

교통제어 시스템 응용사례

한양대학교 생산공학연구소

이 광훈 박사

自動車交通流의 시뮬레이션 적용예

한양대학교 생산공학연구소

이 광 훈

1. 개념과 목적

교통류 시뮬레이션에는 차량 1대 1대의 움직임을 취급하여 그 集積으로서 교통류를 표현하는 미시적(MICRO) 시뮬레이션모델과 교통류를 車群단위의 움직임 혹은 流體로서 취급하여 그 解析的記述을 이용하여 표현하는 거시적(MACRO)시뮬레이션모델이 있다.

한편 교통류 시뮬레이션모델은 교통관리라는 측면에서 다음의 3가지 기본적용도를 생각할 수 있다.

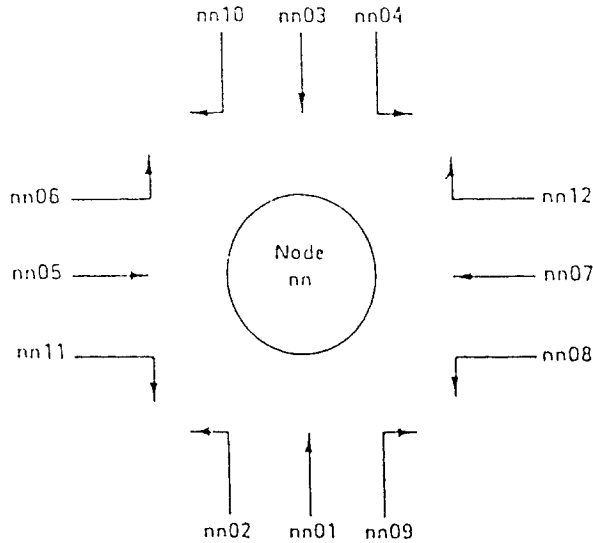
- (1) 교통관제(신호제어)시스템의 운영·평가
- (2) 각종교통규제의 기획·입안
- (3) 교차로 형태 및 도로망의 개선

상기 3가지 기본적용도의 수행을 위하여 교통류 시뮬레이션모델은 모델링방식에 있어 앞에서 설명한 미시적, 거시적 분류 이외에도 교통류에서의 다양한 事象을 確定的(DETERMINISTIC)으로 취급하는 것과 確率的(STOCHASTIC)으로 취급하는 것으로 나누어지며 SCANNING방식에 있어서도 TIME SCAN방식(짧은시간 간격으로 변화를 읽는 방식)과 EVENT SCAN방식(시스템변화의 중요한 포인트를 맡아 그 事象이 발생할 때마다 상태의 변화를 보는 방식)으로 나눌 수 있다. 또, 교통류 시뮬레이션은 현재의 교통류를 있는 그대로 평가하는 교통류 재현 시뮬레이션과 교통류 시뮬레이션 결과를 이용하여 개선안의 평가와 최적안 도출을 위한 최적화 PROGRAM기능이 있는 최적화 시뮬레이션으로 구분할 수 있다.

2. 일반적인 모델링 방법

(1) 가로망(교차로)의 표현

일반적으로 가로망의 표현은 node(교차로)와 link(차선)으로 구성된다. 그림1은 교차로에서의 각 방향별 link의 구성을 그림2는 간선에서의 link 및 node 의 구성을 나타낸 것이다. 한편 link는 입력 link와 출력link, network link의 3종류로 나뉘어진다.



Notes: 1. 'nn' is the node number.

2. Other special links will be numbered nxxx, where xx > 12, and must be user-assigned. This applies to bus links, shared stopline links or diagonal links.

그림1: 교차로에서의 node/link 구분(Transyt-7F의 예)

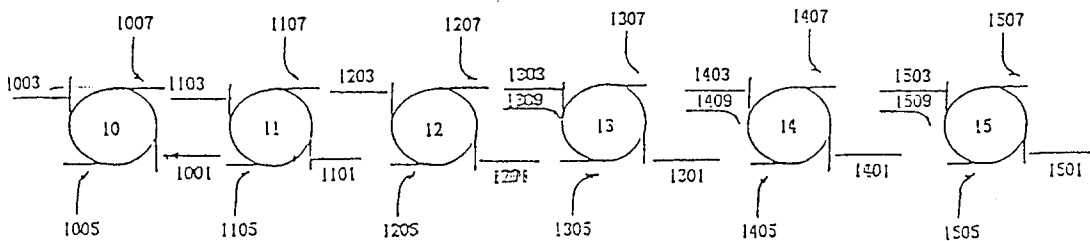


그림2: 간선네트워크상에서의 node/link 구분(Transyt-7F의 예)

(2) 차량의 발생

차량발생방법은 모델마다 각기 다르나 일반적으로는 다음의 3가지로

① 균일(uniform)발생

발생차량 차두시간(headway)이 일정하다.

② 지수(exponential)분포 발생

도착교통류 분포가 poisson 분포인 경우로 차두시간의 확률밀도함수를 분포함수로 반전(inversion)하여 발생시킨다. 지수분포의 경우 확률분포와 亂數값을 이용하여 차량을 발생시킨다.

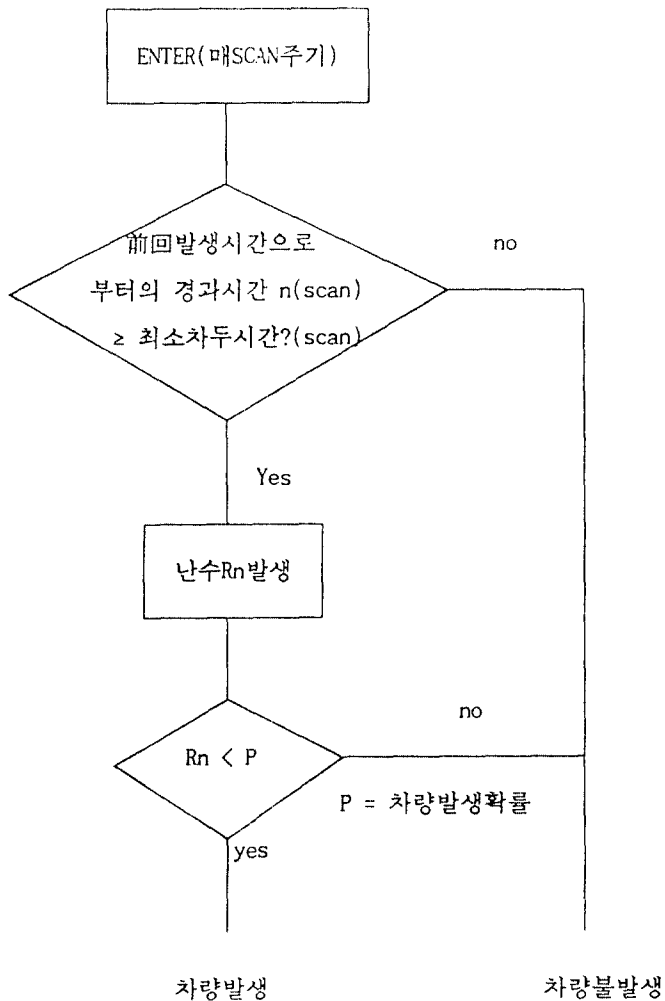


그림3: 차량발생순서

(3) 입력정보 및 출력정보

입력정보

신호제어 파라메타 → 신호주기길이, offset, split, 신호 step

node, link 정보 → node번호, link번호, link길이, 포화교통유율,

교통량, 주행속도 등

출력정보

지체도(delay), link포화도, 대기행렬길이(queue), 총여행길이, 총여행시간,

정지대수, 연료소비량 등

3. 미시적(micro) 교통류모델

(1) 차량의 표현

time scan 방식의 경우, 차량1대1대에 대하여 운전자의 운전특성 및 trip 목적에 관하는 속성, 차량의 성능, 차종특성을 부여하여, 이러한 것들과 각 scan 주기에서의 도로조건, 교통상황 및 신호제어조건 등에 입각하여 차량행동모델(2)에서 설명)에 의해 해당 scan 주기에서의 차량의 상태(위치,차선,속도)가 결정된다. 이렇게하여 매 scan주기마다 각 차량의 상태 기록을 갱신함으로써 차량을 표현하고 또 그 기록을 통계처리함으로써 교통류 파라미터에 관한 정보를 출력한다.

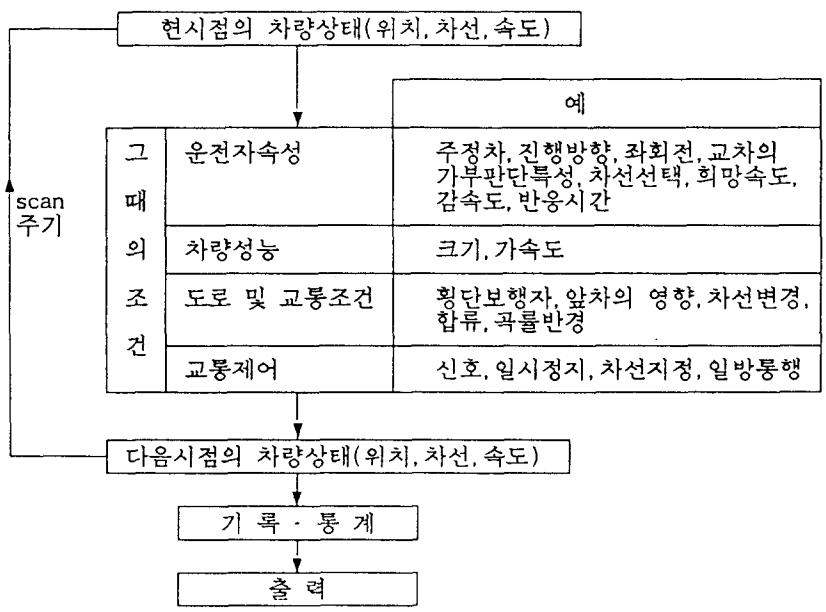


그림4: Time scan방식의 작동(Micro시뮬레이션)

(2) 차량의 처리순서와 거동규정

시뮬레이션을 위한 순서와 이의 수행을 위해 짜여져 있는 sub-routine은 그림 5와 같다. 그림 5에서 보여지듯이 회전동선부, 차량이동처리 routine과 차선부, 차량이동처리 routine은 그림 5의 우측에 나타낸 각 sub-routine에 의해 작동된다.

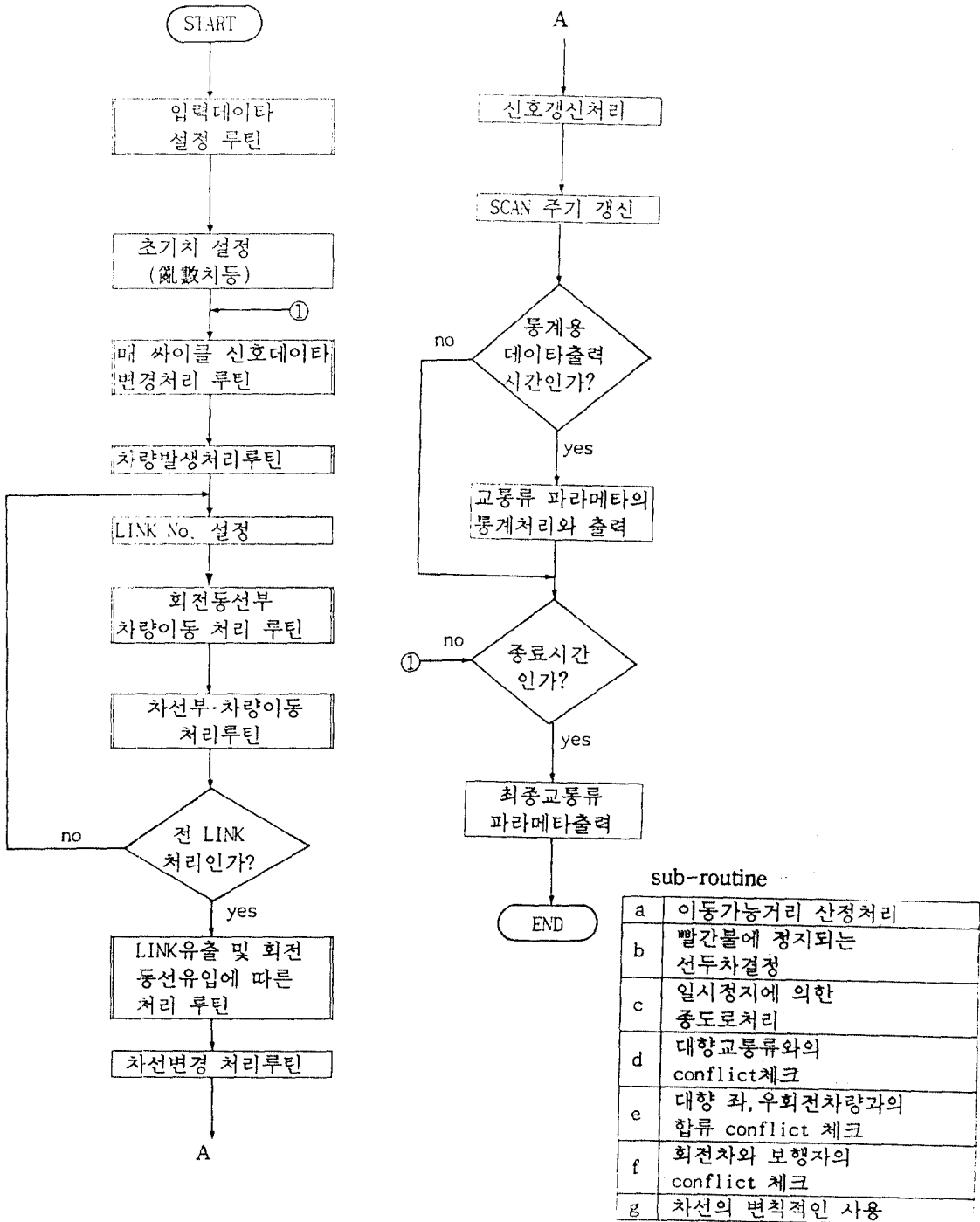


그림5: 차량처리순서의 subroutine

차량 한대한대의 거동, 즉 움직임에 대하여 MICRO 모델에서 가장 일반적으로 사용되는 모델은 R.M. Lewis의 추종모델(Car-following model)이다. Lewis의 모델에서는 차량의 진행상태를 제약되어지는 조건에 의해 추종, 단독, 정지, 좌우회전의 4가지 행동유형으로 나누어 각각에 대하여 scan주기에서의 이동가능거리 산정식(행동식)이 설정되어져 있다. micro모델은 운전자의 속성을 무시할 수 없으므로 반응시간, 인지시간 등과 같은 기초 데이터에 대한 관찰,분석 역시 중요하다 하겠다.

4. 거시적(Macro) 교통류모델

(1) 교통류의 표현

거시적모델은 교통류의 표현에 있어 미시적모델과 같은 차량 한대,한대의 표현이 아니라 하나의 차군(Platoon)으로 취급하고 있다. 대표적인 macro모델인 TRANSYT모델 역시 교통류를 차군단위로 취급하면서 상류교차로에서의 차량유출패턴으로부터 하류 교차로에서의 도착패턴을 차군확산(Platoon Dispersion)모델에 의거 표현하고 있다.

TRANSYT모델의 기본이 되는 차군확산모델의 식은 다음과 같다.

$$q_2(i+t) = F \times q_1(i) + (1-F) \times q_2(i+t-1)$$

여기서

$q_1(i)$: 상류교차로1(신호정지선)에서의 제i시간간격(step)의 단위시간당 발진 교통류량

$q_2(i+t)$: 하류교차로 2에서의 제i+t시간간격(step)의 단위시간당 도착 교통류량

t : 교차로1과2의 여행시간

F : 평활화 계수 = $1/(1+\alpha t)$

α : 차군확산계수(통상 0.35)

또, 이개념을 그림으로 설명하면 그림6과 같다. 그림6에서 상류 link로 부터 유입한 차군이 하류 link로 확산하면서 도착하는 과정이 잘 설명되어있다.

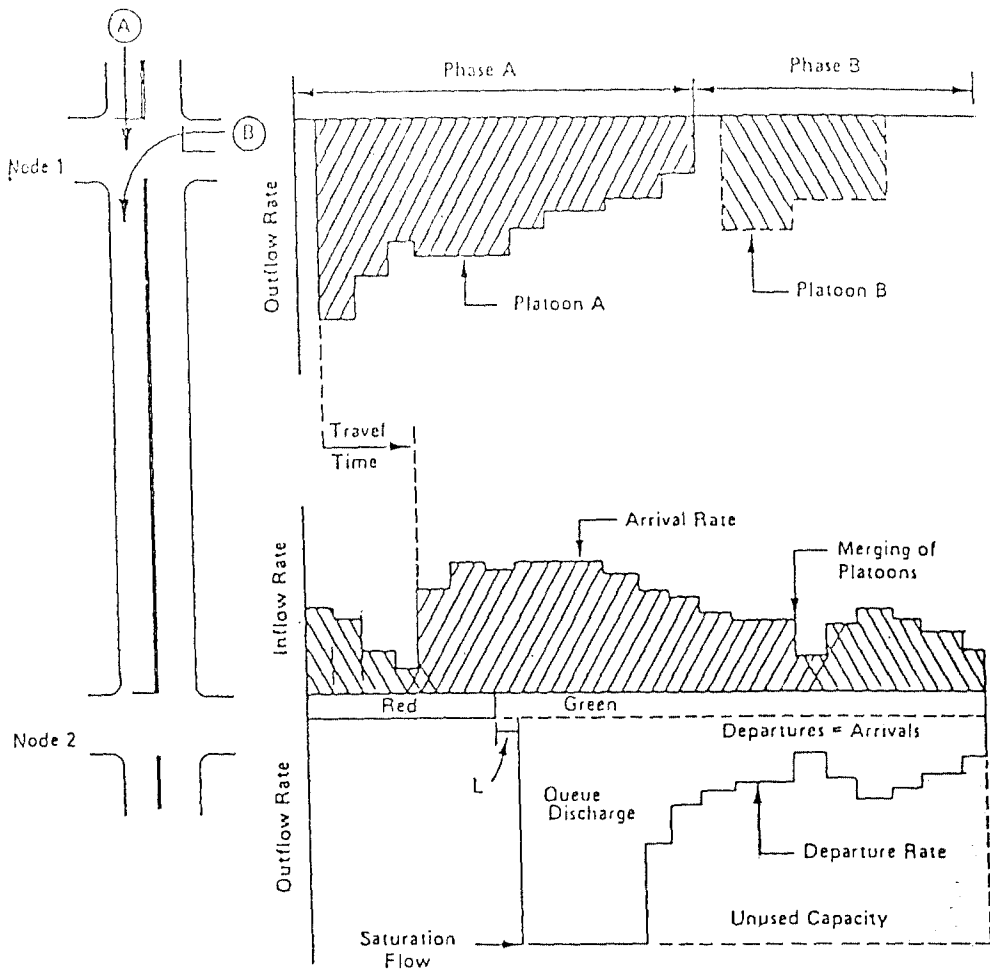


그림6: TRANSYT모델에서의 차군확산(macro모델의 예)

한편 1장의 개념과 목적에서 교통시물레이션 모델을 단순히 교통량을 재현하는 기능(Simulation 기능)과 신호제어 파라메타등을 최적화하는 기능(Optimization 기능)으로 나누어질수 있음을 논했는데 그림7이 TRANSYT모델에서의 그러한 기능을 설명해 주고있다.

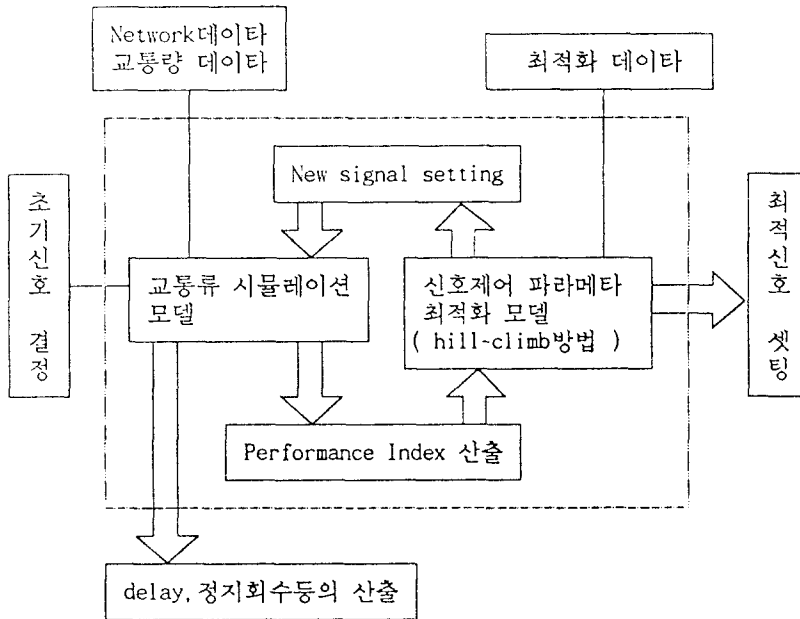


그림7: TRANSYT모델의 구성

5. 교통시물레이션의 과제와 개발방향

최근의 교통시스템은 신호제어의 측면도 중요하지만 운전자에게 양질의 교통정보를 신속 적절히 제공하는 문제가 두각되고 있다. 이러한 점에서 지금의 네트워크 전체의 교통상황의 재현기능과 관제관이 신호제어에 개입하고자 할 때 제어실행으로 인한 교통네트워크의 변화를 real-time베이스로 확인할 필요성이 높다 하겠다. 이러한 욕구를 충족시키기 위하여 교통시물레이션을 다음과 같은 기능에서 앞으로 개발이 추진될 것으로 보인다.

- 동적(Dynamic) 교통배분(Assignment)을 통한 네트워크 교통상태의 재현
- graphic기능의 강화
- 최적경로선택(Route guidance)의 결정