

■ 論 文 ■

Network의 시공간적 특성을 이용한 신설도로의 이용가능성 예측모형 개발

A Forecasting Model for the Possibility of Traveling a New Link
Using Time and Spatial Characteristics of Networks

곽 호 찬
(서울대학교 건설환경공학부
박사과정)

송 기 한
(서울대학교 건설환경공학부 박사)

정 성 봉
(한국교통연구원 수요분석센터
책임연구원)

고 승 영
(서울대학교 건설환경공학부 교수)

이 성 모
(서울대학교 건설환경공학부 교수)

목 차

- | | |
|--|--|
| <p>I. 서론</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 연구의 배경 및 목적 2. 이론적 고찰 <p>II. 연구의 방법론 및 모형 구축</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 연구의 방법론 2. 모형 구축 | <p>III. 사례분석</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 모형에 대한 비교지표 선정 2. 사례분석 <p>IV. 결론 및 향후 연구과제
참고문헌</p> |
|--|--|

Key Words : Select Link Analysis, 신설 도로, 각 기종점별 이용 정도, Network의 시공간적 특성, 유의성 검증
Select Link Analysis, New Link, Using possibility for each OD, Time and Spatial Characteristics of Network, significance testing

요 약

일반적인 도로사업의 수요예측 과정에서 해당도로구간을 어떤 기종점간을 통행하는 차량들이 얼마만큼 이용하는지 알기 위해서 Select Link Analysis가 주로 이용된다. 하지만 이런 결과에 대한 분석방법으로는 현재 Select Link Analysis만 이 거의 유일하게 이용되고 있고, 이 외의 분석방법에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 전문가들은 각 기종점에서 해당 도로를 이용하여 통행하는 통행량을 알아보는 객관적 자료로서 이 분석방법에 거의 전적으로 의존하고 있다. 본 연구는 Select Link Analysis와는 다른 접근방법을 통해 신설 도로에 대한 각 기종점별 이용 정도를 예측할 수 있는 모형의 개발을 목적으로 하며, 그 접근방법으로는 Network의 시공간적 특성을 이용하였다. 또한 개발된 모형의 유의성 검증을 위해 모형에 의한 결과에 대한 비교지표로서 Select Link Analysis 결과를 이용하였다. 개발된 모형은 지역간 통행과 도시 내부 통행 두 가지의 경우에 대한 사례분석을 통해 그 유의성을 검증하였고, 그 결과 비교지표와의 상관계수가 0.82 정도로 비교적 높게 나타나 본 연구에서 제시한 개념이 유의성을 가짐을 알 수 있었다.

When forecasting demand for a new road, a select link analysis is usually used to understand the OD pairs that send trips along paths that use the selected link (i.e., the new road). These OD pairs and their associated volumes are listed in a select link analysis. However, there is no research about other methods to obtain these results, so experts are almost always dependent on select link analysis results to obtain these results. The purpose of this study is to propose a model with a different approach from select link analysis to obtain the previously mentioned results. Time and spatial characteristics of networks are used in this new approach. Select link analysis results are used as a comparison index for the results by the proposed model. Also, two case studies (interzonal trips and intracity trips) are performed to validate the significance of the model. Consequently, a correlation coefficient between the results by the proposed model and the comparison index shows high significance: 0.82.

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

일반적인 도로 사업에 있어 해당도로의 수요예측시에는 해당도로의 통행배정량만이 그 결과로 나타나게 된다. 하지만 해당도로의 신설이 어느 지역간의 통행에 많은 영향을 미치는지, 해당도로의 경쟁노선으로는 어떤 도로가 있는지를 객관적으로 알기에는 이 배정량 하나의 정보만으로는 부족하다.

따라서 해당도로에 대해 어떤 기종점간을 통행하는 차량들이 얼마만큼 이용하는지를 알기 위해서는 또 다른 분석이 필요하다. 이때 주로 이용되는 분석방법으로는 Select Link Analysis가 있다. 이는 각 기종점간의 통행량 중 해당도로를 이용하는 통행량을 알아낼 수 있는 분석방법으로, 일반적으로 교통수요를 예측하는 패키지 의 모듈로서 이용되고 있다. 이 분석을 통해서 분석가는 해당도로가 어느 지역간의 통행에 주로 이용되는지에 대한 도로의 영향권에 대해 알 수 있고, 좀 더 나아가 이미 시행된 통행배정 결과, 즉 통행패턴이 제대로 분석되었는지에 대한 분석가의 판단에 도움이 될 수 있는 객관적 자료로 이용될 수 있다.

하지만 이런 결과에 대한 분석방법으로는 현재 Select Link Analysis가 거의 유일하게 이용되고 있고, 전문가들이 각 기종점에서 해당 도로를 이용하여 통행하는 통행량을 알아보는 객관적 자료로서 이 분석방법에 거의 전적으로 의존하고 있다. 하지만 현재 select link analysis는 그 방법론에 의구심이 생기고 있는 실정이며 그 결과 또한 전적으로 신뢰되지는 않고 있다. 또한 이에 대한 연구 역시 거의 수행되지 않은 실정으로 도로 사업에 따라 신설되는 도로에 대한 각 기종점별 이용 정도를 예측하는 데 있어 전문가의 판단에 도움이 될 수 있는 추가적인 지표의 개발이 필요하다 하겠다.

본 연구는 Select Link Analysis와는 다른 접근방법을 이용하여 신설 도로에 대한 각 기종점별 이용 정도를 예측할 수 있는 모형을 개발하여 전문가의 판단에 도움이 될 수 있도록 하는 것을 그 목적으로 한다. 또한 통행배정 결과를 이용해야 하는 Select Link Analysis와는 달리 배정결과를 이용할 필요가 없고, 통행배정이 이루어지기 전에 미리 해당링크의 이용정도를 파악해볼 수 있는 사전 분석의 역할도 수행할 수 있는 모형의

개발이 이루어진다. 이에 대한 접근방법으로 Network의 시공간적 특성, 즉, 시간적 특성으로는 통행시간 변수를 이용하고 공간적 특성으로는 각 기종점의 상대적 위치와 서로간의 거리 등을 그 지표로 이용하였다. 본 연구에서 개발된 모형은 Select Link Analysis와 함께 신설도로의 영향권 등을 알아보는 것과 동시에 통행배정 결과를 평가할 수 있는 비교지표 등의 역할을 수행할 수 있도록 하는 것이 본 연구의 궁극적인 목표라 할 수 있다.

2. 이론적 고찰

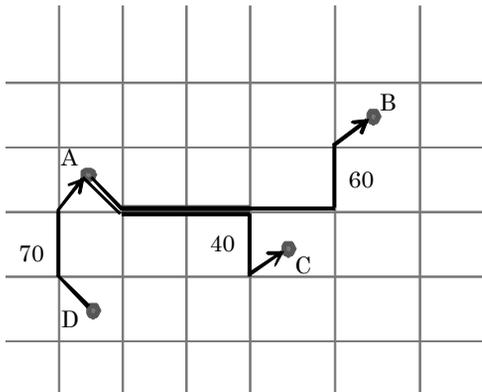
1) Select Link Analysis

Select Link Analysis는 도로사업 시행에 대한 일반적인 교통수요예측과정이 모두 이루어져 통행배정 결과가 나온 후에 각 기종점을 통행하는 차량 중 얼마의 통행량이 해당 도로를 이용할 것인가를 알기 위해 추가적으로 필요한 분석이다. 이는 일반적으로 교통수요예측 패키지에서 통행배정이 이루어진 다음에 추가적인 모듈로 이용가능하며, 각 기종점에 대한 총통행량 중 Selected Link(본 연구에서는 신설된 도로)를 이용하는 통행량을 O/D의 결과로 도출하게 된다. 이 분석을 통해 분석가는 어떤 존과 O/D쌍이 Selected Link의 교통량에 얼마만큼의 기여를 하는지 알 수 있고, 결과적으로 도로신설에 따른 해당 도로의 이용정도 예측이 가능하다. 또한, 이미 이루어진 통행배정 결과에 대해 분석이 잘 이루어졌는지를 객관적으로 살펴볼 수 있는 참고자료로 이용되기도 한다.

Select Link Analysis 시행시 주의할 점은 많은 존이 존재하는 거대한 Network의 경우 이 분석에 의해 너무 방대한 자료가 도출될 수 있으므로, 이 분석결과를 제대로 해석하기 위해서는 Selected Link의 수를 제한하고 너무 작은 O/D 교통량은 걸러낼 필요가 있다.

Select Link Analysis를 설명하기 위한 예시 Network이 <그림 1>에 나와 있다. 이 Network은 12개의 존간 O/D쌍이 가능한 4개의 존으로 이루어져 있고, 이 중 AB와 AC 두 개의 O/D쌍만이 Selected Link를 이용한 경로로 통행하고 있다. 따라서 이 두 경로에 대한 O/D쌍과 이에 해당하는 교통량이 Select Link Analysis의 결과로 도출되고, 그 결과 <표 1>에

나타나 있는 것과 같이 AB 통행량이 60, AC 통행량이 40으로 나타난다.



〈그림 1〉 Select Link Analysis 예제 Network

〈표 1〉 Select Link Analysis 결과

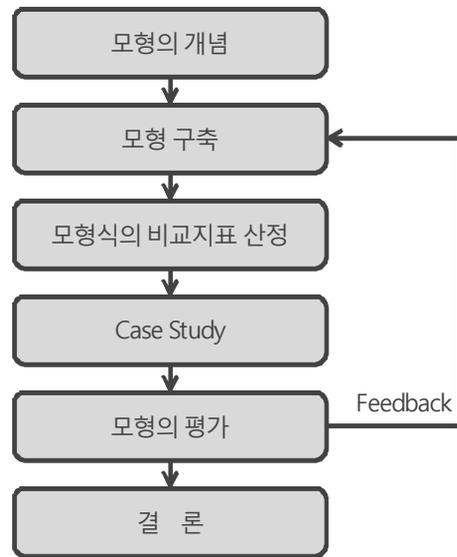
	A	B	C	D
A	0	60	40	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	0	0	0	0

II. 연구의 방법론 및 모형 구축

1. 연구의 방법론

본 연구는 다음의 순서로 진행이 되었다.

- ① 모형의 개념 구축 : 어떤 의미를 가지는 모형을 구축할 것인가
- ② 모형 구축 : 실제적으로 어떤 지표와 방법을 이용하여 모형을 구축할 것인가
- ③ 모형식의 비교지표 선정 : 모형식에 의한 값을 실제 어떤 데이터와 비교분석할 것인가
- ④ 사례분석 : 구축된 모형식을 실제 사례에 적용
- ⑤ 모형의 평가 : 적용된 모형식이 유의성을 가지는지 판단
- ⑥ 결론 : 본 연구에 대한 전반적인 평가와 향후 연구 과제



〈그림 2〉 연구의 순서도

2. 모형 구축

1) 모형의 개념

본 연구에서 구축할 모형은 도로사업 시행시 각 기중점을 통행하는 통행량 중 신설도로를 이용하는 통행량을 예측하는 모형이므로 신설 도로를 이용할 가능성의 개념으로 모형을 구축하였다. 이에 따른 개념적인 모형식은 다음과 같다.

$$E_{ij} = K \cdot \Phi_{ij} \cdot \Gamma_{ij}$$

where, K : Scale Factor

Φ_{ij} : 신설 도로의 이용 여부를 나타내는 지표

Γ_{ij} : 신설 도로의 이용 정도를 나타내는 지표

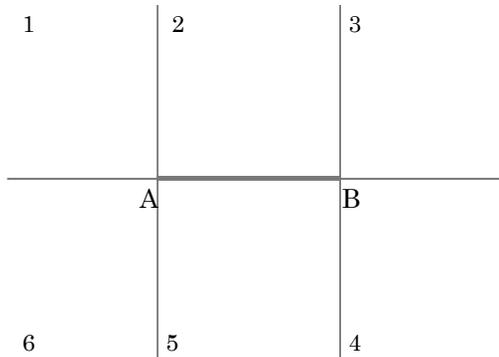
여기서 K 값은 Scale Factor로 이용되며, 이는 분석 대상지의 도로 위계나 특성에 따라 달라지는 값이다. Φ_{ij} 는 각 기중점간의 통행 중 신설도로를 이용하는 통행량이 있는지 없는지를 판별해 내는 지표이고, Γ_{ij} 는 만약 신설도로를 이용하는 통행량이 있다면 어느 정도나 해당 도로를 이용하는지에 대해 판별해 내는 지표이다.

2) 모형 구축

본 연구에서 모형식은 앞에서 언급된 두 개의 지표, 즉 신설도로의 이용 여부를 나타내는 지표와 이용 정도를 나타내는 지표 각각의 개념에 맞추어 구축하기 위해 각 지표에 대한 모형식을 일단 구축하여 이를 통합하는 방식을 이용했다. 따라서 각 지표에 대한 모형식 설정 방법은 다음과 같다.

(1) Φ_{ij} 설정

Φ_{ij} 는 신설도로의 이용여부를 나타내는 지표이기 때문에 이 지표의 값은 조금이라도 신설도로를 이용한다면 1, 그렇지 않다면 0의 값을 갖게 된다. 이 두 가지 경우에 대해서 각각 어떤 조건을 충족시켜야 하는지를 결정하기 위해서 Network의 공간적 특성을 이용하였다. 즉, <그림 3>에 나와 있는 것과 같이 신설된 도로 AB를 기준으로 Network을 6개의 사분면으로 분할 한 후 각각의 기종점이 이 6개의 사분면 중 어디에 위치하는지에 대한 각각의 경우에 따라 신설된 도로를 이용하는지 아닌지가 결정된다고 설정하였다.



<그림 3> Φ_{ij} 설정을 위한 Network 분할

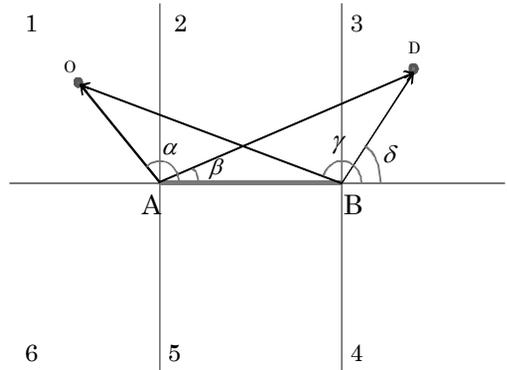
각각의 기종점이 6개의 사분면 중 어디에 위치하는지를 수식으로 나타내기 위해서 <그림 4>와 같이 기종점 위치에 따른 네 개의 각 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 를 설정하였다. 물론 4, 5, 6사분면에 대한 각 설정도 이루어져야 하지만 이에 대한 각은 기종점간 직선 \overline{AB} 의 직선식과 각 OD의 좌표를 이용하여, 설정된 4개의 각 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 로서 표시될 수 있기 때문에 모형식의 간결화를 위해 따로 설정하지는 않았다. 각 기종점의 상대적 위치와 신설도로의 시종점에 대한 좌표값을 알 수 있기 때문에 벡터의 내적 특성을 이용해서 네 개의 각 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 값을 구할 수 있고, 그에 해당하는 수식은 다음과 같다.

$$\alpha = \cos^{-1} \left(\frac{\overrightarrow{AO} \cdot \overrightarrow{AB}}{|\overrightarrow{AO}| \cdot |\overrightarrow{AB}|} \right)$$

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{\overrightarrow{AD} \cdot \overrightarrow{AB}}{|\overrightarrow{AD}| \cdot |\overrightarrow{AB}|} \right)$$

$$\lambda = \cos^{-1} \left(\frac{\overrightarrow{BO} \cdot \overrightarrow{AB}}{|\overrightarrow{BO}| \cdot |\overrightarrow{AB}|} \right)$$

$$\delta = \cos^{-1} \left(\frac{\overrightarrow{BD} \cdot \overrightarrow{AB}}{|\overrightarrow{BD}| \cdot |\overrightarrow{AB}|} \right)$$



<그림 4> 기종점 위치에 따라 설정된 네 개의 각

이를 이용하여 신설된 도로를 이용하는 경우의 조건과 이용하지 않는 경우의 조건을 다음과 같이 설정하였다.

- 신설된 도로를 이용하지 않는 경우
 - 기점과 종점이 같은 사분면에 위치하는 경우
 - 기점과 종점이 이웃한 사분면에 위치하는 경우
- 신설된 도로를 이용하는 경우
 - 그 외 8가지 경우

<표 2> 기종점 위치에 따른 신설도로 이용여부

기점	종점	이용여부	기점	종점	이용여부
1	2	X	4	1	O
1	3	O	4	2	X
1	4	O	4	3	X
1	5	X	4	5	X
1	6	X	4	6	O
2	1	X	5	1	X
2	3	X	5	2	X
2	4	X	5	3	X
2	5	X	5	4	X
2	6	X	5	6	X
3	1	O	6	1	X
3	2	X	6	2	X
3	4	X	6	3	O
3	5	X	6	4	O
3	6	O	6	5	X

각 기종점 위치에 따른 이용여부에 대한 경우들에 대해서 설정된 네 개의 각에 대한 조건을 살펴본 결과 Φ_{ij} 지표의 구체적인 모형식은 다음과 같이 설정되었다.

$$\Phi_{ij} = \begin{cases} 1, & \begin{cases} \text{If } \left[\alpha / \left(\frac{\pi}{2} \right) \right] = \left[\gamma / \left(\frac{\pi}{2} \right) \right] \text{ and} \\ \left[\beta / \left(\frac{\pi}{2} \right) \right] = \left[\delta / \left(\frac{\pi}{2} \right) \right] \text{ and} \\ \left[\alpha / \left(\frac{\pi}{2} \right) \right] + \left[\beta / \left(\frac{\pi}{2} \right) \right] = 1 \end{cases} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

where,

$[x]$: 실수 x 에 대하여 x 에 대하여 x 를 넘지 않는 최대의 정수 (Gauss' notation)

(2) Γ_{ij} 설정

본 지표의 경우 각 기종점간의 통행 중 신설된 도로를 어느 정도나 이용하는지를 나타내는 지표이므로 Network의 시간적 특성으로 통행시간 지표를, 공간적 특성으로 기종점간 거리의 지표를 이용하여 표현하였다. 여기서 ΔT_{ij} 값은 신설도로의 추가여부에 따른 통행시간(평균통행시간)의 변화량으로써 신설도로가 개통되었을 경우 기종점간 통행시간이 개통되지 않았을 경우의 통행시간보다 짧아지면 짧아질수록, 즉 두 통행시간 간의 차이값이 클수록 신설도로의 이용가능성이 높아질 것이라는 판단 하에 설정되었다. 또한 식의 분모항에 들어가는 거리지표의 경우 기종점간의 거리가 길어지면 길어질수록 신설도로 외의 다른 도로를 이용할 가능성이 커진다고 판단하여 신설도로의 이용정도를 감소시키는 요인으로 설정하였다. 즉, 각 기종점이 신설도로와의 거리가 가까울수록 신설도로를 이용할 가능성이 증가하고 신설도로와의 거리가 멀어질수록 다른 도로를 이용할 가능성 또한 증가한다고 판단하였다. 이 과정에서 일반 선형함수와 지수함수, 로그함수 등에 대해 적용해본 결과 거리 지표에 대해 로그함수를 이용하는 것이 상관성이 비교적 높은 것으로 판단되었다. 이에 따라 설정된 Γ_{ij} 지표의 구체적인 모형식은 다음과 같다.

$$\Gamma_{ij} = \frac{\Delta T_{ij}}{\log D_{ij}}$$

where, ΔT_{ij} : 해당 도로의 추가 여부에 따른

통행시간 변화량

D_{ij} : distance from zone i to zone j

이렇게 설정된 두 지표를 이용하여 본 연구에서 개발된 최종 모형은 다음과 같다.

$$E_{ij} = K \cdot \Phi_{ij} \cdot \frac{\Delta T_{ij}}{\log D_{ij}}$$

where, E_{ij} : 각 기종점 통행량 중 신설 도로를 이용할 가능성

K : scale factor

$$\Phi_{ij} = \begin{cases} 1, & \begin{cases} \text{If } \left[\alpha / \left(\frac{\pi}{2} \right) \right] = \left[\gamma / \left(\frac{\pi}{2} \right) \right] \text{ and} \\ \left[\beta / \left(\frac{\pi}{2} \right) \right] = \left[\delta / \left(\frac{\pi}{2} \right) \right] \text{ and} \\ \left[\alpha / \left(\frac{\pi}{2} \right) \right] + \left[\beta / \left(\frac{\pi}{2} \right) \right] = 1 \end{cases} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

ΔT_{ij} : 해당 도로의 추가 여부에 따른 통행시간 변화량

D_{ij} : distance from zone i to zone j

III. 사례분석

1. 모형에 대한 비교지표 선정

구체적인 사례분석에 들어가기 전, 본 연구에 의한 모형이 실제 분석에 이용될 경우에 그 결과값이 어느 정도 유의성을 가지는지를 알아보기 위한 비교지표의 선정이 필요하다. 본 연구에 의한 모형은 도로 신설 사업에 있어 각 기종점간의 통행량 중 어느 정도나 해당 도로를 이용할 것인가에 대한 가능성의 개념을 가지고 설정되었다. 따라서 이 모형과 유사한 결과를 낼 수 있는 Select Link Analysis의 결과를 그 비교대상으로 삼았으며, 모형이 가능성의 개념이므로 Select Link Analysis의 결과를 그대로 비교지표로 이용하지 않고 각 기종점의 총 통행량에 대한 Selected Link의 이용률을 그 비교지표로 이용하였다. 이에 대한 표현은 다음과 같다.

$$R_{ij} = \frac{S_{ij}}{O_{ij}}$$

where, O_{ij} : Total Trip from zone i to zone j

S_{ij} : Trip using selected link from zone i to j

즉, 모형에 의한 결과값 E_{ij} 와 비교지표 R_{ij} 값의 비교를 통해서 모형에 의한 실제 결과가 어느 정도 유의성을 가지는지 판단하게 된다.

2. 사례분석

본 연구에서 개발된 모형이 어느 정도의 유의성을 가지는지 살펴보기 위해서 실제 데이터를 이용한 사례분석을 시행해 보았다. 도로 위계와 역할에 따라 모형의 적용 결과가 어떻게 달라지는지 알아보기 위해서 지역간 통행에 대한 역할을 수행하는 고속도로 일부구간과 도시내부 통행에 대한 역할을 담당하는 도시내부 도로의 일부구간에 대한 두 가지 사례분석을 시행하였다.

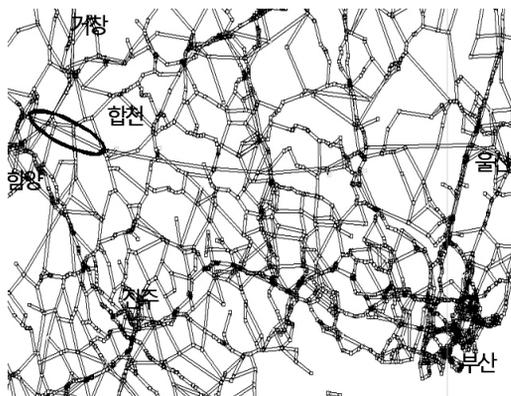
1) 지역간 통행 : 고속도로

본 사례분석의 대상지는 <그림 5>에 나와 있는 것처럼 경상남도에 위치하는 고속도로 중 거창JC~합천호IC 구간의 도로이다. 이 고속도로 구간의 경우 경상남도와 전라북도를 연결하는 역할을 담당할 것이라고 판단해 경상남도, 전라북도, 부산, 울산에 포함하는 51개 존을 분석의 영향권으로 설정하였다. 모형의 비교지표로 사용되는 Select Link Analysis 결과를 이용하기 위해서 통행배정은 Emme/2 패키지를 이용하였으며 Select Link Analysis 결과는 Emme/2 패키지의 모듈에 포함되어 있어 이를 이용하여 산출했다. 또한 Select Link Analysis 결과는 전문가에 의해 정산까지 마친 상태로 비교지표로서의 역할을 충분히 수행할 수 있을 것이라 판단된다.

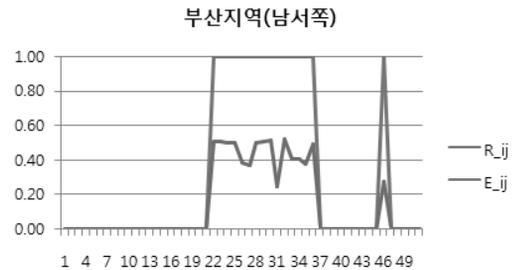
본 연구에서 설정된 모형식에는 모형식에 의한 결과값을 0과 1의 값으로 나타내기 위한 scale factor로서 K

값이 이용된다. 본 사례분석에서는 K값을 제외한 모형식 결과를 도출한 후 이를 0과 1 사이의 값으로 맞춰주는 경험치 값을 이용하였다. 해당 도로의 위계와 역할에 따라 결과값의 scale이 달라지기 때문에 사례분석 각각의 경우에 대한 경험치 값이 K값으로 이용되었다.

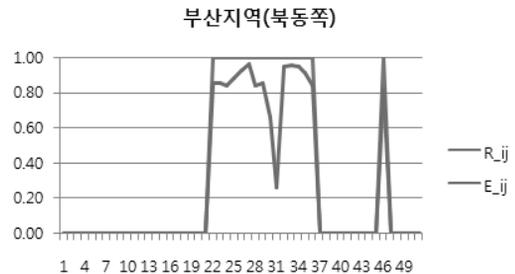
모형을 사례분석 대상지에 적용시켜본 결과 비교지표인 R_{ij} 와의 상관계수가 약 0.813으로 비교적 높은 상관관계를 가지는 것으로 분석되었고, 각 지역에 따른 분석 결과는 <그림 6>부터 <그림 13>에 걸쳐 나타나 있다. 하지만 분석의 결과를 더욱 상세하게 알아보기 위해 신설 도로의 이용여부를 나타내는 지표 ϕ_{ij} 와 그 이용정도를 나타내는 지표 I_{ij} 에 대해 나누어 해석해 보았다.



<그림 5> 사례분석 대상 고속도로



<그림 6> 부산지역(남서쪽)의 모형적용 결과



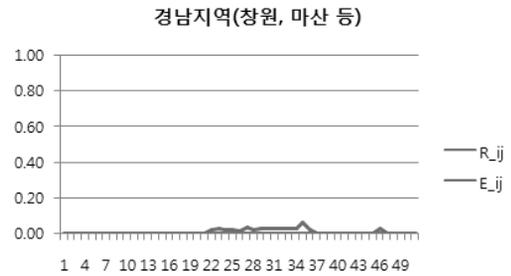
<그림 7> 부산지역(북동쪽)의 모형적용 결과



<그림 8> 울산지역의 모형적용 결과



〈그림 9〉 전북지역의 모형적용 결과



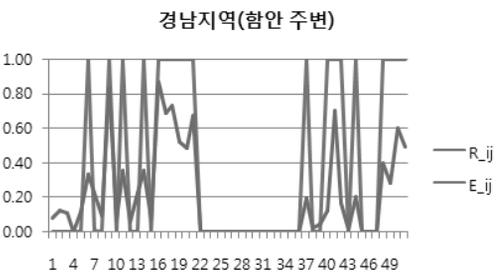
〈그림 12〉 경남지역(창원, 마산 등)의 모형적용 결과



〈그림 10〉 경남지역(고속도로 주변)의 모형적용 결과



〈그림 13〉 경남지역(이외)의 모형적용 결과



〈그림 11〉 경남지역(함안 주변)의 모형적용 결과

(1) ϕ_{ij} 적용결과

원래의 모형 중 ϕ_{ij} 지표에 대해서만 따로 사례분석을 수행한 결과 분석 대상지 51개 존의 2601개의 O/D쌍 중 25개(약 0.96%)를 제외한 모든 O/D쌍에 대해 신설도로의 이용여부를 판별해낸다. 이 0.96%의 오차도 본 지표의 통계적 유의성에 크게 영향을 미치지 않는 않기 때문에 이 결과 Network의 공간적 특성을 활용한 본 지표의 개념이 유의함을 나타낸다고 판단할 수 있다.

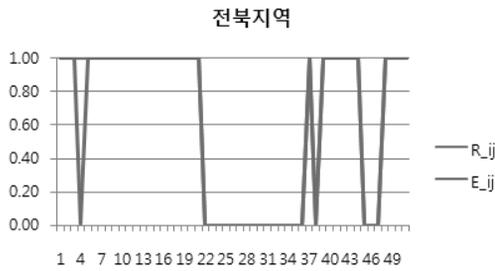
(2) Γ_{ij} 적용결과

신설도로의 이용정도를 나타내는 지표인 Γ_{ij} 의 적용결과, 2601개의 O/D쌍 중 신설도로를 이용하지 않는

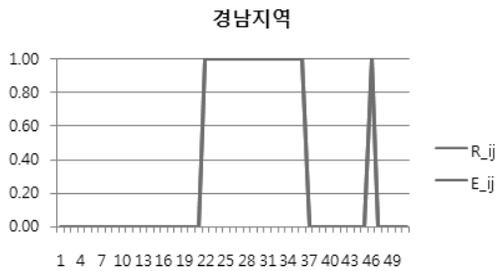
O/D쌍을 제외한 1009개의 O/D쌍에 대해 비교지표 (R_{ij})와의 상관계수가 약 0.46으로 비교적 약한 상관관계를 가지는 것으로 분석되었다. 이는 사례분석 대상지가 고속도로이기 때문에 해당 도로에 대한 이용정도가 매우 극단적으로 나타나고 있기 때문인 것으로 판단된다. 즉, 고속도로의 경우에 어느 정도의 통행시간 감소만 이루어진다면 대부분 신설도로를 이용하는 형태를 보이고 있다.

앞의 분석결과에 따르면 고속도로의 경우 ϕ_{ij} 에 대한 모형의 개념은 상당히 높은 유의성을 가지는 반면 Γ_{ij} 에 대한 모형이 비교적 낮은 유의성을 가지는 것으로 나타났다. 하지만 여기서 주목할 점은 $E_{ij} = 0.15$ 의 값을 임계값으로 설정하여 이 이상의 값을 가지는 O/D쌍에 대해서 해당 모형식 값이 1.0(즉, 100% 신설도로 이용)이라고 설정하여 분석을 수행할 경우, Γ_{ij} 지표의 비교지표에 대한 상관계수는 약 0.88로 상당히 높게 나타남을 알 수 있다. 이는 앞에서 언급되었듯이 분석 대상지가 고속도로이기 때문에 어느 정도의 통행시간 감소가 있다면 해당 도로를 이용한다는 특성을 보여주는 결과이다. 이런 설정을 유지한 채 전체적인 모형에 사례분석을 수행하면 그 결과값은 비교지표 R_{ij} 에 대해 0.95의 상관계수를 가진다. 즉, 〈그림 14〉와 〈그림 15〉에 나타난 결과

처럼 모형에 의한 결과가 실제 결과에 거의 완벽하게 부합하게 된다.



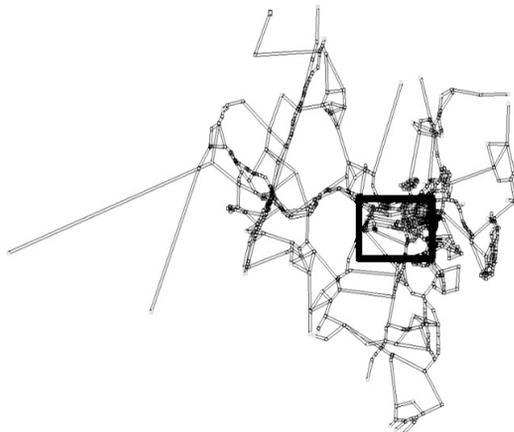
〈그림 14〉 전북지역의 적용결과



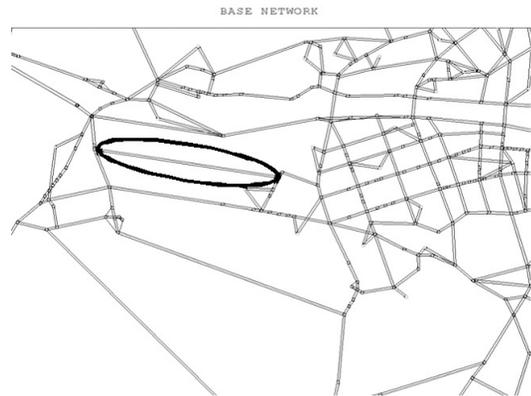
〈그림 15〉 경남지역의 적용결과

2) 도시내부 통행 : 도시내부 도로

본 사례분석의 대상지는 〈그림 16〉과 〈그림 17〉에 나와 있는 것처럼 울산광역시에 위치하는 도시내부 도로 중 일부구간이다. 분석의 영향권은 울산광역시 내부 Network으로 한정하였고, 이에 따라 울산광역시 내부



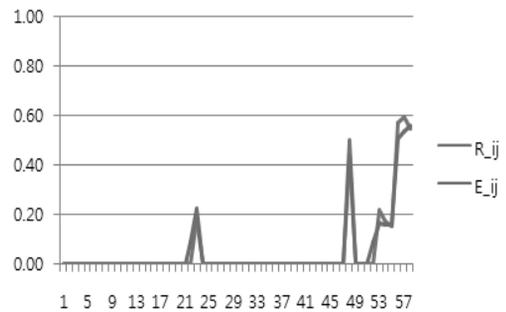
〈그림 16〉 울산광역시 Network



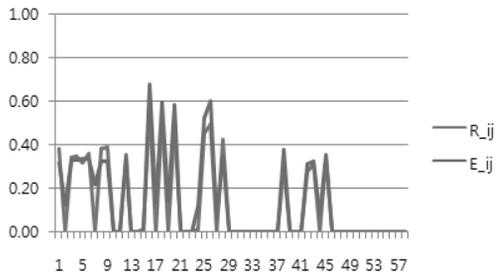
〈그림 17〉 사례분석 대상 도로구간

의 58개 존이 그 분석대상으로 설정되었다.

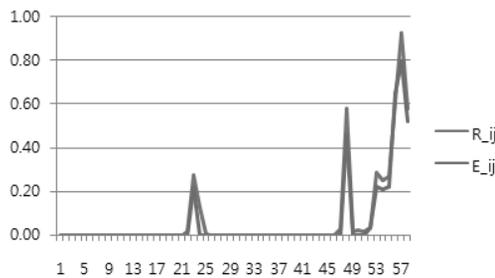
사례분석 결과 본 연구에 의한 모형은 울산광역시 58개 존, 3,364개의 O/D쌍 중 143개(약 4.3%)를 제외한 모든 O/D쌍에 대해 신설 도로의 이용여부를 판별하였고, 이 4.3%의 오차들 중 다수가 0에 가까운 숫자를 나타내고 있었으므로 모형의 유의성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 또한 모형에 의한 값(E_{ij})과 비교지표에 의한 값(R_{ij}) 사이에 상관분석을 시행해본 결과 상관계수가 약 0.82로 비교적 높은 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 지역간 통행에 대한 사례분석 결과와 비교하였을 경우, 신설도로 이용 여부에 대한 정확도는 약간 떨어졌지만 이용정도에 대한 정확성은 상당히 높아졌음을 알 수 있다. 이는 도시내부 통행의 경우 도로간 위계가 거의 동일해 통행자가 주변 경쟁도로를 이용할 가능성이 상당히 높아졌기 때문인 것으로 판단된다. 이에 대한 몇몇 결과는 〈그림 18〉부터 〈그림 21〉에 걸쳐 나타나 있다.



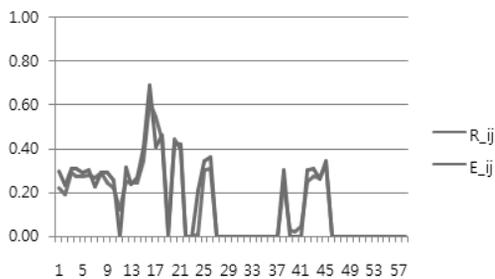
〈그림 18〉 울산광역시 모형적용 결과 I



〈그림 19〉 울산광역시 모형적용 결과 II



〈그림 20〉 울산광역시 모형적용 결과 III



〈그림 21〉 울산광역시 모형적용 결과 IV

IV. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 도로 신설 사업에 있어서 각 기중점을 통행하는 통행량 중 해당도로를 어느 정도의 통행량이 이용하는지를 예측할 수 있는 모형의 개발을 그 목적으로 하고 있다. 모형의 설정을 위해서 Network의 시간적·공간적 특성을 이용하였으며, 구축된 모형의 유의성을 알아보기 위해 유사한 결과를 내는 Select Link Analysis 결과를 비교지표로 선정하여 사례분석을 통해 모형의 결과에 대한 비교평가를 수행하였다.

사례분석은 지역간 통행을 담당하는 고속도로와 도시

내부 통행을 담당하는 도시내부 도로의 두 가지 경우에 대해서 수행하였으며, 이에 대한 모형적용 결과 비교지표와의 상관계수가 0.82 정도로 통계적 유의성을 가지는 것으로 분석되었다. 두 가지 사례분석 대상지에 대한 모형의 적용 결과는 그 패턴이 약간 상이한 것으로 나타났다. 고속도로 구간에 모형을 적용한 경우 신설도로의 이용여부는 거의 완벽하게 판별하였지만 이용정도에 대한 결과값은 어느 정도의 조정이 필요하였다. 하지만 도시내부 도로 구간에 모형을 적용한 경우 신설도로의 이용여부에 대한 판별 능력은 약간 감소하였고, 이용정도에 대한 결과는 고속도로 구간에 적용하였을 때보다 상당히 향상되었다. 이는 아주 멀리 떨어진 두 존간을 직결하는 도로 등과 같이 모형식에서 설정된 거리지표의 의미에 잘 부합되지 않는 예외상황 때문인 것으로 판단된다. 즉, 이 조건을 만족하는 도로가 비교적 많은 지역간 통행에서는 Γ_{ij} 의 유의성이 비교적 낮은 결과가 도출되었고, 해당 조건을 만족하는 도로가 비교적 적은 도시 내부 통행에서는 Γ_{ij} 의 유의성이 비교적 높은 것으로 나타났다. 이 결과 본 연구에 의한 모형은 신설도로의 도로위계나 역할에 따라 어느 정도의 모형 개선이 필요함을 알 수 있었다.

본 연구에서 구축된 모형을 그대로 실제 데이터 분석에 적용하기에는 아직 무리이다. 앞에서 언급되었듯이 신설도로의 도로위계에 따라 모형에 의한 결과 패턴이 달라지기 때문에 일단 도로위계에 따라 모형의 조정이 필요하다. 또한 본 연구에서 수행된 사례분석의 대상지가 경상도 지역 Network에 치중되어 있으므로 모형의 일반화를 위해 타지역에 대한 사례연구가 추가적으로 필요하다.

모형의 조정을 통해 모형의 유의성을 좀 더 높일 수 있다면 Select Link Analysis와의 조합을 통해 통행배정 결과에 대한 평가지표로서도 이용될 수 있다. 이를 위해서는 통행배정 결과와의 오차를 등을 산정하여 이에 따라 재배정 여부를 판단할 수 있는 기준 정립 등의 연구가 향후 추가되어야 할 것이다. 본 연구의 경우 이런 가능성에 대해 기초를 닦는 단계로서 앞으로 추가될 연구들의 방향을 제시하는 역할을 수행할 것이다.

참고문헌

1. 강근석 외(1994), “PC통계학”, 자유아카데미.
2. 강근석 외(1999), “회귀분석 개정판”, 교우사.
3. 김우철 외(1999), “일반통계학 개정판”, 영진문화사.

4. 남준우 외(2005), "계량경제학 제2판", 홍문사.
5. 노정현(1999), "교통계획: 통행수요이론과 모형", 나남출판.
6. 도철웅(2004), "교통공학원론(상)-제2개정판-", 청문각.
7. 임강원·임용택(2003), "교통망분석론", 서울대학교출판부.
8. 최양원 외(2003), "교통계획", 도서출판 구미서관.
9. 한국개발연구원(2004), "도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판)".
10. 홍창의 외(2002), "교통통계학", 도서출판 꾸벅.
11. Federal Highway Administration(1999), "Guidebook on Statewide Travel Forecasting".
12. INRO Consultants Inc.(1998), "Emme/2 User's Manual Software Release 9".
13. Juan de Dios Ortuzar and Luis G. Willumsen (2001), "Modelling Transport, Third Edition", John Wiley & Sons, Ltd.
14. KJS Associates, Inc.(1996), "Statewide Travel Demand Model Update and Calibration: Phase II", Michigan Department of Transportation.
15. Yosef Sheffi(1985), "Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods", Prentice-Hall.

✉ 주 작성자 : 곽호찬

✉ 교신저자 : 곽호찬

✉ 논문투고일 : 2008. 2. 23

✉ 논문심사일 : 2008. 4. 18 (1차)

2008. 5. 17 (2차)

2008. 6. 2 (3차)

✉ 심사판정일 : 2008. 6. 2

✉ 반론접수기한 : 2008. 12. 31

✉ 3인 익명 심사필

✉ 1인 abstract 교정필