

구조방정식모형(SEM)을 활용한 버스 이용자의 통행시간 중요도-만족도 분석(IPA)

안우영* · 이 솔**

Ahn, Woo-Young*, Lee, Sol**

An Importance-Performance Analysis(IPA) for Bus Users Travel Time by Using Structural Equation Model(SEM)

ABSTRACT

In most public transportation related master plans, decisions for investment priorities are initially made by facilities with lower installation rates or lower satisfaction (performance) levels. In general, the decisions are made without conducting importance factor analysis. In this study, a combined method of importance-performance analysis (IPA) model for bus users related in travel time is proposed by using Structural Equation Model (SEM). The results of the IPA for Metropolitan users show that the categories need improvement are number of bus stops, number of intersections, headways, waiting times for boarding and traffic signal operations in order. On the other hand, Non-Metropolitan users show that the categories need improvement are traffic signal operations, waiting times for boarding, headways, bus exclusive lanes and number of intersections that is in reverse order to Metropolitan users.

Key words : Performance, Importance, Importance-Performance Analysis(IPA), Structural Equation Model(SEM)

초 록

현재 수립된 대부분의 대중교통관련 계획에서는 투자우선순위를 결정함에 있어 중요도(importance) 분석 없이 시설물 조사와 설문 조사를 통해 시설물에 대한 설치율과 만족도(performance)가 낮은 항목을 우선적으로 고려하여 투자순위를 결정하고 있다. 본 연구에서는 구조방정식모형(SEM: Structural Equation Model)을 활용하여 버스 이용자의 통행시간에 대한 중요도와 만족도를 동시에 고려할 수 있는 중요도-만족도 분석(IPA: Importance-Performance Analysis) 기법을 제시하였다. 수도권과 비수도권을 대상으로 버스이용자에 대한 IPA 분석을 실시한 결과 수도권의 경우 우선적인 개선이 필요한 항목으로는 버스정차횟수, 교차로수, 배차간격, 승차대기시간 및 신호체계 순서로 분석되었고, 비수도권의 경우 수도권의 역순인 신호체계, 승차대기시간, 배차간격, 버스전용차로 및 교차로수 순서로 분석되었다.

검색어 : 중요도, 만족도, 구조방정식모형(SEM), 중요도-만족도분석(IPA)

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

『대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률』에 따라 국토교통부는 대중교통이용자의 통행시간, 통행비용 조사 및 만족도 조사 등을 포함한 “대중교통 현황조사 결과”를 매년 발표하고 있다. 본 조사결과는 승용차 이용을 억제하고 대중교통의 육성 및 지원을 위한

* 정회원 · 교신저자 · 공주대학교 건설환경공학부 교수 (Corresponding Author · Kongju National University · ahnwy@kongju.ac.kr)

** 공주대학교 건설환경공학부 도시교통공학과 석사과정 (Kongju National University · thfdlqhd@kongju.ac.kr)

Received April 13, 2015/ revised April 20, 2015/ accepted April 21, 2015

정부의 각종 대중교통 지원정책의 근거자료로 활용되고 있다. 지속적인 대중교통의 수단 및 시설의 확충과 서비스 개선에도 불구하고 대중교통의 대표수단이라 할 수 있는 버스의 수단분담율은 20.7%로 연간 61억 2천명을 수송한 반면 자가용 승용차의 수단 분담률은 54.7%로 연간 161억 1천명을 수송하여 전체 교통수단 이용객의 절반 이상을 차지하고 있다(KOTI, 2014). 전국 승용차의 나홀로 차량 비율은 77.7% (오전첨두시 81.4%)로 나홀로차량 증가는 교통정체 증가, 온실가스 배출 증가, 주차난 심화 등 도심 교통 혼잡의 주요원인으로 지적되고 있다(MLIT, 2010).

대중교통의 중심인 버스의 서비스 개선과 관련하여 중앙버스전용차로제 도입, 신호체계개선, 환승시설개선, 배차간격개선, 접근시간개선 등 다양한 투자와 서비스 개선이 이루어지고는 있으나 2013년 대중교통 이용자 만족도 조사결과 버스에 대한 전반적인 만족도는 7점 만점에 4.67로 지하철 5.02에 비해 낮게 평가되었다(KTSA, 2014). 지하철과의 경쟁력을 높이기 위해서는 버스이용자의 통행시간에 대한 서비스개선이 우선적으로 필요한 것으로 판단된다.

현재 수립된 대부분의 대중교통관련 계획에서는 투자우선순위를 결정함에 있어 시설에 대한 중요도(importance) 분석 없이 시설물 조사와 설문 조사를 통해 설치율과 만족도(performance)가 낮은 시설을 우선적으로 고려하여 투자순위를 결정하고 있다. 대중교통 시설 및 운영과 관련된 세부 서비스시설에 대한 투자우선순위를 결정하기 위해서는 서비스에 대한 중요도와 만족도를 동시에 평가 할 수 있는 IPA(Importance-Performance Analysis) 분석기법의 개발이 필요하다. 즉, 중요하다고 생각하나 만족도가 낮은 시설은 우선적인 투자가 필요하고, 상대적으로 중요도는 낮으나 만족도가 높은 시설은 보수적인 투자가 필요한 것이다.

Martilla and James(1977)에 의해 처음 소개된 IPA 분석기법은 상품이나 서비스에 대한 이용자의 만족도를 측정하기 위해 마케팅 분야에서 주로 사용되었으며, 최근에는 교통 분야에서도 많이 활용되고 있다. 본 기법은 제한된 예산범위 내에서 정책결정에 대한 우선순위를 판단하는데 실제적인 기준을 제공한다는 장점이 있다. 그러나 중요도-만족도를 모두 설문조사에 의존할 경우 그리고 설문 순서에 따라서 자료의 활용성에 대한 통계적인 유의성이 떨어질 수도 있다(Martilla and James, 1977). 따라서 본 연구에서는 구조방정식모형(SEM: Structural Equation Model)을 활용하여 버스 이용자의 통행시간에 대한 중요도와 만족도를 동시에 고려할 수 있는 IPA 분석기법을 제시하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 버스이용자의 통행시간에 대한 중요도-만족도를 분석하기 위해서 수도권(서울, 경기, 인천)을 포함한 대도시권(대

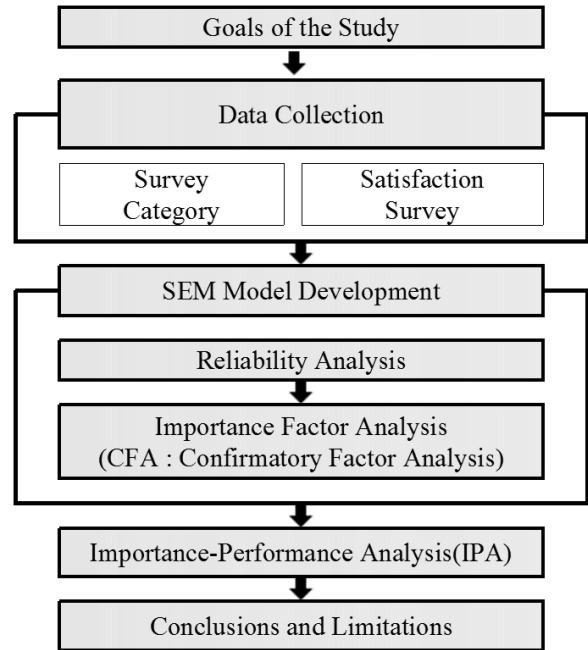


Fig. 1. Flowchart of Study

진, 대구, 부산, 울산, 광주)을 대상으로 버스이용자 1,400명을 대상으로 버스의 통행시간에 영향을 줄 것으로 판단되는 시설서비스, 운영서비스 및 부가서비스에 대한 만족도 조사결과를 활용하였다.

분석모형으로는 구조방정식모형(SEM) 중 관측변수와 잠재변수간의 가설검증과 중요도분석이 가능한 확인적 요인분석(CFA: Confirmatory Factor Analysis)을 채택하였고, 분석 프로그램으로는 SPSS Ver. 21과 AMOS 21 프로그램을 사용하였다. 본 연구의 진행과정을 정리하면 다음 Fig. 1과 같다.

첫째, 버스이용자의 통행시간에 영향을 주는 시설서비스, 운영서비스 및 부가서비스와 관련된 통행시간 만족도 분석을 위한 설문항목을 선정하였다.

둘째, 설문조사결과에 대한 평가항목의 적절성과 신뢰성을 확보하기 위하여 신뢰도분석(Reliability Analysis)을 수행하였다.

셋째, 버스 통행시간과 이용자 만족도간의 인과관계는 양(+)의 영향을 줄 것으로 연구의 가설(hypothesis)을 설정하였다.

넷째, 구조방정식모형(SEM) 중 관측변수와 잠재변수간의 중요도분석이 가능한 확인적 요인분석(CFA)을 수행하였다.

다섯째, 구조방정식모형(SEM)에 대한 적합도를 검증하고 설정된 관측변수와 잠재변수간 그리고 잠재변수간의 인과관계에 대한 중요도(요인적재량)를 분석하였다.

여섯째, 구조방정식모형(SEM)에서 확인된 중요도를 활용하여 버스이용자의 통행시간에 영향을 주는 서비스에 대한 중요도-만족도분석(IPA)을 실시하였다.

2. 선행연구의 고찰

Kim et al.(2008)은 서울시 도봉-미아리축의 버스이용자를 대상으로 안전성, 신뢰성, 친절성, 쾌적성 및 접근성에 대한 중요도 및 만족도 설문조사 결과를 활용하여 변형된 중요도-만족도 분석(M-IPA)을 수행하였다. 분석결과 친절성, 편의성 등의 측정항목에 대한 중점개선이 필요한 것으로 나타났으며, 광역간선버스의 접근성과 이동성 개선이 필요한 것으로 분석되었다.

Kim et al.(2009)은 변형된 중요도-만족도 분석(M-IPA)을 통해 도시철도역사에 도입될 교통약자이동편의시설의 개선전략수립에 필요한 기초자료를 제시하였다. 분석결과 장애인 안내시설에 대한 개선이 필요하며, 세부적인 측정지표별로는 보행접근로, 안내방송 및 표지판, 경보 및 피난시설, 장애인 화장실 등에 대한 시설 개선이 필요한 것으로 나타났다.

Kwon et al.(2010)은 용인 수지구 간선급행버스 이용자를 대상으로 경제성, 접근성, 편리성, 정보성, 정시성, 안전성 및 쾌적성과 관련된 서비스 항목에 대한 중요도 및 만족도 설문조사 결과를 활용하여 IPA 분석을 수행하였다. 분석결과 간선급행버스 이용자들은 버스요금, 환승할인, 통행시간 단축과 같은 경제성 부문과 정류장 개수와 같은 쾌적성 부문에서 만족도가 높게 분석되었고 접근성 부문은 만족도가 낮아 개선이 필요한 것으로 분석되었다.

Ahn et al.(2014)은 구조방정식모형(SEM)을 이용하여 외생잠재변수와 내생잠재변수간의 인과관계를 통계적으로 검증하고 교통수단, 여객시설, 도로시설 등의 설치율과 이동편의시설에 대한 만족도를 동시에 고려한 교통약자 이동편의시설의 투자우선순위 결정모형을 제시하였다. 채택모형으로는 구조방정식모형(SEM) 중 확인적 요인분석(CFA)을 활용하여 교통약자 이동편의시설에 대한 중요도를 분석하였다.

Lee et al.(2014)은 부여군을 대상으로 보행자의 이동편의시설에 대한 시설서비스측면의 개선과 차별화된 전략수립을 위해 중요도-만족도분석(IPA)을 수행함으로써 이동편의시설의 개선방안을 도출하였다.

지금까지 진행되어온 대부분의 IPA 분석연구에서는 분석에서 가장 기본이 되는 자료인 중요도와 만족도를 모두 설문조사에 근거하여 분석을 수행하였다. Martilla and James(1977)가 지적하였듯이 중요도-만족도를 모두 설문에 의존 할 경우 자료의 활용성에 대한 통계적 유의성이 떨어질 수도 있다고 하였다. 따라서 조사된 중요도와 만족도간에 유의미한 차이가 있는지는 필히 쌍체비교(paired mean t-test)를 통해 두 평균값간의 차이에 대한 유의성 분석이 필요하나 대부분의 논문에서는 t-검정 없이 IPA 분석이 수행되었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 만족도는 설문조사를 통해서 그리고 중요도는 구조방정식모형(SEM)을 활용하여 분석하고자 한다.

3. 중요도 및 만족도 분석이론 고찰

3.1 구조방정식모형(SEM) 고찰

공분산구조분석(Covariance Structure Analysis) 이라고도 불리는 구조방정식모형(SEM: Structural Equation Model)은 측정모형과 구조모형을 통해 여러 잠재변수들간에 존재하는 인과관계를 분석하기 위한 모형으로 구조방정식은 요인분석(factor analysis)과 경로분석(path analysis)이 결합된 형태라 볼 수 있다.

Fig. 2와 같이 구조방정식 모형은 측정모형을 통해 잠재변수(외생잠재변수와 내생잠재변수)를 생성하게 되고 이들을 구조모형으로 결합하여 원하는 형태의 자유로운 모형을 생성하는 것이다(Shin, 2013). 즉 요인분석을 통한 잠재변수들 간의 인과관계를 파악하는 모형이 구조모형이다(Yu, 2013). 따라서 구조방정식모형은 연구자가 설정한 인과관계에 대한 모델을 검증하기에 가장 적합한 분석기법으로서 관측변수와 잠재변수간 그리고 잠재변수간의 인과관계를 검증 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 일반적으로 구조방정식 모형의 구성은 Fig. 2와 같이 관측변수(x_n, y_n), 잠재변수(ξ_n), 오차 및 잔차(δ_n) 그리고 경로계수($\lambda_{n.n}$)로 구성되어있다.

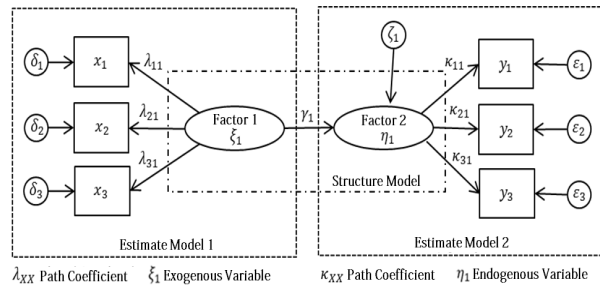


Fig. 2. Basic Structure in SEM

3.2 중요도-만족도 분석모형(IPA) 고찰

IPA분석 방법은 상품이나 서비스에 대한 이용자의 만족도-중요도를 측정하기 위해 주로 경영분야에서 많이 쓰이는 기법이나 최근에는 교통분야에서도 많이 활용되고 있다. 분석절차는 설정된 설문항목을 이용자에게 배포하여 5점 척도 혹은 7점 척도 방식으로 설문한 후 격자(grid)에 중요도는 수직축 그리고 만족도는 수평축으로 하여 각각의 속성에 대한 평균값을 구하여 4분면의 격자상에 표기하는 분석방법이다(Martilla and James, 1977). IPA분석은 각 속성의 중요도와 만족도를 평가하여 동시에 비교 및 분석이 가능 평가기법으로 다음과 같이 4가지 기준으로 평가된다.

3.2.1 중점 개선(Concentrate Here)

1사분면은 이용자가 아주 중요하다고 생각하는 반면 그에 대한 만족도는 낮은 특징을 가지고 있다. 만족도가 낮은 특징들을 매우

중요하게 생각하여 이에 대한 중점개선의 노력을 기울이는 것이 필요하다.

3.2.2 노력 지속(Keep up the Good Work)

2사분면은 이용자가 중요하다고 판단하고, 그에 대한 만족도도 높은 특징을 가지고 있다. 이는 현재의 서비스에 대해 상당수가 만족하고 있는 상태를 의미하기 때문에 서비스 제공자들은 이러한 상태를 지속시키는 것이 필요하다. 특히 이용자가 중요하게 생각하는 부분이므로 노력의 지속은 반드시 필요하다고 할 수 있다.

3.2.3 개선 요망(Low Priority)

3사분면은 중요도와 만족도 모두 낮은 비중이 주어지고 있는 특징을 가지고 있다. 이 경우는 이용자가 특별히 중요하다고 보지 않기 때문에 개선이 필요하긴 하나 다른 사항에 비해 우선순위가 낮다.

3.2.4 현상 유지(Possible Overkill)

4사분면은 만족도가 높은 반면 중요도가 낮게 평가되는 특징을 가지며 이용자들이 이러한 특징을 중요하다고 판단하지 않으므로 과잉하지 않도록 현 상태를 유지하는 것이 필요하다.

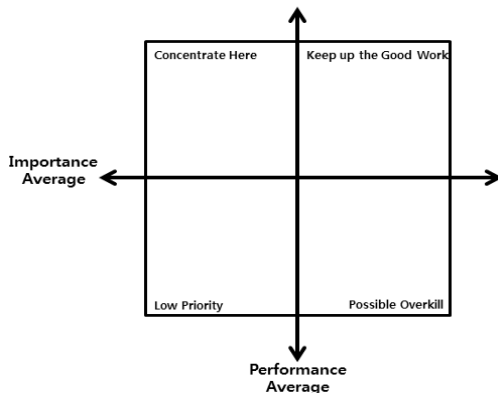


Fig. 3. Importance-Performance Grid Diagram

3.3 연구의 착안점

본 연구에서 대중교통에 관한 서비스 평가 분석방법을 살펴보았으며, 그 결과를 토대로 다음과 같은 연구의 착안점을 도출하였다.

첫째, 기존 선행연구들은 중요도와 만족도를 모두 설문조사에 근거하여 데이터 분석을 수행하였지만 본 연구에서는 구조방정식 모형(SEM)을 활용하여 중요도를 도출하였다.

둘째, 중요도-만족도 분석(IPA) 결과를 이용하여 버스이용자의 통행시간에 영향을 주는 서비스 항목들에 대한 개선우선순위를 도출하여 수도권과 비수도권의 차이점을 비교·분석 하였다.

4. 평가항목 선정 및 설문조사

4.1 서비스 항목 선정

본 연구에서는 11개의 관측변수와 3개의 잠재변수를 사용하였다. 버스이용자의 통행비용에 작간접적으로 영향을 줄 것으로 판단되는 10개의 관측변수를 3가지의 서비스요인으로 축약하였고, 통행시간에 대한 전반적인 만족도를 추가적인 관측변수로 사용하였다. 본 연구에서 사용한 관측변수와 잠재변수는 시설서비스(BRT 또는 버스 전용차로, 정차횟수, 환승시설, 교차로수), 운영서비스(배차간격, 신호체계, 이동속도) 및 부가서비스(대기시간, 접근시간, 환승대기시간)로 구분되었다. Table 1은 버스이용자의 통행시간에 영향을 주는 관측변수와 서비스항목들을 정리한 것이다.

Table 1. Exogenous Variables and Latent Variables

| Service Category | Evaluation Indices(Satisfaction) |
|--------------------|----------------------------------|
| Facility Service | BRT(Bus) Lane |
| | Number of Bus Stop |
| | Transfer Facility |
| | Number of Intersection |
| Operation Service | Headway |
| | Traffic Signal System |
| | Travel Speed |
| Additional Service | Waiting Time for Boarding |
| | Access Time |
| | Transfer Time |
| - | Travel Time |

4.2 버스이용자 설문조사

설문조사는 2014 8월 18일부터 20일 동안 구조화된 설문지를 바탕으로 출근시간대 버스정류장에 대기하는 대중교통 이용자를 대상으로 1:1 개별면접을 통한 설문조사를 실시하였다. 만족도는 Likert 5점 척도(최저 1점, 최고 5점)법을 이용하였다. 설문조사는 대도시권 전체 총 1,400부 중 결측치와 무응답 자료들을 제외하고 수도권 484부, 비수도권 813부로 회수율은 93%로 나타났다.

4.3 자료의 신뢰도 분석(Reliability Analysis)

본 연구에서 사용하고 있는 설문자료는 응답자들의 주관적인 평가에 의해 측정되기 때문에 자료가 신뢰성 있게 평가되었는지를 검증할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 측정변수들의 신뢰성 검증을 위해 Cronbach's α 계수를 이용한 내적일관성 평가를 실시하였다. 일반적으로 Cronbach's α 계수가 0.7 이상이면 분석자료에 대한 신뢰성이 있다고 판단한다.

Table 2는 신뢰도 분석 결과를 정리한 것이다.

Table 2. Reliability Analysis

| Category | Number of Items | Cronbach's α | Reliability Index |
|------------------|-----------------|---------------------|---------------------------------------|
| Metropolitan | 11 | 0.876 | Cronbach's $\alpha > 0.7$ Reliable |
| Non-Metropolitan | 11 | 0.899 | |
| Total | 11 | 0.892 | |

5. 구조방정식(SEM) 모형 개발

5.1 중요도 분석모형 구축

수도권과 비수도권을 대상으로 버스이용자의 통행시간 만족도와 관련된 관측변수와 잠재변수간의 중요도 그리고 잠재변수와 버스통행시간에 대한 이용자의 전반적인 만족도에 대한 중요도를 분석하기 위한 구조방정식모형을 Figs. 4 and 5와 같이 구축하였다.

5.2 연구의 가설설정

버스의 통행시간에 영향을 주는 시설서비스, 운영서비스 및 부가서비스의 개선은 통행시간에 만족도에 양(+)의 영향을 줄 것으로 다음과 같은 연구의 가설(hypothesis)을 설정하였다.

가설1 : 시설서비스에 대한 만족도는 전체 통행시간 만족도에 (+) 영향을 줄 것이다.

가설2 : 운영서비스에 대한 만족도는 전체 통행시간 만족도에 (+) 영향을 줄 것이다.

가설3 : 부가서비스에 대한 만족도는 전체 통행시간 만족도에 (+) 영향을 줄 것이다.

5.3 확인적 요인분석(CFA) 결과

설계된 기초모형에 대해 변수들간의 구조를 조사하고 인과관계를 살펴보기 위해서는 우선적으로 선정된 관측변수에 대한 확인적 요인분석(CFA)이 필요하다. 확인적 요인분석은 잠재변수의 수와 그에 따른 관측변수의 수가 이미 지정된 상태에서 구조모형의

Table 3. Goodness-of-Fits for the CFA(Metropolitan)

| Metropolitan | Fit Index | | | | | |
|--------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | RMR | GFI | NFI | IFI | CFI | RMSEA |
| Facility Service | 0.010 | 0.997 | 0.993 | 0.998 | 0.998 | 0.028 |
| Operation Service | 0.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.497 |
| Additional Service | 0.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.401 |

Table 4. Goodness-of-Fits for the CFA(Non-Metropolitan)

| Non-metropolitan | Fit Index | | | | | |
|--------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | RMR | GFI | NFI | IFI | CFI | RMSEA |
| Facility Service | 0.003 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 |
| Operation Service | 0.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.534 |
| Additional Service | 0.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.510 |

적합도를 검증하는 것으로서 탐색적 요인분석(EFA: Exploratory Factor Analysis)과 는 다르다.

구조방정식모형(SEM)의 적합성 평가에 사용되는 절대적합지수(absolute fit indices)에는 GFI(0.9 이상이면 양호), CFI(0.9 이상이면 양호), NFI(0.9 이상이면 양호), IFI(0.9 이상이면 양호), RMR(0.05 이하이면 양호), RMSEA(0.08 이하이면 양호) 등이 있다. 수도권과 비수도권의 확인적 요인분석에 대한 적합도를 검증한 결과 Tables 3 and 4와 같이 GFI, CFI, RMR, RMSEA 값이 절대적합지수 허용범위 안에 있어서 모두 수용 가능한 모형이라 볼 수 있다.

5.4 구조방정식모형(SEM) 분석결과

중요도분석을 위한 최종 구조방정식모형(SEM) 분석결과 수도권 경우 GFI, NFI, CFI 값이 0.93~0.95 그리고 RMR, RMSEA의 값이 0.03~0.07로 나타나 수용 가능한 모형이라 볼 수 있다. 비수도권 경우 중요도분석을 위한 최종 구조방정식모형(SEM) 분석결과 GFI, NFI, CFI 값이 0.96~0.97 그리고 RMR, RMSEA의 값이 0.02~0.05로 나타나 수용 가능한 모형이라 볼 수 있다. 본 연구에서 최종적으로 구축한 확인적 구조방정식모형의 적합도 분석결과는 Table 5와 같다.

Tables 6 and 7의 분석결과와 같이 잠재변수(시설서비스, 운영서비스 및 부가서비스)의 개선은 모두 통행시간 만족도에 양(+)의 영향을 주는 것으로 분석되었다. 버스이용자의 통행시간 중요도 분석을 위해 최종적으로 설정된 구조모형에 대한 요인적재량의 채택 유무는 Regression Weights의 C.R.값($t_{\alpha/2} = \pm 1.96$)으로 판단한다. 분석결과 잠재변수와 관측변수간의 C.R.값이 모두 1.96 이상으로 요인적재량이 95% 신뢰구간에서 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다.

Table 5. Goodness-of-Fits for the Final SEM

| Category | RMR | GFI | NFI | IFI | CFI | RMSEA |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Metropolitan | 0.034 | 0.955 | 0.935 | 0.952 | 0.952 | 0.073 |
| Non-Metropolitan | 0.027 | 0.973 | 0.967 | 0.977 | 0.977 | 0.052 |

5.5 수도권 중요도 분석결과

Fig. 4와 같이 잠재변수에 대한 요인적재량 분석결과 부가서비스(2.07), 운영서비스(1.92) 및 시설서비스(0.73) 순으로 중요도가 분석되었다. 수도권의 경우 상대적으로 타 대도시권에 비해 대중교통관련 인프라가 잘 구축되어있다고 판단된다. 수도권의 경우 부가서비스 중 환승대기시간(0.68), 정류장접근시간(0.65) 및 승차대기시간(0.52) 순으로 중요도가 분석되었다.

Table 6. Standardized Regression Weights(Metropolitan)

| Category | Standardized Estimate | SE | CR | P |
|---|-----------------------|-------|---------|-------|
| Travel Time Satisfaction ← Facility Service | 0.734 | - | - | - |
| Travel Time Satisfaction ← Operation Service | 1.919 | 0.720 | 3.131 | 0.002 |
| Travel Time Satisfaction ← Additional Service | 2.075 | 0.858 | 3.233 | 0.001 |
| BRT Lane ← Facility Service | 0.639 | - | - | - |
| Number of Bus Stop ← Facility Service | 0.719 | 0.096 | 12.1271 | *** |
| Transfer Facility ← Facility Service | 0.553 | 0.087 | 10.008 | *** |
| Number of Intersection ← Facility Service | 0.660 | 0.078 | 11.438 | *** |
| Headway ← Operation Service | 0.692 | - | - | - |
| Traffic Signal System ← Operation Service | 0.615 | 0.058 | 12.238 | *** |
| Travel Speed ← Operation Service | 0.633 | 0.059 | 12.575 | *** |
| Waiting Time for Boarding ← Additional Service | 0.649 | - | - | - |
| Access Time ← Additional Service | 0.522 | 0.082 | 9.778 | *** |
| Transfer Time ← Additional Service | 0.676 | 0.082 | 12.126 | *** |

Remarks) *** : P<0.001

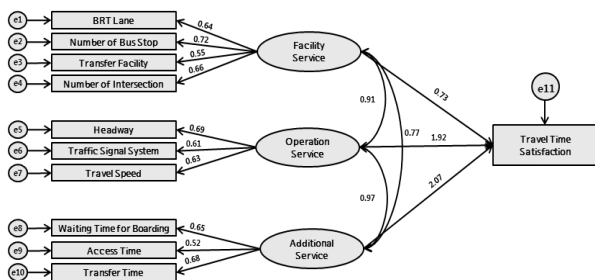


Fig. 4. Final Structural Equation Model(Metropolitan)

5.6 비수도권 중요도 분석결과

Fig. 5와 같이 잠재변수에 대한 요인적재량 분석결과 시설서비스(0.69), 부가서비스(0.26) 및 운영서비스(0.20) 순으로 중요도가 분석되었다. 비수도권의 경우 수도권과 달리 부가서비스나 운영서비스보다는 아직까지 시설서비스에 대한 중요도가 높게 요구되는 것으로 판단된다. 비수도권의 경우 시설서비스 중 버스정류장수(0.73), 환승시설(0.70), 전용차로(0.65) 및 교차로수(0.63) 순으로 중요도가 분석되었다.

Table 7. Standardized Regression Weights(Non-Metropolitan)

| Category | Standardized Estimate | SE | CR | P |
|---|-----------------------|-------|--------|-------|
| Travel Time Satisfaction ← Facility Service | 0.689 | - | - | - |
| Travel Time Satisfaction ← Operation Service | 0.203 | 0.126 | 1.983 | 0.049 |
| Travel Time Satisfaction ← Additional Service | 0.262 | 0.115 | 2.682 | 0.007 |
| Bus Lane ← Facility Service | 0.647 | - | - | - |
| Number of Bus Stop ← Facility Service | 0.727 | 0.064 | 17.505 | *** |
| Transfer Facility ← Facility Service | 0.702 | 0.067 | 17.023 | *** |
| Number of Intersection ← Facility Service | 0.633 | 0.065 | 15.627 | *** |
| Headway ← Operation Service | 0.665 | - | - | - |
| Traffic Signal System ← Operation Service | 0.798 | 0.057 | 18.985 | *** |
| Travel Speed ← Operation Service | 0.751 | 0.058 | 18.137 | *** |
| Waiting Time for Boarding ← Additional Service | 0.736 | - | - | - |
| Access Time ← Additional Service | 0.690 | 0.054 | 17.921 | *** |
| Transfer Time ← Additional Service | 0.752 | 0.054 | 19.359 | *** |

Remarks) *** : P<0.001

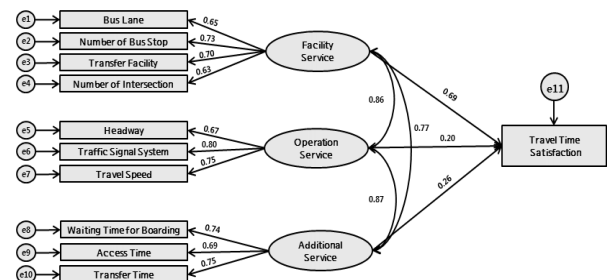


Fig. 5. Final Structural Equation Model(Non-Metropolitan)

Table 8. Results of Importance-Performance Analysis(Metropolitan)

| Category | | Importance | Performance |
|--------------------|---------------------------|------------|-------------|
| Facility Service | BRT Lane | 0.64 | 3.40 |
| | Number of Bus Stop | 0.72 | 3.25 |
| | Transfer Facility | 0.55 | 3.66 |
| | Number of Intersection | 0.66 | 3.18 |
| Operation Service | Headway | 0.69 | 2.99 |
| | Traffic Signal System | 0.61 | 3.19 |
| | Travel Speed | 0.63 | 3.33 |
| Additional Service | Waiting Time for Boarding | 0.65 | 2.92 |
| | Access Time | 0.52 | 3.40 |
| | Transfer Time | 0.68 | 3.30 |
| Average | | 0.64 | 3.26 |

Table 9. Results of Importance-Performance Analysis(Non-Metropolitan)

| Category | | Importance | Performance |
|--------------------|---------------------------|------------|-------------|
| Facility Service | Bus Lane | 0.65 | 3.05 |
| | Number of Bus Stop | 0.73 | 3.18 |
| | Transfer Facility | 0.70 | 3.35 |
| | Number of Intersection | 0.63 | 3.13 |
| Operation Service | Headway | 0.67 | 3.10 |
| | Traffic Signal System | 0.80 | 3.15 |
| | Travel Speed | 0.75 | 3.24 |
| Additional Service | Waiting Time for Boarding | 0.74 | 3.07 |
| | Access Time | 0.69 | 3.28 |
| | Transfer Time | 0.75 | 3.18 |
| Average | | 0.71 | 3.17 |

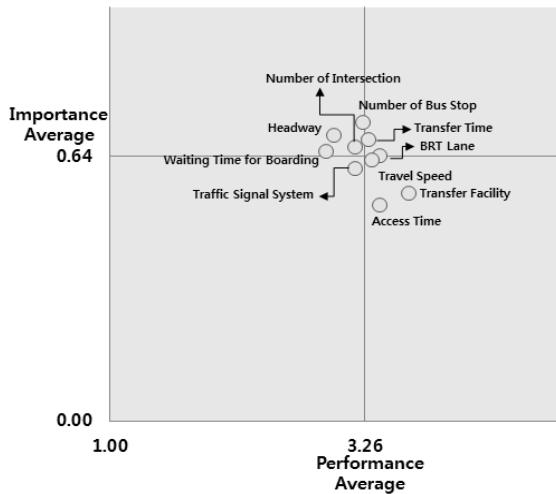


Fig. 6. Metropolitan IPA Results

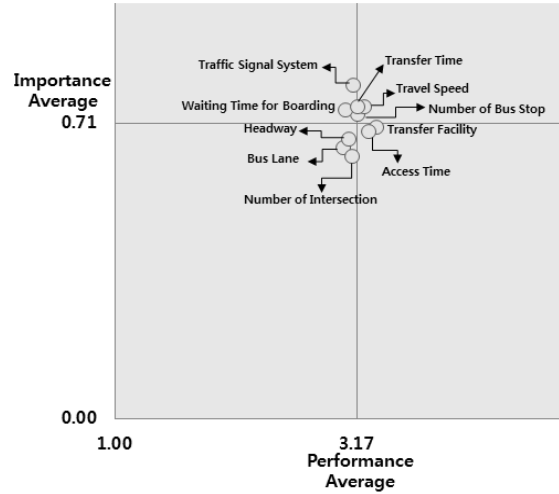


Fig. 7. Non-Metropolitan IPA Results

6. 통행시간 중요도-만족도(IPA) 분석결과

6.1 수도권 IPA분석 결과

수도권 버스이용자에 대한 IPA분석결과 중요도 평균은 0.64(1점 만점), 만족도 평균은 3.26(5점 만점)으로 분석되었다. 중요도는 높으나 만족도가 낮은 중점개선사항으로는 버스정차횟수, 교차로 수, 배차간격 및 승차대기시간으로 나타났고, 개선요망 항목으로는 신호체계로 나타났다. 노력지속사항은 환승시간, 버스전용차로 그리고 현상유지 항목으로는 이동속도, 환승시설수 및 접근시간으로 나타났다. 수도권 버스이용자에 대한 IPA 분석결과는 Table 8 and Fig. 6과 같다.

6.2 비수도권 IPA분석 결과

비수도권 버스이용자에 대한 IPA 분석결과 중요도 평균은

0.71(1점 만점), 만족도 평균은 3.17(5점 만점)로 분석되었다. 중요도는 높으나 만족도가 낮은 중점개선사항으로는 신호체계와 승차대기시간으로 나타났고, 개선요망 항목으로는 버스전용차로, 교차로 수 및 배차간격으로 나타났다. 노력지속사항은 환승시간, 이동속도 및 버스정류장수 그리고 현상유지 항목으로는 환승시설 수 및 접근시간으로 나타났다. 수도권 버스이용자에 대한 IPA 분석결과는 Table 9 and Fig. 7과 같다.

7. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 수도권(서울, 경기, 인천)을 포함한 대도시권(대전, 대구, 부산, 울산, 광주)의 버스이용자를 대상으로 구조방정식모형(SEM)을 활용하여 통행시간에 대한 중요도와 만족도를 동시에 고려할 수 있는 중요도-만족도 분석(IPA) 기법을 제시하였다. 따라

서 본 연구에서 제시된 IPA 분석결과는 버스이용자의 통행시간에 대한 중요도분석은 물론 만족도를 활용하여 이용자 측면에서의 중점개선서비스, 개선요망서비스, 노력지속서비스 및 현상유지서비스 순서에 따른 투자우선항목을 제시할 수 있게 된다.

본 연구의 결과를 통해 통행시간의 만족도에 영향을 주는 버스관련 서비스 항목들에 대한 개선우선순위를 결정할 수 있었다. 이용자 관점에서 버스의 통행시간에 대한 중요도-만족도 분석결과를 정리해보면 다음과 같다.

첫째, 수도권 버스이용자의 통행시간 만족도에 대한 중요도 분석결과 시설서비스 및 운영서비스보다는 환승대기시간, 정류장 접근시간 및 승차대기시간과 관련된 부가서비스에 대한 중요도를 높게 평가하고 있다. 수도권 버스이용자의 IPA 분석결과 중요도분석에서 중요도는 높으나 만족도가 낮아 중점적인 개선이 필요한 항목으로는 버스정차횟수, 교차로수, 배차간격 및 승차대기시간 순서로 분석되었고, 중요도와 만족도가 모두 낮아 개선이 필요한 항목은 신호체계로 분석되었다. 그러나 중요도 분석에서 높게 평가된 환승대기시간 및 정류장접근시간의 경우 상대적으로 만족도가 높게 평가되어 IPA 중점개선항목에서 제외되었다.

둘째, 비수도권의 버스이용자의 통행시간 만족도에 대한 중요도 분석결과 운영서비스 및 부가서비스보다는 버스정류장수, 환승시설, 전용차로 및 교차로수와 관련된 시설서비스에 대한 중요도를 높게 평가하고 있다. 비수도권 버스이용자의 IPA 분석결과는 수도권의 역순으로 우선순위가 분석되었다. 중요도는 높으나 만족도가 낮아 중점적인 개선이 필요한 항목으로는 신호체계 및 승차대기시간으로 분석되었고, 중요도와 만족도가 모두 낮아 개선이 필요한 항목은 배차간격, 버스전용차로 및 교차로수로 분석되었다. 그러나 중요도 분석에서 높게 평가된 버스정류장수 및 환승시설수의 경우 상대적으로 만족도가 높게 평가되어 IPA 중점개선항목에서 제외되었다.

본 연구에서는 수도권과 비수도권을 대상으로 통행시간에 영향을 주는 서비스 항목들에 대한 중요도-만족도 분석(IPA)을 수행하였다. 그러나 5대 대도시권(대전, 대구, 부산, 울산, 광주)에 대한 각각의 세분화된 비교 및 분석이 이루어지지 못하였다. 또한 설문조사는 출근시간대의 버스 이용자를 대상으로만 수행되어서 모든 시간대의 이용자에 대한 중요도-만족도를 반영하지 못한 연구의

한계점을 지니고 있다. 향후 연구에서는 신뢰성 확보를 위하여 이용자의 표본수를 최대한 확보하여, 각각의 대도시권들에 대한 비교 및 분석이 필요하다고 판단된다.

References

- Ahn, W. Y. and Choi, L. R. (2014). "Importance factor analysis on mobility facilities for the transportation disabled by using structural equation model." *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 34, No. 3, pp. 939-945.
- Kim, T. H., Son, S. H. and Park, J. J. (2009). "A comparative analysis on performance of transport facilities in subway for vulnerable pedestrians and non-vulnerable pedestrians using Modified-IPA." *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 29, No. 6D, pp. 703-709.
- Kim, T. H., Do, H. Y. and Won, J. M. (2008). "An analysis of determining service criteria for seoul bus passengers using Modified-Importance Analysis (M-IPA)." *Seoul Metropolitan Research*, Vol. 9, No. 1, pp. 15-29.
- Korea Transportation Safety Authority (KTSA) (2014). *2013 Public transportation survey: Public Transportation Passengers* (in Korean).
- Kwon, K. H., Oh, S. H., Lee, J. H. and Kim, T. H. (2010). "An analysis on determining quality of service criteria dor express bus passengers using the Importance-performance Analysis (IPA)." *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 30, No. 3D, pp. 223-229.
- Lee, C. H., Kim, M. S. and Jo, K. N. (2014). "A study on improvement of pedestrian facilities by the use of importance-performance analysis." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 32, No. 6, pp. 628-637.
- Martilla, J. A. and James, C. J. (1977). "Importance-performance analysis." *Journal of Marketing*, Vol. 41, No. 1, pp. 77-79.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MLIT) (2010). *Single passenger vehicles operation*, Land and Transport News.
- Shin, K. K. (2013). *Structural equation modeling (SEM) with SPSS/Amos 20*, Chunglim.
- The Korea Transport Institute (KOTI) (2014). *Korea transport data base research conference* (in Korean).
- Yu, J. P. (2013). *Structural equation modeling (SEM) concepts and understanding*, Hannarae Academy.