

# 공분산구조분석을 이용한 고속철도와 국내항공의 이동단계별 서비스특성 비교연구

## A Comparative Study on the Service Characteristics for Transferring Process of High-Speed Rail and Domestic Airline Systems by Using Structural Equation Modeling

김태호\* · 정광섭\*\* · 박제진\*\*\*

Kim, Tae Ho · Jeong, Kwang Seop · Park, Je Jin

### Abstract

In order to improve continuous success and stabilization of high-speed rail in the future, Using Frequency of high-speed rail should be enhanced by improving satisfaction of high-speed rail passenger. High-speed rail is needed to hold the priority in competition means by comparing the traits of service of domestic air lines. This study utilizes structural equation modeling to develop model for estimating factors influencing to service through conducting survey questionnaire. It also uses reliability analysis, correlation analysis, factor analysis to examine the rationalization of items and to establish hypothesis of this research. The results show that KTX contains 'inner service' item that is considered to be ameliorated and that domestic airline present low performance of 'outer service' item. In other words, moving section which partly is under a limited condition is needed to be improved. In addition, access to airport and transfer to other transportations have to be improved as they show the lowest satisfaction.

**Keywords :** high speed railway (KTX), domestic airlines, transferring step, structural equation modeling

### 요 지

고속철도가 향후 지속적인 성과와 안정화를 도모하기 위해서는 고속철도 이용승객의 만족도를 높여 주어 지속적으로 고속 철도를 이용하도록 해야 한다. 동시에 고속철도와 경쟁수단이라 할 수 있는 국내항공을 이용하는 고객과의 서비스특성 비교를 통하여 경쟁수단으로부터 우위를 점해야 한다. 구조방정식을 이용한 이용자의 서비스영향 모형개발을 위해 설문조사를 실시하였으며, 신뢰성분석, 상관분석, 요인분석을 통해 측정지표의 타당성 및 연구가설 설정을 위한 기초분석을 수행하였다. 구조방정식모형을 이용하여 경쟁수단간 서비스특성을 분석한 결과, 고속철도(KTX)는 이용자의 내부서비스(대기, 이동)를 개선해야 하는 것으로 나타났으며, 국내항공은 이용자의 외부서비스(접근, 환승)를 개선해야 하는 것으로 나타났다. 다시 말하면, 고속철도(KTX)의 경우 대기시설과 현재 일부구간에 제약을 받고 있는 이동부분에 개선이 필요한 것을 알 수 있으며, 국내항공의 경우 공항으로의 접근 및 타 교통수단으로의 환승은 불편한 것으로 나타나 국내항공 이용시 접근체계 및 환승에 대한 서비스 개선이 필요한 것으로 판단된다.

**핵심용어 :** 고속철도, 국내항공, 이동단계, 구조방정식

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

1899년 노량진과 제물포간을 시속 20km의 증기기관차로 시작한 한국철도가 2004년 4월 1일부터 시속 300km의 '지상의 비행기'라 불리는 최첨단 고속열차 KTX 개통으로 큰 변화를 맞이하고 있다.

이러한 고속철도의 개통은 무엇보다도 국민들의 삶의 패턴에 엄청난 변화를 주게 되었다. 전국이 반나절 생활권에 편

입되어 더 많은 시간을 가지고 업무를 보거나 관광의 기회를 갖게 되는 생활혁명을 가져다주게 된 것이다. 그리고 고속철도 개통은 지방경제 활성화를 통한 국토의 균형발전에 큰 보탬을 줄 뿐만 아니라 고속철도라는 경제대동맥이 건설됨으로써 철도수송능력이 대폭 확대되어 교통 혼잡이 해소되고, 물류비용이 절감되며, 친환경적 교통수단으로 교통에 너지 절감에도 기여하고 있다. 하지만 이러한 기대감과 함께 막대한 건설비용에 따른 부채증가, 서민층의 상대적 소외감, 이용승객들의 서비스관련 불편 등이 지적되고 있다.

\*한국도로공사 도로교통연구원 박사후연구원 (E-mail : traffix@hanmail.net)

\*\*정희원 · 한양대학교 도시대학원 박사과정 (E-mail : gsjeong@naver.com)

\*\*\*정희원 · 교신저자 · 한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원 (E-mail : jjpark@ex.co.kr)

이러한 서비스관련 불편사항 중 가장 대표적인 것이 낮은 승객수요와 연계교통망에 대한 불만이다<sup>1)</sup>. 이와 관련된 가장 주요한 원인은 고속철도 이용승객의 서비스특성에 초점을 맞추기 보다는 건설비용, 경제성, 수요예측 등과 같은 정량적인 부분에 초점을 맞추었기 때문이다. 고속철도가 향후 지속적인 성과와 안정화를 도모하기 위해서는 고속철도를 이용하는 고객의 만족도를 높여 지속적으로 고속철도를 이용하도록 해야 한다. 동시에 고속철도와 경쟁수단이라 할 수 있는 국내항공과의 서비스특성 비교를 통하여 경쟁수단으로부터 우위를 점해야 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 고속철도와 지역간 국내항공을 이용하는 고객들의 만족도를 정성적인 항목까지 포함하여 객관적으로 측정할 수 있는 평가항목을 개발한다. 개발된 평가항목을 이용하여 고속철도와 국내항공의 이동단계별 서비스 특성을 비교하는 사례연구를 진행한다. 이러한 사례연구를 통하여 고속철도가 국내항공으로부터 우위를 점할 수 있는 서비스측면의 개선사항 도출에 활용할 수 있을 것이다.

### 1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구는 지역 간 대중교통(KTX, 항공) 이용자들의 서비스 특성을 잘 반영할 수 있는 평가항목 및 측정지표들을 검토하여 종합화한 후 지역 간 대중교통수단 이용자에게 대한 종합적인 서비스 특성 비교를 수행한다. 본 연구에서는 지역 간 대중교통 서비스 특성 비교를 위한 다양한 분석방법을 구상하고 체계화시키기 위해 다음과 같은 사항들을 연구의 주요 내용으로 선정하였다.

- 국내·외의 지역 간 대중교통(철도, 항공) 관련 선행연구를 중심으로 평가항목 및 분석방법을 검토하여 한계점을 도출한다.
- 기존 평가항목과 추가적으로 반영(향후 연구과제 포함)해야 하는 평가항목들을 정리하고, 종합적인 단계<sup>2)</sup>별 서비스특성 비교를 위한 평가 항목 및 측정지표를 선정한다.
- 선정된 평가항목을 토대로 고속철도 및 국내항공 이용자와 관련된 만족도를 조사한다. 이용자 만족도조사 자료를 토대로 신뢰성분석(Reliability Analysis), 상관분석(Correlation Analysis), 요인분석(Factor Analysis)을 이용하여 평가항목의 타당성 및 신뢰성을 검증한다.
- 경쟁수단간 서비스특성 비교분석을 위해 구조방정식모델(Structural Equation Modeling)을 이용하여 고속철도와 국내항공의 서비스특성을 상대적으로 비교·분석한다.
- 경쟁수단(고속철도(KTX), 국내항공) 이용자의 이동단계별 서비스 특성을 도출하고 시사점을 정리한다.

1) KTX 서비스측면의 문제점은 열차지연사고(2005년 기준 25건), 승객좌석 배치(마주보기식 좌석)문제, 운임수입증대를 위한 일반열차(KTX 열차와 관련 없는 경춘선의 열차편성)의 축소문제, 낮은 승객수요, 고속철도와 정차역으로 연결되는 지하철, 버스 등 연계 교통망에 대한 다양한 문제들이 언급되어 개선이 시급한 것으로 나타남(자료 : 2007년 3월 26일자의 중앙, 조선일보 기사).

2) 이용자들의 종합적인 단계란 역사(공항)에 접근하는 접근단계(Accessing Step), 역사(공항)에서 대기하는 대기단계(Waiting Step), KTX(항공기)에 탑승하여 이동하는 이동단계(Moving Step), 목적지에 도착하기 위해 환승교통수단을 이용하는 환승단계(Transfer Step)로 구분해 볼 수 있음.

## 2. 기존 연구문헌 고찰 및 평가지표 선정

### 2.1 서비스 평가 관련 문헌고찰

서비스 특성 평가 관련 국내·외 문헌고찰을 종합하면 표 1과 같다. 지역간 교통수단의 서비스평가관련 선행 연구고찰 결과, 크게 다음의 한계점을 도출할 수 있었다. 첫째, 고속철도와 국내항공간의 경쟁 가속화를 반영할 수 있는 평가항목의 개발이 필요하며, 경쟁수단의 서비스특성을 비교하여 제시한 연구가 필요한 것으로 나타났다. 둘째, 이용자의 수단선택과 같은 복잡한 의사결정 과정을 종합적으로 필요한 경우에 적용할 수 있는 분석방법론이 필요한 것으로 나타났다. 셋째, 평가항목의 타당성 및 신뢰성을 확보하고 인과관계를 상호 비교할 수 있는 명확한 통계분석방법론에 대한 연구가 필요한 것으로 나타났다.

표 1. 선행 연구고찰 종합표

연구자 (연도)	연구대상	분석방법	변수(평가항목)			
			접근	대기	차내	환승
심종섭 (2000)	지하철서비스만 족도(이용자)	설문조사 (다중회귀분석)	○	△	○	×
양희옥 (2000)	항공 객실서비스 품질(이용자)	설문조사 (일원분산분석)	×	×	○	×
정준영 (2000)	지하철서비스 만족도(이용자)	설문조사 (수량회분석) 현장조사 보완 (접근거리)	○	○	○	△
오규종 (2002)	지하철서비스 만족도(이용자)	설문조사 (기초통계)	×	×	×	×
김일춘 (2003)	고속철도직무 만족도 (승무원)	설문조사 (기초통계, t-test)	×	×	×	×
김연규 (2003)	-	설문조사 국내외사례분석	×	×	○	×
박동균 (2004)	항공 지상서비스 품질(이용자)	설문조사 (다중회귀분석)	×	○	×	×
이정열 (2004)	고속철도서비스 만족도(이용자)	설문조사 (분산분석, 다중 회귀분석)	×	○	○	×
유홍천 (2006)	-	-	×	×	×	×
Janic Milan (1996)	지역간 네트워크 서비스특성	기초통계 (평균)	×	○	○	×
Janic Milan (1997)	수단간 네트워크 서비스특성	기초통계 (평균)	×	○	○	×
Tian Li (2007)	전철 내 공기오염도	구간별 최대값 비교	×	×	○	×

### 2.2 연구의 착안점

국내·외 선행 연구에 대하여 교통수단 서비스 평가 문헌과 분석방법을 살펴본 결과, 본 연구에서 차별화하여 수행할 착안내용을 다음과 같이 제시할 수 있다.

첫째, 선행 연구의 경우 전반적으로 단일수단만을 대상으로 연구를 수행한 것이 대부분으로 파악되었다. 따라서 본 연구에서는 다수단(고속철도(KTX)와 경쟁수단인 국내항공)을 비교·분석할 수 있는 서비스 평가 항목개발 및 분석방

법론 적용이 필요하다.

둘째, 선행 연구의 경우 평가항목 개발시 실질적인 이용자들의 이동단계를 종합적으로 고려하지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 경쟁수단간 특성비교를 명확하게 하기 위해서 이용자의 이동경로 단계(접근, 대기, 이동, 환승)를 종합적으로 반영할 수 있는 단계별 이동특성을 고려하는 것이 필요하다.

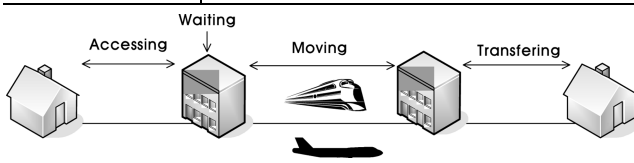
셋째, 선행 연구의 경우 평가항목의 신뢰성 및 적절성을 검토할 수 있는 통계적 분석이 미흡한 것으로 나타났다. 따라서 이러한 문제점을 보완하기 위하여 설문조사의 신뢰성 및 타당성 확보를 위해 신뢰성분석(Reliability Analysis), 상관분석(Correlation Analysis), 요인분석(Factor Analysis)을 실시하여 측정지표의 객관성 검토 및 종합화함으로써 서비스 평가시의 신뢰성을 높이는 방안을 강구한다. 또한, 구조방정식을 이용하여 고속철도(KTX)와 국내항공간의 이동단계별 인과구조를 파악하고 경쟁수단간 교차분석이 필요하다.

### 2.3 평가항목 및 측정지표 선정

본 연구에서 이용자(고속철도(KTX), 국내항공)의 서비스특성을 평가하기 위한 설문항목은 선행연구사용 변수 및 향후 연구과제 제시변수를 종합적으로 고려하여 선정하였다. 자세한 내용은 표 2와 같다.

표 2. 평가항목 및 측정지표 선정결과

평가항목(단계별)	측정지표
이용자 접근단계 (Accessing Step)	1. 출발지에서 역사까지 접근 용이성 2. 타교통수단과의 환승 소요시간
타교통수단과의 환승단계 (Transfer Step)	1. 환승관련 정보제공의 만족도 2. 타교통수단 이용에 대한 편리성
이용자 대기단계 (Waiting Step)	1. Ticket 구입의 용이성 2. 대기시설의 편리성
이용자 이동단계 (Moving Step)	1. 열차내의 쾌적성 2. 편의시설 서비스 만족도(TV, 라디오 등)



## 3. 자료수집 및 자료의 검증

### 3.1 이용자 설문조사

#### 3.1.1 설문조사 개요

표본의 모집단은 서울에서 부산간(경부선)<sup>3)</sup>을 운행하는 고속철도(KTX)와 국내항공을 모두 이용해 본 이용객을 대상으로 하였고, 고속철도(KTX)의 경우 서울역과 부산역, 국내항공의 경우 김포공항과 김해공항에서 조사를 실시하였다. 조사방법은 조사원 면접조사와 Internet 매체를 이용한 On-

3) 고속철도와 항공의 수단간 비교시 노선연장 500km를 기준으로 노선을 선정함. 자료 : 홍창의, 교통공학개론, 청송출판사, 1999의 TGV(프랑스) 비교를 참고.

line 설문조사를 동시에 실시하였다.

### 3.1.2 설문조사 결과

각 수단별로 고속철도(KTX), 국내항공 각각 250부씩 총 500부를 배포하여 결측치(Missing data)를 제외한 449부를 회수하여 89%의 조사 회수율을 보였으며, 설문조사에 대한 기술통계분석은 표 3과 같다.

표 3. 설문대상자의 인구통계학적 특성

구분		빈도(응답자수)		백분율(%)	
		국내항공	KTX	국내항공	KTX
성별	남자	147	131	65.42	58.20
	여자	78	94	34.58	41.80
나이	20 ~ 29	48	65	21.50	28.69
	30 ~ 39	65	68	28.97	30.33
	40 ~ 49	71	57	31.78	25.41
	50세 이상	40	35	17.76	15.57
직업	학생	25	22	11.21	9.84
	전문직	50	37	22.43	16.39
	자영업	42	46	18.69	20.49
	사무직	29	24	13.08	10.66
	서비스직	21	15	9.35	6.56
	관리직	2	0	0.93	0.00
	생산직	0	0	0.00	0.00
	판매원	19	13	8.41	5.74
	공무원	13	31	5.61	13.93
	주부	17	22	7.48	9.84
기타	6	15	2.80	6.56	

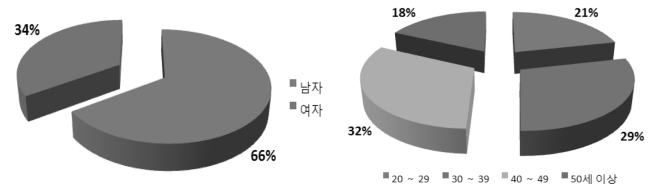


그림 1. 국내항공의 인구통계학적 분포특성

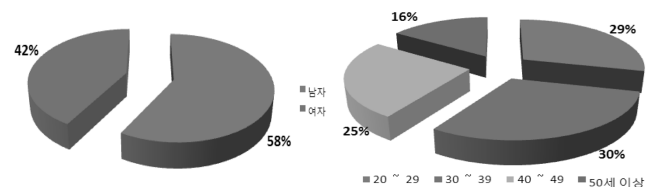


그림 2. 고속철도(KTX)의 인구통계학적 분포특성

### 3.2 자료의 점검

#### 3.2.1 자료의 신뢰성 분석(Reliability Analysis)

고속철도(KTX)와 국내항공의 신뢰도 분석결과, 일관성<sup>4)</sup>이 있다고 판단할 수 있다.

4) 윤상훈(2007), 김경도(2006)의 연구의 0.6인용함.

표 4. 신뢰성 분석결과

구분	N of Item (측정항목 수)	Cronbach's Alpha (크론바하 α-계수)	신뢰성 평가기준
고속철도 (KTX)	13	0.951	Cronbach's α >0.6 (신뢰성 있음)
국내항공	13	0.879	

3.2.2 평가항목의 검증

3.2.2.1 변수 간 1차 인과관계 검증(Correlation Analysis)

분석결과, 전반적인 상관관계수 값이 0.4 이상<sup>5)</sup>으로 나타나 측정지표와 개념적인 항목 간에는 상관관계가 존재하는 것으로 나타났다.

표 5. 상관분석 결과 : 고속철도(KTX)

평가항목	측정 지표	접근 만족 도	대기 만족 도	이동 만족 도	환승 만족 도
접근 단계	1.출발지에서 역사까지 접근용이성	0.882	-	-	-
	2.타교통수단과의 환승소요시간	0.826	-	-	-
환승 단계	1.환승관련 정보제공의 만족도	-	0.949	-	-
	2.타교통수단 이용에 대한 편리성	-	0.837	-	-
대기 단계	1.Ticket 구입의 용이성	-	-	0.725	-
	2.대기시설의 편리성	-	-	0.723	-
이동 단계	1.열차내의 쾌적성	-	-	-	0.733
	2.편의시설 서비스(TV, 라디오 등)	-	-	-	0.800

표 6. 상관분석 결과 : 국내항공(Domestic Airline)

평가항목	측정 지표	접근 만족 도	대기 만족 도	이동 만족 도	환승 만족 도
접근 단계	1.출발지에서 역사까지 접근용이성	0.815	-	-	-
	2.타교통수단과의 환승소요시간	0.696	-	-	-
환승 단계	1.환승관련 정보제공의 만족도	-	0.761	-	-
	2.타교통수단 이용에 대한 편리성	-	0.806	-	-
대기 단계	1.Ticket 구입의 용이성	-	-	0.647	-
	2.대기시설의 편리성	-	-	0.673	-
이동 단계	1.열차내의 쾌적성	-	-	-	0.738
	2.편의시설 서비스(TV, 라디오 등)	-	-	-	0.706

3.2.2.2 단일 차원성 검토(Factor Analysis)

요인분석을 토대로 평가지표와 평가항목간 구분이 적절하게 종합화되었는지를 살펴보고자 한다. 1차적으로 평가항목들내의 측정지표들이 분류된 평가항목으로 묶여 측정지표 분류의 타당성<sup>6)</sup>이 있는 것으로 나타났다.

다음으로 각각의 경쟁수단(고속철도(KTX), 국내항공)의 측정지표는 2개의 요인(접근단계+환승단계 : 외부이용 서비스, 대기단계+이동단계 : 내부이용 서비스)으로 분류되어 구조방정식을 이용한 이용자 서비스 모형 개발시 표 9, 표 10의 결과를 바탕으로 연구가설을 설정한다.

5) 윤상훈(2007), 김경도(2006)의 연구의 0.4 인용함.  
6) 윤상훈(2007), 김경도(2006)의 요인설명력 60% 이상을 기준으로 인용함.

표 7. 측정도구의 타당성 평가 : 고속철도(KTX)

평가항목	측정 지표	요인적 재량	요인 설명 력(%)
접근 단계	1.출발지에서 역사까지 접근용이성	0.802	80.256
	2.타교통수단과의 환승소요시간	0.790	
환승 단계	1.환승관련 정보제공의 만족도	0.898	88.840
	2.타교통수단 이용에 대한 편리성	0.850	
대기 단계	1.Ticket 구입의 용이성	0.760	73.233
	2.대기시설의 편리성	0.696	
이동 단계	1.열차내의 쾌적성	0.848	82.701
	2.편의시설 서비스(TV, 라디오 등)	0.798	

표 8. 측정도구의 타당성 평가 : 국내항공(Domestic Airline)

평가항목	측정 지표	요인적 재량	요인 설명 력(%)
접근 단계	1.출발지에서 역사까지 접근용이성	0.802	76.622
	2. 타교통수단과의 환승소요시간	0.730	
환승 단계	1. 환승관련 정보제공의 만족도	0.898	87.146
	2. 타교통수단 이용에 대한 편리성	0.850	
대기 단계	1. Ticket 구입의 용이성	0.760	72.706
	2. 대기시설의 편리성	0.696	
이동 단계	1. 열차내의 쾌적성	0.848	83.155
	2. 편의시설 서비스(TV, 라디오 등)	0.798	

표 9. 요인명 결정 : 고속철도(KTX)

측정지표	Component		요인 설명 력(%)	요인의 명명
	1	2		
환승2	0.898	0.232	81.56	고속철도 (KTX) 외부이용 서비스
접근1	0.881	0.251		
환승1	0.875	0.360		
접근2	0.836	0.328		
이동1	0.169	0.891	76.47	고속철도 (KTX) 내부이용 서비스
대기2	0.264	0.845		
이동2	0.372	0.757		
대기1	0.327	0.719		

표 10. 요인명 결정 : 국내항공(Domestic Airline)

측정지표	Component		요인 설명 력(%)	요인의 명명
	1	2		
환승2	.884	.176	84.58	항공의 외부이용 서비스
접근1	.854	-.179		
환승1	.910	.209		
접근2	.877	.322		
이동1	.114	.885	81.836	항공의 내부이용 서비스
대기2	-.061	.904		
이동2	.152	.876		
대기1	.317	.839		

주 1 : 분석방법은 Principal Component Analysis.

주 2 : 회전방법은 Varimax with Kaiser Normalization.

3.2.2.3 다중 공선성 검토(Co-linearity Test)

평가항목 및 측정지표 간 다중공선성 검토결과는 분산팽창

계수(VIF)가 10 이하, 공차한계(Tolerance Limit)는 0.1 이상으로 평가항목들 간에 다중공선성이 없는 것으로 나타났다.

표 11. 다중공선성 검토 : 고속철도(KTX)

평가 항목	측정 지표	Collinearity	
		TOL	VIF
접근 단계	1. 출발지에서 역사까지 접근용이성	0.153	6.545
	2. 타교통수단과의 환승소요시간	0.223	4.476
환승 단계	1. 환승관련 정보제공의 만족도	0.125	8.022
	2. 타교통수단 이용에 대한 편리성	0.283	3.530
대기 단계	1. Ticket 구입의 용이성	0.315	3.170
	2. 대기시설의 편리성	0.240	4.161
이동 단계	1. 열차내의 쾌적성	0.332	3.009
	2. 편의시설 서비스(TV, 라디오 등)	0.453	2.210

표 12. 다중공선성 검토 : 국내항공(Domestic Airline)

평가 항목	측정 지표	Collinearity	
		TOL	VIF
접근 단계	1. 출발지에서 역사까지 접근용이성	0.371	2.694
	2. 타교통수단과의 환승소요시간	0.480	2.081
환승 단계	1. 환승관련 정보제공의 만족도	0.303	3.299
	2. 타교통수단 이용에 대한 편리성	0.201	4.969
대기 단계	1. Ticket 구입의 용이성	0.569	1.757
	2. 대기시설의 편리성	0.585	1.710
이동 단계	1. 열차내의 쾌적성	0.457	2.190
	2. 편의시설 서비스(TV, 라디오 등)	0.449	2.225

#### 4. 구조방정식을 이용한 서비스특성 분석

##### 4.1 연구가설의 설정

구조방정식모델은 일정 가설에 기초하여 변수간의 인과관계를 도출함으로써 모형화를 기하는 방법으로, 본 연구에서도 고속철도(KTX) 및 국내항공의 경쟁수단간 서비스특성을 알아보기 위한 가설을 설정하였다. 서비스 특성 모형구축에 사용될 변수는 경쟁수단간(고속철도(KTX), 국내항공) 이용자 내부 및 외부 서비스로 구분할 수 있다. 이를 바탕으로 설정한 평가항목들에 대한 연구가설은 표 13과 같다.

표 13. 연구가설 설정

구분	연구 가설 설정
연구 가설 구분	1 외부이용 서비스는 이동수단(KTX, 항공)서비스 만족도에 정(+)의 영향을 미친다.
	2 내부이용 서비스는 이동수단(KTX, 항공)서비스 만족도에 정(+)의 영향을 미친다.

연구의 가설에 따른 영향관계를 경로도로 나타내면 그림 3과 같다.

##### 4.2 서비스특성 모형 구축 및 분석

###### 4.2.1 접근방법

서비스특성 분석은 그림 4와 같은 단계를 거쳐 이루어졌다.

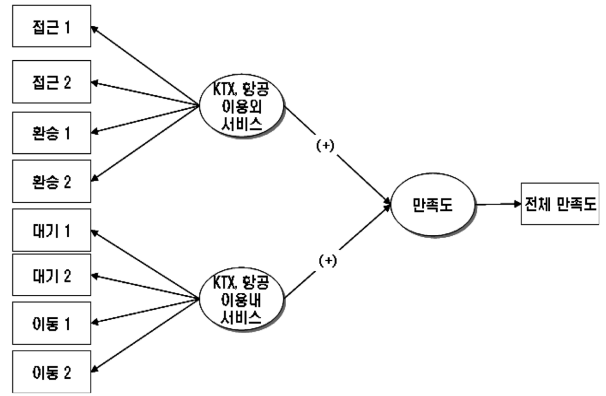


그림 3. 연구가설을 통한 경로도 작성

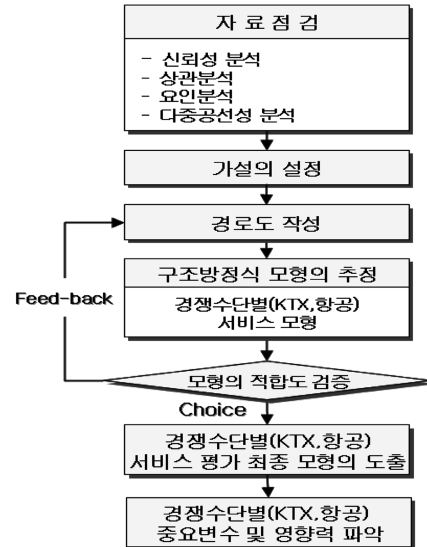


그림 4. 구조방정식 모형구축을 위한 흐름도

##### 4.2.2 구조방정식 모형의 추정

SIMPLIS<sup>7)</sup>를 이용하여 측정항목 및 측정변수에 따른 경쟁수단간 구조방정식 모형을 추정된 결과는 그림 5, 그림 6과 같다.

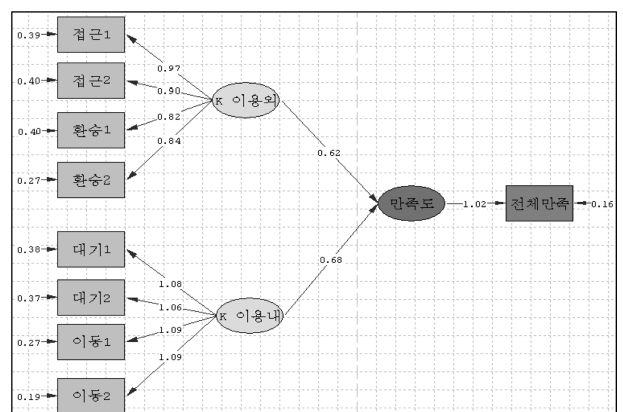


그림 5. 구조방정식 모형결과 : 고속철도(KTX)

7) SIMPLIS(SIMPLE LISREL)은 기존의 구조방정식을 분석하는 LISREL8.0이상버전으로 기존의 LISREL에 언어가 추가된 것이 특징적으로 화면상에 경로도(Path diagram)작성이 가능하며, 경로도 상에서 모델의 수정을 위해 경로의 추가 삭제에 의한 모델의 재추정이 가능하여 기존의 프로그램에 비해 User Interface가 강화되었다고 할 수 있음.

자료 : 배병렬, 구조방정식모델을 위한 SIMPLIS 활용과 실습, 2004, p25.

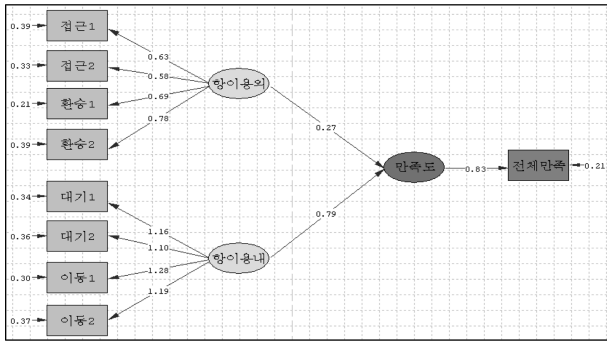


그림 6. 구조방정식 모형결과 : 국내항공(Domestic Airline)

4.2.3 적합도 판정

구조방정식 모형에 따른 경쟁수단별(고속철도(KTX), 국내항공)의 적합도 판정결과를 표 14와 같다.

표 14. 주요적합도 판정결과(모형의 통계검증)

대표 적합지수	권장수용수준	고속철도(KTX)결과	국내항공 결과치
$\chi^2(df)$	$\chi^2$ 통계표의 임계치	176.25 (df=24)	187.33 (df=24)
적합도지수 GFI(Goodness-of-fit)	0.90이상 적합도 양호	0.96	0.91
수정적합도 지수 AGFI(adjusted-of-fit index)	0.90이상 적합도 양호	0.88	0.85
잔차제곱평균의 제곱근 RMR(root-mean-square residual)	<0.05면 양호	0.035	0.048
근사오차제곱평균의 제곱근 RMSEA	<0.05면 양호	0.048	0.053
비교적합도 지수 CFI(comparitive fit index)	0.90이상 적합도 양호	0.89	0.88

주 1:  $\chi^2$ 통계량의 경우 표본수가 200개 이상인 경우 통계량의 값이 급격하게 증가하므로 분석적합도 결과 해석시 제외해 도 무방.

적합도 검증결과 이동수단별 적합도 결과치는 비교적 권장 수용수준을 만족하는 것으로 나타났다.

4.2.4 경쟁수단간 서비스 특성 분석

고속철도(KTX)와 국내항공의 잠재변수별 구조방정식모형을 살펴보면 다음과 같다. 고속철도(KTX) 서비스특성 구조방정식모형에서 이용자 만족도에 영향을 미치는 잠재변수는 내부서비스(0.68), 외부서비스(0.62)순으로 나타났으나, 서비스에 대한 만족도는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

■ 고속철도(KTX) 서비스특성 잠재변수구조모형 ( ):t값

$$\text{서비스 만족도} = 0.68\text{내부서비스} + 0.62\text{외부서비스}$$

$$(2.15) \quad (3.91)$$

$$\text{Errorvar}^8) = 0.13, \quad R^2^9) = 0.94$$

8) 구조방정식의 오차항의 분산추정치

자료 : 조현철, 3일만에 끝낼 수 있는 구조방정식 모델, 도서출판 석정, 2003, p42.

고속철도(KTX)와 국내항공의 측정변수별 구조방정식모형을 살펴보면 다음과 같다. 고속철도(KTX) 서비스특성 구조방정식모형에서 이용외서비스에 영향을 미치는 측정변수는 접근1(0.97), 접근2(0.90), 환승2(0.84), 환승1(0.82) 순으로 나타났으며, 이용내서비스에 영향을 미치는 측정변수는 이동1(1.09), 이동2(1.09), 대기1(1.08), 대기2(1.06)순으로 나타났다.

■ 고속철도(KTX) 서비스특성 측정변수구조모형 ( ):t값

서비스만족	= 1.02만족도 (3.41), Errorvar = 0.16, R <sup>2</sup> =0.74
이용자 외부서비스	= 0.97접근1 (4.76), Errorvar = 0.39, R <sup>2</sup> =0.73
	= 0.90접근2 (5.79), Errorvar = 0.40, R <sup>2</sup> =0.67
	= 0.82환승1 (4.93), Errorvar = 0.40, R <sup>2</sup> =0.69
	= 0.84환승2 (4.56), Errorvar = 0.27, R <sup>2</sup> =0.81
이용자 내부서비스	= 1.08대기1 (4.23), Errorvar = 0.38, R <sup>2</sup> =0.74
	= 1.06대기2 (3.13), Errorvar = 0.37, R <sup>2</sup> =0.76
	= 1.09이동1 (5.59), Errorvar = 0.27, R <sup>2</sup> =0.83
	= 1.09이동2 (5.03), Errorvar = 0.19, R <sup>2</sup> =0.92

국내항공 서비스특성 구조방정식모형에서 이용만족도에 영향을 미치는 잠재변수 역시 고속철도(KTX)와 마찬가지로 내부서비스(0.79), 외부서비스(0.27)순으로 나타났으나, 서비스에 대한 만족도는 이용자의 내부서비스가 외부 서비스에 비해 많은 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

■ 국내항공 서비스특성 잠재변수구조모형 ( ):t값

$$\text{서비스 만족도} = 0.79\text{내부서비스} + 0.27\text{외부서비스}$$

$$(2.07) \quad (3.06)$$

$$\text{Errorvar} = 0.24, \quad R^2 = 0.81$$

국내항공 서비스특성 구조방정식모형에서 이용외서비스에 영향을 미치는 측정변수는 환승2(0.78), 환승1(0.69), 접근1(0.63), 접근2(0.58)순으로 나타났으며, 이용내서비스에 영향을 미치는 측정변수는 이동1(1.28), 이동2(1.19), 대기1(1.16), 대기2(1.10)순으로 나타났다.

■ 국내항공 서비스특성 측정변수구조모형 ( ):t값

서비스만족	= 0.83만족도 (2.99), Errorvar = 0.21, R <sup>2</sup> =0.88
이용자 외부서비스	= 0.63접근1 (4.72), Errorvar = 0.39, R <sup>2</sup> =0.75
	= 0.58접근2 (7.04), Errorvar = 0.33, R <sup>2</sup> =0.67
	= 0.69환승1 (3.95), Errorvar = 0.21, R <sup>2</sup> =0.78
	= 0.78환승2 (4.05), Errorvar = 0.39, R <sup>2</sup> =0.65
이용자 내부서비스	= 1.16대기1 (5.24), Errorvar = 0.34, R <sup>2</sup> =0.63
	= 1.10대기2 (5.21), Errorvar = 0.36, R <sup>2</sup> =0.77
	= 1.28이동1 (6.55), Errorvar = 0.30, R <sup>2</sup> =0.71
	= 1.19이동2 (5.03), Errorvar = 0.37, R <sup>2</sup> =0.66

9) 잠재변수별로 얻어진 R<sup>2</sup>은 동일한 이름의 다중상관의 제곱(squared multiple correlation, SMC)으로, 이용내서비스, 이용외서비스 의해 전체 서비스만족도가 94% 설명 가능하다는 것을 의미함.

자료 : 조현철, 3일만에 끝낼 수 있는 구조방정식 모델, 도서출판 석정, 2003, p42.

## 5. 결론 및 향후연구과제

본 연구에서는 고속철도와 지역간 국내항공을 이용하는 고객들의 만족도를 정성적인 항목까지 포함하여 객관적으로 측정할 수 있는 평가항목을 개발하고, 각 단계별로 개선 항목의 도출을 시도하였다.

고속철도(KTX)와 국내항공에 대한 이용자 만족도 조사 자료를 토대로 경쟁수단별(고속철도(KTX), 국내항공)로 서비스 수준 구조방정식 모형을 구축하여, 서비스 수준에 대한 영향요인을 파악하였다.

고속철도(KTX)와 국내항공의 잠재변수별 구조방정식 분석 결과를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 고속철도(KTX)는 이용자의 내부서비스(0.68), 외부서비스(0.62)순으로 나타났으며, 이용자 만족도 측면에서는 비슷한 수준의 만족도를 가지는 것으로 나타났다. 이는 전반적인 이동단계별(접근, 환승, 대기, 이동)로 고른 만족도를 보인다 할 수 있다.
- ② 국내항공은 이용자의 내부서비스(0.79), 외부서비스(0.27)순으로 나타났으며, 이용자 만족도 측면에서 고속철도(KTX)와 상이한 결과를 보이고 있다. 국내항공을 교통수단으로 이용하는 승객들은 상대적으로 외부서비스에 대해 만족하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 국내항공 이용시 대기 및 이동에 대한 서비스는 만족스럽고 공항으로의 접근 및 타 교통수단으로의 환승은 불편한 것으로 나타나 국내항공 이용시 접근체계 및 환승에 대한 서비스를 개선이 필요한 것으로 나타났다.
- ③ 경쟁수단별로 살펴보면 이용자 내부서비스(대기, 이동)는 국내항공(0.79)의 서비스가 고속철도(KTX)(0.68)보다 좋은 것으로 나타났으며, 이용자 외부서비스(접근, 환승)는 고속철도(KTX)(0.62)의 서비스가 국내항공(0.27)보다 다소 높은 것을 알 수 있었다. 고속철도(KTX)는 이용자의 내부적인 측면의 서비스(대기, 이동)개선이 다소 필요하다고 판단되며, 국내항공은 이용자의 외부적인 서비스(접근, 환승)를 시급히 개선해야 하는 것으로 나타났다.

표 15. 잠재변수별 구조방정식모형 경로계수 종합

변수구분		고속철도(KTX)			국내항공			만족도 비교
		경로 계수	t값	순위	경로 계수	t값	순위	
만족도	외부 서비스	0.62	3.91	2	0.27	3.06	2	KTX>항공
	내부 서비스	0.68	2.15	1	0.79	2.07	1	KTX<항공

고속철도(KTX)와 국내항공의 측정변수별 구조방정식분석 결과를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 고속철도(KTX)의 이용자 외부서비스는 접근1(0.97), 접근2(0.90), 환승2(0.84), 환승1(0.82) 순으로 나타나 환승단계의 서비스를 개선해야 하는 것으로 나타났으며, 이용자 내부서비스는 이동1(1.09), 이동2(1.09), 대기1(1.08), 대기2(1.06)순으로 나타나 대기단계의 서비스를 개선해야 하는 것으로 나타났다.
- ② 국내항공 이용자 외부서비스는 환승2(0.78), 환승1(0.69),

접근1(0.63), 접근2(0.58)순으로 나타나 접근단계의 서비스를 개선해야 하는 것으로 나타났으며, 이용자의 내부서비스는 이동1(1.28), 이동2(1.19), 대기1(1.16), 대기2(1.10)순으로 나타나 대기단계의 서비스를 개선해야 하는 것으로 나타났다.

지금까지 살펴본 경쟁수단간 서비스특성 결과를 종합해 보면, 향후 고속철도의 승객수요 확보를 위해서는 고속철도(KTX)와 항공 모두 개선이 필요한 중점개선항목을 기본적으로 개선하여야 하고, 추가적으로 고속철도(KTX)는 개선사항인 이용자 내부서비스(대기, 이동)에 대한 개선이 이루어진다면 경쟁수단인 국내항공 보다 우위를 점할 수 있을 것으로 판단되며, 국내항공은 개선사항인 이용자 외부서비스(접근, 환승)에 대한 개선이 이루어진다면 경쟁수단인 고속철도(KTX) 보다 우위를 점할 수 있을 것이라 판단된다.

표 16. 측정변수별 구조방정식모형 경로계수 종합

변수구분		고속철도(KTX)			국내항공			만족도 비교
		경로 계수	t값	순위	경로 계수	t값	순위	
이용외	접근1	0.97	4.76	1	0.63	4.72	2	KTX>항공
	접근2	0.90	5.79	2	0.58	7.04	4	KTX>항공
	환승1	0.82	4.93	4	0.69	3.95	3	KTX>항공
	환승2	0.84	4.56	3	0.78	4.05	1	KTX>항공
이용내	대기1	1.08	4.23	3	1.16	5.24	3	KTX<항공
	대기2	1.06	3.13	4	1.10	5.21	4	KTX<항공
	이동1	1.09	5.59	2	1.28	6.55	1	KTX<항공
	이동2	1.09	5.03	1	1.19	6.30	2	KTX<항공

향후 연구 과제로는 첫째, 지역간 교통수단을 고속철도(KTX)와 국내항공만을 대상으로 하였으나, 향후에는 서울~부산 이외의 지역에 대한 공간범위 확대와 일반철도 및 지역간 버스에 대한 연구의 확장이 필요할 것으로 판단된다<sup>10)</sup>.

둘째, 고속철도(KTX) 및 국내항공 이용자들을 대상으로 한 설문조사의 표본수(Sample Size)가 상당히 제한적이므로 향후 다양한 이용자 계층(교통약자, 성별 등) 파악을 위한 표본수 확대 및 평가항목 보안을 통한 연구가 필요하다.

셋째, 정량 및 정성적인 평가항목을 종합하기 위한 계층분석법(AHP), 네트워크분석법(ANP)와 같은 분석방법 측면의 보완 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- 건설교통부(2006) **대중교통기본계획(2007~2011)**.  
 김경도, 배기목, 김태호, 원재무(2006) 구조방정식을 이용한 버스 유형별 서비스 평가 모형구축에 관한 연구, **국토계획**, 대한국토도시계획학회, 제41권 제6호.  
 김연규(2003) 철도서비스평가를 위한 항목 및 지표의 선정방안, **한국철도학회 춘계학술대회 논문집**, 한국철도학회.

10) 육상교통효율화법(ISTEA)에서 추구하는 다양한 교통수단을 종합적으로 고려할 수 있는 평가를 지향하고 있어, 향후 국내의 연구에서도 지역간 대중교통수단(항공, 철도, 버스)의 종합화를 위한 연구가 필요할 것으로 판단됨.

김은경, 박양규, 박중재(2004) 윈도우용 SPSS 통계분석 10.0, 21세기사.

박동균(2004) 항공사의 지상 서비스 품질이 고객만족 및 재이용 의도에 미치는 영향 관계 연구, 제주관광대학교 논문집, 제주 관광대학교, 제10집.

배병렬(2004) 구조방정식모델을 위한 SIMPLIS 활용과 실습.

심중섭(2000) 지하철 이용만족도 결정요인에 관한 실증적 연구, 산학경영연구, 제13권.

서울특별시(2005) 2004년 지하철 서비스 품질평가(소비자부문) 조사 보고서.

양희옥(2000) 고객 특성에 따른 항공사 객실서비스 품질 지각에 관한 연구, 공주영상정보대학 논문집, 공주영상정보대학.

오규중(2002) 지하철 이용고객의 만족도에 관한 연구, 석사학위논문, 중앙대학교.

윤상훈, 김태호, 노정현, 원제무(2007) 지하철 서비스 질 평가 모형개발 및 적용, 국토계획, 대한국토도시계획학회, 제42권 제6호.

정준영(2000) 지하철 이용만족도 영향인자에 관한 고찰, 석사학위논문, 부산대학교.

조현철(2003) 3일만에 끝낼 수 있는 구조방정식 모델, 도서출판 석정.

한국교통연구원(2005) 철도서비스 평가체계 구축방안 연구.

홍창의(1999) 교통공학개론, 청송출판사.

Milan, J. (1996) The trans european railway network, *Transport policy*, Vol. 3, No. 3.

Li, T.-T. (2007) In-train air quality assessment of the railway transit system in Beijing, *Transportation Research Part D*.

(접수일: 2009.1.7/심사일: 2009.1.28/심사완료일: 2009.1.28)