차간격 인지 여부}) + (-0.244 * \text{첫·막차시간인지 여부}) \quad (1)$$

버스 도착시간, 목적지까지 소요시간, 지하철 또는 마을버스 환승정보를 제공하고 정류장 대기시간 절약은 10분, 지불요금은 50원일 경우에 이용률은 95.4%, 버스 도착시간, 목적지까지 소요시간 정보를 제공하고 정류장 대기시간 절약은 7분, 지불요금은 50원일 경우에 이용률은 76.2%, 버스 도착시간, 목적지까지 소요시간, 지하철 또는 마을버스 환승정보를 제공하고 정류장 대기시간 절약은 7분, 지불요금은 100원일 경우에 이용률은 66.3%로 추정되었다. 따라서 표 6의 모델별 이용률을 볼 때 버스교통정보의 이용률을 높이기 위해서는 교통정보는 버스도착시간, 목적지까지 소요시간 정보를 제공하여야 하고, 정류장 대기 절약시간은 최대 7분 정도, 지불요금은 최대 70원 정도는 되어야 할 것으로 판단된다.

5. 버스정보 이용료 지불방식별 이용률 산정

5.1 이용료 지불방식별 모형 구축

본 절에서는 지불방식별로 이용료에 따른 버스정보 이용행태별 이용률을 파악하기 위하여 순서형 프로빗 모형을 구축

하였다.

표 7과 같이 지불방식은 통화당 지불제와 월별 정액제로 구분하였으며, 버스정보 이용에 영향을 미칠 수 있다고 생각되는 모든 변수를 공급특성, 개인속성, 통행특성으로 구분하여 투입한 모델1을 구축한 뒤, 유의수준 0.1($t > 1.645$)에서 유효한 변수라고 판단되는 변수만을 고려하여 모델2를 구축하였다.

모델2에서 공급특성 변수인 지불방식별 이용료의 경우는 음의 부호로 각 지불방식별 이용료가 높아질수록 버스정보 이용률이 낮아지는 것을 나타내고 있다. 개인속성 변수는 통화당 지불제는 성별, 학력, 월평균 수입, 월별 정액제는 학력과 월평균 수입이 통계적으로 유의함을 나타내었다. 학력은 양의 부호, 월평균 수입은 음의 부호를 나타내어 월평균 소득이 적은 대학생과 주부의 영향으로 분석되며, 통화당 지불제는 여성이 더 선호하는 것으로 나타났다. 이용특성 변수에서는 통화당 지불제의 경우 1주 평균 버스이용 횟수가 많고 배차간격을 모를수록 버스정보를 원하는 것으로 나타났으며, 월별 정액제의 경우는 1주 평균 버스이용 횟수가 많고 정류장 대기시간이 길며 배차간격과 첫차·막차시간을 모를수록 월별 정액제를 선호하는 것으로 나타났다. 모델 전체의 우도비(ρ^2)는 0.173, 0.121로 나타났다.

5.2 이용료 지불방식별 이용률 산정

통화당 지불제와 월별 정액제에 따른 이용률은 표 7의 모델2를 중심으로 표 8, 그림 2 그리고 그림 3과 같다.

표 8. 버스정보 이용료 지불방식별 이용형태별 이용률

이용료(원)		이용 안함	1~4통화	5~8통화	8통화 이상
통화당 지불제	50	21.0%	62.5%	13.9%	2.6%
	100	49.2%	46.9%	3.6%	0.3%
	150	77.9%	21.6%	0.5%	0.0%
	200	94.0%	6.0%	0.0%	0.0%
	250	99.0%	1.0%	0.0%	0.0%
	300	99.9%	0.1%	0.0%	0.0%
이용료(원)		절대로 이용 안함	이용 안함	이용	반드시 이용
월별 정액제	1,000	10.9%	43.4%	40.8%	4.9%
	2,000	21.4%	49.4%	27.4%	1.8%
	3,000	36.3%	47.6%	15.6%	0.6%
	4,000	53.6%	38.8%	7.5%	0.1%
	5,000	70.2%	26.7%	3.0%	0.0%
	6,000	83.4%	15.5%	1.0%	0.0%

주: 통화당 지불제의 통회횟수는 1주일당 통회횟수임

표 7. 버스정보 이용료 지불 방식별 순서형 프로빗 모형 결과

설명변수		모델1		모델2	
		통화당 지불제	월별 정액제	통화당 지불제	월별 정액제
상수항		2.767 (6.128***)	2.189 (6.653***)	2.337 (7.133***)	2.055 (7.584***)
공급 특성변수	이용료	-1.579 (-13.659***)	-0.441 (-15.983***)	-1.575 (-13.643***)	-0.441 (-15.980***)
	성별	-0.243 (-2.569**)	-0.066 (-0.943)	-0.225 (-2.460**)	-
개인 속성변수	연령	-0.025 (-0.655)	0.002 (0.053)	-	-
	학력	0.112 (2.572**)	0.144 (4.464***)	0.108 (2.529**)	0.144 (4.483***)
	월평균 수입	-0.086 (-2.939***)	-0.072 (-3.334***)	-0.089 (-3.509***)	-0.068 (-3.601***)
통행 특성변수	1주 평균 버스이용 횟수	0.069 (2.939***)	0.043 (2.347**)	0.065 (2.937***)	0.043 (2.371**)
	정류장 대기시간	-0.007 (-0.125)	0.036 (2.591***)	-	0.035 (2.513**)
	배차간격 인지 여부	-0.517 (-4.562***)	-0.431 (-5.146***)	-0.451 (-4.379***)	-0.420 (-5.091***)
	첫차·막차 시간 인지 여부	-0.166 (-1.439)	-0.185 (-2.144*)	-	-0.171 (-2.063*)
$\mu(1)$		1.784 (22.122)	1.341 (26.350)	1.781 (22.111)	1.340 (26.356)
$\mu(2)$		2.752 (20.046)	2.889 (23.956)	2.750 (20.003)	2.886 (24.020)
L(0)		-721.361	-1,315.236	-721.361	-1,315.236
L(β)		-595.714	-1,155.479	-596.834	-1,155.924
ρ^2		0.174	0.121	0.173	0.121

주: 1) ()은 t값이며 ***, 0.01, **, 0.05, *, 0.1임.

2) 통화당 지불제의 금액은 50원, 100원, 150원임.

3) 월별 정액제의 금액은 2,000원 미만, 2,000~3,000원, 3,000~4,000원, 4,000~5,000원, 5,000원 이상임.

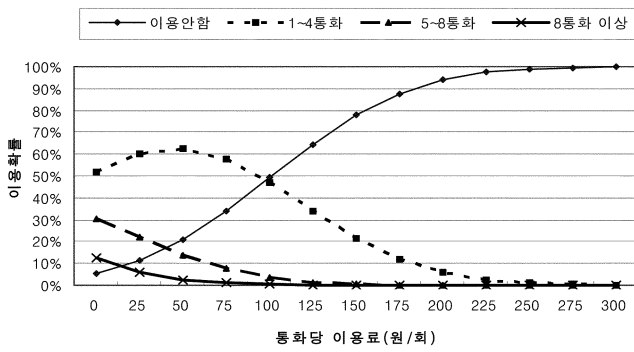


그림 2. 통화당 지불방식별 이용률

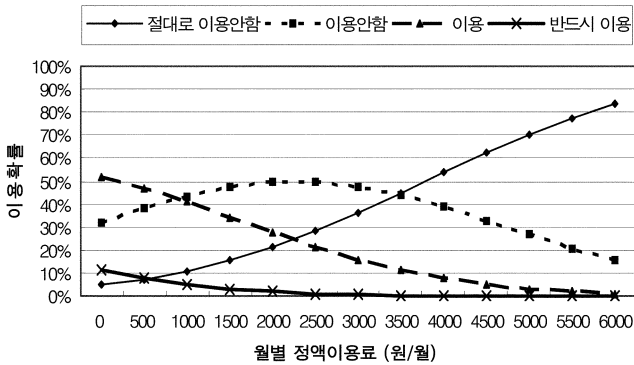


그림 3. 월별 정액 지불방식별 이용률

통화당 지불제의 이용률은 이용료가 50원일 경우 1~4통화가 62.5%이고 100원일 경우는 이용 안함 49.2%, 1~4통화가 46.9%로 나타났다. 이용료가 150원일 경우는 이용 안함이 77.9%, 1~4통화가 21.6%이고 200원, 250원, 300원일 경우는 이용 안함이 94.0%, 99.0%, 99.9%로 나타났다. 월별 정액제의 이용률은 이용료가 1,000원일 경우 45.7%, 2,000원은 29.2%, 3,000원은 16.2%, 4,000원은 7.6% 정도로 나타났다.

버스정보의 월별 통화횟수는 표 7의 모델2에서 공급특성 변수인 이용료 계수치를 활용하여 산정할 수 있다. 월별 정액제 지불방식의 이용료는 1,000원/월 단위이고, 통화당 지불방식은 50원/통화이므로, 계수치를 표준화하면 된다. 버스정보를 이용하겠다고 응답한 사람들은 지불방식에 관계 없이 평균적으로 약 6회 정도 이용할 것으로 추정할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{월평균 버스정보 통화횟수} &= [\text{월별 정액이용료(원/월)} \\ &\times 1,000] \div [\text{통화당 이용료(원/통화)} \times 50] \\ \text{월평균 버스정보 통화횟수} &= (-0.44150 \times 1,000) \div (-1.575 \times 50) = 5.6 \text{회/월} \end{aligned} \quad (2)$$

5.3 이용료 지불방식별 민감도 분석

통화당 버스정보 이용료를 나타내는 범주는 1주일 동안에 이용 안함, 1~4회, 5~8회, 8회 이상이다. 여기에서 각 범주를 대표할 수 있는 평균 통화횟수를 범주의 중간값으로 가정하면, 각각 0회($y_n=0$), 2.5회($y_n=1$), 6.5회($y_n=2$), 10.5회($y_n=3$)이다. 따라서 특정 버스정보 이용자(n)의 1주일당 평균 통화횟수(W_n)와 전체표본의 1주일당 평균 통화횟수는 다음과 같다.

$$W_n = 0 \times p(y_n=0) + 2.5 \times p(y_n=1) + 6.5 \times p(y_n=2) + 10.5 \times p(y_n=3) \quad (3)$$

$$\text{전체표본의 1주일당 평균 통화횟수} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N W_n \quad (4)$$

1주일 동안 버스정보를 1회 이상 이용할 확률은 표 8에 서와 같이 약 63.5%로 나타났으며, 이 때의 1주일당 평균 통화수는 약 2통화(2.06통화)가 될 것으로 추정된다. 1회당 이용료에 따른 평균 이용횟수를 사용하여 이용료 수준에 따른 평균 통화횟수의 탄력성은 그림 5와 같다. 통화당 이용료가 증가하면, 평균 통화횟수는 적어지고 탄력성은 커지게 된다. 그림 5에서 가격의 단위변화에 따른 수요의 단위변화가 일치하는 단위 탄력적인 탄력성 -1상의 이용료는 1통화당 약 80원(77.4원)으로 추정된다.

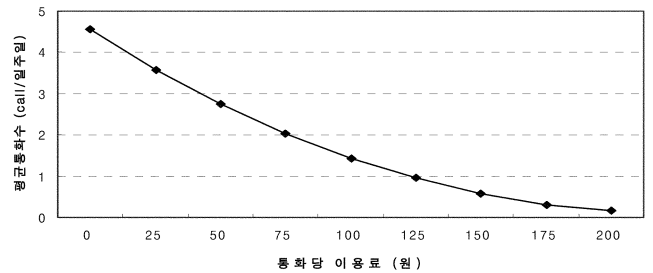


그림 4. 통화당 지불제의 평균 통화횟수

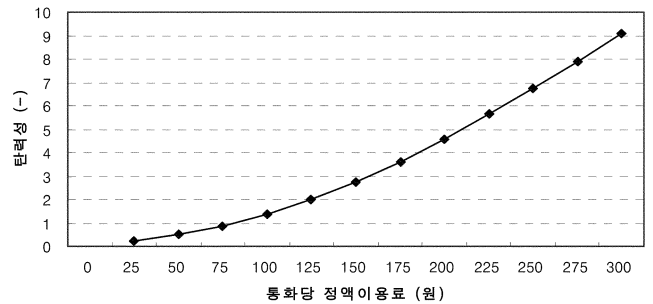


그림 5. 통화당 지불제의 탄력성 분석

월별 정액제의 경우는 특정 버스정보 이용자(n)의 버스정보 이용 확률은 이용($y_n=2$), 반드시 이용($y_n=3$)의 이용률을 합한 것과 같다.

$$M_n(\text{월별 정액제}) = M(y_n=2) + M(y_n=3) \quad (5)$$

$$\text{월별 정액제 이용률}(M) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N M_n \quad (6)$$

월별 정액제의 이용료 수준 변화에 따른 버스정보 이용 확률은 그림 6과 같으며, 월별 정액료가 증가하면 이용 확률은 낮아지게 된다. 그림 7에서 탄력성 -1상의 이용료는 월별 정액료가 약 2,000원(2,012.5원)으로 추정된다. 이때의 이용 확률은 약 29%가 될 것으로 추정된다.

버스정보의 통화당 이용료와 월별 정액제를 비교해 보면, 이용자들은 통화당 이용료 방식을 더 선호하는 것으로 판단된다.

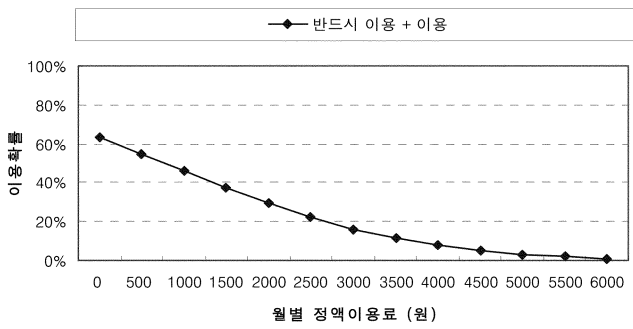


그림 6. 월별 정액제의 이용확률

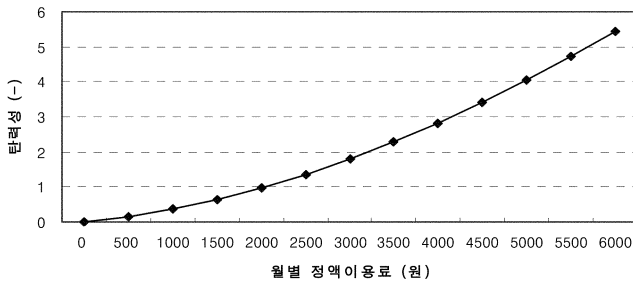


그림 7. 월별 정액제의 탄력성 분석

6. 결 론

본 연구는 버스정보시스템에서 제공되는 버스 운행 관련 정보를 개인 통신기기인 핸드폰이나 PDA를 통해서 제공할 경우의 버스 이용자의 정보 선호도 분석과 버스정보에 대한 이용수요 예측모형을 구축하여 이용률을 산정하였다.

본 연구에서 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 컨조인트 분석에 의한 버스정보의 속성별, 수준별에 대한 선호도 분석을 통하여 개별 속성 수준들에 대한 중요도, 부분효용 변화치 등의 가치를 평가할 수 있었다.
2. 이항 로짓 모형에 의한 버스정보 이용수요예측 모형을 구축하여 이용자의 이용여부에 영향을 미치는 요인들과 이용률을 파악할 수 있었다.
3. 순서형 프로빗 모형을 사용하여 버스정보 잠재 이용자를 대상으로 통화당 지불방식이나 월별 정액제 등의 지불방식별로 이용행태모형을 구축할 수 있었다.
4. 버스정보 이용료 지불방식별 이용행태모형을 통해서 향후 잠재 이용자들이 선호하는 지불방식을 파악하였고, 지불방식별로 이용행태를 분석할 수 있었다.
5. 버스정보 이용료 지불방식별로 통화횟수, 이용확률, 탄력성 분석 등의 민감도 분석을 통하여 이용료에 대한 단위 탄력점을 분석하고 적정 이용료와 이용확률을 분석하였다.

이상의 연구 결과, 본 연구는 버스정보에 대해서 마케팅 기법인 컨조인트 분석을 사용하여 정보 속성별, 수준별 선호도를 파악할 수 있었다는 점에 의의를 들 수가 있다. 컨조인트 분석은 향후 교통정보의 특성들을 계량적으로 묘사하는 하나의 방법이 될 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 부산시를 비롯한 지자체들에서 버스정류장 단말기를 확

대하는 동시에 핸드폰 등을 통해서 버스정보를 제공해주는 부분이 확대되고 있으므로, 버스정보의 이용수요 파악은 버스정보 제공 정책을 효율적으로 수립할 수 있는 근거를 제시하였다고 생각된다. 또한 버스정보에 대한 이용자들의 다양한 요구사항을 반영하여 적정 이용료 등을 산정할 수 있어 버스정보의 이용률을 제고시킬 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 본 연구는 부산시에 있어서 버스정보관리시스템이 구축되기 이전에 버스정보의 선호도와 이용수요를 예측하였으므로, 향후 관련 시스템이 구축된 후 실제 버스정보 이용 패턴에 관한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 그리고 버스정보에 대해서 이용자들이 생각하는 가치를 분석할 수 있는 연구도 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 강신화(2003) 버스 노선정보의 이용가치 평가, 대구광역시를 중심으로. 석사학위논문, 명지대학교.
- 고승영(2002) 버스도착시간 정보에 관한 연구, 대한교통학회, 대한교통학회지, 대한교통학회, 제20권 제5호, pp. 175-181.
- 김은길(2001) 버스안내시스템 구축을 위한 도차시간예측에 관한 연구, 석사학위논문, 대구대학교 대학원.
- 민경태(2004) 이용자 행태에 근거한 버스정보 활성화 개선방안 연구 : 부천시 사례를 중심으로, 석사학위논문, 명지대학교 산업대학원.
- 배덕모(2002) 부천시 사례를 통한 버스정보시스템 운영효과 분석, 대한교통학회지, 대한교통학회, 제20권 제1호, pp. 7-18.
- 배상훈, 김영섭(2003) 실시간버스 위치데이터를 활용한 통행시간 추정, 한국LBS학회 논문지 창간호, 한국LBS학회, 제1권 제1호, pp. 73-79.
- 빈미영, 김효빈(2004) 버스정보시스템 구축 전략 및 사업평가에 관한 연구, 경기개발연구원.
- 빈미영, 김효빈(2005) 실시간 버스도착정보의 가치 측정에 관한 연구. 대한교통학회지, 대한교통학회, 제23권 제6호, pp. 81-89.
- 석종수(2003) 인천광역시 버스안내시스템 시범 사업 평가 및 발전적 확대 방안, 인천발전연구원.
- 유은수(2005) 선호의식자료(SP Data)를 이용한 버스정보시스템(BIS) 선택형태에 관한 연구 : 수원시와 안양시의 버스이용객을 중심으로, 석사학위논문, 협성대학교 대학원.
- 이상진, 윤정호, 고용석(2003) 버스정보시스템(BIS) 구축을 위한 선호도 조사·분석-안양시 사례를 중심으로-, 제2회 정기총회 및 추계학술대회, 한국ITS학회, pp. 340~344.
- 이성우, 민성희, 박지영, 윤성도(2005) 로짓·프로빗모형 응용.
- 이원규, 정연탁(2004) 부산광역시 버스정보시스템(BIS) 구축방안 연구. (재)부산발전연구원.
- 정태원(2003) 부산항 컨테이너터미널 마케팅 전략에 관한 연구, 박사학위논문, 한국해양대학교 대학원.
- 정현영, 진재엽, 손태민(2002) 부가교통정보시스템(VITS) 이용수요예측 및 적정이용료 산정에 관한 연구. 대한교통학회지, 대한교통학회, 제20권 제4호, pp. 27-38.
- 최장욱(2001) BIS 자료를 이용한 버스통행시간에 대한 연구, 석사학위논문, 명지대학교 대학원.
- 高見淳史・太田勝敏・原田 昇(1995) バスロケから情報に對する利用者の認識に關する研究, 日本土木學會, 第50回年次學術講演會, pp. 232-233.
- 吉川耕司・加島大地・小出泰弘(1995) バスロケーションシステムが利用者の行動に及ぼす效果の評價方法, 日本土木學會, 第50回年次學術講演會, pp. 230-231.
- 矢部 努・大 藏 泉・中村文彦(1998) バス停におけるリアルタイ

ム情報提供に対する利用者の評価に関する考察, 日本土木學會, 第53回年次學術講演會, pp. 738-739.

奥谷正・都島健一(2003) 位置情報を用いた到着時間予測手法と交通状況分析に関する考察, 日本交通工學研究會, 第23回交通工學研究發表會論文報告集, pp. 137-140.

Katrin Dziekan, Karl Kottenhoff (2007) Dynamic at-stop real time

information displays for public transport: effects on customers. *Transportation Research Part A*, pp. 489-501.

Vani K, Borooah (2002) *Logit and Probit, Ordered and Multimodal Models*. SAGE UNIVERSITY PAPERS.

(접수일: 2008.9.11/심사일: 2008.9.16/심사완료일: 2008.9.16)