

정보통신 관련 변수를 고려한 통행수요모형 추정 연구

(A Study on Estimating Travel Demand Models Considering Information and Communications-related Variables)

추 상 호

(한국교통연구원, 책임연구원, shchoo@koti.re.kr)

목 차

I. 서론	IV. 정보통신변수를 고려한 통행수요모형 추정
II. 선행연구의 문헌검토	1. 통행수요모형의 유형
III. 정보통신이용 및 통행 특성	2. 통행수요모형의 추정
1. 정보통신이용 및 통행실태 조사 개요	V. 통행수요모형의 검증 및 비교
2. 정보통신이용 특성	VI. 결론
3. 통행 특성	참고문헌
4. 정보통신이용과 통행의 연관성	

I. 서론

오늘날 우리는 21세기의 정보화시대에 살고 있으며, 인터넷을 통한 무한한 정보의 공유는 시간, 공간, 거리의 제약을 넘어 사회, 경제, 문화 전반에 걸쳐 커다란 변화를 가져오고 있다. 또한 급속한 초고속정보통신망의 확산으로, 2005년 말 현재 우리나라는 3300만 명이 인터넷을 이용하고 있으며, 이동전화 가입자 수도 같은 해에 3800만 명인 것으로 집계되어 전체 인구의 70% 이상이 정보통신을 이용하고 있는 것으로 나타났다.

이 같은 정보통신기술의 발달과 정보통신이용의 증대는 새로운 교통문화를 창출하고 있다. 예를 들면, 직장에 출근하거나 백화점에 가지 않고도 재택근무나 온라인 쇼핑 등을 통해 업무를 처리하고 물건을 구입할 수 있다. 또한 기업의 경우 지방 출장을 가지 않고도 본사에서 화상통신을 통해 지역 사무실과 회의를 개최할 수도 있다. 이처럼 다양한 정보통신을 이용한 활동들은 기존의 출근통행이나 쇼핑통행을 대

체할 수 있을 것이다. 반면에 정보통신을 활용하여 절약된 시간을 개인의 여가나 취미활동에 투자함으로써 새로운 통행을 유발시킬 수도 있을 것이다. 따라서 정보통신은 교통에 다양한 영향을 미칠 수 있으므로 정보통신 여건을 반영한 새로운 형태의 통행수요모형이 개발되어야 할 필요성이 높아지고 있다.

이에 본 연구는 우리나라의 정보통신이용과 통행의 연관성을 분석하고, 정보통신 관련 변수를 고려한 통행수요모형을 추정하는 것이다.

II. 선행연구의 문헌검토

정보통신과 통행에 관한 국내의 선행연구들은 주로 통행과 연관된 정보통신응용 활동에 관한 연구가 주를 이루고 있다. 예를 들면 텔레커뮤팅, 텔레서비스, 온라인 쇼핑 등의 활동들을 통해 정보통신이 통행에 미치는 영향을 규명하는 연구들이다.

김형철 외(1999)는 서울시 근로자 400명을 대상으로 텔레커뮤팅에 관한 RP와 SP조사를 통

해 텔레커뮤팅의 교통대체효과를 추정하였다. 또한 홍갑선(2002)은 텔레커뮤팅에 대한 수도권 직장인 설문조사분석을 통해 수도권지역의 잠재 텔레커뮤팅 인원수를 산정하고 이에 대한 통근거리의 감소효과를 분석하였다.

이선하(1999)는 서울시를 대상으로 텔레서비스(예, 텔레쇼핑, 텔레뱅킹 등)가 개인의 통행행태 및 교통수요에 미치는 영향을 분석하였으며, 분석결과 텔레서비스에 의해 통행수요가 대체되는 것으로 나타났다. 이밖에 홍갑선(2003)은 인터넷 업체와 소비자 인터넷 설문조사를 통해 온라인 쇼핑 이용현황 및 쇼핑업체의 유통구조를 분석하였으며, 이를 통해 화물교통의 정책방향을 제시하였다.

반면에 인터넷, 이동전화, 일반전화 등 통신매체의 이용이 직접적으로 통행에 영향을 미치는지에 관한 국내실증연구는 전무하며 국외연구도 소수에 불과한 것으로 나타났다. 국외연구를 요약하면 다음과 같다.

Mokhtarian · Meenakshisundaram(1999)은 세 가지 형태의 통신(전자통신매체(이메일, 전화, 팩스), 인쇄통신매체(우편), 개인적 미팅)과 통행(통행 수)의 관계를 규명하였다. 이 연구에서는 미국 캘리포니아주 데이비스 시에 거주하는 91명을 대상으로 한 1994~1995년의 패널데이터(6개월 단위의 2 웨이브)를 이용하여 구조방정식 모형을 추정하였다. 모형추정 결과 통신매체 사이에는 상호 보완관계가 있는 것으로 나타났다으나, 통신과 통행 사이에는 통계적으로 유의한 관계가 없는 것으로 분석되었다.

최근 Senbil · Kitamura(2003)는 일본 오사카 지역에 거주하는 766명을 대상으로 한 설문조사 결과를 이용하여 통신기기(집전화 및 이동전화 통화건수)와 활동(일(work), 임의(discretionary), 유지(maintenance) 활동 등)간의 인과관계를 구조방정식을 이용하여 규명하였다. 연구결과 통신이용과 일 관련 활동간에는 대체효과가, 통신이용과 임의활동간에는 보완효과가, 통신이용과 유지활동간에는 아무효과도 없는 것으로 나타났다. 이는 통신이 활동형태에 따라 다르게 영향을 미치는 것을 시사하고 있다.

국내의 사례를 종합해 보면, 정보통신과 통행의 관계는 정보통신이용 활동의 종류와 통신매

체에 따라 다양하게 나타나고 있다. 하지만 선행연구들은 주로 텔레커뮤팅과 텔레쇼핑 등 정보통신 활용사례에 중점을 둔 반면, 구체적이고 다양한 형태(인터넷, 이동전화 사용 등)의 정보통신이용과 이와 연계된 통행실태에 관한 실질적인 영향 분석은 미흡한 것으로 판단된다.

따라서 정보통신매체(인터넷, 이동전화 등)와 연계된 통행실태를 조사함으로써 정보통신에 대한 실질적인 영향을 분석하는 것이 필요하다. 이에 본 연구에서는 정보통신의 이용이 실제 통행에 어떻게 영향을 미치는지를 분석하고 정보통신 관련 변수들을 고려하여 통행수요모형을 개발하고자 한다.

III. 정보통신이용 및 통행 특성

1. 정보통신이용 및 통행실태 조사 개요

본 연구에서는 정보통신과 통행의 연관성 분석 및 정보통신 관련 변수를 고려한 통행수요 모형 추정의 분석자료로 활용하기 위해 수도권을 대상으로 정보통신이용 및 통행실태 조사를 실시하였다.

이 조사는 개개인의 정보통신기기의 활용정도의 차이를 파악하고 이에 따라 개인들의 통행실태가 어떻게 달라질 수 있는지 파악하기 위해 설계되었다. 특히 기존의 통행실태조사의 경우 응답자에게 통행(trip)을 기록하도록 하는 반면, 본 조사는 활동(activity)을 기록하도록 하여 각 장소에서의 활동은 물론 장소간의 이동에 따른 통행에 관한 정보를 동시에 얻을 수 있었다.

조사내용은 크게 가구현황조사, 가구원 일반 특성조사, 가구원 정보통신이용특성조사, 통행(활동)실태조사의 네가지로 구성되어 있으며, 각 세부적인 내용은 다음과 같으며, 조사표는 추상호 외(2006)를 참고하면 된다.

- 가구현황 : 가구원수, 차량보유대수, 정보통신기기, 가구월평균소득 등
- 가구원 일반특성 조사 : 성별, 운전면허보유 여부, 직업, 고용형태, 학력 등
- 가구원 정보통신이용특성 조사 : 개인보유통

신기기, 정보통신기기 이용횟수 및 이용시간, 정보통신 응용활동 여부 등

- 통행실태조사 : 활동종류, 활동시간, 활동에 정보통신기기 사용여부, 통행수단, 통행시간 및 비용 등

또한 본 연구의 조사는 수도권에 거주하는 대학교 재학생을 조사원으로 활용하여 해당 조사원의 거주지역을 조사하도록 하였다. 서울과 경기(인천 포함)지역에 각각 180부의 조사설문지를 배포하였다. 배포된 총 360부의 조사설문지 중 310부가 회수되었으며, 이중 유효한 설문지는 296부(85%의 응답률)인 것으로 나타났다. 회수된 지역은 서울특별시 15개구¹⁾, 인천광역시 연수구, 경기도 11개시²⁾이다. 조사는 조사원이 일주일 전인 10월 4주에 조사표를 응답가구에 배포하였으며, 10월 30일(화요일)과 11월 1일(수요일)중 하루 동안(기상부터 취침까지)의 활동 및 통행을 작성하도록 하였다.

응답자의 개인별 특성 분포는 <표 1>에 나타나 있으며, 성별, 연령, 직업, 학력 등의 주요특징은 다음과 같다.

조사대상 응답자의 성별은 여자가 48.6%, 남자가 51.4%로 거의 비슷한 비율을 나타내고 있다. 연령별 분포를 보면, 20대가 29.0%로 가장 많고, 다음이 50대가 26.9%, 40대가 21.5%, 30대가 10.7%순으로 나타났다. 30대는 20대에 비해 상대적으로 분포가 낮게 나타났으며, 이는 대학생들을 응답자 및 조사원으로 활용하여 50대가 장이 많은 데서 기인한 것으로 판단된다.

유사하게 직업의 경우도 학생이 30.2%로 가장 높은 비율을 보였으며, 전업주부/무직(17.7%), 사무/기술직(16.0%), 자영업(11.3%)의 순으로 높게 나타났다. 응답자의 학력분포는 고등학교 졸업이 27.8%, 대학교 재학이상이 57%로 나타났으며, 대학원 졸업이상의 고학력자도 3.8%인 것으로 조사되었다.

주이용 교통수단의 경우 응답자의 60.2%가 대중교통을 이용하고 있으며, 자가용은 29.1%가 이용하고 있어 대중교통의 이용률이 매우 높은

- 1) 강남, 강북, 강동, 관악, 구로, 금천, 노원, 도봉, 동작, 서초, 성동, 성북, 송파, 영등포, 중랑
- 2) 과천, 군포, 성남, 수원, 시흥, 안산, 안양, 용인, 의정부, 고양, 화성

것으로 나타났다.

<표 1> 응답자의 일반특성

구분		빈도	구성비 (%)
성별	여자	414	48.6
	남자	438	51.4
	합계	852	100.0
연령	10대(13~19세)	85	9.9
	20대(20~29세)	249	29.0
	30대(30~39세)	92	10.7
	40대(40~49세)	185	21.5
	50대(50~59세)	231	26.9
	60대(60~64세)	18	2.1
	합계	860	100.0
직업	자영업(종업원 9인 이하 상점운영 등)	95	11.3
	판매/영업 서비스직(세일즈맨, 점원 등)	31	3.7
	기능/산업직(생산직 종사자 등)	31	3.7
	사무/기술직(과장 이하 회사원, 공무원 등)	135	16.0
	경영/관리직 (종업원 10인 이상 운영/ 부장급 이상)	47	5.6
	자유/전문직(교수, 변호사, 의사 등)	34	4.0
	농업/임업/어업/축산업	3	0.4
	전업주부/무직	149	17.7
	학생	255	30.2
	택시/트럭/버스기사	7	0.8
	기타	56	6.6
합계	843	100.0	
학력	고졸 미만	119	14.2
	고졸	233	27.8
	대재	177	21.1
	대졸	263	31.3
	대학원 재학	15	1.8
	대학원졸 이상	32	3.8
	합계	839	100.0
주이용 교통 수단	자가용	239	29.1
	대중교통	495	60.2
	기타	88	10.7
	합계	822	100.0

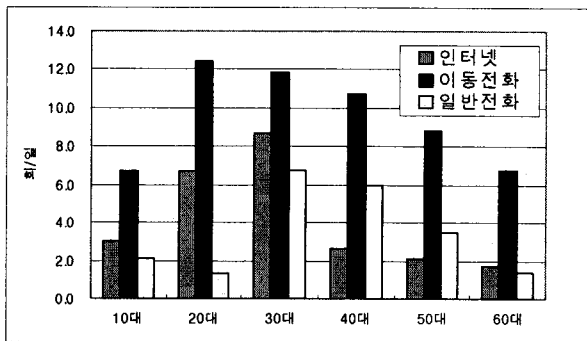
2. 정보통신이용 특성

응답자별 인터넷, 이동전화, 일반전화기의 정보통신이용 현황을 보면, 응답자의 인터넷 하루 평균 이용횟수는 4.3회이며, 평균이용시간은 69.8분으로 나타났다. <그림 1>과 <그림 2>에 나타난 것과 같이, 연령대별로는 30대가 8.7회로 인터넷을 가장 빈번하게 사용하며, 20대가 6.7회, 10대가 3.0회 이용하는 것으로 나타났다. 또한 인터넷 이용시간을 살펴보면, 20대가

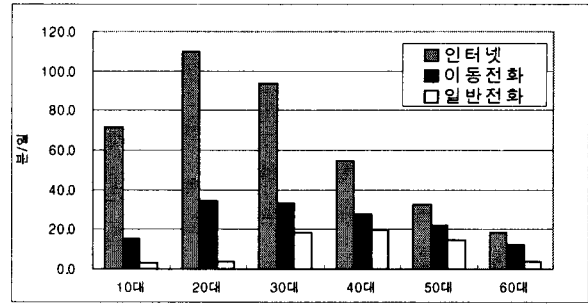
109.8분으로 가장 많이 사용하고 있으며, 30대가 93.8분, 10대가 71.6분을 이용하는 것으로 나타났다. 이 결과들을 종합해보면 30대가 인터넷에 가장 많이 접속하며, 20대가 가장 오래 접속하는 것을 알 수 있다. 또한 60세 이상의 노인들도 인터넷을 적어도 하루 1회 이상 이용하고 있는 것으로 조사되었다.

이동전화의 하루 평균 이용횟수는 10.3회이고 평균 이용시간은 27.1분으로 나타났다. 연령대별 이용횟수를 살펴보면, 20대가 12.4회로 가장 많이 사용하고 있으며, 30대가 11.8회, 40대가 10.7회를 이용하는 것으로 나타났다. 또한 이동전화의 연령대별 평균이용시간을 살펴보면, 20대가 34.1분으로 가장 많이 사용하며, 30대가 32.8분, 40대가 27.8분을 이용하는 것으로 나타났다. 이동전화는 타연령에 비해 20대가 가장 활발하게 사용하고 있는 것을 알 수 있다.

일반전화기의 하루 평균 이용횟수는 3.6회이고 평균이용시간은 11.6분으로 이동전화의 이용보다도 낮게 나타났다. 이 같은 결과는 대부분의 사람들이 장소나 시간에 구애받지 않고 통화 가능한 이동전화를 선호하기 때문인 것으로 판단된다. 연령대별 평균 이용횟수를 살펴보면, 30대가 6.8회로 가장 많이 사용하며, 40대가 6.0회, 50대가 3.5회 이용하는 것으로 나타났다. 연령대별 평균 이용시간의 경우, 40대가 19.7분으로 가장 많이 사용하며, 30대가 18.3분, 50대가 14.5분을 이용하는 것으로 나타났다. 이같은 결과는 전통적인 유선전화의 이용은 중년층이 이동전화는 청년층이 주로 이용하고 있음을 시사하고 있다.



<그림 1> 정보통신기기 일일평균이용횟수



<그림 2> 정보통신기기 일일평균이용시간

정보통신기기의 주요 이용목적은 보면, 인터넷은 주로 뉴스 등 정보검색(36.4%)을 위하여 가장 많이 이용되고 있으며, 이밖에 게임/여가/오락(17.2%), 의사소통(채팅) 및 정보교류(6.8%), 구매활동(4.9%) 등을 위하여 많이 이용되고 있는 것으로 나타났다.

또한 이동전화는 주로 친교 및 시간약속(47.3%)과 의사소통(채팅) 및 정보교류(20.4%)의 목적으로 이용되고 있으며, 일반전화기 역시 대부분 친교 및 시간약속(26.1%)과 의사소통(채팅) 및 정보교류(14.4%)의 목적으로 이용되고 있다.

3. 통행 특성

<표 2>의 응답자의 수단별 평균 통행수를 연령대별로 살펴보면, 30~50대는 승용차 통행이 많은 것으로 나타났고, 나머지 연령대에서는 대중교통 통행이 많은 것으로 나타났다. 도보 및 기타 통행의 경우 주로 학생인 10대에서 높게 나타났다.

<표 2> 응답자의 통행특성

연령대	승용차	대중교통	도보 및 기타
10대	0.28	1.02	1.59
20대	0.34	2.70	0.75
30대	0.96	1.33	1.21
40대	1.35	0.99	0.91
50대	1.16	0.98	0.84
60대	0.75	2.08	0.73
계	0.85	1.56	0.93

4. 정보통신이용과 통행의 연관성

정보통신이용과 통행의 연관성을 살펴보기 위해 인터넷, 이동전화, 일반전화의 정보통신이용량과 통행수의 상관분석을 실시하였다. <표 3>에 나타난 상관계수(r)³⁾를 보면, 모든 기기의 정보통신이용량과 통행수의 상관계수의 절대값은 적으나 양의 상관관계를 가지고 있는 것으로 분석되었다. 이는 정보통신의 이용이 증가할수록 통행의 수도 증가하고 있다는 것을 의미한다. 상관계수들 중 신뢰도 90%에서 통계적으로 유의한 값들은 절반인 것으로 분석되었으며, 이는 이동전화 이용횟수, 인터넷 이용시간, 이동전화 이용시간과 통행수이다.

<표 3> 정보통신이용과 통행의 상관계수

구분		통행수
정보통신 이용횟수	인터넷	0.017
	이동전화	0.121**
	일반전화기	0.046
정보통신 이용시간	인터넷	0.093*
	이동전화	0.102**
	일반전화기	0.010

주: **는 신뢰도 90%, *는 신뢰도 95% 수준에서 통계적으로 유의함을 의미함

교통수단별 이용과 정보통신이용의 연관성을 분석하기 위해 주 이용교통수단이 승용차인 경우와 대중교통인 경우의 두 집단으로 구분하였다. 그리고 독립 t 검정⁴⁾을 이용해 두 집단간의 인터넷, 이동전화, 일반전화의 이용량에 차이가 있는지를 분석하였다.

<표 4>에 나타난 것과 같이 정보통신기기 이용횟수를 살펴보면, 이동전화와 일반전화의 일일평균통화건수는 자가용이용자가 대중교통이용자보다 2~3회 정도 많이 사용하는 것으로 나타났다. 반면에 인터넷 접속횟수는 자가용이

$$3) r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

4) 일반적으로 두 모집단간의 평균의 차이의 유무를 검정할 때 쓰는 통계적 방법이며, two independent samples t-test라고 한다. 이 검정의 귀무가설은 두 집단의 평균차이가 없다이다.

용자와 대중교통이용자간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

정보통신 이용시간의 경우, 자가용이용자의 일반전화의 일일평균이용시간이 대중교통이용자보다 4분정도 많은 것으로 나타났다. 인터넷과 이동전화의 평균이용시간은 두 집단간에 차이가 없는 것으로 나타났다.

상기결과를 통해 교통수단의 이용과 정보통신이용에는 통계적으로 연관성이 있는 것으로 분석되었다. 따라서 통행수를 추정하는 수요모형에 정보통신기기 보유나 정보통신이용량 등에 관한 변수를 반영하는 것이 타당할 것이다.

<표 4> 주 이용교통수단별 정보통신 이용

구분		자가용 이용자	대중교통 이용자
정보통신 이용횟수 (회/일)	인터넷(접속횟수)	4.03	4.57
	이동전화(통화건수)*	12.25	9.95
	일반전화(통화건수)*	5.91	2.65
정보통신 이용시간 (분/일)	인터넷 이용시간	63.91	73.36
	이동전화 이용시간	29.04	27.29
	일반전화 이용시간*	14.95	10.58

주: *는 신뢰도 95% 수준에서 자가용이용자와 대중교통이용자간의 해당항목의 평균값의 차이가 통계적으로 유의함을 의미함

IV. 정보통신변수를 고려한 통행수요 모형 추정

본 장에서는 정보통신 관련 변수들을 고려하여 통행수를 예측하는 통행수요모형을 추정하고자 한다. 먼저 통행수요모형의 종류를 살펴보고 단일방정식(single equation)과 연립방정식(simultaneous equation) 형태의 통행수요모형을 추정하였다.

1. 통행수요모형의 유형

전통적인 통행수요추정 모형은 집계적 방법으로 교통존(traffic analysis zone, TAZ)을 단위로 하는 통행발생, 통행배분, 수단선택, 통행배정의 4단계로 구분하고 있으며 각 단계별로 다양한 모형이 개발되어 있다. 본 연구에서는 교통존이 아닌 개인단위의 비집계적 방법을 이

용하여 통행발생(예, 통행수)에 관한 개별행태 모형을 통행수요모형으로 추정하였다. 개별행태 모형은 교통존과 상관없이 추정되므로 모형의 전이성이 높다고 할 수 있다.

통행수요추정에 사용되는 개별행태모형은 크게 단일방정식과 연립방정식의 두 가지 형태로 분류할 수 있으며 구체적인 내용은 다음과 같다.

1) 단일방정식 모형

단일방정식으로 통행수요에 관한 일반적인 모형은 회귀방정식을 주로 사용하고 있다. 이는 통행량과 통행요인 변수들간의 인과관계를 방정식 형태로 규명한 것으로 일반식은 다음과 같다.

$$y_i = b_0 + b_1x_{1i} + b_2x_{2i} + \dots + b_nx_{ni} + \epsilon_i$$

위식에서 y 는 종속변수로 일반적으로 통행량을 나타내고, x_i 는 독립변수로 통행요인변수를 의미하며, b_n 은 계수, ϵ 는 오차항이다. 일반적으로 계수값은 최소자승법(least squares method)을 이용하여 추정한다.

2) 연립방정식 모형

단일방정식인 회귀방정식에서 독립변수가 오차항과 독립이 아닌 경우 추정된 계수의 값이 내생적 편의(endogeneity bias)를 야기할 수 있다. 따라서 이 같은 편의를 줄이기 위해서는 연립방정식의 모형이 필요하다. 이 연립방정식 모형중 내생(endogenous)변수⁵⁾ 간 또는 내생변수와 외생(exogenous)변수 간의 인과관계 분석에는 구조방정식 모형을 주로 이용한다. 구조방정식의 일반형태는 다음과 같다.

$$Y = BY + \Gamma X + \zeta$$

여기서 Y 는 내생변수의 벡터(vector)행렬, X 는 외생변수의 벡터행렬, B 는 내생변수간의 직접효과를 나타내는 계수의 행렬, Γ 는 외생변수의 내

5) 내생변수는 다른 변수에 의해 영향을 받는 (종속)변수이며, 외생변수는 타변수에 영향을 받지 않고 영향을 주는 (독립) 변수를 말한다.

생변수에 대한 직접효과를 나타내는 행렬, ζ 는 오차항의 벡터행렬이다.

구조방정식 모형은 최우추정법, 일반화최소자승법, ADF(Asymptotic Distribution Free) 등을 이용한다. 또한 구조방정식 모형의 적합도(goodness-of-fit)는 모형으로 추정된 분산-공분산 행렬이 모집단의 분산-공분산 행렬과 얼마나 근접한지를 나타내는 χ^2 값을 이용한다. 이밖에 모형의 적합성을 측정할 수 있는 GFI(goodness of fit index), NFI(normed fit index), CFI(comparative fit index) 등의 지표들을 이용하며, 이 지표값들이 1에 가까울수록 적합도가 우수한 것을 의미한다. 본 연구의 구조방정식 모형의 추정에는 AMOS 4.0을 이용하였다.

2. 통행수요모형의 추정

정보통신이용 및 통행실태 조사결과 자료를 이용하여 앞에서 제시한 단일방정식인 회귀방정식과 연립방정식인 구조방정식의 두 가지 형태의 수요모형을 추정하였다.

1) 회귀방정식 모형 추정

총통행수, 자동차 통행수, 대중교통 통행수에 대해 정보통신변수를 고려한 회귀분석 모형을 추정하였으며, 그 결과는 <표 5>~<표 7>에 나타나 있다. 모형의 적합도인 F값은 모두 통계적으로 유의하게 나타났으며, R^2 값은 0.06~0.24로 나타났다. 모든 변수들의 계수값은 신뢰도 95%에서 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다.

총통행수 모형을 보면, 학력이 높거나 이동전화 이용이 많을수록 통행수를 증가시키는 것으로 나타났다. 이는 통행과 정보통신의 관계가 보완관계임을 보여주고 있다. 또한 나이가 젊을수록 통행이 많은 것으로 분석되었다. 반면에 자동차 보유대수가 많을수록 통행수가 감소하는 것으로 나타났으나, 이는 대중교통 이용자가 환승 등으로 인해 자가용 이용자보다 통행수가 상대적으로 많기 때문인 것으로 판단된다. 실제 자동차 통행수 모형의 경우 자동차 보유대수는

양의 부호를 갖는 것으로 나타났으며, 대중교통 통행수 모형에서는 음의 부호로 나타났다.

<표 5> 총통행수 회귀방정식 추정 결과

변수	계수	t-value
상수항	3.361	11.73
학력	0.252	4.61
이동전화 통화횟수	0.0157	2.57
나이	-0.0173	-3.49
자동차 보유대수	-0.312	-2.78

주: R²=0.06, N=614.

자동차 통행수 모형의 경우도 이동전화의 이용이 자동차의 통행수를 증가시키고 있는 것으로 나타났다. 나이가 많을 수록 자동차 통행이 증가하는 것으로 나타났다. 이밖에 전일제 근무나 운전면허보유가 통행수를 증가시키는 것으로 분석되었다. 또한 여성이 남성에 비해 자동차 통행이 적은 것으로 나타났다.

<표 6> 자동차 통행수 회귀방정식 추정 결과

변수	계수	t-value
상수항	-0.815	-4.58
이동전화 통화횟수	0.0088	2.11
나이	0.0220	6.05
자동차 보유대수	0.451	5.87
여성*	-0.342	-3.59
운전면허 보유여부*	0.439	4.13
전일제 근무여부*	0.361	3.53

주: R²=0.24, N=614, *는 더미변수임.

대중교통 통행수 모형의 경우, 자동차 통행수 모형과 다르게 인터넷 이용의 증가가 대중교통 통행수를 증가시키는 것으로 나타났으며, 사무직/기술직에 종사하는 사람이 승용차를 더 많이 이용하는 것으로 나타났다.

또한 소득이 높을수록 대중교통을 적게 이용하고, 대중교통기반시설이 잘되어 있는 서울지역이 인천 및 경기지역에 비해 대중교통 통행수가 많은 것으로 분석되었다.

<표 7> 대중교통 통행수 회귀방정식 추정 결과

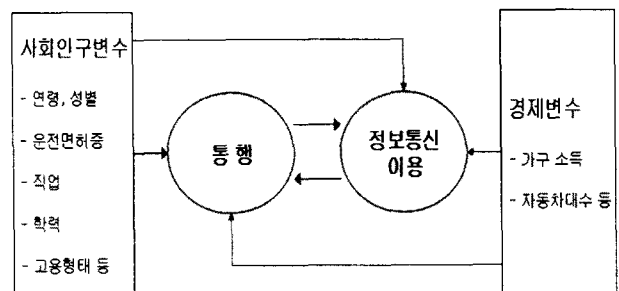
변수	계수	t-value
상수항	3.537	10.78
나이	-0.0379	-7.54
자동차 보유대수	-0.415	-3.59
서울지역 거주여부*	0.471	3.67
사무직/기술직*	-0.0018	-2.77
가구월평균소득	-0.143	-1.99
인터넷 이용시간(분)	0.0021	2.79

주: R²=0.18, N=614, *는 더미변수임.

2) 구조방정식 모형 추정

정보통신과 통행의 구조방정식 모형을 추정하기 위해 두 내생변수간과 기타 외생변수와 내생변수간의 인과관계의 방향을 가정하는 개념적(conceptual) 모형을 <그림 3>과 같이 정립하였다. <그림 3>에서 타원형 안에 있는 변수는 내생변수를 직사각형안에 있는 변수는 외생변수를 의미하며, 화살표는 인과관계의 방향을 나타낸다.

먼저 정보통신이용과 통행수는 서로 영향을 미치는 것으로 가정하였다. 이는 정보통신이용이 많을수록 통행수가 증가하거나 감소하며, 반대로 통행수의 증가도 정보통신이용을 증가 또는 감소시키는 것을 의미한다. 이밖에 연령, 성별, 직업, 학력 등 사회인구 변수와 가구소득, 자동차대수 등 경제변수는 통행수와 정보통신이용에 직접적으로 영향을 미치는 것으로 가정하였다.



<그림 3> 정보통신과 통행의 개념적 모형

본 연구에서 추정한 구조방정식은 내생변수로 교통측면은 통행수(총통행수, 자동차통행수,

대중교통통행수)를, 정보통신측면은 인터넷, 이동전화, 일반전화의 이용횟수와 이용시간을 설정하였다. 그리고 정보통신과 교통의 내생변수를 조합하여 3×6 = 18가지의 구조방정식 대안을 설정하여 모형을 추정하였다. 이 중 모형의 추정이 가능하고, 추정된 모형의 경우 적합도가 높고 해석상 문제가 없는 세가지 모형의 결과를 기술하였다.

가. 총통행수와 이동전화 통화수

<표 8>은 총통행수와 이동전화 통화수의 구조방정식 모형결과를 나타내고 있다. GFI, NFI, CFI 값들이 모두 1에 가까운 것으로 나타나 모형의 적합도는 좋은 것으로 나타났으며, 모든 변수들의 계수도 신뢰도 95%에서 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. 한편 총통행수는 이동전화 통화수에 직접적으로 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

<표 8> 총통행수와 이동전화 통화수 구조방정식 모형결과(총효과)

변수		내생변수	
		총통행수	이동전화 이용횟수
내생 변수	이동전화 통화수	0.036	
외생 변수	여성*	-0.128	-3.534
	자동차 보유대수	-0.313	
	연령	-0.019	-0.086
	학력	0.249	
GFI		0.996	
NFI		0.906	
CFI		0.917	
χ ²		8.29(자유도 = 2)	

주: *는 더미변수임. N=614이며 모든 계수는 신뢰도 95%에서 통계적으로 유의함.

총통행수의 회귀방정식과 비교하면, 모든 변수가 동일하고 추가적으로 여성변수가 총통행수에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이는 남성이 여성보다 통행수가 많다는 것을 의미한다. 또한 구조방정식의 이동전화 통화수가 총통행수에 미치는 영향이 회귀방정식(0.016)의 결

과보다 두 배 정도 큰 것으로 나타났다.

나. 자동차 통행수와 이동전화 통화수

<표 9>는 자동차 통행수와 이동전화 통화수의 구조방정식 모형결과를 나타내고 있다. 모형의 적합도를 나타내는 GFI, NFI, CFI가 높게 나타났으며, 모든 변수들의 계수도 신뢰도 95%에서 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. 총통행수와 마찬가지로 자동차 통행수도 이동전화 통화수에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

자동차 통행수의 회귀방정식과 비교하면, 모든 변수들은 동일하고 학력변수가 추가적으로 유의한 것으로 나타났다. 이는 학력이 높을수록 자동차 통행수도 증가하는 것으로, 고학력 소지자가 소득도 높고 자가용 이용확률도 높아 자동차 통행수도 증가하는 것을 의미한다. 유사하게 구조방정식상의 이동전화 통화수의 자동차 통행수에 대한 영향이 회귀방정식 결과에 비해 큰 것으로 나타났다.

<표 9> 자동차 통행수와 이동전화 통화수 구조방정식 모형결과(총효과)

변수		내생변수	
		자동차 통행수	이동전화 이용횟수
내생 변수	이동전화 통화수	0.061	
외생 변수	학력	0.058	0.951
	자동차 보유대수	0.455	
	연령	0.022	-0.088
	전일제 근무여부*	0.325	
	운전면허보유*	0.394	
	여성*	-0.375	-3.301
GFI		0.998	
NFI		0.992	
CFI		0.998	
χ ²		4.23(자유도 = 3)	

주: *는 더미변수임. N=614이며 모든 계수는 신뢰도 95%에서 통계적으로 유의함.

다. 대중교통 통행수와 인터넷 이용시간

<표 10>은 대중교통 통행수와 인터넷 이용시간의 구조방정식 모형결과를 나타내고 있다. 모

형의 적합도를 나타내는 GFI, NFI, CFI가 높게 나타났으며, 모든 변수들의 계수도 신뢰도 95%에서 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. 반면에 대중교통 통행수는 인터넷 이용시간에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

대중교통 통행수의 회귀방정식과 비교하면, 모든 변수가 동일하고 학력변수만 추가적으로 유의하게 나타났다. 고학력 소지자는 자동차 통행뿐만 아니라 대중교통 통행도 많은 것으로 나타났다. 또한 인터넷 이용시간의 대중교통 통행수에 대한 영향도 회귀방정식에 비해 큰 것으로 나타났다.

<표 10> 대중교통 통행수와 인터넷 이용시간 구조방정식 모형결과(총효과)

변수		내생변수	
		대중교통 통행수	인터넷 이용시간
내생 변수	인터넷 이용시간	0.009	
	학력	0.142	15.385
외생 변수	가구월평균소득	-0.157	
	사무직/기술직*	-0.002	
	서울지역 거주*	0.482	
	자동차 보유대수	-0.408	
	연령	-0.044	-2.471
GFI		0.997	
NFI		0.981	
CFI		0.991	
x2		7.11(자유도 = 4)	

주: *는 더미변수임. 모든 계수는 신뢰도95%에서 통계적으로 유의한 것으로 나타남.

V. 통행수요모형의 검증 및 비교

본 연구에서 추정한 정보통신 변수들을 고려한 두 가지 형태의 모형을 검증하고, 그 결과를 비교분석하였다. 회귀방정식 모형의 경우, 정보통신 변수의 유의성을 확인하기 위해 F 검정을 실시하였다. 이 F 검정은 제약(restricted)모형(정보통신 관련 변수 미포함)과 비(unrestricted) 제약모형(정보통신관련변수 포함)을 비교하는

것이다6).

<표 11>에 나타난 것과 같이 정보통신변수를 포함한 모형이 포함하지 않는 모형보다 통계적으로 우수한 것으로 나타났다. 이는 통행수요모형 추정에 있어서 정보통신변수를 고려하는 것이 모형의 설명력을 더 높일수 있다는 것을 의미한다.

구조방정식 모형의 경우, 정보통신관련 변수 추가에 따른 별도의 통계적 검증 방법은 없으나, 정보통신에 관한 함수를 구조방정식 체계에서 별도로 추정하였기 때문에 모형의 적합도가 정보통신관련 변수의 설명력을 검증한다고 할 수 있다. 앞에서 설명한 것과 같이 각 구조방정식 모형의 적합도는 좋은 것으로 분석되었다.

<표 11> 정보통신관련 모형의 F 검정

모형구분	일반변수	정보통신 관련 변수	F값 (P-value)
총통행수	학력, 연령, 자동차 보유대수	이동전화 통화수	6.61 (0.010)
자동차 통행수	연령, 여성, 자동차 보유대수, 운전면허 보유여부, 전일제 근무여부	이동전화 통화수	4.46 (0.035)
대중교통 통행수	연령, 자동차 보유대수, 서울지역 거주여부, 사무직/기술직, 가구월평균소득	인터넷 이용시간	7.77 (0.005)

주: 제약모형은 상수항과 일반변수를 포함한 모형이고, 비제약모형은 제약모형의 변수에 정보통신관련 변수를 추가한 것을 의미함.

이밖에 회귀방정식과 구조방정식 모형의 통계적 비교는 불가능하여 유의한 변수들과 계수값을 비교하였다. <표 12>에 나타난 것과 같이, 구조방정식 모형이 회귀방정식 모형보다 유의한 변수들이 많은 것으로 나타났다. 각 모형에서 설명한 것과 같이 정보통신변수의 계수값도

6) $F_{\text{값}} = [(SSE(R) - SSE(U)) / J] / [SSE(U) / (N-K)]$, 여기서 SSE는 잔차의 제곱, R은 제약모형, U는 비제약모형, J는 R과 U의 변수갯수의 차이, N은 표본수, K는 U의 변수갯수(상수항 포함)임.

구조방정식에서 상대적으로 크게 나타나고 있다. 이는 정보통신과 통행을 고려한 종합적인 시스템속에서 정보통신의 영향이 크게 나타나고 있음을 시사하고 있다.

<표 12> 회귀방정식과 구조방정식의 비교

모형구분	회귀방정식	구조방정식
총통행수	학력, 연령, 자동차 보유대수, 이동전화 통화수	학력, 연령, 여성, 자동차 보유대수, 이동전화 통화수
자동차 통행수	연령, 여성, 자동차 보유대수, 운전면허 보유여부, 전일제 근무여부, 이동전화 통화수	연령, 여성, 학력, 자동차 보유대수, 운전면허 보유여부, 전일제 근무여부, 이동전화 통화수
대중교통 통행수	연령, 자동차 보유대수, 서울지역 거주여부, 사무직/기술직, 가구월평균소득, 인터넷 이용시간	연령, 학력, 자동차 보유대수, 서울지역 거주여부, 사무직/기술직, 가구월평균소득, 인터넷 이용시간

주: 밑줄친 변수는 구조방정식에서 유의한 변수로 추가된 것임. 진하게 표시한 변수는 구조방정식에서의 내생변수임.

VI. 결론

본 연구에서는 정보통신이용과 통행의 연관성을 분석하고, 정보통신변수를 고려한 통행수요모형을 추정하였다. 이를 위해 수도권의 269가구 860명을 대상으로 정보통신이용 및 통행실태 조사를 실시하였다.

이 조사결과를 토대로 정보통신과 통행의 연관성을 분석하였으며, 그 결과 정보통신의 이용과 통행수가 양의 상관관계를 가지고 있는 것으로 나타났다. 이는 정보통신이용이 통행수를 증가시킬 수 있다는 것을 의미한다.

또한 정보통신 관련 변수들을 고려한 통행수요모형인 회귀방정식과 구조방정식 모형을 추정하였다. 이들 모형 내에서 정보통신변수들이 통계적으로 유의하게 나타났다. 이는 기존 일반변수(인구, 사회, 경제 변수)를 고려한 모형에

비해 정보통신을 고려한 모형이 설명력이 더 높은 것을 의미한다. 이밖에 모든 통행수 모형에서 정보통신이용 변수의 계수가 양의 부호로 나타나 정보통신과 통행은 상호보완관계에 있음을 보여주고 있다. 이는 정보통신의 이용이 증가하면 통행도 증가한다는 것을 의미한다. 그러나 통행수는 정보통신이용량에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

결론적으로 본 연구는 종합적 관점에서 우리나라의 정보통신이용과 통행이 상호 연관되어 있으며, 나아가 다양한 형태의 통행수요모형내에서 정보통신 관련 변수의 역할이 중요함을 입증했다는 데 큰 의미가 있을 것이다.

참고문헌

1. 김형철·박규영·김홍준, “개별행태분석을 통한 통신업무(Telecommuting)의 교통대체효과 추정”, 대한교통학회지 제17권 제2호, 1999, pp.7-19.
2. 이선하, “텔레서비스가 교통수요에 미치는 영향”, 대한교통학회지 제17권 제5호, 1999, pp.7-18.
3. 추상호·박용일·이상민, 『정보통신요소를 활용한 교통수요추정 모형의 개발』, 한국교통연구원, 2006.
4. 홍갑선, 『지식기반사회에서 교통체계 변화전망 및 교통정책 방향 : 정보통신이 통행수요에 미치는 영향을 중심으로』, 한국교통연구원, 2002.
5. _____, 『지식기반사회의 교통정책방향 : 텔레쇼핑이 화물운송변화에 미치는 영향 및 교통정책방향』, 한국교통연구원, 2003.
6. Mokhtarian, P. L. · R. Meenakshisundaram, *Beyond tele-substitution: Disaggregate longitudinal structural equations modeling of communication impacts*, Transportation Research C 7(1), 1999, pp. 33-52.
7. Senbil, M. · R. Kitamura, *Simultaneous relationships between telecommunications and activities*, Presented at the 10th International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne, August 2003.