■ 論 文 ■

환승센터의 두 수단간 환승거리의 상대적 적정성 평가

A model of a relative evaluation of the transfer distance between two modes

차 동 득
((주)건화 교통연구실 부회장)

오 재 학
(한국교통연구원 종합물류연구본부 선임연구위원)

박 완 용
((주)건화 교통연구실 부사장)

박 선 복
((주)건화 교통연구실 사원)

목 차

Ⅰ. 서론
1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 내용
3. 연구의 범위
4. 연구방법
Ⅱ. 현장조사
1. 조사의 개요
2. 조사사항
3. 조사결과 요약
Ⅲ. 환승저항함수 구축
1. 환승패스의 구성링크에 대한 이용자 평가조사
2. 환승패스 구성링크간의 상대적 저항감
3. 환승효용함수
Ⅳ. 환승효용함수의 해석과 활용
1. 모형의 평가
2. 모형의 활용
Ⅴ. 논문의 한계와 추가연구의 필요성
1. 논문의 한계
2. 추가 연구의 필요성
참고문헌

Key Words : 환승센터, 환승패스, 환승저항, 환승효용함수, 환승교통량
a transportation transfer facility, a transfer path, a transfer resistance, a transfer utility function, a transfer traffic volume

요 약

환승센터의 계획이나 개선시 제일 먼저 부딪히는 문제의 하나는 어느 수단을 얼마나 가깝게 위치시켜야 하는가 하는 것이다. 이때의 목표는 중심 수단을 이용하는 승객이 가능한 한 최단거리를 걸어서 다른 수단으로 연결될 수 있게 하는 것이다. 이 문제가 결정되고 난 후에라야 연결 통로에 대한 서비스 수준을 향상시키는 문제를 제기할 수 있다. 물리적인 접근 거리가 너무 긴 경우 개별 통로의 서비스수준을 아무리 높여도 전체적인 환승만족도가 일정수준이상 향상되기 어렵기 때문이다. 본 연구에서는 한 수단의 도착지에서 다른 수단의 출발지까지의 전 과정(환승패스)을 외부보도구간, 계단구간, 실내통로구간으로 나누어 이용자 설문조사를 통하여 상대적인 저항감을 구하여 합산된 환승저항을 계산하고, 이를 전반적인 환승만족도와 연결시켜 환승효용함수를 구하고 이를 토대로 환승패스의 개선 방향을 결정하는 방법을 논 하였다

One of the problems we face up at the time of planning or improving a transportation transfer facility is which modes and how close we have to put together. The goal here is to keep the connecting transportation mode as close as possible to the prime transit mode, so people travel a minimum transfer path, a distance from one mode to another. Too much a physical separation between modes will limit ,even with an intensive improvement of the component links, the level of service of a transfer path as a whole. This study defined a transfer path as the whole stretch of the distance from an arrival point of one mode to the departure point of the connecting mode. The transfer path was divided into three typical segments as side walk, stairways, and indoor corridors. Preference surveys were made for each of these segments, resulting in relative resistance. The sum of individual segments weighted with the relative resistance will make a transfer resistance of the path, which in turn constitutes a transfer utility function together with the overall satisfaction score obtained by the interview survey. The transfer utility function has been utilized to evaluate the transfer distance between modes

Ⅰ. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

우리의 대중교통체계에서 가장 낙후한 부문의 하나인 환승센터를 체계적으로 개선하기 위한 국가 R&D 사업[1]이 추진되고 있다. 이의 영향으로 기존 환승센터를 개선하거나 신규건설을 위한 기본구상용역[2]의 발주가 활발해지고 있다. 이와 관련한 연구에서 가장 중요하게 다루어져야할 사항의 하나는 연결 두 수단을 얼마나 가까이 위치 시켜야 하는가 하는 문제이다.

본 연구는 환승센터 이용시설의 효율적인 정비와 이용 활성화를 모색하기 위한 기본구상 및 기본계획 수립 시 두 연결 수단간의 환승거리의 적정성을 이용자가 느끼는 만족도에 의하여 평가하는 모형을 개발하고자 하는 것이다.

2. 연구의 내용

적정 환승거리는 일반적으로 주관적인 판단에 의해 크게 좌우되기 때문에 정의하기가 쉽지 않다. Joel Volinski & Oliver Page(2004)와 William A. Taggart & Nadia Rubaii-Barrett (1992)은 환승센터(an intermodal transfer center or transit transfer center)의 설계나 계획에서 보통은 이를 "두 수단간의 환승거리를 최소로 함을 목적"으로 한다고 추상적인 기준을 제시할 뿐이다. 그리고 Ron Kasprisin & Michael LaFond(1991)은 아주 드물게 "아주 가까이 위치하여야 한다(in close proximity)" 고 하며 그 기준을 "보행거리 800~1000 feet"로 정의 하였다.

환승센터의 관련시설의 적정배치 기준에 대하여 최근 연구가 집중되고 있는 경향이 있다. 한국교통연구원(2008)은 연계환승 R&D 사업의 Ⅰ세부과제의 주요내용이 시설간의 최적배치기준을 설정하는 것으로 되어있어 향후 환승센터의 설계시 주요 참고가 될 전망이다. 김시곤(2008)은 KTX역사로 한정하여 보행시설, 편의시설의 서비스수준, 환승경로의 도보여행시간, 정보제공수준 들을 계층화 분석을 통하여 가중치로 합산하여 평가하는 방법을 제시하고 있다.

그러나 구체적인 설계단계 이전에 시설의 구상이나 기본계획시는 혼잡을 고려하지 않은 상태에서 수단간 연결거리를 만족스러운 수준으로 정하는 일이 중요하다.

이러한 기본적인 연결이 전제된 후에 개별시설의 수준을 적절한 서비스수준으로 설계할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 기본구상이나 기본계획단계에서 수단간 연결거리에 대한 상대적인 적정성을 이용자의 만족도에 의하여 평가하는 방법을 논한다.

환승센터의 본래 목적은 환승교통량을 최대한으로 증가시켜 대중교통을 활성화 시키는데 있다. 그런데 환승교통량은 환승저항이 클수록 감소하기 마련이다. 즉, 환승교통량은 환승저항의 함수이다.

그리고 환승저항은 환승패스를 구성하는 각각의 링크, 즉 육상의 보도, 계단, 실내의 보행통로에 대하여 이용자가 느끼는 저항의 합으로 표시할 수 있다.

주어진 환승패스에 대한 이용자 만족도를 이 환승저항의 함수로 표시할 수 있다. 이때의 관련함수를 환승효용함수라고 한다면 이를 이용해서 주어진 환승거리의 적정성을 평가할 수 있다.

3. 연구의 범위

환승패스에 대한 이용자 만족도를 모형화 하기 위하여 환승저항을 독립변수로 하는 환승효용함수를 구축하는 것으로 한정하였다.

환승센터의 현장조사는 충분한 자료가 확보될 수 있도록 하는 것이 좋으나, 본 연구에서는 이 방법의 유용성을 보이기 위한 것으로 환승패스의 수효를 2개 파라미터 회귀식의 통계적 유의성을 가질 수 있는 최소한으로 하였다.

그리고 이용자 행태조사를 위하여 실제 환승센터를 이용하고 있는 이용자를 대상으로 환승패스에 대한 전반적인 만족도와 환승패스 구성 링크에 대한 만족도를 조사하는 것으로 한정하였다.

4. 연구의 방법

하나의 환승시설에서 두 수단을 연결하는 전체길이, 즉 환승패스는 환승행태에 직접영향을 미치는 요소이며 그 성격에 따라 링크별로 외부 보행거리, 실내통로 거리, 계단 및 에스컬레이터 길이 등으로 나누어 파악할 수 있다.

1) 한국교통연구원이 중심이 되어 수행하고 있는 교통연계 및 환승시스템 기술개발 용역이 3년째 계속중임.
2) 용산역 중심 연계환승체계구축 용역, 경기도지역 환승센터 기본구상용역 등이 발주 또는 예정에 있음.

이 개별 링크의 실측거리를 Z_i라 할 때 링크간의 상대적인 불편함을 가중하여 합산하면 해당 환승패스의 환승저항(TR)이 된다.

$$TR = f(Z_i) \quad (1)$$

그리고 이 환승패스에 대한 이용자의 만족도를 설문조사를 통하여 구하고 이를 환승저항과 관련시켜 직선회귀식을 구하면 환승 만족도를 가리키는 환승효용함수(Y)를 구할 수 있다.

$$Y = g(TR) \quad (2)$$

식(1)의 환승저항은 두 수단간의 환승교통량(V_{12})에 직접영향을 미친다고 볼 수 있다. 다른 조건이 같다면 두 수단의 이용교통량(V_1, V_2)에 비례하고 환승저항에 반비례하는 것으로 볼 수 있다.

$$V_{12} = \alpha(V_1 \times V_2)^{\beta} / TR^{\delta} \quad (3)$$

그러나 이는 본 논문의 범위를 넘는 것으로 여기서는 다루지 않았다.

환승효용함수를 활용하여 환승패스의 구성링크의 변화가 가져올 환승만족도의 변화를 평가하는 방법으로 환승패스의 적정성을 평가할 수 있다.

II. 현장조사

1. 조사개요

1) 조사지점

비교적 환승저항이 적다고 판단되는 선릉역에 대하여 환승패스별 조사를 시행하였다. 선릉역은 지하철2호선과 분당선이 수직으로 계단과 에스컬레이터로 효율적으로 연결되어 있고, 육상으로 올라오면 주변의 광역버스, 지역버스 정류장이 방향별로 분포되어 있는 곳이다.

즉 아주 우수한 환승패스도 있고 매우 불량한 환승패스도 있으므로 독립변수(환승저항)의 변화폭이 크므로 조사대상지로서 적절한 곳으로 판단하였다.

2) 조사일시

2008. 7. 18~7. 22 기간에 걸쳐 휴일을 제외한 3일간 환승패스별 이용객을 직접 현장에서 설문조사하였다.

2. 조사사항

1) 환승패스 조사

한 수단에서 내려서 다음 수단으로 갈아 탈 때까지의 전 과정을 환승패스라고 정의하고, 환승패스를 구성하는 개개의 링크들에 대한 실측 조사를 하였다. 즉, 외부의 보도 보행거리, 계단의 거리, 실내통로 보행거리, 에스컬레이터의 유무와 길이를 조사하였다.

2) 이용자에 대한 설문조사

환승패스에 대한 이용자의 평가를 확인하기 위하여 두 가지를 설문 하였다. 첫째는 주어진 환승패스에 대한 전반적인 평가이고, 다음은 환승패스를 구성하는 개별 링크 하나하나에 대한 평가를 설문하였다.

3. 조사결과 요약

선릉역은 지하철 2호선과 분당선이 환승되는 곳이고, 접근 교통수단으로 주로 간선버스, 지선버스, 보행 등이 이용되고 있으며, 전체적으로 환승거리가 비교적 짧고 계단의 길이도 짧아서 우수한 환승상태라고 볼 수 있는 곳이라고 할 수 있다. 환승패스는 9개를 확인할 수 있었으며, 그 각각에 대하여 시스템 특성을 실측하고 이용자 평가 설문조사를 실시하여 79명의 유효조사 자료를 얻었다.

1) 환승패스의 확인

선릉역에서 이용하고 있는 환승패스를 〈표 1〉과 같이 확인하였다.

〈표 1〉 환승패스의 정의

환승패스번호	환승경로	Type
1	지하철2호선→광역버스	1
2	광역버스→지하철2호선	11
3	지하철2호선→지선버스	2
4	지선버스→지하철2호선	22
5	지하철분당선→버스	3
6	버스→지하철분당선	33
7	지하철2호선→지하철분당선	4
8	지하철분당선→지하철2호선	44
9	지하철→보행	5

2) 환승패스의 링크 실측조사

환승패스별 개별링크의 특성치를 조사한 결과는 〈표 2〉와 같다.

〈표 2〉 환승패스별 특성치 조사

(1) Type 1 : 지하철2호선→광역버스		
ZT(총환승거리)	335.6m	
Z_2(계단↑)	35m	
Z_3(외부보도)	170m	
Z_1(실내통로)	130.6m	
(2) Type 11 : 광역버스→지하철2호선		
ZT(총환승거리)	321.6m	
Z_2(계단↓)	35m	
Z_3(외부보도)	170m	
Z_1(실내통로)	116.6m	
(3) Type 2 : 지하철2호선→지선버스		
ZT(총환승거리)	260.6m	
Z_2(계단↑)	45m	
Z_3(외부보도)	28m	
Z_1(실내통로)	187.6m	
(4) Type 22 : 지선버스→지하철2호선		
ZT(총환승거리)	275.6m	
Z_2(계단↓)	36m	
Z_3(외부보도)	116m	
Z_1(실내통로)	123.6m	
(5) Type 3 : 지하철분당선→버스		
ZT(총환승거리)	349.6m	
Z_2(계단↑)	73m	ES[3] : 30m
Z_3(외부보도)	28m	
Z_1(실내통로)	248.6m	
(6) Type 33 : 버스→지하철분당선		
ZT(총환승거리)	361.5m	
Z_2(계단↓)	66m	ES[3] : 30m
Z_3(외부보도)	116m	
Z_1(실내통로)	179.5m	
(7) Type 4 : 지하철2호선→지하철분당선		
ZT(총환승거리)	126m	
Z_2(계단↓)	30m	ES[3] : 30m
Z_3(외부보도)	0m	
Z_1(실내통로)	96m	
(8) Type 44 : 지하철분당선→지하철2호선		
ZT(총환승거리)	128m	
Z_2(계단↑)	28m	ES[3] : 28m
Z_3(외부보도)	0m	
Z_1(실내통로)	100m	
(9) Type 5 : 지하철→보행		
ZT(총환승거리)	374.6m	
Z_2(계단↑)	45m	
Z_3(외부보도)	170m	
Z_1(실내통로)	159.6m	

Ⅲ. 환승저항함수 구축

1. 환승패스의 구성 링크에 대한 이용자 평가 조사

〈표 2〉의 환승패스를 구성하는 개별 링크에 대한 이용자의 만족도를 100점 만점 기준으로 설문조사를 실시하였다. 즉, 보행거리 전체에 대한 만족도(ST), 계단에 대한 만족도(S_2), 외부보도에 대한 만족도(S_3)를 설문하였다. 그리고 마지막으로 주어진 환승패스에 대한 전반적인 만족도(Y)를 설문하였다.

실내통로(S_1)에 대한 보행거리에 대한 질문은 외부 보행환경과 혼동을 초래할 가능성이 커서 대신에 보행거리 전체에 대한 불편정도를 묻는 것(ST)으로 하여 추후 모형 구축시 S_1을 유추하여 사용하였다. 전반적인 만족도(Y)는 보행거리, 보행시간, 보행불편을 모두 고려한 평가로서 질문을 하였다.

2. 환승패스 구성 링크간의 상대적 저항감

우선 9가지 환승패스별로 각 구성 링크에 대한 만족도의 평균값을 구하였다. 그리고 그 옆에 〈표 2〉에서 언급한 각 링크의 실측조사치를 함께 보이면 〈표 3〉과 같다.

3. 환승효용 함수

1) 환승저항

주어진 대상지의 특정한 환승패스에 대하여, 이를 구성하는 개별 링크에 대한 실측조사를 Z_i라고 하고 이용자가 느끼는 만족도(100점 만점에 이용자가 평가하는 만족도)를 S_i라 하자. 이때 링크 i에 대하여 조사 대상자 전체의 S_i 값의 평균($\bar{S}_i$)을 구하고, 이 값의 실내통로($\bar{S}_1$)에 대한 다른 링크의 상대적 크기를 식(4)와 같이 구하면 1번 링크를 기준으로 하는 다른 링크들의 상대적 불편 가중치(ω_i)가 된다.

$$\omega_i = (\bar{S}_1) / (\bar{S}_i) \quad (4)$$

$\bar{S}_1$: 링크1의 표본 평균값

그러면, 이 환승패스에 대한 이용자의 저항감, 즉 환승

3) ES : 에스컬레이터(Escalator)

〈표 3〉 환승패스별 링크별 이용자 만족도 및 링크 특성치

환승패스 번호	ST	S_2	S_3	Y	표본수	Z_1	Z_2	Z_3	ZT	ES
1	43.0	42.5	36.5	44.5	10	130.6	35.0	170.0	335.6	0.0
2	44.4	51.1	40.6	48.3	9	116.6	35.0	170.0	321.6	0.0
3	53.0	47.5	40.5	54.0	10	187.6	45.0	28.0	260.6	0.0
4	48.9	46.7	40.6	52.8	9	123.6	36.0	116.0	275.6	0.0
5	60.0	52.5	35.0	52.5	4	248.6	73.0	28.0	349.6	30.0
6	51.1	46.1	39.4	56.1	9	179.5	66.0	116.0	361.5	30.0
7	65.0	59.5	71.0	72.0	10	96.0	30.0	0.0	126.0	30.0
8	71.7	66.1	72.2	77.8	9	100.0	28.0	0.0	128.0	28.0
9	42.8	41.7	45.6	45.6	9	159.6	45.0	170.0	374.6	0.0
Total	53.3	50.4	46.8	56.0	79	149.1	43.7	88.7	281.5	-

저항(TR)은 이 가중치로 곱하여 더하여 얻는 값이 된다.

$$TR = \sum_{i=1}^{3} (\omega_i \times Z_i) \quad (5)$$

$\omega_1 = 1.0$

2) 환승효용함수

각 환승패스에 대한 환승저항을 전반적인 환승만족도인 Y와 관련시키면 환승효용함수를 얻을 수 있다. 이때 에스컬레이터가 있는 경우 이의 효과를 반영할 필요가 있다.

에스컬레이터는 이용자의 입장에서는 계단의 길이가 그만큼 줄어드는 직접적인 효과와 함께 환승패스에 대한 전체적인 만족도를 향상시키는 효과가 있다. 따라서 계단의 길이를 에스컬레이터의 길이만큼 감소시키고 모형에서는 에스컬레이터 더미변수(dummy variable)를 포함시킨다.

$$Y = g(TR, ES) \quad (6)$$

ES : 에스컬레이터 더미(0,1)

3) 모형의 구축

링크간 저항감의 가중치인 ω 값을 환승패스별 평균치를 쓸 것인지 또는 표본전체의 평균치를 쓸 것인지의 여부는 미리 판단하기 어려운 문제이다.

이용자의 특성을 더 밀접하게 반영한다는 점에서는 환승패스별 평균치가 보다 합리적일 수 있다. 그러나 모형의 이전가능성(transferability)과 추정(prediction)의 용이성을 생각한다면 표본전체의 평균치가 그 집단의 대표성이 있는 것이므로 실용성이 크다고 하겠다.

(1) 환승패스별 ω 값의 경우

환승패스별 ω 값을 구하면 ω_2는 0.938에서 1.312까지 변하고 있고, ω_3은 0.88에서 1.86까지 변하고 있다. 환승패스별 개별 ω_i 값을 사용해서 모형을 구축하면 식(7)과 같다.

$$Y = 73.28 - 0.07(TR) + 10.46(ES) \quad R^2=0.942 \quad (7)$$
$$(18.8) \quad (6.7) \quad (4.6)$$

TR : 환승패스 개별 ω값에 의한 환승저항

ES : 0 if no escalator, 1 otherwise

〈표 4〉 패스별 ω 값에 의한 관측치와 추정치의 비교

Observation	Observed Y	Predicted Y	Residual
1	44.500	44.272	.2280
2	48.300	48.713	-.4129
3	54.000	53.657	.3431
4	52.800	50.013	2.7873
5	52.500	56.390	-3.8896
6	56.100	52.664	3.4360
7	72.000	74.723	-2.7228
8	77.800	74.624	3.1765
9	45.600	48.546	-2.9455

(2) 표본전체의 대표 ω 값을 쓸 경우

표본전체의 대푯값을 구하기 위하여 이용자의 링크 특성치에 대한 평가결과를 링크별로 평균하면 실내통로에 대한 평균점수가 57.63, 계단과 보도통행에 대한 것이 각각 50.41, 46.82로 나타났다. 이들 평균에 대한 상대적 저항치를 활용하여 모형을 구축하면 식(8)과 같다.

$$Y = 76.36 - 0.078(TR) + 8.22(ES) \quad R^2=0.955 \quad (8)$$
$$(20.4) \quad (7.7) \quad (3.9)$$

〈표 5〉 대표 ω 값에 의한 관측치와 추정치의 비교

Observation	Observed Y	Predicted Y	Residual
1	44.500	46.659	-2.1593
2	48.300	47.754	.5460
3	54.000	54.975	-.9746
4	52.800	52.314	.4859
5	52.500	56.009	-3.5087
6	56.100	53.568	2.5317
7	72.000	74.478	-2.4785
8	77.800	74.345	3.4555
9	45.600	43.498	2.1020

$$TR = Z_1 \times 1.0 + Z_2 \times 1.1432 + Z_3 \times 1.2309 \quad (9)$$

ES = 0 if no escalator, 1 otherwise

모형의 전반적인 설명력이나 파라미터의 t 값으로 보아서는 두 모형이 거의 비슷한 수준을 보이고 있다. 따라서 모형의 이전능력을 고려할 때 ω 값으로는 표본전체의 대푯값을 쓰는 것이 바람직하다고 본다.

(3) 지수함수를 쓸 경우

지수함수는 일반적으로 효용체감의 일반적인 현상을 설명하기 위하여 자주 인용되는 함수이다. 지수함수에 의한 모형은 식(10)과 같이 얻어진다.

$$Y = EXP[4.335 - 0.00127(TR) + 0.1454(ES)] \quad (10)$$
$$(70.0) \quad (7.6) \quad (4.2)$$
$$R^2 = 0.956$$

〈표 6〉 지수함수의 경우 관측치와 추정치의 비교

Observation	Observed Y	Predicted Y	Residual
1	3.7955	3.8509	-.0554
2	3.8774	3.8687	.0087
3	3.9890	3.9863	.0027
4	3.9665	3.9430	.0235
5	3.9608	4.0147	-.0539
6	4.0271	3.9750	.0521
7	4.2767	4.3156	-.0389
8	4.3541	4.3134	.0407
9	3.8199	3.7994	.0205

Ⅳ. 환승효용함수의 해석과 활용

1. 모형의 평가

직선식과 지수함수의 2가지 모형은 나름대로의 의미를 갖는다.

즉, 직선식은 우리의 직관에 더 충실하다. 즉 직선식에 의하면 가장 우수한 경우, 예를 들면, 환승저항이 0이라면 76점으로 평가하고 에스컬레이터가 있으면 추가 8점을 더하여 84점을 만점으로 평가한다.

본 연구 대상역인 선릉역의 환승패스의 경우 평균값이 Z_1 =149.1m, Z_2=43.2m, Z_3=88.7m 이고 ES=1이다. 따라서,

$$TR = 149.1 \times 1.0 + 43.2 \times 1.1432 + 88.7 \times 1.2309$$
$$= 307.67$$
$$Y = 76.36 - 0.078 \times 307.67 + 8.22 \times 1$$
$$= 60.6 \text{ 점으로 평가한다.}$$

한편, 지수함수식은 효용 체감의 법칙을 따르므로 이런 측면에서 실제에 더욱 부합할 수 있다. 모형의 작동을 평가해 보면 앞서와 같이 TR=0, ES=1 일 경우 88점으로 평가한다.

그리고 선릉역 환승패스의 평균값에 대한 평가는

$$Y = EXP[4.335 - 0.00127(307.67) + 0.1454(1)]$$
$$= 59.7 \text{ 점으로 평가한다.}$$

모형의 적합성이나 안정성 및 모형의 작동이 앞의 직선 회귀식과 큰 차이가 없다. 따라서 본 연구에서는 이후 직선 회귀식에 의한 모형으로 제시하고자 한다.

어느 경우든지 환승통로의 길이를 100m 줄였을 때, 또는 에스컬레이터를 추가 하였을 때 그 효과를 개선되는 Y값의 추정으로 평가가 용이하다.

2. 모형의 활용

본 연구에서 제시하는 모형은 혼잡을 고려하지 않은 상태에서 주어진 환승센터가 이용자의 특정 요구수준(만족도)을 만족시킬 수 있는 구조적인 시설배치의 수준, 즉 버스정류장을 얼마나 가깝게 위치시켜야 하는지, 실내 보행통로는 어느 범위 이내로 짧게 해야 하는지 하는 등을 판단하기 위하여 활용될 수 있다.

이러한 환승센터의 기본 디자인이 설정되면 개별링크의 서비스수준을 만족시키기 위한 구체적인 시설배치 방법이나 시설의 규격을 설계할 수 있을 것이다. 본 연구의 범위는 구체적인 서비스수준 평가가 아닌 시설의 구조적 기준을 설정하는 것으로 한정하였다.

1) 만족도의 등급별 임계치

만족도를 조사하는 설문이 100점 만점을 기준으로 한 것이라 하더라도 환승효용함수가 가리키는 만족도의 값에는 응답자의 편기가 존재할 수 있다. 역의 표본수를 늘리면, 즉 다른 역의 환승패스에 대한 자료를 충분히 많이 반영하면 이러한 편기를 줄일 수 있을 것이다.

본 논문에서는 선릉역의 9개 환승패스를 이용자 만족도에 따라 불량, 보통, 우수로 나누고 각 등급의 평균값을 기준으로 판단 범위를 설정하는 방법을 제시하였다.

즉, 패스 1, 2, 9의 평균 만족도는 46점으로 불량한 등급이고, 패스 3, 4, 5, 6은 보통으로 54점, 패스 7, 8은 우수그룹으로 75점을 나타내고 있다. 각 등급의 중간점을 기준으로 등급별 임계치를 설정하면 50점 이하는 불량, 65점 이하는 보통, 그 이상은 우수로 분류할 수 있다.

2) 환승효용함수에 의한 환승패스의 적정성 판단

환승패스의 적정성을 판단하기 위해서는 환승효용함수에 의한 만족도 값을 산정하고 등급별 임계치와 비교하는 방법을 쓸 수 있다.

예를 들어, 기존의 환승패스가 외부보도 300m, 계단 100m, ES 30m, 실내통로 200m로 구성되어 있다면,

$$TR = 200\times1.0 + (100-30)\times1.1432 + 300\times1.2309 = 649.29$$

$$Y = 76.36 - 0.078\times649.29 + 8.22\times1 = 34$$ 점으로 불량한 환승패스임을 가리키고 있다.

여기서 외부보도를 100m로 줄이고, 실내통로를 100m로 개선한다면,

$$TR = 100\times1.0 + (100-30)\times1.1432 + 100\times1.2309 = 303.11$$

$$Y = 76.36 - 0.078\times303.11 + 8.22\times1 = 61$$ 점으로 상승하여 보통의 환승패스로 개선됨을 알 수 있다.

V. 논문의 한계와 추가 연구의 필요성

1. 논문의 한계

1) 역 표본수의 제약에 따른 한계

우선 선릉역이라는 한 곳에 대한 설문조사로 환승이용자의 만족도 모형을 구축한데 따른 한계이다. 선릉역 모형의 경우 환승저항이 0이고 에스컬레이터가 있으면 만족도가 84점으로 나타난다. 강남역이나 사당역을 이용하는 이용자의 경우라면 만족도가 70점 또는 90점 등과 같이 달리 나타날 수 있다. 즉 이용자는 자기가 이용하는 환승상태에 익숙하여 있기 때문에 불편의 정도나 만족의 정도를 실제보다 작게 또는 크게 평가하기 쉽기 때문이다.

이러한 집단적 편기 문제를 해결하기 위해서는 역의 숫자를 많이 늘려서 모형을 구축하는 것이 하나의 방법이 될 것이다.

2) 설문자 표본수의 제약에 따른 한계

선릉역 환승객에 대한 유효 표본수가 79명이다. 전체 숫자를 좀 더 늘리면 안정적일 수 있다. 그러나 이 경우 더욱 중요한 것은 표본수의 전체 크기보다 환승패스별 표본수가 안정적으로 분포되어 있는가 일 것이다.

9개의 환승패스 중 5번 패스(분당선-버스)의 4개 표본을 제외하고는 나머지는 표본수가 9~10개로 고르게 분포되어 있다. 계층화 표본이 비교적 합리적으로 이루어져 있다고 볼 수 있다.

3) 등급별 임계치에 대한 객관성 문제

환승패스에 대한 만족도 평가는 상대적으로 이해하는 것이 바람직하다. 즉, 만족도 70은 만족도 50보다 40% 개선된 것이라고 해석하는 것이 올바른 방법이다.

그러나 이를 등급별로 나누기 위해서는 본 논문에서 예시한 것처럼 불량한 군, 우수한 군 등으로 나누어 각 군별 평균을 기준으로 중간 값으로 임계치를 설정할 수 있다. 각 군간의 차별은 통계적 검증(Indifference test)을 통하여 확인할 수 있지만, 본 논문에서는 예시하는 것으로 한정하였다.

2. 추가 연구의 필요성

어떤 통계모형 이던지 그 모형의 적용범위는 모형수립에 활용한 자료의 범위를 크게 벗어나면 그 신뢰성을 보장하기 어렵다.

환승패스의 개별 링크의 특성이 충분히 광범위한 범위 즉, 개별 링크의 종류, 길이 등에 대한 것을 평가하기 위해서는 더 폭 넓은 범위의 조사 자료가 필요하다.

즉, 환승패스의 수효를 더 늘리고 개별 링크의 특성이 보다 다양하도록 보다 광범위한 조사를 한다면 보다 적용범위가 넓은 모형의 구축이 가능하리라 본다.

그리고 연구의 특성상 샘플 수가 9가지 환승패스로 한정되었다. 이는 통계적 유의성을 보다 향상시킬 필요가 있음을 시사하는 것이라 하겠다.

식(8),(9)는 선릉역을 이용하는 사람들에 대한 의식조사를 통해서 구축한 모형이다. 샘플수가 많아질수록 신뢰도를 높여 갈 수 있다. 그러나 개별 역에 대한 편기는 피할 수 없는 문제이므로 여러 형태의 역 조건에 대한 광범위한 조사와 모형구축을 할 필요가 있다.

다만 본 연구에서는 시간과 비용의 제약상 모형의 적용범위를 넓히고 신뢰성을 더 향상시키기 위한 노력을 할 수 없었다. 대신에 이러한 접근방법이 기본계획단계에서 환승패스의 적정성을 비교적 적은 정보와 노력으로 평가할 수 있는 하나의 방안을 제시하는 것으로 한정하였다.

알림 : 본 논문은 대한교통학회 제59회 학술발표회(2008.10.24)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

참고문헌

1. 국토해양부(2004), "대중교통 환승센터 표준화 설계기준 및 모형에 관한 연구"
2. 김시곤(2008), "고속철도역 환승시설 서비스 평가지표 개발 및 적용", 대한토목학회 논문집 제28권 제4호, 대한토목학회.
3. 한국교통연구원(2008), "교통연계 및 환승시스템 기술개발", 2008 하반기 자체평가 발표자료.
4. 한국교통연구원(2009), "죽전환승센터 타당성연구".
5. Joel Volinski & Oliver Page(2004), "Developing Bus Transfer Facilities for Maximum Transit Agency and Community Benefit", National Center for Transit Research, University of South Florida, Tampa, FL, USA.Northwest, Department of Civil Engineering, University of Washington, Seattle, Washington.
6. Ron Kasprisin & Michael LaFond(1991), "Major Activity Center PRT Circulator System Intermodal Transfer Station Design and Visual Impact Study", Final Report TNW 91-13, Transportation.
7. William A. Taggart & Nadia Rubaii-Barrett (1992), "Funding and Operation of an Intermodal Transportation Facility at the Santa Teresa Border Crossing", Final Report, Department of Government, Public Administration Program, New Mexico State University, Las Cruces, New Maxico.

♧ 주 작 성 자 : 차동득
♧ 교 신 저 자 : 차동득
♧ 논문투고일 : 2008. 10. 24
♧ 논문심사일 : 2009. 1. 13 (1차)
2009. 2. 23 (2차)
♧ 심사판정일 : 2009. 2. 23
♧ 반론접수기한 : 2009. 6. 30
♧ 3인 익명 심사필
♧ 1인 abstract 교정필