

## 웹 기반 가구통행조사 시스템 개발 및 적용

김채만, 김정은, 김락기

### I. 서론

대도시권에서는 교통문제를 올바로 인식하고, 과학적인 분석을 통한 교통정책을 수립하기 위하여 가구통행실태조사를 수행하고 있다. 기존에 국내에서 수행된 가구통행실태조사는 조사원에 의한 배포, 응답자 기록, 조사원에 의한 회수의 절차로 이루어졌다. 이 조사방법은 비용이 적게 소요되는 장점이 있으나, 주간에 거주지에 있을 확률이 낮은 그룹의 표본율이 낮고, 존의 면적이 넓어 출발지와 도착지에 대한 오차가 크며, 회수된 자료를 다시 입력하는 과정을 거침으로써 시간과 비용측면에서 낭비 요인이 발생하는 문제점이 있다. 또한 인터넷 보급률의 급속한 증가, 동사무소의 통합, GIS기반 주소 시스템 구축 사업(새주소사업)이 추진되는 등의 사회적 환경변화는 기존 조사방법의 변화를 요구하고 있다. 따라서 이를 보완 하고 대체할 새로운 조사시스템의 개발이 필요하다.

본 연구는 사회경제적 여건변화를 반영하여 통행의 기·종점 위치를 상세하게 정의할 수 있고, 조사와 입력이 동시에 수행되어 비용과 시간을 절약할 수 있어 선진외국에서 개발 및 활용되고 있는 웹 기반 가구통행조사 시스템을 개발하여 국내에 도입하는 방안을 강구하고자 한다.

본 연구에서는 기 수행된 국내의 가구통행조사방법을 검토하여 한계점을 도출 및 최근 새롭게 시도된 국내·외 조사방법의 분석을 통해 현재 여건의 필요성에 부응하는 웹 기반 가구통행조사 시스템을 개발하였으며,

김채만 : 경기개발연구원 교통정책연구부, cmkim@gri.re.kr, 직장전화:031-250-3157, 직장팩스:031-250-3116

김정은 : 서울시청 도로교통시설담당관, kie99@seoul.go.kr, 직장전화:02-6361-3888, 직장팩스:02-3707-8724

김락기 : 경기개발연구원 교통정책연구부, fkrri@gri.re.kr, 직장전화:031-250-3124, 직장팩스:031-250-3116

본고는 경기개발연구원의 2007년 기본연구인 '웹 기반 가구통행조사 시스템 개발 및 적용'을 재구성한 것이며, 개발된 웹 기반 가구통행조사 시스템은 [http://survey.gri.re.kr/t\\_survey](http://survey.gri.re.kr/t_survey)에서 확인 가능함.

개발된 시스템을 수도권에 거주하는 가구에 대해 시범조사를 수행하여 적용 가능성을 검토하고 이에 따른 효과를 분석하였다.

## II. 관련 연구동향

최근 10년 동안, 통행조사 방법의 중요한 기술적 발달은 2가지 측면에서 이루어졌다. 하나는 일기식 통행조사에 컴퓨터를 사용한 것이고, 다른 하나는 통행조사에 수동적 위치자료 수집기(GPS 등)를 사용한 것이다. 이 기술들이 국내외 통행조사방법에서 어떻게 발전되어 왔으며 장래 어떤 방향으로 발전될 것인지, 어떤 목적으로 사용되었고 장래 어떻게 활용될 것인지에 대하여 살펴보았다.

### 1. 국외 연구동향

50여 년 전부터 가구통행조사를 수행해 온 미국은 일기식 통행조사에 다양한 기법을 적용하여 발전시켜 나가고 있다.

이미 1990년대부터 컴퓨터를 활용한 통행조사기법인 CATA(Computer-Assisted Telephone Interviewing), CASI(Computer-Assisted Self Interviewing)를 사용하였으며, 최근에는 보다 발전된 기법인 웹 기반조사 CAWI(Computer-Assisted Web-base Interviewing)를 개발하고 RSGI의 웹 기반조사, iCHASE조사, ATIS에 대한 설문 등에 이를 적용하였다.

일기식 통행조사에서의 GPS 기술은 과소응답률을 분석하기 위하여 최초로 사용되었다. 현재 차량부착용 GPS 및 휴대용 GPS/PDA 등을 이용한 통행조사 기법의 개발이 거의 완료되었으며 장래에는 전통적인 가구통행조사 자료수집방법의 일부 또는 모든 요소를 대체할 수 있을 것으로 예상된다.

### 2. 국내 연구동향

한국교통연구원과 한국도로공사에서는 PDA(Personal Digital Assistants),

RFID(Radio Frequency Identification)를 이용한 조사방법의 개선 및 시범사업을 추진하고 있다. 그러나, PDA와 RFID를 활용한 조사방법은 도시 내 기·종점 통행량구축 및 장래수요예측에 사용할 수 있는 통행수단과 목적자료의 동시구축이 어렵다는 단점이 있다. 또한 국내에서는 아직 웹 기반 조사에 관한 연구는 이루어지지 않고 있으므로 조사기법의 개발이 필요한 시점이다.

국내의 관련 정책동향으로는 행정자치부에서 추진하는 “새주소사업”이 있다. 이 사업이 시행되면 도로명에 의한 전자지도 통합시스템을 구축함으로써 효율적인 위치 찾기가 가능하고, 행정동 단위로 집계되던 사회경제지표가 분석요구자 기준의 지역 단위로도 가능해 된다. 따라서 가구통행조사에서도 새주소 사업에서 구축된 자료를 효율적으로 활용할 수 있도록 방법을 개선할 필요가 있다.

### 3. 시사점

기존 가구통행 조사방법의 한계를 극복하고 사회경제적 여건변화를 반영하기 위해서는 컴퓨터를 활용한 인터넷기반 조사시스템 개발이 필요하다. 미국에서는 GPS, 웹 기반조사와 결합한 가구통행조사 방법의 연구가 활발히 진행되고 있으나 국내에서는 아직 미진한 수준이므로 이에 대한 적극적인 연구가 진행될 필요가 있다. 또한 조사자료의 질적 개선을 위해서는 예산의 추가적인 확보가 필요하다. 국외에서는 10년 전부터 끊임없이 새로운 조사방법의 도입을 위해 노력해 왔으나, 국내에서는 적극적인 시도가 이루어지지 않고 있다. 따라서 새로운 조사방법 개발에 대한 국가차원의 투자가 필요하다.

## Ⅲ. 기존 조사방법의 한계

### 1. 국내의 기존 조사방법

국내의 가구통행조사는 국가교통DB센터에서 수행하는 조사와 수도권에서 수행하는 조사로 구분된다. 국가교통DB센터의 조사는 수도권을 제외한

5개 광역권을 대상으로 하고 있으며, 수도권은 3개 광역자치체(경기·인천·서울)가 공동으로 조사를 수행하고 있다. 국가교통DB센터의 조사 및 현재까지 3차례(1996년, 2002년, 2006년) 실시된 수도권 가구통행조사는 모두 행정력(조사원)을 동원한 가정방문조사 형태로 수행되었다.

조사는 표본선정 및 조사표 설계·인쇄, 조사원 모집·교육을 실시하는 조사준비단계와 조사표 배포·작성·회수 등의 조사시행단계, 조사된 설문지를 검수하고 입력하여 분석이 가능하도록 가공하는 자료입력단계, 각종 정책결정에 활용할 수 있는 결과를 도출하는 자료분석단계로 진행된다.

## 2. 국내 가구통행조사 방법의 한계

### 1) 조사표본의 한계

주간에 조사원이 가구를 방문하여 설문지를 배포하는 조사의 특성상 주간에 주거지에 가구원이 없는 경우에는 조사가 불가능하다. 또한, 본인이 직접 기록하는 방법이므로 참여의사가 없는 가구에 대해서는 조사가 불가능하다. 따라서 이러한 경향을 보이는 1~2인 가구(가구원수별 분포), 오피스텔 거주가구(주택종류별 분포), 30~40세 연령대의 분포가 모집단에 비해 낮아 표본의 편이가 발생한다.

### 2) 조사시간 및 비용의 한계

가장 최근에 실시된 2006년 수도권 가구통행조사의 경우 총 15개월(조사준비 2개월, 조사시행 4개월, 자료입력 4개월, 자료분석 5개월)이 소요되었다. 행정당국의 조사기간 단축에 대한 요구를 충족시키기 위해서는 새로운 조사방법을 도입하여 불필요한 작업을 줄일 필요가 있다.

조사비용은 22만가구(유효기준)에 154천만원이 소요되어 1부당 약 7,000원의 비용이 소요되는 것으로 나타났다. 단계별로는 비용구성비율은 조사시행 부분이 58.6%, 자료입력 18.4% 자료분석이 10.4%로 조사시행부분에서 대부분의 비용이 소요되었다. 세부항목별로는 인력이 많이 소요되는 설문지배포-작성-회수 부분이 56.3%로 가장 많고, 조사표 설계 및 인쇄, 자료입력 순으로 높았다.

〈표 1〉 기존 가구통행실태조사 과정(2006년 조사)

구분	세부단계	소요기간		비용	
		개월	구성비(%)	원/부	구성비(%)
1. 조사준비	표본 선정	1.0	6.70	114	1.60
	조사표 설계 및 인쇄	0.5	3.30	659	9.40
	조사원모집 및 교육	0.5	3.30	114	1.60
	소 계	2.0	13.3	887	12.60
2. 조사시행	조사표 배포(가정방문)	1.0	6.70	3,925	56.3
	설문지 작성(본인 직접)	0.5	3.30		
	설문지 회수(가정방문)	1.5	10.00		
	보완조사(전화)	1.0	6.70	164	2.30
	소 계	4.0	26.7	4,089	58.60
3. 자료입력	자료검수	1.0	6.70	532	7.60
	자료입력	2.0	13.30	573	8.20
	클리닝	1.0	6.70	182	2.60
	소 계	4.0	26.7	1,287	18.40
4. 자료분석	전수화(기·종점 자료생성)	3.0	20.00	436	6.20
	통행특성 분석	2.0	13.30	291	4.20
	소 계	5.0	33.3	727	10.40
총 계		15.0	100	6,990	100

주 : 비용 지출에서 부수는 유효부수 기준이고, 비용은 가구통행조사만 고려함(보완조사인 코든·스크린라인, 택시, 터미널조사 등은 제외)

### 3) 지리정보의 불확실성

가구통행조사결과를 기반으로 한 통행 기·종점자료와 수요예측결과에 대한 활용이 증가함에 따라 자료의 신뢰도 향상 또한 중요한 과제로 대두되고 있다. 가구통행 자료의 신뢰도 향상에 있어서 가장 중요한 요인은 통행 기·종점 지역의 정확도를 증진시키는 것이다. 기존 조사에서는 기·종점의 기준 영역을 행정구역의 동(읍·면) 단위인 존(Zone)으로 설정하였으며 존의 중심지점(Centroid)을 통행의 임의의 출발/도착으로 정의하였다. 이러한 가정에는 다음과 같은 한계가 있다.

- 존의 규모가 크면 출발지와 도착지의 위치 오차가 증가한다.
- 행정구역은 인구규모에 따라 변하므로 5년 간격으로 조사를 수행할 경우 중간년도에 행정구역이 변동되면 기존자료를 이용한 통행량 생성이 불가능하다.

- 통행 기·종점 위치의 오차는 수단선택 모형에 사용되는 변수값의 오차를 발생시켜 수단선택모형의 신뢰도를 감소시킨다.

## IV. 조사시스템의 개발

본 연구는 우리나라의 인터넷 보급률이 세계최고 수준이라는 점을 장점으로 이용할 수 있는 웹 기반 가구통행조사 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 웹 기반으로 구축하여 응답자가 집이나 직장에서 행태자료(통행자료)를 직접 입력하고 입력된 정보는 조사수행기관의 메인서버에 자동으로 입력된다. 시스템은 웹기반 조사 인터페이스, 지리정보 시스템, 관리자 DB관리 시스템으로 구성되어있다.

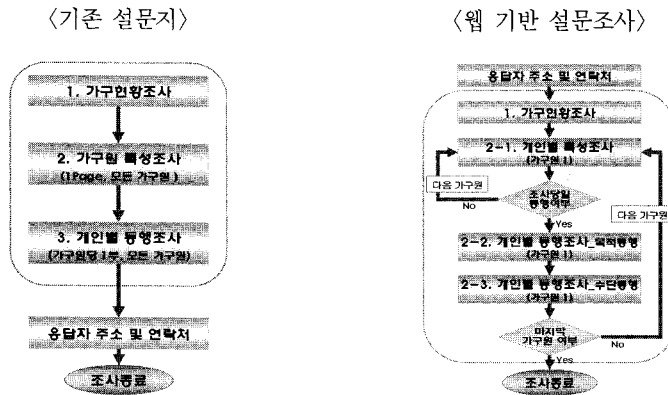
### 1. 웹 기반 조사 인터페이스

조사시스템은 웹 상에서 응답자가 집이나 직장에서 스스로 하루 동안의 통행 자료를 입력할 수 있게 설계하였다. 웹 기반 조사 인터페이스 구축으로 응답자는 시간과 장소에 구애받지 않게 되고 입력된 항목의 전·후 논리관계 분석을 통하여 응답과 동시에 검수가 가능하다. 또한 입력된 자료는 관리자 DB에 자동으로 저장되므로 기존의 설문지 입력과 검수에 소요되었던 비용과 시간절약이 가능하게 되었다.

조사문항 및 선택항목은 기존 조사방법과 동일하게 설계하여 조사 시점에 따른 응답결과의 비교·분석이 가능하도록 하였다.

문항별로 성별, 운전면허 유무와 같이 선택항목의 수가 적을 경우는 직접 클릭하여 선택할 수 있는 Radio Button 방식을 사용하였으며, 가구원 소득, 통행목적 등과 같이 선택항목의 수가 많아 입력창의 면적을 많이 차지하게 되는 경우는 사용자가 입력창을 클릭하면 선택항목의 리스트가 열거되는 Combo Box 방식을 사용하였다.

웹 기반 조사의 특성상 입력항목과 페이지수가 많으면 조사를 중도에 포기하는 경우가 발생하므로 입력창 구성내용 및 페이지수를 최소화하기 위하여 각 가구원의 개인별 특성조사와 통행조사를 연계하는 형식으로 설문지 구성을 변경하였다.



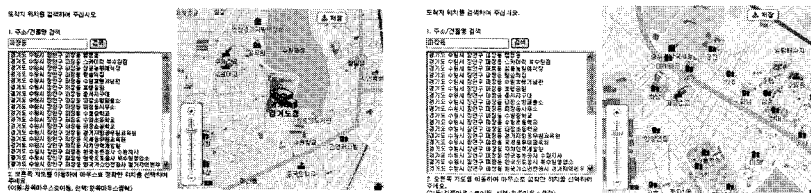
〈그림 1〉 기존설문지와 웹 기반 설문조사의 흐름도

## 2. 지리정보 시스템

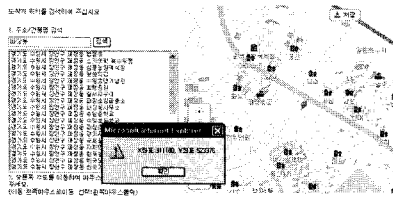
지리정보의 신뢰도 향상을 위하여 GIS기반의 X, Y좌표로 출발/도착지의 입력 및 저장이 가능하도록 구축하였다. 이를 통해 행정동 변화에 대비하고 분석자가 요구 하는 지역범위별 자료분석이 가능하게 되었다.

지리정보는 공개된 전자지도인 NAVER지도를 이용하여 지속적인 업데이트가 가능하도록 하였으며, 주요 공공기관 및 건물에 해당하는 좌표 DB를 사용하였다.

- 1단계 : 목적지의 동명(건물명) 검색    2단계 : 검색된 목록에서 해당지역 선택 (선택된 지역 중심으로 도면이동)



- 3단계 : 도면에 정확한 지점 입력 (좌표 자동생성)



〈그림 2〉 지리정보 입력절차





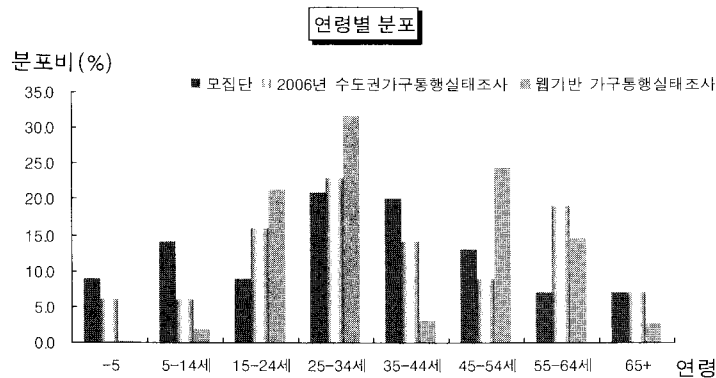
에 거주하는 가구에 대하여 시범조사를 수행하였다. 시범조사는 응답자가 실제로 자신의 통행에 대해 웹 기반 가구통행조사를 수행한 후 기존 설문지와 선호도 비교, 문제점 및 개선사항, 조사의 홍보방안 등에 대하여 2차 설문지를 작성하는 방법으로 수행하였다.

〈표 2〉 웹 기반 가구통행조사 적용가능성조사의 개요

구분	내용
조사대상	수도권에 거주하고 있는 가구
조사표본	98가구(회수 : 85가구 308명)
조사방법	1) 웹 페이지에서 가구통행조사 실행 2) 웹 설문조사 체험에 대한 설문지 작성
조사일자	2007년 10월 25일 ~ 2007년 11월 2일

웹 페이지에서 수집된 DB를 분석한 결과 조사대상 98가구 중 85가구의 유효한 데이터가 회수되어 유효율이 86.7%로 나타났으며, 이는 기존 조사방법의 유효율인 63.0%(2006년 조사결과)보다 높은 것으로 분석되었다. 그러나 응답자의 연령별 분포비율이 기존 조사와 비교하여 웹 기반 설문방식에 상대적으로 익숙한 20~40대에 편중되어 유효율의 절대적인 비교를 위해서는 조사표본의 일반화 등을 통한 보완이 필요하다.

웹 페이지 체험을 완료한 응답자에게 기존 설문형식과의 비교를 통한 조사방법의 선호도를 5점 척도로 분석한 결과 3.48(3을 기준으로 낮으면 기존방



〈그림 4〉 조사표본의 연령별 분포비

법, 높으면 개발된 조사방법을 선호함)로 분석되었다. 조사 홍보 및 참여자 선정방안으로는 '포털사이트 홈페이지 활용'을 가장 선호하는 것으로 나타났다.

## 2. 효율적인 적용방법 검토

개발된 시스템의 적용은 "다른 방법과 병행사용"과 "단독사용" 방식으로 적용이 가능하다. 단기적으로는 대상자선정은 전화로 하고, 설문배포는 우편, 설문회수는 웹과 우편을 병행하여 사용하는 "다른 방법과 병행사용"이 바람직하고, 장기적으로 대상자선정은 전화로 하고, 설문배포는 우편, 설문회수는 웹으로 "단독사용"하는 것이 바람직하다. 단, "단독사용"의 경우 인터넷 보급률이 90%이상으로 증가 시 사용이 가능할 것으로 판단된다.

## 3. 적용효과 분석

개발된 시스템 적용에 따른 정(+)의 효과로는 조사과정에 소요되는 시간 및 비용절감, 좌표기반 조사의 호환가능성, 쌍방대화, 응답자의 시간/장소 제약 해소, 자료입력과 검수의 자동화 등이 있다.

반면 조사도구로서 웹 기반 조사가 가지고 있는 한계점은 인터넷 보급률과 신뢰성, 기술적 문제(서버불안, DATA 로딩시간 길어짐 등), 표본의 대표성 확보, 낮은 응답률 등이 있어 향후 안정정인 시스템의 활용을 위해 이에 대한 대책이 강구되어야 할 것이다.

## VI. 결론

본 연구에서는 기존조사 방법의 한계를 극복하고 장래 사회적 변화에 대응하기 위한 새로운 가구통행조사 방법인 웹 기반 통행조사 시스템을 개발하였다. 시스템은 웹 기반 조사 인터페이스, 지리정보시스템, DB관리 시스템으로 구성되었다.

개발된 시스템에 대한 적용가능성을 평가하기 위해 시범 조사한 결과 선호도가 3.48(5점 척도에서 3을 기준으로 낮으면 기존방법, 높으면 개발된 조사방법을 선호함)로 분석되었다. 웹 기반 조사를 수행하기 위한 표본을 선정하는 방법에

대해서는 포털사이트 홈페이지 이용을 가장 선호하였다. 조사된 자료의 분석결과  
 과는 기존 조사방법을 이용한 분석결과와 별다른 차이점이 발생되지 않았다.

개발된 시스템은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

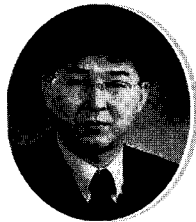
- 첫째, 기존 조사방법에서 발생하는 표본 편의를 제거할 수 있다. 웹 기반  
 조사시스템은 인터넷 접근이 가능한 어떤 장소와 시간에서도 조사  
 수행이 가능하며, 인터넷에 익숙한 젊은 층과, 통행이 빈번한 그룹의  
 조사 참여를 유도할 수 있을 것으로 판단된다.
- 둘째, 조사 소요시간과 비용을 감소시킬 수 있다. 기존 조사방법을 웹 기반  
 조사방법으로 변경하였을 경우 조사와 조사 자료의 입력과 검수가 동시에  
 수행되기 때문에 소요기간은 20.0~43.3%, 비용은 22.9~64.1% 감소할  
 것으로 전망된다.
- 셋째, 조사 자료의 활용성을 증대시킬 수 있다. 지리정보시스템을 도입하여  
 통행의 기·종점을 기존의 면(존)에서 점(좌표)체계로 변경함으로써 수단  
 선택모형을 위한 대안 수단의 정확한 시간과 비용의 구축이 가능하다.
- 넷째, 행정구역 변경에 대응한 기종점 자료 생성이 가능하다. 지리정보  
 시스템의 도입은 통행의 출발지와 도착지, 거주지와 직장위치 등이 점  
 (좌표)단위로 입력되기 때문에 향후 행정구역의 변경이 발생하였을 경  
 우에도 대체할 수 있다. 경기도와 같이 행정구역의 변경이 빈번하게 발  
 생하는 지역에 있어서는 그 효과가 클 것으로 예상된다.

반면 시스템 활용에는 몇 가지 장애요인이 있다. 이는 표본의 대표성을  
 확보하기에는 현재의 인터넷 보급률이 충분하지 않으며, 일반적인 모집단  
 서는 표본을 구축하기 위한 명확한 방법이 없고, 인터넷 조사가 다른 방법  
 에 비해 응답률이 낮다는 것이다. 이러한 장애요인을 극복하기 위하여 단기  
 적으로는 개발된 시스템을 전화, 우편등을 이용한 다른 조사방법과 병행하  
 여 사용하고, 장기적으로는 단독 사용으로 변경해야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서 개발된 시스템이 효율적으로 활용되도록 하기 위해서는 경  
 기도 교통DB시스템 3차 산업에 탑재, 통행특성이 급격히 변화하는 경기도  
 지역에 5년마다 정기적으로 시행되는 가구통행조사의 연도별 자료보정에  
 활용, 국가교통DB센터를 통한 본 시스템의 전국 규모 확대, 자료의 질적  
 향상을 위한 국가차원의 예산확보 등의 정책적인 뒷받침 또한 필요하다.

## 참고문헌

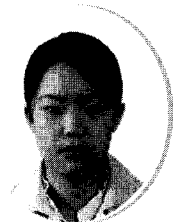
1. 백승걸(2006), 차세대 기종점통행 정보수집체계-RFID를 이용한 정적 OD 추정을 중심으로, 한국도로공사.
2. 추상호(2006), PDA를 활용한 첨단교통조사 시범사업계획(안)-제주시를 중심으로, 한국교통연구원.
3. Alder, L., Rimmer, G., Bandy and D. Schellinger(2000), "Use of Respondent-Interactive Geocoding in Baltimore, Maryland, Mode Choice Survey".
4. Adler, T. ; Rimmer, L. ; Carpenter, D.(2002), "Use of Internet-Based Household Travel Diary Survey Instrument", TRR 1804.
5. Abdel-Aty, M.A.(2003), "Hybrid Distribution and Response Techniques for an Origin-Destination Travel Survey, ITE Journal, 73(2), pp.22~27.
6. FHWA(2002), "SBIR phase II Final Report: Computer-Based Intelligent Travel Survey System DTR557-00-C-10030".
7. Jean Wolf(2004), "Applications of New Technologies in Travel Survey", Submitted to the on Transport Survey Quality and Innovation, Costa Rica August 2004.
8. Lee, M.S., Doherty, R., Sabetiashraf and M.G.McNally(1999), "iCHASE ; An Internet Computerised Household Activity Scheduling Elicitor Survey".
9. P.Stoper, P.Bullock, and Q.Jiang.(2002), "GPS, GIS and personal travel surveys: an exercise in Visualisation" TRF October 2002.
10. RSGI(1999), "Computer-Based Intelligent Travel Survey System: CASI /Internet Travel Diaries with Interactive Geocoding".
11. Rahaf Alsnih(2006), "Characteristics of Web Based Surveys and Applications in Travel Research", Quality and Future Directions, pp.585~608.
12. US DOT and US EPA(1996), "Travel Survey Manual".



김채만



김정은



김락기