

## TRANSIMS에서 국가교통DB의 적용방안

권기욱<sup>1\*</sup> · 이종달<sup>2</sup>

### Applications of Korean National Traffic DB in TRANSIMS

Kee-Wook KWON<sup>1\*</sup> · Jong-Dal LEE<sup>2</sup>

#### 요 약

TRANSIMS의 차량 시뮬레이션은 CA(Cellular Automata)이론을 토대로 비교적 빠른 시간에 넓은 지역을 분석할 수 있어 기존의 프로그램들보다 큰 장점을 가진다. 또한 TRANSIMS는 Source Code가 공개되어 있기 때문에 네트워크나 통행특성의 차이를 반영 및 수정하여 사용할 수 있다. 본 연구에서는 TRANSIMS의 네트워크자료 구축을 위하여 사용되는 입력자료 중 국가교통 DB센터에 구축되어 있는 교통주제도를 활용하였다. 그러나 교통주제도는 TRANSIMS가 요구하는 입력형태의 자료로 구성이 되어 있지 않기 때문에 이를 수정·보완하여 네트워크를 구축한 후 대구광역시 수성구를 연구대상지로 하여 시뮬레이션을 통해 간선도로 교통량과 교차로 각 방향에 대한 교통량을 산출한 후 실제 교통량과 비교해 보았다. 시뮬레이션 결과 교차로에서는 최소 14%에서 최대 42%, 간선도로에서는 최소 3%에서 최대 8%까지의 오차를 나타내고 있다. 이것은 시뮬레이션에 있어서 대구광역시 전체에 대한 교통량이 고려되지 못한 점과 일부 특정구간의 공사 및 도로 노면 상태, 만성 지체구간 등에서 운전자의 경로회피 등이 반영되지 못한 점을 고려한다면 상당히 만족스런 결과라 할 수 있다.

주요어 : TRANSIMS, Cellular Automata, 교통주제도, 운전자 경로 회피

#### ABSTRACT

Car simulation by TRANSIMS is able to rapidly analyze the broad area based on CA(Cellular Automata) theory, which is the great advantage compared to other existing programs. As the source code of TRANSIMS is open, it may be modified by incorporating the network and traffic characteristics. This study uses the traffic thematic map built in the Korean National Traffic DB(KTDB) center among input data used for building network data of TRANSIMS. However, because the traffic thematic map is not composed as the type required by TRANSIMS, it was corrected and complemented to

2010년 3월 24일 접수 Received on March 24, 2010 / 2010년 4월 28일 수정 Revised on April 28, 2010 / 2010년 5월 4일 심사완료 Accepted on May 4, 2010

1 세명대학교 부동산학과 Dept. of Real Estate, Semyung University

2 영남대학교 건설시스템공학과 Dept. of Civil Engineering, Yeungnam University

\* 연락처 E-mail : kwkwon69@semyung.ac.kr

build a network, and the traffic volume at arterial roads and the traffic volume at each direction of the intersection was calculated through simulation for the area of Suseong-Gu, Daegu Metro. This was compared to the actual traffic volume. As a result of the simulation, it shows error from 14% to 42% at intersection, and from 3% to 8% at arterial roads. This result is very satisfactory because the entire traffic volume of Daegu Metro was not considered, and the tendency of drivers avoiding path due to construction on certain section, the status of road surface and chronic congestion was not reflected.

**KEYWORDS :** TRANSIMS, Cellular Automata, Traffic Thematic Map, Drivers Avoiding Path

## 서 론

현재까지 컴퓨터 연산기술의 발전과 함께 많은 교통관련 분석 프로그램이 개발되어 왔다. 기존의 교통수요분석 프로그램들은 출발지역의 zone centroid에서 도착지역의 zone centroid로 이동하는 형태를 띤다. 이러한 형태의 프로그램들을 통행기반모형(Trip Based Model)이라고 하는데, 대표적으로 Emme/2, TransCAD, TSIS 등이 있다. 이러한 프로그램들은 미시적 교통류 모의실험에 있어서 4단계 수요예측에 기반을 둔 경로선택을 바탕으로 VISSIM과 같은 별도의 프로그램을 이용하여 국소적인 가로교통의 교통류 현상을 분석한다. 분석결과 기존 모형들은 개개인의 통행특성을 반영하지 못했기 때문에 실제 교통 조사량과 많은 차이를 나타낸다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 Los Alamos연구소에서 초기 NaSch모형(Kai Nagel et al, 1992)을 개량한 TRansportation ANalysis and SIMulation System(TRANSIMS)이라는 모형을 개발하였다. 이 모형은 기존의 프로그램들과 달리 대규모 네트워크를 미시적으로 분석 가능하며, 활동기반모형(Activity Based Model)으로서 전체인구와 그 인구들 각각의 활동을 바탕으로 통행 수단과 개개인의 특성을 반영한다. 또한 차량 시뮬레이션은 CA(Cellular Automata)이론을 토대로 비교적 빠른 시간에 넓은 지역을

분석할 수 있으며, 이 프로그램의 가장 큰 장점은 Source Code가 공개되어 있기 때문에 사용자가 네트워크나 통행특성의 차이를 반영 및 수정하여 사용할 수 있다는 것이다.

TRANSIMS는 현재 미국 Argonne연구소를 중심으로 지속적인 연구 및 개량(Argonne Natl. Lab., 2008)이 되고 있고, 정기적인 교육을 통한 보급을 촉진하고 있다. 국내 연구사례는 CA 모형을 이용하여 고속도로 합류부에서의 미시적 거동을 분석한 연구(조중래 등, 2001), NaSch 모형의 급감속과 차로변경 규칙의 결함을 개선한 연구(윤병조, 2009), TRANSIMS를 이용하여 국내의 활동기반모형 모형구축의 가능성에 대하여 연구(최현주 등, 2003) 등 TRANSIMS에 대한 연구가 늘고 있지만 아직 미미한 수준이다. 그 이유로는 활동기반모형의 연산을 위한 인구조사자료의 부족과 도로망 구축을 위한 링크, 노드, 존 등의 기초자료 획득의 어려움 때문이며, 또한 신호교차로에서의 신호체계정보 획득과 각 지역의 대중교통 정보이용시 노선정보와 배차시간, 출차시간 등에 관련된 자세한 정보를 프로그램상에 입력하는데 있어서 어려움이 따르기 때문이다.

본 연구에서는 TRANSIMS의 네트워크자료 구축에 따른 사용되는 입력자료 중 국가교통 DB센터에 구축되어 있는 교통주제도를 활용하고자 한다. 그러나 교통주제도는 TRANSIMS가 요구하는 10가지 입력형태의 자료로 구성

이 되어 있지 않기 때문에 이를 수정·보완하는 방법과 프로그램 운영시 발생하는 문제점 등을 제시하고, 재구성된 교통주체도를 이용하여 네트워크를 구축한 후 대구광역시 수성구를 연구대상지로 하여 시뮬레이션을 통해 간선도로 교통량과 교차로 각 방향에 대한 교통량을 산출한 후 실제 조사된 교통량과 비교해 보고자 한다.

## 이론적 고찰

### 1. TRANSIMS에 관한 이론적 고찰

TRANSIMS는 활동을 기반으로 교통의 영향과 혼잡을 고려하여 최단 경로, 최단시간, 개인의 통행 특성, 개인간의 상호작용을 반영하여

교통의 흐름을 예측한다. TRANSIMS의 연산은 크게 5개의 연산과 피드백과정을 거치게 된다. [그림 1]에서처럼 ① 네트워크, 사회경제 기초자료 등의 입력자료, ② 가구별, 개인별 속성 자료를 생성하는 인구생성모듈(Population Synthesizer), ③개인의 활동기반 통행행태발생 모듈(Activity Generator), ④개인별 통행 계획 생성모듈(Route Planner), ⑤ 개인활동을 바탕으로 하는 네트워크 교통류 모의 생성 및 이들 과정의 수렴을 위한 피드백 모듈과 환경인자 변화를 감시하는 대기오염 예측모형(Emissions Estimator) 등이 있다. 또한 전 과정에 걸쳐서 연산된 자료들은 출력자료 시각화 모듈(Output Visualizer Module)을 거쳐서 GIS포맷인 Shape형식의 파일로 저장할 수 있다.

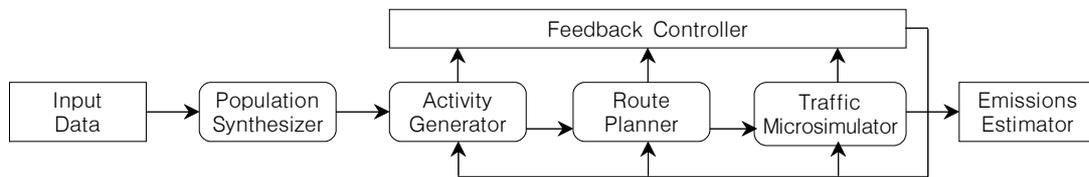


FIGURE 1. TRANSIMS의 구조

### 2. TRANSIMS의 모듈

TRANSIMS의 인구생성모듈(Population Synthesizer Module)은 Census 자료를 이용하여 가구를 만들고 토지이용(land-use) 자료를 이용하여 대상지역의 교통망에 가구를 배치시킨다. 인구생성모듈의 출력자료는 가구 구성원의 개인적 신상 정보와 사회적 정보, 가구의 차량보유에 대한 정보가 만들어진다. 이 정보들은 실제의 5% 샘플자료나 10% 샘플자료를 이용하여 만들어진다.

인구생성모듈에서 생성된 가구 구성원 개인의 활동을 이용하여 활동생성모듈(Activity Generator Module)에서 활동 목록을 만든다. 이 활동은 조사지역의 실제 가구의 정보로부터 수집된 인구통계자료와 활동통계자료를 이용하여 만들어

진 것이다. 인구통계자료는 가구 구성원 개인의 특성이 나타나 있는데, 이러한 인구통계자료는 Census 자료에서 추출된 자료이다. 활동통계자료는 조사지역의 실제 가구 구성원의 하루 혹은 더 이상의 기간 동안 실제 통행과 일과에 대한 자료이다.

경로 계획 모듈(Route Planner Module)은 활동 생성모듈에서 생성된 활동목록을 바탕으로 모든 가구구성원의 이동경로를 계획하는 모듈이다. 경로 계획 모듈은 개인의 통행에서 최단시간 경로를 선택할 수 있게 해준다. 뿐만 아니라, 교통망과 차량의 종류, 링크에서의 통행 시간 등이 고려되어 연산하고 이렇게 연산된 자료를 바탕으로 피드백 하여 다시 연산하게 된다.

미시적 교통시뮬레이터 모듈(Traffic Microsimulator Module)은 차량의 전반적인 통행 계획을 연산하여 수행하는 단계이다. 이 모듈은 1 초단위로 연산되며 차량의 매 초마다 차량의 주행 거동을 기록한다. 차량의 상호작용에 따라 정체와 같은 것들이 나타나고, 그에 따른 배기가스 배출도 계산한다.

활동발생과 경로계획, 미시적 교통시뮬레이션 을 거쳐 출력된 데이터는 이전의 활동생성, 경로계획, 미시적 교통시뮬레이션과정을 다시 피드백 제어 모듈(Feedback Control Module)을 통하여 피드백하게 된다. 이렇게 피드백을 거쳐 출력된 데이터는 대기오염 예측모듈(Emission Estimator Module)을 통하여 배기가스 배출량을 예측하는 연산을 하게 된다.

### 3. TRANSIMS 관련 연구

이승철(2002)은 활동기반모형인 TRANSIMS 를 동일한 가상의 네트워크로 전통적인 4단계 모형 기반인 EMME/2와 비교하고 그 차이점을 제시하였다. 두 시뮬레이션을 결과를 비교해 본 결과 EMME/2는 통행수요 증가에 따라 총 통행시간이 급격하게 증가하는 패턴과 네트워크의 평균 속도가 매우 낮은 분포에서 변화폭이 줄어드는 모습을 알 수 있었다. 이에 반해 TRANSIMS는 통행수요의 증가가 일정 수요 이전까지는 계속 증가하는 패턴을 보이다가 일정 수준 이상에서는 큰 폭의 변화가 없는 패턴을 나타내고, 평균속도도 통행수요 증가로 지속적인 감소를 보이다가 30km/h의 속도 부근에서 균일한 분포패턴으로 나타내는 것을 제시하였다. 이는 EMME/2에서는 존간 통행수요 증가에 따라 모든 통행수요를 네트워크 전체에 일시에 배분하게 되나, TRANSIMS에서는 존간 통행수요가 증가하여도 실제 네트워크상에서는 일시에 모든 수요가 배분되지 않기 때문인 것으로 판단하였다.

최현주(2003)는 TRANSIMS의 인구생성모듈 적용성을 검토하였다. Population Generator를 통해서 생성된 자료를 도로망과 토지이용 정보

를 통하여 네트워크에 위치시키고 활동기반 속성 정보를 구축하여 가구 구성원의 개개인의 활동을 분석하여 활동기반모형의 인구생성모듈을 적용하는 것을 제시하였다.

### 4. 교통주제도에 관한 고찰

교통주제도(국가교통DB센터, 2009)는 국가교통DB센터에서 교통관련 투자사업 분석의 객관성과 효율적인 교통 분석용 네트워크의 구축을 위하여 국가차원에서 제작이 되었으며, 매년 신규 및 변경된 구간과 교통시설물 조사를 통해 속성갱신, 기능강화를 하고 있다.

교통주제도의 좌표계는 기존의 4원점 좌표계를 단일원점 좌표계로 변환하여 사용한다. 지구의 형상 및 크기는 베셀타원체의 값을 사용하며 투영도법으로는 횡메카토르(TM)도법을 축척계수는 0.9999를 사용한다. 평면직각좌표계의 원점은 북위 38° 00' 00", 동경 128° 00' 00"이며 원점의 값은 X(N)=600,000m, Y(E)=400,000m이다.

파일 형식은 Shape파일로 구성되어 있으며 이 Shape파일은 \*.shp, \*.shx, \*.dbf의 3가지 파일로 구성되어 있다. 속성자료는 대한민국 전 지역의 지자체 및 관련기관으로부터 자료를 수집하고 이를 바탕으로 2차선 이상의 포장도로에 대한 현장 조사를 수행하여 구축되었다. 대표적인 도형자료로는 교통망(노드, 링크, 회전제한, 철도교차점, 철도중심선)과 행정경계(행정구역), 교통존(교통 분석 존, 존 센트로이드), 주기(NGIS 도곽격자) 등을 제공한다.

## 교통주제도와 TRANSIMS의 호환성 방안

### 1. TRANSIMS의 네트워크 구조

TRANSIMS의 네트워크 구축과정은 텍스트 형식의 기본 입력자료를 이용하여 3회의 연산 과정과 4회의 시각화 과정을 거치게 된다. 첫 번째 연산 프로그램은 TransimsNet.exe이고,

두 번째 프로그램은 IntControl.exe, 세 번째 프로그램은 TransitNet.exe이다. 4번의 시각화 과정은 입력된 네트워크 자료를 시각화 하는 과정

과 각각 3회의 연산과정에서 생성된 자료를 시각화 하는 것이다. 네트워크 구축에 필요한 기본 입력 자료는 [그림 2]에서 처럼 10가지가 있다.

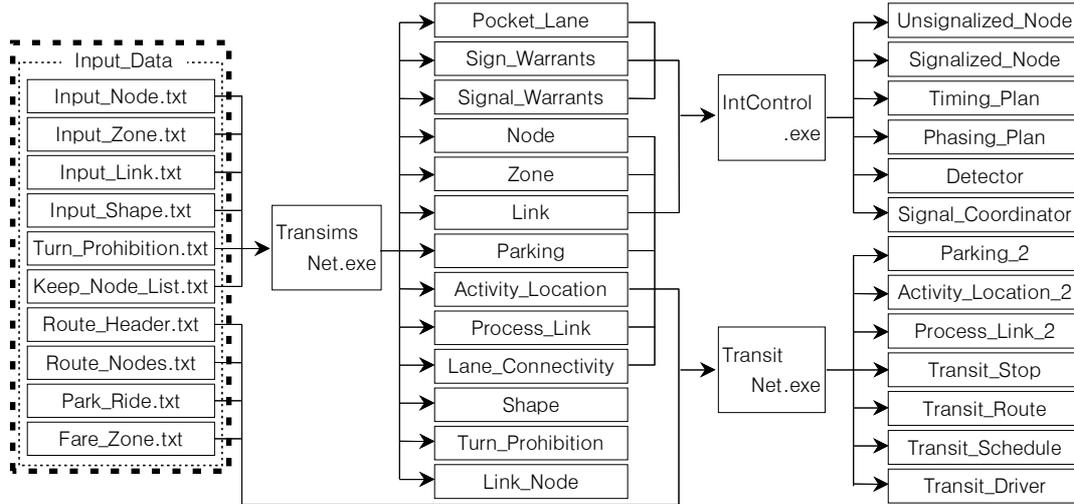


FIGURE 2. TRANSIMS 네트워크 파일 구조

2. TRANSIMS의 입력 자료와 교통주제도 적용 방안

TRANSIMS에서 네트워크 구축을 위한 입력 자료는 txt파일 형식의 자료로 입력하여야 한다. 네트워크 구축을 위해서는 다음과 같은 10가지의 자료가 필요하다.

- 1) Input\_Node : TRANSIMS에서는 노드 ID와 X좌표, Y좌표, Z좌표가 필요하다. 그러나 교통주제도의 속성자료에서는 노드 ID는 있지만 X좌표, Y좌표, Z좌표는 들어있지 않다. 이 문제를 해결하기 위해서는 ArcGIS내의 ArcMap에서 Add XY Coordinates를 이용

하면 속성 값에 X좌표와 Y좌표를 입력할 수 있다. Z값은 전체 노드를 임의의 일정한 값으로 입력하거나 DEM에서 자료를 연결할 수도 있다[표 1]. 이렇게 수정된 자료를 txt 형식으로 제작하지 않고 shape 형식을 유지할 필요가 있다. 그 이유로는 차후 Input\_Shape파일을 만들 때 사용하기 위함이며, TRANSIMS에서는 이러한 shape 파일 형태를 이용하여 Input\_node, Input\_Link, Input\_Shape파일과 그 속성과 일인 txt형식 파일을 동시에 생성할 수 있다.

TABLE 1. Input\_Node의 교통주제도 DB 적용방안

교통주제도 DB					TRANSIMS에 적용 방안				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• NODE_ID는 13자리로 구성 (1~6 : 도엽코드, 7~8: 갱신연도, 9~13: 일련번호)</li> <li>• X, Y, Z 좌표 없음</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>• NODE_ID는 10자리로 구성 (9~13 일련번호만으로 구성).</li> <li>• X, Y, Z 좌표는 ArcGIS를 이용하여 추가가능.</li> <li>• 교통 DB를 .shp 파일 형식으로 저장.</li> </ul>				
NODE ID	NODE TYPE	NODE NAME	NODENAME A	APPROCHES					
3781440300069	110			2					
RESTRICTED	JOINNODE I	DISTRICT 1	DISTRICT 2	DISTRICT 3					
0		33380							
NETWORK LE	MAPINDEX I	REMARK							
2	378144								

2) Input\_Link : Input\_Node가 완성이 되면 Input\_Link파일을 수정해 주어야 한다. 링크는 도로를 의미하는 것으로, 링크 ID와 도로명, 링크가 연결되는 두 개의 노드 ID, 도로의 길이, 도로유형, 각 방향의 차로 수, 제한속도, 도로이용 가능 수단(차종)을 입력하여야 한다. 이 속성들 중에서 대부분은 교통주제도에서 직접적인 이용이 가능하지만, 도로유형과 도로이용 가능 수단은 직접적인 이용이 불가능하다. 이 값들은 문자열로 입력하

여야 하지만 교통주제도에는 정수형으로 입력되어 있어 사용자가 직접 입력해줘야 하는 불편함이 따른다. 그리고 교통주제도에서는 도로에서 각 차로에 대한 이용할 수 없는 차량의 종류가 입력되어 있지만 TRANSIMS에서는 이용할 수 있는 차량의 종류를 입력하여야 한다. 또한 TRANSIMS에는 보도의 존재유무 입력을 하여야 하는데 교통주제도에서는 보도의 존재유무가 없기 때문에 일일이 확인하여 입력해 주어야 한다[표 2].

TABLE 2. Input\_Link의 교통주제도 DB 적용방안

교통주제도 DB							TRANSIMS에 적용 방안																																																																																																											
• LINK_ID는 13자리로 구성 <table border="1"> <tr> <th>LINK ID</th> <th>UP FROM NO</th> <th>UP TO NODE</th> <th>DOWN FROM</th> <th>DOWN TO NO</th> <th>UP LANES</th> <th>DOWN LANES</th> </tr> <tr> <td>8781440310002</td> <td>3781440000013</td> <td>3781440310001</td> <td>8781440310001</td> <td>8781440000013</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>LINK</th> <th>ANODE</th> <th>BNODE</th> <th></th> <th></th> <th>LANES_AB</th> <th>LANES_BA</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>LANES</th> <th>REVERSIBLE</th> <th>UP_MAXSPEE</th> <th>DOWN_MAXSP</th> <th>ROAD_NAME</th> <th>ROADNAME_A</th> <th>ONEWAY</th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>40</td> <td>40</td> <td></td> <td>STREET</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>ROAD_NO</th> <th>ROAD_RANK</th> <th>ROAD_ADMIN</th> <th>AUTOEXCLUS</th> <th>UP_CLIMBIN</th> <th>DOWN_CLIMB</th> <th>UP_SHOULDE</th> </tr> <tr> <td></td> <td>107</td> <td>충청북도청</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>DOWN_SHOUL</th> <th>UP_BUSLANE</th> <th>DOWN_BUSLA</th> <th>PAVEMENT</th> <th>SEPARATEDM</th> <th>ROADFAC_TV</th> <th>ROADFAC_NA</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>TOLL</th> <th>OVERROAD_C</th> <th>RESTRICT_V</th> <th>RESTRICT_W</th> <th>RESTRICT_H</th> <th>NEWROAD</th> <th>DISTRICT_I</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>2007</td> <td>33380</td> </tr> <tr> <th>NETWORK LE</th> <th>LENGTH</th> <th>RAMP</th> <th>UPLINK_ID</th> <th>MAPINDEX_I</th> <th>REMARK</th> <th>LINK_ID_OL</th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4714.0</td> <td>0</td> <td></td> <td>378144</td> <td>수정 현황</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <th>LENGTH</th> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>							LINK ID	UP FROM NO	UP TO NODE	DOWN FROM	DOWN TO NO	UP LANES	DOWN LANES	8781440310002	3781440000013	3781440310001	8781440310001	8781440000013	1	1	LINK	ANODE	BNODE			LANES_AB	LANES_BA								LANES	REVERSIBLE	UP_MAXSPEE	DOWN_MAXSP	ROAD_NAME	ROADNAME_A	ONEWAY	2	0	40	40		STREET	0	ROAD_NO	ROAD_RANK	ROAD_ADMIN	AUTOEXCLUS	UP_CLIMBIN	DOWN_CLIMB	UP_SHOULDE		107	충청북도청	0	0	0	0	DOWN_SHOUL	UP_BUSLANE	DOWN_BUSLA	PAVEMENT	SEPARATEDM	ROADFAC_TV	ROADFAC_NA	0	0	0	1	0			TOLL	OVERROAD_C	RESTRICT_V	RESTRICT_W	RESTRICT_H	NEWROAD	DISTRICT_I	0		0	0.0	0.0	2007	33380	NETWORK LE	LENGTH	RAMP	UPLINK_ID	MAPINDEX_I	REMARK	LINK_ID_OL	2	4714.0	0		378144	수정 현황			LENGTH						• LINK_ID는 10자리로 구성 • TYPE, SPEED_AB, SPEED_BA, USE 4가지 항목 누락 - TYPE : 도시계획 시설 기준에 관한 규칙에 의하여 링크별 입력 - SPEED_AB, SPEED_BA : 지역에 따라 링크별 입력 - USE : 대부분 ANY로 지정 가능 일부구간 CAR / TRUCK / BUS로 지정 (ex. 고가차도, 자동차 전용도로) 일부구간 HOV3/HOV4/BUS로 지정 (ex. 버스 전용 차로)		
LINK ID	UP FROM NO	UP TO NODE	DOWN FROM	DOWN TO NO	UP LANES	DOWN LANES																																																																																																												
8781440310002	3781440000013	3781440310001	8781440310001	8781440000013	1	1																																																																																																												
LINK	ANODE	BNODE			LANES_AB	LANES_BA																																																																																																												
LANES	REVERSIBLE	UP_MAXSPEE	DOWN_MAXSP	ROAD_NAME	ROADNAME_A	ONEWAY																																																																																																												
2	0	40	40		STREET	0																																																																																																												
ROAD_NO	ROAD_RANK	ROAD_ADMIN	AUTOEXCLUS	UP_CLIMBIN	DOWN_CLIMB	UP_SHOULDE																																																																																																												
	107	충청북도청	0	0	0	0																																																																																																												
DOWN_SHOUL	UP_BUSLANE	DOWN_BUSLA	PAVEMENT	SEPARATEDM	ROADFAC_TV	ROADFAC_NA																																																																																																												
0	0	0	1	0																																																																																																														
TOLL	OVERROAD_C	RESTRICT_V	RESTRICT_W	RESTRICT_H	NEWROAD	DISTRICT_I																																																																																																												
0		0	0.0	0.0	2007	33380																																																																																																												
NETWORK LE	LENGTH	RAMP	UPLINK_ID	MAPINDEX_I	REMARK	LINK_ID_OL																																																																																																												
2	4714.0	0		378144	수정 현황																																																																																																													
	LENGTH																																																																																																																	

3) Input\_Shape : Input\_Shape 파일은 링크의 선형을 결정하는 요소로 링크가 직선일 경우에는 입력할 필요가 없지만 곡선일 경우에는 변곡점 부위에 좌표를 입력하여 각 변곡점을 연결한 곡선을 만들어주는 역할을 한다. 이러한 정보는 교통주제도 내에서는 없기 때문에 위에서 Input\_Node와 Input\_Link를 Shape 파일형식으로 유지하여 TRANSIMS에서 제공되는 GISNet.exe 모듈을 이용하여 만들어주어야 한다. GISNet.exe파일을 실행 시킬 때 적절한 경로와 파일명을 함께 입력하여 사용하면 Input\_Node와 Input\_Link의 Shape 파일

은 속성 값만 추출하여 txt 형식으로 제작하고 Input\_Link에서 선형정보를 추출하여 Input\_Shape을 txt파일 형식으로 제작이 가능하다[표 3, 그림 3]. 이때 컨트롤 파일을 수정하여 MAXIMUM\_SHAPE\_ANGLE을 반드시 90으로 수정해 주어야 한다. 그렇지 않으면 [그림 4]와 같이 선형이 비정상적으로 나타나기 때문이다.

TABLE 3. TRANSIMS의 기본 포맷(Input\_Shape.txt)

LINK	POINTS	NOTES			
X_COORD	Y_COORD		316795.6	4301488.4	
102	44		316789	4301485	
316814.3	4301507.9		316783.1	4301482.5	
316810.7	4301502		316777.3	4301480.8	
316806.6	4301497.5		316768.7	4301478.9	
316801.2	4301492.5		316761	4301478.3	
			316752.5	4301478.8	

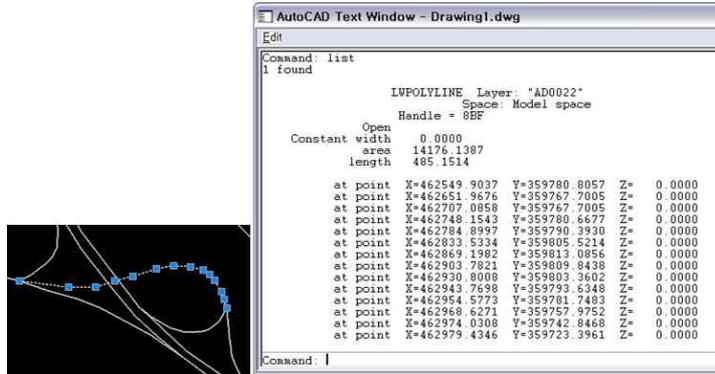


FIGURE 3. AutoCAD Lisp을 이용한 곡선부 좌표 추출

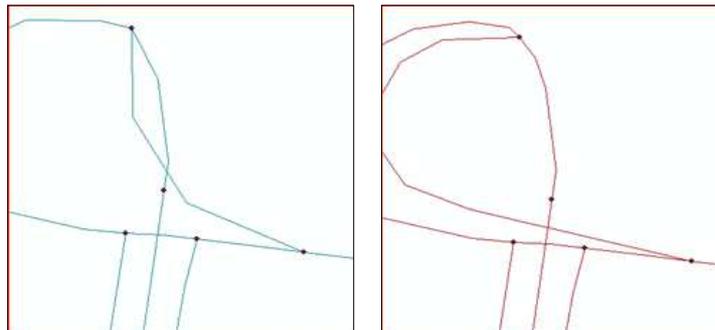


FIGURE 4. MAXIMUM\_SHAPE\_ANGLE이 45(좌)인 경우와 90(우)인 경우

4) Input\_Zone : Input\_Zone파일 제작에 필요한 속성 정보는 Zone ID와 X좌표, Y좌표, 토지이용 용도지역유형(Area-type)이 필요하다. 토지이용 용도지역유형의 기본 값으로 입력되어 있는 값은 1(CBD), 2(Urban), 3(Suburban), 4(Rural)로 이루어져 있다. 교통주제도에서는 용도지역

유형이 누락되었기 때문에 사용자가 입력하여 줄 필요가 있다. 교통주제도의 존 센트로이드파일 txt파일로 제작한 후 엑셀을 이용하여 수정하면 보다 편리한 제작이 가능하다[표 4].

TABLE 4. Input\_Zone의 교통주제도 DB 적용방안

교통주제도 DB					TRANSIMS에 적용 방안															
<ul style="list-style-type: none"> <li>기본 포맷</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CENTROID_I</th> <th>TAZ_TYPE</th> <th>TAZ_ID</th> <th>TAZ_NAME</th> <th>REMARK</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>120</td> <td>1</td> <td>120</td> <td>종로구</td> <td>전주권</td> </tr> <tr> <td>121</td> <td>1</td> <td>121</td> <td>중구</td> <td>전주권</td> </tr> </tbody> </table>					CENTROID_I	TAZ_TYPE	TAZ_ID	TAZ_NAME	REMARK	120	1	120	종로구	전주권	121	1	121	중구	전주권	<ul style="list-style-type: none"> <li>기본 포맷</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>ArcGIS를 이용한 중심점의 X,Y좌표 부여</li> <li>AreaType은 txt 파일로 변환 후 Excel을 이용하여 입력 가능</li> </ul>
CENTROID_I	TAZ_TYPE	TAZ_ID	TAZ_NAME	REMARK																
120	1	120	종로구	전주권																
121	1	121	중구	전주권																

5) Turn\_Prohibition : Turn\_Prohibition 은 회전제한 정보를 제공하는 파일이다. 이 파일 제작에 필요한 정보는 회전의 시작노드와 경유노드, 도착노드가 필요하다. 교통주제도에서 제공하는 회전제한 속성정보를 이용하여 제작 가능하지만 회전정보에 시작과 도착이 노드가 아니라 링크로 제공되기 때문에 TRANSIMS에서는 사용자가 직접 모든 노드에 대해 수정해주어야 한다. [그림 5]는 시작 노드와 도착노드를 저장한 파일형태이며, 이를 통해 나타난 교차로 진입방향 표시이다. 단방향 차선으로 이루어진 고가차도나 지하차도 옆길은 입력을 해주지 않아도 된다.

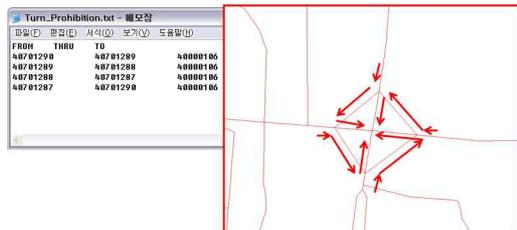


FIGURE 5. Turn\_Prohibition을 통한 교차로 진입방향 표시

6) Keep\_Node\_List : Keep\_Node\_List는 삭제를 하지 않아야 할 노드를 지정하는 파일이다. 교통주제도에서는 전·후 링크

간에 속성정보가 일치하고 교차로가 아닌 경우에는 필요하지 않은 노드로 간주하여 연산과정에서 삭제하게 된다. 이것을 방지하기 위해 Keep\_Node\_List에 지정할 필요가 있다. 예를 들면 Transit route가 있는 경우는 노드를 유지해야 하며, 본 연구에서는 대구광역시 수성구 일원에 해당하는 연호, 대공원역이 해당된다. [그림 6]은 삭제되지 않아야 할 노드 번호를 저장한 파일과 이를 통해 나타난 교통주제도 상의 삭제되지 않은 노드를 보여주고 있다.

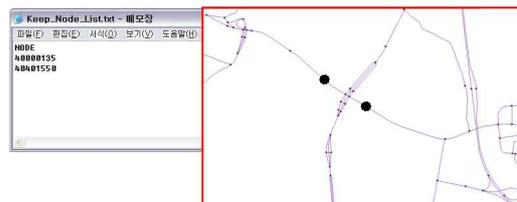


FIGURE 6. Keep\_Node\_List를 통한 노드 삭제 방지

7) Route\_Header : Route\_Header는 대중교통의 정보를 입력하는 파일이다. Route의 ID와 대중교통의 ID, 대중교통 수단(ex. 지하철, 버스 등), 한 구간의 총 운행 시간, 각 시간대별 첫차 출발 시간(분 단위), 배차간격 등의 자료 [표 6]

을 [표 5]의 형태로 입력하여야 한다. 이러한 정보는 교통주제도에는 제공되지

않고, 각 지자체 관련 부서(대중교통과)에서 정보를 제공받아야 한다.

TABLE 5. TRANSIMS의 Route\_Header 기본 포맷

ROUTE	NAME	MODE	TTIME	HEADWAY_1	HEADWAY_2
1	AT2_O	BUS	83	0	30
4	AT5_J	BUS	65	0	30
22	YELLOW_J	RAPIDRAIL	6	0	8
HEADWAY_3	HEADWAY_4	HEADWAY_5	HEADWAY_6	HEADWAY_7	OFFSET_1
15	30	15	30	45	-1
15	30	15	30	45	-1
156	12	6	8	20	0
OFFSET_2	OFFSET_3	OFFSET_4	OFFSET_5	OFFSET_6	OFFSET_7
-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1
4	3	6	3	4	10

TABLE 6. Route\_Header 입력 자료

ROUTE	TIME	배차
1	18626	05:10:26
1	20426	05:40:26
1	25871	07:11:11
1	26771	07:26:11
...	...	...
1	83786	23:16:26
4	18047	05:00:47
4	19847	05:30:47
4	21647	07:00:15
4	23447	07:15:15
...	...	...
4	84759	23:32:39

8) Route\_Node : Route\_Node에는 각 대중교통이 이동하는 경로의 노드를 입력하여야 한다. 이 역시 교통주제도에서는 제공되지 않고 지자체에서 제공하는 정보를 이용하여야 한다. 그리고 구축된 교통주제도에서 동일한 위치에 다른 ID의

노드가 중복되어 있는 경우가 있어 확인 후 해당 NODE를 삭제해 주어야 한다. [그림 7]은 동일한 지점에 대한 중복된 ID 정보를 보여주고 있다.

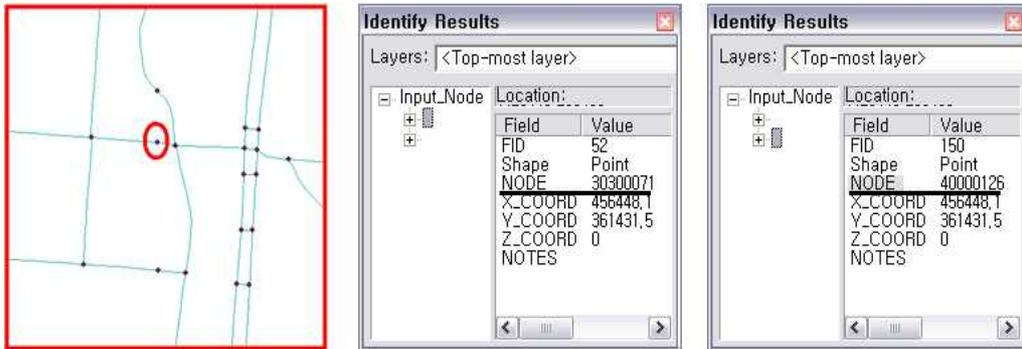


FIGURE 7. 동일 지점에 대한 상이한 ID 확인

9) Park\_Ride : Park\_Ride는 Park & Ride가 가능한 곳의 노드를 입력해주는 곳이다. 이 자료는 해당 지자체의 관련부서를 통해 정확한 데이터를 얻을 수 있

으며, 본 연구에서는 지하철2호선의 범어역과 대공원역, 신매역이 해당된다[그림 8].

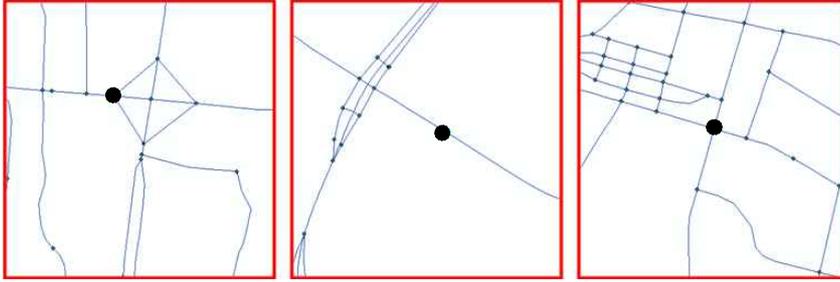


FIGURE 8. Park & Ride 노드 입력(범어역(좌), 대공원역(중), 신매역(우))

10) Fare\_Zone : Fare\_Zone은 대중교통에서 동일요금 운행 구간을 의미하는 것이다. 이 자료 또한 해당 지자체의 관련부서를 통해 정확한 데이터를 확보한 후 입력할 수 있다.

위에서 언급한 데이터들은 네트워크 구축에 필요한 최소한의 입력 자료들이다. 이 자료들의 입력에는 교통주제도에 필요한 속성 값의 존재 유무를 제외하고도 속성 값을 구성하고 있는 형식의 문제도 발생한다. 노드 ID와 링크 ID 같은 경우에 교통주제도에서는 실수형으로 10자리를 사용할 수 있지만 교통주제도에서는 13자리로 이루어져있다. 이는 연구지역의 정보에 따라서 앞자리 6자리가 NGIS 수치지도의 도엽코드이므로 수정하여 변경할 수 있다.

### 수정된 교통주제도를 이용한 TRANSIMS 적용 및 분석

위에서 언급된 방법으로 수정·보완된 교통주제도를 이용하여 TRANSIMS 네트워크를 구축한 후 대구광역시 수성구에 대한 교통량 시뮬레이션을 수행하였다. [그림 9]는 분석지역의 교통주제도를 이용한 네트워크 형상이다.

시뮬레이션 시 분석 대상 지역은 수성구를 기준으로 연산하는 것이기 때문에 대구광역시의 핵심 간선도로인 신천대로의 역할을 신천동

로가 대신 수행하도록 하였으며, 지역의 토지 이용 용도는 수성구 전역에 걸쳐서 2(Urban)로 설정하였다. 또한 현재 유료로 운영되고 있는 범안로에 대하여 50센트(600원)의 통행비용을 입력하였다. 유턴에 대해서는 네트워크 구축 시 1,276개 지역에서 유턴구역이 생성되지만 결과물을 수정하여 155개 지역으로 수정하였다. Park & Ride는 범어역, 대공원역, 신매역 3개소를 지정하였다. 회전제한정보는 수성구의 현 상황을 반영하여 114개소에서 회전제한을 설정했다.

교통량에 있어서 현재 우리나라에는 활동기반모형을 사용하기 위한 입력 자료의 이용이 어려운 실정이므로 2006년 O/D 교통량을 이용하여 통행기반모형을 활동기반모형과 유사한 형태로 변환하는 과정을 거쳤다. 또한 O/D를 수성구에 맞게 수정한 후 전과정의 연산을 실행하였다. 대구광역권에서 수성구 교통량에 영향이 큰 대구 전 지역과 영천, 경산, 청도군은 최적경로를 통한 유입으로 O/D 교통량을 수정하였고 그 외의 지역은 수성구에 미치는 영향이 적다고 판단하여 교통량에서 제외하였다.

이러한 과정을 거친 시뮬레이션 결과를 ‘2007년 대구광역시 교통관련 기초조사 용역 - 교통량조사’의 간선도로 교통량 2006년 자료와 비교해 보았다. [그림10]은 만촌네거리에서의 차량시뮬레이션 모습을 보여주며, [표 7]은 만촌네거리 교차로에서의 TRANSIMS 시뮬레이션 결과와 실제 교통량을 비교한 것이다.

또한 [표 8]은 분석지역 내 간선도로에서의 TRANSIMS 시뮬레이션 결과와 실제 교통량을 비교한 것이다. 교차로와 간선도로간의 교통량 단위는 교통량조사 보고서에 기재된 자료와 맞추기 위해 동일 시켜 교통량을 산출한 것이다.

교차로와 간선도로에서 실제 교통량과 시뮬레이션에 의한 교통량의 차이가 교차로에서는 최소 14%에서 최대 42%, 간선도로에서는 최소 3%에서 최대 8%까지의 오차를 나타내고

있다. 이러한 결과는 크게 두가지로 경우로 판단할 수 있다. 하나는 시뮬레이션이 어느 특정 구역, 본 연구에서는 대구광역시 수성구만을 지정하였기 때문에 나머지 지역의 O/D 수정과 수정IC를 통해 유입·유출되는 교통량이 반영되지 않았기 때문이며, 둘째로는 일부 특정구간의 공사 및 도로 노면 상태, 만성 지체구간 등에 따른 운전자의 특성에 기인한 결과라 할 수 있다.

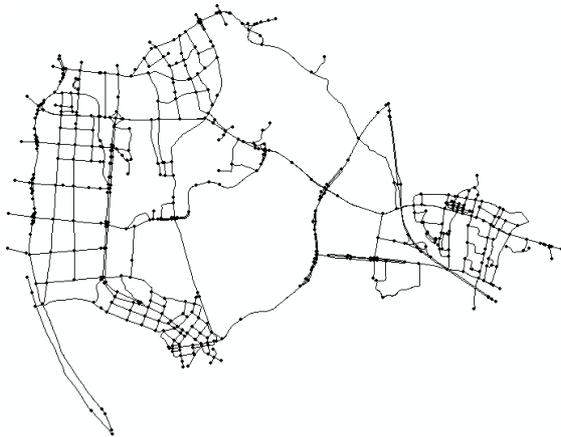


FIGURE 9. 분석지역 네트워크 형상

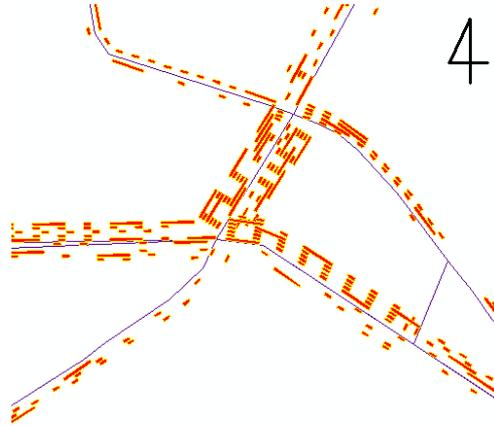


FIGURE 10. 만촌네거리 통행 모습 결과물

TABLE 7. 교차로(만촌네거리)에서의 TRANSIMS 결과와 실 교통 조사량 비교

위 치	만촌네거리				
	북측 유입부	남측 유입부	동측 유입부	서측 유입부	합계
TRANSIMS 시뮬레이션 산출량	9,057	5,175	10,400	16,248	40,880
2006년 교통량 조사량	10,534	7,404	18,071	13,037	49,046
오차량 (오차율)	-1,477 (-14%)	-2,229 (-30%)	-7,671 (-42%)	3,211 (+25%)	8,166 (-17%)

대/6시간

TABLE 8. 간선도로에서의 TRANSIMS 시뮬레이션 결과와 실 교통 조사량 비교

교통량	간선도로	달구벌대로		유니버시아드로
TRANSIMS 시뮬레이션 산출량		72,559		43,670
2006년 교통량 조사량		78,591		44,911
오차량 (오차율)		6,032 (8%)		1,241 (3%)

대/6시간

## 결 론

본 연구에서는 TRANSIMS의 네트워크자료 구축을 위하여 사용되는 입력자료 중 국가교통DB센터에 구축되어 있는 교통주제도를 활용해 보았다. TRANSIMS가 요구하는 입력형태의 자료로 교통주제도를 수정·보완하는 방법과 프로그램 운영시 발생하는 문제점 등을 제시하고, 재구성된 교통주제도를 이용하여 네트워크를 구축한 후 대구광역시 수성구를 연구대상지로 하여 시뮬레이션을 통해 간선도로 교통량과 교차로 각 방향에 대한 교통량을 산출한 후 실제 조사된 교통량과 비교해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, TRANSIMS에서 요구되는 10가지 입력자료에 대한 교통주제도의 수정·보완은 Shape 파일의 수정과 노드에 대한 XYZ 좌표, 도로선형 좌표 입력, 보도 존재유무, 도로유형과 도로이용 가능수단, 용도지역 유형, 회전제한 정보 수정, 대중교통 정류장에 대한 노드 유지, 대중교통정보, Park & Ride 정보, 대중교통 요금 등의 정보가 저장되어 있는 txt 파일을 수정함으로써 이용가능 하였다.

둘째, 시뮬레이션을 통한 교차로와 간선도로에서 실제 교통량 비교에서는 교차로에서 최소 14%에서 최대 42%, 간선도로에서는 최소 3%에서 최대 8%까지의 오차를 나타내고 있다. 이것은 시뮬레이션에 있어서 대구광역시 수성구만을 지정하였기 때문에 나머지 지역의 O/D 수정과 수성IC를 통해 유입·유출되는 교통량을 반영하지 않았기 때문이며, 또한 일부 특정구간의 공사 및 도로 노면 상태, 만성 지체구간 등에 따른 운전자의 특성에 기인한 결과라 할 수 있다. 따라서 대구광역시권 교통량 전체를 반영하지 못한 점과 도로상황 등이 반영되지 못한점을 고려한다면 대체로 만족스러운 결과라 할 수 있겠다.

본 연구에서는 국가교통DB의 교통주제도를 활용하여 일정 지역에 대한 네트워크를 구축한

후 시뮬레이션을 해 보았지만 향후 TRANSIMS를 이용한 전국적인 교통망 분석을 위해서는 TRANSIMS와 긴밀한 연계성을 갖는 네트워크 데이터 구축, 전국적으로 통일된 형태의 대중교통운행정보의 구축과 TRANSIMS 적용에 편리한 인구자료의 구축이 필요할 것으로 사료된다.

**KAGIS**

## 참고문헌

- 교통국. 2007. 2006년 대구광역시 교통관련 기초조사 용역 - 교통량조사, 대구광역시.
- 국가교통DB센터. 2009. Available : <http://www.ktdb.go.kr>.
- 윤병조. 2009. Cellular Automata 기반 2차로 고속도로 차로변경모형 개발. 대한토목학회 논문집. 29(3D):329-334.
- 이승철. 2002. 통행수요예측시 활동기반모형의 특성분석. 경기대학교 대학원 석사학위논문. 55쪽.
- 조중래, 홍영석, 손영태. 2001. 기종점 기반 대규모 차로망 교통류 시뮬레이션 모형. 대한교통학회지 19(3):115-131.
- 최현주. 2003. TRANSIMS의 인구생성모듈 적용성 검토. 중앙대학교 대학원 석사학위논문. 64쪽.
- Argonne National Laboratory. 2008. TRANSIMS Training Course.
- Hobeika, A.G. 2002. TRANSIMS : Overview Course Manual.
- Kai Nagel and Schreckenberg. 1992. A cellular automaton model for freeway traffic. J. Physics I France 2. pp.2221-2229.
- TRANSIMS open source. 2009. Available : <http://transims-opensource.net>. **KAGIS**