

컨조인트 분석을 이용한 BRT 및 바이모달 트램 이용 속성의 효용 산정 연구 (세종시를 중심으로)

A Study of the Estimation of Utilities of Usage Attributes of BRT and Bimodal Tram Using Conjoint Analysis (Case of the City of Sejong)

박 상 민	Park, Sangmin	아주대학교 건설교통공학과 박사과정 (E-mail : stylecap@ajou.ac.kr)
김 경 현	Kim, Kyung Hyun	한국도로공사 도로교통연구원 박사후 연수자 (E-mail : kk6661@ex.co.kr)
고 한 검	Ko, Han Geom	정회원 · 교통안전공단 자동차안전연구원 K-City준비팀 과장 (E-mail : hankal@ts2020.kr)
목 재 균	Mok, Jai-Kyun	한국철도기술연구원 철도안전인증연구소 수석연구원 (E-mail : jkmok@kri.re.kr)
이 중 화	Lee, Jong-Hwa	우진산전 EV개발팀 책임연구원 (E-mail : jonghwalee@wjis.co.kr)
윤 일 수	Yun, Ilsoo	정회원 · 아주대학교 교통시스템공학과 부교수 · 교신저자 (E-mail : ilsooyun@ajou.ac.kr)

ABSTRACT

PURPOSES : This study was initiated to estimate the utilities of usage attributes of BRT and Bimodal Trams using a conjoint analysis method in order to identify the important features pertaining to the use of BRT and Bimodal Trams.

METHODS : For this purpose, important attributes and those level in the use of BRT and Bimodal Trams in the city of Sejong were identified. Next, a profile questionnaire pertaining to BRT and Bimodal Trams was designed for the conjoint analysis, and a survey was conducted in the city of Sejong. Using SPSS software, conjoint analysis was performed to identify the important attributes vis-à-vis the use of BRT and Bimodal Trams in the city of Sejong. Finally, the utilities for individual attributes were calculated based on the models estimated by the conjoint analysis.

RESULTS : The results of the conjoint analysis were used to identify the important attributes. With regard to the usage of BRT, users indicated that fare was the most important attribute with the highest utility. In the case of Bimodal Trams, the users indicated that the number of seats and internal environment were the most important attributes with the highest utilities.

CONCLUSIONS : Based on the results of the conjoint analysis, the important attributes pertaining to the use of BRT and Bimodal Trams in the city of Sejong were identified. Our study indicates that BRT in the city of Sejong needs to be upgraded to improve the utilities of the important attributes. Currently, Bimodal Trams has not been introduced completely in the city of Sejong. However, in the future, when the introduction of Bimodal Trams is completed, the important attributes should be emphasized in order to improve the quality of its service.

Keywords

RT, Bimodal Tram, Conjoint Analysis, User Utility

Corresponding Author : Yun, Ilsoo, Associate Professor
Department of Transportation System Engineering, Ajou University,
San 5, Woncheon-dong, Yeongtong-gu, Suwon, 16499, Korea
Tel : +82.31.219.3610 Fax : +82.31.215.7604
E-mail : ilsooyun@ajou.ac.kr

International Journal of Highway Engineering

http://www.ksre.or.kr/

ISSN 1738-7159 (print)

ISSN 2287-3678 (Online)

Received Aug. 22, 2016 Revised Jun 05, 2017 Accepted Jul. 10, 2017

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

1.1.1. 연구의 배경

‘땅위의 지하철’로 불리는 간선급행버스체계(bus rapid transit, BRT)는 정시성 등과 같은 장점으로 대중교통서비스 제고를 통해 도심지 교통 혼잡 완화를 할 수 있는 수단으로서 관심이 높아지고 있다. 이에 따라 서울시, 경기도, 인천시, 세종시 등에서 BRT를 적극적으로 도입 및 운영 중에 있다. 최근 들어 차량 관련 기술이 발달하고 또한 친환경성, 이용자 편의 증진, 안전성 등을 이유로 다양한 BRT 전용차량들이 개발 또는 도입되고 있으며, 배터리 교환형 전기버스, 바이모달 트램, 이층버스 등이 그 예이다. 특히 세종시는 상급 BRT를 위한 기반시설을 설치한 도시이며 현재 BRT 전용차량으로 CNG하이브리드 저상버스와 바이모달 트램을 운영 중에 있다¹⁾. 특히 바이모달 트램은 국내에서는 보기 드문 전문 조향이 가능한 굴절형 버스로서 대량수송 및 100% 저상화를 통한 신속한 승하차가 가능하다.

따라서 다양한 BRT 전용차량이 운행되고 있는 세종시를 중심으로 BRT 이용자들이 BRT 이용과 관련된 요인들 중 무엇이 상대적으로 얼마나 중요한지를 계량화할 수 있다면, BRT 관련 정책 수립 및 의사결정에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

또한 바이모달 트램과 같은 신교통수단의 경우 실제 운행경험이 적고, 이용자들이 신교통수단에 대해 잘 알지 못하여 이용자 요구사항 파악이 어렵다. 이에 국내 많은 연구들이 AHP 기법을 이용하여 신교통수단의 특성에 대해 전문가들을 대상으로 정량적인 평가를 진행하고 있으나, 실질적인 이용자들의 의견은 배제하고 일부 전문가의 의견에 의존하는 실정이다.

BRT 및 BRT 전용차량 이용 시 실질적으로 이용자들이 어떤 요소를 상대적으로 중요하게 생각하고 있는지를 설문조사 등을 통해 확인하기도 한다. 하지만, 이용자들의 의견을 만족도 조사 등을 통해 정성적으로만 반영하고 있으며, 정량적으로 반영하지 못하는 문제가 있다.

1.1.2. 연구의 목적

본 연구에서는 BRT 및 BRT 전용차량 이용과 관련하여 이용자들의 의견을 정량적으로 파악하지 못하는 문제

를 해결하고자 컨조인트 분석을 이용하였다. 이용자가 생각하는 BRT 및 BRT 전용차량의 이용 관련 속성을 결정하고, 각 속성에 대한 상대적인 효용(utility)을 추정하여 이용자가 생각하는 BRT 및 BRT 전용차량 이용 관련 중요 속성을 파악하는 것이 본 연구의 목적이다.

본 연구를 통해서 정량화된 BRT 및 BRT의 전용차량에 대한 이용자의 의견은 BRT 및 BRT 전용차량에 대한 개선방안을 도출하고 관련 정책을 수립하는데 활용될 것으로 기대된다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

1.2.1. 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위는 세종시이다. 세종시를 공간적 범위로 선정한 이유는 상급 BRT를 수용할 수 있는 기반시설이 구축되어 있으며, 현재 운행 중인 990번 BRT 노선에서는 바이모달 트램 등 다양한 형태의 BRT 전용차량들에 대한 시범 운행이 진행되었기 때문이다. 특히, 세종시는 동일한 노선(990번)에 바이모달 트램과 CNG하이브리드버스를 동시에 운영 중이므로 BRT 이용 시 차량 종류에 따른 효용을 확인해 볼 수 있는 장점이 있다. 그리고 현재 관련 연구가 부족한 바이모달 트램에 대하여 이용자들이 바이모달 트램 이용 시 어떤 점을 중요시 여기는지 확인이 가능할 것으로 판단되어 공간적 범위로 세종시를 선정하게 되었다. 시간적 범위는 2016년 5월 4일(수) 오전 6시~오후 5시로 설정하여 설문조사를 수행하였다. 내용적 범위는 BRT와 BRT 전용차량인 바이모달 트램의 이용 속성 관련 효용 산정으로 설정하였다.

1.2.2. 연구의 방법

컨조인트 분석을 수행하기 위해 BRT와 바이모달 트램의 중요 요인을 결정하고 이에 따른 속성을 결정하였다. 결정된 요인과 속성을 바탕으로 설문조사를 위한 프로파일을 작성하였으며 추가적인 설문 내용과 함께 설문지를 작성하였다.

작성된 설문지를 이용하여 2016년 5월 4일 수요일에 세종시 BRT 주요 정류장에서 1:1 대면 면접조사를 수행하였다. 설문조사 중 응답에 일관성이 없는 설문을 제외하고 유효한 설문을 대상으로 컨조인트 분석을 수행하였으며, 각 속성별 효용(utility)을 추정하고 이용자가 생각하는 BRT와 바이모달 트램의 이용 관련 중요속성을 도출하였다. Fig. 1은 본 연구의 수행 절차이다.

1) 2016년 8월 기준 세종시에서 바이모달 트램을 990번 BRT 노선에서 1일 2회 시범 운행 함.

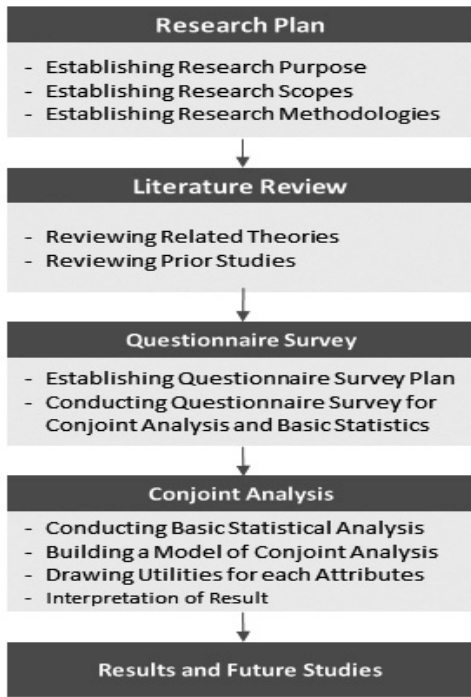


Fig. 1 Research Process

2. 관련 이론 및 문헌 고찰

2.1. 관련 이론 고찰

컨조인트 분석은 여러 가지 요인을 지니고 있는 제품이나 서비스에 대하여 이용자들이 실제로 어떤 것을 선택하고, 포기하는지에 대한 결정을 내리는 방법으로 1970년대 중반부터 마케팅 분야에서 사용하는 분석방법이다(Hair, 1998).

컨조인트 분석은 소비자의 효용(utility)을 분석하는 대표적인 방법으로서 가상의 제품을 평가하고 소비자가 선택할 상품을 예측할 수 있는 기법이다. 여기서 효용은 컨조인트 모형에 의해 추정된 각 요인 수준(level)의 효용 추정치를 의미하며, 어떤 수준의 효용을 중요하게 생각하는지와 덜 중요하게 생각하는지를 의미한다. 이를 통해 제품의 각 요인별 중요도와 각 요인 수준의 효용, 부분 가치를 추정하는 방법이다(Hair, 1998). 구체적인 조사 실행에 있어 우선 분석의 대상이 되는 재화나 서비스를 몇 가지 속성으로 구성된 프로파일로 간주하여 소비자는 그러한 속성으로부터 효용을 얻는 것으로 본다. 하지만 실제로 컨조인트 분석 시 지나치게 많은 속성을 설정하면 소비자의 응답에 편의(bias)가 발생할 가능성이 높아지며, 반대로 적으면 현실성을 상실하게 된다는 점을 유의해야 한다(Woo, 2010).

컨조인트 분석은 다음과 같은 특징을 가지고 있다. 첫

째, 다른 대부분의 다변량 분석이 개개인의 반응을 군집하여 분석하는 반면, 컨조인트 분석은 각각의 요인별, 요인 수준별로 나누어 분석하는 기법이다. 둘째, 요인 및 수준을 연구가가 임의로 설정할 수 있어 프로파일 구성이 자유롭다. 셋째, 각 개별 응답자 수준의 모형을 구성할 수 있으며 이를 군집화하여 모델 구성이 가능하다. 마지막으로 요인과 요인 수준에 대해 비선형적 관계에 대한 예측이 가능하다(Kwon, 2010).

컨조인트 분석은 어떤 제품 또는 서비스가 갖고 있는 특징에 고객이 부여하는 가치를 추정하는 장점을 지닌 모형으로 이를 통해 어떤 제품을 선택할지 예측이 가능하다. 또한 대상의 속성들에 대한 평가를 통해 각 속성들이 전체에 어느 정도 공헌하고 있는지 분석이 가능하다는 장점이 있다(Cho, 2016). 하지만 컨조인트 분석은 특징을 나타내는 속성(attribute) 선정의 중요도가 높으며, 가상적 상황이라는 점에서 설문에 대한 시간과 비용의 소요가 높은 단점을 가지고 있다. 이를 해결하기 위해서는 속성 선정 시 실제 소비자 또는 이용자의 의견을 반영하여야 하며, 속성의 수준을 적절하게 설정하여야 한다. 또한, 시간과 비용을 줄이기 위해 적정 수준의 설문을 설계해야 한다(Ko, 2013).

컨조인트 분석에는 확률효용모형(random utility model)을 이용하여 정형화할 수 있다. 특히 순위방식은 순서형 로짓모형이나 다항 로짓모형을 이용한다. 응답자 i 가 선택대안집단 C_i 내의 선택대안을 J 개의 카드로 분류할 수 있고, j 번째 카드로부터 얻는 간접효용함수는 다음과 같다(Hanemann, 1984).

$$U_{ij} = V_{ij}(Z_{ij}, S_{ij}) + e_{ij} \quad (1)$$

여기서, V_{ij} 는 관측 가능한 부분이고, e_{ij} 는 관측이 불가능한 부분이다. 응답자 i 가 선택대안 j 를 선택할 확률은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} P_i(j|C_i) &= \Pr V_{ij} + e_{ij} > V_{ik} + e_{ik} \\ &= \Pr V_{ij} - V_{ik} > e_{ik} - e_{ij} \end{aligned} \quad (2)$$

이 경우 응답자 i 가 선택대안 j 를 선택할 확률은 다음과 같다(KDI, 2004).

$$P_i(j|C_i) = \frac{\exp(V_{ij})}{\sum_{k \in C_i} \exp(V_{ik})} \quad (3)$$

각 응답자의 다변량 응답은 응답자의 효용 극대화를 위한 선택 결과로서 해석될 수 있으며, 지시함수를 도입한 로그-우도 함수는 다음과 같다(KDI, 2004).

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M Y_{ij} \cdot \ln[\text{Pr}_i(j|C)] \quad (4)$$

Eq. (4)를 최우추정법을 이용하면 필요한 모수들의 추정치를 얻을 수 있다. 또한 간접효용함수의 관측 가능한 부분인 V_{ij} 를 다음과 같이 정형화 할 수 있다(KDI, 2004).

$$V_{ij} = \beta_1 Z_{1,ij} + \beta_2 Z_{2,ij} + \beta_3 Z_{3,ij} + \beta_4 Z_{4,ij} + \beta_p Z_{p,ij} \quad (5)$$

Z_i 는 개별 속성 벡터이며, β_i 는 응답자의 효용에 영향을 미치는 개별 속성들에 대한 계수로 추정되어야 할 모수이다(KDI, 2004).

2.2. 관련 문헌 고찰

Lee(2015)는 무료 오픈소스 프로그램인 R을 이용하여 컨조인트 분석 관련을 실시하였다. 교통수단의 선호와 관련된 요인으로 이용요금, 입석허용여부, 배차시간을 선정하고, 요인별 수준을 10개로 구조화 하였다. 실험계획법에 의한 프로파일을 구성하여 순위 기술형, 쌍대 비교 선택형 접근 방법으로 새로운 교통수단의 선호 구조를 파악하였다. 그 결과 요인별 중요도는 이용요금, 입석허용여부, 배차시간 순으로 나타났다.

Ko 외(2013)는 고속도로를 이용하는 운전자를 대상으로 VMS 등의 매체를 통해 실시간 교통정보를 제공받을 경우 선호하는 교통정보의 내용과 표현방법에 대해 조사하였다. 분석 결과 이용자 특성에 따라 교통정보 제공항목(요인)에 대한 중요도와 선호도가 다른 것으로 나타났으며, 컨조인트 분석을 통해 이용자가 고속도로 이용 시 중요하게 고려하는 요인이 무엇인지 파악하였다. 그 결과 요인별 중요도는 정보제공방법, 행동정보, 상황정보, 정보제공특성, 정보상호교환성 순으로 나타났다.

Kim 외(2014)는 도시형 신교통시스템 도입 계획단계에서 적정 신교통시스템 선정을 위한 대중교통수단의 다양한 특성들에 대한 중요도 평가기법을 제시하였다. 신교통시스템 도입 관련 이용자 영향요인, 지역사회 영향요인, 정부 및 운영자 영향요인으로 구분하여 총 12개의 평가항목을 설정하고, AHP기법을 이용하여 가중

치를 분석하였다. 분석 결과 중요도는 안전성, 신속성 및 정시성, 편리성, 지역 활성화 순이며, 우선순위는 철재차륜 AGT(Automated Guideway Transit), LIM(Linear Induction Motor), 고무차륜 AGT(Automated Guideway Transit) 순으로 분석되었다.

Park 외(2012)는 신교통수단이 충족시켜야 하는 가치 및 중요도를 도출하고 이러한 가치를 충족시키기 위한 최적 신교통수단 대안을 선정하였다. AHP를 이용하여 대도시와 중소도시별로 선정한 가치의 가중치를 파악하고 노면전차, 바이모달 트램, 급행간선버스 대안의 평가를 실시하였다. 분석 결과 친환경성과 도시가치가 가장 높은 가치를 가지는 것으로 분석되었으며, 대도시의 경우 노면전차, 중소도시의 경우 바이모달 트램이 가장 적합한 수단으로 선정되었다.

Park 외(2016)는 행복도시 BRT 신교통수단 선정과 관련하여 정량적 기법인 전문가 AHP를 이용하였다. 신교통수단의 항목별 가중치 및 우선순위를 도출하기 위해 2-step AHP기법을 이용하였다. 평가항목의 중요도 평가 결과, 정량적 분석의 경우 기술적 안전성이 가장 높으며, 정성적 분석의 경우 이용자 편의성이 가장 높은 것으로 나타났다. 세부 평가항목 가중치의 경우 경제성은 운영비용, 친환경성은 4대 오염물질 배출량, 기술적 안전성은 폭발 및 화재사고 위험성, 이용자 편의성은 탑승편의성, 도시비전예의 부합여부는 수요 대응성, 도입 용이성은 유지관리 용이성이 가장 높은 것으로 나타났다.

2.3. 기존 문헌과의 차별성

기존 연구들은 전문가 AHP를 이용하여 수단별 중요요인을 산정하였거나 중요 요인을 바탕으로 수단을 선택하였다. 하지만 본 연구에서는 세종시를 중심으로 BRT 및 바이모달 트램 이용속성의 효용을 추정하기 위하여 컨조인트 분석을 이용하였다. 이를 통해 본 연구는 실제 BRT 및 바이모달 트램 이용자 입장에서 중요하게 생각하는 속성들의 효용을 추정한 연구로, 실제 BRT 및 바이모달 트램 도입 시 이를 반영할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

3. 컨조인트 설계 및 설문조사

3.1. 개요

본 연구에서는 BRT와 바이모달 트램 속성에 대한 이용자의 상대적인 효용을 추정하기 위해 컨조인트 분석을 사용하였다. 컨조인트 분석을 위한 설계는 연구 문제

설정, 부문요인 설계, 대안 생성, 프로파일 생성, 설문 계획으로 이루어져 있다.

3.2. 연구 문제 설정

본 연구는 BRT와 바이모달 트램의 이용자 요구사항을 파악하기 위해 수행되었다. BRT와 바이모달 트램을 구성하는 많은 요인들이 있으며 이를 결정하는 것이 중요하다. 즉, 대안의 수를 결정하는 것이 중요하다. 대안의 수가 무수히 많아지면 응답자의 편의가 발생할 수 있기 때문이다. BRT 이용 관련 요인 선정 시 Park 외(2016)의 구성 요소 중 이용자가 중요하게 생각하는 요인으로 차량 종류, 이용요금, 배차간격, 통행속도를 선정하였다. 또한 바이모달 트램 이용 관련 요인 선정 시 Park 외(2016)에서 도출된 정성적 분석 내용을 바탕으로 승하차의 편리성, 내부 환경, 소음 및 진동, 외부조망을 선정하였다.

3.3. 요인 설계

각 연구 문제별로 요인(attribute)과 속성(level)을

Table 1. Attributes and Levels for Profile

Classifications	Attributes	Levels
BRT	Vehicle type	Bimodal tram
		CNG hybrid bus
	Fare	1200 won
		1800 won
		2400 won
	Headway	less than 5 minutes
		more than 5 minutes and less than 10 minutes
		more than 10 minutes
	Passing speed	high
		normal
low		
Bimodal tram	Convenience for getting into and out	inconvenience
		normal
		convenience
	Number of seats and internal environment	bad
		normal
		good
	Noise and vibration	few
		normal
		a lot
	External view	good
		normal
		bad

설정하였다. 속성 설정은 설문 시 이용자가 이해하기 쉬운 형태인 나쁨, 보통, 좋음을 기본으로 하여, 특정 요인에 대해서 구체화하여 적용하였다. 특히 BRT 문제의 차량 종류는 현재 세종시에서 운행 중인 바이모달 트램과 CNG Hybrid를 설정하였고, 요금은 기존 요금(1200원), 좌석형 요금(1800원), 광역버스 요금(2400원)으로 설정하였다. 배차간격의 경우 5분 이하, 5분~10분, 10분 이상으로 설정하였으며, 통행속도 또한 높음, 보통, 낮음으로 설정하였다. 바이모달 트램 문제의 경우 승하차의 편의성은 편의, 보통, 불편으로 설정하였고, 그 외는 나쁨, 보통, 좋음으로 설정하였다. 설정 결과는 Table 1과 같다.

3.4. 대안 생성

대안 생성에서는 요인 설계를 통해 결정된 요인과 속성을 바탕으로 전체 대안의 수가 결정되었다. BRT 문제의 경우 54개의 조합이 있으며, 바이모달 트램의 경우 81개의 조합이 생성되었다. 응답자에게 54개 조합과 81개 조합에 대해 질문할 경우 많은 비용과 시간, 응답에 대한 편의가 발생할 수 있으므로, 본 연구에서는 SPSS를 이용하여 무작위 추출을 통해 각각 9개의 대안을 선택하여 응답을 요구하였다.

3.5. 프로파일 생성

컨조인트 분석의 평가 방법으로는 평점방식, 순위방식, 선택방식의 3가지로 구분하여 분석할 수 있다(Boyle, 2001).

평점방식은 응답자들의 선호도를 Likert 척도로 제시하는 방식으로 각 프로파일에 평점을 부여하는 방식으로 직관적으로 응답하기 쉬우나, 응답자별로 각기 다른 기준을 가지고 있어 편의가 발생할 수 있는 단점이 있다. 선택방식은 두 가지 프로파일을 비교하여 그 중 선호도가 높은 프로파일을 선택하는 방법으로, 비교적 응답하기 쉬우나 성의 없는 답변 등 편의가 발생할 수 있다. 특히 본 연구에서는 순위방식을 선택하였으며 순위방식은 선호도가 높은 프로파일에 순위를 적는 방식이다. 이는 응답자가 이해하기 쉬우며 순위를 정하는 방식으로 편의를 줄일 수 있는 방식이다. 이를 바탕으로 생성된 대안을 바탕으로 SPSS를 이용하여 설문 프로파일을 생성하였다.

3.6. 설문 계획 수립 및 설문조사

설문조사는 세종시 주요 BRT 정류장에서 2016년

5월 4일(수)에 수행하였으며 1:1 대면 면접조사방식을 이용하였다. 설문부수는 각각 75부이다. 특히 BRT 설문조사의 경우 BRT 이용 경험이 있는 응답자를 중심으로 조사하였으며, 바이모달 트램의 경우 바이모달 트램 시범 운행 시간에 이용객을 대상으로 설문하였다. 설문조사 시 복수응답 등 컨조인트 분석이 불가능하도록 응답하는 경우를 방지하기 위해 응답자에게 충분히 설명하여 조사를 수행하였다.

4. 컨조인트 분석 및 결과

4.1. 자료의 입력 및 분석

설문조사 결과는 엑셀을 이용하여 코딩하였고, 이를 바탕으로 기초 통계 분석을 수행하였다. 기초 통계 분석 결과 응답자의 성비는 남자 89명(59.3%), 여자 61명(40.7%)이었으며, 결과는 Fig. 2와 같다.

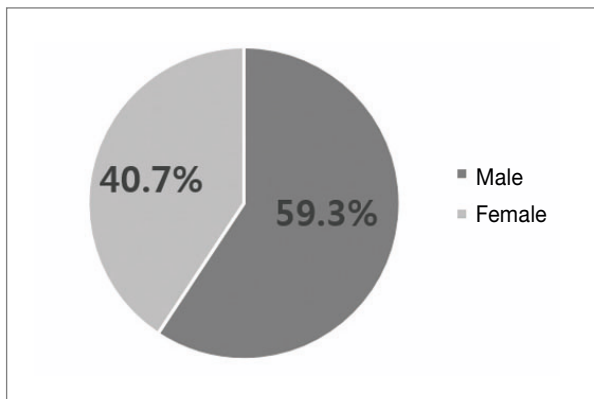


Fig. 2 Gender

BRT 이용 목적은 업무차 방문이 52.0%로 가장 높았으며, 그 다음으로는 출·퇴근(34.7%), 등하교(8.7%), 여행(2.7%), 기타(2.0%) 순으로 나타났다. 이는 Fig. 3과 같다.

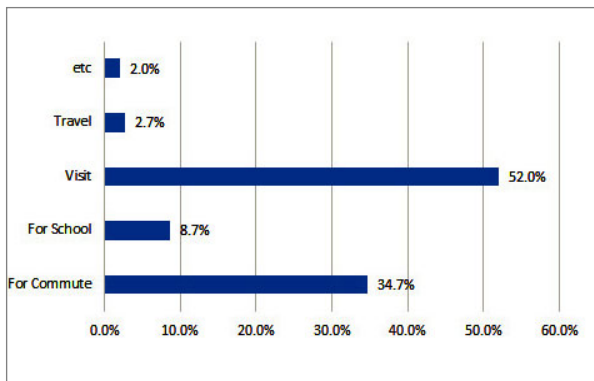


Fig. 3 Purpose to Use BRT

컨조인트 분석은 상용 통계 프로그램인 SPSS ver. 21을 이용하여 수행하였으며, 요인별 성격에 따라 컨조인트 프로그래밍을 통해 명령문을 작성하였다. 특히 요인별 성격에 따라 ‘이산형’, ‘선형의 적은’, ‘선형의 많은’으로 구분하고 이를 분석하였다. Fig. 4와 5는 컨조인트 분석 Code를 나타낸 그림이다.

```

CONJOINT PLAN = 'D:\BRT.sav'
/ DATA = 'D:\BRT_data.sav'
/ SEQUENCE = 선후도1 to 선후도9
/ SUBJECT = id
/ FACTORS = 차량종류(DISCRETE)요금(LINEAR LESS)배차간격(LINEAR Less)통행속도(LINEAR LESS)
/ Plot = ALL
/ Utility = 'D:\utility_BRT.sav'.
    
```

Fig. 4 Code for Conjoint Analysis of BRT

```

CONJOINT PLAN = 'D:\bi-modality tram.sav'
/ DATA = 'D:\bi-modality tram_data.sav'
/ SEQUENCE = 선후도1 to 선후도9
/ SUBJECT = id
/ FACTORS = 편리성(LINEAR LESS) 좌석수및내부공간(LINEAR LESS) 소음및진동(LINEAR MORE) 외부조망(LINEAR Less)
/ Plot = ALL
/ Utility = 'D:\utility_bi-modality.sav'.
    
```

Fig. 5 Code for Conjoint Analysis of Bimodal Tram

SPSS를 이용하여 컨조인트 분석을 수행하면 개인별 및 응답별로 상관계수와 반전(reversal)이 생성된다. 반전은 순위방법에서 요인이 선형적 성격일 경우 발생하며 응답자들이 프로파일에 대해 순위를 매길 때 앞서 제시한 순위와 반대되도록 순위를 매겨 모형의 신뢰도를 떨어뜨린다. 이는 AHP의 일관성지수(C.I)와 유사한 개념이다. 반전현상이 일어나면 연구자가 애초 기대한 방향과 반대되는 결과를 나타내게 된다. 반전 수가 높은 응답의 경우 모형의 적합도가 떨어지는 문제가 발생하게 되므로, 반전이 큰 자료는 분석에서 제외하여야 한다(Choi, 2002). 이를 위해 본 연구에서는 반전이 높은 응답을 제거하여 컨조인트 분석의 설득력을 높였다. Table 2는 전체 응답의 반전이 발생한 횟수의 평균 및 표준편차와 반전 보정 후 평균 및 표준편차이다.

Table 2. Number of Samples

Classification	Before calibration	After calibration
Bimodal tram	75	40
BRT	75	37

4.2. 분석 결과 및 해석

4.2.1. BRT 이용 관련 속성 효용 추정 결과

컨조인트 분석을 통해 BRT의 이용특성 효용을 추정한다

결과는 Table 3과 같으며, Pearson의 R이 0.829(유의 확률 0.003)으로 유의한 것으로 나타났다.

Table 3. Calibration Result

Classification	Before calibration		After calibration	
	Average reversal	Standard deviation	Average reversal	Standard deviation
Bimodal tram	1.81	0.89	1.30	0.60
BRT	1.38	0.95	1.08	0.88

Table 4에서 보는 바와 같이, 컨조인트 분석을 통해 추정된 효용을 바탕으로 각 특성별 중요도 값은 요금, 차량종류, 통행속도, 배차간격 순으로 나타났으며 이용자들은 요금을 가장 중요하게 생각하는 것으로 나타났다. 배차간격의 경우 대중교통 이용자가 느끼는 중요도가 떨어지는 것으로 나타났으며 이는 이용자가 배차간격을 직접 체감하지 못하는 것으로 판단된다. 각 요인의 속성별로 보면, 차량 종류의 경우 바이모달 트램의 추정 효용이 CNG 하이브리드에 비해 높은 것을 알 수 있다. 이를 통해서 조사 대상자들은 CNG 하이브리드에 비해서 바이모달 트램을 선호하는 것으로 판단된다. 요금의 경우 가장 요금이 낮은 1,200원을 선호하는 것으로 나타났다. 배차간격 또한 낮은 것을 선호하는 것으로 나타났으며, 통행속도는 높은 것을 선호하는 것으로 나타났다.

Table 4. Result of Utilities for BRT

Utility			
Classification		Utility estimation	Standard error
Vehicle type	Bimodal tram	.250	.155
	CNG Hybrid bus	-.250	.155
Fare	1200 won	-.275	.179
	1800 won	-.550	.358
	2400 won	-.824	.537
Headway	less than 5 minutes	-.351	.179
	more than 5 minutes and less than 10 minutes	-.703	.358
	more than 10 minutes	-1.054	.537
Passing speed	high	-.009	.179
	normal	-.018	.358
	low	-.027	.537
(constant)		6.187	.639

Correlation between the observed and estimated preference
 - R of Pearson: 0.829(p-value 0.003)
 - tau of Kendal: 0.500(p-value 0.030)

Table 5. Value of Importance for BRT

Classification	Value of importance
Vehicle type	26.224
Fare	28.296
Headway	20.997
Passing speed	24.483

4.2.2. 바이모달 트램 이용 관련 속성 효용 추정결과

컨조인트 분석을 통해 바이모달 트램의 이용특성 효용을 추정된 결과는 Table 6과 같으며, Pearson의 R이 0.886(유의확률 0.001)으로 유의한 것으로 나타났다.

Table 6. Result of Utilities for Bimodal Tram

Utility			
Classification		Utility estimation	Standard error
Convenience for getting into and out	convenience	-.033	.157
	convenience	-.067	.314
	inconvenience	-.100	.471
Number of seats and internal environment	good	-.325	.157
	normal	-.650	.314
	bad	-.975	.471
Noise and vibration	a lot	.433	.157
	normal	.867	.314
	few	1.300	.471
External view	good	-.258	.157
	normal	-.517	.314
	bad	-.775	.471
(constant)		5.367	.641

Correlation between the observed and estimated preferences
 - R of Pearson: 0.886(p-value 0.001)
 - tau of Kendal: 0.761(p-value 0.002)

Table 6에서 보는 바와 같이, 컨조인트 분석을 통해 추정된 효용의 각 특성별 중요도 값은 내부 환경, 외부 조망, 승하차의 편리성, 소음 및 진동 순으로 나타났다. 이용자들은 좌석 수 및 내부 환경을 중요하게 생각하는 것으로 나타났다.

소음 및 진동수의 경우 모든 교통수단이 포함하고 있으므로 중요하게 생각하지 않는 것으로 판단된다. 각 요인의 속성별로 보면 승하차 편의성의 경우 편리한 것을 선호하는 것으로 나타났으며, 좌석 수 및 내부 환경의 경우 좋은 것을 선호하는 것으로 나타났다. 소음 및 진동의 경우는 없는 것이 가장 높은 효용을 갖는 것으로 나타났으며, 외부 경관도 좋은 것을 선호하는 것으로 나타났다.

Table 7. Value of Importance for Bimodal Tram

Classification	Value of Importance
Convenience for getting into and out	24.733
Number of seats and internal environment	25.533
Noise and vibration	24.427
External view	25.308

4.3. 시사점 도출

컨조인트 분석을 통해 BRT와 바이모달 트램에 대한 요인별 중요도를 도출하였으며, 이는 정책적으로 활용할 필요가 있을 것으로 판단된다. 우선 BRT의 경우에는 요금을 제외하고 전용차량 종류가 매우 중요하므로 도시특성 및 이용자 요구에 부합하는 차종을 선택해야 한다.

또한 바이모달 트램의 이용자 요인별 중요도의 경우에는 좌석 수 및 실내 환경이 가장 중요한 것으로 나타났다. 때문에 충분한 좌석수의 확보, 실내 안락감, 냉난방시설, 차량 내부 디자인, 좌석 배치 등에 집중하여 이용자의 요구사항을 만족시킬 필요가 있다.

5. 결론 및 향후 연구과제

5.1. 결론

본 연구에서는 현재 국내에서 활발히 도입을 추진 중인 BRT와 바이모달 트램을 대상으로 이용자 관점에서 정량적인 평가를 실시하였다. 이를 위하여 국내 BRT 중 가장 많은 신교통수단에 대한 시범운영이 시행되었고, 상급 BRT 시설을 갖춘 세종시에서 바이모달 트램을 대상으로 컨조인트 분석을 실시하였다. 컨조인트 분석을 통해 이용자들이 BRT와 바이모달 트램의 요인 중 어떤 요소를 중요하게 생각하는지 추정하였다. 분석 결과, 첫째, BRT는 요금의 중요도가 28.296으로 가장 중요한 요인으로 분석되었으며, 이는 이용자들에게 경제적으로 가장 민감한 요인이기 때문인 것으로 판단된다. 둘째, 바이모달 트램의 경우 좌석 수 및 내부 환경 요인의 중요도가 25.533으로 가장 중요한 요인으로 분석되었으며, 이용자들은 편안함을 선호하는 것으로 판단된다. 셋째, BRT의 경우 요금, 차량종류, 통행속도, 배차간격 순으로 신경써야 하는 것으로 판단된다. 마지막으로 바이모달 트램의 경우 중요도는 좌석 수 및 내부 환경, 외부 조망, 승하차 편리함, 소음 및 진동 순으로 나타났다.

세종시 BRT 및 바이모달 트램 도입시 분석 결과를 반영하여 이용자의 요구사항을 만족시키는 것이 필요할 것으로 판단된다.

5.2. 연구의 한계 및 향후 연구과제

본 연구에서는 컨조인트 분석을 통해 이용자가 생각하는 BRT 및 바이모달 트램의 요인별 효용을 추정하였지만 몇 가지 한계가 존재한다. 우선 본 연구에서는 세종시를 대상으로 연구를 수행하였다. 그러나 BRT가 설치된 다른 도시에서는 우선시하는 요인이 달라질 수 있기 때문에 도시별 분석이 필요하다. 또한, 컨조인트 분석은 요인별 효용이 추정 가능하지만 응답의 편의 및 반전이 발생할 확률이 높아 좀 더 많은 수량의 설문조사 부수가 필요한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 교통물류연구사업의 연구비지원(14TLRP-C079944-01)에 의해 수행되었습니다.

REFERENCES

- Boyle, K. J., Holmes, T. P., Teisl, M. F. and Roe, B. 2001. A comparison of conjoint analysis response formats, *American Journal of Agricultural Economics*, 83, pp.441-454.
- Choi, Sun-Hyung, 2002, A Using of Conjoint Analysis for Brand Strategy of Fashion Market, *Journal of Human Science*, Vol. 22, pp.49-64.
- Joseph F. Hair, 1998, *Multivariate Data Analysis*, Prentice Hall.
- Kang, Eun-Young, 2010, A study of Determinants of Supplier Selection Using Conjoint Analysis Method, Master Thesis, INHA University.
- Kim, Hyungwoong, Moon, D., Moon, J., Kim, M., Lee, J., 2014, Empirical Analysis on Priority Evaluation of Advanced Urban Transit Systems Considering Weights of Public Transportation System Characteristics, *Journal of the Korean Society for Railway*, Vol.17, pp.79-85.
- Ko, Han-Geom, Choi, Y., Oh, Y., Moon, B., 2013. Study on Developing Traffic Information Providing Strategy Using Conjoint Analysis, *Journal of Transportation Research*, Vol.20, pp.57-64.
- Korea Development Institute, 2012, A study of value estimation for cultural and scientific facility.
- Kwon, Hoe-Min, 2010, A study on consumer preference analysis of domestic wheat ramen using conjoint analysis, Master Thesis, Chung-Ang University.
- Lee, Jae-Kil, 2015, Study on the Preference of New Transportation Mode Using Conjoint Analysis Method, *Journal of Transportation Research*, Vol.22, pp.45-60.
- Park, Sangmin, Kim, J., Ko, H., Han, E., Jeong, H., Yun, I., 2016, Study of Evaluation Method for BRT Using GAO Report and BRT Standard Scoring, Page 367 in roc. of The 2016 Korean Institute of ITS Conference.
- Park, Sangmin, Ko, H., Park, J., Seo, C., Yun, I., 2016, Study of Decision Making for Advanced BRT Transit in Administrative City using AHP Method, Page 366 in roc. of The 2016 Korean Institute of ITS Conference.
- Park, Sung-Jun, Kim, K., Lee, D., Jang, S., 2012, Selection of Advanced transportation mode using the Analytic Hierarchy Process, Page 1173, The 2012 Korean Institute of Industrial Engineers of Confemce.
- Woo, Kyoung Bong, 2010, Nested Logit Analysis of Auto Choice in Korea, *The Journal of Korea Academic Society of Industrial Organization*, Vol.18, pp.37-58.