

융합 빅데이터를 활용한 교통수요 추정 개선 연구

A Study on Complementing
Travel Demand Estimation Methodology
by Integrated Use of Big Data from Multiple Sources

윤서연 외



국토연구원
KRIHS

융합 빅데이터를 활용한 교통수요 추정 개선 연구

A Study on Complementing Travel Demand Estimation Methodology
by Integrated Use of Big Data from Multiple Sources

윤서연, 정일호, 이춘용, 김혜란, 육동형, 김광호

■ 연구진

윤서연 국토연구원 책임연구원(연구책임)
정일호 국토연구원 선임연구위원
이춘용 국토연구원 선임연구위원
김혜란 국토연구원 책임연구원
육동형 국토연구원 책임연구원
김광호 국토연구원 책임연구원

■ 외부연구진

이재현 박사(현 University of Washington Postdoc)

■ 연구심의위원

유재윤 국토연구원 선임연구위원
김호정 국토연구원 선임연구위원
오성호 국토연구원 연구위원
이백진 국토연구원 연구위원
황명화 국토연구원 책임연구원
빈미영 경기연구원 선임연구위원



발 간 사

PREFACE

지금 세계는 빅데이터와 4차산업혁명이라는 변화를 겪으며 산업구조의 변화가 예상되고 있으며, 분야별로 이러한 변화에 대응하여 도태되지 않기 위한 방안을 마련하기 위해 고심 중입니다. 교통 분야에서도 자율주행, IoT, C-ITS 등 새로운 개념의 도입이 가시화되고 있어, 가까운 미래에 이전과는 확연히 다른 교통체계가 마련될 것으로 예상됩니다. 따라서 앞으로는 기존의 건설 위주의 목적을 위한 교통 분석보다는 교통체계의 정보화와 이에 의한 파급효과에 관련한 분석 요구가 커질 것이며, 교통 분야 전문가가 담당하는 역할의 영역에도 변화가 일어날 것으로 예상됩니다.

현재 교통 분야에서 상시적으로 수집되는 대표적인 빅데이터로는 대중교통 스마트카드 데이터와 고속도로에서 수집되는 통행데이터 등을 꼽을 수 있고, 이미 이러한 데이터에 대한 다양한 활용방안이 제안되고 있습니다. 여기에 이동통신 데이터나 신용카드 매출 데이터 등 교통 분야가 아닌 타 분야에서 수집된 데이터 또한 교통 분야에서 활용할 수 있는 방안에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있습니다. 이에 더해 향후 교통시설에 IoT가 적용되고 여러 가지 센서를 장착한 자율주행 차량이 도로 위 상황에 대한 데이터를 대량으로 수집 가능하게 되면, 교통류를 관제하고 교통시스템을 유지하기 위해 처리해야 할 데이터가 현재와는 비교되지 않을 정도로 급격히 팽창하게 될 것입니다. 따라서 향후에는 기존의 도로 및 교통체계에 대한 데이터보다 훨씬 진화된 형태의 데이터가 필요할 것이며, 이러한 데이터를 관리하고 활용할 수 있는 대안이 필요하게 될 것입니다.

이러한 변화기를 맞아 교통 분야에서도 혁신적인 대응이 필요하며, 교통 분야 자체의 영역 확대 및 재정의가 필요한 시점이라 하겠습니다. 그러한 의미에서 본 연구는 빅데이터를 활용하여 기존의 교통수요 추정의 한계를 보완할 수 있는 구체적인 방안을

제시하고, 향후 제안된 빅데이터의 활용이 실현되기 위해 필요한 정책방안을 제시하고자 하였습니다. 앞으로도 교통 분야에서 폭발적으로 증가하는 데이터를 수용하고 활용할 수 있는 방안에 대한 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것이며, 이러한 노력이 연구로만 그치지 않고 실질적으로 적용될 수 있도록 빅데이터 분석 결과의 법적 유효성 확보 및 교통 분야의 빅데이터 활용 전문가 양성 등이 이루어지길 바랍니다.

끝으로 본 연구를 수행하는데 노력을 아끼지 않은 윤서연 책임연구원, 정일호, 이춘용 선임연구위원, 김혜란, 육동형, 김광호 책임연구원의 노고를 치하하며 외부연구진으로 참여해 주신 이재현 박사께도 깊이 감사드립니다.

2016년 12월
국토연구원장 김 동 주

주요 내용 및 정책제안

FINDINGS & SUGGESTIONS

본 연구보고서의 주요 내용

- 1 현 교통수요 추정 방법론보다 개선된 교통수요분석에 대한 요구가 존재하나 완전히 새로운 방법론의 도입·실용화에는 상당한 시간과 노력이 필요하기 때문에 빅데이터를 활용하여 현 방법론을 최대한 보완하고 결과치를 검증할 필요가 있음
- 2 교통수요 추정의 단계별로 빅데이터를 이용한 검증방안을 마련할 수 있으며, 특히 신 도시의 경우 데이터 부족 문제를 빅데이터를 이용해 상당 부분 해결할 수 있음
- 3 본 연구에서 제시한 빅데이터 실증분석은 데이터의 구득 및 분석가능용량 등에 한계 점을 가지며 향후 연구에서 이를 극복하고 실용화 하는 방안이 필요함

본 연구보고서의 정책제안

- 1 지금까지의 교통 분야에서 이루어진 여러 빅데이터 시범연구의 실용화 연구 및 개별 빅데이터 연구에서 지적된 한계를 극복하기 위한 노력이 필요함
- 2 스마트시티, 자율주행 등이 실용화되는 변화의 시기에 교통 분야 빅데이터 활용도 이에 발맞출 수 있도록 지속적인 지원과 투자가 필요함
- 3 데이터 정책: 공공 빅데이터의 제공범위, 제공방법 재검토 및 품질 향상이 필요하며, 민간 빅데이터 구득을 위한 일관성 있는 데이터 시장의 형성이 필요함
- 4 정보서비스 정책: 빅데이터 제공자와 데이터 수요처인 교통 분야 전문가 및 정책입안자를 연결할 수 있도록 교통 분야에 특화된 데이터 서비스 산업의 장려가 필요함
- 5 빅데이터 연구 정책: 빅데이터를 활용한 교통수요 추정 개선을 위한 협동 연구 추진 및 새로운 데이터 활용모델 개발 추진이 필요함

요 약

SUMMARY

1. 연구의 배경 및 목적

- 본 연구는 2015년 수행한 「지역 간 교통수요 예측의 신뢰성 제고를 위한 빅데이터 활용방안 연구」의 후속 연구로 수행되었음
 - 2015년 연구에서는 빅데이터를 활용하여 현 교통수요 추정 및 예측을 개선할 수 있다는 가능성을 보였지만, 연구 기간의 제약으로 교통수요 추정의 특정 단계에 대한 구체적인 개선방안을 보이기는 어려웠음
 - 본 연구에서는 현재의 교통수요 추정 방법론을 빅데이터를 활용하여 개선할 수 있는 구체적인 방안과 함께 분석사례를 제시하고자 함
- 교통수요 추정 4단계 모형(이하 4단계 모형)의 방법론에 대해 다양한 문제점이 지적되고 있으나, 활동기반모형 등 교통수요 추정을 위해 완전히 새로운 방법론을 도입하여 실용화하기에는 상당한 시간과 노력이 필요하기 때문에 현 방법론을 최대한 보완할 필요가 있음
 - 한정된 교통SOC를 효율적으로 사용하고, 적재적소에 투자가 이루어지도록 하기 위해서는 현재 교통수요 추정 방법이 제공하는 분석보다 시간적, 공간적으로 세밀한 분석에 대한 수요가 증가하고 있음
 - 장기적인 모형개발 외에 현재의 교통수요 추정을 개선할 수 있는 단기적이고 국내 실정에 적합한 개선목표를 설정할 필요가 있으며, 이에 빅데이터를 활용한 개선방안을 제시하는 것이 본 연구의 목적임
 - 연구의 내용으로는 빅데이터를 활용한 현 방법론의 개선가능 방향과 함께 구체적인 실증사례를 제시하는 것을 목표로 함

2. 교통수요 추정 방법의 개선 필요성

□ 4단계 모형에 기반한 국가 교통수요예측의 현황

- 전국 지역 간 및 대도시권 교통수요의 추정은 한국교통연구원에서 운영 중인 국가교통DB 사업을 통해 이루어짐
- 장래 교통수요 O/D의 예측은 기본적으로 가구통행실태조사가 시행된 다음해에 이 데이터를 기준으로 하여 수행되며, 가장 최근의 전수화 및 장래 교통수요 예측은 2011년 사업을 통해 이루어졌음
- 이후 다양한 데이터를 활용하여 매년 O/D의 현행화가 이루어지고 있음

□ 투자평가지침의 교통수요 추정 방법

- 현 지침에 의하면 도로 관련 투자에 대한 평가를 위한 교통수요 분석 시에는 국가교통 DB(이하 KTDB, www.ktdb.go.kr)에서 제공된 장래 수단별 O/D (기종점통행량)을 활용하여 분석이 이루어져야 함
- 단, 장래 개발계획 및 존 세분화 등 추가적인 O/D 보완작업이 필요한 경우 4단계 수요분석 방법에 따라 예측하여야 하며, 대규모 기간교통망사업(고속도로, 고속철도)의 경우 모형에 의한 수단분담을 시행할 수 있음
- 투자평가지침에서는 일반적으로 KTDB의 자료를 활용하도록 정해져 있지만, 투자평가 대상 사업의 성격에 따라 평가 대상 사업효과에 영향을 미치는 장래 개발계획을 반영하는 등 추가적인 분석의 여지도 허용하고 있음

□ 4단계 모형을 이용한 교통수요 추정 방법의 개선 필요 사항

- 4단계 모형의 발생 및 도착 통행량 추정 문제점: 현 교통모형의 발생 및 도착 통행량 추정 과정에서는 영향이 있을 것으로 예상되는 다양한 변수를 고려하지만, 최종 모형은 하나의 유의미한 설명변수만 포함하여 통행발생량의 추정이 단일 변수에만 의존하여 결정됨
- 통행분포 단계에서 장래에 변화하는 존간 통행패턴에 대한 고려 미흡: 혁신도시 등 대규모 신도시 개발의 결과로 인근 대도시와의 직-주 통행 증가 등 기존에 나타나지 않은 새로운 통행패턴이 발생할 가능성이 매우 높으나, 현재의

O/D 구축 과정에서는 이를 고려하지 않고 있음

- 현행 O/D의 참값 미확인: 샘플조사에서 포착된 통행을 전수로 확대하는 O/D 전수화 과정에서 실제 O/D와 다른 왜곡이 발생할 수 있으나, 이를 확인할 수 있는 기준 및 자료가 없음
- 관련 개발계획 100% 실현 전제 및 계획수정 불가: 신도시 개발 시 최종 목표인 구 도달까지의 유입인구 패턴은 지역별로 상이하지만, 현재는 실제 패턴을 반영하는 데 한계가 있음

3. 빅데이터를 활용한 교통수요 추정 개선 가능성

□ 상시수집 빅데이터를 활용하여 현재 데이터의 시간적 불연속성 보완

- 현재 교통수요 추정을 위해 활용되고 있는 가구동행실태조사는 5년 간격으로 이루어지고 있지만, 빅데이터는 상시 수집되는 데이터이기 때문에 현재 수집되는 데이터에 존재하는 시간적 공백을 보정하기 위한 수단으로 활용 가능함

□ 공간적 해상도가 높은 빅데이터를 활용하여 존 내 통행특성 분석

- 현재의 데이터 수집 체계에서는 각 존의 통행패턴의 차이를 볼 수 있는 데이터를 모으는 것이 거의 불가능하지만 빅데이터의 높은 공간해상도를 활용하여 존 내 통행특성 분석 가능함

□ 거주지 추적이 가능한 데이터 활용으로 4단계 모형의 통행 간 단절 보완

- 빅데이터는 프라이버시를 침해하지 않는 선에서 개인 단위의 미시적 자료를 가공하여 활용할 수 있어 거주지 별로 인구의 위치를 추적하는 등의 분석이 가능하므로, 4단계 모형의 전수화 자료의 세부적 검증, 혹은 향후 마이크로시뮬레이션 등과 결합하여 활용 가능할 것으로 예상됨

4. 실증분석 I : TCS¹⁾데이터의 시계열 분석을 통한 장래 O/D 추정의 검증

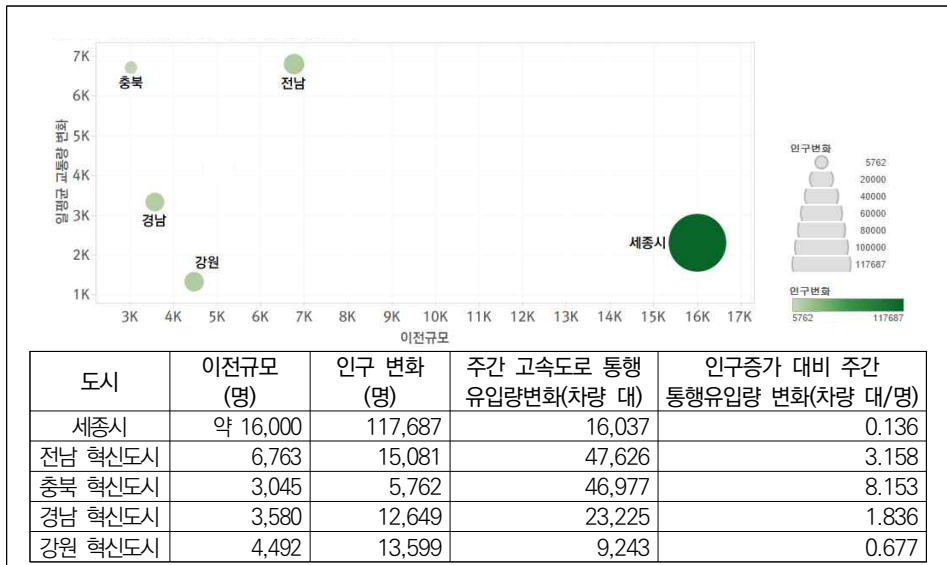
□ 분석의 개요 및 방법

- 세종시와 네 개의 혁신도시를 대상으로 2011~2016년 사이에 누적된 TCS 데이터를 활용하여 기관이전과 인구증가에 따른 유입통행의 양적인 변화를 분석함
- 이를 KTDB에서 배포한 연도별 O/D 자료와 비교하여 현재 교통수요 추정 과정과 추정치 활용 단계에서 활용할 수 있는 방안을 제시하였음

□ 분석 1: 기관 이전규모와 고속도로를 통한 지역 간 통행 유입량 변화 분석

- 세종시와 강원혁신도시에서 이전규모 대비 지역 간 교통량 유입 증가폭이 가장 적게 나타나고 있으며, 충북혁신도시에서 이전규모 대비 교통량 증가가 가장 크게 나타남
- 현재 4단계 모형은 권역을 나누어 권역 내에서는 동일한 고용-통행량 간의 상관관계를 가지고 있다고 가정하고 있으나, 본 분석의 결과는 광역시도의 권역적 특성보다는 도시 자체의 특성을 반영할 필요가 있음을 시사함

그림 1 이전규모, 인구변화, 일평균 교통량 변화 간 상관관계



1) Toll Collection System, 고속도로 통행료 징수 시스템. 도로공사 데이터포털(data.ex.co.kr)을 통해 다운로드

□ 분석 2: TCS 자료를 활용한 인구증가 대비 고속도로를 통한 지역 간 통행 유입량의 시계열적 분석(2011년~2016년)

- KTDB의 세종시에 대한 장래 통행수요 예측은 2012년 기준 대비 2013년 현행화에서는 약 15% 증가한 수치를 보이며, 2014년 현행화에서는 다시 약 25% 대폭 감소하는 수치로 예측됨[그림 2]
- [그림3]에 제시된 인구 및 고속도로 통행량 데이터와의 비교분석을 통해 2013년 기준의 과대추정 가능성 및 다음 해 현행화에서 대폭 축소가 나타난 원인을 진단하고자 함
- 2013년의 인구는 계획 인구증가에 미치지 못하는 것으로 나타나고 있으나, 인구증가 대비 고속도로통행 유입량 증가는 2013년에 최대치를 보여 계획인구 달성 시 교통량을 과대추정하게 된 원인으로 파악됨
- 하지만, 2014년 인구 증가가 다시 계획치에 미치지 못하였고, 인구증가 대비 교통량 증가가 2013년보다 크게 감소하여 장래 교통수요 예측치가 대폭 수정된 것으로 추정 가능함
- 이와 같이 실시간으로 수집되는 빅데이터를 활용하여 추정치의 검증단계를 마련할 수 있음

그림 2 KTDB 연차별 지역 간 통행(승용차, 버스) 현행화 결과 (2012~2014): 세종시 진입통행량

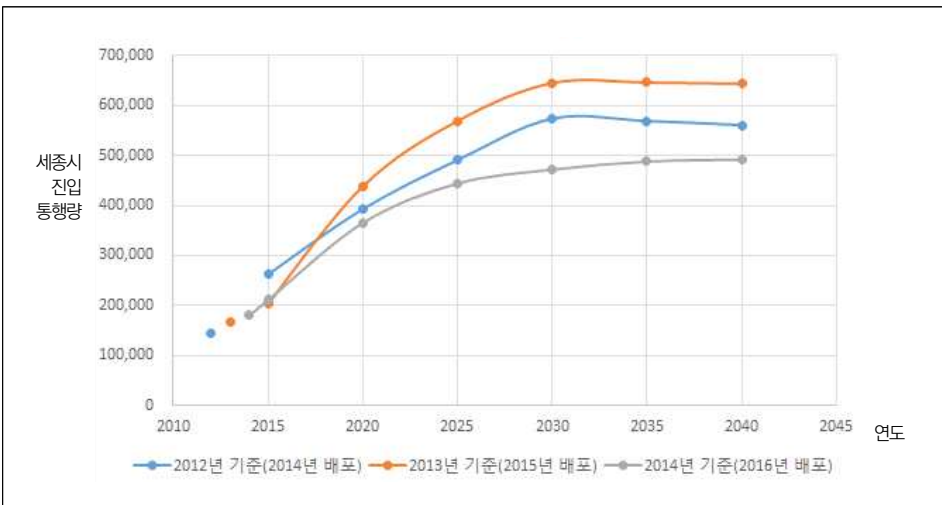
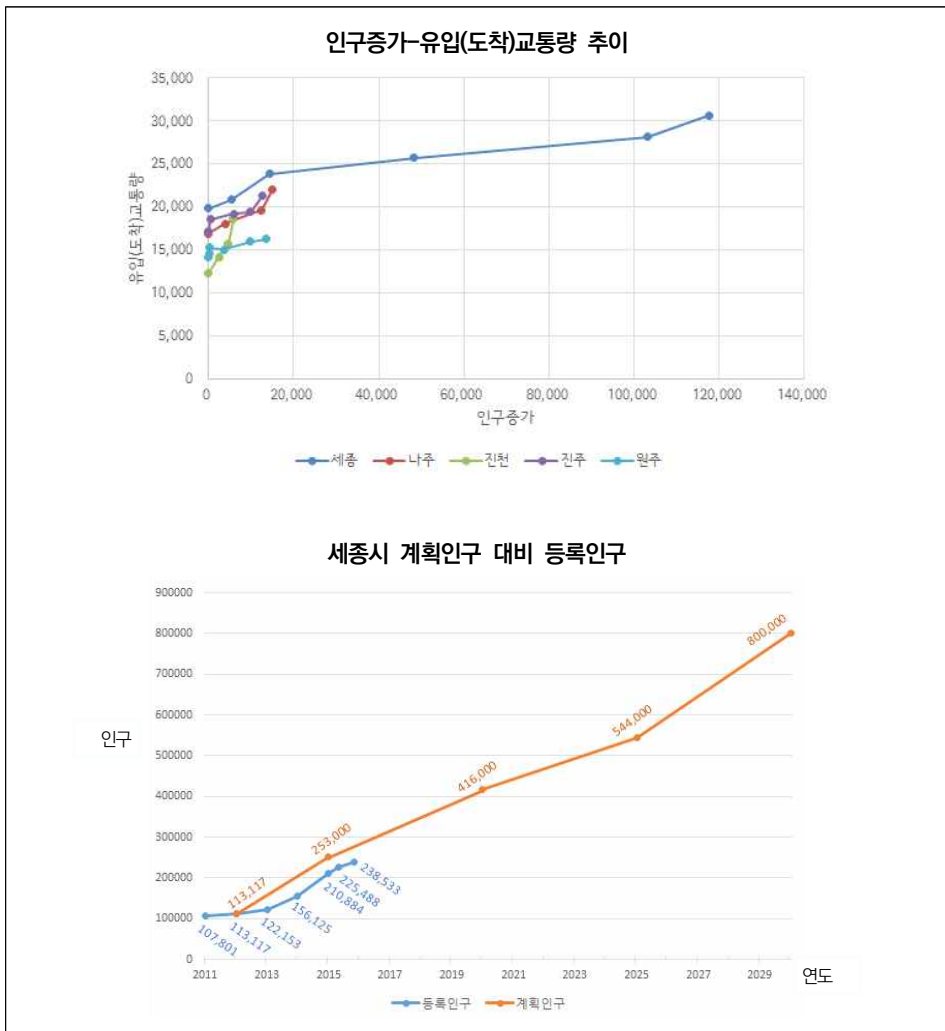


그림 3 인구증가와 고속도로 통행량 변화 추이



5. 실증분석II: TCS 데이터를 활용한 주중/주말 지역 간 통행패턴 도출 및 주말계수 검증

□ 현재 주말의 통행량을 분석하기 위해 사용되는 주말환산계수는 다음과 같이 정의됨

$$\text{주말환산계수} = \frac{\text{주말평균 일교통량}}{\text{주중평균 일교통량}}$$

□ 통행량의 시계열적 패턴[그림 3]과 지역별로 산정된 주말계수가 가장 차이를 보이는 도시는 충북혁신도시임

- [표 1]에 의하면 충북은 주말 승용차 통행량이 주중보다 늘어나는 보정계수를 사용하고 있음(TCS 기반: 1.320, 상시조사 교통량 기반: 고속도로 1.566, 국도 1.211)
- 하지만, 충북 혁신도시에 대한 TCS 자료 분석에 의하면 주중보다 주말에 통행량이 줄어들어 1보다 큰 충북지역의 주말계수값에 반하는 사례라 할 수 있음
- 또한, 2011년에서 2016년 사이에는 시간이 지날수록 주중과 주말의 편차가 커지고 있어 이 계수 또한 변화하고 있음을 확인할 수 있음[그림 4]

그림 4 일별 평균통행거리 및 도착통행량: 충북혁신도시(진천, 2011~2016)

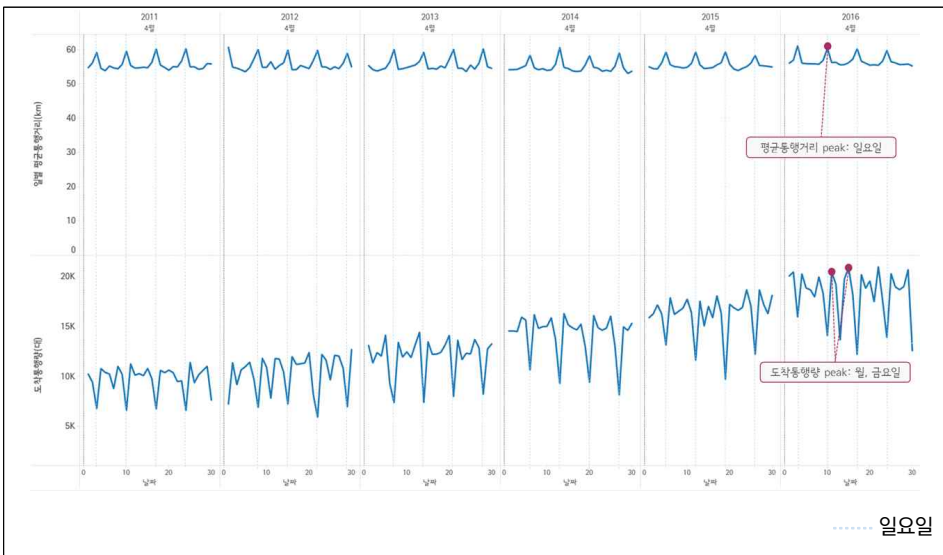


표 1 **현행 수집자료별 주말환산계수 산정값**

수집자료 ¹⁾		TCS		상시조사 교통량			
통행 종류		유입통행		구분 ×			
대상 도로		고속도로		고속도로		국도	
대상 차종		승용차	버스	승용차	버스	승용차	버스
수집 단위		대(Vehicle)		대(Vehicle)			
수도권		0.891	0.457	1.175	0.877	1.049	0.869
부산 울산권	부산	1.227	0.660	1.516	0.924	1.111	0.847
	울산	1.167	0.501				
대구		1.387	0.679	1.479	0.945	1.165	0.854
광주		1.000	1.000	1.506	1.041	1.104	0.911
대전		1.261	0.624	1.516	0.966	1.081	0.896
강원		1.815	0.730	1.781	1.370	1.298	1.105
충북		1.355	0.480	1.566	0.883	1.211	1.031
충남		1.320	0.500	1.623	1.155	1.151	0.867
전북		1.868	0.794	1.799	1.215	1.085	0.885
전남		1.835	0.935	1.814	1.226	1.159	0.981
경북		1.670	0.569	1.634	1.020	1.276	1.080
경남		1.669	0.806	1.815	1.202	1.202	0.915
세종		-	-	-	-	-	-
기타		-	-	-	-	-	-
합계		1.007	0.485	1.381	0.985	1.129	0.915

1) 2014 기준 국가교통DB 주말환산계수. <https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=202> 를 통해 신청하여 이메일로 구득, (최종 접속: 2016.12.15.)

2차 출처: 윤서연 외. 2015. 지역 간 교통수요 예측의 신뢰성 제고를 위한 빅데이터 활용방안 연구, 국토연구원. p.88

6. 실증분석Ⅲ: 이동통신 유동인구 데이터를 활용한 지역 간 통행의 존 내부 통행패턴 분석

□ 분석의 필요성

- 지역 간 통행이 존 내부에서 분배되는 패턴을 분석하기 위해 기존에 활용되고 있는 방법론에서는 원단위 및 평준화된 계수 등을 활용하게 되므로 평균과 다른 패턴을 보이는 부분에 대한 분석이 어려움
- 존 내부 분배를 위해서는 사회경제 지표에 기반하여 통행량을 추정하므로, 실측값과 비교할 수 있는 방법이 없음
- 특히 세종시와 같은 신규 도시에서는 도시의 성장속도에 비해 기존의 데이터

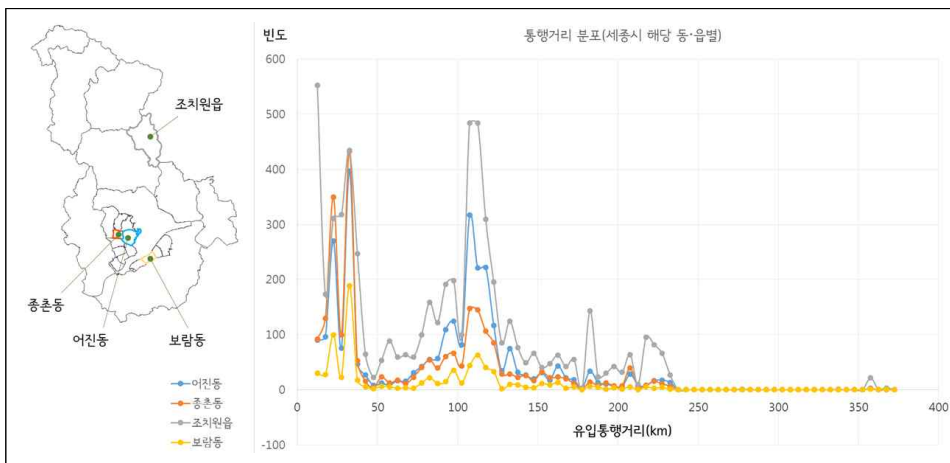
수집방법의 속도가 더더 도시의 현황에 대한 최신 데이터를 얻기 어려움

□ 분석 방법

- 현재 시점을 기준으로 특징적인 성격을 가진 네 동을 선정하였음
- 이 지역에 대한 현재 기준의 정량적인 사회경제 지표는 인구 자료외에는 구득이 불가하며, 정성적으로 설명할 수 있는 각 동의 특징은 다음과 같음
- 종촌동: 아파트가 주가 되는 거주지
- 어진동: 중앙정부 청사 밀집지
- 보람동: 세종시청 및 관련 지방 기관 밀집지
- 조치원읍: 구시가지, 대학교 캠퍼스와 조치원역 등이 위치

□ 각 동으로 유입되는 통행거리의 분포는 [그림 4]와 같이 도출되었음

그림 5 동·읍별 유입통행거리 분포



7. 교통수요 추정 방법 개선을 위한 빅데이터 활용방안

□ 빅데이터 활용의 기본 방향

- 교통수요 추정 단계별 결과 적정성 확인: 4단계 교통수요 추정의 단계별 분석 결과가 적절한 것인지를 간접적으로 가늠할 수 있는 비교지표로서의 역할 수행

- 지역 고유의 교통특성 확인 및 반영: 평균적 특성에 근거한 분석을 해당 사업에 적용하는 것이 적합한지, 혹은 지역적 특수성을 고려해야 하는지에 대하여 판단하기 위한 근거로 활용
- 교통수요 추정 모형의 정교화: 각 단계별 모형의 부적합 사례를 충분히 수집하고, 수집된 사례들을 분석하여 지역이나 주변 관련계획, 사업의 특성, 교통수요 패턴 등을 복합적으로 검토한 후 단계별 모형을 구축하기 위한 목적으로 빅데이터 활용

□ 분석단계별 빅데이터 활용 방안

- 통행발생 단계: 통행발생 단계에서 고려되는 개발계획이 실질적으로 이루어지고 있는지 확인하고, 사업대상지 주변 교통량 패턴 변화를 관찰할 수 있는 자료로 활용
- 통행분포 단계: 이동통신 유동인구 데이터를 분석하여 중간 통행 연계성을 확인하고, 개발 대상지 주변 교통축 침투시 통행패턴을 확인할 수 있는 자료로 활용
- 통행배정 단계: 현황 교통량의 계절 변동, 주말 변동을 확인하고, 존 세분화를 위한 검토자료로 활용

8. 결론 및 시사점

□ 연구의 한계

- 연구의 범위를 제한하는 데이터: 사기업 빅데이터의 일회성 구매 및 데이터 표준사양의 변동성, 원본 데이터에 대한 접근 제한, 교통분석 체계와 빅데이터 체계의 상이함 등에 의해 가능한 분석 범위가 제한됨
- 분석가능 용량의 한계: 하드웨어, 소프트웨어, 교통 분야 전문가의 빅데이터 분석기술 보유 등에 대한 제약으로 분석 가능한 데이터 용량에 한계가 있었음
- 제시한 개선안의 실제 적용 한계: KTDB 보고서에서 제시된 내용은 DB 사용자에게 방법론을 설명하는 데는 충분하지만 동일한 작업을 재현하거나 제안한 개

선방안을 직접 적용해보기에는 충분하지 않아 향후 실제 적용 노력이 필요함

□ 시사점

- 현재는 교통 분야의 빅데이터 연구가 시범 연구로써 추진되는 경우가 많지만, 향후 데이터와 인공지능에 의한 혁신이 이루어지는 4차 산업혁명 시대에는 활용이 당연한 기술이 될 가능성이 큼
- 따라서 연구결과의 실용화를 위해 개별 빅데이터 연구에서 지적된 한계를 극복하기 위한 노력이 필요함
- 향후 스마트시티, 자율주행 등이 실생활에서 활용되는 시대가 도래할 때 새로운 공공데이터의 축적이 가능하고 활용방안을 확대하는 기회가 될 수 있으므로, 변화의 시기에 발맞출 수 있도록 지속적인 지원과 노력이 필요함

9. 정책제언

□ 데이터 정책 1: 공공 빅데이터의 제공범위, 제공방법 재검토 및 품질 향상

- 정부 3.0의 취지를 실현하고 공공데이터의 활용성을 높이기 위해서는 지속적으로 업데이트되는 데이터베이스의 형태로 제공되는 공공데이터가 많아져야 하며, 시행 3년여가 지난 지금 중간점검의 측면에서 데이터 공개의 범위를 전면 재검토할 필요가 있음
- 공개범위 확대를 위해서는 수요자의 의견을 충분히 반영할 필요가 있으며, 이를 위해서는 데이터 공개에 소요되는 비용 지원 및 공개 자체에 대한 인센티브 제공이 유효할 것임
- 데이터 제공자 또한 현재 생산하고 있는 데이터가 과거와는 달리 해당 기관의 업무를 위해서만 활용되는 것이 아니라 다양한 분야에서 활용되고 있음을 인지하고, 데이터 오류 수정 및 데이터 가공방법과 코드 체계 개선 등 데이터 이용자의 시선에서 데이터 자체를 개선할 수 있는 방안을 지속적으로 모색할 필요가 있음

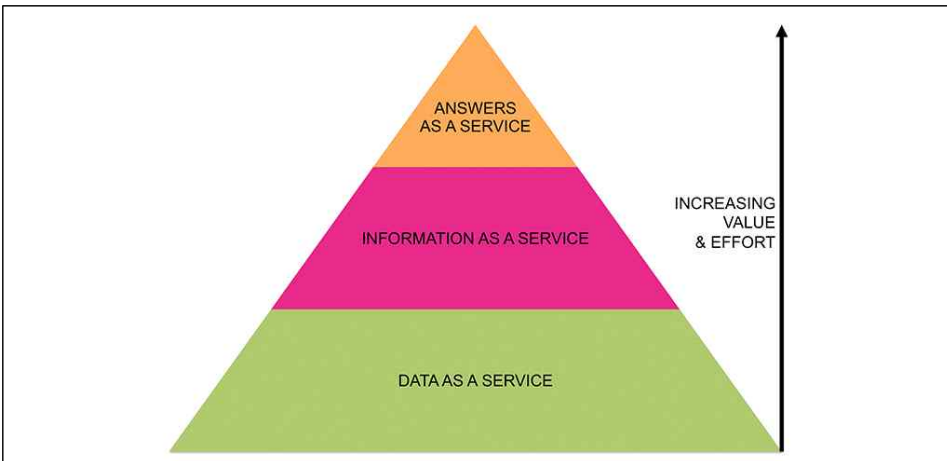
□ 데이터 정책 2: 일관성 있는 데이터 시장의 형성

- 현재 빅데이터의 구입과정의 문제점인 일관성 없는 가격 정책은 투자 대비 효과의 소명이 중요한 공공 부문의 빅데이터 활용을 위축시킬 뿐만 아니라 데이터를 제공하는 입장에서조차 지속 가능한 비즈니스모델을 유지하기 어렵게 함
- 데이터 제공자와 사용자 모두 현재까지 2-3년의 테스트 기간을 거친 현 시점에 빅데이터를 제공하는 서비스 모델을 정립할 필요가 있음
- 이 과정에서 데이터 사양 및 가공비용의 표준화와 함께 품질의 투명화, 데이터 가공의 유연화가 필요하며, 동일한 형식의 데이터를 일정한 시간 간격으로 구독(購讀, subscription)할 수 있는 서비스 형태에 대한 고려도 필요함

□ 정보서비스 정책: 교통 분야에 특화된 데이터 서비스 산업의 장려

- 현재 연구단계에서는 데이터를 제공받아 정보로 가공하는 단계(Information as service)와 정보를 기반으로 한 해답을 제공하는 단계(Answers as a service)를 모두 연구자가 실행하고 있어 최종 결과를 도출할 때까지의 효율성이 저하됨
- 여기서 중간 단계를 데이터 전문가가 담당하여 Information as a service를 제공한다면, 분야 전문가는 Answers as a service단계에 집중하여 빅데이터에 기반한 양질의 정책대안을 제시할 수 있을 것임

그림 5 빅데이터 비즈니스 모델



출처: Justin Lokitz (2015) Exploring big data business models the winning value propositions behind them, <http://www.businessmodelsinc.com/exploring-big-data-business-models-the-winning-value-propositions-behind-them/> 2015. 8. 21 게재 (최종접속: 2016. 12. 15.)

□ 빅데이터 연구 정책 1: 빅데이터를 활용한 교통수요 추정 개선을 위한 협동 연구 추진

- 본 연구에서 제시하고 있는 방안이 실질적으로 적용될 수 있도록 하기 위해서는 실제로 장래 교통수요 예측을 담당하고 있는 KTDB와 협동 연구가 필요할 것으로 판단됨
- KTDB에서도 자체적으로 교통수요 추정 방법론을 개선하기 위한 연구를 수행하고 있는 것으로 알고 있으나, 여기에서는 반대로 수요자의 시각이 반영되기 어려워 협동 연구가 도움이 될 것임

□ 빅데이터 연구 정책 2: 새로운 데이터 활용모델 개발 추진

- 빅데이터의 활용처를 기존의 교통 분석 방법론의 개선방안을 찾는 연구에 국한하여 연구의 폭을 넓히지 않으면, 분석의 유연성이 저하되어 빅데이터 활용의 입지가 좁아질 수 있음.
- 빅데이터 활용의 성숙도 단계 중 가장 마지막 단계에서는 데이터 분석을 통해 혁신을 유도할 수 있어야 하는데, 이는 기존 방법론의 틀을 벗어나는 시도 없이는 도달할 수 없음
- 단, 빅데이터 분석이 기존 교통분석 방법론을 대체하는 것을 목표로 해서는 안 되고, 기존 방법론에 의한 분석과 병행하여 이루어지되 기존 분석으로는 밝힐 수 없는 구체적인 인과관계 및 시계열적 변화 등에 집중하는 것이 타당함
- 향후에 수행되는 교통 분야의 빅데이터 연구 중 일부는 기존의 방법론에 얽매이지 않고 데이터 자체의 특성에 적합한 분석을 시행하여 교통에 의미하는 바를 도출하는 데 할애될 필요가 있음

차 례

CONTENTS

발 간 사	i
주요 내용 및 정책제안	iii
요 약	iv

제1장 연구의 개요 1

1. 연구의 배경 및 목적	3
2. 연구의 범위 및 방법	8
3. 연구의 틀	10
4. 선행연구 검토 및 본 연구와의 차별성	12
5. 연구의 기대효과	14

제2장 교통수요 추정 방법의 개선 필요성 및 빅데이터를 활용한 개선 가능성 17

1. 현 교통수요 추정 방법 및 활용의 개선 필요성	19
2. 4단계 모형을 이용한 교통수요 추정 방법의 개선 필요 사항	25
3. 빅데이터를 활용한 교통수요 추정 방법 개선 가능성	31
4. 교통수요 추정 방법의 문제점과 빅데이터 활용한 개선방향의 대응	33

제3장 빅데이터를 활용한 교통수요 추정 방법 개선의 실증분석 35

1. 실증분석의 개요	37
-------------------	----

2. 실증분석 I : TCS데이터의 시계열적 분석을 통한 장래 O/D 추정의 검증	43
3. 실증분석 II: TCS 데이터를 활용한 주중/주말 지역 간 통행패턴 도출 및 주말계수 검증 ·	57
4. 실증분석 III: 이동통신 유동인구를 활용한 지역 간 통행의 존 내부 통행패턴 분석	69

제4장 교통수요 추정을 위한 빅데이터 활용방안 79

1. 빅데이터 활용의 기본 방향	81
2. 분석단계별 빅데이터 활용 방안	85

제5장 결론 및 정책제언 91

1. 결론	93
2. 정책제언	97

참고문헌	105
------------	-----

SUMMARY	109
---------------	-----

〈표 2-1〉 전국 여객 O/D의 추정 및 현행화	22
〈표 2-2〉 광역권 발생통행량 회귀모형 구축 결과	26
〈표 2-3〉 광역권 도착통행량 회귀모형 구축 결과	26
〈표 2-4〉 기타권역 발생통행량 회귀모형 구축 결과	27
〈표 2-5〉 기타권역 도착통행량 회귀모형 구축 결과	27
〈표 3-1〉 각 도시의 이전규모, 인구변화 요약	46
〈표 3-2〉 KTDB 지역 간 통행 현행화 자료(2012~2014): 세종시 진입통행량	54
〈표 3-3〉 현행 수집자료별 주말환산계수 산정값	67
〈표 5-1〉 빅데이터 활용 성숙도를 판단할 수 있는 모델	100



그림차례

〈그림 1-1〉 연구의 목표 설정	5
〈그림 1-2〉 융합 빅데이터의 개념	6
〈그림 1-3〉 연구의 흐름	11
〈그림 2-1〉 4단계 교통수요 분석의 단계	20
〈그림 2-2〉 통행분포 모형에 일반적으로 적용되는 통행저항함수의 거리 관계	28
〈그림 2-3〉 빅데이터에 의한 교통수요 추정 개선방향	32
〈그림 2-4〉 교통수요 추정 방법의 문제점과 빅데이터를 활용한 개선 가능성	34
〈그림 3-1〉 경기도 출발 고속도로 통행 요일별, 시기별 비교:	38
〈그림 3-2〉 분석을 위한 대상지역 별 톨게이트 선택 및 분석내용의 개념	41
〈그림 3-3〉 분석 영역	42
〈그림 3-4〉 지역별 인구변화	44
〈그림 3-5〉 이전규모, 인구변화, 일평균 교통량 변화 간 상관관계	48
〈그림 3-6〉 인구증가(x 축) 대비 고속도로 도착교통량(y 축) 변화(2011~2016)	50
〈그림 3-7〉 KTDB 지역 간 통행 현행화 자료(2012~2014): 세종시 진입통행량	54
〈그림 3-8〉 세종시: 계획인구 대비 등록인구	55
〈그림 3-9〉 일별 평균통행거리 및 도착통행량: 전국 (2011~2016)	60
〈그림 3-10〉 일별 평균통행거리 및 도착통행량: 세종시 (2011~2016)	61
〈그림 3-11〉 일별 평균통행거리 및 도착통행량: 전남혁신도시	62
〈그림 3-12〉 일별 평균통행거리 및 도착통행량: 충북혁신도시	63
〈그림 3-13〉 일별 평균통행거리 및 도착통행량: 경남혁신도시	64
〈그림 3-14〉 일별 평균통행거리 및 도착통행량: 강원혁신도시	65
〈그림 3-15〉 존 내 통행의 개념	69
〈그림 3-16〉 5월 27일(수요일)의 통행배정값과 TCS 실측치의 비교	70
〈그림 3-17〉 2014년 읍면동 단위 통계 구역(2015년 배포)	71
〈그림 3-18〉 2013년 집계구 단위 통계: 공공행정, 국방 및 사회보장 행정 종사자 수	72
〈그림 3-19〉 세종시 전체 시간대별 유입인구 이동거리 분포	74
〈그림 3-20〉 대상지역별 이동통신 유동인구 분포 격자	75

〈그림 3-21〉 동·읍별 유입통행거리 분포	78
〈그림 4-1〉 개발계획을 반영하는 통행발생 단계에서의 빅데이터 활용	85
〈그림 4-2〉 통행분포 단계에서의 빅데이터 활용	87
〈그림 4-3〉 통행배정 단계에서의 빅데이터 활용	88
〈그림 5-1〉 빅데이터 비즈니스 모델	101

연구의 개요

01 연구의 배경 및 목적	03
02 연구의 범위 및 방법	08
03 연구의 틀	10
04 선행연구 검토 및 본 연구와의 차별성	12
05 연구의 기대효과	14

연구의 개요

본 장에서는 빅데이터를 교통수요 추정 분야에 적용하고자 하는 배경, 필요성, 목적을 설명하고, 연구의 범위 및 전반적인 연구수행 방법을 제시하였다. 또한, 본 연구에 앞서 2015년에 수행된 「지역 간 교통수요 예측의 신뢰성 제고를 위한 빅데이터 활용방안 연구」와의 연관성 및 본 연구에서 보완하고자 하는 부분을 설명하였다.

1. 연구의 배경 및 목적

빅데이터는 기존의 데이터가 제공하지 못하는 정보를 상시 제공받을 수 있다는 점에서 지난 3~4년간 다양한 분야의 연구에서 주목을 받은 주제이다. 교통 분야에서도 대중교통 및 고속도로에서 상시 통행 데이터가 수집되고 있어 이를 다시 교통시스템을 분석하기 위해 활용하는 방안에 대한 제안이 이루어지고 있다. 교통의 다양한 측면 중 본 연구에서 집중하고자 하는 분야는 교통수요의 추정 방법론이며, 구체적으로는 빅데이터를 현재 사용되고 있는 교통수요 분석 방법론의 틀 안에서 활용할 수 있는 방안을 찾는 것이다.

본 연구는 2015년 수행한 「지역 간 교통수요 예측의 신뢰성 제고를 위한 빅데이터 활용방안 연구」의 후속 연구로 수행되었다. 2015년 연구에서는 빅데이터를 활용하여 현 교통수요 추정 및 예측방법을 개선할 수 있다는 가능성을 보였지만, 연구 기간의 제약으로 교통수요 추정의 특정 단계에 대한 구체적인 개선방안을 보이기는 어려웠다. 따라서 본 연구에서는 현재의 교통수요 추정 방법론을 빅데이터를 활용하여 개선할 수 있는 구체적인 방안과 함께 분석사례를 제시하고자 한다.

2015년 연구에서 국내에서 교통수요 추정에 사용 가능한 데이터 현황, 조사데이터와 빅데이터의 차별성, 빅데이터를 활용한 교통수요예측 신뢰성 개선가능요소 등 빅데

이터 활용의 기본적인 내용을 제시하였고, 본 보고서를 작성하는 시점까지 해당 사항에 큰 변화가 있었던 것으로 보이지는 않는다. 따라서 해당 내용은 2015년 「지역 간 교통수요 예측의 신뢰성 제고를 위한 빅데이터 활용방안 연구」를 참조하기 바란다. 하지만 향후 사물인터넷, C-ITS, 자율주행 등이 현실화될 경우 활용할 수 있는 빅데이터는 급격히 늘어나게 될 것이므로 추후 지속적으로 업데이트가 필요한 내용이다.

본 연구에서 개선의 주요한 대상으로 삼고 있는 것은 현재 교통수요를 추정하기 위해 사용되고 있는 4단계 모형의 일반적인 방법론과 교통 분야의 사업평가 등에서 표준으로 활용되고 있는 교통분석 방법론¹⁾이다. 앞서 언급한 2015년의 연구와 본 연구에서 빅데이터를 활용하여 현 방법론을 개선하고자 한 목적은 다음과 같다.

4단계 모형은 과거 수십년간 교통수요 추정을 위해 활용되어 온 모형이지만, 집계모형이 가지는 한계로 정책에 영향을 미치는 변수에 대한 민감도가 낮다는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 현재 미국의 여러 주와 유럽에서는 집계통계 기반이 아닌 개별 행태모형을 적용한 활동기반 시뮬레이션을 개발하여 4단계 모형과 병행하여 각각의 장점에 따라 활용하는 사례가 다수 존재한다. 국내에서도 활동기반모형에 대한 학술적 연구는 지속적으로 이루어졌으며, 국토연구원에서 2013년과 2014년에 수행된 「교통정책 실효성 제고를 위한 활동기반 시뮬레이션 개발 및 적용방안(Ⅰ), (Ⅱ)」²⁾에서는 집계모형인 현 4단계모형을 개선하기 위해 개별 행태모형에 기반한 활동기반모형의 프로토타입을 개발하여 정책분석 사례를 제시하였다.

활동기반모형은 개인의 다양한 의사결정을 모형화하기 때문에, 4단계모형에 비해 환경변화에 민감하고 다양한 정책시나리오 테스트가 가능하다. 하지만 수도권 등 넓은 지역에 반영할 수 있는 활동기반모형을 개발하기 위해서는 수년간의 연구 및 개발과 지속적으로 투입할 수 있는 인력이 필요하며, 현재의 가구통행실태조사보다 자세한 조사가 필요하다. 따라서 활동기반모형은 향후 인구 및 사회적 변화를 고려하여 교통시스템에 일어나는 파급효과를 분석하고 교통수요를 추정하기 위해 개발이 필요하지만, 실용단계에 이르기 위해서는 장기적인 계획과 투자가 필요하다.

1) 한국개발연구원. 2008. 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판).

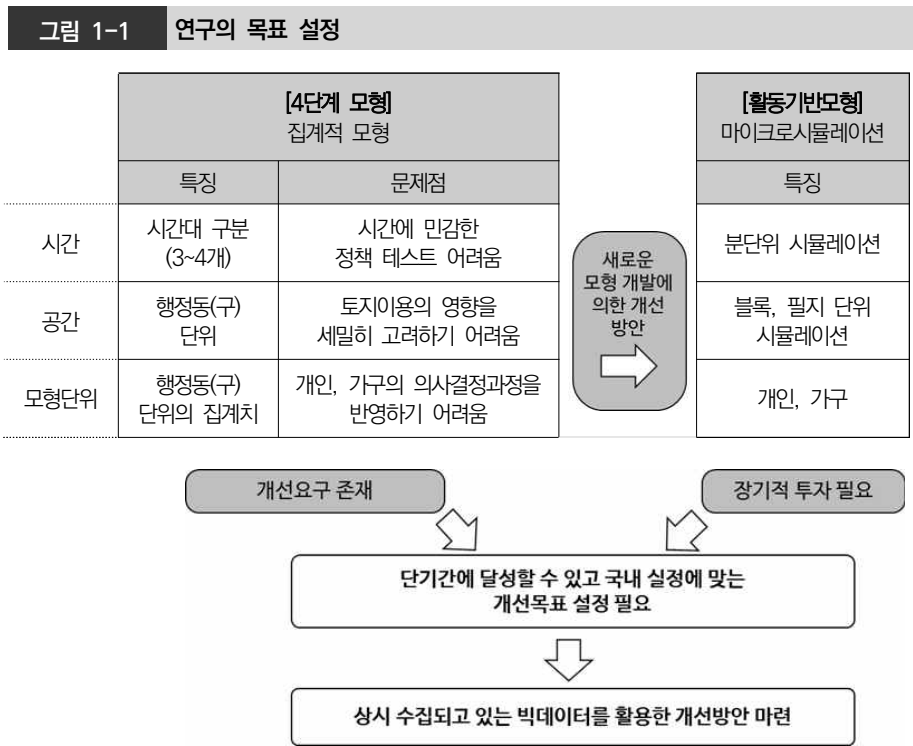
2) 이백진, 윤서연, 이춘용. 2013. 교통정책 실효성 제고를 위한 활동기반 시뮬레이션 모형 개발 및 적용방안(Ⅰ) 국토연구원.

이백진, 윤서연, 이춘용, 오성호. 2014. 교통정책 실효성 제고를 위한 활동기반 시뮬레이션 모형 개발 및 적용방안(Ⅱ) 국토연구원.

반면, 한정된 교통SOC를 효율적으로 사용하고, 적재적소에 투자가 이루어지도록 하기 위해서는 현재 교통수요 추정 방법이 제공하는 분석보다 시간적, 공간적으로 세밀한 분석에 대한 수요가 증가하고 있는 것이 현실이다. 따라서 장기적인 모형개발 외에 현재의 교통수요 추정을 개선할 수 있는 단기적이고 국내 실정에 적합한 개선목표를 설정할 필요가 있으며, 이에 빅데이터를 활용한 개선방안을 제시하는 것이 본 연구의 목적이다.

따라서 본 연구에서는 빅데이터를 활용한 교통수요 추정의 개선을 근본적인 방법론의 변경이나 추가적인 데이터 수집을 하지 않고 달성 가능한 단~중기적 목표로 설정하고 있으며, 연구의 내용으로는 빅데이터를 활용한 현 방법론의 개선가능 방향과 함께 구체적인 실증사례를 제시하는 것을 목표로 한다.

[그림 1-1]은 본 연구가 설정하고 있는 목표를 그림으로 나타낸 것이다.



이 과정에서 본 연구에서 제시하고자 하는 빅데이터의 활용방법은 다양한 데이터를 활용하여 동일한 현상을 관찰하고 분석하는 것인데, 이를 ‘융합 빅데이터’라는 개념으로 제시하였다. 모형에 기반한 현 방법론에서는 통상 전체 인구로부터 샘플을 추출하고, 샘플이 전체 인구를 대표한다는 가정 하에 조사를 실시하여 이 조사 결과에 기초하여 모형을 구축한다. 이 부분은 [그림 1-2]에서처럼 빙산의 전체에 대한 특성을 알지 못할 때, 수면 위로 드러난 빙산의 일부에 대해 조사를 실시하여 전체 빙산을 파악하고자 하는 것과 유사하다 하겠다.

현재의 방법론은 샘플을 기반으로 구축한 모형을 이용하여 전체 인구의 행태를 설명하고 미래의 행태를 예측한다. 하지만, 이러한 방법론은 샘플의 대표성 확보 여부와 사용한 모형화 방법론의 특성 등에 의해 제약을 받게 된다. 현재의 체계를 개선하기 위해서는 크게 두 가지 방법을 사용할 수 있는데, 첫 번째는 현상을 좀 더 잘 설명할 수 있도록 모형을 개선하는 방법이고, 두 번째는 새로운 데이터를 활용하는 것이다. 이 데이터가 행태의 다양한 측면 중 한 가지 이상의 측면에 대해 전수에 가까운 패턴을 보여줄 경우 모형의 검증 및 실제 분포 파악 등을 위해 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 이것이 [그림 1-2]의 왼쪽에 빙산의 전체 모양을 특정 시점에서 파악하는 부분에



해당된다.

빅데이터는 보통 행태의 모든 측면을 보여주는 것이 아니라 데이터 수집의 목적에 따라 특정 측면의 정보(예: 고속도로 통행량, 시간대별 유동인구의 분포 등)를 파악할 수 있는 것이므로 이러한 정보가 다양하면 다양할수록 전체의 패턴을 정확하게 파악하는 데 도움이 될 것이다.

요약하자면, 본 연구에서 사용하고 있는 ‘융합 빅데이터’라는 용어는 다양한 데이터를 활용하여 하나의 현상을 복수의 측면에서 조망한다는 의미로 제시하였다. 이후의 실증분석도 이러한 의도를 염두에 두고 분석을 디자인하고 결과를 신고자 하였다.

2. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위

(1) 내용적 범위

앞서 소개한 본 연구의 선행 연구에 해당하는 「지역 간 교통수요 예측의 신뢰성 제고를 위한 빅데이터 활용방안 연구(2015)」에서 현 교통수요 추정 및 예측의 현황을 조사하고, 빅데이터에 의한 개선가능성을 제시하여 빅데이터 활용을 위한 기초적인 전제조건 및 정책적 방안을 수록한 바 있다. 따라서 본 연구에서는 해당 연구의 후속 격으로, 빅데이터를 실질적으로 교통수요 추정 개선에 활용할 수 있도록 하는 실증적 대안 제시에 중점을 두고자 한다.

본 연구에서 제시하고 있는 융합 빅데이터는 두 가지 이상의 데이터를 하나의 분석에서 사용한다는 의미보다는 한 가지 현상을 보여주는 두 가지 이상의 데이터를 각각 분석하여 현상을 다양한 시각에서 파악할 수 있도록 하는 의미에서 사용한 용어이다. 현재의 교통수요분석은 전체에서 일부 샘플을 취하여(약 2.5%) 통행실태조사를 실시하고, 이를 기반으로 전체의 패턴을 추정하는 방식이다. 하지만, 이 방법은 전체의 패턴 중 샘플 안에 포함되지 않은 부분은 수요추정에서 누락되게 되며, 최종 수요예측의 오차를 증폭시키게 된다. 본 연구에서는 인구의 분포와 이동을 전체 인구(전수)를 기반으로 측정한 빅데이터를 사용하여 샘플조사자료에서 누락되었거나 모형화 부분에서 오차가 생길 수 있는 부분, 또한 시계열적으로 변화가 생길 수 있는 부분 등을 보완할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

빅데이터의 활용에서 한 가지 주의할 부분은, 보통 하나의 데이터셋은 교통수요에 관련한 인구의 활동과 통행에 포함된 여러 측면의 특성 중 일부만을 전수에 가까운 많은 사람에 대해 보여준다는 점이다. 본 연구에서는 톨게이트간 고속도로 통행량과 이동통신 유동인구 데이터를 활용하였는데, 둘 중 어느 한 가지로부터 교통수요의 전반을 파악하는 것은 불가능하다. 따라서 본 연구의 목적은 샘플 조사인 가구통행실태에서 나타나는 패턴으로부터 전체의 패턴을 도출하는 과정인 전수화, 모형화 과정에서 다면적인 검증에 빅데이터를 활용할 수 있는 방안을 마련하는 것이다. 본 연구에서 활

용한 빅데이터에 대한 자세한 설명은 다음 장에 수록하였다.

(2) 시·공간적 범위

본 연구의 실증분석의 시공간적 범위는 본 연구의 주요 분석 대상인 행복도시 및 혁신도시의 개발이 일어난 시공간적 범위 및 구득 가능한 데이터의 범주에 의해 결정되었다. 본 연구가 향후 빅데이터의 활용방안을 도출하는 데 목적을 두고 있고, 아직 다양한 빅데이터를 장기간에 걸쳐 수집하고 가공하여 교통수요 분야에 활용할 수 있는 토대가 만들어져 있지 않아, 데이터의 특성 및 국내·외 사례를 참고하여 교통수요 분야에서 우선 활용할 수 있는 데이터를 선정하였고, 현재 가용한 하드웨어 및 소프트웨어를 활용하여 원활히 분석 가능한 범위를 설정하였다.

2) 연구의 방법

빅데이터를 활용한 분석으로 기존에 존재하는 방법론을 개선하는 데 있어 가장 큰 어려움은 빅데이터가 포함하는 정보(변수)와 현재 교통수요 분야에서 활용되는 데이터가 포함하는 변수가 일치하지 않고, 유사한 변수라 하더라도 세부적인 정의가 달라 분석 결과를 직접적으로 매칭할 수 없다는 점이다. 이러한 문제점이 나타나는 원인은 빅데이터 수집의 목적이 본 연구에서 활용하고자 하는 교통수요 추정이 아니고, 데이터를 수집하는 주체의 업무를 위한 것이기 때문이다. 예를 들어 고속도로 톨게이트간 통행량은 도로공사의 통행료 징수 시스템에서 생성되는 정보이므로 차량이 출발한 위치와 처음으로 통과한 톨게이트의 위치 사이에는 큰 차이가 있다. 차량분류 또한 교통수요에서 여객과 물류, 여객은 다시 승용차와 버스 등으로 구분하는 것과 달리 여객과 물류를 구분하지 않고 차량의 규모에 따라서만 분류하고 있다. 이동통신 유동인구 데이터의 경우 현재 공급받는 데이터의 형식으로는 활동의 종류나 이동 중인 사람을 정확히 구분할 수 없어, 활동과 통행을 구분하여 조사하는 통행실태조사와 직접적으로 비교할 수 없다. 따라서 빅데이터가 가진 정보를 교통수요분야에서 활용할 수 있는 정보로 해석할 수 있는 방법의 마련이 필요하다.

본 연구는 빅데이터를 교통수요 분야에 새롭게 활용할 수 있는 방법을 제시하는 연

구이므로, 연구의 초반부터 정해져 있는 연구 방법론이 존재하지 않았다. 또한 분석방법은 데이터의 특성에 크게 좌우되기 때문에 데이터별로 여러 번의 시행착오를 거치며 본 보고서에 수록된 분석방법을 도출하였다. 하지만, 이 또한 고정된 방법론이 아니며, 향후 데이터의 개선이 이루어지고 더 나은 분석 방법이 제안되면 지속적으로 변화가 이루어질 가능성이 있다. 빅데이터를 활용한 현 교통수요 추정 방법론의 개선 또한 이와 같이 점진적으로 이루어질 것으로 예상된다.

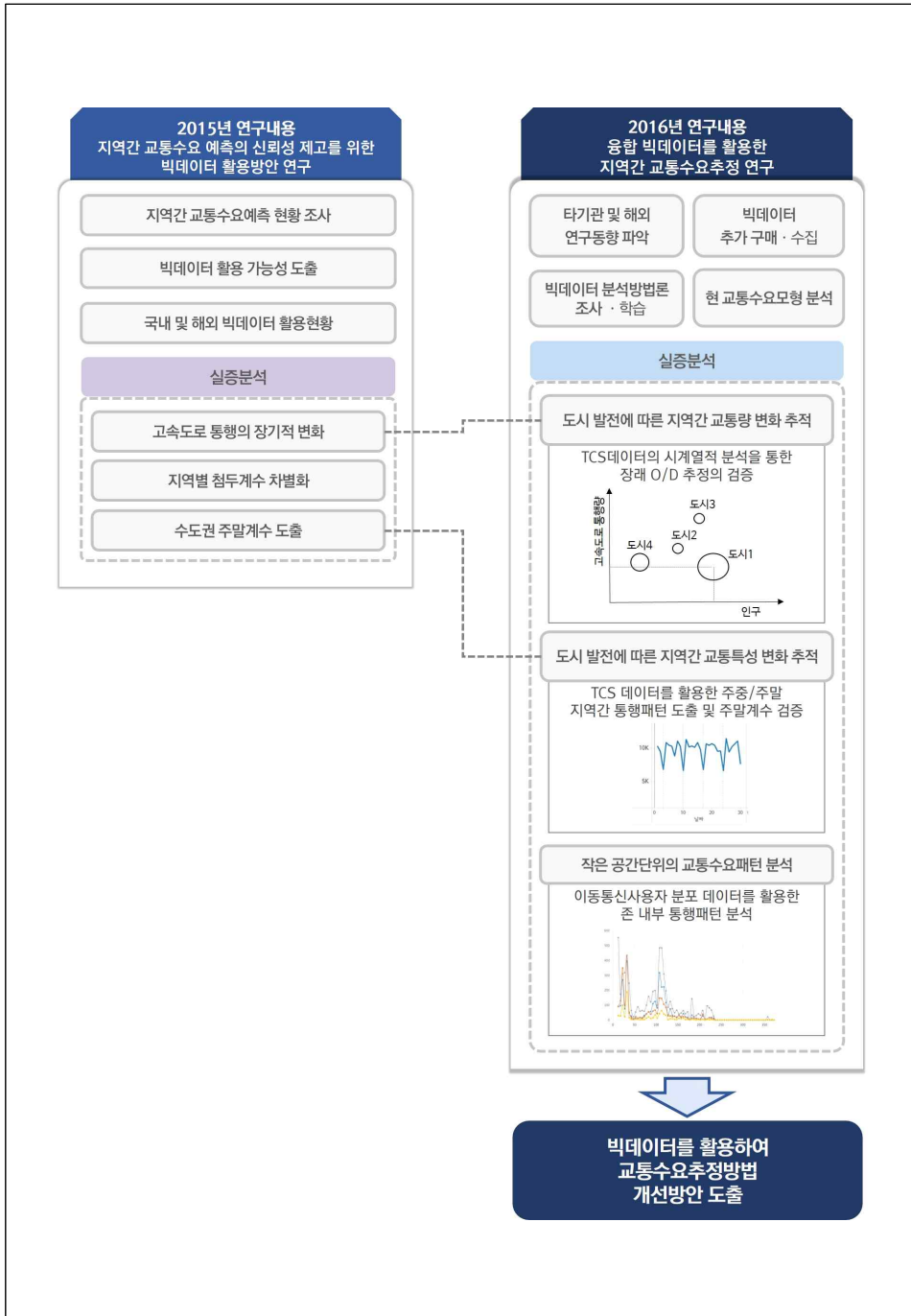
본 연구에서는 우선 현 교통수요 예측방법에 대한 이론적 검토 및 개선 필요성을 도출하였고, 타 기관 빅데이터 활용현황 및 활용계획에 대한 조사 및 자문을 실시한 뒤 점진적으로 교통수요 분석을 목적으로 빅데이터를 분석할 수 있는 방법을 개발하고자 하였다.

3. 연구의 틀

본 연구는 앞서 기술한 바대로 2015년의 선행연구를 발전시켜 빅데이터로 현재의 교통수요 추정방안을 보완할 수 있는 구체적인 방안을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다. 따라서 빅데이터의 활용 가능성을 보이는 부분은 앞선 연구에서 제시된 내용으로 같음하고 실증 분석 및 활용방안을 보이는 데 집중하였다.

실증분석의 연속성도 존재하는데, 지난 해에는 지역 간 통행량, 특히 고속도로통행량의 시계열적 변화와 지역 특성 사이의 연관관계와, 이것을 수요추정에 활용할 수 있는 가능성이 있음을 보였다면, 올 해는 분석의 대상을 좀 더 구체화하여 행복도시와 혁신도시의 발전과 고속도로 통행의 시계열적 변화를 살펴보고자 하였다.

올 해 추가적으로 제시한 실증분석에서는, 앞서 분석한 지역 간 통행을 시군구 존 내(근거리) 통행과 함께 분석하거나, 지역 간 통행이 존 내로 유입된 후 목적지를 분석하기 위해 빅데이터를 활용할 수 있는 방법이다.



4. 선행연구 검토 및 본 연구와의 차별성

빅데이터의 연구는 현재 다양한 주체가 수행하고 있으며, 분석방법이 빠르게 발전하고 있는 만큼 최신의 연구 결과가 보고서 등 공식적인 형태로 발표된 경우가 많지 않은 것이 특징이다. 따라서 본 연구에서 선행연구로 제시하고 있는 사례 외에도 다양한 연구가 진행 중이거나 완성단계에 있을 것으로 사료되므로, 연구의 분야나 방법론상 본 연구에서 검토해야 함에도 언급되지 않은 연구가 존재하더라도 독자의 양해를 구하는 바이다.

교통분야에서 생산되는 대표적인 빅데이터로는 대중교통 스마트카드로부터 얻을 수 있는 대중교통 이용패턴을 들 수 있다. 빈미영 외(2011)는 이를 분석한 사례 중 하나이며, 수도권 대중교통 수요에 대한 시사점을 도출하였다. 본 연구에서는 대중교통 등 특정 수단의 교통수요보다는 지역 간 이동수요 자체에 집중하여 빅데이터로부터 현재의 교통수요 추정 방법이 제공하지 못하는 시간적 공간적 해상도의 정보를 얻고, 이를 현 방법론의 개선에 활용하고자 한다는 점에서 차별화 하고자 하였으며, 빅데이터의 범위 또한 교통분야에서 수집된 데이터 뿐만 아니라 비교통분야의 데이터를 포함하여 교통분야에서 활용할 수 있는 실증분석을 제공하고자 하였다.

이석주 외(2013)는 빅데이터를 활용한 실증분석보다는 교통부문의 빅데이터가 가지는 특성을 정의하고, 연구 시점에 바라본 적용에 있어서의 한계와 이용증대를 위한 제도적 개선방안을 제시하였다. 본 연구는 교통분야 빅데이터와 비교통분야 빅데이터 분석을 융합하여 현재 사용되는 교통수요 추정 방법을 각 단계별로 보완할 수 있는 방법론을 실증분석으로 제공한다는 점에서 차별화 하고자 하였다.

엄진기 외(2015~)는 민간이 제공한 비 교통분야 빅데이터를 아울러 이로부터 통행에 대한 정보를 추출하고, 이를 공간적으로 표출할 수 있는 파일럿 시스템을 구축하는데 집중하였다. 구축되는 시스템의 기능은 데이터관리 시스템 구축 및 데이터 입력 및 가공, 통계청 블록 단위 데이터 처리, 활동인구 추정(시범지역) 및 GIS 표출 등을 포함하고 있다. 엄진기 외(2015~)의 연구와 본 연구는 활용하는 데이터 및 데이터를 분석하는 방법에서 공통적인 부분이 존재하나, 본 연구에서는 시스템 구축보다는 방법론을 개선할 수 있는 구체적인 방안을 제공하고자 한다는 점에서 차별화 하고자 하였다.

성욱준 외(2015)의 연구에서는 빅데이터의 분석을 적용한 정책사례 연구를 다양한 분야를 아울러 조사하여 제시하고 있으며, 중앙부처, 지자체, 공공기관의 관련 업무 종사자를 대상으로 한 AHP를 통하여 빅데이터 활용 활성화를 위한 정책우선순위를 제시하였다. 이 연구에서 제시한 정책 분야는 기술개발, 인력양성, 법·제도와 추진체계 정비, 홍보 및 인식 개선, 역기능 우려 개선으로 다양한 분야에 일반적으로 적용할 수 있는 방안을 제시하여 본 연구에서 참고할 수 있는 많은 시사점을 포함하고 있었다. 이는 본 연구의 정책 시사점 도출에 있어 기본적인 참고사항을 제시하였으며, 본 연구는 교통수요 분야에 특화된 실증분석을 통해 교통수요, 넓게는 교통분야에서 필요한 정책적 시사점을 도출하고자 하였다.

본 연구는 빅데이터를 활용한 교통수요 추정의 개선을 달성 가능한 단·중기적 목표로 설정하고, 빅데이터에 의한 방법론 개선가능 방향과 이에 대한 구체적인 실증적 사례를 제시하고자 한다. 이러한 목적을 위해 행복도시, 혁신도시 인근지역을 대상으로 빅데이터에서 나타난 시계열적 패턴과 과거 교통수요 예측치를 비교하여 방법론 개선의 필요성 및 오차원인을 찾고자 하였으며, 유동인구 특성과 고속도로 통행특성 등 다차원 변수를 기반으로 지역별 특성을 파악하고 분류하여 현 방법론을 개선할 수 있는 구체적 방안을 제안하였다. 마지막으로, 향후 교통분야에서 빅데이터의 활용이 활성화되기 위해 필요한 정책적, 제도적 시사점을 제시하고자 하였다.

5. 연구의 기대효과

1) 정책적 기대효과

본 연구의 가장 중요한 정책적 기대효과는 현실에 일어나는 변화에 민감하게 반응하는 교통정책을 수립하는 데 기여할 수 있다는 점이다. 현실을 그대로 반영하는 빅데이터를 실시간에 가깝게 빠르게 입수하여 분석하면, 집계에 오랜 시간이 걸리는 통계자료와 이에 의한 추정치에 기초한 교통수요 추정 방법을 개선할 수 있어 실제 변화에 빠르게 대응할 수 있는 교통정책을 수립하는 데 도움이 될 것으로 예상된다.

실제 변화에 민감한 빅데이터 분석 결과의 생산이 이루어지면, 현재의 분석을 개선하는 데 있어 투입 비용 및 시간에 대비하여 효율성 높은 교통수요 추정의 개선방안 제시할 수 있을 것이다. 또한, 빅데이터를 교통수요 측면에서 분석하는 것은 이미 수집되고 있는 데이터에서 새로운 활용방안을 찾아내는 것이므로, 새로운 데이터를 수집할 필요 없이 투자비용 대비 효과 높은 교통수요 예측방법을 개선할 수 있는 방법이 될 것이다.

또한 교통수요 추정 및 예측 방법론의 측면에서는 현재 지속적으로 수행되고 있는 교통수요 모형 개발 및 업데이트와 병행할 수 있도록 단기적이고 점증적으로 발전 가능한 교통수요분석 개선 대안이 될 것이다.

2) 학술적 기대효과

본 연구는 빅데이터를 활용하여 현재 사용되고 있는 교통수요 추정 방법론을 보완할 수 있는 사례 연구를 제공함으로써 관련연구범위를 넓히고 후속 연구기회 제공하고자 한다. 구체적으로 교통수요 추정 방법론을 개선하기 위해 향후 연구 가능한 방향은 다음과 같다.

첫째, 교통수요 추정 방법론의 시간적 불연속성의 개선연구이다. 교통수요 추정 및 예측을 위해 활용되고 있는 샘플 위주의 데이터 수집방법은 필연적으로 시간적 불연속성을 내포하게 된다. 지속적으로 수집되고 있는 빅데이터를 활용하여 이를 개선할 수 있는 방법을 보임으로써 향후 관련 연구를 수행할 필요성이 있음을 보이고자 한다.

둘째는, 빅데이터를 활용한 교통분석의 공간적 단위 세분화 연구이다. 현재의 방법론은 4단계 모형의 방법론이 가정하고 있는 집계적 통계 데이터를 활용하는 것을 기본으로 하고 있다. 이러한 집계적 데이터를 분석한 결과 이외에 빅데이터가 제공하는 미시적 정보를 활용하여 교통수요 추정 방법을 보완할 수 있는 방안을 제시함으로써 향후 교통수요 정책이 공간적으로 세밀하게 적용될 수 있음을 보이고자 한다.

교통수요 추정 방법의 개선 필요성 및 빅데이터를 활용한 개선 가능성

01	현 교통수요 추정 방법 및 활용의 개선 필요성	19
02	4단계 모형을 이용한 교통수요 추정 방법의 개선 필요 사항	25
03	빅데이터를 활용한 교통수요 추정 방법 개선 가능성	31
04	교통수요 추정 방법의 문제점과 빅데이터 활용한 개선방향의 대응	33

교통수요 추정 방법의 개선 필요성 및 빅데이터를 활용한 개선 가능성

본 장에서는 현재 교통수요 추정을 위해 활용되고 있는 4단계 모형을 간략하게 설명하고, 이 방법론에 기반하여 이루어지고 있는 국가 장래교통수요의 예측의 현황을 살펴본다. 또한, 국가 SOC 예산의 투자의 적정성을 판단하기 위한 투자평가지침에서 규정하고 있는 교통수요 추정 방법론의 활용방법을 알아본다. 마지막으로 방법론 자체와 그 활용현황에서 개선이 필요한 사항을 점검하고 빅데이터를 활용하여 개선 가능한 사항을 제시한다.

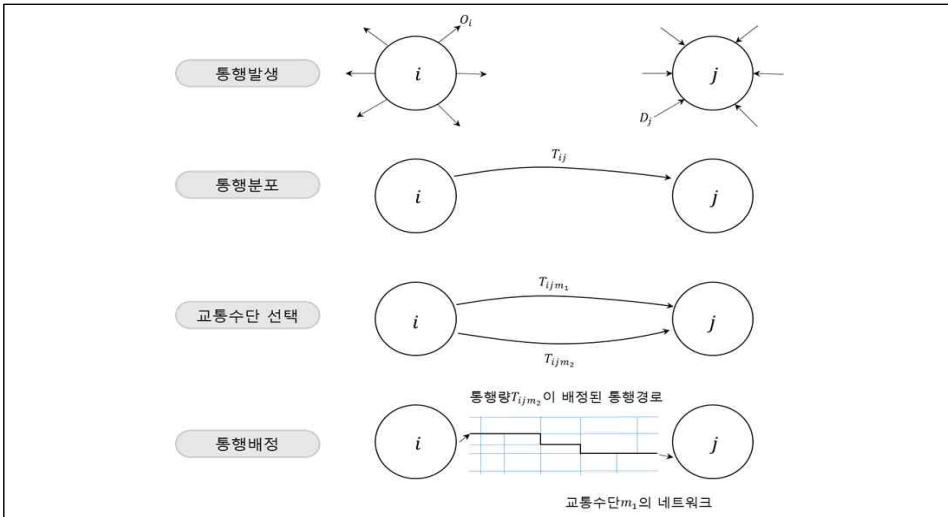
1. 현 교통수요 추정 방법 및 활용의 개선 필요성

1) 4단계 교통수요 모형³⁾

4단계 교통수요 모형은 교통수요의 가장 중요한 요소인 통행발생, 목적지 선택, 교통수단 선택, 통행경로 선택의 4개 요소를 순차적으로 예측하는 방법으로 가장 전통적인 교통수요 예측 모형이다. 모형화의 대상이 되는 변수는 존과 존 사이의 통행량이며, 설명변수로는 각 존의 인구·사회·경제적 특성을 사용한다. 존은 이론적으로 균질한 성질을 가지는(homogeneous) 공간단위를 가정하나, 실제로는 통계치의 구득 등의 용이성 때문에 통상 행정구역을 기준으로 한다. 지역 내 통행을 모형화 하기 위해서는 읍·면·동 단위를 공간단위로 사용하며, 전국을 대상으로 한 지역 간 통행을 분석하기 위해서는 보통 시·군·구를 단위로 한다.

3) 교통수요예측, <https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=23> (최종접속: 2016. 12.15)

그림 2-1 4단계 교통수요 분석의 단계



출처: 윤대식, 2001. 교통수요분석-이론과 모형. 박영사. p.19.

2) 4단계 모형에 기반한 국가 교통수요예측의 현황

전국 지역 간 및 대도시권 교통수요의 추정은 한국교통연구원에서 운영 중인 KTDB 사업을 통해 이루어지고 있다. KTDB 사업을 통한 국가 교통데이터베이스의 구축은 「국가통합교통체계 효율화법」 제 17조⁴⁾에 근거하고 있으며, 이러한 국가 표준 수요예측을 추진한 주된 목적은 개별 교통조사 및 수요예측의 난립을 방지하고, 표준적이고

- 4) 제17조(교통조사자료의 종합관리) ① 국토교통부장관은 국가교통조사 및 개별교통조사에 관한 자료·정보 등을 체계적·종합적으로 수집·분석·제공하기 위하여 국가교통 데이터베이스를 구축·운영하고, 대통령령으로 정하는 바에 따라 정기적으로 국가교통조사서를 발행·공표하여야 한다. <개정 2013.3.23.>
- ② 국토교통부장관은 제1항에 따라 개별교통조사에 관한 자료를 국가교통 데이터베이스로 구축·운영할 때에는 조사자료의 적절성, 국가교통조사자료와의 연계성 등을 종합적으로 검토하여야 하며, 필요한 경우에는 추가적으로 전문적인 분석을 하고 제5항에 따른 국가교통 데이터베이스 협의회를 통하여 협의·조정을 할 수 있다. <개정 2013.3.23.>
- ③ 공공기관의 장은 교통 관련 정책·계획·사업 등을 추진할 때에는 제1항에 따른 국가교통 데이터베이스와 국가교통조사서를 그 기초자료로 활용하여야 한다.
- ④ 국토교통부장관은 국가교통 데이터베이스의 신뢰성과 객관성을 확보하기 위하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 관련 전문가 또는 전문기관에 국가교통 데이터베이스에 대하여 점검을 하게 할 수 있다. <개정 2013.3.23.>
- ⑤ 국토교통부장관은 국가교통 데이터베이스를 원활히 구축하기 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 관계 공공기관이 참여하는 국가교통 데이터베이스 협의회를 구성하여 운영할 수 있다. <개정 2013.3.23.>
- ⑥ 국가교통 데이터베이스의 구축과 운영에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

일관성 있는 수요예측자료를 구축하여 투자사업의 평가 시 신뢰성을 높이고자 함에 있다.⁵⁾

장래 교통수요 O/D의 예측은 기본적으로 가구통행실태조사가 시행된 다음해에 이 데이터를 기준으로 하여 수행된다. 가장 최근의 전수화 및 장래 교통수요 예측은 2011년 사업을 통해 이루어졌으며, 여기에 사용된 데이터는 2010년에 지자체와 공동으로 수행한 전국 여객 O/D조사이다. 이후 다양한 데이터를 활용하여 매년 O/D의 현행화가 이루어지고 있다. 2011년 이후의 현행화는 2012년과 2013년에 시행되었으며, 2014년에는 보완갱신이라는 과업으로 시행되었다. 2011년의 장래 교통수요 예측과 현재까지 배포된 현행화에서는 해당 기준 연도에 대해 2015년, 2020년, 2025년, 2030년, 2035년, 2040년의 예측치를 제공하고 있다.

가장 최근의 2013년을 기준연도로 한 O/D 현행화 과업(2014년에 수행)은 2010년에 수집한 샘플데이터를 기반으로 2011년과 2012년의 사회경제지표 및 2차 자료(철도 수송실적, 건설기술연구원 교통량 자료 등 국가교통조사 이외의 타기관 수집자료)를 활용하여 작성한 현행화 O/D를 2013년 기준으로 갱신하는 작업이다. 2012년을 기준으로 하여 1년 전에 작성한 O/D를 2013년의 사회경제지표와 2차자료를 활용하여 갱신된 O/D를 산출하는 것을 의미한다.

5) 국가교통DB 사업의 배경 및 목적. <https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=138> (최종 접속: 2016. 12.15)

표 2-1 전국 여객 O/D의 추정 및 현행화

과업명	과업범위
2014년 전국여객O/D 보완갱신연구	○ 시간적 범위 - 기준연도 : 2013년 - 장래연도 : 2015년, 2020년, 2025년, 2030년, 2035년, 2040년 ○ 공간적 범위 - 전국지역 간 : 제주도를 포함한 전국 251개 시·군·구(단, 도서지역 제외) - 대도시권 : 제주도를 포함한 전국(권역내부는 읍·면·동, 권역외부는 시·군·구, 도서지역 제외) · 수도권: 서울시, 인천시, 경기도 · 부산울산권: 부산시, 울산시 및 인접 시군 · 대구광역권: 대구시 및 인접 시군 · 광주광역권: 광주시 및 인접 시군 · 대전광역권: 대전시, 세종시 및 인접 시군
2013년 전국여객O/D 현행화	○ 시간적 범위 - 기준연도 : 2012년 - 장래연도 : 2015년, 2020년, 2025년, 2030년, 2035년, 2040년 ○ 공간적 범위 - 전국지역 간 : 제주도를 포함한 전국 251개 시·군·구(단, 도서지역 제외) - 대도시권 : 제주도를 포함한 전국(권역내부는 읍·면·동, 권역외부는 시·군·구, 도서지역 제외) · 수도권: 서울시, 인천시, 경기도 · 부산울산권: 부산시, 울산시 및 인접 시군 · 대구광역권: 대구시 및 인접 시군 · 광주광역권: 광주시 및 인접 시군 · 대전광역권: 대전시 및 인접 시군
2012년 전국여객O/D 현행화	○ 시간적 범위 - 기준연도 : 2011년 - 장래연도 : 2015년, 2020년, 2025년, 2030년, 2035년, 2040년 ○ 공간적 범위 - 전국지역 간 : 제주도를 포함한 전국 251개 시·군·구(단, 도서지역 제외) - 대도시권 : 제주도를 포함한 전국(권역내부는 읍·면·동, 권역외부는 시·군·구, 도서지역 제외) · 수도권: 서울시, 인천시, 경기도 · 부산울산권: 부산시, 울산시 및 인접 시군 · 대구광역권: 대구시 및 인접 시군 · 광주광역권: 광주시 및 인접 시군 · 대전광역권: 대전시 및 인접 시군
2011년 전국여객O/D 전수화 및 장래수요예측	○ 시간적 범위 - 기준연도 : 2010년 - 장래연도 : 2015년, 2020년, 2025년, 2030년, 2035년, 2040년 ○ 공간적 범위 - 전국지역 간 : 제주도를 포함한 전국 251개 시·군·구(단, 도서지역 제외) - 대도시권 : 제주도를 포함한 전국(권역내부는 읍·면·동, 권역외부는 시·군·구, 도서지역 제외) · 수도권: 서울시, 인천시, 경기도 · 부산울산권: 부산시, 울산시 및 인접 시군 · 대구광역권: 대구시 및 인접 시군 · 광주광역권: 광주시 및 인접 시군 · 대전광역권: 대전시 및 인접 시군

출처: 국가교통DB 여객통행수요분석 과업수행내용 발췌. <https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=24> (최종접
속: 2016. 12. 15)

3) 투자평가지침의 교통수요 추정 방법

도로 분야의 투자평가를 위해 교통수요를 분석해야 할 때는 「도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)」⁶⁾을 참조하도록 규정되어 있다. 본 소절의 내용은 해당 지침의 내용에 기초하여 정리한 내용이다.

(1) 국가교통 DB 자료 활용

현 지침에 의하면 도로 관련 투자에 대한 평가를 위한 교통수요 분석 시에는 국가교통 DB(이하 KTDB, www.ktdb.go.kr)에서 제공된 장래 수단별 O/D(기종점통행량)을 활용하여 분석이 이루어져야 한다. 국가교통 DB에서 제공하는 수단별 O/D를 사용한다는 것은 4단계 교통수요 모형 중 3단계까지(통행발생, 통행분포, 수단분담)의 분석 결과를 제공받는 것에 해당하며, 실제 분석가는 교통시설의 여건 변화에 따른 통행배정(즉, 경로선택)만을 분석하게 된다.

단, 장래 개발계획 및 존 세분화 등 추가적인 O/D 보완작업이 필요한 경우 4단계 수요분석 방법에 따라 예측하여야 하며, 대규모 기간교통망사업(고속도로, 고속철도)의 경우 모형에 의한 수단분담을 시행하도록 지침에 규정되어 있다.

이러한 방법을 사용하는 장점과 단점은 다음과 같다. 장점은, 동일 DB를 국가의 투자평가에 공통적으로 활용하게 하여

- 객관성을 확보하고,
- O/D 구축에 드는 막대한 조사비용 및 시간 절감하며,
- 대표적으로 활용될 수 있는 O/D를 구축하는 전문성을 강화시킬 수 있다.

통행발생과 분포, 수단선택까지의 단계를 모두 거친 O/D값을 공통적으로 활용하도록 하는 지침의 단점으로는,

- 자료공개 후 변경된 제반 여건(각종 개발계획이 신설, 변경, 취소 등)을 반영하기 어렵고,
- 추정시 고려하지 않은 변화에 의해 O/D가 현실을 반영하지 못하게 될 경우에도 수정이 불가하다 (예, 인천공항 고속도로의 청라 IC 신설 등에 따른 급

6) 한국개발연구원. 2008. 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)

격한 수요 증가를 제공된 O/D로 재현하기 어려움)
는 점을 대표적으로 들 수 있다.

(2) 지침에서 허용되는 추가분석 사항

투자평가지침에서는 일반적으로 국가교통 DB의 자료를 활용하도록 정해져 있지만, 투자평가 대상 사업의 성격에 따라 추가적인 분석의 여지도 허용하고 있다.

먼저, 평가 대상 사업효과에 영향을 미치는 장래 개발계획을 반영할 수 있다. 실시 설계가 완료된 사업 등 추진이 확실한 사업에 한해 교통 시설계획 및 택지·산업단지 개발계획을 반영하여 분석하도록 한다. 이 때, 공신력 있는 기관에서 발표하거나 제시 하고 있는 계획인구를 기준으로 하며, 이에 통행발생 원단위를 곱하여 통행발생량을 추정하도록 되어 있다. 대규모 택지개발로 인한 영향권 내 인구 이주가 예상될 경우에는 주변의 타 교통존에서의 주거관련 교통량을 조정한다.

사업의 영향을 세부적으로 분석하기 위하여 네트워크와 존의 상세도를 높여야 하는 경우에는 존을 세분화하여 분석하는 것도 가능하다. 이 때는 인구 등 자료취득을 쉽게 하기 위해 하위 행정구역을 기준으로 하여 존을 분할하고 그에 상응하는 세부 교통 네트워크를 구축하며, 인구기반 원단위법을 이용하여 통행발생량을 예측⁷⁾하고, 중력모형을 이용하여 통행분포를 추정한다.

7) 지침에는 원단위법 외에도 회귀분석법을 적용할 수 있도록 언급하였으나, 국가교통 DB은 O/D 구축에 거주인구 기반의 원단위 모델만을 적용하고 있음

2. 4단계 모형을 이용한 교통수요 추정 방법의 개선 필요 사항

앞서 기술한 4단계 모형과 이에 기초한 투자평가지침의 방법론에서 개선이 필요한 사항은 다음과 같이 정리할 수 있다.

1) 발생 및 도착 통행량 추정의 문제

현 교통모형의 발생 및 도착 통행량 추정은 존을 모형 단위로 한 회귀모형을 기반으로 이루어진다. 이 회귀모형은 지역과 통행목적의 특성을 반영하기 위해 각각의 발생량과 도착량을 추정하는 모델로 이루어져 있다.

현 교통수요모형에서 각 통행목적에 대해 존 특성과의 연관성은 [표 3-1에서 3-4]와 같이 도출하여 사용되고 있다. 여느 통계모형의 추정에서와 마찬가지로 모형의 추정 과정에서는 통행발생에 미치는 영향이 있을 것으로 예상되는 다양한 변수를 고려하였으나, 최종적으로는 하나의 유의미한 설명변수만 포함하는 모형을 사용하고 있다. 이러한 모형의 활용은 첫째, 통행발생량의 추정이 단일 변수에 의해서만 결정되는 결과로 나타난다. 예를 들면, 총 취업자수의 1.5%를 수도권 지역의 업무 통행 발생량으로 추정하는 것이다([표 2-2] 참조). 둘째, 이렇게 추정된 최종적인 교통수요 모형에 의하면 인구와 고용이 증가하면 기존 인구 규모 및 도시 발전 단계와 상관없이 지역 간 통행량이 동일한 비율로 증가하는 것으로 추정된다. 하지만 실제로는 지역별로 인구증가 및 도시발전과 통행량 사이에 존재하는 관계는 상이할 수 있어 추정오차를 일으킬 가능성이 클 것으로 예상할 수 있다. 셋째, 광역권역별로 평균적인 계수를 추정하여 활용하고 있어, 발생·도착 통행총량과 존 특성간의 인과관계가 명확하지 않으며, 지역별로 특징적으로 나타나는 교통패턴에 대한 설명이 어렵다. 또한 데이터 수집이 5년에 한 번씩 이루어져, 마지막 데이터 수집 이후에 새로이 나타나는 패턴을 포착하여 모형에 반영하기 어렵다.

공간적으로는 행정구역에 기반한 존을 사용하기 때문에 교통존 내 토지이용 및 교통접근성의 불균질성이 존재함에도 평균적 계수를 적용할 수밖에 없어 토지이용특성이 교통수요에 미치는 영향이 왜곡될 가능성이 있다. 이러한 존 기반 모형은 교통존보다 작지만 교통량 분석에 중요한 영향이 있는 지역을 상세하게 분석하기에 한계가 있다.

표 2-2 광역권 발생통행량 회귀모형 구축 결과

통행목적		업무	귀가	여가	기타
지역	설명변수	총취업자	총종사자	총종사자	20세이상인구
수도권	계수	0.015	0.016	0.010	0.014
	t값	16.914	12.737	21.607	13.635
부산·울산권	계수	0.028	0.022	0.019	0.035
	t값	11.777	7.895	12.352	7.717
대구광역권	계수	0.046	0.038	0.020	0.037
	t값	11.098	6.038	10.012	6.919
광주광역권	계수	0.050	0.051	0.026	0.049
	t값	6.523	5.770	10.293	6.774
대전광역권	계수	0.100	0.079	0.035	0.081
	t값	22.805	6.285	12.914	7.622

출처 : 한국교통연구원. 2012. 「2011년 국가교통수요조사 및 DB구축사업」보고서 제2권 전국 여객 O/D 전수화 및 장래수요예측.
p.90

표 2-3 광역권 도착통행량 회귀모형 구축 결과

통행목적		업무	귀가	여가	기타*
지역	설명변수	총취업자	총종사자	총종사자	20세 이상 인구
수도권	계수	0.017	0.011	0.014	0.016
	t값	14.916	15.467	13.703	11.472
부산·울산권	계수	0.022	0.017	0.018	0.038
	t값	11.973	9.927	8.006	10.381
대구광역권	계수	0.044	0.021	0.025	0.044
	t값	11.464	7.801	5.940	6.392
광주광역권	계수	0.039	0.025	0.033	0.045
	t값	6.005	9.406	5.124	5.544
대전광역권	계수	0.088	0.041	0.050	0.082
	t값	14.131	11.027	8.104	6.991

출처 : 한국교통연구원. 2012. 「2011년 국가교통수요조사 및 DB구축사업」보고서 제2권 전국 여객 O/D 전수화 및 장래수요예측.
p.91

표 2-4 기타권역 발생통행량 회귀모형 구축 결과

구분	발생						
통행목적	출근	등교	업무	쇼핑	귀가	여가	기타
변수	총취업자	5~24세 인구	총종사자	15세 이상 인구	총종사자	20세 이상 인구	15세 이상 인구
계수	0.908	0.818	0.447	0.077	2.920	0.188	0.365
t값	86.548	108.702	26.731	37.917	54.351	46.311	50.480

출처 : 한국교통연구원. 2012. 「2011년 국가교통수요조사 및 DB구축사업」보고서 제2권 전국 여객 O/D 전수화 및 장래수요예측. p.92

표 2-5 기타권역 도착통행량 회귀모형 구축 결과

구분	도착							
통행목적	출근	등교		업무	쇼핑	귀가	여가	기타
변수	총종사자	초중고생	대학생	총종사자	총종사자	총인구	총종사자	총종사자
계수	1.172	0.920	1.076	0.455	0.186	1.011	0.410	0.867
t값	86.701	41.359	24.354	27.233	25.059	139.14	27.941	32.025

출처 : 한국교통연구원. 2012. 「2011년 국가교통수요조사 및 DB구축사업」보고서 제2권 전국 여객 O/D 전수화 및 장래수요예측. p.92

2) 장래 변화하는 존간 통행패턴의 고려 미흡

통행분포 단계에서 존간 통행량은 통행유출량(통상 주거지)과 통행유입량(통상 근무지)에 의하여 결정되며, 장래에도 기준년도 통행패턴을 유지한다는 가정 하에 존의 사회경제적 속성을 고려하지 않는 형태의 2중제약 프라타 모형을 사용하고 있다. 따라서 혁신도시 등 대규모 신도시 개발의 결과로 인근 대도시와의 직-주 통행 증가 등 기존에 나타나지 않은 새로운 통행패턴이 발생할 가능성이 매우 높으나, 현재의 O/D 구축 과정에서는 이를 고려하지 않고 있다.

통행분포 단계에서 사용하는 2중제약 프라타 모형의 일반적인 수식적 표현은 다음과 같으며⁸⁾,

8) 한국교통연구원. 2012. 「2011년 국가교통수요조사 및 DB구축사업」보고서 제2권 전국 여객 O/D 전수화 및 장래 수요예측. p.107

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j t_{ij}$$

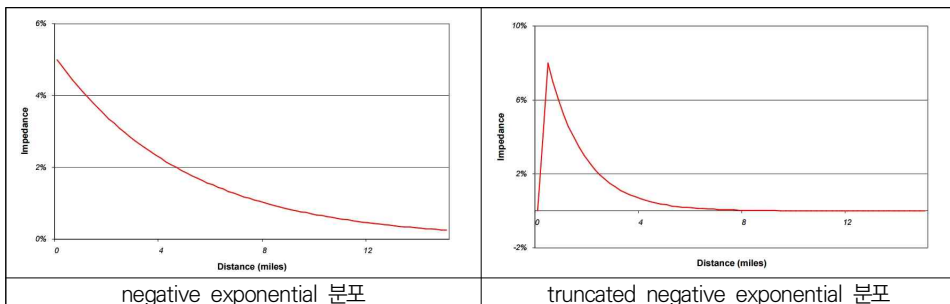
각 변수는 다음과 같이 정의한다.

T_{ij}	존 <i>i</i> 에서 존 <i>j</i> 로의 통행량
$A_i B_j$	존 <i>i</i> 에서 발생, 존 <i>j</i> 로 도착하는 균형계수 파라미터
O_i	존 <i>i</i> 에서 발생하는 총 통행량
D_j	존 <i>j</i> 로의 총 도착 통행량
t_{ij}	2010년 기준 O/D

이와 같은 모형식에서는 미래의 교통수요가 현재의 교통수요패턴에 비례하여 변화하며, 그렇지 않은 경우 변화의 원인을 정량적으로 분석하는 것이 불가능하다.

그러나 대규모 신도시의 개발과 같은 통행 패턴의 변화를 발생시키는 토지이용의 변화의 경우, 기존 통행패턴 유지를 가정한 모형으로는 현실적인 통행패턴의 반영이 어려울 것으로 예상된다. 실제로 세종시 건설 이후에는 기존 수도권에 거주하던 직장인들이 이주하지 않은 채 통근을 하는 비율이 상당히 높는데, 이것은 일반적인 통행거리에 따른 통행량 빈도의 분포와는 매우 다른 형태로 예상된다. 아래 그림은 통행분포 모형에 일반적으로 적용되는 통행저항함수(negative exponential 과 truncated negative exponential 분포)의 형태이고, 빅데이터 분석에서 나타나는 패턴과 비교할 수 있다.

그림 2-2 통행분포 모형에 일반적으로 적용되는 통행저항함수의 거리(x)-빈도(y) 관계



출처 : Ned Levine. 2010. Lecture note, Chapter 14 Trip distribution <https://www.icpsr.umich.edu/CrimeStat/files/CrimeStatChapter.14.pdf> (최종 접속: 2016. 12. 15)

3) O/D 예측치와 실측치 비교의 한계

현재 KTDB에서 제공하고 있는 O/D는 전국 가구의 약 2.5% 표본(2010년 기준)을 대상으로 하는 가구통행실태조사, 주요 지점의 통행량 조사 등을 이용하여 전체를 추정한 값이므로, O/D의 참값을 확인할 수 있는 방법이 없다. 따라서 샘플조사에서 포착된 통행을 전수로 확대하는 O/D 전수화 과정에서 실제 O/D와 다른 왜곡이 발생할 수 있으나, 이를 검증할 수 있는 기준 및 자료가 없다는 점도 향후 빅데이터 분석에서 해결 노력을 기울여야 할 부분이라 하겠다.

4) 관련 개발계획의 추진상황 반영의 한계

O/D 추정 및 예측에서 주택단지·산업단지 등에 대한 개발계획을 반영할 때는 계획한 규모의 인구가 장래에 실현되는 것으로 가정하며, 해당지역 인구 증가를 위하여 주변지역의 인구가 감소하는 것을 가정한다. 그러나 최종 계획인구 입주율을 100%로 가정⁹⁾하며, 계획단계별로 계획된 것과 동일한 규모의 입주가 진행되는 것으로 가정하고 있어 실제의 지역 상황을 반영하지 못한다.

계획의 실현 여부에 대해서는 실제로는 계획의 실현이 100%에 미치지 못하는 경우가 종종 있음에도 이에 대한 고려가 미흡하며, 최종 목표연도에 이르기 전 중간 단계에서 실제 인구 이주규모와 이에 해당하는 교통수요 추정치를 확인하여 수요 추정에 반영하기 어렵다. 또한 계획추진상황을 고려하여 장래 계획의 원안이 수정되더라도, 이미 국가교통 DB에 원안이 반영되어 있다면 분석자가 이를 수정·반영할 수 있는 방법이 없다.

또한, 현재 국가교통 DB에서는 장래 O/D 예측에서 고려한 개발계획 목록을 제공하고 있으나, 계획내용을 어떠한 방법으로 O/D 전망에 반영하였는지에 대한 구체적인 정보는 제공하고 있지 않다.

9) 단, 계획인구 100% 입주 시점은 계획인구규모에 따라 다르게 적용하나 준공시점으로부터의 시차를 최대 4년으로 설정함 (한국교통연구원, 2016. 2015년도 국가교통조사 및 DB 구축사업: 전국 여객 O/D 보완갱신. p.125)

5) 존 내부의 공간구조를 반영(존 세분화 등)할 수 있는 방법론의 부재

이론적으로 교통존은 통행 유입이나 유출 등 통행패턴에서의 동질성을 가정하는 것이 원칙이나, 사회경제적 자료구득의 편의성으로 통상 행정구역을 기준으로 설정하고 있다. 동일 행정구역 내에서도 지역에 따라 매우 상이한 통행패턴을 가질 수 있으며, 초기에 동질한 구간을 설정했다 하더라도 시간이 지나면 존 내의 개발 패턴이 변화함에 따라 동질성의 가정을 적용할 수 없게 되는 경우도 있다. 일례로, 안성시는 전국단위 분석에서 한 개 존의 존으로 분석하고 있지만 다섯 개의 고속도로 IC가 경유하는 지역이며 지역에 따라 인구밀도 및 개발여건의 차이가 큰 것으로 나타나고 있다. 앞서 기술한대로 지침에서 허용하는 범위에서는 하위 행정구역단위 분할을 통한 존 세분화가 가능하나, 실질적인 통행패턴의 동질성을 확인할 수 있는 절차나 방법이 정립되어 있지 않아 분석의 오차로 연결될 가능성이 있다.

3. 빅데이터를 활용한 교통수요 추정 방법 개선 가능성

본 연구에서는 빅데이터를 활용하여 교통수요 추정 방법을 개선할 수 있는 방향은 크게 다음과 같은 세 가지로 제시하고자 한다.

1) 상시수집 빅데이터를 활용하여 현재 데이터의 시간적 불연속성 보완

현재 교통수요 추정을 위해 활용되고 있는 가구동행실태조사는 5년 간격으로 이루어지고 있어, 그 사이에 일어나는 변화를 감지하기 힘들고, 특정시점 이전과 이후를 분석하기에 어려움이 있다. 빅데이터는 상시 수집되는 데이터이기 때문에 수시로 수집되고 있는 데이터를 활용할 수 있어, 현재 수집되는 데이터에 존재하는 시간적 공백을 보정하기 위한 수단으로 활용 가능할 것으로 예상된다.

2) 공간적 해상도가 높은 빅데이터를 활용하여 존 내 통행특성 분석

존 내 교통수요의 상세한 분석을 위해 지침에서 허용하고 있는 존 세분화 시 하위 행정 경계를 분석의 기준으로 하고 있으며, 교통 수요는 원단위 등 평준화된 지표 및 중력모형을 활용하고 있어¹⁰⁾ 각 세부 존의 특징적인 통행 패턴(통행량, 통행 거리 등)을 반영하기 어렵다. 이 부분은 지침에서 정의된 내용이기도 하지만, 현재의 데이터 수집 체계에서는 각 존의 통행패턴의 차이를 볼 수 있는 데이터를 모으는 것이 거의 불가능한 현실이다.

빅데이터는 종류에 따라 데이터마다 다른 공간적 단위를 사용하나, 일반적으로 행정 경계에 기반한 통계치보다 현실에 가까운 공간적 단위로 정보 제공 가능하기 때문에 행정경계는 물론 그보다 작은 단위의 공간적 분할을 다양하게 시도할 수 있으며, 각 구역에 대해 해당 데이터로 측정 가능한 통행특성을 도출할 수 있다. 아래는 교통 분야에 활용되고 있는 대표적인 빅데이터의 공간단위와 측정할 수 있는 통행 특성에 대한 예시이다

- 고속도로 통행데이터: 톨게이트(포인트)간 이동 차량대수 제공

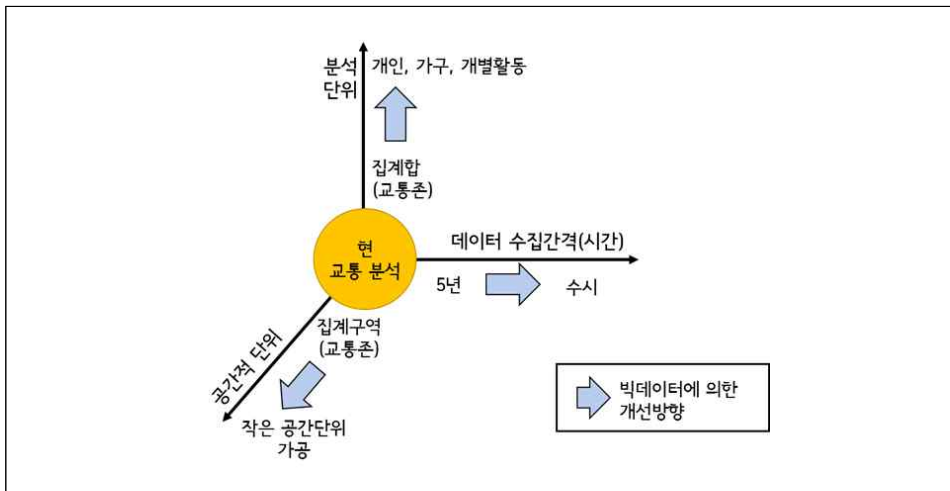
10) 한국개발연구원. 2008. 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판) p.242

- ITS: 도로구간(라인)별 교통류 정보 제공
- SK 이동통신 사용자 분포: 이동통신 사용자별 이동궤적 정보를 보유하고 있으나 개인정보보호를 위해 50m×50m의 격자로 가공하여 성별, 연령별, 청구지 주소별 인구 수 제공

3) 개인별로 수집된 데이터 활용으로 미시적 자료 구축 가능

4단계 모형은 존간 통행량을 추정하기 때문에 통행 간의 연관관계를 고려할 수 없다. 따라서 하루 중 어느 시점에 한 지역의 사람들이 얼마나 멀리 분산되었는지를 산정할 수 있는 방법이 없다. 따라서 지역 간 연관성 및 지역의 영향권 등의 분석에 대한 적용이 어렵다. 하지만, 빅데이터는 프라이버시를 침해하지 않는 선에서 개인 단위의 미시적 자료를 가공하여 활용할 수 있어, 거주지 별로 인구의 위치를 추적하는 등의 분석이 가능하다. 이러한 자료는 4단계 모형의 전수화 자료의 세부적 검증, 혹은 향후 마이크로시뮬레이션 등과 결합하여 활용 가능할 것으로 예상된다. 본 연구에서는 현재 활용되고 있는 교통수요모형의 개선에 집중하여 앞서 제시한 두 가지 방향의 빅데이터 특성에 기반한 수요추정의 개선방안을 제시하고자 한다.

그림 2-3 빅데이터에 의한 교통수요 추정 개선방향



4. 교통수요 추정 방법의 문제점과 빅데이터를 활용한 개선방향의 대응

본 연구에서 접근하고자 하는 현 교통수요 추정 모형의 개선 필요성은 단계별로 다음과 같다.

통행발생단계의 문제점은 크게 ① 개발계획의 추진현황을 개별적으로 조정할 수 없다는 점과 ② 주말통행의 경우 지역별로 평준화된 주말계수 사용하여 지역별 특성 반영 미흡하다는 점에 대한 빅데이터 분석사례를 제시하고자 한다.

통행분포 단계에 대해서는 ① 신규 개발 도시의 경우 도시개발 속도에 비해 사회경제지표 생산에 걸리는 시간 때문에 현재 교통상황을 설명할 수 있는 변수가 부족하다는 점과 ② 존으로 유입된 통행이 존 내부에서 어떻게 분포되는지에 대한 정보가 부족하여 이에 대해 빅데이터를 통한 보완방법을 제시하고자 한다.

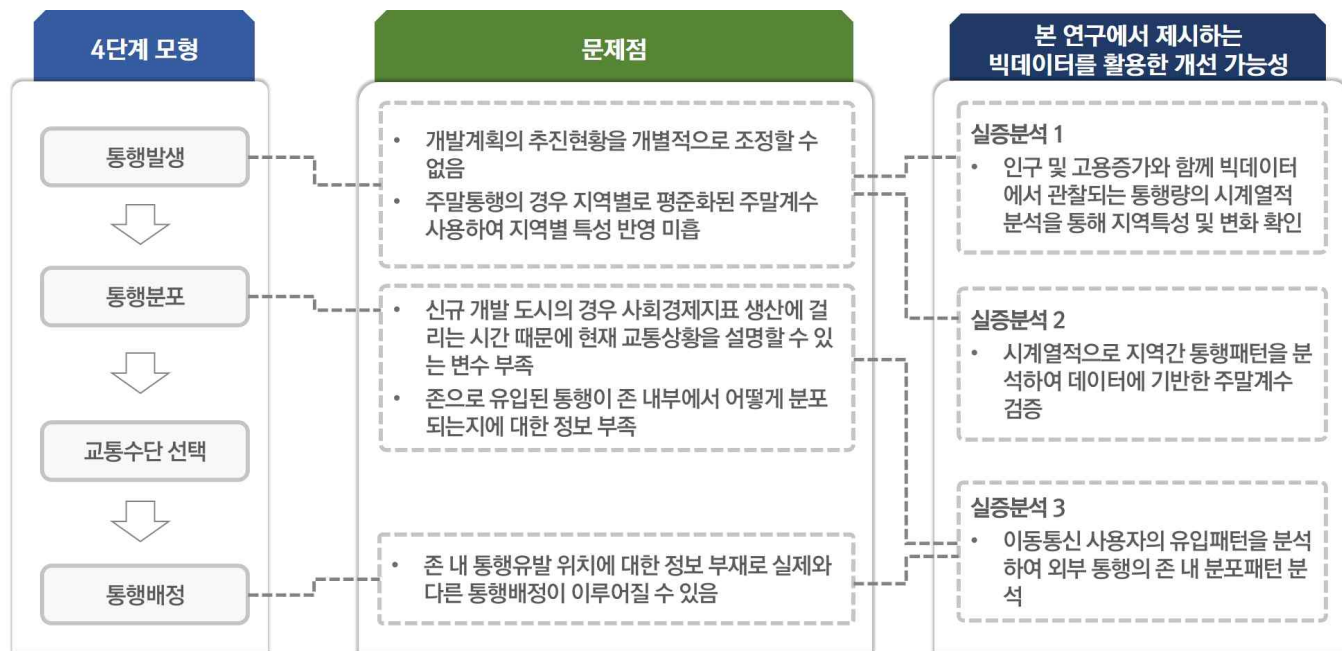
통행배정 단계에서는 존 내 통행유발 위치에 대한 정보가 없어 실제와 다른 통행배정이 이루어질 수 있다는 점에 대해 앞서 통행분포의 두 번째 문제점과 함께 다루어 분석 사례를 제시하고자 한다.

이러한 문제점에 대해 빅데이터를 활용한 개선 가능성을 보이기 위해 세 가지의 실증분석을 제시한다.

- 실증분석 1: 인구 및 고용증가와 함께 빅데이터에서 관찰되는 통행량의 시계열적 분석을 통해 지역특성 및 변화 확인
- 실증분석 2: 시계열적으로 지역 간 통행패턴을 분석하여 데이터에 기반한 주말계수 검증
- 실증분석 3: 이동통신 유동인구의 유입패턴을 분석하여 외부 통행의 존 내 분포패턴 분석

본 연구에서 제시하고자 하는 교통수요 추정 방법에 대한 개선 가능성은 모형 단계별로 다음 그림과 같이 요약할 수 있다.

그림 2-4 교통수요 추정 방법의 문제점과 빅데이터를 활용한 개선 가능성



CHAPTER 3

빅데이터를 활용한 교통수요 추정 방법 개선의 실증분석

01 실증분석의 개요 37

02 TCS데이터의 시계열적 분석을 통한 장래 O/D 추정의 검증 43

빅데이터를 활용한 교통수요 추정 방법 개선의 실증분석

본 장에서는 빅데이터를 활용하여 교통수요 추정 방법을 개선할 수 있음을 보일 수 있는 실증분석 사례를 제시하고자 한다. 제시한 실증분석은 1) 고속도로 TCS¹¹⁾ 데이터의 시계열 분석을 통한 장래 O/D 추정의 검증, 2) TCS 데이터를 활용한 주중/주말 지역 간 통행패턴 도출 및 주말계수 검증, 3) 이동통신 유동인구 데이터를 활용한 지역 간 통행의 존 내부 통행패턴 분석의 세 가지이다.

1. 실증분석의 개요

1) 분석의 목표

본 실증분석에서는 상시 수집되는 빅데이터의 특성을 이용하여 도시의 인구, 교통 특성에 대해 실측값에 기반한 분석을 실시하고, 현재 5년 단위로 실시되고 있는 가구 통행실태조사와 이를 활용한 교통수요 추정 방법을 보완할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2) 분석의 주제

본 절에 포함된 실증분석의 대상은 최근 수년 간 빠르게 개발이 이루어진 세종시 및 혁신도시 인근지역에서 일어난 인구의 증가와 이로 인한 교통특성의 변화이다. 본격적인 이전은 2012~2013년 이후에 일어난 것으로 보이며 이후 지속적으로 인구가 증가하고 있는 양상이다. 따라서 이 지역들에 대해서 이전규모 및 등록인구 변화는 지속적으로 파악되고 있으나, 이에 의한 지역교통패턴의 변화 및 지역적 차별성은 파악은 어려

11) Toll Collection System

운 실정이다.

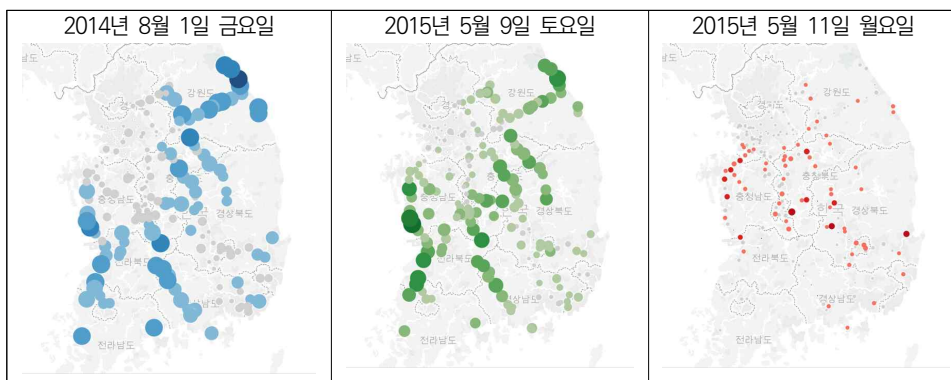
본 절에서 제시하는 빅데이터 분석에서는 첫째, 지역별로 기관 이전 및 인구증가에 의한 교통량의 양적 변화를 살펴보고, 둘째, 지역별로 통행의 특성 변화를 분석하고자 한다. 지속적으로 일어나고 있는 통행량 및 통행 특성의 변화를 분석하기 위해서는 상시 수집되는 데이터의 활용이 필요하며, 이러한 측면에서 빅데이터의 활용이 적합한 사례로 판단된다.

3) 2015년 수행 연구와의 차별점

(1) 2015년 수행 내용

고속도로 요금징수체계(Toll Collection System, 이하 TCS)를 통해 수집된 톨게이트 간 통행량 데이터를 활용하면 지역 간 통행의 시계열적 변화를 파악할 수 있음을 보였으며, 이러한 변화에 의해 실제 통행량은 현재 지역 간 교통수요의 기준으로 사용하는 O/D값과의 편차가 매우 큰 경우가 존재함을 확인하였다[그림 3-1]. 이러한 편차는 지역의 특성에 의해 유발되며, 시간의 경과에 따른 지역의 발전에 따라 그 편차의

그림 3-1 경기도 출발 고속도로 통행 요일별, 시기별 비교
2015년 5월 12일~14일(화, 수, 목) 통행량 평균 대비 x배



정도가 달라질 수 있다. 현재의 교통분석에서는 지역의 특성을 광역시도별로 평준화하여 계수를 적용하는 경우가 많아 이러한 평균적 패턴에서 벗어나는 경우에는 지역특성 및 이 특성의 변화에 대한 분석이 필요하다는 점을 도출하였다.

하지만, 2015년 실증분석에서는 연중 교통량 변동 패턴을 살펴봄에 있어 지역에 제한을 두지 않아 지역을 특정하여 구체적인 결과를 도출하지 못하였다. 지역별로 구체적인 분석을 실시하지 못한 가장 큰 원인은, 인구 등 지역의 특성을 나타내는 변수가 행정구역 단위로 집계되는 반면, 고속도로 통행 데이터는 톨게이트 기준으로 집계되어 두 변수를 함께 분석하기 어렵다는 점이었다. 또한, 지역 간 고속도로 통행데이터가 민자구간 등에서 단절이 일어나 온전한 고속도로통행 O/D값을 제공하지 않았고, 이를 해결한 분석결과를 도출하기에 어려움이 있었다.

(2) 2015년 분석과의 차별성

올 해의 분석에서는 다음과 같은 방법으로 2015년 분석을 개선하고자 한다. 먼저, 비슷한 시점에 개발이 시작되어 상호 비교에 의미가 있는 지역(세종시와 혁신도시)으로 대상지역 제한하고자 한다. 이러한 지역은 인구 및 산업 측면에서 매우 빠르게 변화가 일어나고 있어, 시차를 가지고 제공되는 통계청 제공 데이터가 나타내는 도시와 현 시점의 도시가 매우 달라 빅데이터의 활용가능성을 잘 드러낼 수 있을 것이다.

또한, 고속도로 통행자료의 특징을 고려하여 민자고속도로와 도로공사 운영구간과의 사이에서 통행 분절이 일어나는 영향이 적게 나타나는 수치를 기준으로 분석하고자 한다. 본 연구에서 선택한 방법은 O/D보다는 도착통행량을 기준으로 하였다.

2015년 이동통신 유동인구 데이터¹²⁾를 이용한 분석에서는 서울 전역을 분석범위로 삼아 수요분석의 측면에서 의미 있는 결과를 도출하기 어려움이 있었기 때문에, 본 보고서에서는 특징적인 대상지역을 선정하여 이동통신 유동인구 분포로부터 도출한 통행 특성이 존의 특성을 반영하고 있음을 보이고자 한다.

12) SK 텔레콤에서는 기지국을 통해 포착된 이동전화의 사용자 위치를 50m X 50m 격자로 묶어 시간대별로 가공한 유동인구 정보를 제공하며, 속성정보로는 성별, 연령구간별, 구 단위 청구지 주소별 인구수를 제공한다.

4) 분석의 방법

본 분석을 위한 지역으로는 세종시와 네 개의 혁신도시를 선정하였다. 초기 분석에서는 더 많은 혁신도시를 포함하여 분석을 시행하였으나, 기관의 이전 규모와 이에 따라 나타난 통행량변화 등을 고려하여 보고서에는 그 중 특징적인 사례를 신고자 하였다. 본 분석에 최종적으로 포함된 지역과 분석에 활용한 데이터 및 데이터의 시간적 범위는 다음과 같다.

○ 선정 지역

- 세종특별자치시
- 전남혁신도시(나주시 빛가람동)
- 충북혁신도시(진천군 석장리/두촌리, 음성군 동성리/두성리)
- 진주시(진주시 충무공동)
- 강원혁신도시(원주시 반곡관설동)

○ 분석 대상 데이터셋

- 계획인구 및 예상 이전기관 종사자수¹³⁾
- 등록인구 변화(시계열)¹⁴⁾
- TCS 고속도로 통행량 데이터(시계열)¹⁵⁾
- 이동통신 유동인구(SK 텔레콤으로부터 구매)

○ 분석의 시간적 범위

- 인구: 2011~2016(각 해의 주민등록인구)
- 고속도로 통행량: 2011~2016 4월의 유입(도착) 통행량
- 유동인구: 2016. 4. 20. (수)의 시간대별 SK 텔레콤 이용자 분포

빅데이터의 분석에서는 공간적 단위가 행정구역 기반의 교통수요 분석과는 다르므

13) 지역별 혁신도시 정보. <https://innocity.molit.go.kr/> (최종접속: 2016.12.15.)

세종특별자치시. 2014.2. 2030 세종도시기본계획, <http://ebook.sejong.go.kr/Viewer/D0KRTRSA4D69> (최종접속: 2016.12.15.)

14) 국가통계포털 주민등록인구현황. <http://kosis.kr/> (최종접속: 2016.12.15.)

15) 고속도로 공공데이터포털을 통해 다운로드. data.ex.co.kr (최종접속: 2016.12.15.)

로, 분석의 시나리오와 함께 공간적 영역을 설정하는 것이 중요하다. 특히 TCS 자료의 경우 톨게이트를 통과하는 차량의 최종 목적지를 특정할 수 없기 때문에 본 연구에서는 분석대상 지역을 선정된 후 해당 지역에서 이용할 수 있는 톨게이트를 거리 및 통행량을 고려하여 선택하였다. [그림 3-2]와 같이 선정된 세종시 및 혁신도시와 인근 톨게이트에 대해 이전규모, 인구변화, 고속도로 교통량 변화를 살펴보고 분석을 시행하였다.

이러한 분석결과와 한계점 및 분석결과 해석에 있어서의 주의점은 다음과 같다. 분석에서 제시하고 있는 교통량 및 교통량의 증가치는 선택된 분석영역을 도착지로 한 통행 이외에 주변 지역으로 가는 통행이 포함되어 있을 수밖에 없다. 하지만, 본 분석은 2011년을 기점으로 하여 급격한 거주자 및 근무자가 증가한 지역을 대상으로 하고 있어, 분석 대상지역 주변은 상대적으로 변화가 적거나 느릴 것으로 가정하였다. 따라서 교통량 변화의 상당 부분이 신규로 개발이 일어난 지역의 변화로 인한 직, 간접적 영향이라는 것이 본 분석의 전제이다.

이러한 분석을 위해 최종적으로 선택된 영역 및 톨게이트는 도시별로 [그림 3-3]에 제시하였다.

그림 3-2 분석을 위한 대상지역 별 톨게이트 선택 및 분석내용의 개념

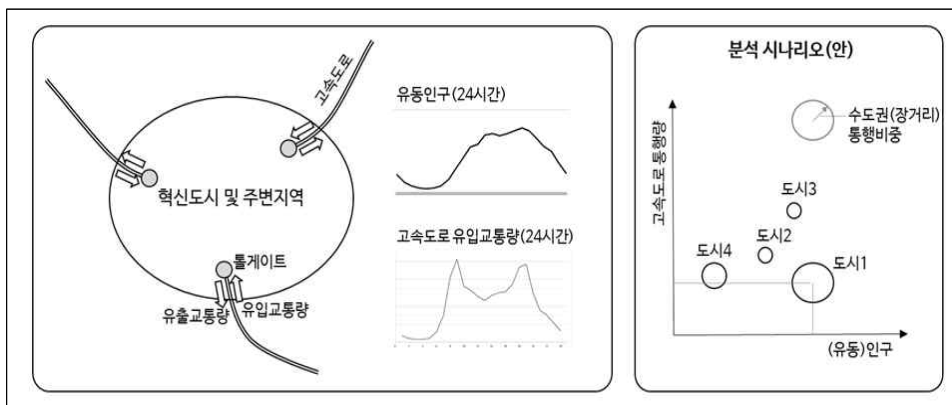
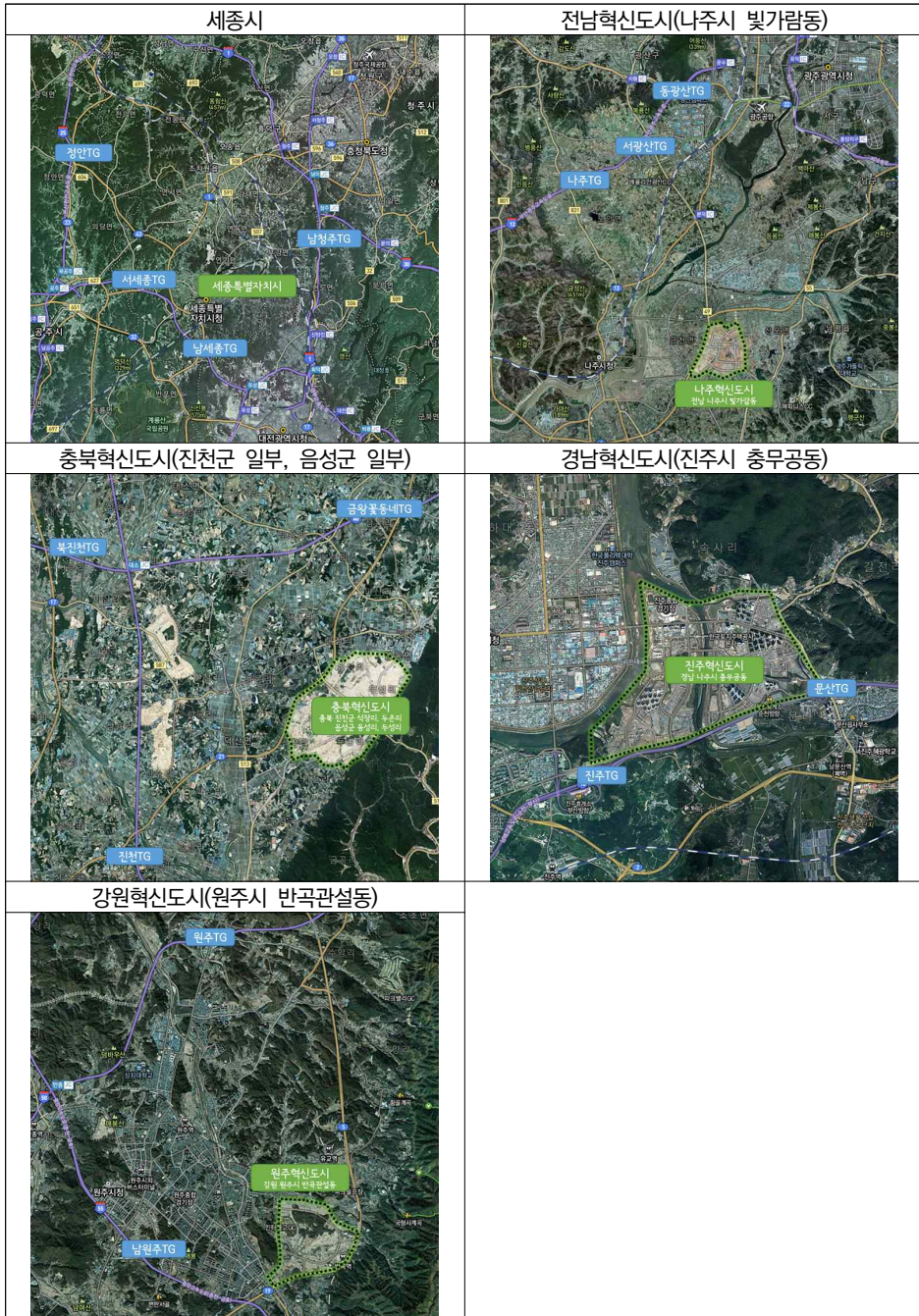


그림 3-3 분석 영역



지도 출처: 다음지도 기반으로 저자 편집. map.daum.net (최종 접속: 2016.12.15.)

2. 실증분석 I : TCS데이터의 시계열적 분석을 통한 장래 O/D 추정의 검증

1) 분석의 목적

본 분석에서는 대상지역에 대해 2011년부터 2016년까지 누적된 TCS 데이터¹⁶⁾를 활용하여 기관이전과 인구증가에 따른 유입통행의 양적인 변화를 분석하고, 이를 KTDB에서 배포한 연도별 O/D 자료¹⁷⁾와 비교하여 현재 교통수요 추정 과정과 추정치 활용 단계에서 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2) 기초분석

(1) 계획인구와 실제 등록인구

각 도시의 개발 및 인구이주현황을 확인하기 위해 2030년을 기준으로 한 계획인구와 2016년 4월을 기준으로 한 주민등록인구를 비교하였다[그림 3-4]. 계획 인구 대비 가장 달성률이 높은 곳은 강원혁신도시(44%)이고, 가장 낮은 곳은 충북혁신도시(14%)인 것으로 나타났다. 본격적인 이전이 일어난 시점이 2013년~2014년 정도인 것으로 나타나고 있어, 2030년 계획인구의 달성여부를 현재 시점에서 추측하기에는 어려움이 있다. 향후 2~3년간의 인구증가 추이를 추가적으로 살펴보면 계획인구에 근접한 인구이주가 이루어질 가능성이 큰 지역과 그렇지 않은 지역의 윤곽이 드러날 것으로 보이며, 이러한 추세에 기반하여 계획의 조정이 필요하게 될 가능성도 존재한다.

계획인구의 달성을 중요하게 살펴보는 이유는, 각 도시의 교통수요 전망치가 2030년의 계획인구를 달성한 것을 가정하고 있기 때문이다. 도시개발 초기에 도출한 향후 예측치는 큰 오차가가능성을 피할 수 없지만, 교통수요예측에 있어서도 향후 실제 계획 달성 추이를 추적하여 통행량 추정에 반영하여야 현실에 가까운 값으로 수렴할 수 있을

16) 고속도로 공공데이터포털을 통해 다운로드. data.ex.co.kr (최종접속: 2016.12.15.)

17) 한국교통연구원, 2015, 국가교통수요조사 및 DB구축사업」 배포자료

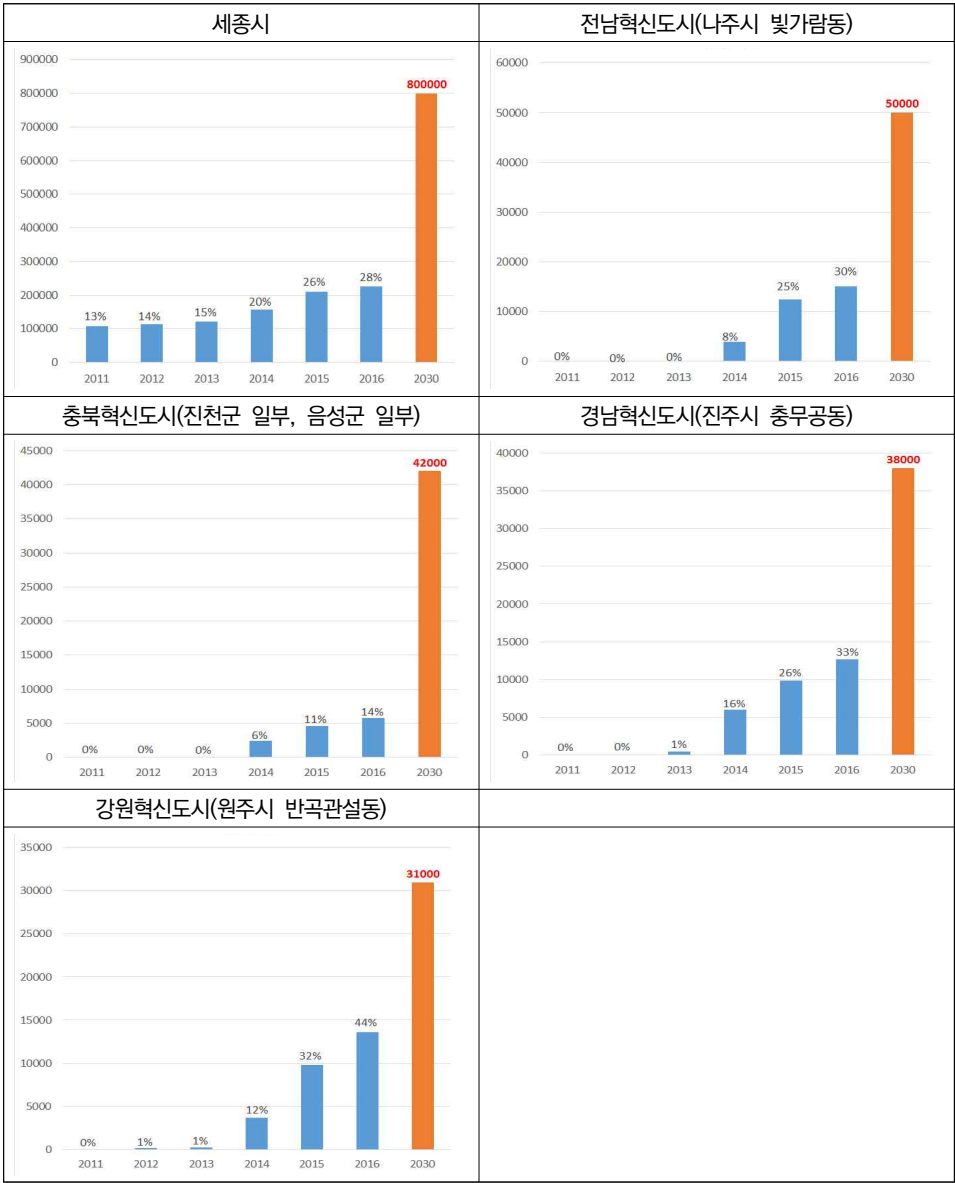
한국교통연구원, 2014, 국가교통수요조사 및 DB구축사업」 배포자료

한국교통연구원, 2013, 국가교통수요조사 및 DB구축사업」 배포자료

<https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=24> 를 통해 신청 후 다운로드

것이다. 이 부분에 대해서는 실증분석의 뒷부분에서 좀 더 자세하게 다루고 있다.

그림 3-4 **지역별 인구변화**



데이터 출처: 국가통계포털 주민등록인구현황. <http://kosis.kr/> (최종접속: 2016.12.15.)

(2) 이전규모와 인구변화

각 도시의 현황을 살펴보기 위한 두 번째 방향은 이전규모 대비 인구변화이다. 이전 기관 종사자의 이주형태는 가족 이주, 단신 이주, 이주 없이 매일 출퇴근으로 나눌 수 있는데, 가족단위 이주가 많을수록 지역 간 통행보다는 지역 내 통행이 많이 늘어날 수 있으며, 서비스산업에 대한 수요 또한 늘어나 추가적인 이주 및 근거리 통행을 유발하는 효과를 예상할 수 있다. 단신이주나 이주 없이 매일 출퇴근하는 이전기관 종사자는 가족 이주에 비해 정기적인 지역 간 통행을 유발할 가능성이 높으며, 단거리 통행 및 서비스산업에 대한 간접효과는 상대적으로 적을 것으로 예상된다.

이러한 관점에서 [표 3-1]의 각 도시 이전규모와 인구변화 요약을 살펴볼 때, 이전 규모 대비 인구변화는 세종시에서 가장 크게, 충북 혁신도시에서 가장 작게 나타나 각 도시의 전반적인 변화 양상 및 통행량 변화를 개략적으로 예상할 수 있다.

이 중 충북혁신도시에서 이전규모 대비 인구변화가 가장 작게 나타난 원인은 수도권에서 가장 가까워 통근 가능한 거리에 있다는 점이 주로 지적되고 있다. 또한, 충북에서 이전 규모에 비해 계획인구의 비율이 가장 크게 설정되어 있어, 주거지 및 상업시설 등이 균형 있게 발전할 수 있는 동인이 부족했을 가능성이 있고, 입주주택 건설추이 또한 한 가지 영향변수가 될 수 있다.

표 3-1 각 도시의 이전규모, 인구변화 요약

도시	이전기관	이전규모 (명)	2030년 계획인구	인구변화 (‘11-’16)
세종시	40개 중앙행정기관, 15개 국책연구기관(기초기술연구회, 산업기술연구회, 한국법제연구원, 한국조세재정연구원, 경제·인문사회연구회, 과학기술정책연구원, 대외경제정책연구원, 산업연구원, 한국개발연구원, 한국교통연구원, 한국노동연구원, 한국보건사회연구원, 한국직업능력개발원, 한국청소년정책연구원, 한국환경정책평가연구원, 선박안전기술공단, 축산물품질평가원, 국토연구원, 농림수산물교역문화정보원, 가축위생방역지원본부)	약 16,000	800,000	117,687
전남 혁신도시	사립학교교직원연금공단, 농어촌공사, 농식품공무원교육원, 농수산식품유통공사, 문화예술위원회, 콘텐츠진흥원, 방송통신전파진흥원, 국립전파연구원, 한국전력공사, 한전KDN(주), 한전KPS(주), 전력거래소, 우정사업정보센터, 농촌경제연구원, 인터넷진흥원, 농림수산물기술기획평가원	6,763	50,000	15,081
충북 혁신도시	한국소비자원, 한국고용정보원, 정보통신정책연구원, 국가기술표준원, 한국가스안전공사, 법무연수원, 정보통신산업진흥원, 한국과학기술기획평가원, 한국교육개발원, 한국교육과정평가원, 중앙공무원교육원	3,045	42,000	5,762
경남 혁신도시	중앙관세분석소, 국방기술품질원, 중소기업진흥공단, 한국남동발전(주), 한국세라믹기술원, 한국산업기술시험원, 한국토지주택공사, 저작권위원회, 한국승강기안전관리원, 주택관리공단, 한국시설안전공단,	3,580	38,000	12,649
강원 혁신도시	한국보훈복지의료공단, 대한적십자사, 대한석탄공사, 한국관광공사, 국립과학수사연구원, 한국광물자원공사, 한국광해관리공단, 도로교통공단, 건강보험심사평가원, 국민건강보험공단, 한국지방행정연구원, 국립공원관리공단	4,492	31,000	13,599

데이터 출처: 지역별 혁신도시 정보. <https://innocity.molit.go.kr/> (최종접속: 2016.12.15.)

국가통계포털 주민등록인구현황. <http://kosis.kr/> (최종접속: 2016.12.15.)

(3) 이전규모와 주간 고속도로를 통한 지역 간 통행 유입 증가

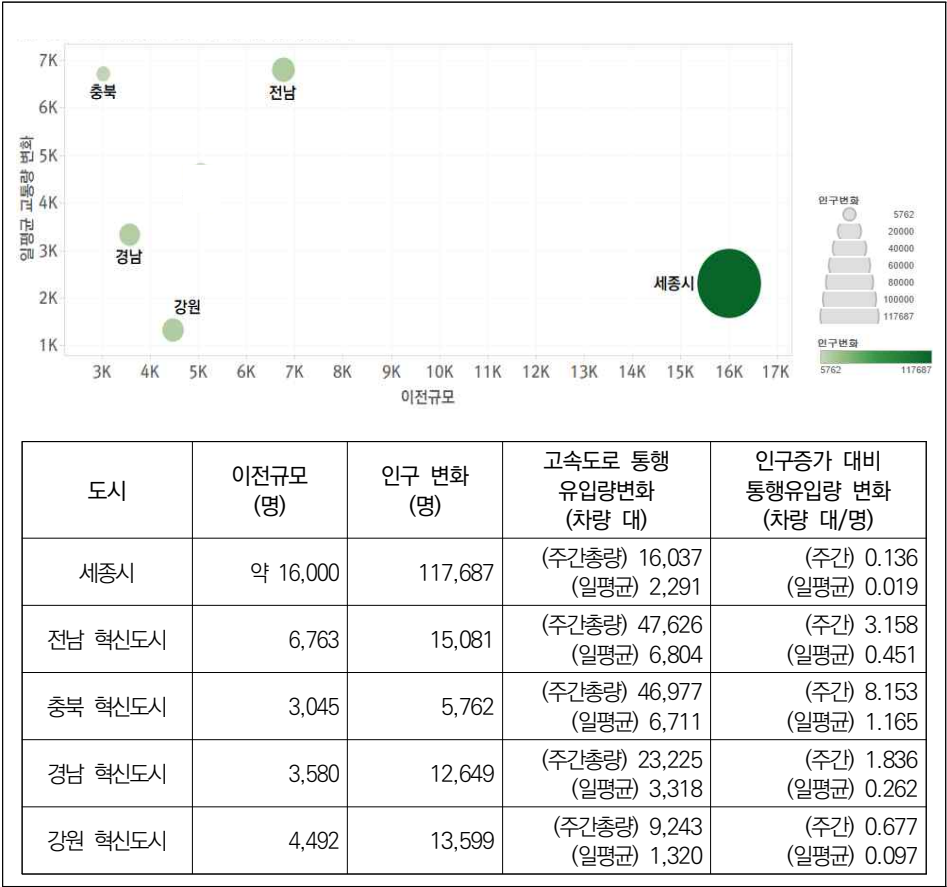
앞서 살펴본 이전규모 대비 이주 인구 및 비이주 인구의 통행패턴과, 서비스산업 증가 증에 의한 간접적 통행증가 효과, 이전기관으로 업무를 위해 방문하는 통행 등에 의해 나타나는 고속도로를 통한 지역 간 통행의 유입량 변화를 살펴보고자 한다.

[그림 3-5]는 이전규모, 인구변화, 고속도로를 통한 지역 간 교통량 유입의 변화를 보여주고 있다. 이러한 변화는 각 도시의 지리적 특성 및 도시 특성에 의해 이전규모와 교통량 증가 간의 상관관계가 다르게 나타나고 있는 것으로 보인다.

크게 나누어 보면, 세종시와 강원혁신도시에서 이전규모 대비 지역 간 교통량 유입 증가폭이 가장 적게 나타나고 있으며, 충북혁신도시에서 이전규모 대비 교통량 증가가 가장 크게 나타났다. 이러한 패턴은 앞서 살펴본 이전규모 대비 인구증가와도 일맥상 통하는 결과라 하겠다.

이 분석 결과에서 주목할 점은, 현재 4단계 모형은 권역을 나누어 권역 내에서는 동일한 고용-통행량 간의 상관관계를 가지고 있다고 가정하고 있으나, 본 분석의 결과는 광역시도의 권역적 특성보다는 도시 자체의 특성을 반영할 필요가 있음을 시사하고 있다.

그림 3-5 이전규모, 인구변화, 일평균 교통량 변화 간 상관관계



데이터 출처: 지역별 혁신도시 정보. <https://innocity.molit.go.kr/> (최종접속: 2016.12.15.)
국가통계포털 주민등록인구현황. <http://kosis.kr/> (최종접속: 2016.12.15.)

3) 인구증가 대비 지역 간 통행 유입량의 시계열적 분석(2011년~2016년)

(1) 분석의 내용

본 분석에서는 인구증가 대비 전일(주중, 주말) 고속도로 도착 교통량 증가를 살펴 보기 위해 2011년에서 2016년까지 4월 중 공휴일이 없는 3주치의 도착교통량을 인구 증가분과 비교하였다.

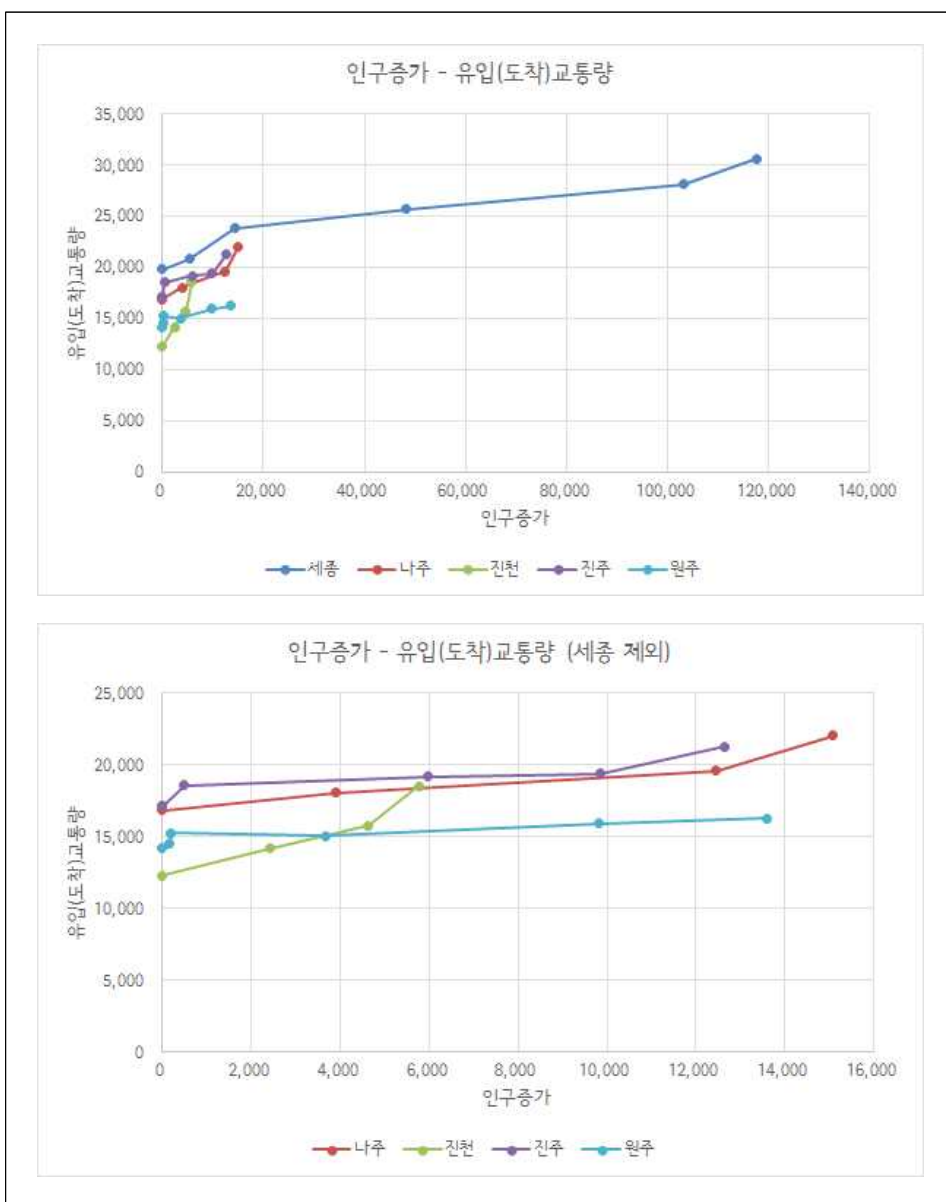
[그림 3-6]은 인구증가 대비 유입교통량 증가를 나타내고 있다. 이 중 세종시의 인구증가가 다른 도시와 비교하여 월등히 크기 때문에 세종시를 제외한 도시를 별도로 도시하였다.

전반적으로는 도시의 규모, 주변지역과의 관계, KTX 접근성, 이전인구규모 등에 의해 상이한 교통패턴이 나타나고 있는 것으로 보이며, 인구증가와 교통량 증가 사이에서 구체적으로 관찰할 수 있는 패턴은 다음과 같다. 이전초기(2012~2013년)에는 거의 모든 도시에서 인구증가 대비 유입량의 증가가 상대적으로 크게 나타나고 있다. 이후 감소된 비율이 유지되다가 원주를 제외한 지역에서 2015년 이후 인구증가 대비 유입교통량 증가 비율이 2015년 이전보다 증대되는 패턴을 보이고 있다.

충북혁신도시(진천)는 다섯 개 도시 중 인구증가는 가장 적고 인구증가 대비 교통량 증가는 가장 가파른 것으로 나타나며, 최근에도 인구 증가 대비 교통량 증가 폭이 커지고 있다. 앞서 살펴본 계획인구 대비 등록인구가 충북혁신도시에서 가장 낮게 나타나고 있어, 향후에도 현재와 같은 패턴으로 지역 간 통근이 지속적으로 이루어진다면 계획인구규모 미달성 및 이에 근거한 도시계획을 수정이 필요할 수도 있음을 시사한다.

이러한 분석결과가 현재 사용되고 있는 교통수요 추정 모형에 대해 시사하는 점은 다음과 같다.

그림 3-6 인구증가(x축) 대비 고속도로 도착교통량(y축) 변화(2011~2016)



데이터 출처: 국가통계포털 주민등록인구현황. <http://kosis.kr/> (최종접속: 2016.12.15.)

TCS 고속도로 통행량 데이터. data.ex.co.kr (최종접속: 2016.12.15.)

(2) 교통수요 추정 모형에 대한 시사점

대상 도시에 대해 TCS 자료와 등록인구의 시계열적 분석 결과가 교통수요 추정 모형에 대해 시사하는 바는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 현재 이용되고 있는 4단계 모형에서는 인구와 고용이 증가하면 지역 간 교통량도 늘어나는 형태의 모형식을 사용하고 있다. 하지만, 분석에 의하면 고용이 증가했지만 인구는 증가하지 않은 경우(충북혁신도시) 오히려 지역 간 교통량이 더 크게 증가하는 패턴이 존재한다. 현재 모형은 이러한 특징적인 상관관계를 반영하지 못하여 고용과 인구의 공간적 분포가 변경된 미래 교통수요 예측 시 오차의 원인으로 작용할 수 있다. 따라서 개별 도시의 특성이 수요 추정의 정확도를 높이기 위해 반영될 필요가 있으며, 특히 빠르게 개발되고 있는 도시의 경우 성장이 안정화된 기존 도시와 달리 개별 도시의 특성이 더욱 뚜렷하게 나타날 가능성이 있어 이에 대한 고려가 필요함을 시사한다.

둘째, 본 분석 결과는 개발계획을 반영한 교통수요 추정시 계획 시행의 단계별로 초기, 중기, 정착기에 교통수요에 미치는 영향이 상이할 수 있음을 시사한다. 따라서 향후 미래 교통수요 예측에 개발계획을 반영하여 연도별 예측치를 추정할 때 참고할 수 있는 정보라 하겠다.

다음 소절에서는 세종시를 사례로 하여 교통수요 추정에 개발계획을 반영하는 방법을 살펴보고 이 과정에서 수요추정에 오차가 발생할 가능성에 대해 수행한 분석 결과를 제시한다.

4) 세종시 장래 교통수요 O/D의 기준연도별 추정치 검증

(1) KTDB의 장래 지역 간 통행량 예측 및 현행화¹⁸⁾

KTDB의 지역 간 O/D의 장래 예측은 전국 여객 O/D 조사자료에 기반한 전수화 자료와 이를 설명할 수 있는 모형, 장래 사회경제지표 예측치 등에 기반하여 이루어진다. 가장 최근의 조사는 2010년에 이루어져 2012년에 2010년을 기준으로 한 예측치가 배포되었으며, 그 이후 매 해 현행화가 이루어지고 있다. 현행화 자료의 배포는 현행화 작업에 걸리는 시간을 고려하면 통상 2년 후에 이루어진다. (2013년 기준의 현행화 자료는 2015년에 배포)

지역 간 O/D의 현행화를 위해서는 크게 두 가지 방법을 고려할 수 있으며, 각각 아래와 같은 장·단점을 지닌다.

- 방법론 1: 사회경제지표 및 수송실적을 이용하여 2013년 현행화 계수를 추정하고, 2010년 표본자료와 2012년 O/D를 적용
- 방법론 2: 예측모형 활용

이 중 첫 번째 방법론의 장·단점은 다음과 같다.

- 장점: 전수화 O/D의 패턴을 유지할 수 있고 수송실적을 정확하게 반영
- 단점: 전수화 O/D를 기반으로 사회경제지표와 수송실적의 변화만 반영하므로 새로운 교통시설이 설치되거나 택지 및 산업단지 등의 개발 등이 이루어진 지역에 대해 현실을 반영하는데 한계를 가짐

그리고, 두 번째 방법론의 장·단점은 다음과 같다.

- 장점: 새로운 교통시설이나 택지 및 산업단지 개발이 이루어진 지역의 현실 반영에 장점
- 단점: 모형의 현실 모사력의 한계로 인해 기존 전수화 O/D 패턴의 급격한 변화를 야기하거나, 수송실적의 정확성이 저하되는 문제점

KTDB의 현행화에서는 이 두 가지 방법론 중 첫 번째 방법론이 사용되었다. 승용차 O/D의 경우는 2013년에 수행된 현행화 과업의 승용차O/D를 기반으로 2014년 교통량 및 TCS 조사자료를 모집단으로 현행화 하였고, 대중교통 O/D는 2013년에 수행된 현

18) 한국교통연구원, 2015. 「2014년 전국여객 O/D 보완갱신 연구」, pp13~14.

행화 과업의 대중교통 O/D를 기반으로 2014년 대중교통 수송실적 및 면허대수(또는 등록대수)의 증감율을 이용하여 현행화 하였다고 기술되어 있다. 이러한 데이터를 반영하는 정확한 방법론이 현행화 보고서에 적시되어 있지는 않으나, 승용차 O/D의 경우 이전 해의 현행화 수치와 2013년과 2014년 사이의 TCS 통행량 증감 비율이 활용되었음을 알 수 있다.

(2) 세종시 진입 통행량 현행화 사례 분석¹⁹⁾

2012년 세종시의 본격적인 이주가 시작된 이후 세 차례(2012, 2013, 2014 기준)의 현행화 자료가 배포되었다. 배포 연도는 기준년도보다 2년 늦은 2014, 2015, 2016년 이다. [그림 3-7]에 이 예측치를 도시하였으며, 세종시의 개발계획대로 2030년 개발이 완료되어 더 이상의 통행량의 증가가 나타나지 않는 것으로 예측되어 있음을 알 수 있다.

하지만, 2030년 진입 통행량 예측치에는 기준연도별로 큰 차이가 있다.

- 2012년 기준: 574,271
- 2013년 기준: 645,532 (전년 기준 대비 12.4% 증가)
- 2014년 기준: 472,227 (전년 기준 대비 26.8% 감소)

KTDB의 현행화 알고리즘이 자세하게 공개되어 있지는 않으나, 사회경제지표의 추정과 TCS 자료에서 나타난 전년 대비 증가 추이를 기반으로 한 것으로 명시되어 있어, 인구 증가 및 고속도로 통행량 데이터의 분석으로 2013년의 추정값 증가 및 2014년의 대폭 축소가 나타난 원인을 진단해볼 수 있다.

먼저 인구를 살펴보면, [그림 3-8]에 제시한 바대로 2013년의 인구는 계획 인구증가에 미치지 못하는 것으로 나타나고 있다. 이와 대비하여 기관 이전과 이주에 의한 인구증가 대비 고속도로 교통 유입량 증가는 2013년에 최대치를 보였던 것으로 나타나고 있다[그림3-6]. 따라서, 2013년 이후의 인구 증가가 계획치를 회복하고, 인구증가 대비 교통량 증가가 유지되는 것을 가정할 경우 지속적으로 교통량이 크게 증가할 것이

19) 한국교통연구원, 2015, 「국가교통수요조사 및 DB구축사업」 배포자료
 한국교통연구원, 2014, 「국가교통수요조사 및 DB구축사업」 배포자료
 한국교통연구원, 2013, 「국가교통수요조사 및 DB구축사업」 배포자료
<https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=24> 를 통해 신청 후 다운로드

라는 예측이 가능하다.

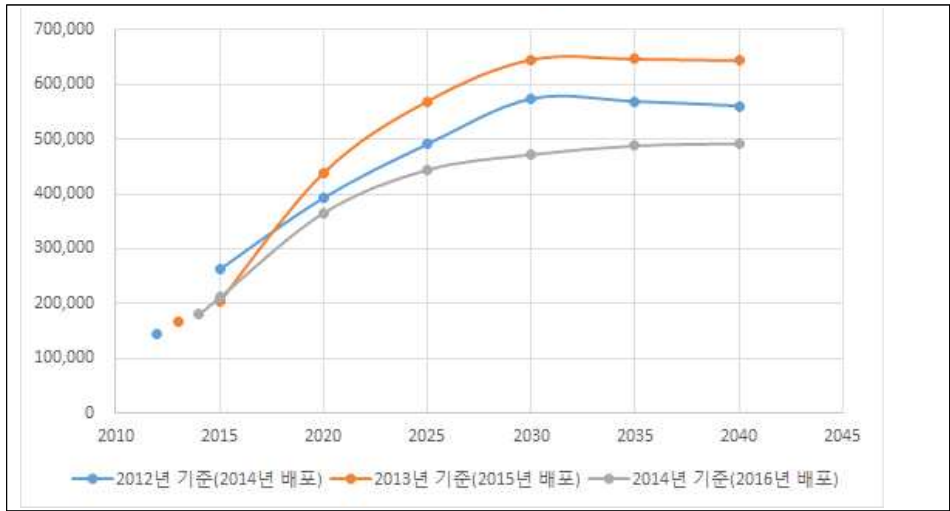
하지만, 2013년의 가정과 달리 2014년 인구 증가가 다시 계획치에 미치지 못하였고, 인구증가 대비 교통량 증가가 2013년보다 크게 감소하여 장래 교통수요 예측치가 대폭 수정된 것으로 추정할 수 있다.

표 3-2 KTDB 지역 간 통행(승용차, 버스) 현행화 자료(2012~2014): 세종시 진입통행량

	기준연도 유입교통량			장래 유입교통량 추정치					
	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040
2012년 기준 (2014년 배포)	144,215			262,344	393,249	491,329	574,271	569,487	561,293
2013년 기준 (2015년 배포)		165,833		203,564	438,796	569,651	645,532	646,427	643,885
2014년 기준 (2016년 배포)			180,096	210,988	365,447	444,198	472,227	488,345	492,196
2012~2013 변동폭				-22.4%	11.6%	15.9%	12.4%	13.5%	14.7%
2013~2014 변동폭				3.6%	-16.7%	-22.0%	-26.8%	-24.5%	-23.6%

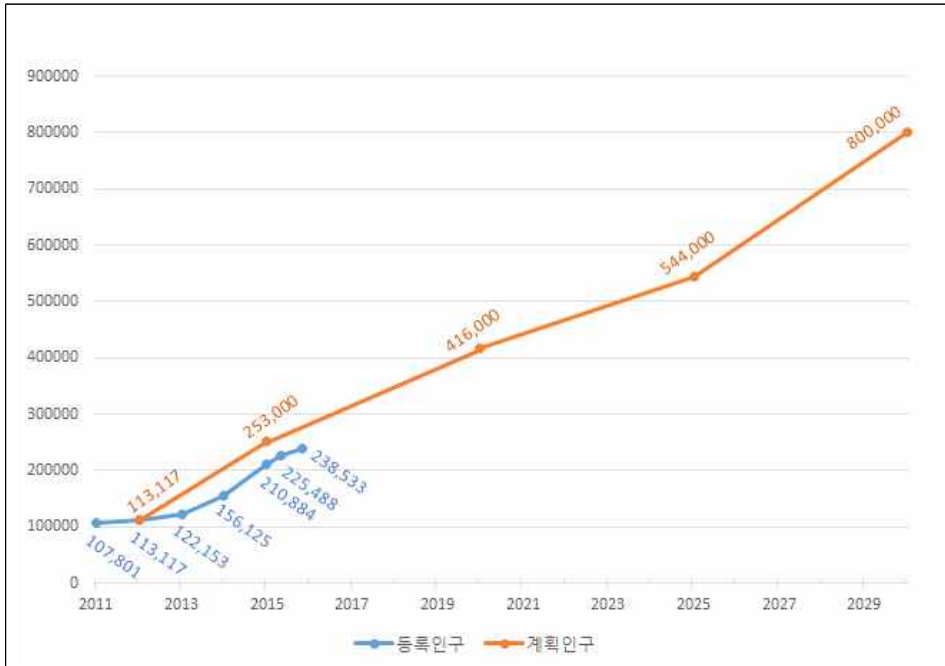
데이터 출처: 한국교통연구원, 2013, 2014, 2015, 「국가교통수요조사 및 DB구축사업」 배포자료, <https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=24> 를 통해 신청 후 다운로드 (최종접속: 2016. 12. 15)

그림 3-7 KTDB 지역 간 통행(승용차, 버스) 현행화 자료(2012~2014): 세종시 진입통행량



데이터 출처: 한국교통연구원, 2013, 2014, 2015, 「국가교통수요조사 및 DB구축사업」 배포자료, <https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=24> 를 통해 신청 후 다운로드 (최종접속: 2016. 12. 15)

그림 3-8 세종시: 계획인구 대비 등록인구



계획인구 출처: 세종특별자치시. 2014.2. 2030 세종도시기본계획 p.59, <http://ebook.sejong.go.kr/Viewer/DOKRTRSA4D69>

등록인구 출처: 국가통계포털 주민등록인구현황. <http://kosis.kr>. (최종접속: 2016. 12. 15)

(3) 활용방안 및 시사점

이러한 측면에서 TCS 자료의 활용 확대를 다음과 같이 제안할 수 있음

첫째, KTDB 배포 전 TCS 데이터의 시계열적 검토를 통한 추정치를 검증하는 방안이다. 기준연도와 배포 시기 간에는 2년의 간극이 있는 반면, 현재 O/D 현행화에 반영되는 TCS 데이터는 기준연도 당해에 해당하는 관측지만 활용되고 있는 것으로 명시되어 있다. 과거에는 현재는 TCS 데이터 및 등록인구 통계의 최신 데이터를 구득할 수 있는 체계가 마련되어 있으므로, 기준 시점에서 적어도 1년에서 1년 반 이후의 추이를 추가적으로 분석하여 최종 예측치에 대한 검증단계를 마련할 수 있다.

둘째, KTDB의 사용자가 최신 데이터에 의한 근거를 마련하여 O/D추정치에 대한 재검토를 요청할 수 있는 채널 마련하는 방안이다. 2016년의 자료 배포 이전에는 2015

년에 배포된 2013년 기준의 O/D를 활용해야 하는 상황이지만, 사용자 또한 2013년 이후에는 TCS 데이터로부터 통행량의 증가 추이가 유지되지 않았다는 것을 데이터를 통해 관찰 가능하다. 따라서, 데이터에 기반하여 충분한 근거자료를 마련한 경우 배포된 O/D의 재검토를 요청할 수 있도록 하여 교통량의 과대/과소 추정에 의한 영향을 최소화하는 절차 마련에 활용될 수 있을 것이다.

3. 실증분석II: TCS 데이터를 활용한 주중/주말 지역 간 통행패턴 도출 및 주말계수 검증

1) 분석의 목적

실증분석 I에서 대상 도시에 대해 지역 간 교통량을 양적으로 분석하였다면, 본 분석에서는 특성에 대한 분석을 제시하여 신규 개발 이후 도시별로 나타나는 특징적인 변화를 도출하고자 한다. 분석 대상은 TCS 데이터²⁰⁾에서 2011년 4월부터 2016년 4월까지 요일별로 나타난 고속도로 이용 도착 교통량 및 평균통행거리이다.

이 분석을 통해서서는 각 지역에서 기관 이전 및 인구 증가가 일어나는 과정에서 나타나는 통행량의 변화를 통해 타 지역과의 연관성 변화를 분석하고, 각 도시에 도착하는 통행의 평균거리를 통해 각 도시의 영향권 변화를 간접적으로 분석할 수 있을 것으로 예상된다.

2) 도착통행량 및 평균통행거리 분석

(1) 전국 시계열 변화

지역별 패턴을 분석하기 이전에 2011년에서 2016년 사이에 전국에서 일어난 시계열적 변화[그림 3-9]를 배경값으로 간주하고 각 지역에서 나타난 특징적인 패턴을 도출하고자 한다. 전국을 기준으로 하면 평균통행거리가 가장 긴 요일은 일요일, 도착통행량이 가장 많은 요일은 토요일로 나타났다. 2011년부터 2016년 사이 요일별 평균통행 거리에 눈에 띄는 변화는 없으며, 2013년까지는 토요일에 최대의 도착통행량이 나타나는 패턴이 뚜렷하게 나타나, 2014년 이후 금요일 도착통행량이 점차 늘어나 2016년에는 금·토요일에 도착통행량이 최대치를 보이고 있다. 이러한 변화는 금요일 여가 통행 증가 등에 의한 전반적인 통행패턴의 변화로 예상할 수 있다.

20) 고속도로 공공데이터포털을 통해 다운로드. data.ex.co.kr (최종접속: 2016.12.15.)

(2) 세종시

해가 지날수록 주중에는 평균통행거리가 짧아지고 주말은 길어져 주중과 주말의 차이가 커지는 패턴이 나타나고 있다[그림 3-10]. 도착통행량은 전반적으로 증가하고 있으나, 요일별 주기성은 일정하지 않은 것으로 나타난다. 2014년까지는 주말에 통행량이 줄어들고, 주중에 늘어나는 경향이 있었으나, 2016년에는 일요일에 피크값이 나타나는 패턴이 강해지고 있어 주말에는 세종시가 아닌 다른 곳(원 거주지)에서 보내는 인구가 늘어나고 있음을 예측할 수 있다.

(3) 전남혁신도시(나주)

전남혁신도시에서는 평균통행거리는 전반적으로 감소하고 주중과 주말의 차이가 커지는 패턴을 보이고 있다[그림 3-11].

전반적으로 도착통행량이 증가하고 있으며, 주중과 주말의 통행량 차이가 증가하고 있다. 2013년 이전은 토·일요일에 최대치가 나타나는 반면, 2016년은 토요일에 최대치가 나타나는 패턴이 강해진다.

이러한 패턴은 먼 지역보다는 가까운 지역과의 통행이 증가한 것으로 볼 수 있어 먼 지역보다는 인근 지역과의 인적, 물적 교류가 증가하고 있음을 예상할 수 있다.

단, 2014년의 도착통행량은 시계열적인 연속성이 없는 것으로 보여 데이터상의 재확인이 필요하다.

(4) 충북혁신도시(진천)

평균통행거리에는 큰 변화가 없고, 도착통행량에 있어 주중과 주말 모두 약 2배가량 증가하였다. 주말에 통행량이 감소하는 패턴을 보이며, 2016년에는 주중과 주말의 통행량 차이가 더욱 커졌다[그림 3-12]. 이는 충북혁신도시의 계획인구 미달성 및 수도권에서 출퇴근하는 근무자가 많다는 사실과 일관되는 패턴이라 하겠다.

(5) 경남혁신도시(진주)

평균통행거리에는 큰 변화가 없다. 도착통행량은 토요일에 최대치가 나타나며, 이 최대치가 점차 증가하는 패턴을 보인다[그림 3-13].

(6) 강원혁신도시(원주)

평균통행거리에는 큰 변화가 없다. 도착통행량은 토요일에 최대치가 나타나는 패턴이 뚜렷해지고 있으며, 이 최대치가 점차 증가하는 경향을 보인다[그림 3-14]. 주중(월~금)통행량에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 통행량의 증가는 혁신도시의 이전의 효과보다는 주말 관광수요에 의한 유발효과일 가능성이 높은 것으로 보인다. 이에 대한 제한적인 근거로 다섯 개의 분석대상 도시 중 원주에서 평균통행거리가 가장 길게 나타났다.

그림 3-9 일별 평균통행거리 및 도착통행량: 전국 (2011~2016)

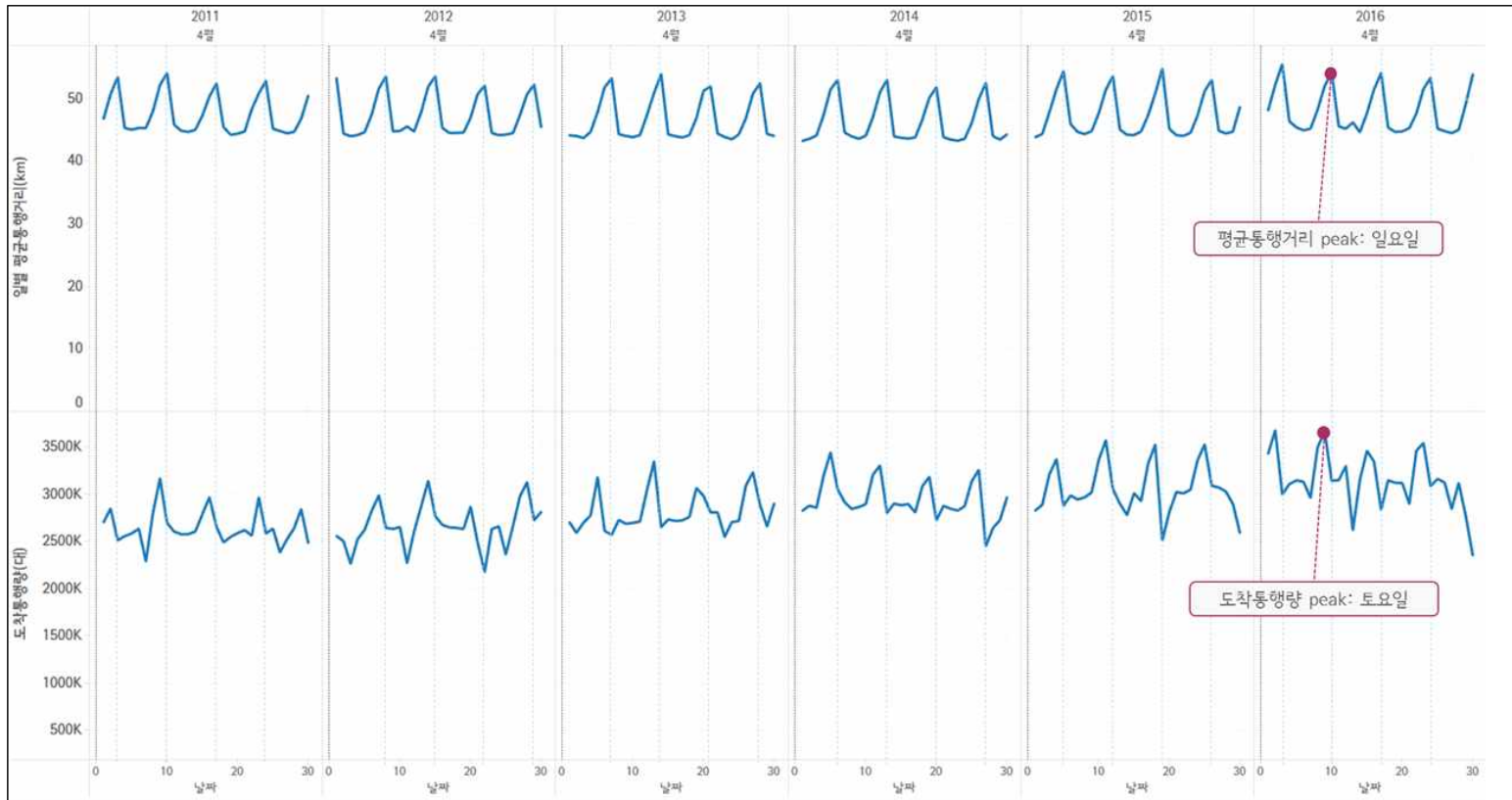


그림 3-10 일별 평균통행거리 및 도착통행량: 세종시 (2011~2016)

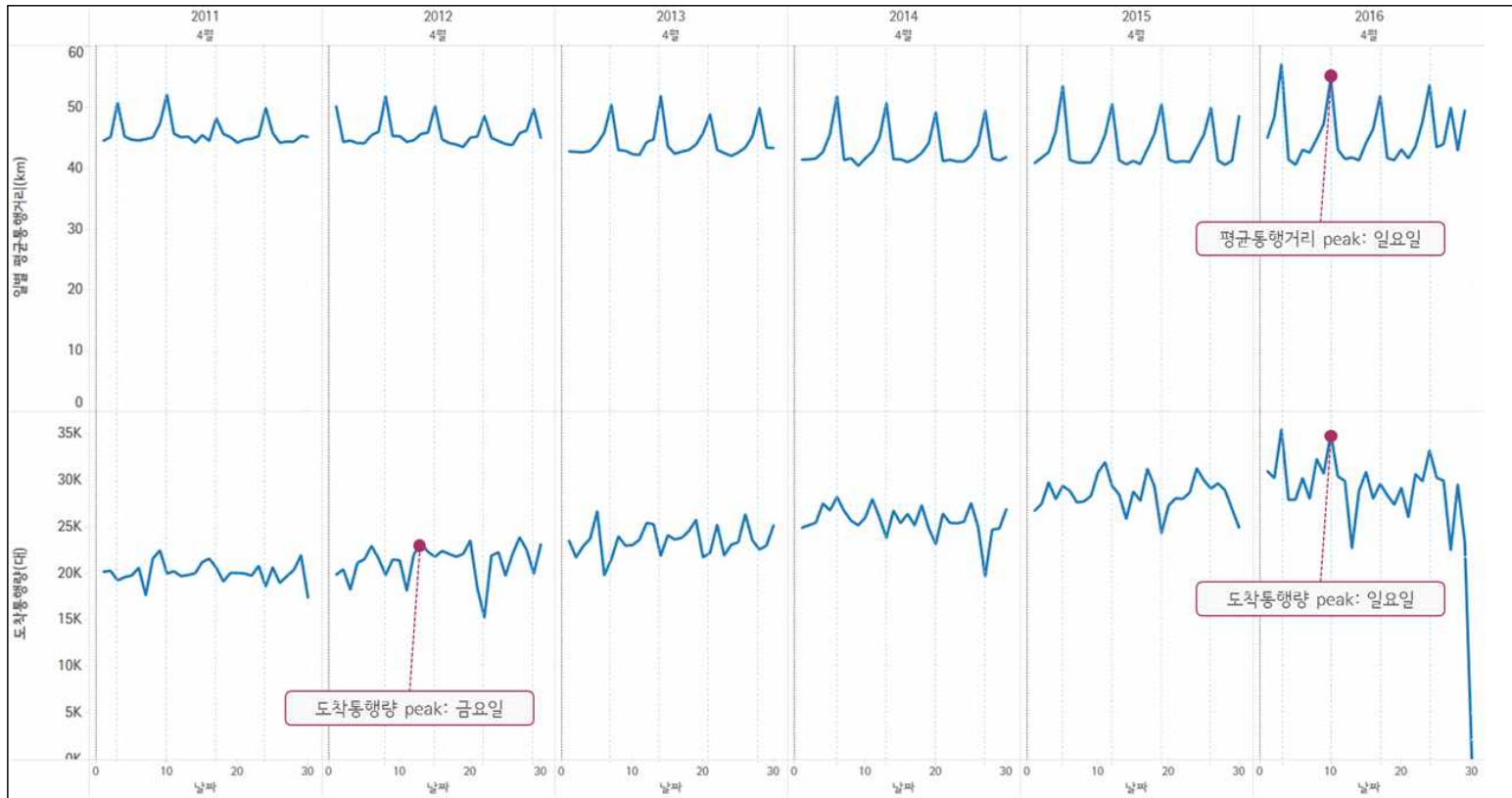


그림 3-11 일별 평균통행거리 및 도착통행량: 전남혁신도시(나주, 2011~2016)

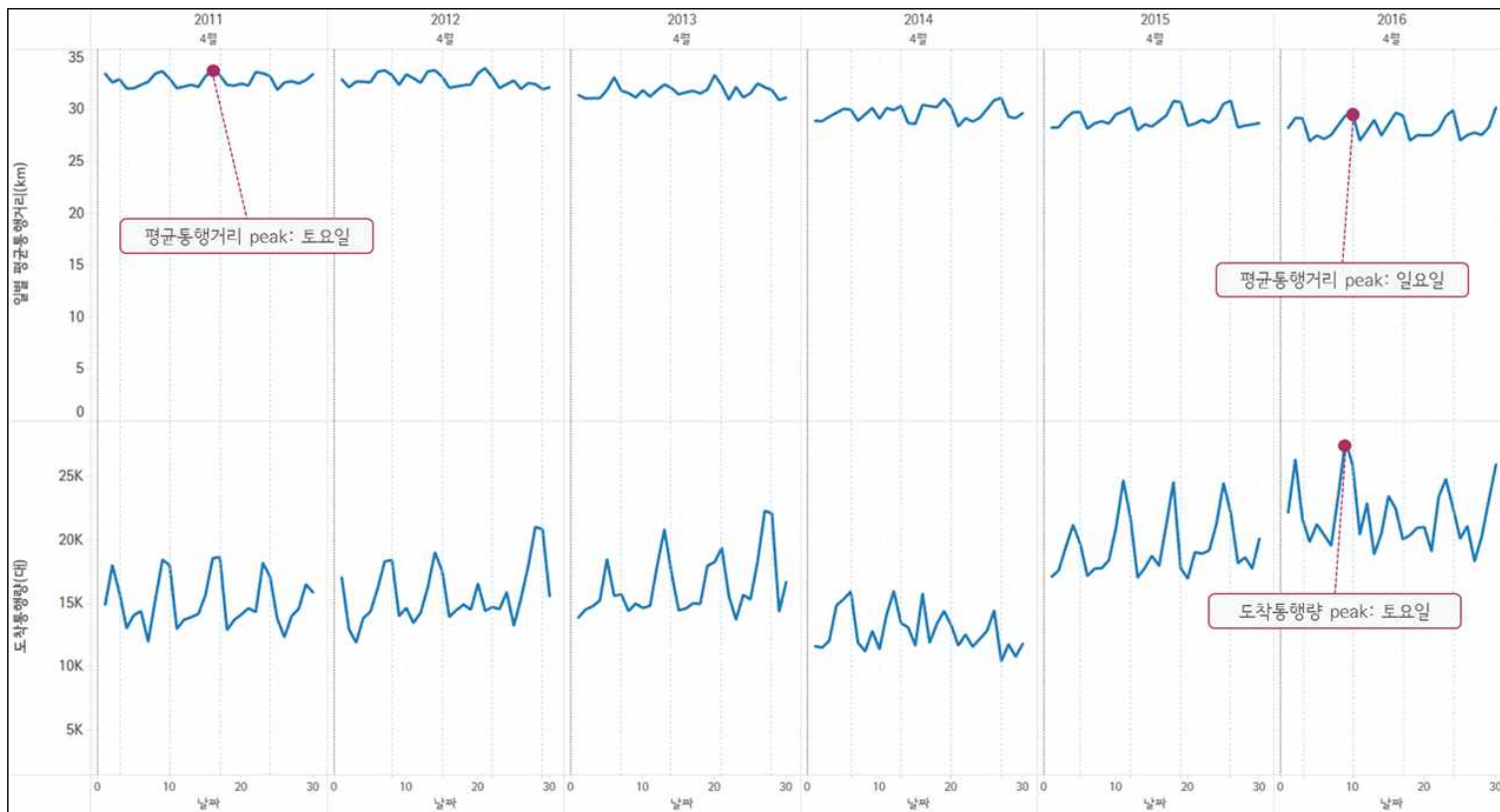


그림 3-12 일별 평균통행거리 및 도착통행량: 충북혁신도시(진천, 2011~2016)

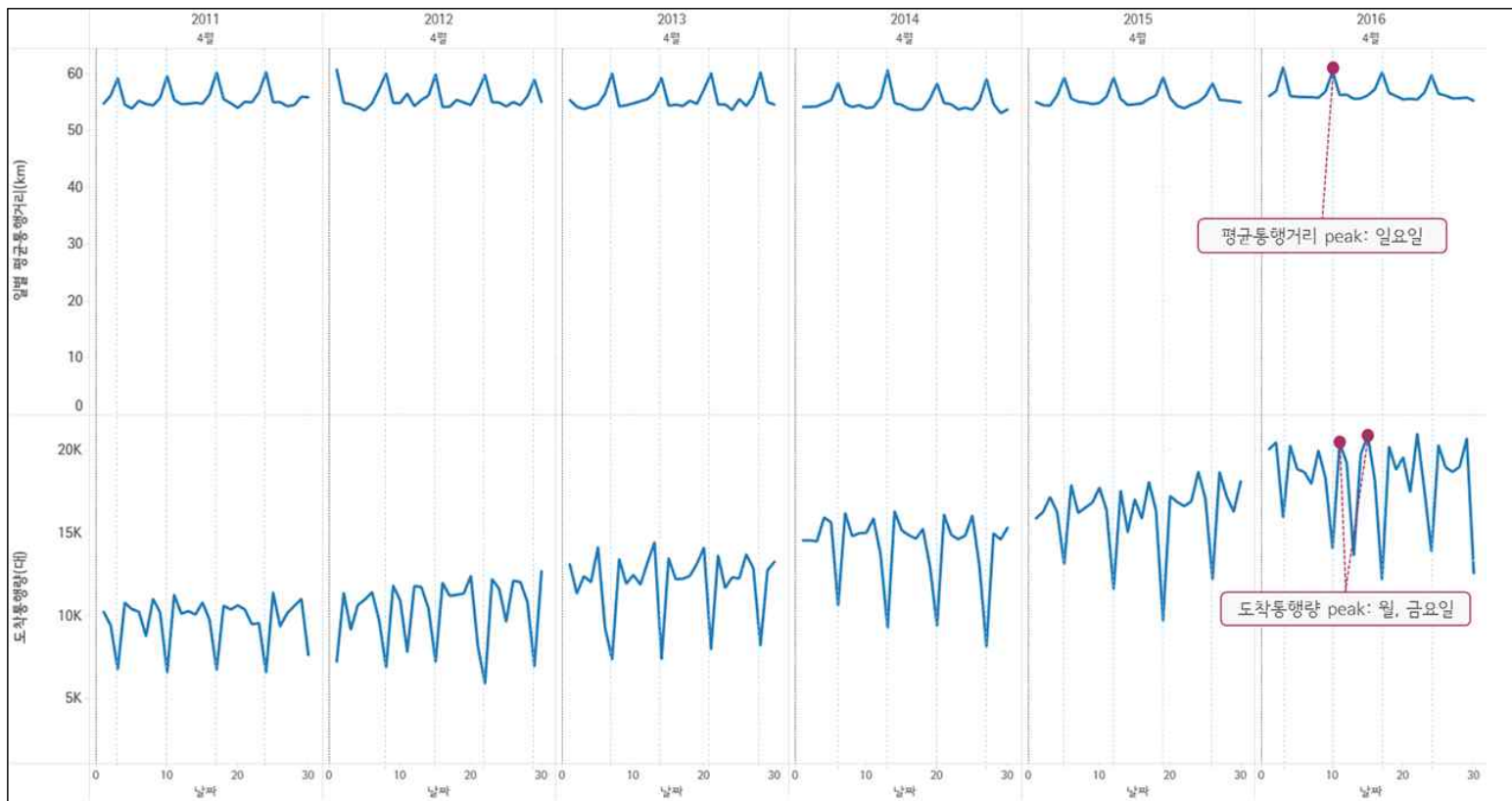


그림 3-13 일별 평균통행거리 및 도착통행량: 경남혁신도시(진주, 2011~2016)

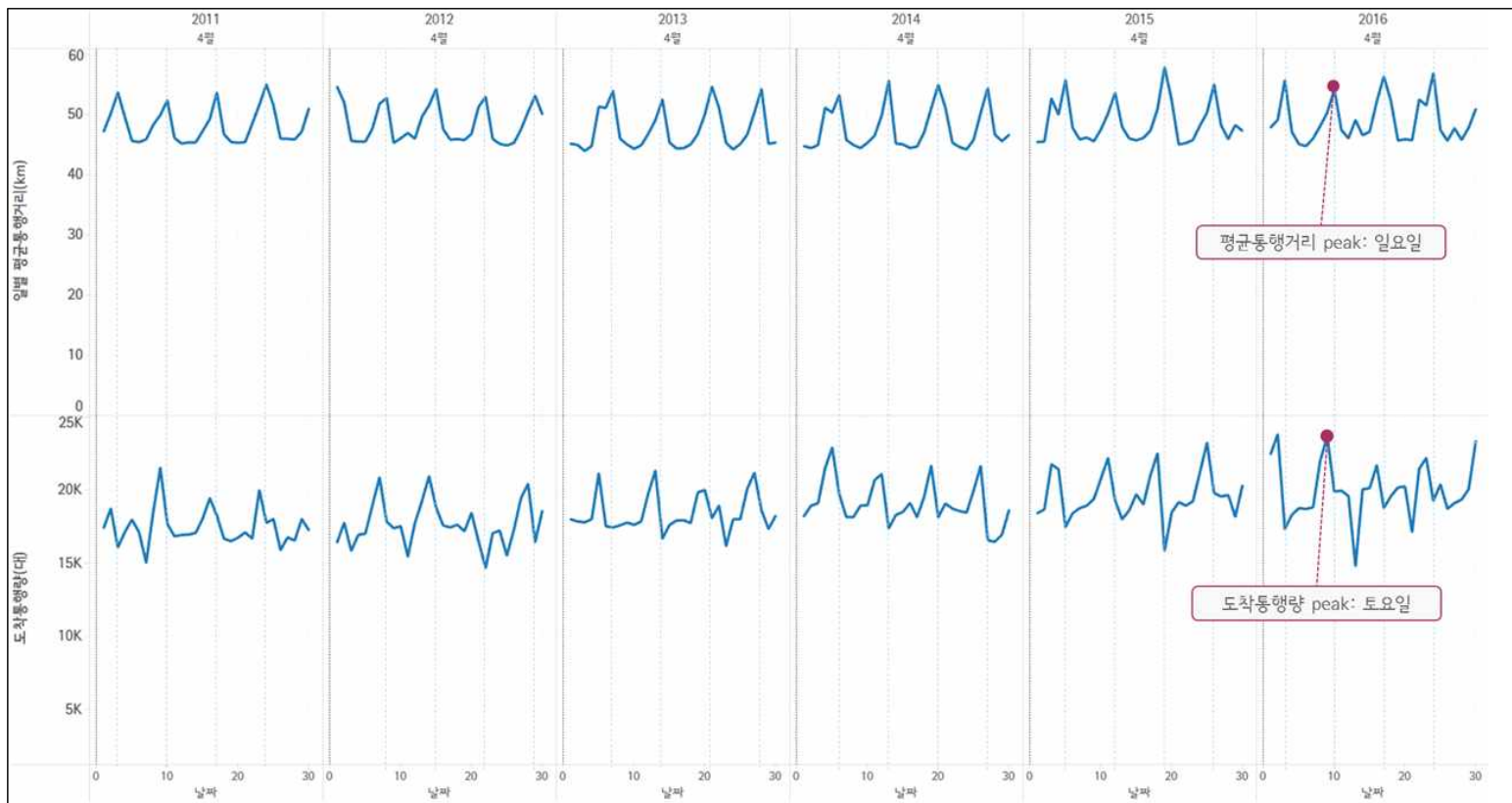
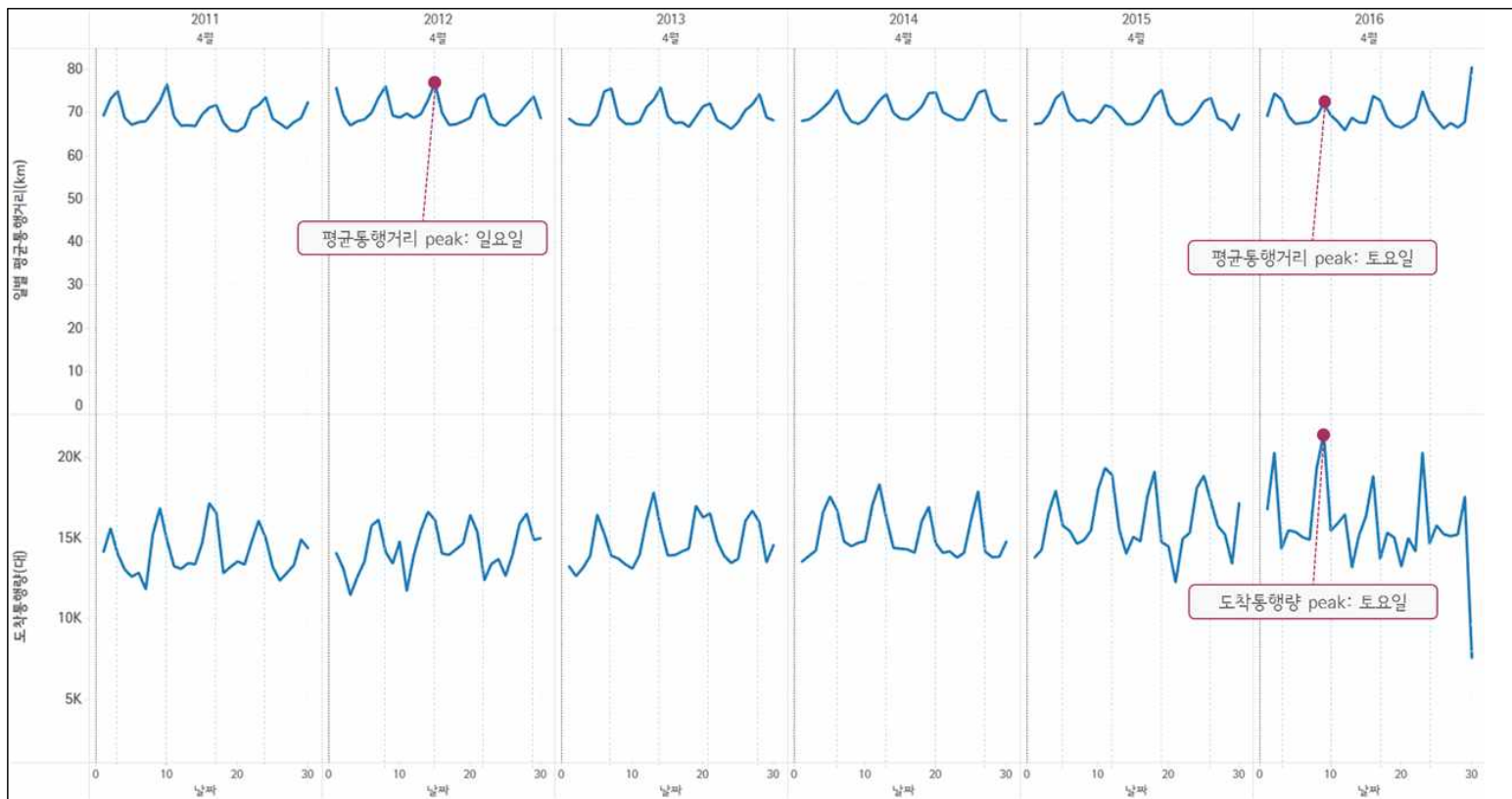


그림 3-14 일별 평균통행거리 및 도착통행량: 강원혁신도시(원주, 2011~2016)



3) 빅데이터를 활용한 지역별 주말계수의 검증

현재 주말의 통행량을 분석하기 위해 사용되는 주말환산계수는 다음과 같이 정의된다²¹⁾.

$$\text{주말환산계수} = \frac{\text{주말평균 일교통량}}{\text{주중평균 일교통량}}$$

이 주말계수는 주중의 통행량 분석을 주말로 확장시켜서 사용할 수 있다는 편의성은 있으나 몇 가지 문제점을 내포하고 있다. 먼저, 통근 및 통학통행이 큰 부분을 차지하는 주중통행의 경우 취업자 및 종사자를 통행유발량의 설명변수로 고려하는 데 있어 큰 무리는 없으나, 주말통행의 경우 그 목적이 주중과는 크게 달라 주중 통행 발생량에 계수를 곱해 사용하는 경우 설명력이 떨어지고 향후 행태 패턴이 달라지면서 오차가 발생할 가능성이 높다.

KTDB에서는 가용한 데이터를 활용하여 주말계수를 산정하여 [표 3-2]와 같이 배포하고 있다. 주말계수 산정에는 크게 두 가지 데이터를 활용하고 있다.

첫 번째는 TCS 자료이다. TCS 자료는 지역 간 통행의 O/D를 매우 정확하게 기록하고 있으나, 서울내부에는 톨게이트가 없어 수도권으로 묶어 적용할 수밖에 없는 단점이 있다.

두 번째는 상시조사 교통량을 활용하는 방법인데, 이 경우는 통행의 출발지와 도착지를 정확히 알 수 없다는 문제점이 있다.

또한, 이러한 데이터에 의해 도출한 주중, 주말의 차이가 광역시도별로 묶여져 동일한 평균값을 적용하고 있어 지역 및 도시 특성을 반영한 주말 수요분석에 어려움이 있다.

본 분석에서는 앞서 도출한 주중, 주말 통행량의 시계열적 패턴을 활용하여 기준에 사용되고 있는 지역별 주말계수를 간략하게 검증하고, 지역별 특성이 현재보다 자세하게 반영될 필요가 있음을 보이고자 한다.

21) 한국교통연구원. 2015. AADT/AAWDT 계수 적용 방법론

표 3-3 **현행 수집자료별 주말환산계수 산정값**

수집자료 ¹⁾		TCS		상시조사 교통량			
통행 종류		유입통행		구분 ×			
대상 도로		고속도로		고속도로		국도	
대상 차종		승용차	버스	승용차	버스	승용차	버스
수집 단위		대(Vehicle)		대(Vehicle)			
수도권		0.891	0.457	1.175	0.877	1.049	0.869
부산 울산권	부산	1.227	0.660	1.516	0.924	1.111	0.847
	울산	1.167	0.501				
대구		1.387	0.679	1.479	0.945	1.165	0.854
광주		1.000	1.000	1.506	1.041	1.104	0.911
대전		1.261	0.624	1.516	0.966	1.081	0.896
강원		1.815	0.730	1.781	1.370	1.298	1.105
충북		1.355	0.480	1.566	0.883	1.211	1.031
충남		1.320	0.500	1.623	1.155	1.151	0.867
전북		1.868	0.794	1.799	1.215	1.085	0.885
전남		1.835	0.935	1.814	1.226	1.159	0.981
경북		1.670	0.569	1.634	1.020	1.276	1.080
경남		1.669	0.806	1.815	1.202	1.202	0.915
세종		-	-	-	-	-	-
기타		-	-	-	-	-	-
합계		1.007	0.485	1.381	0.985	1.129	0.915

1) 2014 기준 국가교통DB 주말환산계수. <https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=202> 를 통해 신청하여 이메일로 구득, (최종 접속: 2016.12.15.)

2차 출처: 윤서연 외. 2015. 지역 간 교통수요 예측의 신뢰성 제고를 위한 빅데이터 활용방안 연구, 국토연구원

통행량의 시계열적 패턴과 지역별로 산정된 주말계수가 가장 차이를 보이는 도시는 충북혁신도시이다. [표 3-3]에 의하면 충북은 주말 승용차 통행량이 주중보다 늘어나는 보정계수를 사용하고 있다.

- TCS 기반: 1.320

- 상시조사 교통량 기반: 고속도로 1.566, 국도 1.211

하지만, 충북 혁신도시에 대한 TCS 자료 분석에 의하면 주중보다 주말에 통행량이 줄어들어 1보다 큰 충북지역의 주말계수값에 반하는 사례라 할 수 있다. 2011년에서 2016년 사이에는 시간이 지날수록 주중과 주말의 편차가 커지고 있어 이 계수 또한 변화하고 있음을 확인할 수 있다.

이와 같은 실측치를 통한 검증으로부터 얻을 수 있는 시사점은 다음과 같다. 먼저,

교통수요 추정에 있어 지역 통행특성 중 평균통행거리 및 통행거리 분포의 변화 추이를 데이터로부터 확인하고, 이를 활용하여 모형의 통행배분단계 보정에 활용할 수 있을 것이다. 또한, 현재는 권역별로 적용되어 있는 주말계수를 도시 및 지역 특성에 따라 구체화하여 주말의 여가활동이 늘어나고 있는 현 교통상황을 분석하는 데 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

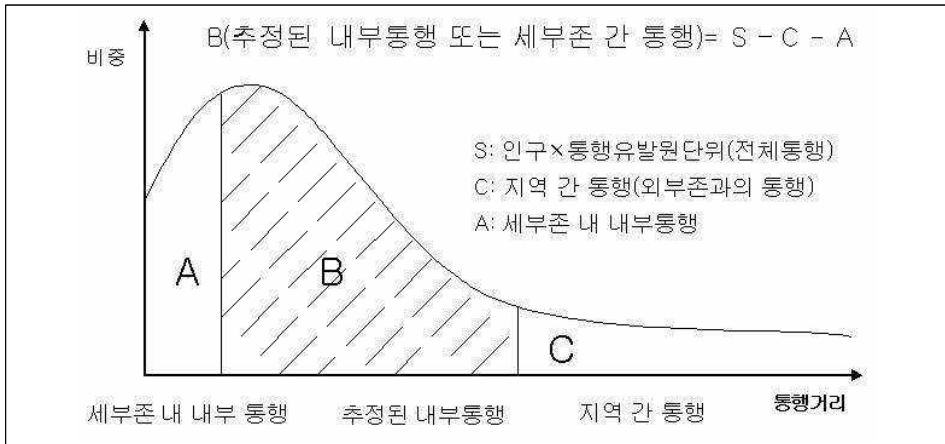
4. 실증분석Ⅲ: 이동통신 유동인구를 활용한 지역 간 통행의 존 내부 통행패턴 분석

1) 분석의 필요성

(1) 방법론적 필요성

지역 간 교통수요 추정에서 단위의 교통존간 수요를 추정하지만, 이후 단계인 통행 배정 및 존 내부통행과의 연계를 위해서는 교통량 유발을 더 작은 공간단위로 파악할 필요가 있다. 4단계 모형의 존 세분화 방법에 의하면 존을 하위 행정구역으로 나누고, 인구기반 원단위법을 이용하여 통행발생량을 예측하고, 중력모형을 이용하여 내부존간 통행분포를 추정하도록 되어 있다. 하지만, 이 과정에서 원단위 및 평준화된 계수 등을 활용하게 되므로 평균과 다른 패턴을 보이는 부분에 대한 분석이 어렵고, 이와 같은 방법은 사회경제 지표에 기반해 통행량을 추정하므로, 실측값과 비교할 수 있는 방법이 없다.

그림 3-15 존 내 통행의 개념



출처: 한국개발연구원. 2008. 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판). p.244.

또한, 내부존간 통행 유입량에 비례하여 지역 간 통행을 배분하도록 되어²²⁾ 있으면 지역으로부터의 통행이 많은 세부존과 근거리 통행이 많은 세부존을 구분하여 분석

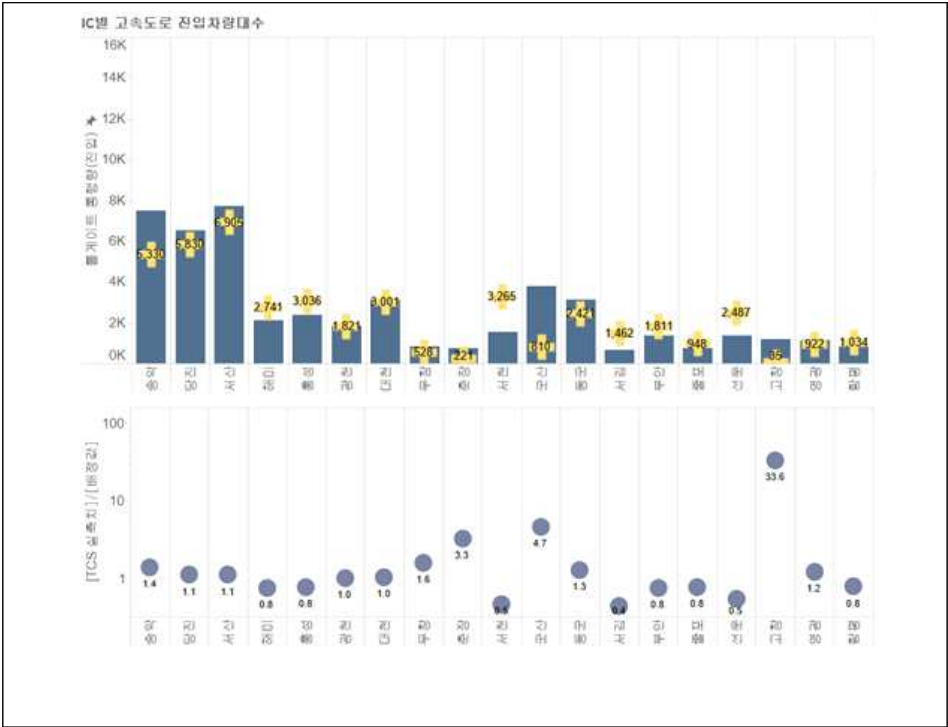
22) 한국개발연구원. 2008. 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판).p.248.

할 수 없다.

이와 같이 지역 간 통행이 내부 존에서 어떻게 분배되는지에 대한 정보가 없기 때문에 나타나는 문제점의 사례로 앞서 언급한 2015년 연구²³⁾에서 제시한 분석 사례를 들 수 있다. 이 분석에서는 TCS에서 주중 평균값과 KTDB의 O/D값을 고속도로에 배분한 결과를 비교하였는데, 같은 노선상에서 이웃하고 있는 톨게이트 중 한 쪽은 과대추정되고 다른 한 쪽은 과소추정되는 경우가 관찰되었다. [그림 3-16]

따라서 하나의 교통존으로 진입할 수 있는 톨게이트가 여러 곳일 경우 존 내부의 세부존에 대한 지역 간 교통량 유입패턴에 기초하여 톨게이트 배정값을 조정하거나 검증할 수 있는 방법을 마련할 필요가 있다.

그림 3-16 5월 27일(수요일)의 통행배정값과 TCS 실측치의 비교



출처: 윤서연 외. 2015. 지역 간 교통수요 예측의 신뢰성 향상을 위한 빅데이터 활용방안 연구. 국토연구원. p.61

23) 윤서연 외. 2015. 지역 간 교통수요 예측의 신뢰성 제고를 위한 빅데이터 활용방안 연구, 국토연구원.

(2) 사회경제지표 부족에 의한 빅데이터 활용 필요성

앞서 살펴본 방법론에서는 세부론 분석을 위해 각 존의 사회경제적 지표를 사용하도록 하고 있는데, 빠르게 성장하고 있는 세종시 및 혁신도시와 같은 신규 개발 중인 도시에서는 이러한 분석에서 활용할 수 있는 사회경제지표의 갱신보다 도시의 변화가 빠른 속도로 일어나고 있어 도시의 현 상태를 분석하기 위해 사용할 수 있는 방법이 필요하다. 현재 4단계 모형의 존 세분화에 활용하기 위한 사회경제 지표는 세종시를 기준으로 아래와 같이 제공되고 있다.

- 인구: 2016년 10월 말까지 읍면동²⁴⁾ 단위 인구 제공
- 사업체 수 및 종사자 수: 2016년 11월 현재 읍면동²⁵⁾ 단위 통계는 2014년이 최신 자료임

그림 3-17 2014년 읍면동 단위 통계 구역(2015년 배포)



출처: 세종특별자치시. 2015. 제 3회 세종통계연보. p.12. <http://ebook.sejong.go.kr/Viewer/PGZHP962ABAJ>
(최종접속: 2016.12.10.)

24) 건설지역에 해당하는 동 지역은 한솔동, 도담동, 아름동, 종촌동의 행정동 나누어 인구통계 제공. 각 구역은 여러 법정동을 포함하고 있으며, 구역 분할은 입주 인구 증가에 따라 변화하고 있음

한솔동: 다정동, 새롬동, 가람동, 대평동, 보람동, 소담동, 반곡동, 나성동 포함

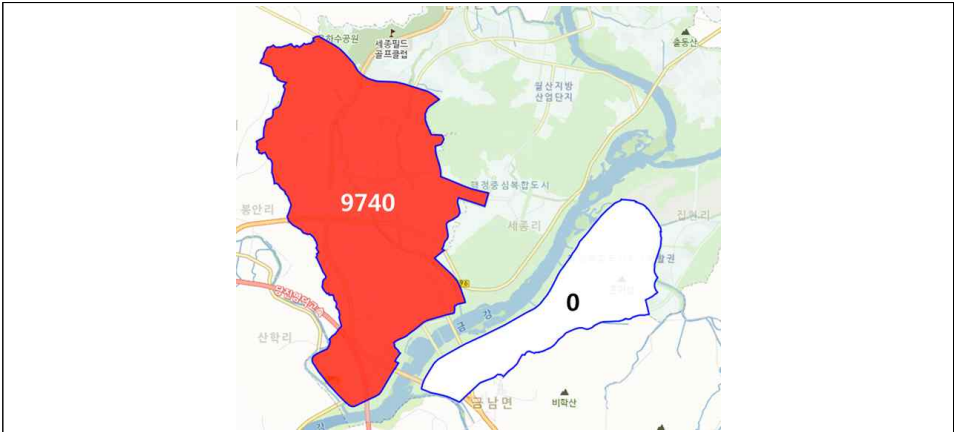
도담동: 어진동 포함

아름동: 고운동 포함

25) 2016년 독립적으로 통계치가 산정된 종촌동은 2014년에는 한솔동 통계에 포함됨

또한, 통상 집계구 통계는 읍면동보다 작은 구역에 대해 제공되나 신규 개발도시의 특성상 현재는 [그림 3-18]와 같이 도담동, 아름동, 한솔동 일부가 하나의 집계구로 묶여 제공되고 있어 세부존의 분석을 위한 통계치로는 활용이 어렵다.

그림 3-18 2013년 집계구 단위 통계: 공공행정, 국방 및 사회보장 행정 종사자 수



출처: 통계지리정보서비스, <http://sgis.kostat.go.kr/view/map/interactiveMap/kosisView> (최종접속: 2016. 12. 15)

살펴본 바와 같이 발전이 오랜 기간동안 지속적으로 이루어져 안정화된 지역과 달리 세종시 및 혁신도시 등 빠르게 발전이 이루어지고 있는 곳에 대해서는 현재의 교통현황을 분석하기 위한 자료의 부족이 두드러진다. 현재 시점에서 최신의 자료인 2014년의 자료가 나타내는 세종시와 현재의 세종시는 인구, 산업, 교통 등의 측면에서 매우 다르므로 실효성 있는 분석을 위해서는 최근의 현황을 나타내는 데이터의 확보가 매우 중요하다.

이를 위해 사용할 수 있는 한 가지 방법은 계획에 대해 명시된 정보를 활용하여 현재 시점의 정보를 생성하는 것인데, 이 경우 개별 계획의 달성 여부를 확인해야 하므로 데이터 수집에만 상당한 노력이 필요하다. 예를 들어, 세종시청이 이전하기 전인 2014년 한솔동 통계에서 2015년의 세종시청 이전을 반영하는 지표를 도출하는 데 어려움이 있고, 이를 기반으로 교통수요를 분석하는 데 있어 오차 발생의 가능성이 크다는 것이다.

따라서 현재의 통행패턴을 보여주는 빅데이터를 활용하여 현 시점에 적합한 정책 마련을 위한 분석을 시도할 필요성이 있다 하겠다.

(3) 분석내용

이동통신 사용자의 시간대별 분포와 속성값으로 주어진 청구지 주소(시군구 단위)를 활용하여 50m x 50m 단위로 유입된 인구의 이동거리분포를 구하고, 세종시 내 하위 행정구역에 대해 유동인구 유입거리의 분포를 분석하여 세부 존 특성에 의한 차별점을 도출하려 한다.

2) 분석결과

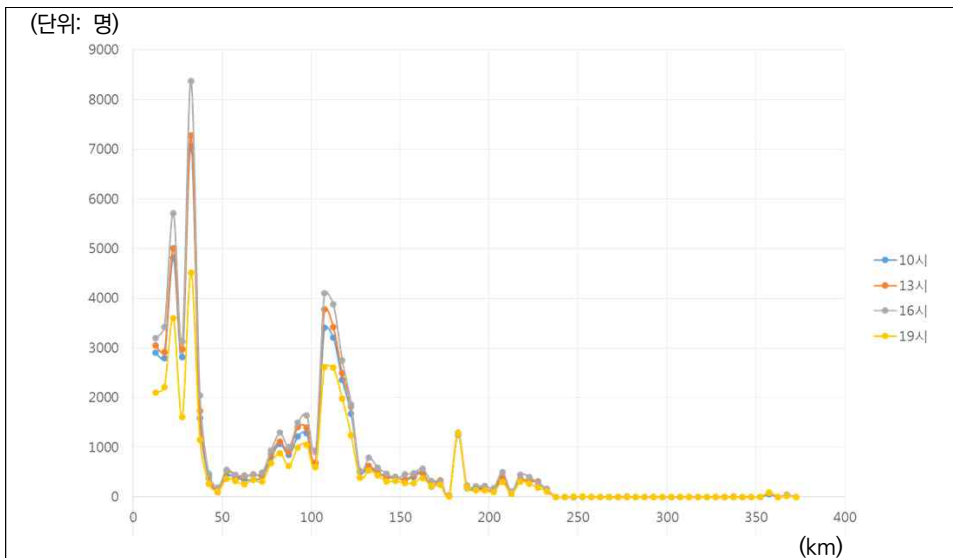
(1) 세종시 전체 시간대별 유입인구의 이동거리 분포

이동통신 유입지 정보로부터 도출할 수 있는 이동거리 분포를 세종시 전체에 대해 적용한 결과 시간대별로 [그림 3-19]과 같은 유입인구 이동거리 분포를 볼 수 있다.

- 20~25km, 30~35km, 105~115km 구간에서 가장 큰 피크치를 보임
- 20~25km: 대전 유성구, 대덕구
- 30~35km: 대전 서구/동구/중구
- 105~115km: 서울 관악구, 금천구, 송파구, 서초구, 강남구, 동작구, 강동구, 용산구, 영등포구, 양천구, 경기도 남부 등

유동인구는 오후 4~5시 사이에 가장 높은 값을 보이며, 이 중 4시에 대해 세종시를 작은 공간단위로 나누어 토지이용 특성과 통행유발 특성을 비교하였다.

그림 3-19 세종시 전체 시간대별 유입인구 이동거리 분포



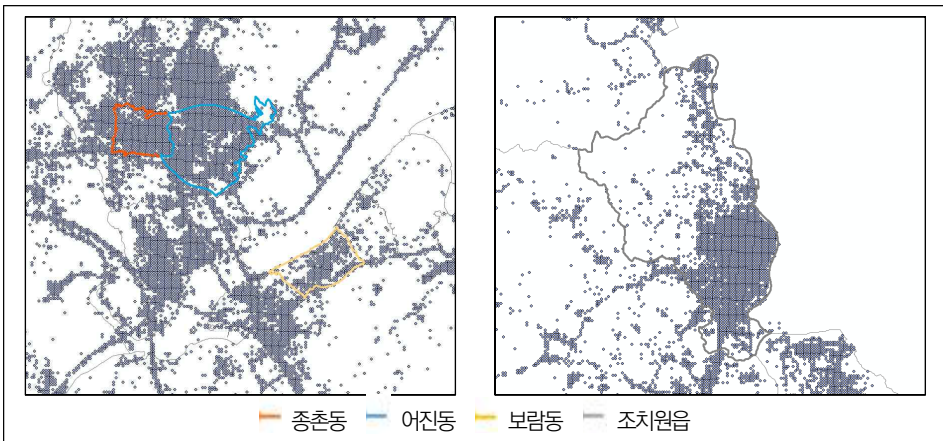
(2) 세종시 내 비교대상으로 선정된 지역의 특징

현재 시점을 기준으로 특징적인 성격을 가진 네 동을 선정하였으며, 이 지역에 대한 현재 기준의 정량적인 사회경제 지표는 앞서 설명한대로 법정동 여러 개를 묶은 행정동 단위 인구 이외에는 구득이 불가하다. 따라서 정성적으로 설명할 수 있는 각 동의 특징은 다음과 같다.

- 종촌동: 아파트가 주가 되는 거주지
- 어진동: 중앙정부 청사 밀집지
- 보람동: 세종시청 및 관련 지방 기관 밀집지
- 조치원읍: 구시가지, 대학교 캠퍼스와 조치원역 등이 위치

이 지역에 대한 SK 이동통신 유동인구 데이터 집계 격자는 [그림 3-22]와 같다.

그림 3-20 대상지역별 이동통신 유동인구 분포 격자



(3) 동별 유입거리 패턴

동별 위치와 이동거리별 유입통행량 분포는 [그림 3-21]로 제시하였으며, 이 분포로부터 도출한 특징은 다음과 같다.

먼저, 기존 인구가 많은 조치원이 네 동·읍 중 거리별로 가장 많은 인구를 유입하는

것으로 나타났다. 이 지역은 대학교 캠퍼스가 위치한 지역이므로 타 지역에 원거주지를 가지고 있는 학생이 이 수치 중 상당 부분을 차지할 수 있다. 이에 대해서는 연령별 분석 등 추가적인 분석을 시행하여 확인하는 것이 가능할 것이다.

서로 이웃하고 있는 종촌동과 어진동을 비교하면, 주거지인 종촌동은 어진동보다 50km 미만 근거리 통행을 많이 유발하는 반면, 정부청사가 있는 어진동은 종촌동보다 80km 이상 장거리 통행을 많이 유발하는 것으로 나타나며, 특히 서울의 상당부분과 경기도 남부가 포함된 105~125km 지역에서 유입되는 통행이 큰 비중을 차지하고 있다.

공공기관이 위치하고 있는 어진동과 보람동을 비교하면, 시청이 위치한 보람동에서는 장거리 통행보다는 50km 이하의 통행 비율이 크며, 중앙정부 청사가 위치한 어진동은 장거리 통행이 상당한 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 일반적인 산업분류에서는 보통 중앙정부와 지방정부를 같은 산업 카테고리로 분류하게 되므로 이러한 차별점을 도출하기에 어려움이 있다. 빅데이터에 의한 실측치 분석이 가지는 장점이 드러나는 부분이라 하겠다.

앞서 조치원에 대해 지적한 바대로 주거지를 옮기지 않고 주중에만 세종시에서 출퇴근하는 이전기관 근무자의 경우 청구지 주소가 가족이 사는 원거주지일 확률이 높아, 장거리 통행 유입에서 왜곡을 일으킬 가능성이 있다. 이에 대해서는 데이터 가공이나 분석에서 보완이 이루어질 필요가 있다. 대안으로는, 향후 이동통신 데이터의 처리과정에서 청구지 주소가 아닌 밤 시간대(예: 3am~7am)에 머무른 지역을 사용하는 등의 개선이 이루어져야 분석의 신뢰도를 높일 수 있을 것이다.

(4) 시사점

이동통신 유동인구 데이터를 활용하여 지역 간 통행 유입패턴을 분석한 결과, 이와 같은 빅데이터에 의한 현 방법론의 개선 가능성은 다음과 같이 서술할 수 있다.

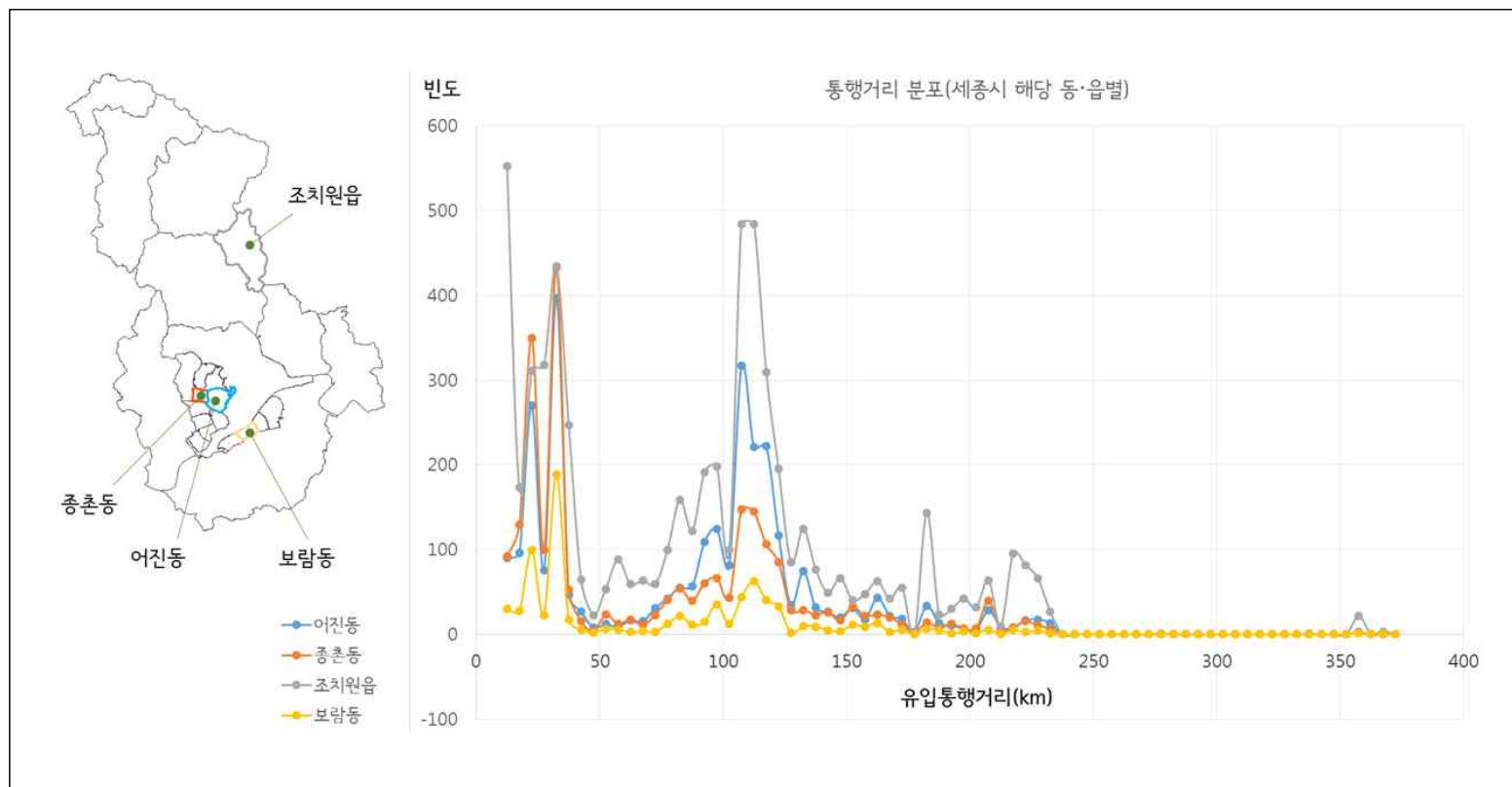
첫째, 현 시점의 통행패턴에 대한 자료를 수집할 수 있다. 최근 빠르게 개발이 일어난 지역의 경우 교통수요 분석을 위한 사회경제지표 자료의 부족이 두드러지므로, 현재의 교통수요패턴을 보여줄 수 있는 빅데이터의 활용이 유용할 것으로 판단된다. 또한, 이동통신 유동인구를 활용하여 세종시의 유입통행거리를 동 단위로 분석한 결과

[그림 2-6]에서 제시된 이론적 모형과는 크게 다른 분포를 보이고 있어 실측치에 의한 지역 통행특성 파악을 위해 유용한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

둘째, 지역 간 통행의 내부존 배분방법을 개선할 수 있다. 교통존으로 유입된 지역 간 통행이 존 내에서 분포되는 패턴을 파악함으로써 지역 내 사회경제지표가 부족하더라도 존 내부통행 분석과의 연계 가능하다. 지점 통행량이나 TCS와 달리 통행의 목적지를 비교적 상세히 분석할 수 있어 기존의 방법론을 보완할 수 있을 것으로 예상된다.

마지막으로, 통행배정 단계에서 지역 간 통행이 집중되는 위치에 따라 존 센트로이드 위치조정 등을 수행하여 배정의 결과가 실제값과 근접할 수 있도록 개선 가능할 것으로 예상된다. 이러한 개선을 통해 배정값 중 톨게이트 간 불균형 개선 등이 이루어질 수 있다.

그림 3-21 동·읍별 유입통행거리 분포





CHAPTER 4

교통수요 추정을 위한 빅데이터 활용방안

01 빅데이터 활용의 기본 방향	81
02 분석단계별 빅데이터 활용 방안	85

교통수요 추정을 위한 빅데이터 활용방안

본 장에서는 앞서 제시한 빅데이터의 분석이 현재 활용되고 있는 교통수요 추정 방법을 개선하기 위해 어떻게 활용될 수 있는지에 대한 방안을 제안하고자 한다. 크게 구분하면 기준 연도와 2년의 시차가 있는 KTDB의 배포 이전에 실시간으로 누적되는 빅데이터를 통해 추정치를 검증하는 방안이며, 배포 이후에는 다양한 주체가 데이터에 기반하여 배포값을 검증할 수 있고 분석결과를 첨부하여 재검토를 요청할 수 있도록 하는 방안이다.

1. 빅데이터 활용의 기본 방향

1) 기본방향 설정

앞 장의 분석들을 바탕으로 살펴볼 때, 교통수요 추정 과정을 정교화하고 장래 예측의 정확성을 제고하기 위한 빅데이터의 활용방안은 크게 두 가지로 구분할 수 있다.

첫 번째는 교통수요 추정 과정에의 직접 활용을 통한 특정사업 교통수요 추정의 현실성 강화이다. 현재 국내 교통수요 추정은 KDI 및 국토교통부에서 제공하는 지침과 KTDB에서 제공하는 네트워크 및 기종점통행량 자료에 근거하여 수행된다. 그런데 이 네트워크 및 기종점 통행량은 종종 해당사업 주변의 특정 개발사업으로 인한 변동성을 확인·반영해야 하거나, 정밀한 분석을 위하여 존 세분화 등 제공된 자료의 변형이 필요한 경우가 있다. 빅데이터는 ‘교통수요 추정 단계별 적정성을 확인’ 하고 ‘지역 고유의 교통수요 특성의 확인 및 반영’에 활용될 수 있다.

두 번째는 다양한 현실적 기초자료 수집을 통하여 교통수요 추정 모형을 이론적으로 개선하고, 이를 바탕으로 교통수요 추정의 정확성 및 정밀도를 개선하는 것이다. 현재 사용하는 교통수요 모형은 수집가능한 자료의 제약과 평균적 속성을 전제로 하는 모형의 속성 때문에 세밀한 정책적 영향 분석이나, 특수한 지역적 상황을 고려한 분석 등에

는 활용하기 어렵다. 빅데이터는 다양한 영향요인들에 대한 상관성 및 인과관계 등의 자료구축 및 검토를 통하여 ‘교통수요 추정 모형을 정교화’를 도모할 수 있다.

2) 교통수요 추정 단계별 적정성 확인

지금까지 KDI 및 국토교통부에서 제공하는 지침에서 제시한 방법에 근거한 교통수요 분석 방법론은 복잡다단한 개개인의 의사선택에 따른 집계결과를 추정할 수 있도록 구조화된 순차적 분석체계이다. 실제 개개인의 통행 의사결정은 4단계 수요모형이 다루는 각 단계에 따라 순차적으로 결정되기 보다는 필요와 여건에 따라서 각 의사결정이 동시에 이루어지거나 혹은 순서가 뒤바뀌어 이루어질 수 있다는 것이 국내외 여러 연구들에서 다뤄진 바 있다. 즉, 4단계 모형은 의사결정의 집계적 결과를 비교적 합리적으로 추정할 수 있도록 고안된 방법론일 뿐이다.

4단계 모형 중 1~3단계에 해당하는 결과, 즉 교통존 단위로 추정된 통행발생량, 중간 통행배분량, 기종점간 수단분담의 참값은 현실적으로 확인이 불가능하다. 단지 KTDB에서 수년 단위로 대규모로 수행되는 가구통행실태조사를 통하여 통계적으로 추측할 수 있을 뿐이다. 교통수요 분석가가 모형의 추정값과 실제를 비교할 수 있는 것은 4단계 모형의 최종 결과인 교통망 배정결과와 실제 교통량의 비교뿐이다. 모형의 최종 추정결과와 실제 교통량이 확연히 다른 경우에는 모형 결과를 실제와 가깝게 맞추기 위한 현황정산 과정을 거친다. 이 과정에서는 대부분 KTDB에서 제공하는 1~3단계의 결과는 ‘참’으로 가정하고 4단계의 적정성을 위한 일부 보정이 이루어진다. 만약 선행 단계에서 모형과 실제의 차이가 발생하여 그것이 최종 모형결과에 영향을 미쳤다 하더라도 개별 교통분석가가 이를 확인하거나 가늠할 수 없었기 때문에 선행 단계에 대한 보정이나 정산이 이루어지지 않는다.

빅데이터는 이와 같은 4단계 교통수요 추정의 단계별 분석 결과가 적정한 것인지를 간접적으로 가늠할 수 있는 비교지표로서의 역할을 할 수 있다. 활동인구 분석이나 거의 실시간으로 제공되는 고속도로 통행 자료 등을 통하여 해당 지역에서의 통행활동의 변화 트렌드를 예상할 수 있으며, 이는 최종 수요분석 결과와 실제의 큰 차이가 있을 경우 그 원인이 4단계 분석 중 어느 과정에서부터 기인하였는지를 짐작하는 데에 활용될 수 있다.

3) 지역 고유의 교통특성 확인 및 반영

통행은 개개인의 활동 수행 과정에서 유발되는 행위로, 집계적으로는 교통수요가 각 지역의 토지이용 현황(주거, 업무, 상업 등)과 타 지역 간의 사회지리적 연관성(업무 중심지구와 배후주거지 등) 등에 의거하여 유발된다고 볼 수 있다. 즉, 교통수요 분석의 각 단계에서 사용되는 모형이나 원단위 등은 개별 사업지의 특성 및 주변 여건 등 다양한 요인에 의하여 특성화될 수 있다.

국내 지침에서는 분석가의 자의적 판단에 의한 수요 과다예측의 위험을 방지하기 위하여 지침에서 제공하는 모형 및 원단위들을 사용하도록 하고 있다. 그런데 이러한 모형이나 원단위들이 제공되는 지역적 단위가 시도 단위이거나 전국 평균치에 근거하는 등 개별 지역특성이 고려된다기 보다는 평균적 속성만을 반영하게 된다. 예를 들면, 지역의 통행발생량은 해당 지역의 총 인구 뿐만 아니라, 연령대별 인구, 고용인구 등과도 관련이 있고, 토지이용의 성격이나 면적, 밀도 등과도 관련이 있을 수 있다. 그러나 전국의 모든 지역을 일반화하여 설명하고자 하면 통계적으로 유의한 변수는 단순히 인구 또는 개발면적과 같은 대표변수만 남게 된다.

현재 KTDB에서는 현행과 장래의 전국 각 지역별 기종점통행량을 제시하고 있기 때문에 원칙적으로는 개별 연구자가 통행발생 및 통행분포 추정의 적합성을 검토하고 있지 않으나, 사업지 인근에 신규 개발계획이 있거나, 기 확정된 개발계획의 내용상 변경이 있거나, 사업지 주변의 존을 분할하여 세부존에 대한 통행발생 및 통행분포의 분할이 필요한 때에는 이 경우에 적용할 수 있는 일반적 분석방법론을 제시하여 이에 따르도록 하고 있다.

지금까지는 평균적 특성에 근거한 분석을 해당 사업에 적용하는 것이 적합한지, 혹은 지역적 특수성을 고려해야 하는지에 대하여 판단을 할 수 있는 자료 및 방법론이 부재하였기에 제시되는 방법론에 의거하여 교통수요를 추정하고 그 결과가 적합하다고 믿는 수밖에 없었다. 교통수요 분석 대상사업과 관련하여 빅데이터를 통하여 확인할 수 있는 지역적 특성들은 해당 사업에 지역적 특성들을 고려하는 것이 필요한지, 또한 지역적 특성들을 어떻게 반영하는 것이 바람직한지에 관한 판단의 근거로 활용될 수 있다.

4) 교통수요 추정 모형의 정교화

앞서 살펴본 바와 같이 빅데이터의 활용은 각 단계별 모형의 적정성이나 고려해야 하는 지역적 특수성에 대한 일종의 단서를 제공해준다. 그런데 그 단서는 개별 교통분석가가 모형을 개선하는 데에 활용할 수 있을 정도로 명확하고 직접적인 것은 아니라는 데에 그 한계가 있다. 빅데이터가 제공하는 단서를 바탕으로 교통수요 추정 모형을 개선하는 데에는 수많은 학술적 연구와 수년간의 축적된 데이터를 활용한 검증이 필요하다. 따라서 빅데이터를 활용한 교통수요 추정 모형의 정교화는 다음과 같은 일련의 과정을 밟아야 한다.

첫째, 빅데이터를 활용하여 지금까지 확인하기 어려웠던 각 단계별 모형의 부적합 사례를 충분히 수집한다. 이는 교통수요 분석의 기초자료를 제공하는 기관이 단독으로 이러한 사례를 확인하는 것은 어렵다. 교통수요 분석을 직접 수행하는 실무 교통분석가 또는 모형에 대한 학술적 검토를 하는 연구자 등으로부터 제공된 교통수요분석 기초자료(교통망, 기종점통행량 등)의 부적합 의심사례들을 수집하는 창구를 만들어 운영하여야 한다.

둘째, 수집된 사례들을 분석하여 지역이나 주변 관련계획, 사업의 특성, 교통수요 패턴 등을 복합적으로 검토하여 교통수요 추정 모형의 유형을 구분할 수 있는 컨트롤 요소들을 찾는다. 이러한 유형구분은 4단계 모형 전반이 아닌 각 단계별 유형 구분으로 접근하는 것이 바람직하다.

셋째, 위의 컨트롤 요소들을 바탕으로 유형을 구분하고 단계별 모형을 구축한다. 이 과정에서는 가능하다면 관련된 자료들을 공개하고 학술계에 관련 연구 참여를 독려하여야 한다. 다양한 접근으로 구축된 여러 모형들에 대하여 학술적, 실증적 검증을 통하여 합리적인 모형이 구축될 것이고, 그 과정에서 교통수요 추정 모형의 개선이 이루어질 수 있다.

위와 같은 일련의 과정을 통하여 교통수요 추정은 공인된 기관에서 제공하는 자료를 지침에 제시된 방법론에 따라 수동적으로 적용하여 얻어지는 것이 아니라, 합리적이고 실증에 근거하며 교통 분석가의 전문성을 발휘하여 보다 정교하게 분석되는 영역으로 발전할 수 있다.

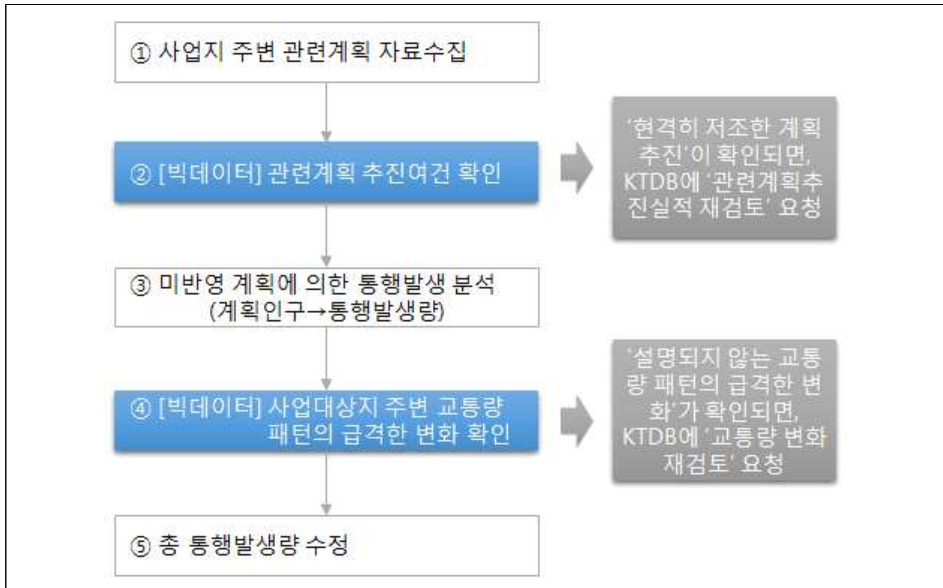
2. 분석단계별 빅데이터 활용 방안

1) 통행발생 단계

지침에서 제시한 방법론에 따르면 교통분석가가 통행발생을 분석하는 것은 분석대상 사업과 관련하여 개발계획이 추가로 반영되어야 할 경우와 상세한 분석을 위하여 존을 세분화할 때이다. 전자는 KTDB에서 제공하는 기종점통행량 산정시에 고려되지 않았던 관련 개발계획의 영향을 고려하기 위한 것이고, 후자는 세분화된 소존 간 기종점통행량을 생성하는 첫 단계로서 소존 간 통행발생량을 추정하는 경우이다. 존 세분화를 위한 통행발생 단계에는 빅데이터를 활용하는 것이 적절하지 않으므로 본 절에서는 개발계획 추가 반영의 사례에 대하여 빅데이터의 활용방안을 제시한다.

교통수요 분석을 위하여 사업지 주변의 관련계획 목록을 작성하고, 각각의 계획이 KTDB에서 기 반영 되었는지 확인한 후 미반영된 계획이 있다면 지침의 방법론에 근거하여 통행발생량을 추정하여야 한다.

그림 4-1 개발계획을 반영하는 통행발생 단계에서의 빅데이터 활용



그런데 수년에서 수십년에 걸쳐 추진되는 개발계획은 간혹 계획과 비교하여 추진 실적이 현격하게 차이가 발생하는 경우가 있다. 계획의 추진상황을 가늠할 수 있는 각종 빅데이터를 활용하여 분석시점까지의 변화를 살펴보고, 이를 바탕으로 해당 개발계획의 영향을 그대로 수용하는 것이 향후 분석대상 사업의 교통수요 추정을 과대/과소 추정할 가능성이 있는 임계점을 넘었다고 판단될 경우, 교통분석가는 이를 KTDB에 고지하여 재검토를 하도록 요청한다.

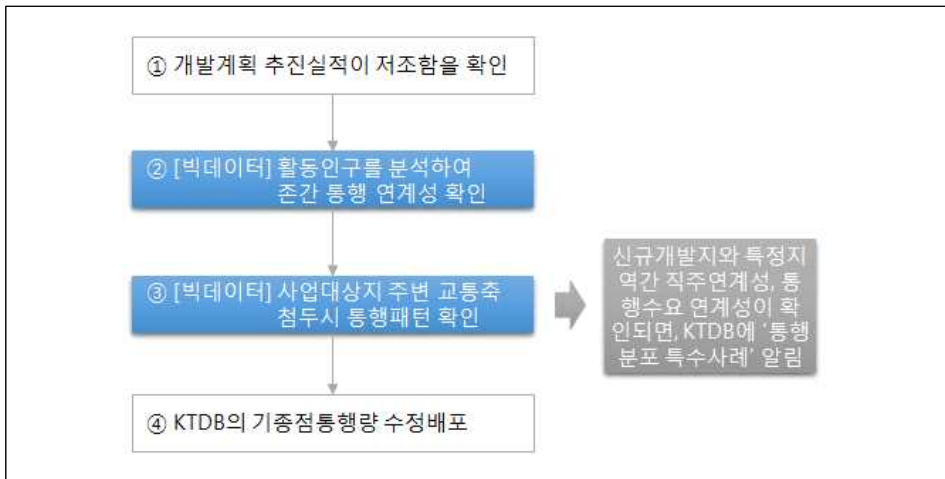
또한 모든 관련계획들이 계획내용대로 반영되었다 하더라도 빅데이터로 확인할 수 있는 최근의 교통량 변화가 기존의 KTDB에서 제공되는 기종점통행 자료로는 설명되지 않는 경우도 발생한다. 일례로 청라IC는 최근 몇 년간 진출입통행이 매우 빠른 속도로 증가하고 있다. 이와 같은 교통량패턴의 급격한 변화가 확인되며 제공되는 기종점통행량 자료에 근거하여 설명되지 않을 경우 KTDB에 이를 고지하여 재검토를 하도록 요청한다.

다만 위의 두 활용사례에서 KTDB에 재검토를 요청하는 임계 기준에 대해서는 실증적 연구를 통하여 명확하게 지침 등에 제시되는 것이 바람직하다.

2) 통행분포 단계

KTDB에서 제공되는 기종점통행량자료는 통행분포 분석의 결과에 해당하므로, 존세분화 작업을 하는 경우를 제외하면 직접 통행분포 분석을 수행하는 경우는 거의 없다. 그러나 앞서 살펴본 세종시 및 일부 혁신도시의 사례에서 분석된 바와 같이 개발계획으로 인하여 개발지역과 인근 지역 간에 통행거리, 통행시간만으로는 설명되지 않는 통행수요의 연계성이 나타날 수 있다.

이를테면 개발이 진행되었지만 척박한 주변 여건으로 인하여 해당 개발지로의 인구이동보다 인근 기성시가지로의 인구이동을 유발하고, 신개발지와 기성시가지가 ‘업무지-배후주거지’ 관계를 형성하면서 통근통행으로 인한 침두시 교통량 집중이 두드러지는 경우, 또는 통행거리나 통행시간과의 역의 상관관계를 가지는 통행분포 모형의 특성상, 거리가 멀어지면 통행배분량이 감소하는 것과 달리 세종시-수도권과 같이 장거리 연계성이 높은 경우가 그 사례이다. 빅데이터는 활동인구 분석 등을 바탕으로 이러한 통행연계성을 가늠할 수 있다.



통행분포 단계에서의 빅데이터 활용은 신규 개발지로 인하여 상당 규모의 인구이동이 발생하는 경우에 한정하여 사용되어야 한다. 개발계획으로 인한 추진실적, 특히 토지이용보다는 목표 인구의 도달 측면에서의 추진실적이 저조함이 확인된 경우에, 빅데이터를 활용하여 신규 개발지와 타 지역 간의 통행분포 측면의 특수한 연계성이 있는지를 확인할 수 있다.

먼저 신규개발지의 활동인구 분석을 통하여 타지역 거주자의 활동인구량을 분석하여 지리적 접근성으로 설명되지 않는 특수한 상관관계를 보이는 지역이 확인되는 경우, 사업대상지 주변 교통축을 대상으로 해당 지역과의 첨두시 통행패턴을 검토한다. 이 검토를 통하여 신규개발지와 특정 지역 간 직주연계성, 통행수요 연계성 등이 확인되면 기존점 통행량의 재검토를 위하여 KTDB에 '통행분포 특수 사례'를 알림 조치한다. KTDB는 추가조사 등의 실태확인을 바탕으로 기존점통행량의 수정이 필요하다고 판단되는 경우 가급적 신속하게 이를 수정하여 배포하여야 한다.

3) 통행배정 단계

통상 교통분석가가 실질적으로 수행하는 대부분의 분석은 통행배정이다. 통행배정은 현황정산이라는 과정을 통하여 우선 교통 시뮬레이션의 현실 재현성을 확보하고,

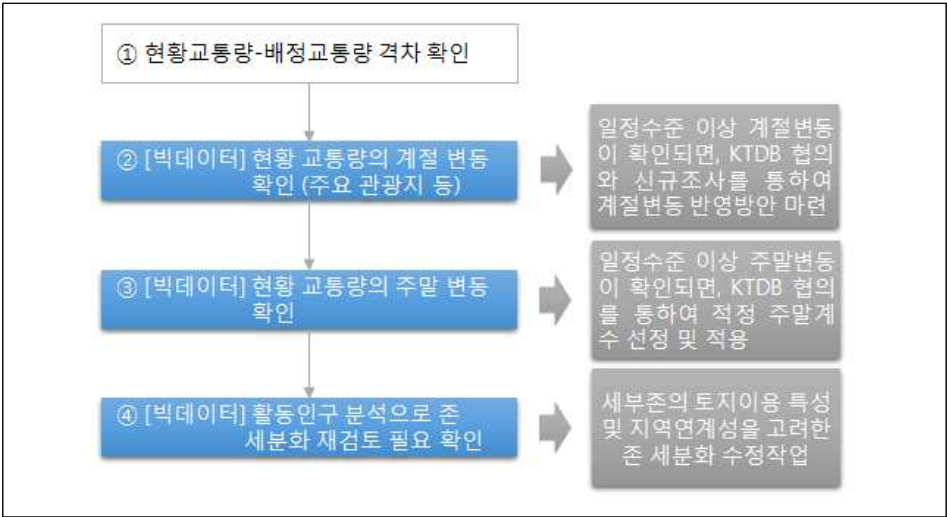
이를 바탕으로 장래의 교통수요 변화를 전망하게 된다. 빅데이터를 활용하여 교통수요 추정의 개선 필요성을 검토할 수 있는 것은 현황정산 과정이다.

먼저, 현황정산 과정에서 배정된 교통량과 현행 교통량과의 차이를 확인하여야 한다. 통상적인 정산과정에도 불구하고 지침에서 제시된 임계 오차범위를 벗어나는 경우 다음의 순서로 빅데이터를 활용한 확인 과정이 개입되어야 한다.

첫째, 현황 교통량의 계절적 변동 여부를 빅데이터를 통하여 확인하고, 일정 수준 이상의 계절변동이 확인되면 KTDB와의 협의를 통하여 신규조사를 통한 계절변동 반영 방안을 마련하여야 한다. 신규조사가 필요한 이유는 계절변동이 주로 나타나는 주요 관광지는 성수기와 비수기의 기종점통행량 분포 패턴에 상당한 차이가 있기 때문이다.

둘째, 현황 교통량의 주말 변동 여부를 빅데이터를 통하여 확인하고, 일정 수준 이상의 주말변동이 확인되면 KTDB와의 협의를 통하여 적정 주말계수를 선정하고 이를 적용하여 분석한다. 현재 KTDB를 통하여 제공되는 기종점 통행량은 주중통행량임을 감안하여, 주말변동 패턴을 고려하여 일평균교통량을 주중평균교통량으로 변환하여 정산하는 방법도 고려할 수 있다.

그림 4-3 통행배정 단계에서의 빅데이터 활용



셋째, 사업대상지 인근의 소규모 지역을 중심으로 현황교통량과 배정교통량의 격차가 음양이 교차되어 존 세분화의 적절성이 의심되는 경우, 활동인구 분석을 통하여 존 세분화 과정의 적합성을 재검토한다. 단순히 인구를 중심으로 하는 세분화 과정이 빅데이터를 통해 부적합하다고 판단되는 경우, 세부존의 토지이용 특성 및 지역 연계성을 고려하여 존 세분화를 다시 수행한다.

CHAPTER 5

결론 및 정책제언

01 결론	93
02 정책제언	97

결론 및 정책제언

본 장에서는 연구의 주요 내용과 연구의 한계점, 시사점과 향후 과제를 제시하여 본 연구의 의의를 강조하고자 한다. 이는 이후 관련 연구에서 참조하여 본 과제에서 겪은 시행착오를 사전에 예방하고 개선된 연구를 수행할 수 있는 자료가 될 것이다. 또한, 공공과 민간에서 수집한 빅데이터를 활용하여 교통수요 관련 연구를 수행하는 과정의 경험을 바탕으로 향후 빅데이터를 활용한 정책연구를 활성화하고 그 결과를 실용화하기 위해 필요한 사항들을 제시하고자 한다.

1. 결론

1) 연구의 요약

본 보고서는 교통수요추정 분야에서 빅데이터를 활용하여 방법론을 개선할 수 있는 구체적인 방안을 제시함과 동시에 향후 추진방향을 제안하기 위해 수행된 연구이다. 현재까지의 개발 위주의 정책이 아니라 존재하는 교통시스템을 효율화하고 서비스를 개선하는 정책을 위해서는 시·공간적으로 상세하고, 구체적인 사회경제적 인구그룹을 대상으로 하는 교통정책에 대한 수요가 늘어나 현 교통수요 추정 방법론보다 개선된 교통수요분석에 대한 요구가 존재한다. 하지만, 이에 대응하여 완전히 새로운 방법론을 도입하여 실용화하는 데에는 상당한 시간과 노력이 필요하기 때문에, 본 연구에서는 현재 사용되고 있는 교통수요 추정 방법론의 틀 안에서 빅데이터를 활용하여 현 방법론을 최대한 보완하고 결과치를 검증할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다.

본 연구에서는 이러한 방안을 실증하기 위하여 1) TCS 데이터의 시계열 분석을 통한 장래 O/D 추정의 검증, 2) TCS 데이터를 활용한 주중/주말 지역 간 통행패턴 도출 및 주말계수 검증, 3) 이동통신 유동인구 데이터를 활용한 지역 간 통행의 존 내부 통행패턴 분석의 세 가지 분석을 수행하였다. 공공과 민간의 빅데이터를 활용하여 교통

수요를 분석하는 실증분석을 수행한 결과 교통수요 추정의 단계별로 빅데이터를 이용한 검증방안을 마련할 수 있으며, 특히 신도시의 경우 데이터 부족 문제를 빅데이터를 이용해 상당 부분 해결할 수 있다는 것을 보일 수 있었다. 하지만, 본 연구에서 제시한 빅데이터 실증분석은 과제의 기간 및 규모, 데이터 접근성 등의 제약으로 활용 가능한 데이터의 범위 및 분석가능용량 등에 한계점을 가지며 향후 연구에서 이를 극복하고 실용화 하는 방안이 필요하다.

2) 연구의 한계점

본 연구는 2015년 수행된 「지역 간 교통수요 추정의 실효성 제고를 위한 빅데이터 활용방안 연구」를 기초로 하고 있어 활용 데이터의 특성 파악이나 분석 가능한 소프트웨어의 확보 등이 어느 정도 이루어진 상태에서 시작되었지만, 여전히 시범 연구의 성격으로 진행되어 연구의 한계점을 가지고 있다.

가장 크게 연구의 범위를 한정된 부분은 데이터이다. 도로공사에서 제공받은 공공데이터는 데이터의 시간적, 공간적 범위의 선택에 제한이 없었지만, SK 텔레콤에서 구매한 이동통신 유동인구 데이터는 사전에 지정한 공간적, 시간적 범위에 대해 일회성 구매로 이루어졌기 때문에 분석 도중에 분석 범위를 확대하거나 재설정 하는 데 한계가 있었다. 또한, SK 텔레콤 데이터는 2015년과 2016년의 표준사양이 달라 연차별로 공통된 분석을 실시하는 데 어려움이 있었다. 또한, 본 연구는 데이터를 수집하는 주체가 수행하는 연구가 아니기 때문에 데이터의 제공자가 1차적으로 처리·요약한 결과만을 가지고 분석을 진행하였으므로, 원본 빅데이터를 직접 분석할 때 발생하는 활용 가능성을 십분 활용하지 못하였을 가능성이 크다. 데이터에 의한 요인 중 마지막은 기존 교통분석을 위한 데이터 체계와 빅데이터 체계가 동일하지 않다는 점이다. 기존 교통분석은 행정구역 중심의 공간적 단위로 이루어졌으나 빅데이터는 이와는 다른 고유의 공간단위로 수집된 경우가 많으며, 원본 데이터의 요약작업 또한 교통수요 분석에 활용될 것을 염두에 두지 않은 경우가 많아 기존 교통분석과 정확히 비교 가능한 빅데이터 분석결과를 도출하기에 어려움이 있었다.

두 번째 한계점은 분석 가능 용량이다. 여기에는 소프트웨어와 데이터를 저장할 수 있는 하드웨어, 분석자의 데이터 처리능력 등이 복합적으로 작용한다. 본 연구의 시범

연구적 특성 및 시간과 비용의 제약으로 빅데이터 분석을 위한 전문적인 분산처리가 가능한 하드웨어시스템을 사용하기에 어려움이 있었고, 소프트웨어 선택에도 제한이 있었다. 연구자가 대용량 데이터를 분석하는 방법을 익히거나 외부 빅데이터 전문가의 도움을 얻는 것 또한 연구의 범위 안에서는 충실히 수행하고자 하였으나, 기술적인 완성도 측면에서는 한계가 존재한다. 이러한 제약으로 인해 전국이 아닌 분석대상 지역을 사전에 선정하여 분석 결과를 비교하는 방식으로 연구를 진행하였다.

세 번째는 보고서를 통해 교통수요 추정 방법의 세부적 사항을 모두 파악하는 데는 한계가 있었다는 점이다. 장래 교통수요 예측과 현행화 작업이 여러 해의 노하우가 집약된 성과물인 만큼, 보고서에서 제시된 내용은 국가교통DB의 사용자에게 방법론을 설명하는 데는 충분하지만 동일한 작업을 재현하거나 본 연구에서 제안한 것과 같은 개선방안을 직접 적용해보기에는 충분하지 않다. 따라서 본 연구의 결과가 최종적으로 현 교통수요 추정 방법론에 적용되는 단계에는 도달하지는 못한 한계점이 있다. 이 부분은 향후 개선방안을 국가교통DB측에 제안하거나 협동연구를 수행하는 방법으로 후속 단계를 계획할 수 있을 것이다.

3) 연구의 시사점 및 향후 과제

교통 분야에서 빅데이터의 활용은 최근 3~4년 사이에 연구의 중요한 테마가 되었지만, 앞으로 4차 산업혁명으로 일컬어지는 데이터와 인공지능에 의한 혁신이 실현된 시점에는 당연한 실용적 기술로 간주될 가능성이 크다. 따라서 앞서 열거한 한계점의 해결은 단지 본 연구에서 도출한 결과의 실용화를 위해서가 아니라 교통 분야가 이러한 변화에 적응하기 필요한 사항 중 일부라 하겠다. 연구 결과를 실용적 기술로 발전시키기 위해서는 시범연구를 넘어선 실질적인 적용 사례가 필요하며, 개별적으로 이루어진 여러 연구를 통해 파악된 한계를 극복하기 위한 노력이 필요하다. 본 연구와 같은 빅데이터 연구에서 제시하고 있는 기술적인 활용 방안이 현실적으로 적용되기 위해서는 보다 많은 전문가가 참여한 논의를 통하여 사회적 합의 거쳐 데이터의 활용 범위와 활용 프로세스 등을 교통수요 분석에 관련된 지침에서 구체적으로 규정하는 등 빅데이터 분석 결과에 대한 법적인 유효성도 확보되어야 할 것이다.

한 가지 우려되는 부분은, 공공분야에서는 민간분야보다 빅데이터의 활용에 있어 더

딘 행보를 보이고 있고, 민간이 보유한 실시간 빅데이터가 점차 구체적이고 다양해지고 있어 지금까지 유지되어온 정책을 통한 공공분야의 선도가 더 이상 유효하지 않은 시점이 도래할 수 있다는 가정도 무리한 것이 아니라는 점이다. 하지만 향후 스마트시티, IoT, 자율주행 등 정보화에 기반한 도시·교통에 있어서의 신규 개념이 실용화 될 때 새로운 공공데이터의 축적이 가능하고 활용방안을 확대할 수 있어, 지금부터의 노력 여하에 따라 공공의 빅데이터 분야 역할 강화 기회가 충분히 존재한다는 것도 사실이다. 그렇기 때문에, 지금까지의 공공분야 빅데이터 연구 성과가 기대한 만큼 뚜렷하지 않을 수 있음에도 앞으로 다가올 변화의 시기에 발맞출 수 있는 토대가 될 수 있도록 지속적인 지원과 노력이 필요하다 하겠다.

이러한 기회에 대비하여 데이터 분야에서는 1) 공공데이터의 품질과 활용성을 꾸준히 개선하고, 2) 민간과 데이터 시장에서 효율적이고 공정하게 거래할 수 있는 기반을 조성하고, 분석을 위해서는 3) 교통 분야에 특화된 데이터 분석능력을 갖추어 교통 분야의 폭을 넓혀야 할 것이며, 연구의 방법 및 내용적인 측면에서는 4) 협동연구를 통해 기존의 방법론을 개선하고, 5) 혁신적인 방법론에 대한 연구를 지속하여야 할 것이다.

다음 절에서는 교통 분야의 빅데이터 활용이 본 연구와 같이 일회성의 시범적 연구에서 발전하여 지속적인 정보 생산 및 상시적인 정책연구 방법론으로 자리잡기 위해 필요한 사항을 정책대안으로써 좀 더 자세히 제시하고자 한다. 이러한 변화는 교통 분석이 빅데이터 시대에 가능해진 발전을 이루어 한 단계 진화하기 위한 선결 조건이므로 지속적인 노력이 이루어져야 할 것이다. 이 외에도 미래의 변화에 발맞추기 위한 구체적인 방안 마련 및 실천이 이루어지길 기대한다.

2. 정책제언

1) 빅데이터 활용 활성화를 위한 데이터 정책

(1) 공공 빅데이터 제공범위, 제공방법 재검토 및 품질 향상

2013년부터 본격적으로 시작된 정부 3.0²⁶⁾의 시행으로 정부부처 및 산하 공공기관은 각각의 업무를 위해 수집하고 있는 데이터의 일부를 의무적으로 공개하고 있다. 이후 각 기관의 웹사이트를 통해 제한 없이 내려받을 수 있는 공개된 데이터는 크게 늘어나게 되었다. 하지만 공개된 정보의 대부분이 문서의 형식이기 때문에 내용을 검색하기 어렵고 따라서 활용성 또한 낮다는 것이 꾸준히 제기되고 있는 문제점이다. 동시에 각 기관이 내부적으로 보유하고 있으나 여러 가지 이유로 공개 데이터에 포함시키지 않는 데이터가 다수 존재하며, 개인이 아닌 다른 공공기관에서 데이터를 사용하고자 할 때에도 어려움이 있는 것이 사실이다.

데이터를 공개하기 어려운 한 가지 주요한 원인은 개인정보 보호이다. 하지만, 개인을 구별하여 적시하지 못하도록 가공한다면, 이러한 정보의 활용 자체가 불가능한 것은 아니다. 또 한가지 원인은 공공 데이터의 공개가 사기업의 빅데이터 활용 및 판매의 경우처럼 해당 공공기관의 금전적 이익으로 돌아오지 않는다는 데 있다. 데이터의 공개를 위한 가공과 및 공개 채널의 운영을 위해서는 상당한 비용이 소요되는데, 공공데이터의 정책대로 데이터를 무료로 공개하게 되었을 때 이로부터 얻을 수 있는 이익이 전무한 상황이기 때문이다. 같은 이유로 공공에서 얻을 수 있는 데이터의 개선이나 품질 향상 또한 적극적으로 이루어지기 어려운 상황이다.

예를 들어 본 연구에서 활용된 TCS 데이터는 교통 분야 공공데이터의 매우 좋은 예인 도로공사의 공공데이터 포털을 통해 제공받은 것이다. 하지만 이 경우에도 데이터 사용자는 원천 데이터가 담고 있는 정보의 범위는 알 수 없고, 도로공사에서 도로공사의 업무에 관련된 목적에 맞도록 정한 형식대로 요약한 데이터를 제공받을 수밖에 없어 수행할 수 있는 분석의 범위가 데이터에 의해 제한되고 있다

정부 3.0의 취지를 실현하고 공공데이터의 활용성을 높이기 위해서는 지속적으로 업

26) 정부 3.0, <http://www.gov30.go.kr/> (최종접속: 2016. 12.15)

데이트되는 데이터베이스의 형태로 제공되는 공공데이터가 많아져야 한다. 현재 공개되는 데이터의 범위 및 방법은 정부 3.0이 처음 시행된 시점에 각 기관이 자의적으로 결정한 경우가 많으므로, 3년여가 지난 지금 중간점검의 측면에서 데이터 공개의 범위를 전면 재검토할 필요가 있다. 데이터 공개범위 확대를 위해서는 수요자의 의견을 충분히 반영할 필요가 있으며, 이를 위해서는 데이터 공개에 소요되는 비용 지원 및 공개 자체에 대한 인센티브 제공이 유효할 것이다.

데이터 제공자 또한 현재 생산하고 있는 데이터가 과거와는 달리 해당 기관의 업무를 위해서만 활용되는 것이 아니라 다양한 분야에서 활용되고 있음을 인지하고, 데이터 오류 수정 및 데이터 가공방법과 코드 체계 개선 등 데이터 이용자의 시선에서 데이터 자체를 개선할 수 있는 방안을 지속적으로 모색할 필요가 있다.

(2) 일관성 있는 데이터 시장의 형성

연구자가 빅데이터 분석을 수행할 때 가장 먼저 마주하게 되는 어려움은 어디서 어떤 데이터를 얻을 수 있는가에 대한 문제이다. 빅데이터 분석의 특성상 분석에 포함된 데이터의 범위에 의해 분석의 내용이 상당부분 결정되므로, 이 단계에서 가용한 비용 내에서 최대한 많은 데이터를 모으는 것이 데이터 수집단계에서 연구자가 가장 신경을 쓰는 부분이라 하겠다. 하지만, 빅데이터 과제를 수행하면서 유사한 주제의 연구를 수행하고 있는 다른 기관 및 학교의 사례를 들어 보면, 사기업 데이터의 가격에 일관된 체계가 아직 마련되어 있지 않은 것이 사실이다. 데이터의 공간적, 시간적 범위 및 가공에 대한 요청사항이 사안마다 다르고, 건별로 가격 협상이 이루어지기 때문에 빗어지는 문제이긴 하지만, 데이터 사용자의 입장에서는 높은 비용만큼이나 비용 범위가 예상되지 않는다는 점이 빅데이터를 활용하는 데 있어 부담으로 이어진다. 따라서 빅데이터 관련 연구에서 높은 가격에 데이터를 구매하고도 초기 시도에서 지속적인 투자를 유도할 수 있도록 유의미한 결과를 도출하지 못하면 일회성에 그치게 되는 경우가 많다. 이러한 일관성 없는 가격 정책은 투자 대비 효과의 소명이 중요한 공공 부문의 빅데이터 활용을 위축시킬 뿐만 아니라 데이터를 제공하는 입장에서조차 지속 가능한 비즈니스모델을 유지하기 어렵게 한다.

데이터 제공자와 사용자 모두 현재까지 2-3년의 테스트 기간을 거친 현 시점에 빅데

이터를 제공하는 서비스 모델을 정립할 필요가 있다. 이 과정에서 데이터 사양 및 가공 비용의 표준화와 함께 품질의 투명화, 데이터 가공의 유연화가 필요하다. 또한 빅데이터의 활용은 일회적 분석으로 그치는 것이 아니라 시계열적 변화를 관찰해야 할 필요가 있으므로, 동일한 형식의 데이터를 일정한 시간 간격으로 구독(購讀, subscription)할 수 있는 서비스 형태가 필요할 것으로 예상된다.

2) 빅데이터 활용의 효율화를 위한 데이터 서비스 정책

(1) 교통 분야에 특화된 데이터 서비스 산업의 장려

다음으로 필요한 부분은 데이터 생산·판매자와 연구자나 정책수립자를 연결해줄 수 있는 데이터 가공 서비스이다. 본 연구에서 교통 분야에서 생산되지 않은 데이터를 교통수요를 추정하기 위해 활용하는 데 있어 경험한 가장 큰 어려운 점은 데이터 생산자는 교통 분야를 잘 모르기 때문에 교통 분야에 적합한 형식으로 데이터를 처리하여 제공하기 어렵고, 교통 분야 전문가는 빅데이터 분석에 필요한 다양한 컴퓨터공학적 사전 지식이 부족해 실제 의미 있는 데이터 분석에 진입하기까지의 시간이 오래 걸린다는 점이다.

[표 5-1]은 IBM에서 제시한 빅데이터 활용의 성숙도를 가늠하는 모델이다. 이 모델은 기업의 전략적 사업 추진에 있어 빅데이터를 활용하는 단계를 평가하기 위해 주로 사용되고 있지만, 교통수요를 포함한 공공의 측면에서도 충분히 적용 가능하다. 현재 교통 분야의 빅데이터 활용 현황을 이 모델을 통해 살펴보면, 현재까지 빅데이터에 대한 연구가 주제별로 이루어졌으나 연구 결과가 실용화 단계에 진입하지는 않았다는 측면에서 전반적으로 2단계인 기본적 활용 단계에 속하고, 데이터 구조 항목에서 3단계인 경쟁력 확보 단계로 진입하고 있다고 평가할 수 있다. 본 연구와 같이 기존의 방법론을 개선하기 위한 목적으로 빅데이터의 활용방안을 제안하는 연구는 현재의 2~3단계의 위치에서 3~4단계로 발돋움할 수 있는 방안을 제시한다. 이와 같은 연구를 실용화하기 위해서는 교통 분야 전문가의 지식뿐만 아니라 방대한 데이터를 효율적으로 처리하여 분야에 적합한 정보로 가공할 수 있는 빅데이터 전문가의 역할이 필요하다. 특히 빅데이터 활용의 가장 높은 단계인 혁신을 이루기 위해서는 빅데이터 전문가의 역할

이 필수적이다.

본 연구와 같은 빅데이터의 활용성을 제시하는 단계에서 겪는 다른 한 가지 어려움은 교통 전문가와 빅데이터 전문가의 역할 대부분을 연구자가 수행하고 있어 데이터

표 5-1 빅데이터 활용 성숙도를 판단할 수 있는 모델					
활용단계 분야	[1단계] 임시활용 ad hoc	[2단계] 기본적 활용 foundational	[3단계] 경쟁력 확보 competitive	[4단계] 차별화 differentiating	[5단계] 혁신 breakaway
비즈니스 전략	·빅데이터에 대해 논의가 이루어지 나 비즈니스 전략에 반영되지 않음 ·데이터는 정기적인 리포팅을 위해 서만 활용됨	·실제적인 사용은 제한되어 있으나, 데이터의 가치를 인정하고 데이터에 투자 시 이익이 될 수 있음을 인지	·업무에 데이터 분석결과를 적용하도록 장려	·데이터 분석결과를 활용하는 것이 경쟁력 강화에 도움이 된다는 것을 인지	·데이터 분석을 통해 비즈니스 모델을 지속적으로 개선
정보활용	·시계열적으로 수집한 데이터를 현황 모니터링을 위해 활용	·효율적인 관리를 위해 데이터로부터 추출한 정보 활용	·업무를 개선하기 위해 정보가 활용되며, 고객 관리를 위한 행태분석 활용	·서로 다른 정보 사이에 존재하는 맥락을 파악하며 이를 통해 차별화	·정보를 전략적으로 활용
분석	·분석의 범위가 과거의 패턴을 살펴 보는 것으로 제한됨	·과거 시간의 인과 관계를 설명할 수 있는 분석이 이루어짐	·분석을 통해 미래에 일어날 경우의 수 및 확률을 예측	·예측 분석을 통해 의사결정을 보조	·데이터 분석 결과에 기반하여 사업을 최적화하고, 분석작업 중 가능한 부분은 자동화됨
조직문화	·데이터 분석의 활용은 개인의 문제이며 전체 조직에는 큰 영향을 미치지 않음	·데이터로부터 관찰되는 인과관계는 이해하나, 데이터로부터 얻은 통찰을 활용하는 데는 저항이 존재	·업무의 효율을 높이고 이윤을 증가시키기 위해 데이터 분석 결과를 일부 활용	·의사결정자들이 분석 결과에 대해 잘 알고 있으며, 이에 근거하여 가치(수익)를 최대화	·전략적인 분석을 수행하며, 이 결과에 기반하여 업무를 지속적으로 개선
데이터 구조	·통합된 데이터 체계를 가지고 있지 않음	·기존 정보체계는 가지고 있지만, 새로운 데이터를 활용하거나 분석 방법을 확장하지 않음	·빅데이터를 효율적으로 활용한 사례를 가지고 있으며, 특정 분야에 적용	·정형/비정형 빅데이터를 활용할 수 있는 정보 구조와 표준이 마련되어 있음	·혁신을 선도할 수 있는 빅데이터 기반 정보체계를 갖추고 있음
데이터 관리	·정보 관리가 대부분 수동 작업으로 이루어짐	·데이터 사양과 소유자에 대한 정보가 정의되어 있고, 산발적으로 관리됨	·중요 정보를 관리하기 위한 정책과 작업방법이 정의되어 있음	·정보와 분석 결과에 대한 보안 단계가 정의되어 의사결정단계에 반영되어 있음	·업무의 모든 단계에 데이터 관리의 요소가 융합되어 있음

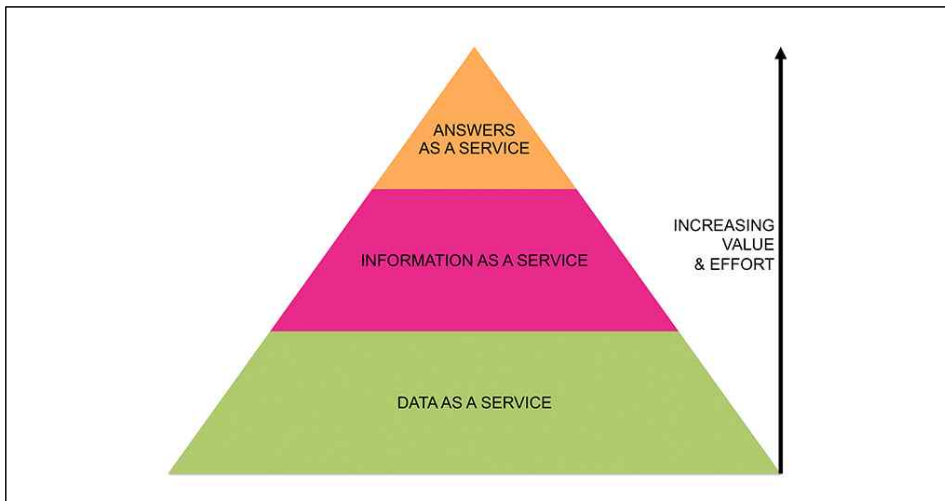
출처: Niall Betteridge and Chris Nott (2014) <http://www.ibmbigdatahub.com/blog/big-data-analytics-maturity-model> (최종 접속: 2016.12.15)

처리 및 분석의 효율이 낮을 수밖에 없다는 점이다. 더욱이, 연구결과를 실용화하는 단계에서는 빅데이터를 수집, 관리, 분석할 수 있는 하드웨어와 소프트웨어를 지속적으로 운영하고 새로운 기능을 추가하는 작업이 더욱 빠르고 효율적으로 이루어져야 하기 때문에 현재와 같이 연구자나 공공기관의 주도하에 추진하기는 어려움이 있을 것으로 예상된다. 따라서 향후 빅데이터의 본격적인 활용을 위해서는 빅데이터 전문가와의 협업이 필수적이다.

여기서 가장 중요한 빅데이터 전문가의 역할은 원천 데이터를 제공하는 데이터 생산자와 데이터의 분석을 필요로 하는 연구자나 정책가의 사이에서 수요처에서 필요한 방식으로 데이터의 요약, 분석, 융합이 이루어지도록 하는 것이다. 이러한 빅데이터 전문가의 서비스가 활성화되면 현재보다 빅데이터 활용에 대한 접근성이 크게 향상될 것으로 보이며, 활용의 효율성 또한 높아질 것으로 예상된다.

[그림 5-1]은 빅데이터를 기반으로 한 비즈니스 모델을 크게 세 가지로 나눈 것이다. 가장 아래에 위치한 Data as a service는 데이터 자체를 서비스로 제공하는 것으로 앞서 제시한대로 공공데이터 제공이 확대되고 민간 데이터 시장이 형성되면 활성화될

그림 5-1 빅데이터 비즈니스 모델



출처: Justin Lokitz (2015) Exploring big data business models the winning value propositions behind them, <http://www.businessmodelsinc.com/exploring-big-data-business-models-the-winning-value-propositions-behind-them/> 2015. 8. 21 게재 (최종접속: 2016. 12. 15.)

수 있는 비즈니스 모델이다. 현재 연구단계에서는 데이터를 제공받아 정보로 가공하는 단계(Information as a service)와 정보를 기반으로 한 해답을 제공하는 단계(Answers as a service)를 모두 연구자가 실행하고 있어 최종 결과를 도출할 때까지의 효율성이 저하되고 있다고 볼 수 있다. 여기서 중간 단계를 데이터 전문가가 담당하여 Information as a service를 제공한다면, 분야 전문가는 Answers as a service단계에 집중하여 빅데이터에 기반을 둔 양질의 정책대안을 제시할 수 있을 것이다.

따라서 앞으로 교통 분야에서 다양한 빅데이터를 활용한 정책 마련이 이루어지려면 교통 분야에 특화되어 방대한 빅데이터를 정보로 가공하는 서비스가 활성화가 이루어져야 할 것이다. 이는 교통을 전공한 인력의 새로운 진출분야가 될 수 있을 것이며, 교통 분야의 폭을 넓힐 수 있는 계기가 될 수 있을 것이다.

3) 교통 분야 빅데이터 연구의 추진의 향후 추진 방향

(1) 빅데이터를 활용한 교통수요 추정 개선을 위한 협동 연구 추진

본 연구는 국가교통 DB를 활용하는 사용자의 입장에서 그간 도로분야 계획이나 타당성 평가 등을 수행하면서 교통수요 O/D 추정에서 개선이 필요하다고 생각되는 부분에 빅데이터 분석을 활용하여 대안을 제공하고자 하는 목적으로 수행되었다. 분야의 전문성을 높이기 위해 오랜 기간 국가교통 DB를 활용해 온 연구진과 자문단의 조언을 얻고자 하였고, 국가교통DB 및 타당성 평가와 관련된 보고서의 세부 사항을 확인하고자 하였다.

하지만, 국가교통 DB의 사용자로서 수행한 연구이므로 보고서에 충분히 기술되지 않은 세부사항 등은 파악하기 어려웠으며, 추가적인 정보를 얻는 것 또한 쉽지 않았다. 이러한 측면에서 본 연구에서 제시하고 있는 방안이 실질적으로 적용될 수 있도록 하기 위해서는 실제로 장래 교통수요 예측을 담당하고 있는 KTDB와 협동 연구가 필요할 것으로 보인다. KTDB에서도 자체적으로 교통수요 추정 방법론을 개선하기 위한 연구를 수행하고 있는 것으로 알고 있으나, 여기에서는 반대로 수요자의 시각이 반영되기 어려워 협동 연구가 도움이 될 것으로 판단된다.

(2) 새로운 데이터 활용모델 개발 추진

본 연구에도 적용되는 사안이지만, 현재 국내의 빅데이터 연구는 현존하는 방법론을 기초로 하여 이를 개선하기 위한 연구가 주로 이루어지고 있다. 교통은 특히 정책의 영향이 미치는 범위가 매우 크기 때문에 일관된 분석 방법론을 유지하려는 성향이 큰 분야이다. 이러한 분야 특성상 기존의 방법론에 기반하지 않은 분석방법 활용을 제안하거나 실용화 하기 쉽지 않다. 기존의 방법론과 전혀 다른 방법으로 교통분석을 시도한 사례로는 지오코딩 된 트위터 데이터를 활용하여 교통수요를 분석하거나, 지역별 연관검색어 분석 및 텍스트마이닝을 활용한 통행목적 트렌드 분석 등을 들 수 있는데, 이러한 새로운 방법론에 대한 연구는 해외에서 실제로 활발하게 진행되고 있다.

빅데이터는 데이터를 수집하는 주체가 원래 가지고 있던 목적에 따라 데이터가 포함하는 변수와 코딩체계 등이 정의되어 있어 교통에서 활용하는 데이터와는 정확히 정합하지 않으며, 빅데이터를 굳이 기존 데이터 및 분석 체계와 정합시키려고 하면 오히려 분석의 오류가 커질 가능성이 있다. 이렇게 기존의 방법론에 국한하여 개선방안을 찾다 보면 빅데이터 분석의 유연성이 저하되어 빅데이터 활용의 입지 또한 좁아질 수 있다.

앞서 [표 5-1]에서 제시한 빅데이터 활용의 성숙도 단계 중 가장 마지막 단계에서는 데이터 분석을 통해 혁신을 유도할 수 있어야 하는데, 이는 기존 방법론의 틀을 벗어나는 시도 없이는 도달할 수 없다. 여기서 주의할 점은 빅데이터 분석이 기존 교통분석 방법론을 대체하는 것을 목표로 해서는 안되고, 기존 방법론에 의한 분석과 병행하여 이루어지되 기존 분석으로는 밝힐 수 없는 구체적인 인과관계 및 시계열적 변화 등에 집중하는 것이 타당할 것이다. 따라서, 향후에 수행되는 교통 분야의 빅데이터 연구 중 일부는 기존의 방법론에 얽매이지 않고 데이터 자체의 특성에 적합한 분석을 시행하여 교통에 의미하는 바를 도출하는 데 할애될 필요가 있다.

참고문헌

REFERENCE

[인용문헌]

- 빈미영, 이수진, 정의석. 2011. 경기도 교통카드자료를 이용한 통행패턴 분석과 활용 방안 연구. 경기개발연구원.
- 서울과학기술대학교 산업협력단(성옥준 외). 2015. 빅데이터 분석을 적용한 정책 사례 연구. 국회입법조사처 정책연구용역보고서.
- 엄진기 외. 2015~(진행중). 빅데이터 기반의 통행자분석 파일럿 시스템 구축, 한국철도기술연구원.
- 윤대식. 2001. 교통수요분석-이론과 모형, 박영사.
- 윤서연, 이춘용, 김호정, 육동형, 김상록. 2015. 지역 간 교통수요 예측의 신뢰성 제고를 위한 빅데이터 활용방안 연구. 국토연구원.
- 이백진, 윤서연, 이춘용. 2013. 교통정책 실효성 제고를 위한 활동기반 시뮬레이션 모형 개발 및 적용방안(I). 국토연구원.
- 이백진, 윤서연, 이춘용, 오성호. 2014. 교통정책 실효성 제고를 위한 활동기반 시뮬레이션 모형 개발 및 적용방안(II). 국토연구원.
- 이석주, 연지윤, 천승훈. 2013. 빅데이터를 이용한 교통정책 개발 및 활용성 증대방안. 한국교통연구원.
- 한국개발연구원. 2008. 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판).
- 한국교통연구원. 2012. 「2011년 국가교통수요조사 및 DB구축사업」보고서 제2권 전국

여객 O/D 전수화 및 장래수요예측.

한국교통연구원, 2013. 「국가교통수요조사 및 DB구축사업」 배포자료

한국교통연구원, 2014. 「국가교통수요조사 및 DB구축사업」 배포자료

한국교통연구원, 2015. 「국가교통수요조사 및 DB구축사업」 배포자료

한국교통연구원, 2015. 2014년 전국여객 O/D 보완갱신 연구.

한국교통연구원, 2015. AADT/AAWDT 계수 적용 방법론.

한국교통연구원, 2016. 2015년도 국가교통조사 및 DB 구축사업: 전국 여객 O/D 보완 갱신.

[웹사이트]

교통수요예측, [https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do? key=23](https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=23) (최종접속: 2016. 12. 15)

국가교통DB 사업의 배경 및 목적. [https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do? key=138](https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=138) (최종 접속: 2016. 12. 15)

국가교통DB 여객통행수요분석 과업수행내용. [https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do? key=24](https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=24) (최종접속: 2016. 12. 15)

2014 기준 국가교통DB 주말환산계수. [https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do? key=202](https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=202) 를 통해 신청하여 이메일로 구독, (최종 접속: 2016. 12. 15.)

「국가교통수요조사 및 DB구축사업」 배포자료 다운로드, [https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do? key=24](https://www.ktdb.go.kr/www/contents.do?key=24) (최종접속: 2016. 12. 15)

국가통계포털 주민등록인구현황. <http://kosis.kr/> (최종접속 2016. 12. 15.)

고속도로 공공데이터포털. data.ex.co.kr (최종접속: 2016. 12. 15.)

다음 지도. map.daum.net (최종접속: 2016. 12. 15.)

세종특별자치시. 2014. 2. 2030 세종도시기본계획, <http://ebook.sejong.go.kr/Viewer/D0KRTRSA4D69> (최종접속: 2016. 12. 15.)

세종특별자치시. 2015. 제 3회 세종통계연보, <http://ebook.sejong.go.kr/Viewer/P/GZHP962ABAJ> (최종접속: 2016. 12. 15.)

정부 3.0. <http://www.gov30.go.kr/> (최종접속: 2016. 12. 15.)

지역별 혁신도시 정보, <https://innocity.molit.go.kr/> (최종접속: 2016. 12. 15.)

통계지리정보서비스, <http://sgis.kostat.go.kr/view/map/interactiveMap/kosisView>
(최종접속: 2016. 12. 15.)

Justin Lokitz. 2015. Exploring big data business models the winning value propositions behind them, <http://www.businessmodelsinc.com/exploring-big-data-business-models-the-winning-value-propositions-behind-them/> 2015. 8. 21 게재 (최종접속: 2016. 12. 15.)

Ned Levine. 2010. Lecture note, Chapter 14 Trip distribution <https://www.icpsr.umich.edu/CrimeStat/files/CrimeStatChapter.14.pdf> (최종 접속: 2016. 12. 15)

Niall Betteridge & Chris Nott. 2014. <http://www.ibmbigdatahub.com/blog/big-data-analytics-maturity-model> (최종 접속: 2016. 12. 15)



SUMMARY

A Study on Complementing Travel Demand Estimation Methodology by Integrated Use of Big Data from Multiple Sources

Yoon Seo Youn, Jung Ilho, Lee Chunyong, Kim Hyeran, Yook Donghyung, Kim Kwangho

This study aims to finding ways to complement or update the current methodology of estimating travel demand O/D through integrated use of big data from multiple sources. In previous studies conducted at KRIHS, an advanced form of modeling framework, which is called activity-based model, was tested for estimation of travel demand with the purpose of complementing the current four step model. It took two years to build a prototype ABM for the Seoul metropolitan area, and the conclusion was that it takes years of investment to build a running and practical ABM for travel demand estimation and planning. Therefore we attempted to find alternative ways to complement the current methodology using big data, although ABM has a very good potential of satisfying the demands for policy analysis more detailed than the current practice with the four step model.

We have designed three cases of big data analysis for different steps of travel demand estimation procedure of four step model. In the first analysis, we

suggest validation of travel demand forecasts published by KTDB every year with a two year lag from the baseline year using a time series analysis of the data from the Toll Collection System(TCS) of Korea Expressway Co. In the second analysis we suggest validating weekend conversion coefficient using the weekday and weekend comparison of trips made through expressways. In the third analysis, we suggest finding the characteristics of trip attraction of sub-zones using the trip distance and frequency relationship captured via mobile phone floating population data.

Based on the results from the analyses we also suggest how big data can be used to complement different steps of the current demand estimation methodology. It is possible to validate the estimation results and extract characteristics of travel demand by integrating big data from multiple sources.

As the conclusion of this study several policy recommendation is suggested.

As data policy, we recommend:

- improvement of data quality and re-examination of the disclosure criteria for the public sector big data, and
- establishment of a fair market for the data collected by the private sector.

As data service policy, we recommend:

- nurturing of data service industry specializing in application of big data analytics for transportation analysis so that moderation between the data suppliers such as mobile communication companies and the demand side such as researchers or transportation planners is undertaken in an efficient manner.

As research policy, we recommend:

- co-operative research between KTDB and the user group of the national transportation database

expanding the scope of big data research to open up new application potentials other than improving the current methodology.

기본 16-23

융합 빅데이터를 활용한 교통수요 추정 개선 연구

연구진 윤서연, 정일호, 이춘용, 김혜란, 육동형, 김광호, 이재현

발행인 김동주

발행처 국토연구원

출판등록 제25100-1994-2

인쇄 2016년 12월 30일

발행 2016년 12월 30일

주소 경기도 안양시 동안구 시민대로 254

전화 031-380-0114

팩스 031-380-0470

가격 7,000원

ISBN 979-11-5898-175-4

한국연구재단 연구분야 분류코드 B170300

홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2016, 국토연구원

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.

이 연구보고서는 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체와 한국출판인회의에서 제공한 Kopub돋움체가 적용되어 있습니다.

융합 빅데이터를 활용한 교통수요 추정 개선 연구



- 제1장 연구의 개요
- 제2장 교통수요 추정 방법의 개선 필요성 및 빅데이터를 활용한 개선 가능성
- 제3장 빅데이터를 활용한 교통수요 추정 방법 개선의 실증분석
- 제4장 교통수요 추정을 위한 빅데이터 활용방안
- 제5장 결론 및 정책제언



30147 세종특별자치시 국책연구원로5 (반곡동)
전화: 044.960,0114 팩스: 044,211.4760

