

스마트폰 애플리케이션을 이용한 대중교통 운행정보 제공에 따른 통행자 수단선택 행태변화 분석

Analysis for Changes of Mode Choice Behavior from Providing Real-time Schedule for Public Transportation by Smartphone Application

최 성 태* 노 정 현**
(Sung-Taek Choi) (Jeong-Hyun Rho)

요 약

최근 대중교통 이용 장려를 위한 방안 중 하나로 스마트폰 어플리케이션을 활용한 대중교통 정보제공서비스가 주목받고 있다. 스마트폰의 GPS 기능을 이용해 대중교통 수단의 정확한 도착시간, 정거장 안내 서비스 등이 가능하기 때문이다. 본 연구에서는 스마트폰의 애플리케이션이 대중교통 이용패턴에 주는 영향에 대한 실증분석을 수행하였다. 승용차에서 대중교통으로의 수단전환을 유발한 요소에 대한 쌍대비교 결과, 유가 상승 0.39, 교통 체증 0.27, 스마트폰 애플리케이션 0.18, BIS 0.16으로 나타났다. 또한 학생이고 젊을수록 스마트폰의 상대적 중요도를 높게 평가하는 경향이 나타났다. 수단 전환 유무에 대한 의사결정 트리 분석 결과, 수단전환에 대한 가장 중요한 변수는 스마트폰 중요도 인식으로 나타났다.

핵심어 : 스마트폰, 데이터-마이닝, 의사결정 트리, 대중교통 정보제공 시스템, 스마트폰 애플리케이션

Abstract

Public Transport Information Service which use smartphone Apps has received attention as the way of solution that reduced transport problem. Smartphone can offer real-time information because of a LBS(Location Based Service) system. This study try to find out which factor affect mode choice ratio of public transport, especially smartphone Apps. The result shows that rising oil price, traffic congestion, public information service with smartphone apps, BIS(Bus Information System) factors get 0.39, 0.27, 0.18, 0.16 scores with paired comparison. Younger and student respondents prefer smart phone public information service. Decision Tree shows that the most important decision factor is smartphone information service factor.

Key words : Smartphone, Data-Mining, Decision Tree, Public Transport Information Service, Smartphone application

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

수도권은 지난 50년 동안의 급격한 경제성장 과

정 속에서 대기오염, 교통혼잡, 주차공간 부족 등의 교통관련 문제점들이 더욱 악화되어 왔다. 이는 시민들의 삶의 질을 떨어뜨리고 안전에 대한 위협과 불편은 가중시키는 결과를 초래하였다. 최근 이러

* 주저자 : 한양대학교 도시대학원 박사과정
** 공저자 및 교신저자 : 한양대학교 도시대학원 교수
† 논문접수일 : 2012년 9월 12일
† 논문심사일 : 2012년 10월 4일
† 게재확정일 : 2012년 10월 10일

한 문제의 대안으로 교통수요관리정책, 환경오염 완화를 위한 녹색교통 정책, 교통혼잡 완화를 위한 대중교통 중심의 교통정책 등이 제안되고 있다. 특히 대중교통 이용 장려를 위하여 현재까지 많은 정책이 실행되었지만 정시성 확보 및 정류장 위치확인의 어려움, 대기 시간 소요 등 대중교통 서비스가 지닌 한계점으로 인해 큰 실효는 거두지 못하였다.

이러한 상황 속에서 서울을 포함한 수도권의 대중교통 이용률은 2009년 이후 점진적으로 증가하는 추세이다. 수도권 지하철의 수송승객의 경우, 2006년부터 2008년까지는 감소 및 정체 추세를 보이다가 2009년을 기점으로 평균 2.5%의 성장세를 보이고 있다.¹⁾ 서울버스의 이용률 또한 전년대비 3.2% 증가하였다. 이러한 현상은 뛰어난 환승 편의성 및 대중교통 통합요금제 시행, 다양한 노선 제공 등의 여러가지 이유가 있으나 스마트폰 보급이 활발히 이루어진 2009년 이후 성장세가 두드러진 점에 비추어 볼 때 스마트폰의 대중화가 대중교통 이용률 증가에 일정부분 기여를 했다고 볼 수 있다.

스마트폰에는 현재의 위치를 인식하기 위한 GPS가 내장되어 있으며 이를 활용한 위치기반 서비스(Location Based Service, LBS)가 대중교통 관련 애플리케이션에 활용되고 있다. 즉, 스마트폰 이용자들은 위치기반 서비스를 통해 실시간으로 대중교통 수단의 위치 및 정류장 위치 파악, 배차간격 등을 파악할 수 있고 이를 통해 대중교통을 보다 편리하고 효율적으로 이용할 수 있다.

현재 스마트폰 가입자 수는 2012년 8월 기준 3,000만명을 돌파했으며 이동전화 중 스마트폰 이용률은 56%를 상회하고 있다. 또한 한국인터넷진흥원에서 스마트폰 이용자 1,500여 명을 설문조사한 결과(2012), 대중교통 관련 애플리케이션 다운로드 이용자는 76.2%에 달했다. 즉, 현재 약 1,500만명 이상의 사람들이 스마트폰의 대중교통 애플리케이션 기능을 활용하고 있다고 할 수 있다. 또한 이러한 현상은 장래에도 지속되어 사회전반에 걸쳐 많은 변화를 야기할 것으로 예상된다. 따라서 현재 시

점에서는 스마트폰 이용과 대중교통 이용간의 상관관계를 파악하고 장래 교통수단 이용패턴 변화에 대비하는 자세가 요구된다.

이에 본 연구에서는 활성화 된 스마트폰의 대중교통 관련 애플리케이션이 대중교통 이용자에게 실제 얼마만큼의 편리함과 만족도를 제공하고 있으며, 이러한 현상이 대중교통의 이용객 증가와 어떤 연관성이 있는지 설문조사를 통해 실증분석 하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 내용

스마트폰의 대중교통 애플리케이션이 대중교통 이용자에게 주는 영향과 효과분석을 위해 본 연구에서는 스마트폰 이용자를 대상으로 설문조사를 수행하였다. 설문대상자는 다양한 대중교통시스템이 체계적으로 갖추어져 있고 많은 인구가 밀집되어 있는 서울 지역에서 스마트폰을 보유하고 있으며 대중교통을 이용하는 사람을 대상으로 수행되었다. 애플리케이션은 서울 및 수도권 권역의 대중교통 정보를 제공하는 하철이, Seoul bus, 버스이야기, 서울대중교통, TAGO 등 모든 애플리케이션을 의미한다. 단, 대중교통 수단은 버스 및 지하철로 한정하여 정의하였다.

본 연구는 스마트폰 및 교통서비스 제공과 관련된 현재까지의 연구 고찰을 바탕으로 본 연구의 착안점을 도출하였다. 착안점을 바탕으로 효과 측정을 위한 설문조사를 설계 및 수행 하였으며 조사결과를 바탕으로 애플리케이션 이용자의 만족도 수준, 주요 활용기능 등을 파악하였다.

또한 통행자 개인의 특성 및 선호도에 따른 수단선택 행태를 파악하기 위해 다양한 요소들 중 어떠한 행동의 의사 결정 요소를 찾아내는 의사결정 트리를 활용하였다. 분류 또는 예측을 목적으로 하는 분석 방법 중, 쉽게 이해하고 활용 할 수 있다는 장점이 있는 의사결정 트리를 이용해 승용차 이용자의 대중교통 수단전환 관련요인을 도출하였다. 그리고 이를 바탕으로 대중교통 이용자의 행태 특성을 도출 한 뒤 향후 애플리케이션의 개발 및 보완 방향을 간략히 제시하였다.

1) 서울시청 통계연보(<http://stat.seoul.go.kr>)

II. 기존문헌고찰 및 착안점 도출

1. 기존문헌 고찰

본 연구와 관련된 기존연구는 크게 2가지로 구분할 수 있다. 첫째, 스마트폰을 포함한 이동통신 매체를 활용한 대중교통 정보제공 서비스에 대한 연구이다. 박범진(2010)은 통행자가 직접 스마트폰을 이용하여 교통 네트워크 상의 다양한 정보를 공유할 수 있는 시스템을 제안하였다[1]. 이를 위해 도로 상의 다양한 상황을 스마트 폰으로 촬영한 뒤 중앙 서버로 업데이트하여 정보를 수집, 가공하여 네비게이션 경로안내에 실시간 반영하는 Real-Navigation 서비스를 제안하였다. 김진수(2011)는 스마트폰의 GPS기능과 모바일 통신기술을 이용하여 지하철 내에서 목적지까지의 최단경로 및 도착시간, 잔여시간, 알람기능 등의 서비스를 제공하는 애플리케이션을 제안하였고 기존의 포털서비스 혹은 애플리케이션과의 차별점을 설명하였다[2]. 조정형, 오영태(2004)는 버스정보시스템(BIS)의 효과분석을 위해 버스 이용자 및 버스 운전자에 대해 BIS만족도를 조사하고 나아가 서비스 제공 전후의 대기시간 차이를 바탕으로 이용자의 시간절감편익을 산출한 뒤 BIS 투입비용과의 비교를 통해 B/C가 1이 넘는 타당한 사업임을 제시하였다[3]. 윤대식(2002)은 교통방송이 제공하는 교통정보가 직장인의 통행행태에 미치는 영향을 대구의 승용차 운전자를 대상으로 한 설문결과를 바탕으로 네스티드 로짓모형을 통해 도출하였다[4]. 분석 결과, 교통정보 제공은 승용차 운전자의 출발전 수단변경에 영향을 줌과 동시에 운전중 노선변경에 모두 영향을 주는 것으로 분석되었으며 운전자 개인특성 및 통행거리, 인지하고 있는 대안 노선의 수 또한 수단 및 경로 변경에 영향을 주는 것으로 나타났다.

둘째, 본 연구에서 활용하는 의사결정 트리를 활용한 연구이다. 의사결정 트리는 마케팅, 경영, 도시공학, 산업공학, 토목공학 등 다양한 분야에서 폭넓게 활용되고 있다. 이 중 도시공학과 교통 측면에서 의사결정 트리를 활용한 연구는 다음과 같다. 최

유란 외 2인(2008)은 의사결정트리의 한 종류인 CHAID 분석을 활용해 강남과 강북지역 역세권 지가 영향모형을 개발하였다[5]. 그 결과, 강남은 762m, 강북은 452m로 도출되었으며 이를 통해 역세권 반경 500m의 획일적 기준은 적용하기 어렵다고 밝혔다. 김두형(2012)은 스마트폰 이용자의 애플리케이션 선호도를 분석해 관련 애플리케이션을 추천하는 시스템을 제안하였다[6]. 이를 위해 의사결정 트리를 활용한 추천 시스템을 개발하였으며 그 결과, 기존의 방법론보다 약 30%정도 추천 정확도가 개선되었음을 제시하였다. 이병엽(2010)은 자동차 구매 산업에서 기존 고객에 대한 속상파악, 고객 분류 및 분석에 따른 고객의 구매패턴 분석을 위해 의사결정 트리를 활용하였다[7]. 이를 통해 일반적인 마케팅의 규칙에서 조금 벗어난 구매패턴을 정의할 수 있었으며 이를 통해 새로운 고객층 형성이 가능함을 밝혔다.

2. 연구의 착안점

현재까지 스마트폰을 활용한 교통제공 서비스에 대한 방법론은 많이 제안된 반면 교통정보제공 서비스에 대한 실증분석은 스마트폰이 아닌 기존의 서비스에 한정되어 있다. 따라서 본 연구에서는 대중교통 이용자를 위한 애플리케이션이 널리 보급된 현 시점에서 스마트폰 애플리케이션을 통한 대중교통 정보제공이 대중교통 이용자들에게 주는 영향 및 만족도에 대한 실증분석을 수행하고자 한다. 이를 위해 승용차로부터 대중교통의 수단전환 여부 및 대중교통 애플리케이션 만족도, 주요 활용기능 등을 조사하여 실질적인 수단전환 여부 및 서비스 만족도 등을 파악하고자 한다.

이를 위해 본 연구에서는 의사결정 트리를 활용하였다. 우선 의사결정 규칙을 찾기 위해 대중교통으로의 수단전환을 유인하는 정성적 요인을 밝혀내고자 하며 이들 간의 쌍대비교를 통해 정량적인 상대적 중요도 값을 산출, 이를 설문자의 개인특성 변수와 결합하여 대중교통으로의 수단전환 여부에 영향을 주는 개별특성 및 사회·경제적 특성 간의 관계를 규명할 수 있을 것으로 예상된다.

Ⅲ. 스마트폰 이용자의 대중교통 이용행태 분석

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_e)^2}{f_e} \quad (1)$$

f_0 : 관측치 f_e : 예측치

1. 연구방법론

본 연구에서 다루는 방법론은 정성적 항목의 계량화를 위한 쌍대비교법과 데이터마이닝의 기법 중 하나인 의사결정 트리이다.

쌍대비교법은 다수의 요소 중 두 개의 요소를 한 쌍으로 만들어 각각 비교하는 방법으로 본 연구에서는 스마트폰 보급과 대중교통 이용빈도 간의 관계 파악, 애플리케이션 선호도 등 정성적 항목의 상대적 중요도를 파악하기 위해서 각 항목간의 리커트 5점척도 쌍대비교를 통해 중요도를 산출하였다.²⁾

의사결정 트리는 많은 요인들을 토대로 의사결정을 내릴 때 어떤 요인이 고려 대상이 되는지 파악하는데 도움을 주는 데이터 마이닝 기법으로 의사결정 규칙을 도표화하여 관심대상이 되는 집단을 몇 개의 소집단으로 분류(classification)하거나 예측(prediction)을 수행하는 계량적 분석 방법이다(김신곤, 1999)[8]. 분석결과는 조건 A이고 조건 B이면 결과집단 C라는 형태의 규칙으로 표현되므로 이해가 쉽고, 분류 또는 예측을 목적으로 하는 다른 계량적 분석 방법에 비해 쉽게 이해하고 활용 할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구에서는 승용차로부터 대중교통으로 전환한 수단전환자의 원인과 특성을 파악하기 위한 방법으로 의사결정 트리 중 목표변수가 범주형 데이터이고 카이제곱 통계량에 의해 목표변수를 분리하는 CHAID 알고리즘을 활용하였다. CHAID 알고리즘은 χ^2 통계량을 통해 비율이 유지되는 정도를 파악하고 비율을 가장 많이 깨뜨리는 입력변수를 첫 번째 분류 기준으로 설정한다. 비율의 깨짐 정도는 Pearson χ^2 통계량으로 판단되며 χ^2 이 자유도에 비해 작으면 해당 입력변수가 목표변수의 분류에 영향을 주지 않는다고 할 수 있다.

이러한 알고리즘을 통하여 대중교통으로의 수단 전환을 유발한 원인을 찾고 원인별로 나누어진 각 소집단별 특성을 함께 파악하였다. 단 의사결정 트리에 투입되는 입력변수간의 상관관계는 알고리즘 내에서 구분해 낼 수 없기 때문에 입력변수간의 상관관계를 검토 한 뒤 상관성이 적은 변수만을 최종 입력변수로 선정해야 한다.

2. 설문조사 설계

본 연구는 스마트폰 보급시기와 대중교통 수단분담율이 증가한 시기가 유사함에 착안하여 스마트폰의 보급과 확산이 스마트폰을 이용하는 대중교통 이용자의 이용행태에 영향을 미쳤을 것이라 가정하였다. 이러한 가정을 검증하기 위하여 설문지 문항은 크게 응답자 특성, 수단전환 여부와 이유, 대중교통 애플리케이션 활용 현황, 애플리케이션 만족도, 기타 건의사항 등 5개로 구성되었다. 특히, 대중교통으로의 수단전환 원인을 밝히는 수단전환 여부 항목에서는 예비조사를 통해 얻어진 4가지 원인(유가 상승, 교통체증, 스마트폰 정보제공, BIS서비스)을 제시한 뒤 각 항목별 쌍대비교를 통해 응답하도록 설계하였다.

〈표 1〉 설문항목의 구성
〈Table 1〉 Composition of survey

설문 항목	해당 내용
응답자 기초특성 (7문항)	· 응답자 성별 및 연령대 · 사용하는 스마트폰 종류 · 스마트폰 활용빈도
수단전환 여부 (3문항)	· 승용차 소유 여부 · 승용차 대비 대중교통의 이용비용 증가 여부 · 이용빈도 증가의 원인
애플리케이션 활용현황(1문항)	· 주로 활용하는 애플리케이션의 기능
애플리케이션 만족도(1문항)	· 대중교통 이용의 편의성 개선여부
기타 건의사항 (1문항)	· 애플리케이션 관련 의견제시

2) 「약간 더 중요」에서 극히 더 중요」까지 5점으로 구분

설문대상자 표본선정의 경우, 대중교통 이용자 중 스마트폰 보유자에 한하여 선정하였다. 연령별 비율은 국내 스마트폰 가입자 현황의 연령별 비율을 참고하여 설정하였다.³⁾

3. 설문조사의 기초통계 분석

1) 응답자 기초통계 현황

총 408부의 설문조사가 회수되었으며 이 중 응답자의 일관성 결여, 기입 누락 등 활용이 불가능한 설문지를 제외한 391부만을 분석에 활용하였다. 설문에 응한 연령별 표본 집단은 20대 62%, 30대 24%, 40대 12%, 50대 3%로 현재 스마트폰 가입자 비율과 유사한 비율을 나타냈다.

직업별 응답자는 학생 49%, 직장인 42%, 전문직 7%, 기타 2%으로 학생과 직장인이 전체 표본의 90%를 차지하는 것으로 나타났다.

대중교통 이용자 중 대중교통 애플리케이션을 이용하는 비율은 81%이고 이용자 중 주 2회 이상 애플리케이션을 이용하는 비율은 99%, 주 5회 이상 이용하는 비율은 40%에 달했다.

2) 대중교통으로의 수단전환 원인

총 391명 중 승용차를 보유한 응답자 233명에 대해 작년 동월과 비교하여 현재 승용차 대비 대중교통의 이용비율이 증가하였는지 여부를 질문하였다. 이 중 이용비율이 증가하였다고 답한 응답자는 총 101명이었다. 설문지 상에서는 대중교통의 이용비율이 증가한 이유로 유가 상승, 스마트폰 정보제공, 교통체증 증가, BIS정보제공 등 4가지를 제시하였다.

〈표 2〉 승용차 대비 대중교통 이용비율 증가 원인 및 중요도
(Table 2) Paired comparison score for cause of increased ratio of the use of public transportation compared to car

구 분	유가상승	교통체증	스마트폰	BIS
전 체	0.39	0.27	0.18	0.16

3) 2010년 12월 기준(방송통신 위원회) 10대 8%, 20대 35%, 30대 29%, 40대 15%, 50대 이상 9%

총 101명의 응답자는 4가지 항목에 대해 5점 척도 쌍대비교를 통해 대중교통 이용비율 증가의 원인에 답하였다. 101명의 일관성 지수(Consistency Index, CI)는 모두 0.1 이하의 값을 나타내어 유의한 것으로 나타났다. 조사 결과 유가 상승이 0.39의 중요도로 가장 높게 나타났으며 교통체증이 0.27, 스마트폰이 0.18, BIS가 0.16로 나타났다.

이는 유가 상승과 교통체증 등 시간과 비용의 증가로 귀결되는 원인이 수단 선택의 가장 높은 중요도를 차지하는 것을 의미한다. 또한 BIS 시스템을 기반으로 제공되는 스마트폰 대중교통 정보는 개인용 단말기를 통해 정보가 직접적으로 전달되기 때문에 BIS서비스보다 0.02 더 높은 중요도 점수를 나타냈다. 이에 반해 BIS는 스마트폰에 익숙하지 않은 중·장년층 이상의 대중교통 이용자에게 편리하기 때문에 0.16을 나타낸 것으로 판단된다.

향후 스마트폰 보급률이 더욱 높아진다면 대중교통 정보제공을 통한 대중교통 이용 활성화의 전망은 더욱 밝다고 할 수 있다.

연령별로는 젊은 세대일수록 스마트폰의 활용도가 높아 스마트폰의 정보제공 중요도가 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 경제력이 뒷받침되고 고정지출이 많지 않은 30대의 경우 유가 상승의 중요성이 상대적으로 낮게 도출되었다. 중·장년층의 경우, 유가 상승에 상대적으로 더 민감하였으며 스마트폰 정보제공과 BIS에 대한 중요도 인식은 젊은 층에 비해 뚜렷히 낮음을 확인할 수 있다. 이러한 측면에서 향후 스마트폰의 보급률이 더욱 높아지고 활성화가 된다면 스마트폰이 가지는 파급효과는 더욱 클 것으로 예상된다.

〈표 3〉 연령별 승용차 대비 대중교통 이용비율 증가 원인 및 중요도

(Table 3) Paired comparison score for cause of increased ratio of the use of public transportation compared to car by age

구 분	유가상승	교통체증	스마트폰	BIS
20대	0.41	0.22	0.22	0.15
30대	0.35	0.30	0.18	0.17
40대 이상	0.53	0.34	0.09	0.04

직업별로는 학생의 경우 상대적으로 스마트폰의 정보제공 중요도가 높은 것으로 나타났다. 이는 학생은 비교적 젊은 세대임과 동시에 시간적·비용적 제약으로부터 자유롭기 때문인 것으로 분석된다. 반면, 직장인과 전문직 종사자의 경우 상대적으로 스마트폰의 중요도가 낮은 것으로 나타났다. 이는 일정한 생활패턴을 유지하기 때문에 주 대중교통 수단에 대해 많은 정보를 가지고 있고 비용과 시간의 제약이 더 크기 때문인 것으로 판단된다.

〈표 4〉 직업별 승용차 대비 대중교통 이용비율 증가 원인 및 중요도

〈Table 4〉 Paired comparison score for cause of increased ratio of the use of public transportation compared to car by occupation

구 분	유가상승	교통체증	스마트폰	BIS
학생	0.37	0.22	0.24	0.17
직장인	0.41	0.32	0.15	0.12
전문직	0.36	0.43	0.11	0.10

작년 동월과 비교하여 현재 대중교통의 이용빈도가 증가하지 않았다고 응답한 132명에 대해서는 “어떠한 이유로 인해 장래 대중교통 이용률이 증가할 것으로 예상하십니까?”라는 질문을 제시하였다. 결과는 <표 5>와 같이 유가 상승이 0.48의 중요도로 가장 높게 나타났으며 교통체증이 0.35, 스마트폰이 0.07, BIS가 0.10으로 나타났다. 이는 대중교통으로 수단전환을 한 응답자 그룹에 비해 유가 상승과 교통체증에 대한 민감도가 전반적으로 높음을 의미하며 스마트폰정보제공과 BIS 등 정보제공 시스템에 대한 인식이 낮은 것으로 분석된다. 즉, 대중교통 정보제공 시스템에 대한 인식이 낮을수록 대중교통으로의 수단전환에 소극적임을 확인할 수 있다.

〈표 5〉 대중교통 이용빈도 증가 원인의 중요도(비수단전환 응답자)

〈Table 5〉 Paired comparison score for cause of increased frequency of the use of public transportation (respondent who did not change the mode)

구 분	유가상승	교통체증	스마트폰	BIS
전 체	0.48	0.35	0.07	0.10

3) 대중교통 애플리케이션 만족도

스마트폰 대중교통 애플리케이션으로 인해 대중교통 이용이 과거보다 수월해졌다고 응답한 사람은 총 391명 중 368명, 약 94%에 달했다. 향후 스마트폰의 보급률이 더 높아지고 대중교통 관련 애플리케이션이 더욱 활성화된다면 대중교통에 대한 만족도 향상, 나아가 대중교통 이용률 증가까지 기대할 수 있을 것이다.

4) 대중교통 애플리케이션 활용기능

대중교통 애플리케이션은 운행시간표, 정류장 위치 확인, 노선 확인, 승차대기시간 확인 등 4가지 형태의 정보를 제공한다. 총 391명의 응답자를 대상으로 각 콘텐츠에 대한 상대적 활용도를 조사한 결과 스마트폰의 장점을 활용한 승차대기시간 안내 서비스가 0.38로 가장 높았으며 노선 확인 0.24, 운행시간 확인 0.23, 정류장 위치확인 0.15로 나타났다.

〈표 6〉 대중교통 애플리케이션의 활용도

〈Table 6〉 Paired comparison score for transportation application functions

구분	승차대기 시간확인	노선확인	운행시간 참고	정류장 위치확인
전체	0.38	0.24	0.23	0.15

연령별 활용도는 <표 7>에 제시되어 있다. 결과 20-30대는 실시간으로 승차대기시간을 확인하는 비중이 높은 반면 40대 이상의 경우 운행시간표 및 노선확인을 위해 스마트폰을 이용하는 것으로 나타났다. 상대적으로 차량을 보유할 확률이 낮은 젊은 층의 경우 주로 대중교통을 이용하기 때문에 노선확인이나 운행시간 보다는 승차대기시간을 확인하는 반면, 40대 이상의 중·장년 층은 대중교통 이용이 비교적 일상적이지 않기 때문에 운행시간표 참고, 정류장 위치확인 등의 기능을 활용하는 것으로 판단된다.

승용차를 보유한 총 233명 응답자의 애플리케이션 활용도를 수단전환 유무에 따라 살펴본 결과, 수단 전환자는 비수단전환자에 비해 승차대기시간 확인에 대한 중요도가 높았으며 정류장 위치확인에 대한 중요도는 비교적 낮았다. 이를 통해 승차대기

〈표 7〉 연령별 대중교통 애플리케이션의 활용도
(Table 7) Paired comparison score for transportation application functions by age

구분	승차대기 시간확인	노선확인	운행시간 확인	정류장 위치확인
20대	0.40	0.22	0.25	0.13
30대	0.35	0.34	0.16	0.15
40대 이상	0.12	0.28	0.37	0.23

시간 안내가 가장 중요한 서비스임과 동시에 수단 전환자에게는 더욱 중요하게 인식되고 있음을 확인할 수 있다.

〈표 8〉 수단전환유무에 대중교통 애플리케이션의 활용도
(Table 8) Paired comparison score for transportation application functions by mode change

구분	승차대기 시간확인	노선 확인	운행시간 확인	정류장 위치확인
수단 전환자	0.43	0.22	0.24	0.11
비수단 전환자	0.35	0.24	0.24	0.17

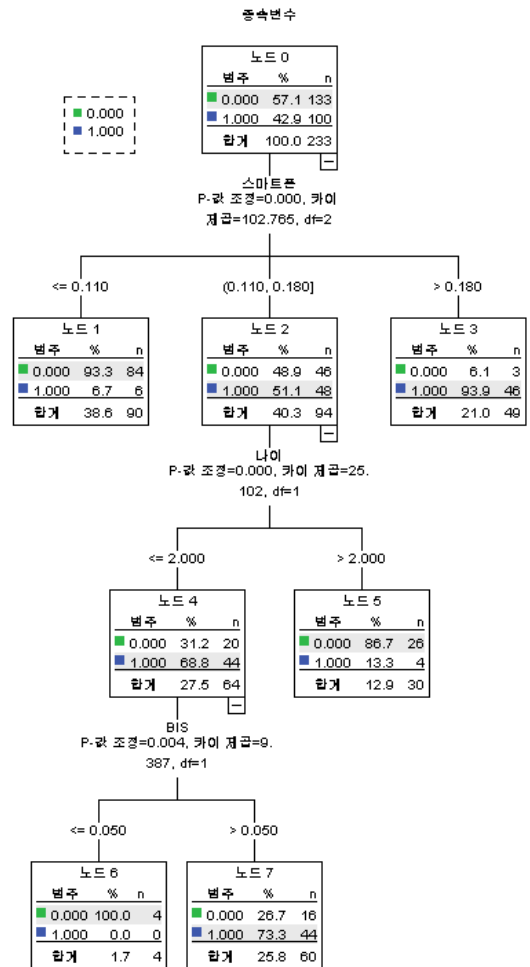
4. 대중교통으로의 수단전환자 의사결정 트리 구조 분석

승용차에서 대중교통으로 전환한 이용자와 전환하지 않은 이용자 간의 인식 및 행태의 차이를 밝히고 수단전환을 유도한 원인을 밝히기 위해 CHAID 알고리즘을 활용하여 응답자들의 의사결정 구조를 체계화 하였다. 목표변수는 대중교통으로의 수단전환 유무이고 입력변수로는 나이, 성별, 직업 등 개인특성 변수와 유가 상승, 교통체증 심화, 스마트폰 정보제공, BIS정보제공 등 수단전환을 유발하는 4개의 사회경제적 특성변수이다. 즉, 개인특성 변수와 4개의 사회경제적 특성변수 중 어떠한 변수에 의해 수단전환이 이루어졌는지 의사결정 트리 구조를 통해 체계적으로 파악할 수 있다.

분석에 앞서 응답자 특성에 대한 기초통계 분석을 실시하였으며 주요 변수를 중심으로 한 결과는 <표 9>와 같다.

〈표 9〉 주요 변수의 기초통계분석 결과
(Table 9) Results of basic statistical analysis of main variables

구분	표본수	최소값	최대값	평균
유가 상승	233	0.25	0.58	0.39
교통체증	233	0.07	0.59	0.27
스마트폰	233	0.06	0.38	0.18
BIS	233	0.05	0.14	0.16



〈그림 1〉 의사결정 트리(CHAID) 분석 결과
(Fig. 1) Result of CHAID analysis

<그림 1>과 <표 10>에서 보는 바와 같이 CHAID를 활용한 의사결정 트리 분석 결과, 수단전환에 가장 큰 영향을 준 요소는 스마트폰의 정보제공 중요도

인식의 차이로 나타났다. 승용차에서 대중교통으로 수단전환을 한 그룹의 경우는 스마트폰의 정보제공 중요도를 상대적으로 높게 인식하고 있는 반면, 수단전환을 하지 않은 그룹은 정보제공 중요도를 상당히 낮게 인식하고 있기 때문이다. 수단전환을 유발하는 가장 큰 원인인 유가 상승과 교통 체증은 수단전환자와 미전환자 모두 상대적 중요도를 비슷하게 인식하고 있기 때문에 수단전환을 유발하는 결정변수로는 채택되지 못하였다.

즉, 수단전환의 유무는 스마트폰의 정보제공 중요도에 대한 인식이 높을수록 전환할 확률이 높으며 인식이 낮을수록 전환할 확률은 낮다고 할 수 있다. 또한 유가 상승과 교통 체증의 경우, 상대적 중요도는 높지만 실제적인 수단전환 행태를 유발한 결정적 요인은 아니라고 할 수 있다.

또한 스마트폰의 정보제공 중요도에 대한 인식이 높지도 낮지도 않은 중간 그룹의 경우, 연령에 따라 선택행태가 달라짐을 확인할 수 있다. 연령이 30대 이하일 경우, 대중교통으로 수단전환을 할 확률이 높으나 40대 이상으로 넘어가게 될 경우 대중교통으로의 전환율이 급격히 감소함을 확인할 수 있다. 이는 젊은 계층의 경우, 상대적으로 스마트폰을 통한 정보 습득에 능숙하기 때문에 나타난 결과로 분석된다. 따라서 향후 지속적인 스마트폰 보급과 전파를 통해 보다 다양한 계층이 스마트폰 사용에 익숙해진다면 대중교통 이용률은 더욱 증가할 것으로 기대할 수 있다. 또한, 스마트폰 정보제공에 대한 중요도 인식이 보통인 젊은 계층의 경우, BIS에 대한 중요도 인식의 차이에 따라 수단전환 행태가 다르다.

〈표 10〉 노드별 마디의 의사결정규칙
 (Table 10) Decision criteria of each node

노드 번호	의사결정 규칙	수단전환 비율	표본수
1	스마트폰 중요도 점수가 0.11이하	6%	90
3	스마트폰 중요도 점수가 0.18이상	93%	49
5	스마트폰 중요도 점수가 0.11 - 0.18이고 나이가30대 이상	13%	30
6	스마트폰 중요도 점수가 0.11 - 0.18이고 나이가30대 이상이며 BIS중요도가 0.05이하	0%	4
7	스마트폰 중요도 점수가 0.11 - 0.18이고 나이가30대 이상이며 BIS중요도가 0.05이상	73%	60

〈표 11〉 의사결정 트리의 설명력
 (Table 11) Accuracy of decision tree

구 분	CHAID 분석 결과		
	수단전환×	수단전환○	정확도
실 측	114	19	85.7%
측	10	90	90.0%
전체 퍼센트	91.9%	82.6%	87.6%

상대적으로 BIS를 중요하게 인식할수록 대중교통으로의 수단 전환율이 높음을 확인할 수 있다. 따라서 향후 BIS와 스마트폰 정보제공 시스템이 결합된다면 더 큰 효과를 기대할 수 있을 것이다.

<표 11>은 본 연구에서 제안한 의사결정 트리의 설명력을 검증한 결과로 스마트폰 정보제공의 중요도 점수, 응답자 나이, BIS 중요도 점수 등을 바탕으로 의사결정 규칙을 적용한다면 개개인의 수단전환 가능성을 90% 가까이 설명할 수 있는 것으로 나타났다.

V. 결론 및 향후과제

1. 결론 및 정책제언

본 연구는 스마트폰 대중교통 정보제공 서비스가 대중교통 이용자의 행태에 주는 영향정도를 살펴해보았다. 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 스마트폰의 보급률이 40%를 넘는 상황에서 스마트폰 보유자의 80%가 넘는 사람들이 대중교통 애플리케이션을 다운로드 받았으며 주 2회 이상 이용하는 사람의 비율은 99%에 달했다. 이는 애플리케이션을 보유한 사람은 정기적으로 대중교통 이용 시 애플리케이션을 이용하고 있음을 시사하며 향후 스마트폰의 보급률이 증가할수록 애플리케이션이 차지하는 비중은 점차 증가할 것으로 예상된다.

둘째, 대중교통 이용빈도의 증가와 스마트폰 대중교통 정보제공 서비스와의 관계에 대하여 파악할 수 있었다. 승용차 보유자의 약 48%가 최근 1년 동안 대중교통의 이용빈도가 증가하였으며 그 원인 중 스마트폰의 애플리케이션이 0.18의 상대적 중요도를 나타냈다. 시스템 구축과 유지·관리에 막대한 비용과 시간이 소요되는 BIS의 상대적 중요도가

0.16으로 나타난 것에 비추어 볼 때 스마트폰을 활용한 대중교통 정보제공 서비스는 보다 효율적인 정보제공 서비스라 할 수 있다. 또한 스마트폰 애플리케이션과 BIS를 포괄적인 의미에서 실시간 정보제공 시스템으로 묶어서 고려한다면 상대적인 중요도 점수는 0.3 이상의 높은 비중을 차지한다고 볼 수 있다.

셋째, 대중교통 애플리케이션에 만족하는 스마트폰 이용자는 90%를 넘어선다는 점이다. 스마트폰은 다양한 체험을 할 수 있는 새로운 매체로 인식되고 있으며 폭넓은 분야에 응용되고 있다. 따라서 장기적인 관점에서 스마트폰 애플리케이션의 지속적인 유지관리 및 업데이트를 통해 한층 더 높은 대중교통 정보제공 서비스를 제공하여 많은 사람들이 편리하게 대중교통을 이용할 수 있는 여건을 마련해야 할 것이다.

넷째, 연령별·직업별로 스마트폰을 활용하는 수준이 다르며 주로 활용하는 기능 또한 다르다는 점이다. 젊은 층의 경우 보다 적극적으로 스마트폰을 활용하여 대중교통을 이용하는 반면, 중·장년층 이상의 이용자는 소극적인 수준에서 스마트폰을 활용하고 있다. 따라서 다양한 세대가 직관적이고 편리하게 사용할 수 있는 이용 환경을 개발하고 연령별 기호에 부합하는 차별화된 서비스를 제공하는 시도 또한 요구된다. 아울러 장래에 스마트폰 활용에 익숙한 사람들이 증가할수록 스마트폰의 대중교통 정보제공 서비스는 더욱 각광받을 것이라 생각한다.

다섯째, 스마트폰 정보제공에 대한 중요도 인식의 차이가 대중교통으로의 수단전환에 큰 영향을 준다. 유가 상승과 교통체증 등 모든 사람들이 공감하는 영향요소는 실제 수단전환 행태에 큰 영향을 주지 못하는 반면, 스마트폰의 대중교통 정보제공 서비스를 활용하는 그룹과 활용하지 않는 그룹의 수단전환 행태는 큰 차이를 보였다. 따라서 향후 스마트폰의 보급률 및 활용도가 상승한다면 대중교통으로의 수단전환율은 더욱 증가할 것으로 기대한다.

이러한 점들과 함께 현재 스마트폰 대중교통 애플리케이션은 각 수단별 정보를 별도로 제공하고 있으나 대중교통 수단간 환승정보를 통합적으로 제

공하지는 못하고 있다. 따라서 지속적인 업데이트를 통해 버스-지하철 간 환승이 포함된 대중교통 정보가 제공된다면 대중교통 이용은 더욱 장려될 것이다. 또한 현재 운영되는 시내, 광역버스에 대한 정보는 애플리케이션을 통해 제공되는 반면 공항을 운행하는 리무진 버스의 경우, 실시간 정보가 제공되지 않고 있다. 항공 교통수단은 그 특성상 이용자들에게 타 수단대비 보다 엄격한 시간 엄수를 요구하기 때문에 공항까지의 주요 접근 수단인 리무진 버스에 대한 실시간 위치정보 서비스는 필수적이라 생각된다.

끝으로 현재 제공되는 일방통행 형태의 대중교통 정보제공 서비스에서 한단계 발전해 통행자의 정보가 데이터 베이스에 전달되고 축적될 수 있다면 통행자의 통행패턴 변화를 꾀하고 수요를 조절할 수 있는 교통수요 관리 기법중의 하나인 모빌리티 매니지먼트 시스템 구축까지 도모할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 한계점 및 향후 과제

본 연구는 서울시 대중교통 이용자를 대상으로 한 설문조사 결과를 바탕으로 수행되었다. 이러한 점에서 본 연구는 몇 가지 한계점을 가진다.

첫째, 서울 지역만을 대상으로 연구가 수행되었다는 점이다. 서울이 아닌 타 광역시권에서는 교통 인프라의 차이로 인하여 스마트폰 애플리케이션에 대한 선호도가 달라질 수 있다. 따라서 타 광역권 혹은 수도권 전체에 대한 선호도 조사가 같이 이루어진다면 애플리케이션 선호도에 대해 보다 객관적인 결론을 얻을 수 있을 것이다.

둘째, 다양한 세대의 의견을 수렴하지 못하였다. 현재 연령별 스마트폰 가입현황을 바탕으로 표본설계를 하였기 때문에 주로 스마트폰과 친숙한 20-30대의 젊은 세대의 의견이 많이 반영되었다는 한계점이 존재한다. 따라서 향후 보다 다양한 계층의 의견을 수렴한다면 스마트폰에 익숙하지 않은 중·장년층을 위한 맞춤형 대안 도출이 가능할 것이고 이를 통해 스마트폰 애플리케이션의 활용도 또한 더욱 높아질 것이다.

셋째, 대중교통 수단을 세분화하여 대중교통 수단별 애플리케이션이 가지는 장점을 좀 더 자세히 파악할 필요가 있다. 현재 대중교통 정보제공 서비스는 대중교통 수단별로 별도로 제공되고 있으나 본 연구에서는 수단별 특성이 아닌 일반적인 대중교통 정보제공 애플리케이션 기능에 대한 만족도를 조사하였다. 향후 이러한 점을 보완하여 대중교통 수단별 애플리케이션의 장·단점을 조사한다면 보다 구체적인 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 박범진, 문병섭, “스마트폰을 이용한 교통정보 유통방안”, *한국ITS학회 학술대회* vol. 2010 no. 1, 2010.
- [2] 김진수, 김보람, 이세훈, 이윤수, “스마트폰을 활용한 지하철 행선지 서비스”, *한국컴퓨터정보학회 2011년 학술대회*, 2011.
- [3] 조정현, 오영태, “버스정보시스템 구축에 따른 효과분석 : 부천시 사례를 중심으로”, *한국ITS학회 학술대회* vol. 2004 no. 1., 2004
- [4] 윤대식, “교통방송이 제공하는 교통정보가 직장인의 통행행태에 미치는 영향 분석”, *대한교통학회지* 제20권 제5호 pp.33, 2002.
- [5] 최유란, 김태호, 박정수, “CHAID분석을 이용한 서울시 지하철 역세권 지가 영향모형 개발”, *한국철도학회논문집*, vol. 11 no. 5, 2008
- [6] 김두형, 신재명, 박상원, “의사결정트리 기반 애플리케이션 추천 시스템”, *한국정보과학회 학술발표논문집*, vol. 39 no. 1D, 2012
- [7] 이병엽, 박용훈, 유재수, “의사결정트리를 통한 자동차 산업의 구매패턴 분류”, *한국콘텐츠학회논문지*, vol.10 no.2, 2010
- [8] 김신곤, 박성용(1999), “의사결정트리 알고리즘의 성과 비교에 관한 연구”, *경영정보학회 학술대회 논문집*, vol. 1999 no. 1.
- [9] 신익준, *교통계획에 있어서 AHP의 적용가능성에 관한 연구*, 광주대학교 도시공학 석사논문, 1999.
- [10] 이춘용, *모빌리티 매니지먼트 시스템 설계 및 적용*, 한양대학교 박사학위 논문, 2011

저자소개



최 성 택 (Choi, Sung-Taek)

2011년 3월 ~ 현 재 : 한양대학교 도시대학원 이학박사 과정(도시·SOC계획전공)
 2012년 3월 ~ 현 재 : 대전대학교 도시공학과 교통분야 강사
 2011년 3월 : 한양대학교 도시대학원 이학석사 졸업(도시·SOC계획전공)
 2009년 3월 : 한양대학교 공과대학 도시공학과 졸업



노 정 현 (Rho, Jeong-Hyun)

1989년 3월 ~ 현 재 : 한양대학교 도시대학원 교수(도시·SOC계획전공)
 국토해양부 항공정책 자문위원
 대한교통학회 부회장, 편집위원장
 LH공사 신도시 MP
 1978년 ~ 1984년 : 국토개발연구원 책임연구원
 미국 일리노이 주립대 도시 및 지역계획 박사