

# 상호연결망 시뮬레이터를 이용한 도로 교통류 분석 및 해석

Analysis and Interpretation of the Traffic using Interconnection Network Simulator

유영상\*, 안준혁\*, 박능수\*\*, 최영호\*\*\*

Key Words : 지능형 교통 시스템, 상호연결망, 교통류 분석

## 목 차

1. Introduction
2. 상호연결망 시뮬레이터-Flexsim
3. 상호연결망 모델을 이용한 교통류 해석 방법
4. 시뮬레이션 모델
5. 결론

## I. Introduction

삶의 질이 향상되고, 자동차가 생활의 주요 필수품이 되면서, 자동차의 수가 급격히 증가하게 되었다. 이것은 기존 도로의 자동차 수용능력을 초과하게 되었고, 교통이 혼잡해지는 결과를 낳았다. 이것을 해결하기 위해서는 수용능력을 초과한 구간에 대한 확장이 필요하다. 하지만, 계속 늘어나는 자동차의 수에 맞추어 도로를 확장하기에는 토지보상, 도로공사를 포함한 건설비용 등으로 인해 천문학적 비용이 소모가 된다.

그러므로 기존 도로의 이용 효율을 극대화하고, 도로 확장이 필요한 구간을 예측하는 것은 중요하다. 이러한 목적을 위해서 실제 교통 흐름을 모델링하여 새로운 도로 확장시 도로 이용 효율에 대하여 정확히 예측할 수 있는 교통량 시뮬레이터에 대한 연구가 필요하다[1].

기존의 교통량 시뮬레이터 모델은 크게 거시적 모델과 미시적 모델로 구분된다. 거시적 모델은 일정 시간 내에 결과를 얻기 위하여 시뮬레이션에서 교통흐름을 단순화하므로 교통 체증 상황 하에서의 실제 교통흐름을 나타낼 수 없으며 교통 상황의 고유한 변동사항을 모델링하지 못하는 단점이 있다[2].

미시적 모델의 경우 거시적 모델에서 정확히 모델링하기 어려운 체증 상황을 실제 교통 상황에 맞추어 모델링할 수 있다는 장점이 있으나 정확한 모델링에 따르는 대규모 데이터의 발생과 이를 처리하기 위한 계산 시간이 많이 소비된다는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 상호연결망 모델[3]을 통해 교통류 분석에 대한 새로운 방법을 제시하고자 한다. 상호연결망은 복잡한 구조의 네트워크나 멀티코어와 메모리에서 서로 간에 메시지를 주고받을 때 주로 쓰인다. 이것의 구조는 라우터와 노드로 구성이 되어 있으며, 그림 1과 같이 해당 목적지에 라우터를 통해서 메시지가 전달되게 된다. 이것을 실제 도로와 비교해 보면, 라우터는 교차로로, 노드는 도로로, 메시지의 흐름은 차량의 흐름으로 각각 모델링이 가능하다. 또한 상호연결 시뮬레이터의 경우 앞의 미시적/거시적 모델의 시뮬레이터에 비해 적은 연산량을 갖고 있어, 빠른 시뮬레이션을 할 수 있다는 장점이 있다. 이 후 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 상호연결 네트워크에 대해 설명하고, 3장은 상호연결망 모델을 이용한 교통류 해석방법을 제시하고, 상호연결망 시뮬레이터인 Flexsim[4,5]의 파라미터와 교통류 파라미터의 대응 관계에 대하여 설명한다. 4장은 Flexsim을 이용한 교통류 시뮬레이션 환경 설정과 시뮬레이션 결과 분석을 통해 상호연결망 시뮬레이터의 교통류 분석에 대한 검증을 수행한다. 결론 및 향후 연구 계획에 대해서는 5장에서 논의한다.

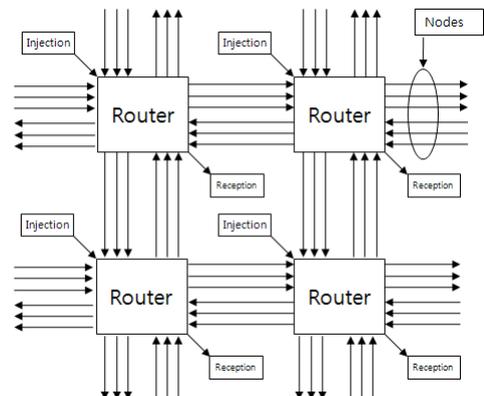


그림 1 상호연결망의 예

\* 건국대학교 전기공학과 석사과정

\*\* 건국대학교 전기공학과 부교수  
[neungsoo@konkuk.ac.kr](mailto:neungsoo@konkuk.ac.kr)

\*\*\* 건국대학교 전기공학과 부교수  
[yunghoch@konkuk.ac.kr](mailto:yunghoch@konkuk.ac.kr)

## II. 상호연결망 시뮬레이터-Flexsim

슈퍼컴퓨터에는 여러 개의 프로세서와 메모리들이 들어 있다. 그 프로세서와 메모리들은 많은 연산을 하면서 서로 메시지를 주고받는다. 이것들이 메시지를 주고 받기위해서는 상호연결망이라는 것이 쓰인다. 이것은 라우터(router)와 노드(node)로 구성이 되어 있다.

라우터는 메시지의 위치를 파악하여 그 위치에서 목적지에 대한 최상의 경로를 지정하여 다음 라우터나 목적지 프로세서 혹은 메모리에 메시지를 전달한다. 이외에도 노드는 라우터와 라우터 혹은 프로세서, 메모리를 연결시켜 준다.

상호연결망 시뮬레이터 Flexsim은 다양한 형태의 상호연결망을 설정하여 평가할 수 있다.

## III. 상호연결망 모델을 이용한 교통류 해석 방법

상호연결망 구성요소에는 메시지를 생성하는 인젝션(Injection), 메시지의 처리를 담당하는 리셉션(Reception), 메시지를 목적지로 전달하는 라우터(Router), 그리고 메시지의 전달 통로가 되며 각 라우터와 라우터 사이를 연결해주는 노드(Node)가 있다. Flexsim은 다양한 파라미터를 설정함으로써 여러 가지 형태의 상호연결망을 구성할 수 있다.

Flexsim 시뮬레이션의 결과는 네트워크상에서 전달되는 메시지의 양과 메시지의 평균 전달시간을 파악할 수 있다. 또한 HotSpot을 감지하는 모듈을 추가적으로 구현하여 현재 교통 흐름이 원활하지 않는 노드를 검출할 수 있도록 하였다. 이러한 Flexsim의 기능을 이용하여 교통류를 분석 할 수 있다.

상호연결망의 파라미터와 교통류 모델 파라미터의 대응은 아래의 표[1]과 같다.

<표 1> 상호연결망 파라미터와 교통류 모델 파라미터의 대응 예

상호연결망 파라미터	Routing Delay	Node Delay	Nodes	Routers	Traffic Generator
교통류 모델 파라미터	신호등 지연시간	교차로간 거리	도로의 차선	교차로	차량

그림 2에서 인젝션은 네트워크에서 메시지를 생성하는 역할을 하며 교통류 모델에서는 진입로와 대응된다. 라우팅 딜레이(Routing Delay)는 라우터가 메시지를 다음 경로로 보낼 것을 결정하는 시간으로 신호등의 지연시간과 대응된다. 노드 딜레이(Node Delay)는 라우터와 라우터 사이의 노드에서 지연되는 시간을 의미하며 교차로간 거리와 대응될 수 있다. 또한 하나의 라우터에서 다른 라우터 사이에 존재하는 노드의 수는 도로의 차선 수에 대응

될 수 있으며 라우터의 수는 교차로의 수에 대응될 수 있다.

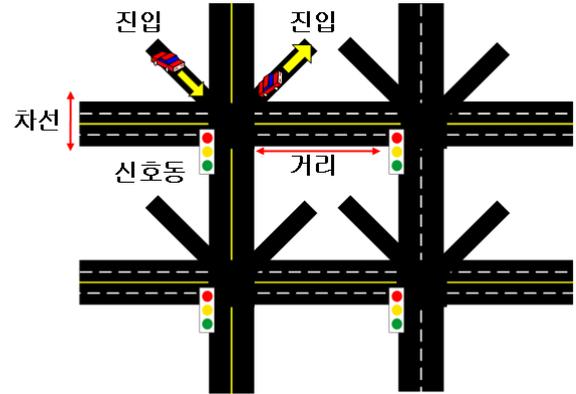


그림 2 교통류 시뮬레이션 모델

## IV. 시뮬레이션 모델

몇 가지의 가상 상황을 모델링 하여 시뮬레이터의 기능을 검증하고자 한다.

### 1. Simulation Condition A

- 1) Routing Delay (신호등 지연시간) = 1분 30초
- 2) Node Delay (교차로간 거리) = 500m
- 3) Nodes (도로의 차선) = 4 ( 편도 4차선 )
- 4) Routers (교차로의 수) = 16
- 5) Traffic Generator (시간당 차량의 유입수) = 160 ~ 640

이 시뮬레이션은 교차로 진입차량의 수에 따라 교통류 분석을 하였다. 이 방법은 기존의 거시적 시뮬레이터에서 쓰는 방법으로 속도, 밀도, 교통량을 기준으로 교통류를 평가하는 방법과 같다.

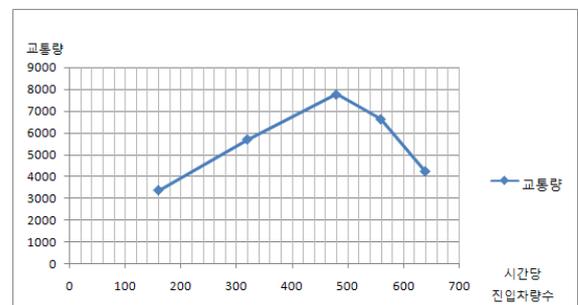


그림 3 진입차량수와 교통량의 관계

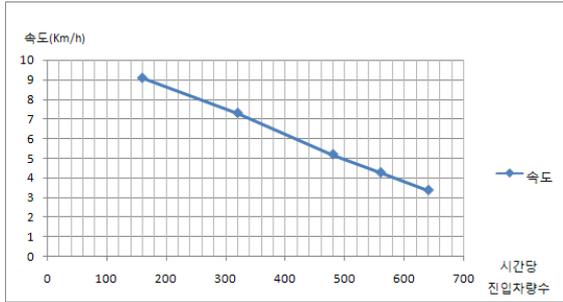


그림 4 진입차량수와 속도의 관계

그림 3의 그래프를 보면, 시간당 진입차량의 수가 늘어날수록 교통량이 점차 늘어나게 되고, 도로가 포화상태에 이르게 되면, 오히려 정체가 발생하여 교통량이 감소하게 된다. 그림 4의 그래프는 시간당 진입차량의 수와 속도의 관계를 보여준다. 시간당 진입차량의 수가 늘수록 속도는 비례하여 감소하게 된다.

## 2. Simulation Condition

- 1) Routing Delay (신호등 지연시간)  
= 1분 30초
- 2) Node Delay (교차로간 거리)  
= 500m
- 3) Nodes (도로의 차선)  
= 1~4차선
- 4) Routers (교차로의 수)  
= 16
- 5) Traffic Generator (시간당 차량의 유입수)  
= 480

이 시뮬레이션은 기존의 미시적 시뮬레이터에서 사용하는 방법으로 도로의 세부사항중 하나인 차선의 수를 이용하여 시뮬레이션을 하였다. 그림 5는 차선의 수에 따라 교통량이 비례하여 늘어남을 알 수 있다. 이것은 차선이 많아지면 많아질수록 도로에 더 많은 차를 수용할 수 있다는 의미이다. 그림 6는 차선수와 속도의 관계이며 차선의 수가 많아지면 속도가 빨라진다는 것을 보여준다.

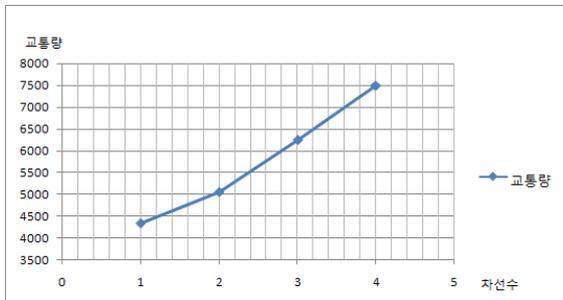


그림 5 차선수와 교통량의 관계

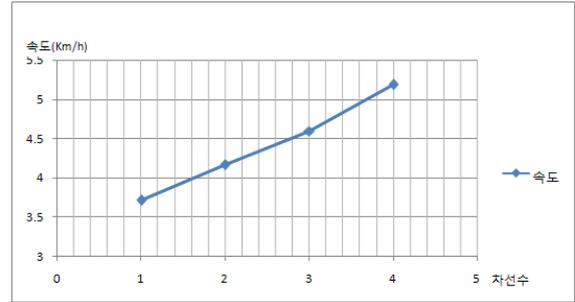


그림 6 차선수와 속도의 관계

## V. 결론

상호연결망의 시뮬레이터로 기존의 미시적/거시적 트래픽 시뮬레이터를 이용하여 얻을 수 있는 결과를 나오게 하였다. 기존의 교통류 해석을 위한 트래픽 제너레이터보다 간단하고 더 빠르게 작동하는 상호연결망의 시뮬레이터로도 교통류 해석 할 수 있음을 확인하였다.

### 참고문헌

1. "HAL를 이용한 교통류 시뮬레이션 모형 개발에 관한 연구", 이상헌, 한국시뮬레이션학회, 춘계학술대회논문집, 2005
2. "도심 교통 체계 모델링을 위한 병렬 마이크로스코픽 시뮬레이터", 이화근, 정상화, 류광렬, 정보과학회논문지(A) 제 25권 제12호, 1998.12
3. "Interconnect networks", Jose Duato, Sudhakar Yalamanchili, Lionel Ni, IEEE Computer Society Press
4. "Flexsim 1.2 User guide", SMART Interconnections Group, USC, 2002
5. "Flexsim/IRFlexsim Front-end Documentation", Lance Geiger, 2002