
저자 (Authors)	성명준, 엄진기, 최명훈, 이준 Myoung-Joon Sung, Jin-Ki Eom, Myoung-Hun Choi, Jun Lee
출처 (Source)	한국철도학회 학술발표대회논문집 , 2010.10, 2076-2087(12 pages)
발행처 (Publisher)	한국철도학회 The Korean Society For Railway
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01559665
APA Style	성명준, 엄진기, 최명훈, 이준 (2010). 스마트 카드 데이터를 이용한 통행패턴 분석. 한국철도학회 학술발표대회논문집, 2076-2087
이용정보 (Accessed)	제주대학교 223.194.***.198 2020/09/04 01:13 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

스마트 카드 데이터를 이용한 통행패턴 분석

Analysis of Travel Patterns using Transit Smart Card Data

성명준† 엄진기* 최명훈** 이 준*
Myoung-Joon Sung Jin-Ki Eom Myoung-Hun Choi Jun Lee

ABSTRACT

In 2004, the Seoul Metropolitan government introduced a new smart card system with distance based fare system. This study analyzed the travel patterns using the transit smart card data for Seoul. Smart card data includes individual card ID, Transfer information, Transit mode, boarding and alighting time, etc. The object of this study is to investigate passenger travel patterns such as time of day distribution, travel time, transfer time and transfer pattern. To analyze that, We convert Trip-based OD to Chain-based OD. Based on this result, we may able to develop a new railway plan with respect to railway route, location of stations, train operation, railway service and so on.

국문요약

서울시는 2004년에 스마트카드를 기반으로한 대중교통 요금체계를 도입하였다. 이는 통합거리비례제와 무료 환승을 도입하여 이용자의 통행비용 절감효과를 통하여 대중교통이용의 증가를 가져왔다. 요금체계 도입과 동시에 새롭게 얻은 스마트카드 데이터는 개개인의 통행의 환승정보, 이용수단, 이용시간 등의 통행특성을 파악할 수 있는 데이터로써 추가적인 설문조사가 필요없이 이용자의 통행 정보를 정확하게 파악할 수 있게 되었다. 본 연구에서는 스마트카드 데이터를 이용하여 시간대별, 지역별 특성을 분석하여 보고 이를 통하여 서울시의 이용자 통행패턴이 어떠한지를 알아보았다. 기존의 데이터는 통행수단기반(Trip-based)으로 개별통행의 OD였으나, 카드데이터를 이용하여 통행사슬 형태(Chain-based)의 OD를 만들어 보았으며 통행패턴별 어떠한 특성을 나타내는지 확인해보았다. 이러한 통행패턴의 분석을 통하여 새로운 노선계획, 열차계획, 철도서비스 등의 개발 연구에 기초자료로 활용이 될 수 있으리라 판단된다.

† 비회원, 한국철도기술연구원, 철도교통물류연구실
E-mail : myjoon@krii.re.kr
TEL : (031)460-5846 FAX : (031)460-5021

* 정회원, 한국철도기술연구원, 철도교통물류연구실

** 비회원, 한국철도기술연구원, 철도교통물류연구실

1. 서론

서울시는 2004년 대중교통개편을 실시하면서 스마트카드 시스템을 도입하였다. 이는 통합거리비례요금제의 도입을 가져왔으며 버스나 지하철 등의 대중교통을 최대 4회 환승까지 이용한 거리에 비례해 요금을 적용하였다. 따라서 버스와 지하철간 환승에도 무료로 환승이 가능하게 되었으며 기존의 시스템보다 획기적으로 요금 체계를 개편하여 적용이 되면서 환승승객의 증가와 대중교통의 이용자의 요금절감 및 통행시간의 단축의 효과를 가져왔다.

스마트카드 데이터는 개인의 대중교통이용 정보를 정확하게 파악할 수 있는 장점이 있다. 이러한 자료를 통하여 기존에는 파악할 수 없었던 이용자의 통행특성을 파악할 수 있게 되었다.

현재 대중교통 이용자의 95%가 개인 카드 및 일회용 교통카드를 사용하고 있다. 기존의 설문조사를 통한 통행패턴 분석은 많은 비용과 시간을 소모하여 비효율적이며 스마트카드 데이터는 기존의 설문조사에 비하여 매우 적은 비용과 시간으로 자료의 수집이 가능하게 되었다.

2. 스마트카드 데이터의 특성

2.1 스마트카드 데이터의 장점

대중교통 카드 데이터는 개인의 통행정보 및 환승 정보를 포함하며 이용수단의 정보 등의 기존엔 파악하기 힘들었던 이용자의 통행 특성을 파악할 수 있는 중요한 자료이다. 기존의 설문조사를 통한 방식에 비하여 정확성이 높으며 현재 대중교통카드의 이용률이 90% 이상을 차지하므로 교통카드데이터는 전수조사에 가까운 자료의 수집이 가능하다.

대중교통카드 데이터의 장점은 첫째, 이용자가 버스나 지하철을 이용한 시간과 장소를 정확하게 획득할 수 있어서 자료의 정확성이 높다. 둘째, 조사비용의 절감과 자료구축의 시간이 단축으로 매우 경제적이다. 셋째, 통행목적 파악을 위한 자료의 활성화와 다양한 목적으로의 데이터사용이 가능하다.

2.2 스마트카드 데이터의 형태

표 1. 카드데이터 자료 형태

항 목	데이터 형태	구성수	내 용
카드번호	numeric	12	개인정보를 보안을 위한 암호화된 카드 번호
운행출발시간	char	14	탑승한 차량의 운행 출발시간
트랜잭션 ID	char	3	환승을 구분하기 위한 ID
교통수단코드	char	3	버스, 지하철을 구분하기 위한 코드
환승횟수	numeric	5	하차태그 후 30분 이내에 다른 수단을 이용한 횟수
버스노선ID	char	8	버스노선별로 부여되는 ID
교통사업자ID	char	9	사업자별로 부여되는 ID
버스차량ID	char	9	버스 차량별로 부여되는 ID
사용자구분	char	2	01-일반, 02-초등학생, 04-청소년, 06-경로 등 구분
승차일시	char	14	승차시 단말기에 카드를 접촉한 시간(년/월/일/시/분/초)
승차정류장ID	char	7	승차한 정류장에 부여된 ID
하차일시	char	14	승차시 단말기에 카드를 접촉한 시간(년/월/일/시/분/초)
하차정류장ID	char	7	하차한 정류장에 부여된 ID
승객수	numeric	5	하나의 카드로 이용한 승객의 수
승차금액	numeric	12	승차시 지불된 금액
하차금액	numeric	12	하차시 지불된 추가금액
이용거리	numeric	9	승차정류장과 하차정류소간의 이용거리
사용일자	char	8	카드데이터가 수집된 기준 일시(년/월/일)

대중교통 카드데이터는 개인통행의 특성을 포함하는 30개 이상의 항목으로 이루어져 있으나 분석에 필요한 항목을 18개로 선택하여 구성을 하였으며 표 1과 같다.

카드번호는 개인정보의 유출을 막기 위하여 암호화 프로그램을 이용하여 바뀐 값을 나타내며 운행출발시간, 승차일시, 하차일시는 ‘년월일시분초’의 연속된 수로 이루어져있다. 트랜잭션ID의 경우 같은 통행을 나타내주는 값이며 임의로 주어지는 값이다. 따라서 같은 통행일 경우 트랜잭션ID는 같은 값을 갖는다. 교통수단코드는 지하철, 버스의 종류를 구분하기 위한 값이다. 승/하차정류장ID는 서울시와 경기도의 지하철역 및 버스정류장을 나타내는 값이며 지하철역은 2009년 10월 26일을 기준으로 490개를 포함하며, 서울시 버스 정류장은 36,000개 이상을 포함하고 있다.

3. 통행패턴 분석

3.1 분석 데이터

한국스마트카드에서 제공하여 획득한 데이터는 2009년 10월 25일(일)부터 31일(토)까지 1주일간의 자료를 획득하였으며 일별 데이터의 특성은 표 2와 같다.

표 2. 카드데이터 자료

날 짜	총 데이터	오류 데이터	사용 데이터	통행수	오류율
2009/10/25	11,113,808	470,218	10,643,590	7,972,246	4.23%
2009/10/26	18,440,177	758,304	17,681,873	12,734,730	4.11%
2009/10/27	18,545,592	755,997	17,789,595	12,807,767	4.08%
2009/10/28	18,560,858	753,533	17,807,325	12,840,852	4.06%
2009/10/29	18,346,370	742,397	17,603,973	12,695,208	4.05%
2009/10/30	18,611,267	756,965	17,854,302	12,947,425	4.07%
2009/10/31	13,755,745	603,199	13,152,546	9,760,173	4.39%

획득한 1주일의 데이터 중에서 주중(26일), 주말(31일)을 가지고 분석을 하였으며 데이터의 정확성을 높이기 위하여 몇 가지 기준에 맞추어 데이터 필터링을 실시하였다. 데이터의 오류를 크게 3가지로 분류를 하였으며 다음과 같다.

첫째, 하차시 미태그의 경우로 환승을 하지 않을 경우 단일요금제의 적용을 받기 때문에 이용자가 태그를 하지 않는 경우와 데이터 상으로 오류가 발생하여 하차시간과 하차정류장ID가 누락된 데이터를 말한다. 둘째, 차내 탑승시간이 30초 미만인 데이터를 제외하였으며 이는 탑승후 실제로 하차하는 역과 상관없이 미리 태그를 실시한 데이터를 나타낸다. 셋째, 5시간을 초과하는 데이터의 경우는 수도권 대중교통을 이용하는 시간이 5시간을 넘지 않는다는 가정을 하여 이러한 데이터를 제외하였다. 하차시 미리 태그를 하는 경우는 실제 하차한 역과 다른 역이 데이터로 나타나지만 이러한 오류는 찾아내기는 쉽지 않다. 따라서 위의 3가지 오류에 대하여 필터링을 실시하였으며, 그 결과 약 4% 정도의 오류데이터가 포함되는 것으로 나타났다.

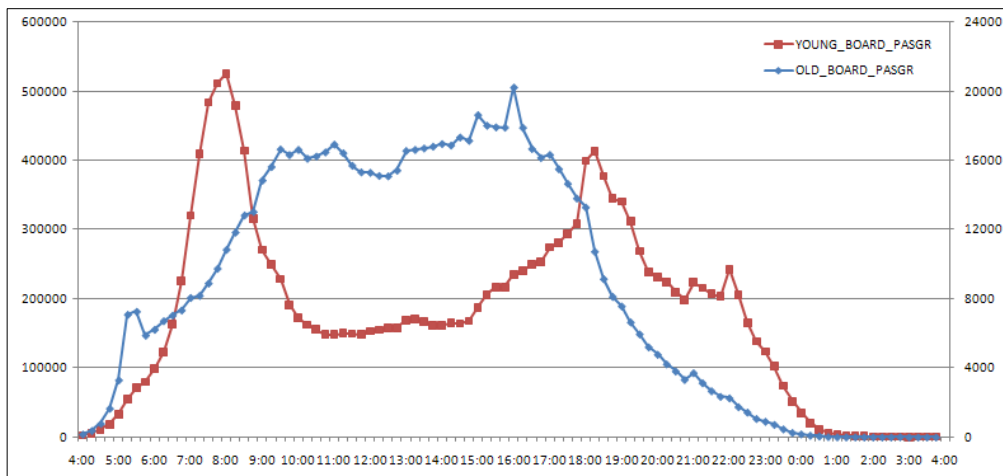
3.2 시간대별 분석

통행 시간대별 분석은 오전 4:00를 시작점으로 하여 15분단위로 나누어 총 96개의 group으로 나누

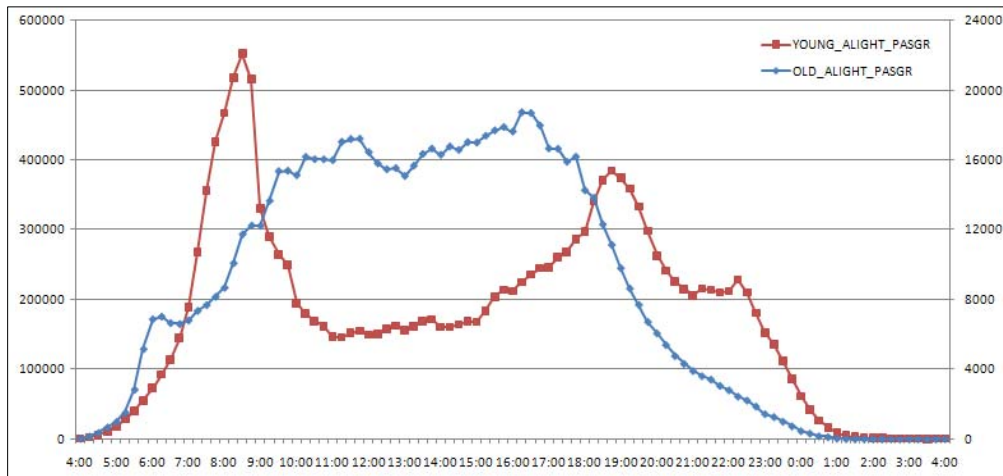
어 분석을 하였으며 주중과 주말의 특성을 비교하기 위하여 일주일중 주중/주말 각각 하루씩 선정하여 시간대별 통행 패턴을 비교분석해 보았다. 시간대별 분석의 경우는 일반인의 통행패턴과 65세 이상의 노인의 통행패턴을 비교해보고자 나누어서 분석을 해보았다.

주중의 시간대별 승/하차인원을 분석한 결과 일반인의 경우 오전 8시와 오후 6시에 첨두의 특성을 나타내고 있다. 이는 출퇴근 시간에 나타나는 전형적인 교통수요의 특성이며 그림 1에서와 같이 나타나고 있다.

노인의 경우 일반인의 경우와 다르게 오전 10시와 11시 사이에 가장 많은 승객이 이용하였으며 일반인의 첨두시간을 피하여 낮시간에 주로 통행이 발생되는 것을 알 수 있다. 노인의 시간대별 분석결과 첨두의 특성이 작게 나타나며 오후 6시까지의 거의 동일한 이용을 하는 것으로 나타났다. 오후 6시를 기준으로 이용자가 감소하는 특성을 나타내고 있으며 6시 이후의 통행의 비율이 일반인에 비해 낮은 것을 알 수 있다.



(a)

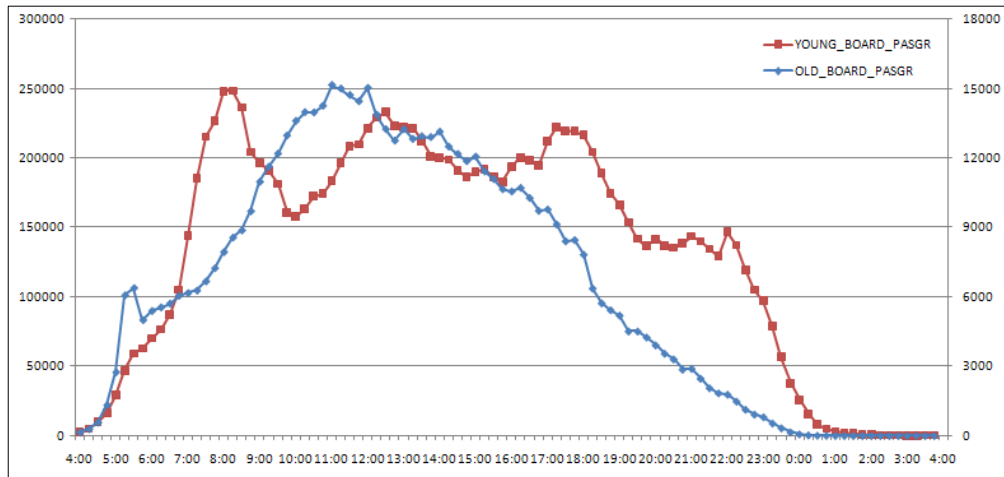


(b)

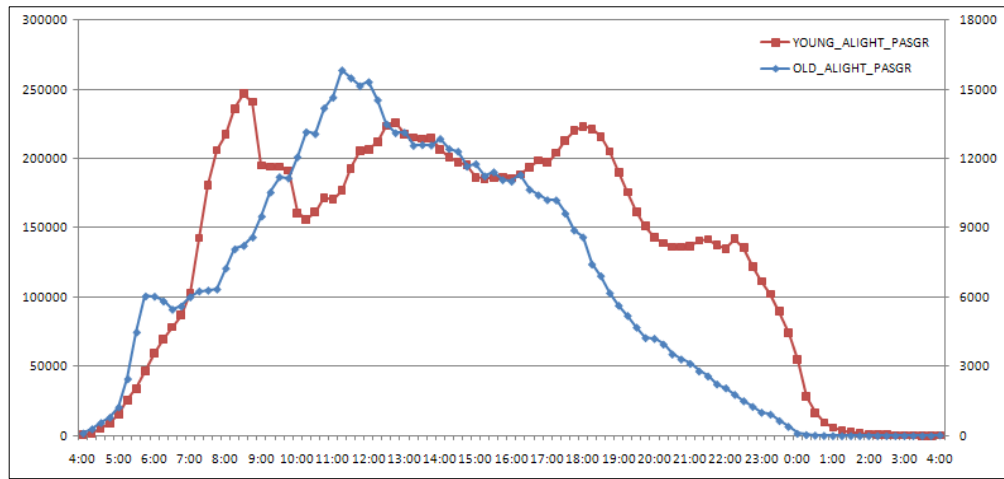
주 : 2009/10/26 데이터를 사용

그림 1. 주중 시간대별 승하인원(a) 및 하차인원(b) 분석

일반인의 경우 주말에는 주중과 다른 통행패턴을 보이며 그림 2와 같이 첨두특성이 뚜렷하게 나타나지 않았다. 반면 노인의 경우 주중과 주말이 거의 동일한 통행 패턴을 보여주고 있으며 주중에 비하여 전체 이용자수는 25%정도 줄어든 것으로 나타났다.



(a)



(b)

주 : 2009/10/31 데이터를 사용

그림 2. 주말 시간대별 승하인원(a) 및 하차인원(b) 분석

3.3 지하철 이용패턴 분석

버스 이용자를 제외한 지하철 이용자를 이용하여 분석을 하였으며, 수도권 전체 490여개 지하철 역의 승하차분석을 실시하였으며 표 3과 같다. 서울시민이 가장 많이 이용하는 지하철역은 강남역으로 주중에 95,000명/일이 이용하며 2위는 잠실역으로 83,000명/일이 이용하였다. 주중의 이용객이 많은 지역은 주로 업무지역으로 나타났다. 주말은 고속터미널역, 잠실역, 강남역의 순서로 나타났다. 승하차 분석을 실시한 결과 업무지역을 제외한 시청, 구청과 같은 행정업무 지역, 대학교를 포함한 지하철역과 같은 지역의 수요가 높게 나타났다.

그림 3과 같이 주중의 경우 중구, 종로구를 중심으로 한 강북 중심업무지구와 서초구, 강남구를 중심으로 한 강남 중심업무지구 그리고 여의도를 중심으로하는 영등포일대에 지하철 이용객이 집중되어 있었다. 주말의 경우는 음식점 및 문화시설들이 많은 지역인 신촌, 혜화, 홍대입구의 이용객이 많이 늘어났으며 서울역, 용산역, 고속터미널, 남부터미널 등의 터미널 지역에서도 주중에 비하여 많은 수요를 나타내었다.

표 3. 지하철 역별 이용객 현황

순위	주중				주말			
	승차		하차		승차		하차	
	역명	이용객	역명	이용객	역명	이용객	역명	이용객
1	강남역	94,768	강남역	99,352	고속터미널역	71,416	고속터미널역	77,838
2	잠실역	82,699	잠실역	77,827	잠실역	68,416	강남역	70,705
3	사당역	79,794	선릉역	76,352	강남역	64,237	잠실역	63,230
4	신림역	74,955	사당역	76,053	신림역	60,830	신림역	58,732
5	선릉역	74,113	신림역	70,102	사당역	57,282	사당역	57,577
6	삼성역	65,173	삼성역	69,511	삼성역	54,161	삼성역	57,540
7	고속터미널역	63,519	서울역	64,036	건대입구역	50,497	건대입구역	57,258
8	서울역	62,322	구로디지털단지역	62,881	서울역	49,020	영등포역	55,160
9	구로디지털단지역	61,902	고속터미널역	62,574	영등포역	48,741	서울역	54,160
10	교대역	58,509	교대역	61,435	신촌역	48,189	홍대입구역	53,768

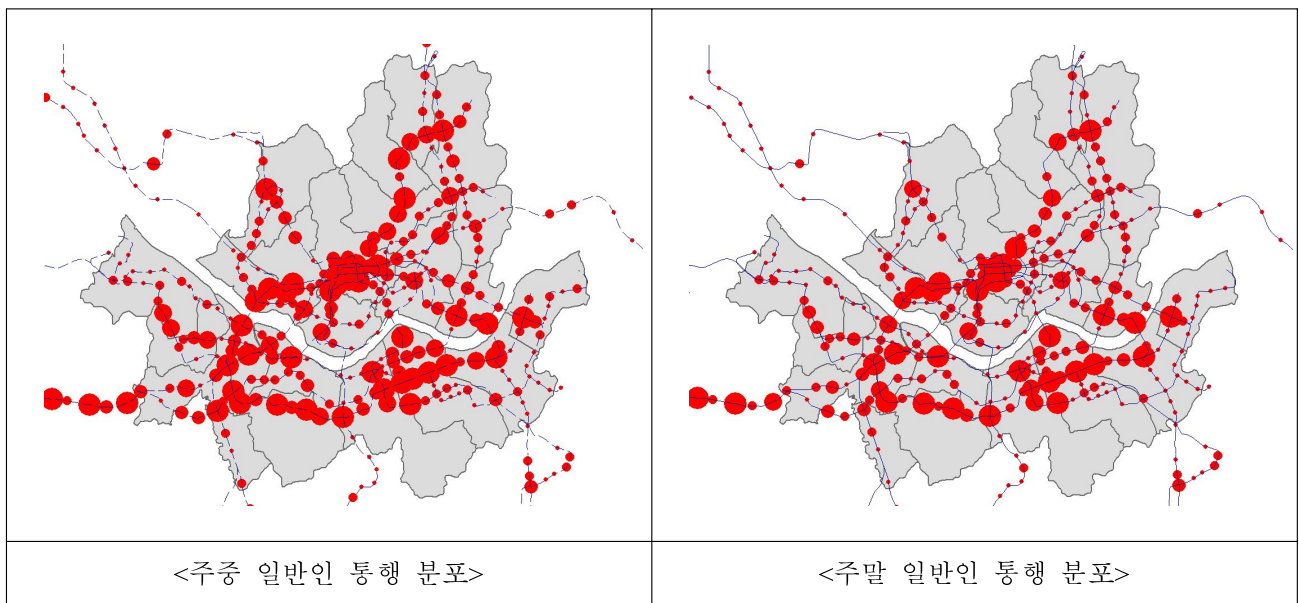


그림 3. 서울시 지하철역별 이용자 통행분포

3.4 행정구역별 이용패턴 분석

서울시는 25개의 구를 포함하고 있으며 행정구역별 어떠한 특성이 보이는지를 분석해 보았다. 오전점 두시간의 승차인원의 분석한 결과 거주지역이 분포하는 지역들에서 집중적으로 수요가 발생하는 것을 알 수 있었으며 특히 사당, 신도림, 이수 등 지하철 환승역과 강변, 잠실, 대림, 광명, 범계, 구로 등의 대단위 아파트 단지가 밀집되어 있는 지역의 지하철역에서 많은 수요가 발생되었다. 하차인원 분석한 결과 강남의 중심업무지역, 강북의 중심업무지역 그리고 여의도를 중심으로 하는 곳에 집중적으로 밀집되어 나타남을 알 수 있다. 특히 강북 중심업무지역의 경우는 지하철 2호선을 따라서 수요가 높은 것으로 나타났다. 강남의 경우 업무지구와 주거지역이 골고루 분포하고 있어 승하차량 모두 높게 나타났다. 도심 외곽지역의 경우는 승하차 인원의 차이가 크게 나타나지 않는 특성을 보였다.

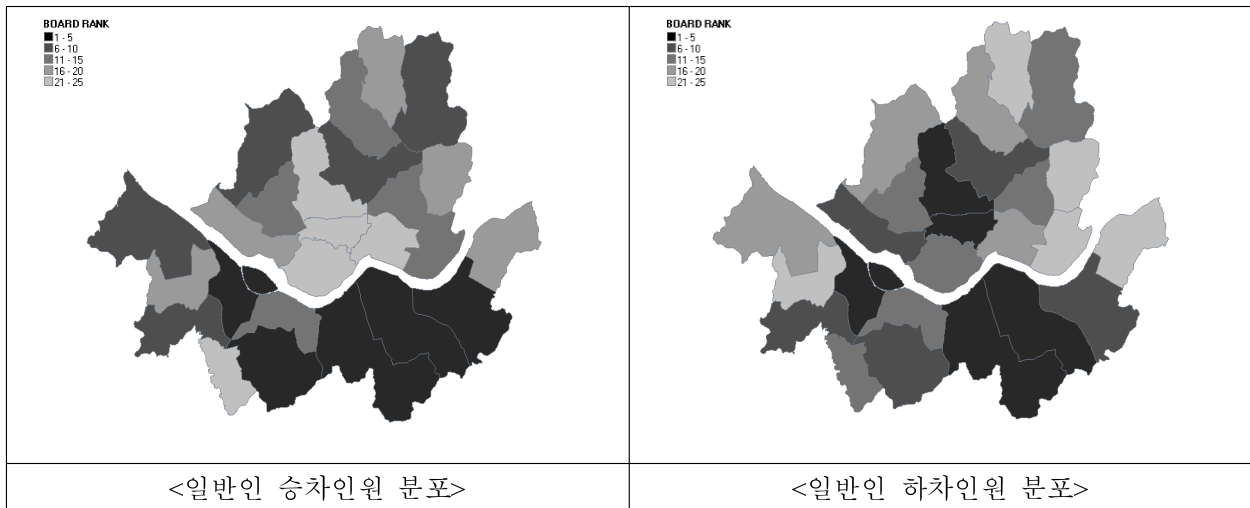


그림 4. 서울시 오전첨두시간(7시~9시) 통행분포

표 4. 주중 서울시 주요 동별 승하차인원

순위	지 역	승차인원	순위	하차인원	순위	승하차인원
1	서울특별시 종로구 종로1.2.3.4가동	119,966	2	134,108	1	254,074
2	서울특별시 서대문구 신촌동	130,382	1	122,122	3	252,504
3	서울특별시 강남구 역삼1동	104,797	4	124,895	2	229,692
4	서울특별시 영등포구 영등포2동	119,683	3	100,931	7	220,614
5	서울특별시 중구 회현동	99,719	5	109,644	4	209,363
6	서울특별시 서초구 방배2동	93,377	6	107,585	5	200,962
7	서울특별시 마포구 서교동	83,405	10	104,968	6	188,373
8	서울특별시 서초구 반포4동	89,869	8	90,027	8	179,896
9	서울특별시 송파구 잠실3동	91,417	7	85,974	10	177,391
10	서울특별시 중구 명동	83,917	9	86,830	9	170,747

주 : 2009년 10월 26일 데이터

표 5. 주말 서울시 주요 동별 승하차인원

순위	지 역	승차인원	순위	하차인원	순위	승하차인원
1	서울특별시 종로구 종로1.2.3.4가동	181,149	2	180,293	2	361,442
2	서울특별시 강남구 역삼1동	141,886	4	206,914	1	348,800
3	서울특별시 서대문구 신촌동	199,973	1	144,910	4	344,883
4	서울특별시 중구 회현동	134,424	5	145,110	3	279,534
5	서울특별시 서초구 방배2동	116,016	6	144,331	5	260,347
6	서울특별시 영등포구 영등포2동	145,939	3	105,173	10	251,112
7	서울특별시 중구 명동	108,336	9	117,645	7	225,981
8	서울특별시 송파구 잠실3동	112,124	7	107,839	9	219,963
9	서울특별시 마포구 서교동	103,874	10	115,697	8	219,571
10	서울특별시 영등포구 여의동	94,031	16	119,269	6	213,300

주 : 2009년 10월 31일 데이터

차내 탑승시간은 장거리 통행이 많은 주말의 통행이 주중에 비해 길게 나타났으며 그림 7과 같이 단일 통행만 하는 이용자의 경우는 주중과 주말의 차이가 나타나지 않았다.

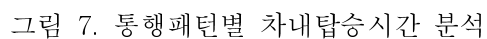
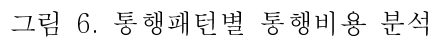


표 6. 주중 통행패턴별 분석 결과

통행패턴	승객수 (명)	비율 (%)	평균환승시간 (초)	평균통행거리 (m)	평균통행비용 (원)	평균차내탑승 시간(초)	환승횟수별 비율(%)
B	4,677,613	36.34%	-	5,744	893	1,043	68.00%
R	4,075,661	31.66%	-	13,420	809	2,045	
BB	1,417,821	11.01%	439	10,817	1,023	1,883	26.68%
BR	1,026,921	7.98%	245	19,137	1,156	2,810	
RB	979,833	7.61%	405	19,090	1,152	2,804	
RR	10,725	0.08%	235	24,334	1,248	3,383	
BBB	212,390	1.65%	955	15,229	1,128	2,560	
BBR	41,662	0.32%	796	24,125	1,322	3,479	4.60%
BRB	281,248	2.18%	632	23,355	1,239	3,447	
BRR	2,086	0.02%	448	30,326	1,367	4,250	
RBB	47,491	0.37%	1,099	23,584	1,300	3,438	
RBR	5,336	0.04%	1,625	25,330	1,291	4,160	
RRB	2,243	0.02%	651	30,097	1,360	4,206	
RRR	16	0.00%	730	23,875	1,213	4,199	
BBBB	33,384	0.26%	1,760	17,270	1,157	3,013	
BBBR	3,903	0.03%	1,676	24,976	1,311	3,965	
BBRB	11,039	0.09%	1,261	28,049	1,384	4,122	
BBRR	46	0.00%	1,100	33,690	1,472	4,895	0.56%
BRBB	12,369	0.10%	1,389	27,362	1,360	4,091	
BRBR	1,473	0.01%	1,959	29,182	1,371	4,991	
BRRB	290	0.00%	1,019	38,813	1,573	5,253	
BRRR	6	0.00%	854	37,625	1,500	6,021	
RBBB	5,249	0.04%	2,017	24,648	1,299	3,938	
RBBR	2,948	0.02%	2,048	30,421	1,369	4,891	
RBRB	1,561	0.01%	2,077	30,492	1,411	5,024	
RBRR	12	0.00%	1,597	39,296	1,592	6,103	
RRBB	69	0.00%	1,431	35,326	1,544	5,410	
RRBR	6	0.00%	2,003	43,363	1,617	7,231	
RRRB	4	0.00%	812	28,740	1,300	8,046	
BBBBB	9,049	0.07%	2,883	20,131	1,206	3,633	0.16%
BBBBR	882	0.01%	2,822	29,291	1,393	4,890	
BBBRB	1,399	0.01%	2,437	29,665	1,402	4,796	
BBBRR	8	0.00%	2,599	42,156	1,788	5,455	
BBRBB	988	0.01%	2,597	28,365	1,381	4,818	
BBRBR	219	0.00%	3,004	33,279	1,447	5,934	
BBRRB	14	0.00%	2,275	48,110	1,851	7,857	
BRBBB	2,037	0.02%	2,580	28,910	1,374	4,807	
BRBBR	1,226	0.01%	2,458	37,393	1,513	6,059	
BRBRB	890	0.01%	2,662	34,553	1,473	6,253	
BRBRR	7	0.00%	2,413	47,081	1,871	6,280	
BRRBB	14	0.00%	2,588	40,104	1,614	5,969	
BRRBR	4	0.00%	1,349	50,136	1,850	6,786	
BRRRB	1	0.00%	4,345	14,876	1,000	2,451	
RBBBB	1,172	0.01%	3,139	27,159	1,340	4,611	
RBBBR	419	0.00%	2,928	32,202	1,414	5,451	
RBBRB	855	0.01%	2,747	35,976	1,492	5,845	
RBBRR	4	0.00%	2,956	45,203	1,700	7,528	
RBRBB	276	0.00%	3,265	31,870	1,429	6,010	
RBRBR	205	0.00%	3,268	36,315	1,476	7,623	
RBRRB	2	0.00%	1,715	23,772	1,080	4,623	
RRBBB	11	0.00%	1,990	33,056	1,416	5,269	
RRBBR	4	0.00%	3,335	40,214	1,550	6,929	
RRBRB	2	0.00%	1,287	70,004	2,250	10,360	
RRBRR	2	0.00%	1,387	47,266	1,700	7,124	

표 7. 주말 통행패턴별 분석 결과

통행패턴	승객수 (명)	비율 (%)	평균환승시간 (초)	평균통행거리 (m)	평균통행비용 (원)	평균차내탑승 시간(초)	환승횟수별 비율(%)
B	3,820,465	38.42%	-	5,651	897	1,029	71.15%
R	3,254,633	32.73%	-	13,680	819	2,147	
BB	1,001,695	10.07%	459	10,656	1,013	1,868	
BR	750,971	7.55%	277	19,417	1,158	2,933	24.45%
RB	670,315	6.74%	458	19,223	1,150	2,920	
RR	8,541	0.09%	280	24,885	1,256	3,580	
BBB	141,078	1.42%	989	15,473	1,126	2,627	3.80%
BBR	33,628	0.34%	885	25,200	1,339	3,776	
BRB	161,905	1.63%	717	23,728	1,242	3,593	
BRR	1,568	0.02%	552	33,028	1,423	4,654	
RBB	33,459	0.34%	1,180	24,240	1,307	3,663	
RBR	4,243	0.04%	1,583	25,985	1,311	4,307	
RRB	1,432	0.01%	790	31,872	1,399	4,586	
RRR	27	0.00%	592	25,922	1,241	5,162	
BBBB	21,852	0.22%	1,778	18,565	1,185	3,250	
BBBR	3,223	0.03%	1,688	26,897	1,354	4,376	
BBRB	7,097	0.07%	1,393	29,383	1,402	4,480	
BBRR	51	0.00%	1,014	39,065	1,617	5,909	
BRBB	7,340	0.07%	1,508	28,716	1,385	4,431	0.47%
BRBR	1,212	0.01%	1,884	31,320	1,426	5,282	
BRRB	189	0.00%	1,170	45,046	1,679	6,414	
BRRR	4	0.00%	831	30,702	1,350	6,339	
RBBB	3,743	0.04%	2,008	26,055	1,330	4,248	
RBBR	2,020	0.02%	2,083	32,209	1,401	5,253	
RBRB	1,115	0.01%	2,183	31,172	1,422	5,186	
RBRR	16	0.00%	1,570	38,890	1,531	6,451	
RRBB	63	0.00%	1,695	39,506	1,629	5,820	
RRBR	16	0.00%	2,502	32,283	1,420	5,583	
RRRB	7	0.00%	1,089	22,460	1,109	5,194	
BBBBB	5,394	0.05%	2,846	21,917	1,247	3,962	
BBBBR	577	0.01%	2,689	31,697	1,452	5,326	
BBBRB	908	0.01%	2,476	31,944	1,445	5,213	
BBBRR	8	0.00%	2,287	59,161	2,100	8,797	
BBRBB	677	0.01%	2,701	30,473	1,430	5,341	
BBRBR	134	0.00%	2,754	32,376	1,472	5,649	
BBRRB	12	0.00%	1,869	56,347	1,948	7,289	0.13%
BRBBB	1,220	0.01%	2,619	29,365	1,387	5,010	
BRBBR	907	0.01%	2,356	37,054	1,498	6,012	
BRBRB	588	0.01%	2,529	35,976	1,505	6,414	
BRBRR	3	0.00%	1,711	47,418	1,700	6,900	
BRRBB	11	0.00%	2,027	46,984	1,727	7,394	
BRRBR	5	0.00%	2,846	23,682	1,208	4,162	
BRRRB	2	0.00%	1,537	27,776	1,300	15,815	
BRRRR	1	0.00%	614	2,240	900	17,399	
RBBBB	777	0.01%	2,962	29,686	1,386	5,082	
RBBBR	212	0.00%	2,945	36,964	1,518	6,107	
RBBRB	606	0.01%	2,561	37,603	1,519	6,125	
RBBRR	5	0.00%	2,174	31,779	1,400	4,738	
RBRBB	146	0.00%	3,221	31,832	1,435	6,236	
RBRBR	87	0.00%	2,987	36,031	1,470	7,688	
RBRRB	5	0.00%	2,900	45,325	1,660	6,433	
RRBBB	8	0.00%	2,757	37,015	1,468	5,926	
RRBBR	8	0.00%	2,740	70,308	2,175	11,648	
RRBRB	5	0.00%	2,480	30,777	1,380	5,584	
RRBRR	2	0.00%	2,882	65,393	2,050	8,781	

4. 결론

본 연구에서는 카드데이터를 이용하여 서울시 이용자의 통행패턴을 이용자별, 시간대별, 지역별로 분석하고 어떠한 특성을 나타내는지 파악해 보았다. 스마트카드 데이터는 대중교통이용자의 통행패턴을 분석하고 장래 수요예측의 정확성을 높일 수 있는 장점을 갖고 있다. 또한 카드데이터가 갖고 있는 많은 속성을 이용하여 대중교통 서비스의 평가가 가능하며 이용자별/시간대별/지역별의 특성에 맞는 서비스의 평가 및 제공이 가능하다.

카드데이터를 이용하여 분석한 결과 우리나라의 대중교통 이용 분포는 오전과 오후의 첨두특성이 나타나며, Trip-based 통행으로 분석한 결과 지하철의 이용률에 비하여 버스의 이용률이 더 높게 나타났다. 하지만 노인의 경우는 지하철의 무임승차의 가능성으로 인하여 지하철의 이용률이 상당히 높게 나타났으며 시간대별 분석결과 일반인과는 달리 첨두특성이 뚜렷하게 나타나지 않는 특성을 보였다. 이는 혼잡시간을 피해 주로 낮시간에 이용하는 노인의 특성을 알 수 있었다. 또한 정부의 Barrier-Free 정책의 실시로 인하여 지하철역, 정류장과 터미널 등의 대중교통이용 시설에 접근수단 및 이용 시설을 개선하고 노약자/장애인을 위한 시설의 확충으로 인하여 지하철 이용률이 높아지고 있는 것으로 나타났다.

주중에는 강남 중심업무지구와 강북 중심업무지구를 중심으로 서울시의 통행량이 주로 발생하였으며, 이는 출퇴근 통행이 서울시 중심업무지구를 중심으로 나타나고 있다는 것을 알 수 있었다. Trip-Chain 분석을 한 결과 이용자의 노선선택에 환승이 미치는 영향은 매우 크게 나타났으며 환승의 2회 이상 실시한 경우는 전체에서 차지하는 비율이 5.5%로 낮게 나타났다.

통행패턴을 분석한 결과는 지역별/시간대별/이용자별 통행 특성에 맞는 서비스의 제공 및 서비스 수준의 결정이 필요하다고 판단되었다. 이는 운영자는 효과적인 열차 운영을 통하여 운영비용 절감을 가져 올 수 있으며, 이용자는 질 좋은 서비스를 이용하게 되어 대중교통 이용률의 향상을 가져 올 수 있을 것으로 보였다.

최근 카드데이터를 이용한 수요예측 및 서비스 운영과 관련된 연구 분야의 관심과 중요성이 높아지고 있다. 대중교통 이용의 90%를 차지하는 카드데이터를 이용하여 수도권 뿐 아니라 전국적인 네트워크의 차원의 대중교통의 수요 분석체계 및 운영체계의 구축이 필요하다고 판단된다.

참고문헌

1. Wonjae Jang. Travel Time and Transfer Analysis Using Smart Card Data. Transportation Research Board 2010 Annual Meeting. 2010.
2. 신성일, 이창주, 조용찬. 대중교통 카드 자료를 이용한 지역간 대중교통 서비스 평가 방안. 교통 기술과 정책, 제5권, 제1호, 2008. 3.
3. 박진영. 대중교통정책수립에 있어서 교통카드자료 활용방안 연구. 한국교통연구원. 2006.
4. Nam-Geon, Cho. A Study on the Travel Characteristics in the Ageing Society. Korea Research Institute for Human Settlements. 2001.
5. His-Hwa Hu, and Kyoung Lee. Travel Patterns of the Elderly : The Role of Land Use. Publication METRANS PROJECT 00-8. METRANS. 2003. 7.
6. Park, Jin Young, Kim, Dong-Jun, and Lim, Yongtaek. Use of Smart Card Data to Define Public Transit Use in Seoul, South Korea, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2063, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2008, pp. 3-9.
7. Chu, Ka Kee Alfred and Chapleau, Robert. Enriching Archived Smart Card Transaction Data for Transit Demand Modeling, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2063, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2008, pp. 63-72.