

# 개별통행행태를 고려한 통행발생 예측

## Estimation of Trip Generation Based on Disaggregate Travel Behavior

유 완

김 형 진

권 성 진

(연세대학교 도시공학과 교수) (연세대학교 도시공학과 조교수) (연세대학교 도시공학과 석사과정)

### 목 차

- I. 서 론
  - II. 자료 및 연구 방법
  - III. 가구 통행행태 분석
    - 1. 요일별 통행행태 분석
    - 2. 통행 목적 및 통행 수단별 통행행태 분석
  - IV. 통행발생예측모형 정립
    - 1. 총통행수를 종속변수로 이용한 통행발생예측모형 정립
    - 2. 통행/인을 종속변수로 이용한 통행발생예측모형 정립
  - V. 결론 및 향후 연구과제
- 주요 참고문헌

## I. 서 론

교통수요 예측은 교통계획과정에 있어 기초가 되며, 교통계획 전반에 걸쳐 중요한 영향을 미친다. 또한 장·단기적인 교통정책을 수립하는데 있어서 근간이 된다. 교통은 광범위한 지역과 많은 사람들을 대상으로 하며, 통행에 영향을 주는 요인은 매우 다양하므로 집계적인 자료로는 개인의 통행 특성을 정확히 반영할 수 없다. 따라서 개인이나 가구 단위의 개별적인 자료를 이용하여야 보다 정확한 예측이 가능하다.

본 연구의 목적은 가구 특성을 고려한 집단별 통행발생예측 모형을 정립하는데 있다. 이러한 연구는 집단별 유발통행량의 행태적 차이를 보여주고 통행발생예측 방법을 제시함으로써 통행수요 예측시 적용될 수 있으며, 장래 교통수요관리 정책 수립에 기초자료로 제공할 수 있다.

## II. 자료 및 연구 방법

본 연구에 이용한 자료는 1997년 서울특별시에서 발행한 「서울시 교통센서스 및 데이터 베이스 구축」에 수록된 일주일간의 가구통행실태 조사자료다.

분석에 이용한 자료는 서울시 5,165개 가구의 일주일간 요일별 총 통행수 및 가족수, 주택크기, 가구 총 소득, 경제인구수, 가구원 평균연령 등 가구 특성을 나타내는 자료를 이용하였다.

본 연구의 방법은 다음과 같다. 첫째, 분석에 이용할 자료에 대해 기초분석을 실시하여 변수들의 특성과 변수들간의 상관관계를 분석하였다. 둘째, 서울시 5,165개 가구를 유사한 특성을 나타내는 군집으로 분류하기 위해 요일별 가구 총 통행수와 가구 특성 변수, 요일별 가구 통행발생 비율을 이용하여 각각에 대해 군집분석을 실시하였다. 셋째, 군집된 군집별로 일주일간 통행패턴을 살펴보고, 군집의 특성을 분석하였다. 넷째, 군집분석 결과 군집된 집단별 특성을 감안한 통행발생예측모형을 정립하였다.

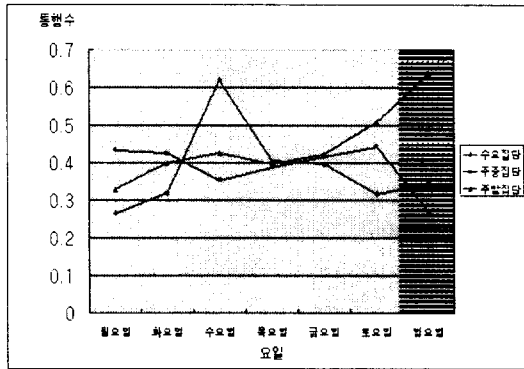
## III. 가구 통행행태 분석

### 1. 요일별 통행행태 분석

가구의 일주일간 총 통행수에 대한 요일별 총 통행수의 비율을 이용하여 3개의 군집을 위한 비계층적

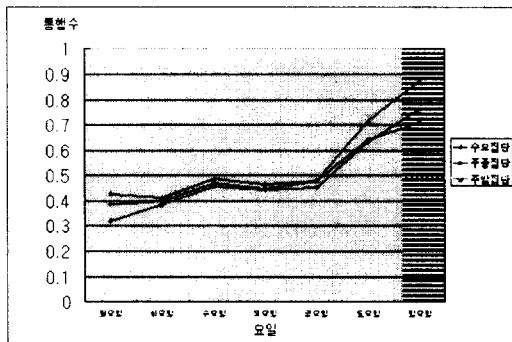


쇼핑 목적통행 특성은 <그림 4>에 나타나 있다. 수요집단은 수요일 통행이 나머지 요일 통행에 비해 뚜렷이 많은것으로 나타났다. 주중집단은 일요일 통행만 다소 떨어졌을 뿐, 토요일을 포함한 평일 통행량은 비슷하게 나타났다. 주말집단은 주말 통행량이 평일에 비해 많은 것으로 나타났다.



<그림 4> 집단별 쇼핑목적 통행특성

일주일간 여가목적 통행 특성을 살펴보면 집단별 차이는 볼 수 없었으며, 세 집단 모두 주말 여가 통행량이 증가하는 것으로 <그림 5>에 나타나 있다.

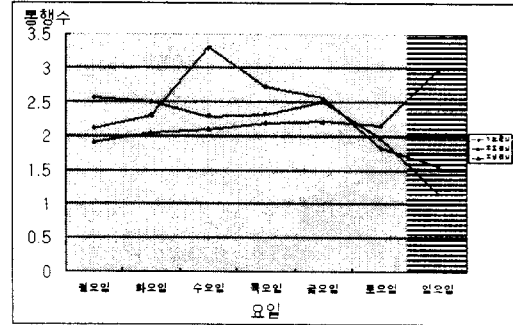


<그림 5> 집단별 여가목적 통행특성

## 2) 통행수단에 따른 집단별 통행특성

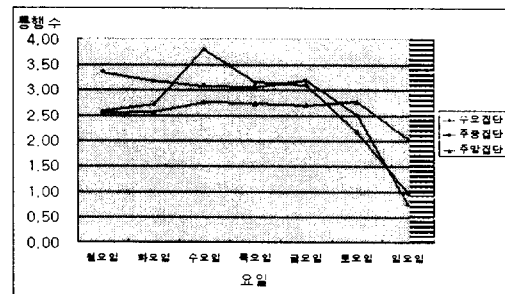
일주일간 승용차 이용 통행 특성을 살펴보면 수요 집단은 수요일 통행량이 증가하였다가 주말 통행량은 감소하는 특성을 나타내었다. 주중집단은 평일 통행량은 비슷하게 나타나다가 주말 통행량은 감소하였다. 주말집단은 평일 통행량에 비해 주말 통행량이 증가하였다. 분석결과는 <그림 6>에 나타나 있다.

일주일간 버스 이용 통행 특성은 <그림 7>에 나



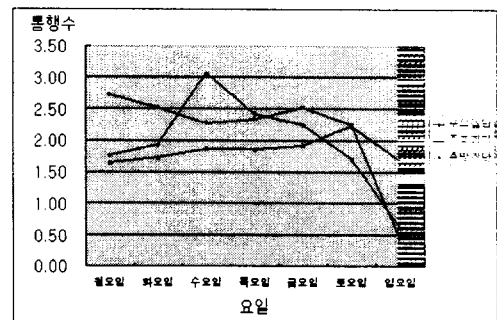
<그림 6> 집단별 승용차 이용 통행 특성

타나 있다. 수요집단은 수요일 통행량이 많아졌다가 주말 통행량이 감소하였으며, 주중집단과 주말집단은 평일 통행량은 비슷하다가 주말 통행량이 낮아지는 것으로 나타났다.



<그림 7> 집단별 버스 이용 통행 특성

집단별로 일주일간 지하철 이용 통행 특성을 살펴 보면 버스 이용 통행과 비슷하게 나타나고 있다. 수요 집단은 수요일 통행량이 많아졌다가 주말 통행량이 감소하였으며, 주중집단과 주말집단은 평일 통행량은 비슷하다가 주말 통행량이 낮아지는 것으로 나타났다. 분석결과는 <그림 8>에 나타나 있다.



<그림 8> 집단별 지하철 이용 통행 특성

#### IV. 통행발생예측모형 정립

집단별로 회귀분석을 통해 통행발생예측 모형을 정립하였다. 회귀분석의 종속변수는 총통행수와 통행/인을 이용하였으며, 독립변수로는 가족수, 주택크기, 소득, 경제인수, 가구연령 등 가구 특성 변수와 각 집단을 표시하는 2개의 더미변수를 이용하였다. 총통행수는 가구의 일주일간 통행수의 합계를 의미하며, 통행/인은 가구의 일주일간 통행수 합계를 가족수로 나눈 가구의 일주일간 통행수를 의미한다. 경제인수는 가구내 경제활동을 하는 가구의 수이며, 가구 연령은 가구원 전원의 연령을 평균한 값이다.

##### 1. 총통행수를 종속변수로 이용한 통행발생예측모형 정립

수요집단의 총 통행발생예측 모형을 정립하면 <식 1>과 같다.

$$\begin{aligned}
 [\text{총통행수}]_{\text{수요집단}} &= 34.3831 + 3.3384[\text{가족수}] \\
 &\quad (30.437) \\
 &+ 0.0429[\text{주택크기}] + 0.0092[\text{소득}] \\
 &\quad (1.351) \quad (1.860) \\
 &+ 7.4130[\text{경제인수}] - 0.7032[\text{가구연령}] \text{--(식 1)} \\
 &\quad (11.205) \quad (10.566) \\
 R^2 &= 0.6007, \quad F = 341.154, \quad D.F. = 5, 1140, \quad ( ) \text{안은 } t\text{값}
 \end{aligned}$$

수요집단의 회귀분석 결과 가족수는 신뢰성이 있으며, 주택크기, 소득은 신뢰성이 없다. 경제인수, 가구연령은 신뢰성이 있다. 모형 전체에 있어  $R^2$ 값은 0.6007로 모형에 대한 설명력이 상당히 높으며, 자유도는 5,1140,  $F$ 값은 341.154로 신뢰성이 있다.

주말집단의 통행발생예측모형을 정립하면 다음 <식 2>와 같다.

$$\begin{aligned}
 [\text{총통행수}]_{\text{주말집단}} &= 20.6498 + 4.4633[\text{가족수}] \\
 &\quad (49.351) \\
 &+ 0.0098[\text{주택크기}] + 0.0122[\text{소득}] \\
 &\quad (0.462) \quad (3.355) \\
 &+ 5.3247[\text{경제인수}] - 0.3624[\text{가구연령}] \text{--(식 2)} \\
 &\quad (11.328) \quad (7.904) \\
 R^2 &= 0.6725, \quad F = 749.919, \quad D.F. = 5, 1830, \quad ( ) \text{안은 } t\text{값}
 \end{aligned}$$

주말집단의 회귀분석 결과 주택크기를 제외한 나

머지 변수들은 신뢰성이 있다. 모형 전체에 있어  $R^2$ 값은 0.6725로 모형에 대한 설명력이 상당히 높으며, 자유도는 5,1830,  $F$ 값은 749.919로 통계적으로 신뢰성이 있다.

주말집단의 통행발생예측모형을 정립하면 다음 <식 3>과 같다.

$$\begin{aligned}
 [\text{총통행수}]_{\text{주말집단}} &= 19.7143 + 5.1035[\text{가족수}] \\
 &\quad (57.123) \\
 &+ 0.0274[\text{주택크기}] + 0.0089[\text{소득}] \\
 &\quad (1.053) \quad (2.633) \\
 &+ 3.7873[\text{경제인수}] - 0.3527[\text{가구연령}] \text{--(식 3)} \\
 &\quad (9.352) \quad (9.379)
 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.7043, \quad F = 1032.896, \quad D.F. = 5, 2141, \quad ( ) \text{안은 } t\text{값}$$

주말집단의 회귀분석 결과 주중집단과 같이 주택크기를 제외한 나머지 변수들은 신뢰성이 있다. 모형 전체에 있어  $R^2$ 값은 0.7043으로 모형에 대한 설명력이 매우 높으며, 자유도는 5,2141,  $F$ 값은 1032.896으로 통계적으로 신뢰성이 있다.

일주일간 통행 패턴으로 보아 수요집단, 주중집단, 주말집단의 3개의 집단으로 볼수 있어, 각 집단을 표시하는 2개의 더미 변수를 사용해 보았다. 더미 변수의 이름은 집단별 특성이 수요일과 주말에 나타나는 점을 고려하여 수요 더미와 주말 더미로 명명하였다. 수요 더미 변수와 주말 더미변수는 주중집단을 기준 집단으로 하여 각각 0, 0을 주었으며, 수요집단의 경우 수요 더미에 1, 주말 더미에 0을 주었다. 그리고 주말집단의 경우 수요 더미는 0, 주말 더미는 1로 주었다.

더미 변수를 이용한 경우 통행발생예측 모형을 정립하면 다음 <식 4>와 같다. 분석결과 수요 더미의  $t$ 값은 8.139로 높게 나타나 기준 집단인 주중집단과 수요집단간에 차이가 있다는 것을 의미하며, 주말 더미의  $t$ 값은 0.988로 낮게 나타나서 주중집단과 주말 집단간에 차이가 없다는 것을 의미한다.  $R^2$ 값은 0.6481로 모형에 대한 설명력이 상당히 높으며, 자유도는 7,5157,  $F$ 값은 1355.691로 통계적 유의성을 나타내었다. <식 4>의 회귀분석 결과를 집단별로 정리하면 <식 5>, <식 6>, <식 7>과 같다. 더미 변수를 이용한 분석결과 수요집단은 다른 두 집단과 차이가 있는 것으로 분석되었다. 3개 집단을 수요집단과 주중집단과 주말집단을 합친 기타집단의 2개 집단으로 분류한 후 집단간 변수들의 평균값에 차이가 있는지

$$\begin{aligned}
[\text{총통행수}] &= 20.1069 + 14.6334[\text{가족수}] \\
&\quad (75.532) \\
&+ 0.0284[\text{주택크기}] + 0.0113[\text{소득}] \\
&\quad (2.210) \quad (4.940) \\
&+ 5.7268[\text{경제인수}] - 0.4873[\text{가구연령}] \\
&\quad (19.966) \quad (17.701) \\
&- 4.8023[\text{수요}] + 0.4903[\text{주말}] \text{-----}(\text{식 } 4) \\
&\quad (8.139) \quad (0.988) \\
R^2 &= 0.6481, \quad F = 1355.691, \quad D.F. = 7, 5157, \quad ( )\text{안은 } t\text{값}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
[\text{총통행수}]_{\text{수요집단}} &= 15.3046 + 14.6334[\text{가족수}] \\
&+ 0.0284[\text{주택크기}] + 0.0113[\text{소득}] \\
&+ 5.7268[\text{경제인수}] - 0.4873[\text{가구연령}] \text{--}(\text{식 } 5)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
[\text{총통행수}]_{\text{주중집단}} &= 20.1069 + 14.6334[\text{가족수}] \\
&+ 0.0284[\text{주택크기}] + 0.0113[\text{소득}] \\
&+ 5.7268[\text{경제인수}] - 0.4873[\text{가구연령}] \text{--}(\text{식 } 6)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
[\text{총통행수}]_{\text{주말집단}} &= 20.5972 + 14.6334[\text{가족수}] \\
&+ 0.0284[\text{주택크기}] + 0.0113[\text{소득}] \\
&+ 5.7268[\text{경제인수}] - 0.4873[\text{가구연령}] \text{--}(\text{식 } 7)
\end{aligned}$$

알아보았으나, 수요집단과 기타집단은 총 통행수, 가족수, 주택크기, 가구 연령에 있어서 다소 차이가 있었으나, 전체 변수에 있어서 비슷했다.

## 2. 통행/인을 종속변수로 이용한 통행발생예측모형 정립

수요집단의 통행발생예측 모형을 정립하면 다음 <식 4-8>과 같다.

$$\begin{aligned}
[\text{통행/인}]_{\text{수요집단}} &= 20.8111 + 0.0057[\text{주택크기}] \\
&\quad (0.373) \\
&+ 0.0019[\text{소득}] + 1.7383[\text{경제인수}] \\
&\quad (0.810) \quad (5.778) \\
&- 0.1463[\text{가구연령}] \text{-----}(\text{식 } 8) \\
&\quad (4.789) \\
R^2 &= 0.0378, \quad F = 11.221, \quad D.F. = 4, 1141, \quad ( )\text{안은 } t\text{값}
\end{aligned}$$

통행/인을 종속변수로 이용한 수요집단의 회귀분석 결과 주택크기와 소득은 신뢰성이 없으며, 경제인수와 가구연령은 신뢰성이 있다. 모형 전체에 있어서  $R^2$ 값은 0.0378로 모형에 대한 설명력은 매우 낮으며, 자유도는 4,1141,  $F$ 값은 11.221로 통계적 유의

성을 가진다.

주중집단의 통행발생예측 모형을 정립하면 다음 <식 4-9>와 같다.

$$\begin{aligned}
[\text{통행/인}]_{\text{주중집단}} &= 20.6646 - 0.0096[\text{주택크기}] \\
&\quad (0.609) \\
&+ 0.0027[\text{소득}] + 1.7115[\text{경제인수}] \\
&\quad (1.432) \quad (7.390) \\
&- 0.0854[\text{가구연령}] \text{-----}(\text{식 } 9) \\
&\quad (3.793) \\
R^2 &= 0.0353, \quad F = 16.725, \quad D.F. = 4, 1830, \quad ( )\text{안은 } t\text{값}
\end{aligned}$$

통행/인을 종속변수로 이용한 주중집단의 회귀분석 결과 수요집단과 같이 주택크기와 소득은 신뢰성이 없으며, 경제인수, 가구연령은 신뢰성이 있다. 모형 전체에 있어  $R^2$ 값은 0.0353으로 모형에 대한 설명력은 매우 낮으며, 자유도는 4,1830,  $F$ 값은 16.725로 통계적으로 신뢰성이 있다.

주말집단의 통행발생예측 모형을 정립하면 다음 <식 10>과 같다.

$$\begin{aligned}
[\text{통행/인}]_{\text{주말집단}} &= 23.4678 + 0.0045[\text{주택크기}] \\
&\quad (0.530) \\
&+ 0.0022[\text{소득}] + 1.3630[\text{경제인수}] \\
&\quad (1.328) \quad (7.162) \\
&- 0.1345[\text{가구연령}] \text{-----}(\text{식 } 10) \\
&\quad (7.683) \\
R^2 &= 0.0447, \quad F = 25.453, \quad D.F. = 4, 2142, \quad ( )\text{안은 } t\text{값}
\end{aligned}$$

통행/인을 종속변수로 이용한 주말집단의 회귀분석 결과 주택크기와 소득은 다른 집단과 같이 신뢰성이 없다. 경제인수와 가구연령은 신뢰성이 있다. 모형 전체에 있어  $R^2$ 값은 0.0447로 모형에 대한 설명력은 매우 낮으며, 자유도는 4,2142,  $F$ 값은 25.453으로 통계적으로 신뢰성이 있다.

더미 변수를 이용한 경우 통행발생예측 모형을 정립하면 다음 <식 11>과 같다. 분석결과 수요 더미의  $t$ 값은 -6.506으로 높게 나타나 기준 집단인 주중집단과 수요집단에 차이가 있으며, 주말 더미의  $t$ 값은 1.473으로 낮게 나타나서 주중집단과 주말집단에 차이가 없다는 것을 의미한다. 이러한 결과는 가구의 총 통행수를 종속변수로 이용한 경우와 일치한다.  $R^2$ 값은 0.0487로 모형에 대한 설명력이 매우 낮으며, 자유도는 6,5158,  $F$ 값은 43.983으로 통계적 유의성을 나

타내었다.<식 11>의 회귀분석 결과를 집단별로 정리 하면 다음 <식 12>, <식 13>, <식 14>와 같다.

$$\begin{aligned}
 [\text{통행/인}] &= 22.1408 + 0.0008[\text{주택크기}] \\
 &\quad (0.134) \\
 &+ 0.0023[\text{소득}] + 1.5653[\text{경제인수}] \\
 &\quad (2.116) \quad (11.855) \\
 &- 0.1199[\text{가구연령}] - 1.8362[\text{수요}] \\
 &\quad (9.500) \quad (6.506) \\
 &+ 0.3515[\text{주말}] \text{-----}(\text{식 11}) \\
 &\quad (1.473)
 \end{aligned}$$

$R^2 = 0.0487$ ,  $F = 43.983$ ,  $D.F. = 6, 5158$ , ( )안은 t값

$$\begin{aligned}
 [\text{통행/인}]_{\text{수요집단}} &= 20.2686 + 0.0008[\text{주택크기}] \\
 &+ 0.0023[\text{소득}] + 1.5653[\text{경제인수}] \\
 &- 0.1199[\text{가구연령}] \text{-----}(\text{식 12})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [\text{통행/인}]_{\text{주중집단}} &= 22.1408 + 0.0008[\text{주택크기}] \\
 &+ 0.0023[\text{소득}] + 1.5653[\text{경제인수}] \\
 &- 0.1199[\text{가구연령}] \text{-----}(\text{식 13})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [\text{통행/인}]_{\text{주말집단}} &= 22.4563 + 0.0008[\text{주택크기}] \\
 &+ 0.0023[\text{소득}] + 1.5653[\text{경제인수}] \\
 &- 0.1199[\text{가구연령}] \text{-----}(\text{식 14})
 \end{aligned}$$

더미 변수를 이용한 분석 결과 수요집단이 다른 두 집단과 차이가 있는 것으로 분석되어 3개 집단을 수요집단과 주중집단과 주말집단을 합친 기타집단의 2개 집단으로 분류하여, 집단간 변수들의 평균값에 차이가 있는지 분석하였다. 그러나 큰 차이는 나타나지 않았으며, 수요집단과 기타 집단에 있어 거의 비슷한 것으로 분석되었다.

## V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 가구 특성을 고려한 집단별 통행발생예측 모형을 정립하기 위해서 일주일간 가구의 요일별 통행발생비율을 이용하여 비계층적 군집분석을 실시하였으며, 군집된 집단별 특성을 감안한 통행발생예측모형을 정립하였다. 군집분석 결과 서울시 가구의 일주일간 통행패턴은 수요일 통행이 많은 수요 집단과 평일 통행이 많은 주중 집단, 그리고 주말 통행이 많은 주말 집단의 3개 집단으로 분류되었다. 분산분석 및 통행목적, 수단별 특성을 분석하여 집단별 특성을 파악하였으며, 집단별 특성을 고려한 통행발생예측모형을 정립하였다. 분석결과 가구의 일주일간

총통행수를 위주로 하여서는 집단간 차이가 크지 않아 가구 특성을 나타내는 독립 변수들을 세 집단 모두 공통으로 이용하여도 되지만, 일주일간의 통행 패턴에는 세 집단에 차이가 있으므로 연평균 일일 통행발생량을 예측하기 위해서는 집단별 특성을 감안한 변수의 선정이 필요하다. 가구 총통행수를 종속변수로 이용한 결과는 가구원 평균 통행수를 이용한 경우와 비교하여 모형의 설명력이 훨씬 높기 때문에 비록 가구 총 통행수가 가족수와 상관관계가 높지만 가구원 평균 통행수를 종속변수로 이용하는 것보다 좋은 것으로 분석되었다.

본 연구에서는 가구의 일주일간 통행 행태를 고려한 집단별 통행발생예측 모형을 정립하였다. 그러나 일주일간 조사된 가구의 통행 발생 자료를 이용하여서는 집단별 특성을 정확히 반영할 수 있는 통행발생예측모형의 정립이 불가능하였다. 일주일간의 조사를 통한 자료보다 한달 또는 1년 주기의 통행행태 조사 자료를 이용한 통행행태 분석이 필요하며, 이러한 자료를 이용하여야 보다 정확한 통행발생예측모형의 정립이 이루어질 수 있다.

## 주요 참고 문헌

1. 김순관(1998), 서울시 교통수요 예측모형 정립(I), 서울시정개발연구원.
2. 민연주(1998), 일기식 통행행태를 고려한 통행발생예측, 연세대학교 석사학위논문.
3. 박용길(1998), 지역적 특성을 고려한 통행발생예측모형, 연세대학교 석사학위논문.
4. Eric I. PAS and Subramanian Sundar(1995), "Intrapersonal variability in daily urban travel behavior", Transportation 22, pp 135-150
5. Galal M. Said, David H. Young and Hassan K. Ibrahim(1991), "Trip Generation Procedure for Areas with Structurally Different Socioeconomic Groups", Transportation Research Record No. 1328, pp 1-9
6. Jones, P and M Clarke(1988), "The significance and measurement of variability in travel behavior", Transportation 15, pp 65-87
7. Kitamura, R and Toon Van Der Hoorn(1987), "Regularity and Irreversibility of Weekly Travel Behavior", Transportation 14, pp 227-251