

■ 論 文 ■

# ATIS 환경하에서 운전자경로선택 분석 시뮬레이터의 개발

Development of Route Choice Behavior Analysis Simulator  
Under Various ATIS Environment

**이 청 원**

(서울시정개발연구원 연구위원)

**권 병 철**

(서울시정개발연구원 연구위원)

**고 승 영**

(명지대학교 교통공학과 교수)

## 목 차

I. 서론

1. 연구배경 및 목적
2. 연구방법

II. 본론

1. 교통 시뮬레이션 모듈

2. 데이터베이스 모듈

3. 이용자 인터페이스 모듈

4. 파일럿 테스트 및 결과

III. 결론

참고문헌

Key Words : 첨단교통정보(ATIS), 운전자행태분석, 시뮬레이션, 개별행태모형, 교통조사

## 요 약

본 논문은 ATIS의 효과를 평가할 수 있도록 교통정보제공에 따른 운전자의 노선선택 행태자료를 수집할 수 있는 시뮬레이터 개발에 관한 것이다. 현재 이러한 행태자료를 수집하기 위해서 설문지에 의한 SP(Stated Preference) 설문조사가 널리 수행되어지고 있으나 이러한 설문조사방법은 ATIS와 같은 가상의 환경을 응답자에게 이해시킬 수 있는 설문지를 작성하기가 힘들고, 무엇보다 운전중에 느끼게 되는 time pressure를 현실적으로 반영하지 못하기 때문에 신뢰성있는 자료를 수집하는데 어려움이 있다.

시뮬레이터는 보다 현실적인 교통상황을 계산하고 적절한 인터페이스 구성을 통해 교통상황과 분석자의 설문 의도를 응답자에게 효과적으로 인지시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다. 본 연구에서 세 가지 모듈(교통 시뮬레이션 모듈, 데이터베이스 모듈, 이용자 인터페이스 모듈)로 구성된 프로토타입 시뮬레이터를 개발하였다. 개발된 프로토타입의 유용성을 알아보기 위해 실제로 실시간 교통정보가 제공되는 작은 네트워크를 대상으로 파일럿 테스트를 수행하였고, 수집된 자료는 discrete choice model을 정산하는데 사용하였으며 그 분석결과는 상당히 합리적인 것으로 나타났다. 따라서, 이러한 시뮬레이터는 교통정보전략에 따른 효과를 사전에 분석해보고, 효과적인 교통정보시스템을 설계 및 운영하는데 활용될 수 있을 것이다.

## 1. 서론

### 1. 연구배경 및 목적

ATIS(Advanced Transportation Information System)는 정보통신기술이 급속하게 발전함에 따라 많은 나라에서 관심을 가지고 있으며 일부 선진국에서는 대규모로 실행되고 있다. ATIS의 목적은 통행자들에게 교통정보를 제공하고 합리적인 노선선택을 유도함으로써 전체 교통시스템의 효율, 안전 그리고 통행의 편리를 도모하는 것이다. 부연하면, 교통정보의 제공이 개별 통행자들의 노선선택을 합리적으로 향상시키고 나아가 전체 교통시스템의 효율성을 증대시키는데 기여할 수 있다는 것이다.(Bonsall et al, 1991).

대부분의 운전자들은 그들이 경험할 예상교통상황에 영향을 받으므로 운전자들에게 가장 유용한 정보는 예측정보일 것이다. 만약 정확한 예측정보를 효율적으로 제공할 수 있다면 이상적인 교통정보시스템을 구성할 수 있을 것이다.

예측시스템에 앞서 실시간 정보의 제공이 우선적으로 운영되어야 하고, 이러한 정보제공이 운전자 노선선택에 어떤 영향을 미치는 지를 이해한다는 것은 ATIS의 효과적인 설계 및 구축을 위해 가장 선행되어야 할 사안이다.

ATIS에 대한 운전자 노선선택행태를 분석하는데 있어 아직 확고한 분석방법론이 정립되어있지는 못하다. 이는 현장에서 운전자의 행태자료를 직접적으로 수집하는 것이 매우 어려운 것이 주원인 중 하나이다. 따라서, 잠재적인 단점을 가지고 있음에도 불구하고 SP 설문조사가 현재로서는 가장 널리 활용되고 있다. SP 설문조사의 가장 큰 단점은 다양한 교통상황에 대해서 운전자의 실제 성향들을 이끌어 내기가 어렵다는 것이다. 왜냐하면, 경로선택에 관한 설문조사에서는 일반적으로 다양한 교통시나리오를 설정하게 되는데, "설문지에 의한 SP설문조사"를 할 경우에 교통상황을 응답자에게 효과적으로 인식시키기 가 매우 어렵기 때문이다. 예컨대 통행속도가 10Km/hr인 상황과 50Km/hr인 상황을 설문지로 조사하는 경우 그 속도차이를 전달하기가 어렵다. 이러한 어려움으로 인해 설문지에 의한 SP조사의 분석결과는 신뢰도가 떨어질 개연성을 안고 있다.

컴퓨터를 활용한 시뮬레이터 조사는 실제와 유사한

운전자 의사결정 환경을 제공해주고 이러한 가상환경에서의 운전자행태를 분석해 내는 것이다. 시뮬레이터는 설문자가 탑재한 차량의 움직임을 교통상황에 맞게 움직이도록 함으로써, 상황인식을 높일 수 있도록 의도한 것이다. 이때 응답자는 차량의 통행시간에 대하여 일종의 Negative한 느낌을 갖게 되는데, 이를 통행에 대한 Time Pressure라고 하며, 의도적으로 인지시킴으로서 교통상황을 좀더 정확히 전달하는 역할을 하게 된다. 최근 시뮬레이션 기법을 활용하여 SP설문조사의 한계를 극복하고 보다 신뢰성 높은 자료를 수집하고자 하는 노력이 있어왔다. 체계적으로 설계된 시뮬레이터는 교통상황을 보다 현실적으로 간편하게 묘사하고, 응답자들이 가상의 교통상황을 현실감 있게 이해시켜줌으로서 SP설문지 방식의 단점을 개선할 수 있다. 또한 현장이 아닌 실험실에서 시뮬레이터를 활용한 조사는 다양한 교통상황을 미리 준비하여 반복적으로 응답자료를 수집할 수 있다.

본 연구의 목적은 교통정보와 운전자 반응 사이의 관계를 조사할 수 있는 프로토타입의 ATIS 시뮬레이터를 개발하는 것이다. 또한 프로토타입 시뮬레이터를 다양한 운영 시나리오와 정보제공매체를 표현할 수 있도록 설계한 후 현재 VMS를 통해 교통정보를 제공중인 사례 네트워크를 대상으로 적용해 봄으로써 그 유용성을 검토해 보았다.

### 2. 연구방법

교통정보에 대한 운전자의 반응을 분석하기 위해서 많은 연구진들이 운전자의 행태자료를 수집하기 위해 노력해왔다. 그러한 자료들은 크게 두 가지로 분류될 수 있다; (1)RP(Revealed Preference), (2)SP(Stated Preference). RP 자료는 응답자들이 실제 경험한 상황에 기반하고 있기 때문에 현실적인 선택행태를 반영하고 있다고 볼 수 있다. 그러나, SP 기법은 가상의 상황에 기반하고 있기 때문에 일반적으로 SP 자료는 RP 자료에 비해 신뢰성이 떨어진다고 알려져 있다. 이러한 사실에도 불구하고 ATIS에 대한 운전자의 반응 연구에서 SP기법을 널리 사용하는 이유는 ATIS와 같은 시스템을 실제 구축하여 RP자료를 수집하는 것이 현실적으로 어렵고, 실제 시스템이 운영되고 있는 곳에서도 운전자행태자료를 얻기가 어렵기 때문이다.

SP설문조사의 가장 큰 단점은 설문조사에 의해 수

집된 운전자 선택행태 자료의 bias로 인해 자료의 신뢰도가 의문시 된다는 것이다. 이러한 문제를 완화시키기 위해서 시뮬레이션 기법을 활용한 SP 조사가 <표 1>에서 보는 바와 같이 ATIS 운전자 행태연구에 사용되어져 왔다. 이러한 종류의 시뮬레이터는 응답자들이 주어진 가상의 교통상황을 잘 이해할 수 있도록 도움을 준다. ATIS에 대한 운전자행태연구를 위한 신뢰성 높은 자료를 획득하기 위해서 무엇보다 중요한 것은 응답자들이 각각의 교통상황에서 통행중에 time pressure를 느끼도록 해야한다는 것이다. 그러나 일반적으로 통행시간은 운전자의 노선선택에 있어 가장 큰 영향을 미치며 설문지로는 그러한 사항을 반영하는 것이 거의 불가능하다.

교통정보는 도로전광표지(VMS), 인터넷, 라디오, ARS/FAX 등과 같이 다양한 정보제공매체를 통해서 운전자들에게 전달된다. 이러한 매체들은 각 특성에 따라 시뮬레이터에 포함되어 응답자들에게 표현되어야 한다. 본 연구에서 설계한 프로토타입 ATIS 시뮬레이터를 활용한 파일럿 테스트에서는 VMS 모드를 가지고 시험하여 그 유용성을 검토하였다. 프로토타입 ATIS 시뮬레이터는 3 가지 모듈들로 구성된다: 교통

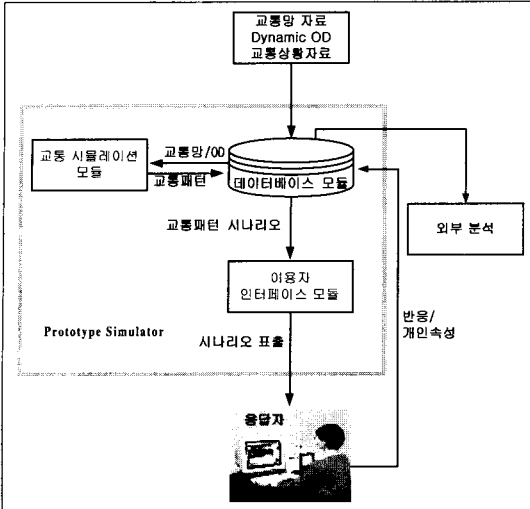
시뮬레이션 모듈, 데이터베이스 모듈, 이용자 인터페이스 모듈. 교통 시뮬레이션 모듈은 분석 교통망 상의 차량 움직임을 계산하는 역할을 수행하며 mesoscopic 하게 설계하였다. 데이터베이스 모듈은 모든 입출력 자료를 관리하고, 이용자 인터페이스 모듈은 응답자들에게 가상의 교통상황을 보여줄 수 있도록 그래픽을 제어하는 역할을 담당한다. 전반적인 수행 절차는 <그림 1>에서 보는 바와 같다.

데이터베이스 모듈은 네트워크 자료, Dynamic OD, 교통상황 시나리오 등의 자료를 입력받아 교통 시뮬레이션 모듈의 입력자료로 제공된다. 교통 시뮬레이션 모듈은 분석 교통망의 교통패턴을 계산하고 그 결과를 데이터베이스 모듈로 재전송한다.

데이터베이스 모듈은 그 결과를 다시 시나리오 파일로 통합하여 이용자 인터페이스 모듈의 입력자료로 제공된다. 이용자 인터페이스 모듈은 계산된 교통상황을 디스플레이 장치를 통해 화면을 구성하여 응답자에게 표출해주고 응답자의 개인속성자료와 응답자료를 입력받아 데이터베이스 모듈로 전송한다. 이러한 과정을 통해 데이터베이스 모듈에 저장된 자료들을 이용해 외부분석을 수행할 수 있다.

<표 1> 운전자 행태 분석을 위한 시뮬레이터 개발 사례

연구진	년도	내용
Bonsall, Parry	1991	<ul style="list-style-type: none"> <li>· University of Leeds, IGOR(Interactive Guidance On Routes)개발</li> <li>· 운전자는 가상의 고정네트워크에서 반복 가상운행을 실시</li> <li>· 교차로 평면도를 이용자의 경로선택에 따라 순차적으로 보여줌.</li> <li>· 교차로 사이의 링크통행시 엔진소리를 들려줌.</li> <li>· 정보수집은 성공적이었으나 몇 가지 문제점이 있음:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용자인터페이스의 현실성 부족</li> <li>- 다양한 운영상황을 모델링하지 못함.</li> <li>- 정보제공 시나리오가 제한됨.</li> </ul> </li> </ul>
Bonsall, Firmin	1993	<ul style="list-style-type: none"> <li>· IGOR의 후속으로 세 가지 시뮬레이터를 개발</li> <li>· TRAVSIM: 운전자 행태에 시뮬레이터 디자인이 미치는 영향을 조사하는데 사용</li> <li>· VLADIMIR: 다양한 ATIS 전략에 대한 운전자의 반응조사</li> <li>· 세 번째 시뮬레이터는 실제차량과 첨단컴퓨터 이미지를 통합</li> </ul>
Chen, Mahmassani	1993	<ul style="list-style-type: none"> <li>· University of Texas(Austin), Day-to-day dynamic 자료수집을 위해 개발</li> <li>· 현실적인 교통상황반영을 위해 DYNASMART와 연계하여 interactive하게 구현</li> <li>· 운전자의 의사결정과 네트워크상황과의 상호작용을 살펴볼 수 있음.</li> </ul>
Adler et al	1992 1993	<ul style="list-style-type: none"> <li>· University of California(Irvine), FASTCARS(Freeway and Arterial Street Traffic Conflict Arousal and Resolution Simulator) 개발</li> <li>· 3가지 전략(VMS, 라디오방송, 네비게이션 시스템)하에서 운전자의 결정을 수집하여 운전자 행태 예측모형 개발에 활용</li> </ul>
Vaughn, Abdel-Ary, Kitamura, Jovanis	1993	<ul style="list-style-type: none"> <li>· University of California(Davis)</li> <li>· 고속도로에서 운전자의 경로전환결정에 영향을 미치는 요인을 조사하기 위한 간단한 시뮬레이터 개발</li> </ul>



<그림 1> Prototype ATIS Simulator 수행절차

## II. 본론

본 장에서는 프로토타입 ATIS 시뮬레이터와 이를 활용한 파일럿 테스트에 대해 상세한 설명을 하도록 한다. 앞 장에서 설명한 바와 같이 프로토타입 시뮬레이터는 3 가지 모듈들로 구성된다: 교통 시뮬레이션 모듈, 데이터베이스 모듈, 이용자 인터페이스 모듈.

개발된 ATIS 시뮬레이터는 다음과 같은 특징을 가지고 있다:

- 조사시 응답자에게 time pressure를 효과적으로 인지시킬 수 있다.
- 교통현상을 현실적으로 묘사하여 다양한 교통 시나리오를 설정할 수 있다.
- 각 모듈들의 구성요소들을 객체지향적으로 설계하였다.
- 웹기반으로 조사를 수행하여 자료수집이 용이하다.

### 1. 교통 시뮬레이션 모듈

교통 시뮬레이션 모듈은 MIT의 DynaMIT(MIT ITS Program, 1996)과 University of Texas at Austin의 DYNASMART(Center for Transportation Research The University of Texas at Austin, 1993)를 참조하고 다각도로 검토한 후 링크상의 차량 움직임을 deterministic queuing 모형과 modified green shield 모형을 적용하여 mesoscopic한 형태

로 설계하였다. 이 모듈은 대상 교통망에 대해서 네트워크, OD, 유고상황 자료를 입력받아 각 시간단계별 교통상태를 계산한다.

이 모듈은 이론적으로 deterministic queuing 모형과 속도-밀도모형을 기반으로 하여 time dependent event를 계산한다. 그 이론적인 내용은 다음과 같다.

#### 1) Deterministic Queuing 모형

대기행렬 현상을 표현할 수 있는 모형들은 다양하게 있는데 본 연구에서는 DynaMIT에서도 활용된 deterministic queuing 모형을 적용하였다.

대기행렬에서  $i$ 번째 차량의 대기지체

$$\frac{i}{c} \tag{1}$$

여기서,  $c$  : lane group의 유출용량

시간  $t$  기간 동안  $ct$  차량들이 대기행렬을 떠나게 되고 만약 이동하는 차량이 시간  $t$ 에 대기행렬의 끝에 도착하면 그 위치는 다음과 같다.

$$q(t) = q_0 + l(ct - m) \tag{2}$$

여기서,

$q_0$  :  $t=0$ 일 때 대기행렬 끝의 위치

$l$  : 평균차량길이 ( $1/K_{jam}$ )

$c$  : 유출용량

$m$  : 고려되는 차량과  $t=0$ 일 때의 대기행렬 사이의 이동차량의 수

실제적으로  $m$ 은 고려되는 차량이 대기이전에 대기행렬까지 도달하기 위한 선두 차량들의 수와 동일하다. 본 연구에서는 평균차량길이를 구하기 위해 고정적인  $K_{jam}$  값은 적용하였는데 이런 경우 시내 신호교차로에서는 적용가능하나, 연속류 구간에서는 적용에 한계가 있을 수 있다. 향후 프로그램 개선을 통해 다양한 분석대상에 범용적으로 적용할 수 있도록 보완할 예정이다.

#### 2) 속도 모형(The Speed Model)

속도 모형은 세그먼트에서의 위치의 함수로서 선형

적으로 차량의 속도가 변한다는 가정에 기반한다. 모형은 세그먼트의 상류부속도( $v_u$ )와 하류부속도( $v_d$ )로 표시되는데 세그먼트 상류부 끝단의 위치를 0으로 정하고, 하류부 끝단의 위치는 L로 가정(L은 세그먼트의 길이)한다.

$$v(x) = \lambda x + v_u, \quad 0 \leq x \leq L \quad (3)$$

여기서,

$$\lambda = \frac{v_d - v_u}{L} \quad (4)$$

세그먼트의 상류부 속도는 세그먼트 이동부분 평균 밀도의 함수이다. 밀도와 속도 사이의 관계식은 DYNAS- SMART에서도 적용된 modified green shield 모형을 사용하였으며 아래와 같은 식으로 설명된다.

$$v = (v_f - v_0) \left[ 1 - \left( \frac{K}{K_{jam}} \right)^\alpha \right] + v_0 \quad (5)$$

여기서,

$v_f$  : 세그먼트에서의 자유속도

$K$  : 밀도

$K_{jam}$  : jam density

$\alpha$  : 조정계수

이 모듈의 구성요소들은 객체지향프로그램으로 설계·제작되었다. 각 객체들은 고유의 속성과 기능을 가지고 있으며, 다른 객체와 상호작용을 통해 기능을 수행한다. 교통류 모형은 Site 객체, Environment 객체, Network 객체, Node 객체, Link 객체, Segment 객체, Vehicle 객체로 구성되어 있다.

## 2. 데이터베이스 모듈

데이터베이스 모듈은 프로그램의 모든 입출력 자료를 관리하고 외부분석을 위해서 텍스트 혹은 파라독스 형태의 DB파일을 생성한다.

교통 시뮬레이션 모듈에 제공하는 입력 자료는 다음과 같다.

- Node : 노드번호, x 좌표, y 좌표

- Link : 링크번호, 시작 node, 끝 node, 내부 segment 번호, 자유교통류 속도, 길이
- Vehicle : 차량번호, 출발시간, 경로
- Incident : 발생시간, 발생 대상, 심각도

교통 시뮬레이션 모듈은 입력자료를 이용해서 시간 단계별 계산결과를 데이터베이스 모듈에 다시 돌려주고, 데이터베이스 모듈은 그 결과를 바탕으로 이용자 인터페이스 모듈의 입력자료를 생성하게 된다. 이용자 인터페이스 모듈과 관련된 자료는 다음과 같다.

- 네트워크 자료 : Node, Link
- Scenario file : 응답자의 차량이 목적지에 도착할 때까지 매 시간단계별 교통상태(링크의 속도) 자료를 포함
- Options : 배경 이미지, 문자정보, 각종 아이콘

응답자들은 프로토타입 시뮬레이터를 활용한 조사 이전에 개인ID를 부여받고 개인특성과 관련된 간단한 설문항목에 답하게 된다. 응답자들은 화면에 표현되는 교통상황과 교통정보에 반응하여 자신의 노선을 선택하게 되며 그 결과들이 데이터베이스 모듈에 저장된다.

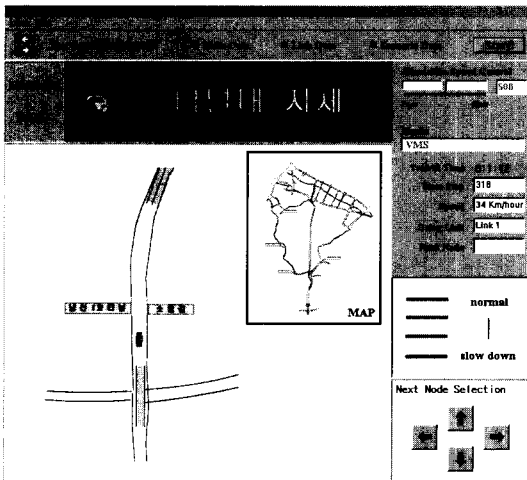
## 3. 이용자 인터페이스 모듈

이용자 인터페이스 모듈은 매 time step 마다 교통상황과 교통정보를 응답자에게 디스플레이 장치를 통해 제공한다. 조사가 시작되면 응답자들은 개인속성을 기록하게 되고 출발지에서 목적지까지 화면에 제공되는 정보에 따라 노선을 선택하면 된다. 다음 <그림 2>는 조사가 수행되는 화면의 예를 나타낸다.

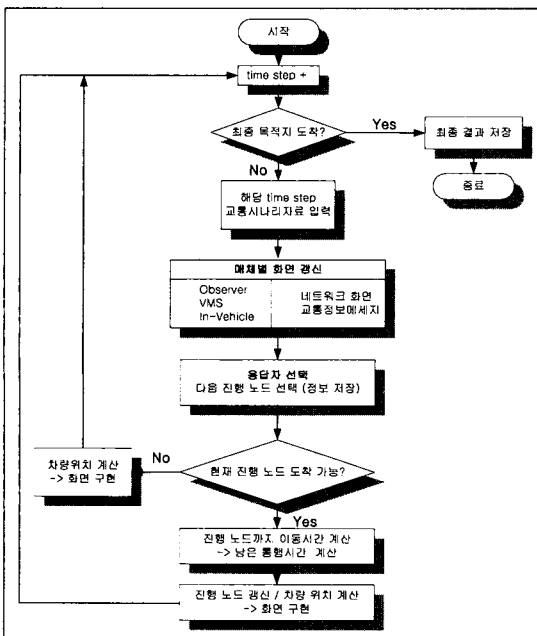
<그림 3>은 차량의 이동 및 응답자의 선택에 관한 이용자 인터페이스 모듈의 전체 과정을 나타낸 것이다.

- 시작 : 조사 시작
- 최종 목적지 도착? : 조사자의 차량이 목적지에 도착하면 하나의 조사 시나리오가 종료된다.
- Time step 교통 시나리오 자료 입력 : 교통 시뮬레이션 모듈에서 계산된 현재 time step의 교통 시나리오 자료가 입력된다.

- 매체별 화면 갱신 : 응답자가 선택한 매체에 따라 교통정보를 화면에 표시하고 그 밖에 차량의 위치나 네트워크의 모양들을 갱신한다.
- 응답자 선택 : 응답자들은 목적지에 도착할 때까지 현위치에서 다음에 진행할 방향을 선택.
- 현재 진행 노드 도착 가능? : 응답자의 차량은 현재 time step 안에서 차량이 진행하여 to-node의 좌표에 도달 가능한지 여부를 판단하여 다음 time step에서의 차량 위치 및 node들을 갱신한다.



〈그림 2〉 Prototype Simulator 실행화면

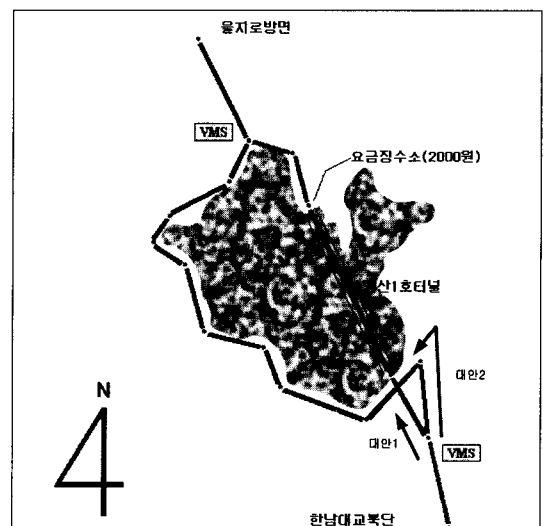


〈그림 3〉 사용자 인터페이스 모듈

#### 4. 파일럿 테스트 및 결과

개발된 프로토타입 ATIS 시뮬레이터의 유용성을 알아보기 위해서 파일럿 테스트를 수행하였다. 두 개의 노선 대안을 가진 서울시 남산지역의 실제 네트워크를 대상으로 VMS의 영향을 분석할 수 있도록 테스트를 설계하였다. 하나의 노선 대안은 짧지만 혼잡 통행료를 징수하는 남산1호터널 통과 대안이고 다른 하나는 길지만 통행료를 지불하지 않는 소월길 우회 대안이다. 파일럿 테스트의 개요는 다음과 같다.

- 대상 교통망 : (남산1호터널과 소월길) 운전자는 남산1호터널을 이용할 경우 2000원의 혼잡통행료를 지불해야 하며 소월길은 통행료는 없지만 터널통행과 비교해서 평상시 대략 7분 정도 통행시간이 더 소요된다.
- 교통상황 : 터널에 대해서 소통원활(VMS1), 지체(VMS2), 유고(VMS3)로 설정하였다.
- 통행목적 : 출근, 업무, 기타로 설정하였다.
- 응답자는 자신의 목적지까지 일찍 도착하는 허용정도(early band)와 늦게 도착하는 허용정도(late band)가 임의적으로 설정되어진다.
- 50명의 응답자가 테스트에 참가했고, 소통상황, 통행목적 및 통행시간에 대한 통행자의 허용수준에 따라서 다양한 교통시나리오가 설정되었다. 각 응답자는 교통시나리오 중 임의적으로 조합된 9개의 교통시나리오에 대해서 조사를 수행하였다.



〈그림 4〉 파일럿 테스트 대상지

〈표 2〉 분석자료 기초통계

터널부 상황	소통원활	지체	유고발생	계
대안1	53 (36%)	21 (15%)	5 (4%)	79 (19%)
대안2	94 (64%)	116 (85%)	130 (96%)	358 (81%)
계	147	137	135	419

※ 대안1-터널경로 선택, 대안2-소월길경로 선택

50명의 응답자들로부터 450개의 개별 관측자료가 수집되었고, 자료정리를 거친 후 총 419개의 관측자료를 이용해서 운전자 노선전환결정에 대한 분석을 수행하였다. 응답자 경로선택에 대한 기본적인 기초통계분석 결과는 〈표 2〉와 같다.

분석은 자료의 속성상 discrete choice 모형을 활용하였으며, 선택노선이 두 개인 binomial 로짓모형이 선택되었다. binomial 로짓모형의 효용함수는 다음과 같다:

$$V = (V_{1n} - V_{2n}) = CONST + \beta_2 EB + \beta_3 LB + \beta_4 CMMT + \beta_5 BSN + \beta_6 VMS2 + \beta_7 VMS3 \quad (6)$$

여기서,

- 1 : 남산1호터널 대안
- 2 : 소월길 대안

〈표 3〉은 로짓모형의 효용함수를 구성하고 있는 변수들의 내용이고, 〈표 4〉는 추정된 로짓모형의 결과를 보여준다.

CONST변수는 남산1호터널 경로에 대한 대안특유상수(alternative specific constant)이며 음수( $\beta_1$ , -0.841)로 나타난 것은 혼잡통행료 지불에 따른 비효용(disutility)이다. 이러한 경향은 응답자가 목적지에 일찍 도착하는 상황(EB)에 대해서도 계수값이 음수( $\beta_2$ , -0.017)로 동일하게 유지된다. 여기서, EB는 평상시 통행시간과 비교해서 상대적으로 목적지에 일찍 도착되는 정도를 말하며, LB는 그 반대의 경우를 말한다. 늦게 도착하는 상황(LB)인 경우에는 남산1호터널 대안을 선택하는 효용이 증가하는 양수( $\beta_3$ , 0.082)로 나타났다. 이는 늦게 도착하는 것을 피하기 위해 적극적으로 터널을 이용하고자 하는 경향을 의미한다.

〈표 3〉 로짓모형의 설명변수

설명변수	약어
남산1호터널 대안 Constant	CONST
Early band time(min.)	EB
Late band time(min.)	LB
출근통행 dummy =1, if commute trip to work place =0, otherwise	CMMT
업무통행 dummy =1, if business trip =0, otherwise	BSN
남산1호터널 지체 상황에 대한 VMS dummy =1, 남산1호터널 지체상황이면, =0, 그밖에	VMS2
남산1호터널 유고상황에 대한 VMS dummy =1, 남산1호터널 유고상황이면, =0, 그밖에	VMS3

〈표 4〉 VMS 정보에 대한 로짓모형 결과

Variable	Model		
	계수 $\beta$	값	t-ratio
CONST	$\beta_1$	-0.841	-2.1
EB	$\beta_2$	-0.017	-0.8
LB	$\beta_3$	0.082	2.9
CMMT	$\beta_4$	0.45	1.3
BSN	$\beta_5$	0.891	2.6
VMS2	$\beta_6$	-1.377	-3.3
VMS3	$\beta_7$	-2.77	-5.1
Number of observations	419		
L(0)	-290.43		
L( $\beta$ )	-166.68		
$\rho_2$	0.4261		

통행목적에 대한 더미변수는 기타통행(OTHR)을 기준으로 통근통행(CMMT)과 업무통행(BSN)을 더미 처리하였다. 업무통행( $\beta_5$ , 0.891)이나 통근통행( $\beta_4$ , 0.45) 변수의 계수가 모두 양수로 나타났다. "업무통행"이나 "통근통행"의 경우에 통행목적의 계수가 양으로 나온 것은 통행료를 지불하는 남산터널을 이용하는 강도가 "기타통행"에 비해 모든 조건이 동일할 때 상대적으로 강하다는 것으로 이는 통행료를 지불할 용의가 상대적으로 기타통행에 비하여 더 높다는 의미로 해석할 수 있다.

VMS 메시지 내용에 대한 더미변수는 소통원활

(VMS1)을 기준으로 지체상황(VMS2)과 유고상황(VMS3)을 더미처리하였다. 남산1호터널의 지체상황(VMS2)과 유고상황(VMS3)에 대해 계수가 각각  $\beta_6 = -1.377$ ,  $\beta_7 = -2.77$ 로 나온 것은 지체나 사고 발생 상황을 교통정보로 접했을 때 남산1호터널을 선택하지 않는 경향을 반영하고 있으며 그 정도는 유고상황(VMS3)일 때 가장 큰 것으로 나타났다.

위의 결과들은 제한적이긴 하지만 경로선택행위에 대하여 적절한 결과를 나타냈다. 프로토타입 ATIS 시뮬레이터를 활용한 조사에서 응답자들은 화면에서 제공되는 정보로 다양한 교통상황을 직관적으로 잘 이해하고 있었으며, 이러한 방법이 교통정보에 대한 운전자의 반응을 연구하는데 유용한 틀임을 입증하였다.

### III. 결론

정보기술의 발전을 통해 첨단교통정보시스템의 구현이 현실화되어져 가고 있지만 이를 이용하는 주체인 운전자들의 정보시스템에 대한 반응에 대한 이해는 아직 명확하지 못하다. 따라서, 그러한 정보시스템 사업의 구축 이전에 시스템의 유용성과 효과적인 설계방안을 찾는 것이 중요하다. 최근, 운전자의 행태연구에 기반한 시뮬레이션 기법 개발이 SP 설문조사의 단점을 보완할 수 있다는 취지에서 많은 관심을 받으며 연구되어 왔다.

본 연구에서 교통정보와 운전자반응 사이의 관계 분석할 목적으로 신뢰성 높은 행태자료를 수집하기 위해 프로토타입 ATIS 시뮬레이터를 개발하였다. 또한 시뮬레이터의 유용성을 알아보기 위해 파일럿 테스트를 수행하였으며, 그 결과를 discrete choice 모형으로 분석하여 검증해 보았다. 비록 이러한 틀을 활용한 조사방법 또한 SP자료를 수집하는 하나의 방법이지만 파일럿 테스트를 통해서 시뮬레이터가 ATIS 설계 및 평가에 있어 응답자의 교통상황 이해증진, time pressure 제공 등 여러 가지 측면에서 기존 설문지 방식의 SP설문조사를 개선시킬 수 있었다.

현재 개발된 프로토타입은 대규모 교통망에 적용할 수 있는 버전으로 발전시킴으로써 궁극적으로 ATIS 사업 추진시, 교통정보의 제공전략개발 및 시스템 설계에 대한 유용한 자료를 획득하는데 활용할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. 이청원(2000), "서울시 첨단교통정보체계(ATIS) 구현을 위한 기본연구", 서울시정개발연구원2000-R-08.
2. Amalia Polydoropoulou(1996), Moshe Ben-Akiva, Asad Khattak and Geoffrey Lauprete, *Modeling Revealed and Stated En-Route Travel Response to Advanced Traveler Information Systems*, TRR 1537, pp.38~45.
3. Chee Chung Tong and Yun-Jung Yang(1998), *A Laboratory Simulator for Dynamic Route Guidance System*, Proceedings 5th World Congress on ITS.
4. Hani S. Mahmassani and Peter Shen-te Chen(1993), *An investigation of the reliability of real-time information for route choice decisions in a congested traffic system*, Transportation 20, pp.157~178.
5. Koutsopoulos, Lotan and Yang(1994), *A driving simulator and ITS application for modeling route choice in the presence of information*, Transportation Research C, Vol.2, pp.91~107.
6. MIT(1996), *Development of Deployable Real-Time Dynamic Traffic Assignment System - Task D Interim Report*, MIT ITS Program.
7. MIT(1999), *Modeling and Simulation for Dynamic Transportation Management Systems*, MIT Summer Professional Program 1.10s - Vol.II.
8. Moshe Ben-Akiva(1991), A. de Palma and I. Kaysi, *Dynamic network models and driver information systems*, Transportation Research A, Vol.25A, No.5.
9. Peter Bonsall and Tim Parry(1991), *Using an Interactive Route-Choice Simulator to investigate Drivers' Compliance with Route Guidance Advice*, TRR 1306, pp.59~68.
10. Peter Shen-Te Chen, Karthik K. Srinivasan and Hani S. Mahmassani(1999), *Effect of Information Quality on Compliance Behavior of*



*Commuters under Real-Time Traffic Information*,  
Proceedings the 78th Annual Meeting of  
the TRB.

11. Srinivas Peeta, Jorge L. Ramos and Rag-

hubhushan Pasupathy(2000), *Content of  
Variable Message Signs and On-line Driver  
Behavior*, Proceedings the 79th Annual  
Meeting of the TRB.

- ♣ 주 작 성 자 : 이청원
- ♣ 논문투고일 : 2002. 7. 26
- 논문심사일 : 2002. 10. 2 (1차)
- 2002. 10. 9 (2차)
- 2002. 10. 10 (3차)
- 심사판정일 : 2002. 10. 10
- ♣ 반론접수기간 : 2003. 2. 28