

임의효과 순서 프로빗 접근방법을 이용한 철도 이용자 만족도 분석 Analysis of Train User Satisfaction by using Random-effects Ordered Probit Approach

신현주*, 홍정열*[†], 박동주*

Hyunju Shin*, Jungyeol Hong*[†], Dongjoo Park*

Abstract A level of train user satisfaction is a crucial measure to improve the quality of person's trip by railroad along with understanding their long-term need. This study aims to analyze the train user satisfaction at a station level, and to find specific factors which have an impact on levels of satisfaction on railroad operations, riding environment, transfer, train and station facilities. Approximately 750 train users in Twenty four train stations, which were selected by location characteristics, types of train, and a period of operation, have participated in the survey. In the study, Random-effects Ordered Probit approach was applied with the purpose of capturing unobserved effects in the panel dataset. As a result, the explanatory variables such as specific age group, trip purposes, and trip frequencies were found to be statistically significant in the models, and demonstrated that the levels of user satisfaction could show diverse patterns depending on the selected variables under the identical conditions.

Keywords : Train User Satisfaction, Random-effects, Ordered Probit

초 록 철도 이용이 증가함에 따라 철도 이용객들의 요구사항이 높아지고 있으며, 이에 따라 철도 서비스 만족도는 향후 철도 통행의 질을 향상시키기 위한 중요한 척도로 이용되고 있다. 본 연구에서는 철도 개통의 시기, 지역적 특성, 열차 종류 등을 고려하여 국내 5개 철도노선의 주요 24개의 역을 선정, 열차운행, 승차환경, 타 수단과의 연계환승, 철도역사에 대한 만족도 조사를 수행·분석하였다. 각 만족도 항목의 분석을 위하여 임의효과 순서 프로빗 방법론이 적용되었으며, 그 결과 철도 이용자의 연령, 통행목적, 통행빈도에 따라 같은 조건의 서비스 환경에 대한 만족도의 정도가 서로 다른 패턴을 보이는 것으로 나타났다. 이는 효율적인 철도서비스 개선을 위하여 철도 노선별로 주요 이용객 특성 및 통행행태를 분석하는 것이 중요하다는 것을 시사하고 있다.

주요어 : 철도 이용자 만족도, 임의효과, 순서 프로빗

1. 서 론

기술의 첨단화 및 산업화에 따른 철도의 등장은 에너지 효율성, 안전성, 정시성, 친환경성 등의 이점들과 함께 철도의 이용을 증가시키는데 큰 기여를 하였다. 1905년 경부선을 시작으로 경의선, 호남선 등의 노선이 개통되면서 지역 간을 연결하고, 사람 및 물자를 수송하는 신기술의 교통수단으로 인식되었다. 본 연구는 지역별 철도 이용자들의 지역 내 열차 운행과 이용에 관한 호감도, 또는 만족도의 수준을 정량화 및 측정하여 분석하고자 한다.

[†] 교신저자: 서울시립대학교 교통공학과(jyhongsun@gmail.com)

* 서울시립대학교 교통공학과

2. 본 론

2.1 관련 문헌 고찰

2.1.1 임의효과 모형 관련 연구

이상혁외 2인(2015)은 기존의 교통사고모형의 설명력을 높이고자 교통량, 기하구조 등에 대한 이질성을 고려한 임의효과모형을 활용하여 교통사고모형을 개발하였다. 그 결과, 로그-우도함수값 및 우도비가 기존 모형 대비 설명력이 더 높게 나타나 임의효과를 이용한 모형이 기존 고정효과를 이용한 모형보다 우수한 것을 확인하였다[2].

김은정의 2인(2012)은 유아과학교육 프로그램의 효과를 확인하고자 임의효과모형을 사용하였다. 국내 관련 연구 35편을 대상으로 동질성 검정 후 임의효과모형을 적용한 결과 유아과학교육 프로그램의 효과 크기는 1.325로 매우 큰 효과가 있는 것으로 나타났다[3].

2.1.2 순서형 프로빗 모형 관련 연구

고한검외 1인(2012)은 고속도로를 이용하는 운전자 설문조사를 통해 주행여건별로 운전자의 교통정보 수용 특성을 고려하여 순서형 프로빗 모형을 이용한 경로전환 행태 예측 모형을 구축하여 운전자의 경로전환 의사결정에 있어서의 결정 요인, 경로전환 행태를 보았다[4].

김성민의 4인(2011)은 다차로도로에서의 사고심각도를 분석하고자 사고심각도에 영향을 줄 수 있는 요인(인적·도로·환경 요인 등) 및 사고유형에 대한 분석을 통해 사고심각도에 영향을 미치는 요소들에 대해 규명하였다[5].

2.1.3 철도 이용자 만족도 관련 연구

국내 철도 관련하여 이용자 만족도, 서비스 만족도 등의 많은 연구가 진행되었으며 이들 대부분은 회귀분석, IPA, AHP 기법을 통하여 분석된 것을 확인할 수 있었다.

2.2 자료 분석

순서형 프로빗 모형을 이용한 연구가 다양하게 진행되었지만 임의효과를 고려한 순서형 프로빗 모형을 사용한 연구는 극히 적었다. 본 연구에서는 임의효과 순서형 프로빗 모형을 이용하여 철도 만족도 분석을 하고자 한다.

2.2.1 데이터 수집

철도 만족도 조사를 위하여 설문조사 계획 및 설문조사대상 역을 선정하였다. 설문조사대상 역은 철도 통계연보 기준 최근 5년(2010년-2014년)간 이용객 수가 증가하는 노선을 우선 선정 한 후, 2014년 기준 연간 총 이용객 수가 많고 단거리 이용객수 및 중장거리 이용객수가 모두 적정량을 확보하고 있는 역을 선정하였다. 선정된 25개 역의 철도 이용객을 대상으로 약 750부의 설문조사를 실시하여 데이터를 수집하였다.

Table 1 Choiced Station

	Line				
	Gyeongbu.Rapid	Honam.Rapid	Gyeongchun	Suin	Yeongdong
Station	Seoul	Yongsan	Yongsan	Sorepogu	Yeongju
	Osong	Seodaejeon	Cheongyangri	Incheonnonhyun	Buncheon
	Daejeon	Iksan	Pyeongnaehopyeong	Yeonsu	Donghae
	Dongdaegu	Gwangjusongjeong	Gapyeong	Songdo	Jeongdongjin
	Busan	Mokpo	Namchuncheon	Inha-Univ	
				Incheon	

2.2.2 분석 방법론

본 연구는 철도역별로 철도 이용자의 개인 특성과 통행 행태 등을 설명변수로 하여 철도이용 만족도를 추정하는 순서형 프로빗 모형을 적용하고자 하였으며, 임의효과를 가진 종속변수의 조건부 분포가 평균정규누적분포 함수에 의해 측정된다고 가정한다. 패널데이터 형태의 순서를 가진 종속변수 y_i 와 설명변수 X_i 에 의해 설명되는 임의효과 순서형 프로빗 모형은 아래 식 1과 같다.

$$y_i^* = X_i\beta + v_i + \varepsilon_i \tag{1}$$

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{if } y_i^* \leq k_1 \\ 2 & \text{if } k_1 < y_i^* \leq k_2 \\ \vdots & \\ K & \text{if } k_{K-1} < y_i^* \end{cases}$$

여기에서 β 는 추정계수 벡터이며, ε_i 는 오차항(평균이 0이고, 분산이 1), v_i 는 패널의 임의효과, i 는 패널로 $i = 1, \dots, n, k_i$ 는 만족도 간의 구분점이며, K 는 가능한 결과의 수이다. 철도 이용자의 만족도는 5단계의 순서를 가진 범주형으로 매우 불만족($k_i = 0$), 불만족($k_i = 1$), 보통($k_i = 2$), 만족($k_i = 3$), 매우 만족($k_i = 4$)으로 나타낸다. 임의효과 순서형 프로빗 모형은 최대우도함수로 추정되며, 만족도에 대한 관측된 결과 k 의 확률은 아래 식 2와 같이 도출된다.

$$\begin{aligned} p_{ik} &= \Pr(y_i = k | k, x_i, v_i) = \Pr(k_{k-1} < x_i\beta + v_i + \varepsilon_i \leq k_k) \\ &= \Pr(k_{k-1} - x_i\beta - v_i < \varepsilon_i \leq k_k - x_i\beta - v_i) \\ &= \Phi(k_k - x_i\beta - v_i) - \Phi(k_{k-1} - x_i\beta - v_i) \\ &= \frac{1}{1 + \exp(-k_k + x_i\beta + v_i)} - \frac{1}{1 + \exp(-k_{k-1} + x_i\beta + v_i)} \end{aligned} \tag{2}$$

$\Phi(\cdot)$ 는 평균정규누적분포 함수이다.

Table 2 Result of Analysis

Variable	Driving gap	Punctuality	Train.comfort	Train.announce	Transfer distance, time	Transfer facility	Station move facility
	Coef.						
Age10	1.20***	0.63**	0.61*	-	-	-	-
Age20	1.67***	0.82***	0.97***	0.66***	0.92***	0.60***	0.54***
Age30	1.47***	1.34***	1.46***	0.81***	1.33***	1.03***	0.61***
Age40	1.50***	1.02***	1.36***	1.17***	0.97***	1.01***	0.89***
Age50	1.17***	0.49*	1.00***	0.69***	0.96***	0.75***	0.59***
Male	-	-	-0.29**	-	-	-	-
Female	-	0.22*	-	-	-	0.18	0.34***
Worker	-1.06***	-0.62***	-	-	-0.31**	-	-
Owner	-	-	0.30	-	-	-	-
Student	-0.62***	-	-	-	-	-	-
Housewife	-0.79***	-	-	-	-	-	-
Unemployed	-	-	0.96***	-	-	-	-
Go to work	0.61***	0.42*	-	0.78***	-	0.68***	-
Go to school	-	-	-1.06***	-	-	-0.47*	-
Business	-	-	-0.49***	-	-	-	-
Recreation	0.19	0.25*	-0.28*	0.26**	-	0.35***	-
Shopping	1.19***	-	-	1.30***	-	1.01**	0.98**
Weekfrequent	0.08**	-	-	-0.09**	-	-0.10**	-
Annualfrequent	-	-	-	-	-	-	0.01*
Dawn	0.96***	-	-	0.59*	-	-	-
Morning	-	0.44***	-	0.35***	-	0.21*	0.30**
Afternoon	-	0.41***	-	-	-	-	0.41***
Cut1	-4.53***	-4.01***	-5.07***	-4.38***	-4.10***	-4.51***	-4.78***
Cut2	-0.70***	0.19	-0.55**	0.03	-0.80***	-0.33	-0.45**
Cut3	1.41***	2.38***	1.65***	2.21***	1.45***	2.03***	1.72***
Cut4	3.18***	4.56***	3.92***	5.10***	4.04***	5.18***	4.72***
Cut5	5.13***	-	5.25***	6.99***	7.38***	6.99***	6.94***
Sigma2_u	0.17***	0.12	0.16***	0.13***	0.02***	0.22***	0.32***
Log likelihood	-922.55	-820.99	-840.05	-799.83	-831.23	-781.68	-813.58

*** : Confidence Level over 95%

** : Confidence Level over 90%

* : Confidence Level over 80%

2.2.3 분석결과

임의효과 순서형 프로빗 모형을 이용하여 분석한 결과 열차 내 승차감(Train.comfort)의 경우, 10대는 10% 유의수준, 20대~50대는 5% 유의수준에서 유의성이 있는 것으로 나타났으며 Coef. 값을 통해 10대에서 50대까지의 사람들은 열차 내 승차감에 만족하여 더 이용하는 것으로 나타났다. 반면에 성별이 남성이며 통행목적이 등/하교, 업무, 여가로 열차를 이용하는 경우 열차 내 승차감에 대한 만족도가 낮은 것을 확인할 수 있다.

여가(Recreation)의 경우 대부분의 항목에서 긍정적인 만족도를 가지지만, 열차 내 승차감 항목에서는 부정적인 만족도를 보였다. 이는 여가를 목적으로 열차를 이용할 경우, 열차 내 승차감으로 인해 전체적인 만족도가 감소될 수 있다는 것을 보여준다. 전체적으로 20대~50대의 경우, 모든 항목에서 5% 유의수준에서 유의성이 있는 것으로 보아 만족도 수준이 모두 좋은 것을 확인할 수 있다.

3. 결론

본 연구는 경부고속선, 호남고속선, 수인선, 경춘선, 영동선의 다섯 개 노선이 포함하는 주요 24개의 철도역을 대상으로 여객철도 이용객의 철도이용에 대한 만족도 설문조사를 실시하여 수집된 데이터를 바탕으로 임의효과 순서형 프로빗 모형을 이용한 분석을 수행하였다. 그 결과 연령대, 통행목적, 직업 등에 따라 만족도의 정도를 확인할 수 있었다. 결과값 중 부정적인 만족도를 나타내는 변수 확인을 통하여 개선방안을 제시하는데 활용되어 철도 이용에 대한 만족도를 더욱 높일 수 있을 것으로 보여진다.

참고문헌

- [1] KORAIL (2014) 2014 Railroad Statistics annual report
- [2] S.H. Lee, M.H. Park, Y.H. Woo (2015) A Study on Developing Crash Prediction Model for Urban Intersections Considering Random Effects. Korea ITS Association Paper. 14(1). pp. 85-93.
- [3] E.J. Kim, S.D. Park, K.C. Kim (2012) A meta-analysis of the effects of early childhood science education programs. Analysis of Open Early Childhood Education. 17(5). pp. 263-284.
- [4] H.G. Ko, Y.H. Choi (2012) Prediction of Route Changing Behavior by Driving Condition Using Ordered Probit Model. Transportation Analysis. 19(3). pp. 1-19
- [5] S.M. Kim, J.S. Choi, S.Y. Kim, M.G. Kim, et al. (2011) The Study on the Accident Injury Severity Using Ordered Probit Model at MultiLane Highway. Korea Road Association Paper