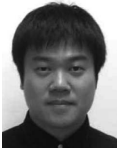


교통카드 데이터를 활용한 연구 및 정책 동향



이 인 목
한국철도기술연구원
선임연구원
T.031.460.5175
mook79@krii.re.kr



백 주 현
한국철도기술연구원
선임연구원
T.031.460.5415
joohyunbaek@krii.re.kr



민 재 홍
한국철도기술연구원
선임연구원
T.031.460.5464
jhmin@krii.re.kr

1. 서론

우리나라의 도시대중교통 이용에 있어, 교통카드는 90년대 중반 도입된 이래 요금 지불수단으로서 그 자리를 확고히 하고 있다. 통계자료에 의하면 2011년 현재 대중교통 요금 지불 시의 교통카드 이용률은 전국 86.4%, 수도권 92.8%에 이른다(2011년 대중교통현황조사, 국토교통부).

교통카드는 당초 요금의 전자지불 수단으로서 도입이 되었지만, 그 과정에서 흔히 ‘교통카드 데이터’라고 불리는 대중교통 통행 실적 정보가 생산되었다. 특히, 수도권의 경우 2004년도부터 서울시를 중심으로 시행된 『대중교통 통합거리비례요금제』에 따라 단순 지불정보뿐만 아닌, 세부 통행정보, 예를 들어 승·하차 지점 및 시간, 승차 노선, 환승 여부 등 교통계획 및 운영 측면에서 매우 구체적이고 중요한 데이터의 획득이 가능해 졌다. 지방자치단체별로 요금산정 방식의 차이로 인해 수집되는 정보의 종류 및 형식이 상이한 문제는 있지만, 매우 가치 있는 대중교통 통행 정보가 별도의 조사활동 없이도 자동으로 생성되고 있다.

이러한 교통카드 데이터의 활용가치에 대해 여러 교통 분야 연구자들이 관심을 가지고 교통카드 데이터 활용 및 분석에 관한 연구를 진행한 바 있다.

뿐만 아니라, 중앙 및 지방 정부에서는 교통정책 수립 과

정 중 현황 분석 단계에서 이미 교통카드 데이터를 분석하여 참고하고 있다.

본고에서는 교통카드 데이터를 활용한 최근의 연구동향을 살펴보고, 관련된 중앙정부 및 지방정부의 정책동향을 살펴보고자 한다. 더불어, 교통카드 데이터 활용의 저해 요소에 대해 고찰하고 향후 해결 방안을 원론적 관점에서 제안하고자 한다.

2. 교통카드 데이터 활용 연구동향

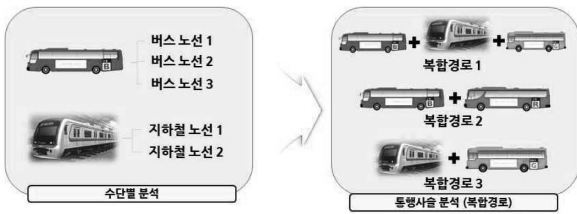
대중교통요금의 정산목적 외의 교통카드 데이터 활용에 관한 의미 있는 연구는 서울시 버스개편 이후인 2006년부터 시작되었다. 초기 연구는 대중교통 현황분석 및 정책수립에 있어, 교통카드 데이터 활용 가능성 및 활용방안에 관한 연구 중심이었다. 이러한 연구들을 통해 교통카드 데이터를 활용한 대중교통 OD 추정, 통행사슬¹⁾ 분석, 환승행태 분석 등 대중교통 통행행태 분석의 기초적 방법론이 제시되었으며, 실적 자료인 교통카드 데이터를 통해 사후분석 관점에서의 다양한 대중교통 평가지표가 제안되었다.

근래 들어 서울연구원을 중심으로 교통카드 데이터를 보다 다각적으로 활용하는 응용연구들이 활성화 되고 있으며, 교통카드 데이터 외의 유관 데이터와의 연계 분석도

1) 가정을 기반으로 출발하여 1개 이상의 목적지를 방문하기 위한 통행연결(linkage)을 말한다(近藤直, 1987). 여기서는 개별 승하차 정보를 엮어 구성된 최초 승차 지점에서 최종 하차지점 사이의 경로(경유 정류장, 노선).

[표 1] 교통카드 데이터 활용 연구사례

연구기관	책임자(년도)	제목	주요내용
한국교통연구원	박진영 (2006)	대중교통정책 수립에 있어서 교통카드 자료 활용방안 연구	- 교통카드 데이터 활용가능성 검증 - 대중교통 통행지표 개발
서울연구원	김순관 (2007)	교통카드 데이터를 활용한 OD추정 및 활용	- 대중교통 통행행태분석 - 대중교통 OD구축 방안 수립 - 오류/결측 보정방안 수립
	신성일	교통카드 Data를 활용한 대중교통	- 교통카드 데이터 기반의 대중교통 평가모형 제안
	이신해 (2010)	대중교통 서비스지표 산출연구	- 교통카드에서 도출 가능한 대중교통 서비스지표 산출
	신성일 (2011)	대중교통카드를 활용한 도시철도 혼잡도 지표개발연구	- 교통카드자료에 도시철도 운행스케줄을 활용하여 도시철도 혼잡도를 측정하는 방안
	김순관 (2013)	교통카드 이용자 통행행태 연계분석 방안	- 교통카드 데이터와 대중교통 공급 및 사회경제 지표 연계분석
경기개발연구원	빈미영 (2011)	경기도 교통카드자료를 이용한 통행패턴 분석과 활용방안 연구	- 통행패턴 분석 - 환승정류소 유형구분 및 활용방안 제시
한국철도기술연구원	민재홍 (2014완료)	철도중심 교통체계로의 개편을 위한 차세대 교통정보시스템 개발	- 교통카드 데이터를 활용, 대중교통 이용·운영 현황을 분석하는 소프트웨어 개발



[그림 1] 교통카드 기반 통행사슬 분석 개념도

시도되고 있는 추세이다. 더불어, 기존 정책개발 지원의 범위에서 한걸음 더 나아가, 운영에 직접 활용하는 방안에 대한 연구개발도 시도되고 있다. 대표적 사례로서, 한국철도기술연구원은 교통카드 데이터 기반의 대중교통 운영계획 및 효과분석 소프트웨어(이하, TRIPS²⁾)를 개발 중이다.

TRIPS는 상세한 대중교통 실적자료인 교통카드 데이터를 활용하여 기존 교통수요 분석도구³⁾에 비해 정밀하고 정확한 분석이 가능하다는 점으로부터 개발되었다. 미시적(정류장, 역 단위) 통행현황 및 서비스수준 파악이 가능하며, 교통카드 실적자료로부터 기종점간 통행사슬을 재구성하여 환승, 경로선택 등 통행행태를 파악할 수 있다. 파악된 통행행태로부터 도출한 통행합수(복합대중교통 통행배정 알고리즘)를 기반으로, 대중교통 노선 및 운영조건 조정 시의 개별 노선별 탑승인원을 추정하는 기능을 구현하였다. 특히, 수단(도시철도, 버스) 간 환승이 고려된 복합대중교통 경로 기반으로 분석 가능한 특징이 있다.

철도운영 측면에서, TRIPS는 교통카드 데이터로부터 노선별 역간 OD를 도출하고, 이에 최적화 된 스케줄을 생

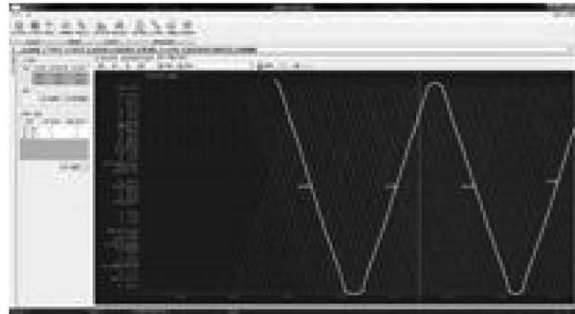
[표 2] TRIPS 주요기능

구 분	분석가능 사례
복합대중교통 통행분석 및 운영계획 효과분석	- 경전철, 버스노선 조정 등이 타수단 및 노선에 미치는 효과분석 - 신규 대중교통시스템 인프라 건설에 따른 전후효과 분석 - 대규모 이벤트 시의 대중교통 특별대책 대안평가
도시철도 수요 및 운영조건에 최적 스케줄링	- 기존 도시철도 노선의 인프라 조건 하에서 적용 가능한 최적 급행열차 스케줄 도출 - 개별 열차별로 탑승한 승객수(혼잡도) 추정 등

2) Travel Record based Integrated Public transport operation System
3) EMME, TransCAD, Cube 등



<운영 효과분석(동행추정)>



<최적 급행 스케줄>

[그림 2] TRIPS 구현 화면 예시

성할 수 있다. 특히, 교통카드 데이터를 도시철도 운행기록 데이터와 연계하여 구간 관측조사에 의지했던 개별 차량 탑승량 및 혼잡도를 추정해 내는 기능을 개발하고 있다.

3. 교통카드 데이터 관련 정책동향

최근 IT 환경에서 가장 주목받는 문제해결방법으로 거론되며 사회적 이슈로 떠오르고 있는 빅데이터(Big Data)의 범위는 교통분야도 예외는 아니다. 교통카드 데이터야말로 교통분야의 대표적인 빅데이터라 할 수 있다. 새 정부 출범과 함께 ‘정부 3.0’의 시행과 더불어 빅데이터(또는 공공데이터)의 공개 및 정책활용이 주요 이슈로 떠오르면서 교통분야에서도 빅데이터를 활용한 대중교통 이용자들의 통행행태 분석과 같은 기본적인 연구를 바탕으로 지자체 및 정부에서도 교통정책에 적극 반영하기 위한 노력을 점차 확대하고 있다.

이러한 배경으로 본 절에서는 교통분야의 빅데이터인 교통카드 데이터를 이용한 정책 활용 사례를 소개하고자 한다.

가. 서울특별시

우리나라의 대표 도시인 서울시는 교통정책 분야에 있어서 타 지자체의 벤치마킹 대상이 되고 있다. 행정기관 최

초로 교통카드 데이터를 시 교통정책에 접목시키는 발 빠른 행보를 보이고 있다. 이미 교통카드 데이터 및 BMS⁴⁾ 데이터를 분석하여 대중교통 이용 및 운영 현황을 분석하고 있으며, 최근에는 이에 더 나아가 빅데이터 분석을 통한 수요 맞춤형 서비스를 시행하고 있다. 대표적인 예로서 최근 운영을 시작한 심야버스 노선계획 수립을 들 수 있다. 서울시는 야간에 이동하는 잠재수요 분석을 위해 교통카드 데이터와 휴대전화 통화 데이터 분석을 통해 심야버스 노선이 필요한 지역을 선택하여 노선을 확정하였다. 이는 교통카드 데이터 활용의 의미 외에도 타 데이터와의 연계 분석이라는 측면에서도 시사하는 바가 크다.

이 밖에도 교통카드 이용실적 데이터를 바탕으로 실제 이용자의 이동행태를 반영한 대중교통 최적경로 서비스를 제공하는 등 교통카드 데이터를 정책수립뿐만 아니라 정보 서비스에서 적극 활용하고 있다. 또한 서울시의 공공데이터 공개의 원칙에 따라, 교통카드 데이터의 일반 공개도 긍정적으로 검토되고 있는 것으로 알려지고 있다.

나. 기타 지방(광역)자치단체

타 지방자치단체에서도 교통카드 데이터의 정책 활용을 위한 방안수립에 역량을 집중하고 있다.

부산광역시는 운행 중인 버스 정보와 교통카드 정보를 연계하여 모바일 어플리케이션을 통해 잔여좌석 정보를

4) Bus Management System: 버스운행관리시스템

제공하고 목적지 도착 소요 시간 및 최단 시간 노선을 추천하는 서비스를 개발할 예정이다.

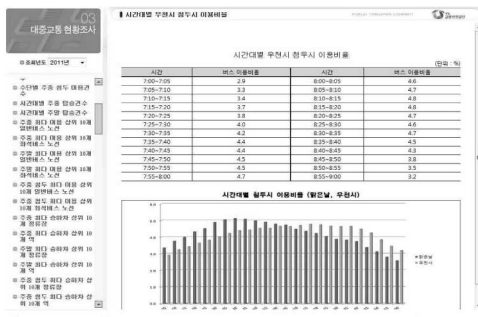
대전광역시 2012년 지방자치단체 중에서는 최초로 ITS 데이터 기반의 교통 데이터 웨어하우스(Data Warehouse)를 구축·운영하고 있다. 데이터 웨어하우스에 대중교통 이용정보 역시 포함되는데, 이를 활용한 교통분야 주요 사례로는 2012년 6월 전국 택시노조 파업에 따른 교통수단 승객변화와 도로상의 통행속도 변화를 교통카드 데이터와 데이터 웨어하우스 자료를 이용하여 측정하고 이를 분석하여 맞춤형 교통정보를 제공한 바 있다.

대구광역시는 도시철도 3호선 개통과 대중교통 수요에 따른 시내버스 노선체계 개편을 위해 교통카드 데이터를 활용할 예정이다. 정류소별 승·하차 인원, 대중교통 환승 여부, 차내 혼잡도, 환승체계 등 대중교통 이용자의 패턴을 분석해 이용이 편리한 시내버스 노선으로 개편할 계획이다.

마지막으로 경기도는 내년 하반기를 목표로 교통카드 데이터의 승·하차 정보와 운전자 오차 보정장치를 활용하여 홈페이지와 스마트폰 어플리케이션 등을 이용해 '광역버스 잔여좌석정보 서비스'를 국내 최초로 제공할 계획이다. 이를 통해 서울로 출퇴근하는 도민들의 대중교통 이용편의 증진을 도모할 예정이다.

다. 국토교통부

국토교통부는 『대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률』에 따라 2006년도부터 매년 '대중교통 현황조사'를 실시하고, 지자체 등 관련 기관에 이를 제공하여 교통정책 수립 시 기초 통계자료로 활용하도록 권고하고 있다.



[그림 3] 대중교통 현황조사 결과(출처: 교통안전공단 PT Center)

특히, 국토교통부는 2012년도부터 대중교통 현황조사 시 교통카드 데이터를 활용하기 시작하였다. 그동안의 관측조사 오류를 최소화하는 한편 조사노선, 조사표본 등을 획기적으로 늘려 객관성과 신뢰성을 최대한 확보하였다. 구체적으로 살펴보면, 교통카드 데이터 분석을 위해 1,304개 노선에 대해 주중과 주말, 특정일(강우, 강설)의 총 4일 동안 대중교통 이용자수(일자별, 시간대별), 이용자 유형, 환승현황 등을 조사하여 분석하고, 교통카드 데이터의 조사 결과는 국가교통 DB 입력, 교통 관련 연구기관·지자체 등에 자료를 제공하여 효율적인 교통정책 수립을 위한 기초 통계자료로 활용할 수 있도록 도움을 주고 있다.

여기서 더 나아가 국토교통부는 공공 교통정보로서 활용 중요성이 있는 교통카드 데이터의 공공적 활용을 위한 체계마련을 준비하고 있으며, 이에 따라 금년부터 정책연구과제인 '교통카드 이용 데이터의 공공성 확보 및 이용 활성화 방안 연구'를 수행하고 있다.

여기에는 교통카드 데이터를 효율적으로 수집·제공하기 위한 체계마련 및 데이터의 활용성을 높이기 위한 정책적 지원방안에 대한 연구내용이 담길 전망이다. 연구결과 및 국가정책에 따라 국토교통부는 관련법률 개정 및 관리전주기(수집-가공-보관-제공)의 절차 및 주체를 명확히 할 예정이다.

더불어 공공활용에 따라 대두될 수 있는 개인정보보호 등의 문제를 사전 검토 및 이에 대한 해결방안도 제시되며, 기술적으로는 데이터 형식 및 프로토콜 표준화 등이 정의될 전망이다.

국토교통부는 교통카드 전국호환 계획(One Card All



[그림 4] 전국호환 교통카드 사용사례(출처: 국토교통부 보도자료, '13.9.)

Pass)에 따라 전국호환교통카드를 금년 출시할 예정이다. 여기에는 지역간 호환성 확보뿐만 아니라 고속버스, 시외버스, 지역간 철도, 고속도로 등 교통카드 이용 범위의 확대도 담고 있어, 교통카드 이용 및 이에 따르는 데이터의 생성 및 활용에 새로운 전기를 맞을 것으로 전망된다.

4. 교통카드 데이터 활용의 활성화 저해요소 및 해결방안 제안

교통카드 데이터의 교통정보로서 우수한 가치에도 불구하고, 교통카드 데이터를 활용한 정책 및 연구는 대부분 서울시, 경기도 등 지자체 및 지자체 산하 연구기관에서 수행되는 등 데이터 활용에 제약이 있는 것이 현실이다. 이것은 교통카드 데이터 확보를 위한 절차가 일반 연구자에게 까다로운 상황에 기인한다. 아직 교통카드 데이터는 각 지방자치단체 또는 교통카드 사업자에 의해 다소 폐쇄적으로 관리되고 있는 실정이다. 이는 국토교통부의 공공활용 정책 추진 및 정부 3.0에 따른 정보공개의 흐름에 따라 조만간 해결방안이 도출될 것으로 전망된다.

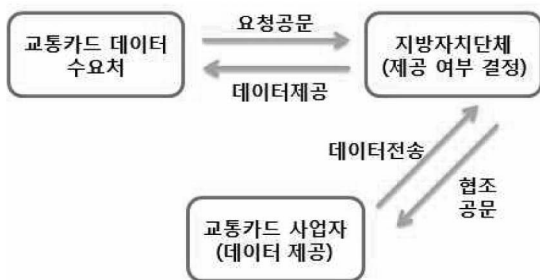
교통카드 데이터의 활용은 국토교통부 소관 『국가통합교통체계효율화법(제14조 정보통신수단 등을 통한 교통조사)』에 그 근거를 두고 있다. 이때 교통카드 사업자는 해당 이용자를 알아볼 수 없는 형태로 자료를 가공하여 제출하도록 하고 있다. 관련 법령인 안전행정부 소관 『개인정보 보호법』 및 방송통신위원회 소관 『위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률』에서는 통계 및 학술목적인 경우 사전 동의 없이 정보 제공이 가능토록 하고 있으나, 이 경우

역시 개인 식별이 불가한 형태로 제공하도록 하고 있다. 문제는 교통카드 데이터의 특성상 카드번호와 같은 고유 식별 정보가 삭제 또는 암호화 되더라도 통행량이 적거나 기종점이 특수한 지점의 경우 특정 개인의 유추가 가능할 수 있다. 따라서 교통카드 데이터 활용의 활성화 이전에 샘플링 제공, 특정 가능 데이터 삭제 등의 대책을 마련할 필요가 있다.

교통카드 데이터는 고용량의 데이터다. 서울시 기준으로 하루 수 GB(기가바이트)에 이르는 수준의 데이터이다. 수일치의 데이터를 분석하는 것도 데이터베이스시스템을 활용해야 하며, 장기간의 데이터를 분석하기 위해서는 빅데이터 분석 시스템이 필요하다. 따라서 국가교통데이터베이스에서 배포하는 OD 데이터와는 달리 개별 PC 수준에서 분석하기가 다소 어려운 문제가 있다. 이는 전문적 연구 또는 분석 기관에서는 활용할 수 있겠지만, 궁극적으로 이용 활성화를 위해서는 정부 또는 공공차원의 분석시스템 배포 또는 분석서비스 마련 등을 강구해야 한다.

지역별, 운영자별, 카드사별로 교통카드 데이터에 대한 표준구조가 마련되지 않아, 전국단위의 통합 데이터 생성에 한계가 있는 점도 현재 교통카드 데이터 활용상의 큰 문제점이다. 예를 들어, 수도권(통합거리비례요금제 적용)의 경우 승·하차 정보 획득이 가능한 반면, 그 외 대부분 지자체의 경우 승차정보 또는 단순 지불정보만 획득 가능하다. 또한 유사한 정보에 대해서도 각기 데이터 형식이 상이한 문제가 있다. 향후 활용 데이터의 표준화 및 불완전 정보의 보정에 관한 연구가 필요하다.

더불어, 교통카드 데이터와 함께 노선, 정류장 정보, GIS 데이터 등 분석 시 필요한 제반 정보의 공공 활용을 위해, 중앙·지방 정부 및 교통카드 사업자 간의 적극적 협의에 따른 활용방안 도출이 필요할 것이다.



[그림 5] 일반적인 교통카드 데이터 제공 절차

5. 결론

앞서 강조했다시피 교통카드 데이터는 별도 조사 없이도 상세한 통행경로 및 기종점 정보가 전산화된 형태로 수집되는 매우 우수하고 활용가치 높은 교통정보이다. 이용

를 또한 매우 높아 전수조사에 가까운 데이터라 할 수 있는 등 많은 강점을 가지고 있다.

이를 활용하여 지방자치단체 산하 연구기관을 중심으로 연구가 진행되어 왔으나, 데이터의 가치에 비해 활용성이 턱없이 낮은 상황이다. 보다 많은 연구자들에게 활용의 기회가 주어진다면 무궁한 가치 창출이 가능할 것이다. 특히, 금년 구축되는 전국호환교통카드 시스템에 따라 전국 단위의 교통카드 데이터 생성 및 활용에 대한 수요가 확대 될 것으로 전망된다.

다행스럽게도, 정부를 중심으로 교통카드 데이터의 공공활용을 위한 적극적 움직임이 있어 그 가능성이 상당히 높아졌다 할 수 있다. 교통카드 데이터의 공공활용이 탄력을 받을 수 있도록 중앙 정부, 지방 정부, 관련 사업자(교통카드 사업자, 운송 사업자 등)의 긍정적 협력 및 적극적 노력이 필요한 시점이다. ☺

♣ 참고 문헌

김순관(2013), "교통카드 이용자 통행행태 연계분석 방안", 서울연구원, 시정연 2012-BR-07

한경록(2013), "공공데이터 활용 전략과 데이터산업 활성화 방안", 광주발전연구원, 포커스광주 2013-14호

신성일(2011), "대중교통카드를 활용한 도시철도 혼잡도 지표개발연구", 서울연구원, Working Paper 2011-BR-04

빈미영(2011), "경기도 교통카드자료를 이용한 통행패턴 분석과 활용방안 연구", 경기개발연구원, 정책연구 2011-58

민재홍(2012), "철도중심 교통체계로의 개편을 위한 차세대 교통정보시스템 개발", 한국철도기술연구원, KRRRI 연구 2012-021

이신해(2010), "대중교통 서비스지표 산출 연구(2단계)", 서울연구원, 시정연 2009-BR-09

신성일(2007), "교통카드 Data를 활용한 대중교통 평가체계 구축방안", 서울연구원, 시정연 2007-R-09

김순관(2007), "교통카드 데이터를 활용한 OD 추정 및 활용", 서울연구원, 시정연 2007-R-11

박진영(2006), "대중교통정책 수립에 있어서 교통카드 자료 활용방안 연구", 한국교통연구원, 연구총서 2006-06

국도교통부 홈페이지(<http://www.molit.go.kr/>)

교통안전공단 PT Center 홈페이지(<http://ptc.ts2020.kr>)

서울특별시 홈페이지(<http://www.seoul.go.kr/>)

대전광역시 대전교통정보센터 홈페이지(<http://traffic.daejeon.go.kr/>)

대구광역시 홈페이지(<http://www.daegu.go.kr/>)

경기도 홈페이지(<http://www.gg.go.kr/gg/>)