

■ 論 文 ■

역세권을 반영한 도시철도 역별 수요추정 모형 개발

Modeling the Urban Railway Demand Estimation by Station Reflecting Station Access Area on Foot

손 의 영

(서울시립대학교 교수)

정 창 용

(서울시립대학교 박사과정)

김 재 영

(한국개발연구원 전문위원)

이 중 훈

(서울시립대학교 석사과정)

목 차

- | | |
|---|---|
| <p>I. 서론</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 연구의 배경 및 필요성 2. 연구의 목적 및 내용 <p>II. 기존 도시철도 수요추정 관련 모형 및 문헌 분석</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 도시철도 수요추정 모형 및 문헌분석 2. 도시철도 역세권 설정 문헌 분석 | <p>III. 역세권을 반영한 도시철도 역별 수요추정 모형 개발</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 역세권 자료 기반 도시철도 역별 수요추정 모형 개발 2. 행정동 커넥터 거리 기반 도시철도 역별 수요추정 모형 개발 <p>IV. 결론
참고문헌</p> |
|---|---|

Key Words : 도시철도, 역세권, 역별 수요추정, 커넥터 길이조정, 대중교통 통행배정
Urban Transit, Station Access Area, Transit Demand on Station,
Connector Length Adjustment, Transit Assignment

요 약

도시철도 수요를 일반적인 4단계 모형에 의해서 역별로 추정하는 경우에는 몇 가지 한계가 존재한다. 첫째 행정동 기반 사회경제지표를 토대로 하므로 행정동 단위의 도시철도 수요가 추정될 수밖에 없다. 그러나 각 행정동에 1개만이 아닌 2개 이상의 역이 위치할 경우 행정동 단위의 수요를 2개 이상의 역에 적절하게 할당하기가 쉽지 않다. 둘째 역별 도시철도 수요는 행정동보다 공간적 범위가 좁은 역세권 특성에 커다란 영향을 받게 된다. 그러므로 역세권보다 넓은 행정동 전체 특성을 기반으로 한 도시철도 수요 추정과 역별 할당에 의한 역별 수요 추정은 부정확할 수밖에 없다. 위와 같이 행정동을 기반으로 한 자료 사용의 한계로 도시철도 역별 수요를 제대로 추정하기 어려운 점이 존재하여, 본 연구에서는 크게 두 가지 방안을 검토하였다. 첫째는 행정동이 아닌 역세권을 기반으로 하는 사회경제지표 자료를 토대로 역별 수요를 추정하는 방안이다. 그러나 이 방안은 자료 수집과 분석에 너무 많은 시간과 노력이 소요되는 것에 비하여, 추정의 정확도는 크게 높아지지 않는 것으로 나타났다. 둘째는 일반적인 4단계모형을 적용하되 역세권 특성을 반영하기 위해 행정동 센트로이드 위치 및 도시철도 역과의 커넥터 거리를 각 역별로 조정하여 역세권을 반영하는 방안이다. 행정동 센트로이드 위치 및 커넥터 거리를 조정하는 두 번째 방법을 적용하여 역별 수요를 추정한 결과를 실제 집계된 서울시 지하철의 역별 수요를 비교한 결과, 각 역별로 매우 근사한 결과를 나타내었다.

There exist some limits when we forecast urban railway demand by traditional 4 step model. The first reason is that the model based on socioeconomic data by an administrative unit, 'Dong', yields a 'Dong' unit trip matrix. But a 'Dong' often has two or more stations. The second reason is that urban railway demand by station would be affected rather by station access area on foot than by a 'Dong' unit. So the model based on 'Dong' characteristic data have some inaccuracies in itself. Owing to the limits of the model based on 'Dong' unit data, there exists some difficulty in forecasting urban railway demand by station. So this paper studied two alternatives. The first is to forecast the demand by using the data of station access area on foot rather than 'Dong' unit data. This needs too much time and effort to collect data and analyse them, while the accuracy of the model didn't improve a lot. The second is to adjust the location of 'Dong' centroid and the length of centroid connector link. By this way we can reflect the characteristics of station access area on foot under traditional 4 step model. Comparing the expected demand to the observed data for each station, the result looks like very similar.

1. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

도시철도 사업의 타당성 평가 시 교통수요를 추정하기 위해서 지금까지는 거의 모든 경우에 4단계 교통수요 분석모형을 사용하여왔다. 4단계모형은 우선 집합화된 교통존의 사회경제지표를 이용하여 총 OD를 추정한 후, 각 교통수단의 특성을 반영한 수단분담모형을 이용하여 승용차, 버스, 도시철도 등의 통행량을 추정한다. 이때, 교통존은 사회경제지표 자료 입수 등의 한계로 인해 도시지역의 경우 통상 행정동 단위를 기반으로 하게 된다. 이와 같이 추정된 승용차와 버스 통행량을 각 도로 링크에 배정하고, 각 도로 링크별로 추정된 통행량과 관측된 통행량을 비교해가며 모형을 정산하는 과정을 수행함으로써 수요추정 모형의 적합성을 검증하게 된다.

반면에 도시철도 분야의 경우 추정된 도시철도 통행량을 실제 관측된 통행량과 비교·정산하는 과정은 거의 모든 연구에서 시행되지 않고, 최근에 일부 연구에서만 시행되고 있다. 왜냐하면 도시철도 분야의 모형 정산은 승용차 등 도로 분야의 모형정산보다 훨씬 복잡하고, 또한 여러 가지 제약조건으로 인하여 정산하는 것 자체에 많은 한계가 있기 때문이다. 그러나 장래 수요를 추정하기 위해 사용하는 모형의 적합성을 검증하는 정산과정을 수행하지 않은 경우, 그 모형을 사용하여 추정된 장래 수요 또한 신뢰성과 정확성을 보장할 수 없다. 실제로 지금까지 건설되었던 대부분의 도시철도사업에서 추정되었던 수요는 실제 수요보다 매우 과다한 것으로 나타나고 있다. 과다한 수요 추정은 결국 적정 수준 이상의 도시철도 건설과 더불어 운영하는 기간 동안에도 엄청난 적자를 발생시키는 원인이 되고 있다. 이와 같이 과다한 수요추정을 하게 된 데에는 여러 가지 원인이 있을 수 있겠으나, 그 중 한 가지 요인은 도시철도 수요모형에 대한 검증 및 정산절차의 부재를 들 수 있을 것이다.

그러므로 도시철도 수요추정 모형에 대한 적합성 검증이 반드시 필요하며, 이를 위해 도시철도 분야의 모형 정산 방법론에 관해 보다 많은 연구가 진행되어야 할 것이다. 도시철도 분야의 모형정산을 위해 여러 가지 방법론을 적용할 수 있을 것이나 본 연구에서는 역세권을 반영하여 모형을 정산하는 과정에 초점을 두고자 한다. 도시철도의 경우 실제 수요를 각 역별로 수집할 수 있으므로, 도시철도 수요추정 모형 또한 역별로 검증하는 것이

필요하다. 그러나 현재와 같이 행정동 기반 사회경제지표를 토대로 하여, 역별로 도시철도 수요를 추정하기란 매우 어렵다. 왜냐하면 각 행정동에는 1개만이 아닌 2개 이상의 역이 위치하기도 한다. 그러므로 행정동 기반 도시철도 수요를 2개 이상의 역에 적절하게 할당하여야 하는데, 이를 수행하기란 쉽지 않다. 또한 도시철도 역별 수요는 행정동보다 공간적 범위가 좁은 역세권 특성에 커다란 영향을 받게 된다. 따라서 행정동보다 역세권 내의 사회경제지표 자료를 수집·분석하는 것이 필요하다.

2. 연구의 목적 및 내용

본 연구의 목적은 행정동이 아닌 역세권을 반영하여 도시철도의 역별 수요를 추정하는 모형을 개발하는 것이다. 연구 내용은 우선 도시철도 역별 수요추정 모형에 관한 기존 연구 및 문헌을 살펴보고, 아울러 역세권 설정에 관한 기존 문헌도 살펴본다. 다음으로 역세권 내 현재의 사회경제지표를 수집하고, 장래의 지표를 추정하는 방법을 논의한다. 그러나 사회경제지표와 관련한 자료의 수집과 분석, 추정에는 많은 노력과 시간, 그 자체적인 한계가 발생한다.

따라서 대안으로 행정동과 도시철도 역간 거리, 즉 교통존 센트로이드 커넥터의 거리 조정을 통해서 역세권을 반영하는 방법을 논의한다. 이러한 도시철도 역별 수요추정 모형이 현실을 잘 반영하는 가를 살펴보기 위해서, 서울시와 인접한 도시를 사례로 하여 13개 역을 대상으로 실제 역별 수요와 추정 수요를 비교·분석하여 모형의 적합성을 검증한다.

II. 기존 도시철도 수요추정 관련 모형 및 문헌 분석

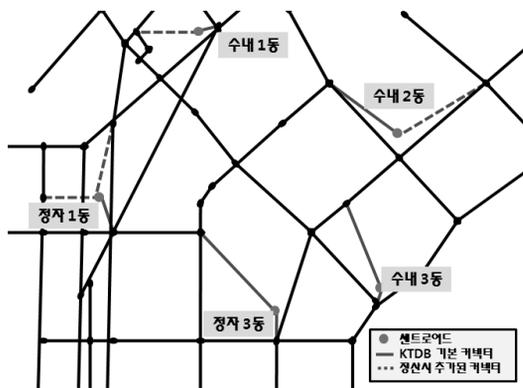
1. 도시철도 수요추정 모형 및 문헌 분석

도시 교통수요를 추정하는데 있어서 가장 일반적으로 사용되는 4단계모형은 통상 행정동을 기반으로 한 교통존을 토대로, 통행을 4번의 단계적인 절차를 거쳐 각 도로망 교통량 혹은 도시철도망 통행량을 추정하고 있다. 4단계 모형은 각 교통존의 사회경제지표를 분석하여 각 교통존별로 발생통행량과 도착통행량을 추정하는 통행발생단계, 이들 발생량 및 도착량을 각 교통존 간에 분포시키는 통행분포단계, 교통수단별 특성을 반영한 교통수단

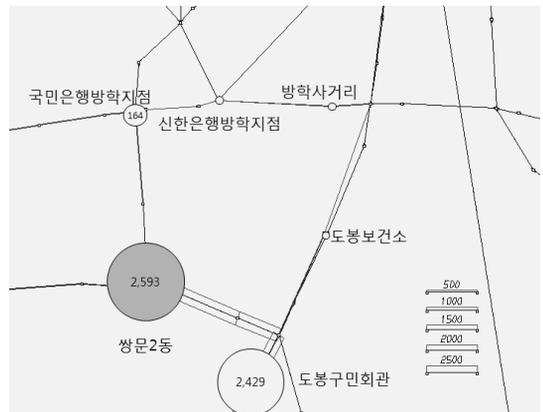
분담모형을 이용하여 교통존간 통행분포량을 각 수단별로 분할하는 수단선택 단계, 그리고 각 교통수단별 통행분포량을 도로망 혹은 도시철도망에 배정하는 통행배정 단계로 구성된다. 이 때 도시지역의 경우 통상 교통존을 행정동으로 설정하는데, 가장 커다란 이유는 인구, 학생수, 고용자수 등 모든 사회경제지표가 행정동을 토대로 하여 용이하게 수집될 수 있기 때문이다.

행정동을 기반으로 한 4단계모형에서 추정된 각 교통존간 통행량과 구축된 교통망에 별다른 문제가 없다면, 승용차 통행량을 도로망에 배정할 때에 발생하는 모형상의 문제점은 거의 없다. 이 경우 가장 큰 관건은 각 교통존에서 발생하는 통행량을 어떻게 교통망과 연계시키는가에 관한 것인데, 행정동 센트로이드에서 하나 이상의 커넥터를 이용하여 주변 링크에 접속시킴으로써, 추정된 링크 교통량을 실제 교통량과 유사하게 재현할 수 있게 한다. 만약 하나의 커넥터가 특정 링크에만 접속되어 교통량 배정이 됨으로써 모형 정산이 잘 이루어지지 않는 경우가 발생하더라도, <그림 1>과 같이 커넥터를 추가하여 인접한 다른 링크에까지 접속하면 모형 정산은 용이하게 이루어질 수 있다.¹⁾

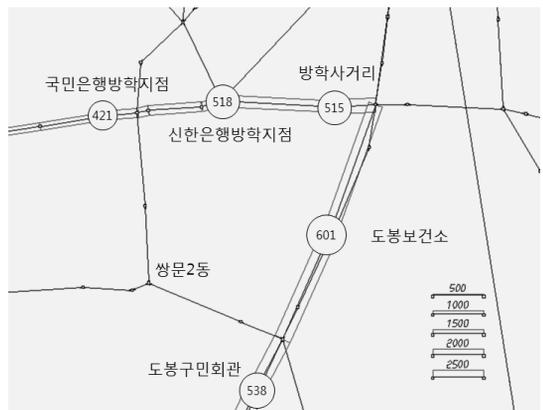
그러나 행정동을 기반으로 한 4단계모형으로 추정한 버스수요와 도시철도수요를 버스정류장과 버스노선, 그리고 도시철도역 및 도시철도노선에 배정할 때에는 경우에 따라 문제가 발생할 수 있다. 왜냐하면 하나의 행정동에는 1개만이 아닌 2개 이상의 버스정류장 또는 도시철도역이 위치하기도 하기 때문이다. 정창용(2008)에 의하면 버스의 경우 <그림 2>에서와 같이 쌍문 2동에 여러



<그림 1> 커넥터 추가를 통한 행정동 기반 승용차 통행량의 배정 정산



<그림 2> 행정동 기반 버스수요의 정류장 및 노선배정 통행량

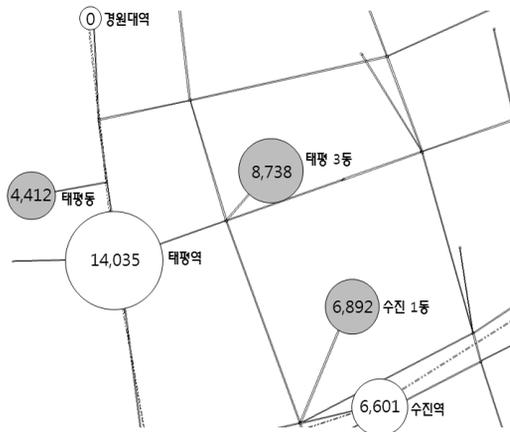


<그림 3> 정류장 기반 버스수요의 정류장 및 노선배정 통행량

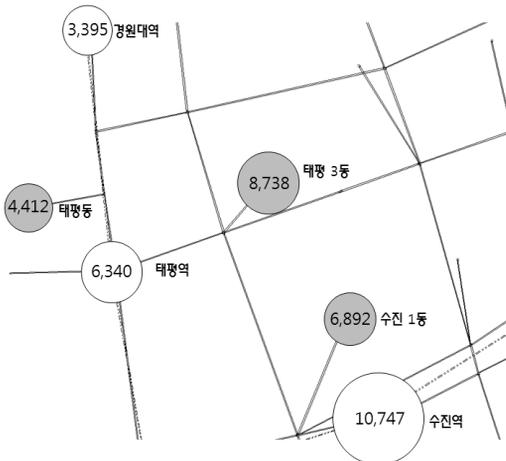
개의 버스정류장이 있을 수 있는데, 모형 상에서 통행 배정을 하면 센트로이드에서 가장 가까운 도심 방향의 도봉 구민회관 정류장으로 거의 대부분 배정되는 문제점이 발생한다. 그러나 실제로는 <그림 3>에서와 같이 쌍문동 버스 승객은 도봉 구민회관 이외에 도봉보건소, 방학사거리 등 가까운 정류장으로 분할 탑승하기 마련이다.

이러한 모형 상의 통행 배정 문제는 행정동 기반 도시철도 수요를 2개 이상의 도시철도역에 배정하는 경우에도 동일하게 발생한다. 도시철도의 경우 <그림 4>와 같이 성남시 태평동에 2개의 역이 있는데, 모형 상에서 통행 배정을 하면 센트로이드에 가장 가까운 태평역으로 거의 대부분 배정된다. 그러나 실제로는 <그림 5>에서와 같이 태평동 도시철도 승객은 태평역 이외에 경원대역이나 수진역에서도 탑승하기 마련이다.

1) 물론 이 경우에도 행정동내의 통행을 주로 담당하는 도로들은 실제 교통량과 다를 것이며, 이는 행정동 단위의 교통존 체계를 보다 세분화 하거나 내부통행을 배경교통량으로 처리함으로써 해결이 가능하다.



〈그림 4〉 행정동 기반 도시철도수요의 정류장 및 노선배정 통행량



〈그림 5〉 도시철도 수요의 실제 정류장 및 노선통행량

이와 같은 이유로 고양시, 성남시 일부 지역의 도시철도역을 대상으로 행정동 기반 수요를 기존 모형에 의해서 통행 배정한 결과를 보면, 〈표 1〉과 같이 역별로 배정된 승객과 실제 조사된 승객은 큰 차이를 나타낸다. 고양시 일산선은 분석대상 4개역 모두 실제 통행량과 기존 모형 상 배정통행량에 큰 차이를 보이고 있다. 이는 성남시 분당선 및 8호선의 경우에도 마찬가지이다. 행정동 기반 도시철도 수요를 기존 모형에 의해서 각 역별로 통행배정하는 경우 정산이 잘 되지 않기 마련인데, 가장 큰 요인은 역별 수요가 행정동 보다는 공간적 범위가 훨씬 작은 각 역의 역세권과 직접적으로 관련되기 때문이다. 따라서 도시철도의 역별 수요를 정확히 추정하기 위해서는 행정동이 아닌 각 역별 역세권의 사회경제지표 관련 자료를 분석·활용하는 것이 필요하다.

〈표 1〉 행정동 기반 도시철도 수요의 역별 실제통행량과 배정통행량 비교

(단위: 통행/일, %)

구분	역명	실제통행량 (A)	기존모형 배정통행량(B)	A대비 B 오차율
고양시 일산선	대화	11,604	7,915	△31.8
	주엽	12,318	13,757	11.7
	정발산	8,137	1,835	△77.4
	마두	8,984	20,007	122.7
	소계	41,223	43,514	5.6
성남시 분당선 및 8호선	산성	14,113	46,498	229.5
	남한산성입구	27,950	3,339	△88.1
	단대오거리	26,417	19,208	△27.3
	신흥	13,669	5,402	△60.5
	수진	10,747	6,601	△38.6
	경원대	3,395	0	0
	태평	6,340	14,035	121.4
	복정	9,493	552	△94.2
	모란	17,384	20,621	18.6
	소계	129,508	116,256	△10.2

그러나 기존의 도시철도 수요 추정에 관한 대부분 연구에서는 도시철도 수요를 역별로 추정하고자 하는 시도는 거의 없었다. 행정동에 1개 역만 위치한 경우에는, 행정동 기반 수요를 역 수요로 간주하였다. 대신에 행정동에 2개 이상 역이 위치한 경우에는 각 역의 역세권 내 인구 등을 추정하여, 행정동별로 추정된 도시철도 수요를 각 역에 적절하게 배분하였다. 그러므로 추정된 역별 수요의 정확도는 낮을 수밖에 없다.

도시철도 역별 수요추정의 문제점을 개선하고자, 손의 영 등(2004)은 일부 개선된 방법을 제시하였다. 위 연구에서 역세권의 사회경제지표가 역별 수요에 가장 직접적으로 영향을 미치고 있음을 제시하였으나, 역세권 자료의 취득 어려움 때문에 결국 행정동 자료를 대신 이용하였다. 다만 행정동을 주거지역, 상업·업무지역, 대학교 밀집지역 등의 카테고리로 구분하고, 각 카테고리별로 도시철도 개통 후 경과연도와 사회경제지표를 독립변수로 활용하여, 도시철도 역별 수요추정을 위한 함수식을 도출하였다. 그러나 도출된 함수식으로 역별 승차 승객 수는 보다 정확하게 추정할 수 있으나, 역별 환승 승객 수 및 하차 승객 수를 추정할 수 없는 한계로 행정동 기반으로 추정된 기존의 도시철도 DB를 사용할 수밖에 없다.

따라서 본 연구에서는 우선적으로 도시철도역의 역세권 자료를 수집·분석하여, 이를 기반으로 한 도시철도 수요추정 모형에 대해서 더 상세히 논의하기로 한다. 그러나 역세권 자료의 수집과 분석에는 결국 한계가 있을 수밖에 없으므로, 이를 극복할 수 있는 새로운 모형을

대안으로 제시하고자 한다. 즉 행정동 기반 자료를 이용하되, 역별로 승차 승객 수 이외에 환승 승객 수, 하차 승객수를 추정할 수 있는 모형을 제시해 보고자 한다.

2. 도시철도 역세권 설정 문헌 분석

도시철도 역별 수요는 역세권의 사회경제지표에 가장 커다란 영향을 받기 마련이므로, 가능하다면 역세권의 사회경제지표 자료를 수집하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 먼저 역세권을 어떻게 설정하는가에 대한 논의가 필요한데, 역세권 설정에 대해서는 기존에 적지 않은 연구가 수행되어 왔다.

국내의 경우 하나의 사례로서, 대구시를 분석대상지역으로 수행한 김대웅 외(2002)의 연구를 살펴보도록 한다. 대구 지하철 1호선 5개역에 대하여 도보로 접근하는 지하철 통행을 표본 조사·분석하였다. 승차 전과 하차 후의 도보 이용 지하철 통행의 역세권 거리가 거의 유사한 것으로 나타났으며, 전체 이용객중 90% 가량이 승차(access)와 하차(egress)의 도보접근거리가 각각 541m, 543m 이내인 것으로 나타났다. 이 연구 결과에 따르면 대구시 지하철의 도보 역세권은 약 540m라고 말할 수 있다. 서울시 지하철에 대한 기존의 연구도 거의 유사하여, 지하철의 도보 역세권은 약 500m 내외인 것으로 나타나고 있다. 또한 우리나라 도시계획법의 지구상세계획지침은 역세권을 반경 500m로 설정하고 있다.

외국의 경우에도 유사한 연구가 수행되었는데, 그 중의 하나로 캐나다의 켈거리시를 대상으로 한 O'Sullivan (1996)의 연구를 살펴보기로 한다. 도시철도 역의 도보 이용 역세권을 외곽지역 역과 도심지역 역으로 구분하여, 각각 924m와 360m로 제시하고 있다. 이와 같은 국내·외 역세권 분석에 관한 연구를 토대로 하여, 본 연구에서는 도시철도 역의 도보 역세권으로 500m를 기준하기로 한다.

III. 역세권을 반영한 도시철도 역별 수요추정 모형 개발

1. 역세권 자료 기반 도시철도 역별 수요추정 모형 개발

도시철도 역의 역세권은 기존의 연구 결과를 볼 때, 도보를 기준으로 할 경우 약 500m인 것으로 나타나고 있다. 역세권 자료를 기반으로 하여 도시철도 역별 수요

를 추정할 때, 가장 중요한 것은 500m 이내의 사회경제지표 관련 자료를 어떻게 수집할 수 있는가에 대한 것이다. 서울시의 경우에는 인구를 기준으로 할 때 각 행정동 당 약 30~40개의 통이 있으며, 각 통에는 약 10개 내외의 반이 있다. 현실적으로 각 반에 대한 사회경제지표 관련 자료를 수집하는 것은 거의 불가능하므로, 각 역의 500m 이내에 위치하고 있는 통에 대한 자료를 수집하여 분석하기로 한다.

고양시 및 성남시 사례지역 내 13개 도시철도 역을 대상으로 500m 이내를 역세권으로 설정하고, 역세권 센트roid에서 역까지의 접근거리를 500m의 절반인 250m로 가정하여 도시철도 역별 수요를 추정한 결과는 <표 2>와 같다. 기존의 행정동 기반 수요추정 모형에 비하여, 500m의 역세권 기반 수요추정 모형의 역별 수요가 실제 수요와 훨씬 더 유사함을 알 수 있다.

앞서 언급한 바와 같이 역세권 사회경제지표 자료를 기반으로 한 도시철도 역별 수요추정에는 행정동보다 적은 범위인 통과 관련한 자료 수집·분석이 필요하지만, 이를 위해서는 너무 많은 시간과 노력이 소요된다. 그럼에도 불구하고 추정수요와 실제수요는 아직도 다소간의 차이를 나타내고 있다. 또한 새로이 신설되는 도시철도 역에 대해서는 장래의 역세권인 통에 관한 자료를 수집하는 데에 더 큰 어려움이 있다. 장래 10년 혹은 30년 후 역세권 내 통과 관련한 사회경제지표를 현 시점에서 추정하는 것은 너무 큰 불확실성이 존재한다. 더욱이 기

<표 2> 역세권 기반 도시철도 수요의 역별 실제통행량과 배정통행량 비교

(단위: 통행/일, %)

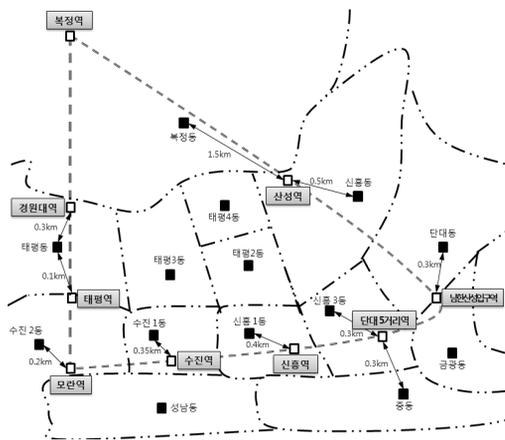
구분	역명	실제통행량 (A)	배정 통행량		
			기존 모형	역세권 기반 모형 (B)	A대비 B 오차율
고양시 일산선	대화	11,604	7,915	11,474	△1.1
	주엽	12,318	13,757	11,793	△4.3
	정발산	8,137	1,835	11,471	41.0
	마두	8,984	20,007	7,451	△17.1
	소계	41,223	43,514	42,189	2.3
성남시 분당선 및 8호선	산성	14,113	46,498	15,426	9.3
	남한산성입구	27,950	3,339	31,945	14.3
	단대오거리	26,417	19,208	24,274	△8.1
	신흥	13,669	5,402	11,236	△17.8
	수진	10,747	6,601	6,505	△39.5
	경원대	3,395	0	3,751	10.5
	태평	6,340	14,035	8,387	32.3
	복정	9,493	552	7,354	△22.5
	모란	17,384	20,621	16,435	△5.5
소계	129,508	116,256	125,133	△3.4	

존 모형에서 이미 구축한 장래 DB는 행정동과 관련한 것이므로, 이를 이용할 수 없다는 문제도 있다.

2. 행정동 커넥터 거리 기반 도시철도 역별 수요추정 모형 개발

역세권과 관련한 사회경제지표를 수집·분석하는 것은 현실적인 한계를 가질 수 있는데, 보다 간략한 방안으로서 고려할 수 있는 것이 교통존 중심(행정동 센트로이드)과 도시철도 역간 연결에 사용되는 커넥터의 거리를 이용하는 것이다. 근본적인 원리는 승용차통행량을 링크에 배정하는 방법과 유사하다. 승용차 통행량을 교통존 중심(행정동 센트로이드)에서 커넥터를 이용해서 어느 링크에 연결하고 커넥터 거리를 얼마로 설정하느냐에 따라 링크 교통량이 변화하고 있다는 것은 앞서 논의한 바 있다. 마찬가지로 도시철도 통행량을 역에 배정하는 경우에도, 행정동 센트로이드에서 커넥터를 이용해서 어느 역에 연결하고 커넥터 거리를 얼마로 설정하느냐에 따라 역별 통행량은 변화하기 마련이다. 따라서 커넥터의 거리를 조정하여 역별 통행량을 추정하고 그 결과를 살펴보기로 한다.

먼저 행정동 센트로이드의 위치에 대해서 분석해 보기로 한다. 현재 사용중인 기초자료인 KTDB 성남시 관련 사례를 살펴보면, <그림 6>에 나타나는 바와 같이 임의적으로 행정동 센트로이드 위치를 설정하고 있다. 커넥터 거리가 300m인 경우가 가장 많으나, 일부는 100m에서 1,500m



<그림 6> 커넥터 거리 기반 모형에서의 조정된 성남시 센트로이드 및 역 위치

까지 변화하여 그 차이가 크다는 것을 알 수 있다.²⁾

따라서 행정동의 중심지역에 센트로이드를 위치하도록 수정하는 것이 필요하다. 그러나 이를 위해서는 대상지역에 대한 분석이 필요하므로, 이에 앞서 가장 단순한 방법으로서 행정동 센트로이드와 역까지의 커넥터 거리를 단순히 역세권 도보거리 500m의 절반인 250m로 일률적으로 조정하였다. 이와 같이 추정된 도시철도 역별 수요는 <표 3>에 나타나는 바와 같으며, 기존 모형에 의해서 추정한 결과와 비교하면, 약간은 개선되고 있음을 알 수 있다. 그러나 대부분의 역에서 아직도 커다란 차이가 발생하고 있으며, 특히 분당선·8호선의 경우에는 각 역별 차이 이외에 오히려 전체 추정수요가 125,133명으로 실제수요 129,508명보다 꽤 적은 것을 알 수 있다.

이렇게 된 가장 커다란 이유는 도시철도 역이 위치하고 있는 행정동 센트로이드에서만 하나 혹은 2개의 역에 접근하는 것을 가정하였기 때문이다. 그러나 실제로는 역이 위치하고 있지 않는 인접 행정동에서도 역에 접근하는 수요가 존재할 것이다. 따라서 일부 역의 경우에는 인접한 다른 행정동에도 커넥터 거리를 역세권 최대거리인 500m로 설정하여 연결한다.

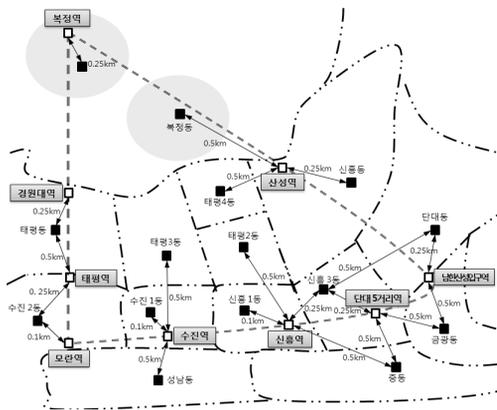
또한 앞서 일률적으로 가정한 커넥터 거리 250m도 좀 더 현실을 반영하여 수정하도록 한다. 우선 행정동 센

<표 3> 일률적 커넥터길이 조정에 따른 도시철도 수요의 역별 실제통행량과 배정통행량 비교

(단위: 통행/일, %)

구분	역명	실제 통행량 (A)	배정 통행량		
			기존 모형	커넥터 길이 250m (B)	A대비 B 오차율
고양시 일산선	대화	11,604	7,915	7,915	△31.8
	주엽	12,318	13,757	13,632	10.7
	정발산	8,137	1,835	1,835	△77.4
	마두	8,984	20,007	20,000	122.6
	소계	41,223	43,514	43,382	5.2
성남시 분당선 및 8호선	산성	14,113	46,498	34,442	144.0
	남한산성입구	27,950	3,339	13,145	△53.0
	단대오거리	26,417	19,208	7,626	△71.1
	신흥	13,669	5,402	9,983	△27.0
	수진	10,747	6,601	6,699	△37.7
	경원대	3,395	0	3,209	△5.5
	태평	6,340	14,035	6,724	6.1
	북정	9,493	552	552	△94.2
	모란	17,384	20,621	20,420	17.5
	소계	129,508	116,256	102,800	△20.6

2) 현재 제공 중인 수도권 O/D 및 Network 자료 중 대중교통 네트워크의 경우 교통존 중심과 도시철도 역을 직접 연결하는 방식을 취하지는 않고 있다. 위 결과는 존 중심에서 도시철도 역까지 접근하는 공로의 거리를 측정한 결과이다.



〈그림 7〉 커넥터 거리 기반 모형에서의 조정된 성남시 센트로이드 및 역 위치

〈표 4〉 현실적 커넥터길이 조정에 따른 도시철도 수요의 역별 실제통행량과 배정통행량 비교

(단위: 통행/일, %)

구분	역명	실제 통행량 (A)	배정 통행량		
			기존 모형	현실적 커넥터 길이조정(B)	A대비 B 오차율
고양시 일산선	대화	11,604	7,915	10,585	△8.8
	주엽	12,318	13,757	11,743	△4.7
	정발산	8,137	1,835	9,327	14.6
	마두	8,984	20,007	12,567	39.9
	소계	41,223	43,514	44,222	7.3
성남시 분당선 및 8호선	산성	14,113	46,498	13,502	△4.3
	남한산성입구	27,950	3,339	23,205	△17.0
	단대오거리	26,417	19,208	25,158	△4.8
	신홍	13,669	5,402	10,826	△20.8
	수진	10,747	6,601	8,225	△23.5
	경원대	3,395	0	4,020	18.4
	태평	6,340	14,035	8,024	26.6
	복정	9,493	552	8,618	△9.2
	모란	17,384	20,621	20,761	19.4
소계	129,508	116,256	117,123	△9.6	

트로이드 커넥터를 중심으로 조정한 다음, 조정된 행정동 센트로이드가 역과 매우 가까울 경우 커넥터 거리를 최소한도인 100m 까지로 조정한다. 그리고 하나의 행정동에 2개 이상의 역이 있는 경우 가까운 역까지의 커넥터 거리를 100m 혹은 250m로 설정하고, 나머지 역까지의 커넥터 거리는 최대거리인 500m로 조정한다. 〈그림 7〉은 최종적으로 조정된 행정동 센트로이드 위치와 커넥터 거리를 보여주고 있다. 이때 행정동 내에 산지 등이 분포하고 있는 경우에는 산지 등을 제외한 지역만을 대상으로 중심지역에 센트로이드를 설정한다.

이와 같이 행정동 센트로이드 위치와 1개 혹은 2개 역까지의 커넥터 거리, 그리고 인접한 행정동에서 역까지의

커넥터 거리를 현실 여건에 맞게 조정하여 추정된 역별 통행량은 〈표 4〉와 같다. 대부분의 역별 추정수요가 실제수요와 매우 유사하게 나타났으며, 일산선과 분당선 및 8호선에서 거의 모두 20% 내외의 차이를 나타내고 있다.

그러나 마두역의 경우 현실적인 커넥터 거리 조정을 통해서 오차율이 낮아지긴 했지만 그래도 약 40%에 달하는 것으로 나타났으며, 역세권 기반 모형 적용시 오차율은 -17.1%로 나타났다. 따라서 커넥터 거리 조정을 통해 보다 현실적인 통행배정 결과를 얻되, 오차율 등을 검토하여 일부 역은 교통존 세분화나 역세권 지표의 사용 등 오차율을 낮추고자 하는 추가적인 노력을 거친다면 목표로 하는 현실적 통행배정 결과를 얻을 수 있을 것으로 보인다.

IV. 결론

현재와 같이 행정동 기반 사회경제지표를 토대로 하여, 역별 도시철도 수요를 일반적인 4단계 모형에 의해서 추정하는 경우에는 많은 문제점이 발생한다. 첫째 행정동 기반 사회경제지표를 토대로 행정동별 도시철도 수요가 추정될 수밖에 없게 되는데, 각 행정동에는 1개만이 아닌 2개 이상의 역이 위치하기도 한다. 이 때 행정동 기반 도시철도 수요를 2개 이상의 역에 적절하게 할당하기가 쉽지 않다. 둘째 도시철도 역별 수요는 행정동보다 공간적 범위가 좁은 역세권 특성에 커다란 영향을 받게 된다. 그러므로 역세권보다 넓은 행정동 전체 특성을 기반으로 한 도시철도 수요 추정과 역별 할당에 의한 역별 수요 추정은 부정확하게 될 수밖에 없다.

본 연구에서는 도시철도 역별 수요 추정의 정확성을 향상시키는 방법을 제시하고자 한다. 첫째는 행정동이 아닌 역세권을 기반으로 한 사회경제지표 자료를 토대로 역별 수요를 추정하는 것이다. 추정의 정확도는 높아지는 반면에, 자료 수집과 분석에 너무 많은 시간과 노력이 소요된다. 둘째는 일반적인 4단계모형을 적용하되 역세권 특성을 반영하기 위한 방법으로서, 행정동 센트로이드 위치 및 도시철도 역과의 커넥터 거리를 각 역별로 현실을 감안·조정하여 역세권 특성을 반영하는 것이다.

행정동 센트로이드 위치 및 커넥터 거리를 현실을 감안하여 조정하는 두 번째 방법을 적용하여 고양시 및 성남시 사례지역의 13개 도시철도 역을 대상으로 역별 수요를 추정하였다. 추정 결과를 실제 집계된 역별 수요와 비교한 결과, 각 역별로 매우 근사한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 구축되어 있는 장래의 행정동 기반 기존 DB를 토대로

하여 본 방법을 적용함으로써, 장래의 도시철도 역별 수요를 보다 손쉽게 추정할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 기존 DB의 행정동 기반 센트로이드 커넥터 거리를 토대로 한 수단분담모형을 이용하여 도출된 기존 DB의 도시철도 통행량을 통행배정한 것이다. 본 연구에서 제시한 행정동 센트로이드 및 커넥터 거리 조정방법을 이용하여 수단분담모형을 적용하면, 도시철도 통행량이 기존 DB의 도시철도 통행량과 다르게 나타날 것이다. 따라서 새로운 수단분담율을 도출할 필요가 있겠으나, 본 연구의 주된 목표는 통행배정과 관련한 개선 효과의 파악이므로 이를 제외하였다.

또한 본 연구에서는 실제 통행량과 배정 통행량간에 발생하는 편차가 여러 요인에 의해 복합적으로 발생하는 까닭에 역별 특성과 어떠한 상관관계를 갖는지 밝히지 못하였으나, 행정동과 역세권의 일치 정도가 편차 크기에 미치는 영향이 클 것으로 예상되는 만큼 향후 이에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

마지막으로 본 연구는 도보를 이용한 역세권 거리를 주요한 분석대상으로 한정하였다. 도보 이외의 수단을 이용하여 도시철도역에 접근하는 수요는 승용차나 버스 등을 이용해서 도시철도역에 접근하는 수단간 환승수요이다. 이 중 버스/도시철도간 환승수요는 현재 구축된 O/D에서는 각각 별도의 통행으로 구축되어 있어 모형상에서 개별 통행으로 반영되고 있으나, 승용차를 이용한 접근통행의 경우 어느 역에서 환승을 하는지에 관한 조사가 이루어지지 않아 오차를 발생시키는 원인이 되고 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위해서는 대중교통 통합 O/D의 구축, 환승지점 정보를 포함하는 O/D 및 통행배정 방법론의 구축 등에 관한 연구가 앞으로 필요할 것으로 보인다.

알림 : 본 논문은 대한교통학회 제59회 학술발표회(2008.

10.24)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

참고문헌

1. 권병우·손의영(2004) "버스카드 자료를 이용한 버스 정류장 기반 O/D구축 방안에 관한 연구", 서울대학교 석사학위논문.
2. 김대웅·유영근·최한규(2002), "지하철 도보역세권 설정방법과 적용에 관한 연구", 대한국토도시계획학회, 제27권 제5호.
3. 김대웅·박철구·이주완(2002), "실제 도시가로망

을 대상으로 한 교통배분 Model의 실증적 검토", 대한국토도시계획학회, 제37권 제2호.

4. 손의영·권병우·이만호(2004), "카테고리별 다중 회귀분석 방법을 이용한 지하철역별 수요 추정 모형 개발", 대한교통학회지, 제22권 제1호, 대한교통학회, pp.33~42.
5. 서울시정개발연구원(2005), "서울시 장래 교통수요 예측 및 대응방안".
6. 정창용(2008), "버스정류장 기반 O/D를 이용한 버스 노선폐지 기준 설정에 관한 연구", 서울시립대학교 석사학위논문.
7. 한국개발연구원(2004), "도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판)".
8. 한국교통연구원(2005), "2004년 국가교통 DB구축 사업 최종보고서".
9. 한국철도공사(2006), "철도 통계연보".
10. Caliper(2004), "Travel Demand Modeling with TranCAD".
11. Cervro, R(2007), "Walk-and-ride : Factor influencing pedestrian access to transit, Transport Policy", Vol. 41, pp.511~522.
12. Givoni, M(2007), "The Access Journey to the Railway Station and Its Role in Passengers` Satisfaction with Rail travel, Transport Policy", Vol. 14, pp.357~365.
13. O`Sullivan and Morrall J.(1996), "Walking Distances to and from Light-Rail Transit Station, Transportation Research Board", Vol. pp.19~26.
14. Sutanto and Soehodo(1999), "Design of Public Transit Network in Urban Area With Elastic Demand, Journal of advanced transportation", Volume 33, no 3, pp.335~369.

✉ 주 작성자 : 손의영

✉ 교신저자 : 손의영

✉ 논문투고일 : 2008. 10. 24

✉ 논문심사일 : 2008. 12. 8 (1차)

2008. 12. 31 (2차)

2009. 1. 19 (3차)

✉ 심사판정일 : 2009. 1. 19

✉ 반론접수기한 : 2009. 8. 31

✉ 3인 익명 심사필

✉ 1인 abstract 교정필