

차량 네트워크에서의 이동성 모델 및 시뮬레이터 개발 동향 분석

고려대학교 | 백상현* · 이기원 · 정필규

1. 서론

무선 통신 기술의 빠른 발전과 함께 최근에는 움직이는 차량에서의 네트워킹 환경을 구성하고자 하는 차량 네트워크(Vehicular Networks)에 대한 연구가 전세계적으로 활발히 진행되고 있다. 차량 네트워크는 크게 차량과 기지국과의 통신과 차량 간의 통신으로 구별된다. 전자의 경우 일반적인 이동통신 시스템과 네트워크 구조는 유사하나 일반 이동통신 단말에 비해 차량이 훨씬 더 빠른 속도로 이동한다는 특징이 있다. 또한 후자의 경우에도 기존의 모바일 애드혹 네트워크와 유사한 형태이나 이동 단말이 차량이기 때문에 전력이나 컴퓨팅 능력에 제한이 없고 이동성도 도로 상황에 따라 결정된다는 특징을 가지고 있다.

차량 네트워크와 관련해서는 도로 상황, 교통 체증 등의 정보를 정확하고 빠르게 전달하기 위한 데이터/메시지 분배 기법과 애드혹 형태의 차량 간의 통신 환경에서 최적의 경로를 찾기 위한 라우팅 프로토콜, 그리고 보다 다양한 형태의 새로운 응용 프로토콜 개발 등과 같은 다양한 연구가 진행되고 있다. 이러한 새로운 프로토콜의 성능을 합리적으로 분석, 비교하기 위해서는 차량 네트워크에 특화된 이동성 모델과 이를 반영한 시뮬레이터 개발이 필수적이다. 더군다나 기존의 모바일 애드혹 네트워크에서는 임의의 형태로 노드가 이동하는 이동성 모델이 주로 사용되었으나 차량 네트워크에서는 도로의 구조에 따라 노드의 이동이 결정되며 또한 도로 상황에 따라 차량의 혼잡 등의 현상이 발생하기 때문에 기존의 이동성 모델은 적합하지 않다. 이러한 이유로 인해 차량 네트워크를 위한 새로운 이동성 모델을 개발하고자 하는 연구가

활발히 진행되고 있다.

본 고에서는 차량 네트워크를 위해 제안된 다양한 이동성 모델을 이동성 발생 기법에 따라 분류하고 각 기법의 특성을 기술한다. 또한 차량 네트워크 환경을 시뮬레이션하기 위해 개발된 다양한 형태의 오픈 시뮬레이터의 특성의 살펴본다. 본 고의 구성은 다음과 같다. 우선 2장에서는 차량 네트워크 이동성 모델 개발을 위한 고려 사항을 설명하고 3장에서 차량 이동성 모델을 분류하고 각 분류의 특성을 분석한다. 4장에서는 차량 네트워크 시뮬레이터들을 소개한 후 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 차량 네트워크 이동성 모델을 위한 고려 사항

차량 이동성 모델은 일반적으로 미시적 관점과 거시적 관점의 접근 방식으로 분류된다[1]. 거시적 관점의 접근 방식에서는 길이나 도로, 교차로, 교통 신호 등과 같은 차량의 이동성을 결정하는 제한 요소들이 고려된다. 또한 트래픽 밀도, 트래픽 흐름 그리고 초기 차량 분포 같은 차량 트래픽의 발생에 영향을 미치는 요소들도 고려된다. 반면 미시적 관점의 접근 방식에서는 차량의 개별적인 차량 움직임에 중점을 맞추고 다른 차량들에 의한 차량의 움직임도 고려된다.

보다 체계적인 차량 이동성 모델 분류를 위해서는 차량 이동성에 대한 제한 요소와 트래픽 발생 요소를 살펴볼 필요가 있다. 차량 이동성 제한 요소는 실제로 차량들이 어떻게 움직일 것인가를 결정하게 되는데 앞서 설명한 바와 같이 거시적 관점의 제한 요소는 도로나 빌딩 등이 될 수 있고, 미시적 관점에서는 주변의 차들이나 보행자 또는 운전자의 습관, 차의 종류에 따라서 한정된 길의 차이 같은 것들이 포함된다. 반면에 차량 트래픽 발생 요소의 경우 다양한 형태의 차량 분포와 이들 차량과의 상호작용을 고려하게 된다. 거시적 관점에서 트래픽 발생 요소는 트래픽

* 중신회원

† 본 연구는 2009년 정보(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (과제번호: 2009-0064397).

밀도가 해당되고 미시적 관점에서는 차들 사이의 거리나 가속 또는 감속 같은 성질들이 포함된다. 이러한 점을 고려하여 실제 차량 이동성 모델에서 고려할 사항들은 다음과 같다.

- 정확하고 사실적인 위상 지도 : 지도들은 서로 다른 길의 밀집성을 다룰 수 있어야하고 여러 개의 차선을 포함해야하며 속도와 도로의 다른 카테고리들을 다룰 수 있어야 한다.
- 부드러운 가속과 감속 : 차량들이 갑작스레 움직이거나 멈추지 않기 때문에 부드러운 감속이나 가속 모델은 고려되어야한다.
- 장애물 : 이동성과 무선 통신 장애를 포함한 넓은 의미의 장애물들을 고려해야 한다.
- 인기 지점 : 어떤 운전자가나 알고 있듯이 출발점과 도착점은 결코 무작위적이라고는 볼 수 없다. 대체로 운전자들은 거의 같은 목적지를 가지고 운전한다. 그리고 이러한 목적지는 병목현상을 만들게 된다. 따라서 이러한 특정 인기 지점을 고려할 필요가 있다.
- 시뮬레이션 시간 : 트래픽의 밀도는 러시아워나 특별한 이벤트에 따라 급변하게 되므로 이를 고려한 시뮬레이션 시간 설정이 필요하다.
- 차량의 무작위적이지 않은 분포 : 실제 생활에서 관찰되듯이 차들의 출발위치는 무작위적으로 분포되어있지 않고 시간에 따라 집이나 사무실 또는 쇼핑몰 같은 선호되는 곳에 위치한다.
- 지능적인 운전 패턴 : 운전자는 그들의 환경과 상호작용 하기 때문에 정적인 장애물만 고려할 것이 아니라 주위의 차나 보행자 같은 동적인 장애물도 고려해야한다. 따라서 이동성 모델은 차량의 추월이나 교통 혼잡, 선호하는 경로, 보행자와 만났을 때의 사고 예방 행위 등을 조절할 수 있어야 한다.

3. 차량 이동성 모델 분류

일반적으로 차량 이동성 모델은 그림 1과 같이 네 가지로 분류된다[1]. 합성(Synthetic) 모델은 수학적인 모델들을 기반으로 차량 이동성을 모델링하는 반면 트래픽 시뮬레이터 기반의 모델은 구체적인 교통량 시뮬레이터로부터 추출되어 나온 정보를 바탕으로 차량 이동성을 모델링하게 된다. 서버이 기반의 모델은 통계 정보를 바탕으로 차량 이동성 모델을 도출한다. 트래이스 기반 모델은 실제 차량의 이동 패턴을 분석하여 모델을 도출한다.

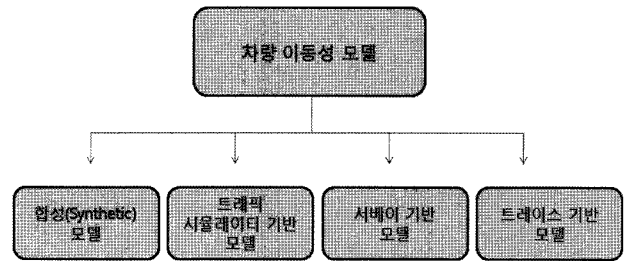


그림 1 차량 이동성 모델의 분류

3.1 합성 모델

가장 잘 알려진 합성 모델의 경우 차량 네트워크 환경에서의 실제 물리적 효과를 반영하여 수학적 모델을 개발하는데 초점을 맞추고 있다. 합성 모델은 다음과 같은 5가지 분류로 구별된다. 확률적 모델의 경우 순수한 랜덤 이동을 포함한 모든 이동성 패턴을 포함하는 모델이고 트래픽 스트림 모델의 경우 유체역학 현상에 기반하여 차량 이동성을 파악한다. 차량 추종 모델의 경우 운전자에 따른 차량의 이동성 패턴을 모델링하는 반면, 큐잉 모델의 경우 차를 클라이언트라고 생각하고 도로를 FIFO 큐로 가정한 모델이다. 행위 모델은 각각의 움직임들이 어떤 사회적 영향에 의해 정해진 행동적인 룰을 따른다고 보는 모델이다.

이러한 수학적 모델을 유효하게 하기 위해서는 실제 이동성과의 비교가 필요하다. 이를 위해 실제로 측정된 트래픽 패턴과 합성 모델의 결과를 비교하는 연구가 진행되었다. WWM(Weighted Waypoint Model)[2]은 실제 자취를 기반으로 튜닝된 모델이며 합성 모델의 유효성을 검증하기 위한 모델 중의 하나이다. 제안된 WWP(Weighted Way Point) 이동성 모델은 캠퍼스 환경에서 보행자들의 이동성 패턴을 특성화하여 어떤 목적지가 선호되는지를 파악한다. 여기서 사용된 파라미터들은 USC 캠퍼스에서의 조사된 이동성 데이터를 사용해 무선 네트워크 자취로 그려진 것과 비교하여 그 값을 추정할 수 있다. 이 모델은 모바일 애드혹 네트워크 환경에서 널리 사용되는 랜덤 웨이 포인트 모델에 선호도(preference)의 개념을 추가한 모델이라고 할 수 있다. FleetNet Movement Patterns로도 알려진 HWGui[3] 모델은 고속도로에서의 차량의 움직임의 패턴을 시각화하고 평가하고 변환한다. 이 모델은 실시간적으로 수집된 실제 독일의 고속도로의 트래픽에 기반하여 시간에 의지하는 고속도로 트래픽 패턴을 생성한다.

합성 모델의 가장 큰 단점은 인간 행동에 대한 현실적인 측면이 결여되어 있다는 점이다. 즉, 보다 현실적인 이동성 모델을 도출하기 위해서는 랜덤한 이

동성이 아닌 행동 이론(behavioral theory)를 고려할 필요가 있다.

3.2 서베이 기반 모델

앞서 설명한 바와 같이 보다 현실적인 이동성 모델을 위해서 행동 이론을 고려하는 것이 가능하다. 또한 통계적으로 수집된 실제 사회 행동과 비교하여 이동성 모델을 보정하는 것도 가능하다. 미국 사회의 대규모의 사회 행동분석으로는 노동부에서 제공하는 서베이 조사 결과를 이용할 수 있다. 미국 노동부는 미국 근로자들의 대화 시간, 점심시간, 여행 거리, 선호하는 정당 등을 포함한 광범위한 통계를 모으고 조사하기 위해 설립되었다. 이러한 통계들을 이동 모델에 포함하여 실제 일상의 도시 트래픽에서 발견되는 랜덤하지 않은 행동을 재현할 수 있는 일반적인 이동 모델을 개발할 수 있다. 국내의 경우 통계청 등에서 수집된 자료를 활용하는 것이 가능할 것이다.

이러한 서베이 기반 모델로는 UDel 이동성 모델이 있다[4]. UDel 이동성 모델은 앞서 언급한 미국 노동부의 조사 결과인 'Urban planning and traffic engineering communities' 등과 같은 자료를 이용하여 보행자와 자동차들의 이동성 패턴을 도출하게 된다. 이를 바탕으로 한 시뮬레이터의 경우 출근 시간, 점심시간, 휴식 시간, 보행자들과 차들의 역학, 그리고 미팅의 규모, 빈도, 지속시간 등을 시뮬레이션 할 수 있다. 한편 일정표 기반 이동성 모델은[5] 사회적 행동들이나 지리적인 이동들을 결합한 모델이다. 본 모델에서 노드의 이동성은 그 날의 모든 행동들을 포함하고 있는 개인적 일정표(agenda)를 바탕으로 한다. 그리고 행동 분포나 행동 지속 시간의 분포 등은 'US National Household Travel Survey'에서 조사된 데이터에서 정보를 얻을 수 있다.

3.3 트레이스 기반 모델

합성 모델의 다른 주요 문제점 중의 하나는 현실성 있는 차량의 이동성을 모델링하기 위해서는 아주 복잡한 수학적 식이 필요하다는 것이다. 이러한 과정은 아주 복잡하고 시간이 많이 걸리는 작업이기 때문에 또 다른 형태의 이동성 모델인 트레이스 기반 모델에서는 실제 차량의 이동 자취를 측정하여 여기서 일반적인 이동성 패턴을 파악하는 과정을 거치게 된다. 트레이스 기반 모델 도출에서의 가장 어려운 부분은 직접 측정되지 않은 자취로부터 패턴을 추측해 내는 것에 있다. 즉, 이러한 패턴 추측을 위해서는 복잡한 수학적, 통계학적 처리가 필요하게 된다. 뿐만

아니라 특정 환경에서 도출도니 트레이스 기반의 모델은 다른 환경에서는 적용하기 어려운 경우가 존재한다. 예를 들어 버스 시스템에서 이동성 자취를 얻었다면 그로부터 추정된 모델은 개인 자가용들의 트래픽에는 적용될 수 없다는 것이다. 또 다른 한계점은 트래픽 모델을 도출하기 위해 필수적인 충분한 양의 트레이스 정보가 많이 존재하지 않는다는 점이다. 실제로 여러 연구 그룹에서 테스트베드를 통해 트레이스를 얻어내고 있지만 겨우 수개월이나 수년정도밖에 사용할 수 없는 것이 현실이다. 이러한 문제 해결을 위해서 Los Alamos 연구실 등에서 매우 실제적인 차량 자취를 만들어내는 매우 복잡한 시뮬레이터를 개발하였으나 시뮬레이터의 복잡함 덕분에 자취 생성 시간이 수시간에서 수일정도까지 걸리는 문제가 있다.

이러한 한계에도 불구하고 트레이스 기반의 이동성 모델 개발을 위한 연구가 활발히 진행되었다. [6]에서 Tuduce와 Gross는 취리히의 ETH에서의 캠퍼스의 무선랜으로부터의 실제 데이터를 기반으로 이동성 모델을 도출하였다. 본 모델에서는 사각형의 영역들로 지역을 나누고 인접한 사각형으로부터 데이터 전이가 일어날 확률을 유도하였다. [7]에서는 전형적인 실제 움직임 보이는 확률 이동성 모델을 만들기 위해 자취가 생성되는 실제 지도의 공간 정보와 AP와 WiFi 사용자 사이의 association 데이터 같은 무선 자취를 결합했다. 이를 바탕으로 현재 위치와 이전 위치, 경로의 출발점과 도착점을 고려한 이산 시간 마르코브 체인을 유도하였다. [8]에서는 밀도가 높지 않은 네트워크 환경에서 사용자의 이동성 특성을 추출하기 위한 측정 기술을 개발하였다. 특히, 시간에 따른 유저들의 위치를 유도하였는데 특이한 점은 기존의 수학적 모델에서의 가정과는 달리 속도와 멈추는 시간이 log-normal 분포를 따른다는 점을 확인하였다. 또한 움직임의 방향은 도로의 방향에 크게 영향을 받는다는 점을 확인하고 균일한 분포를 사용해서는 적합한 이동성 모델을 유도하기 어렵다는 사실을 확인하였다. 하지만 이러한 연구에서 노드들 사이의 상호관계를 고려되지 않았다. [9]에서 유저의 이동성은 AP에 연결하는 시간과 관련한 semi-Markov process와 Markov Renewal Process를 통해 모델링 되어졌다. 앞선 연구들과 다르게 이 연구에서는 서로 다른 시간 간격동안 사용자의 이동성이 어떻게 시간과 상호관련 되어있는지가 모델에 반영되었다. [10]에서는 밀도가 높지 않은 네트워크 환경에서 사용자의 이동성에 의한 상호 접촉 시간을 iMote를 이용하여 분석하였다. 그 결

과 수학적 모델에서 널리 받아들여지고 있는 가설과 다르게 내부 접촉 시간은 지수 분포가 아니라 power-law 분포를 따르고 있다는 새로운 점이 발견되었다.

트레이스 기반 이동성 모델 연구를 통해 특정 환경에서 보다 현실적인 이동성 모델을 유도할 수 있었으며 이러한 결과를 통해 이동 속도와 멈추는 시간의 분포가 log-normal 분포를 따른다는 점과 내부 접촉 시간이 power-law 분포를 따른다는 것이 보고되었다.

3.4 트래픽 시뮬레이터 기반 모델

수학적으로 유도된 합성 모델들을 다듬고 실제의 이동경로나 행동들의 관측을 반영하기 위해 트래픽 시뮬레이터 기반 모델이 연구되었다. PARAMICS, CORSIM, VISSIM 또는 TRANSIMS 등의 트래픽 시뮬레이터들이 도시의 소지역 교통량과 에너지 소비 등을 시뮬레이션 하기 위해 사용될 수 있다. 그러나 이러한 트래픽 시뮬레이터들은 네트워크 시뮬레이터에는 바로 사용하기에 적합하지 않다. 왜냐하면 널리 사용되는 네트워크 시뮬레이터들에 대한 인터페이스가 아직 개발되지 않았고 이동경로 등과 같은 정보도 서로 호환되지 않기 때문이다. 따라서 트래픽 시뮬레이터 기반의 모델을 효과적으로 사용하기 위해서는 교통량 시뮬레이터 복잡성을 고려하는 많은 변수를 어떻게 잘 조종할 것인가를 고려해야 한다. 왜냐하면 차량 네트워크 시뮬레이터가 필요한 세밀함의 정도는 교통량 분석이 요구하는 그것과 다를 수 있기 때문이다. 또한 상업적 트래픽 시뮬레이션 모델은 라이선스를 구입하는데 수천 달러의 비용이 들기 때문에 학술 연구에서 널리 사용되기 어려운 점도 있다.

4. 차량 네트워크 이동성 지원 시뮬레이터

앞서 설명한 차량 이동성 모델과 함께 차량 네트워크에서 다양한 시뮬레이션을 수행할 수 있는 시뮬레이터가 여러 연구를 통해 개발되고 있다. 본 장에서는 해당 홈페이지를 통해 자유롭게 다운받아 시뮬레이션을 수행할 수 있는 오픈 차량 네트워크 시뮬레이터의 특징을 정리한다.

4.1 VanetMobiSim[11]

VanetMobiSim은 CANU 이동성 시뮬레이션 환경(CanuMobisim)을 확장한 것으로 사용자의 이동성 모델링의 구성이 자유롭다. CanuMobiSim은 자바를 기반으로 하여 다양한 포맷의 이동성 경로를 생성시킬 수 있는데 이는 NS2, GloMoSim, QualNet 등과 같은 다른 시뮬레이션 툴과 연동이 가능하다. VanetMobiSim

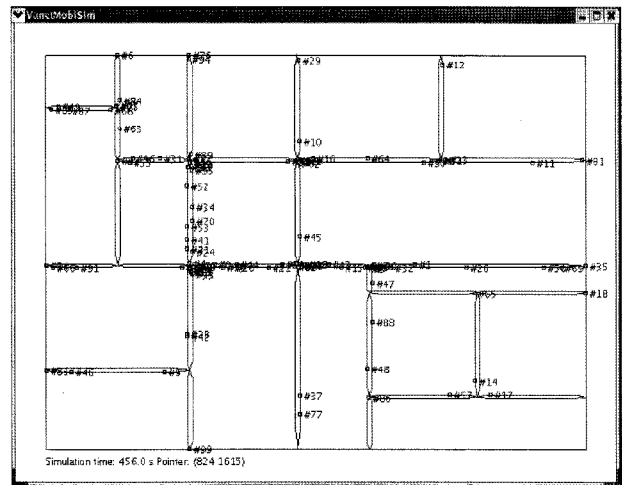


그림 2 VanetMobiSim 실행 모습

은 CanuMobiSim에서 차량의 이동성과 거시적 관점, 미시적 관점에서의 현실적 차량 이동 모델부분을 중점으로 하여 확장되었다. 거시적 관점에서 VanetMobiSim은 US Census Bureau TIGER/Line에서 제공되는 지도 및 Voronoi tessellation을 이용하여 랜덤하게 생성된 지도들을 나타낼 수 있다. 또한 다차선 도로를 나타내거나 교차로에서의 속도 감소 등을 표현할 수 있다. 미시적 관점에서 VanetMobiSim은 실제적인 차량 간, 혹은 차와 기지국 사이의 상호작용을 제공하는 새로운 이동성 모델 또한 개발할 수 있다. 또한 주변의 차량들에 따라 자신의 속도를 조절하거나 서로를 추월하고 교차로에서의 교통 신호등에 맞추어 행동하는 등의 차량 움직임을 시뮬레이션 할 수 있다.

4.2 SUMO[12]

Simulation of Urban Mobility(SUMO)는 미시적 도로 트래픽 시뮬레이션 도구로서 전체의 도로 네트워크를 다루기 위해 차량 각각의 미시적 도로 트래픽을 디자인하고 시뮬레이션 할 수 있다. German Aerospace Centre의 Institute of Transport Research와 Centre for Applied Informatics(ZAIK)의 연구원들에 의해 개발되었으며 홈페이지를 통해 주요 어플리케이션과 몇 가지 사례들을 다운로드 받을 수 있다. SUMO의 시뮬레이션에서는 차량 충돌은 가정하지 않는 대신 다양한 종류의 차량을 등록하는 것이 가능하다. 또한 다차선 도로를 생성하고 그 내에서 차량의 차선을 변경할 수 있다. SUMO는 빠른 속도의 GUI(graphical user interface)와 다이내믹 라우팅을 지원하며 한번에 10000 개까지의 도로를 생성할 수 있다. 또 다른 SUMO의 장점은 오픈 소스에 기반하여 개발되어 높은 확장성을 가진다는 점이다. 또한 많은 네트워크 포맷들

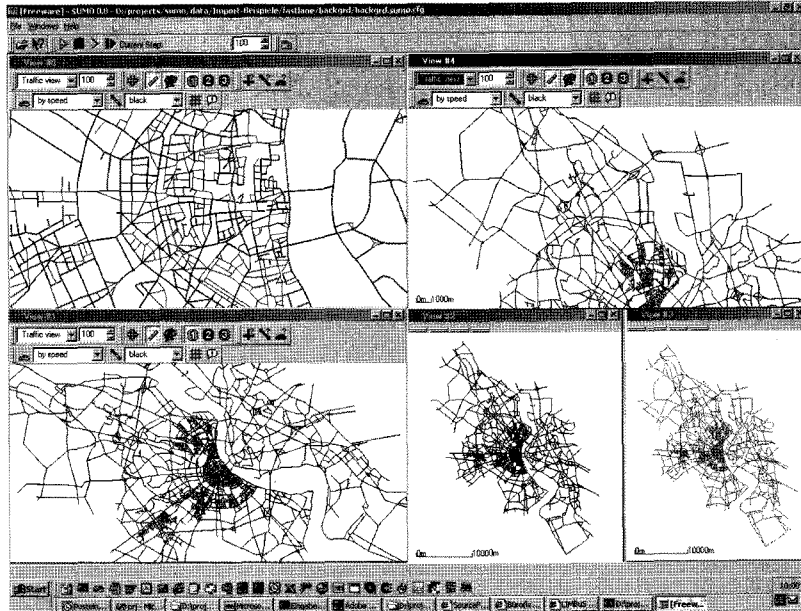


그림 3 SUMO 실행 모습

(OpenStreetMap, Visum, Vissim, ArcView, XML-Descriptions)과 연동이 가능하며 수행 속도 또한 빠르다.

4.3 GrooveNet[13]

GrooveNet은 새로운 이동성 모델들을 추가하기 쉽도록 정의된 모델 인터페이스를 가진 모듈러 이벤트 기반 시뮬레이터이다. GrooveNet은 동시에 수천개의 차량을 시뮬레이션 하는 것이 가능하고, 시뮬레이트된 차량과 현실 세계의 차량 간 커뮤니케이션을 지원한다. 또한 네트워킹, 보안, 어플리케이션, 그리고 차량 간의 상호작용을 위한 새로운 모델을 추가시키는 것이 가능하다. GrooveNet은 다양한 네트워크 링크와 물리 계층 모델에서 서로 다른 종류의 차량들과 이동성 모델을 지원한다. 또한 차량 간의 상호작용을 나타내기 위해 GrooveNet은 GPS 모델에서 시뮬레이트된 간단한 교통 신호와 차선 변경, 그리고 차량의 속도 등을 포함하고 있다. 특히 GrooveNet에는 차량 간의 교류를 정확하게 나타내기 위해서 차의 간격, 교통 신호, 차선 변경이 가능하며 차량, 기지국, 모바일 게이트웨이을 나타내는 3개의 노드가 존재한다. GrooveNet은 GPS 메시지나 긴급, 경고 메시지와 같은 여러 종류의 메시지를 지원하는데 이러한 메시지들은 주기적으로 주위 차량들에게 브로드 캐스팅 된다. 시뮬레이션을 통해 메시지의 지연율이나 도달범위를 연구할 수 있다. GrooveNet의 그래픽 인터페이스는 미국 지역을 기반으로 수천개의 차량을 자동으로 생성시키기 쉽게 구성되어 있고, 그 안의 모든 차량들은 그 도시의 도로 제한 속도를 지키도록 규정된다.

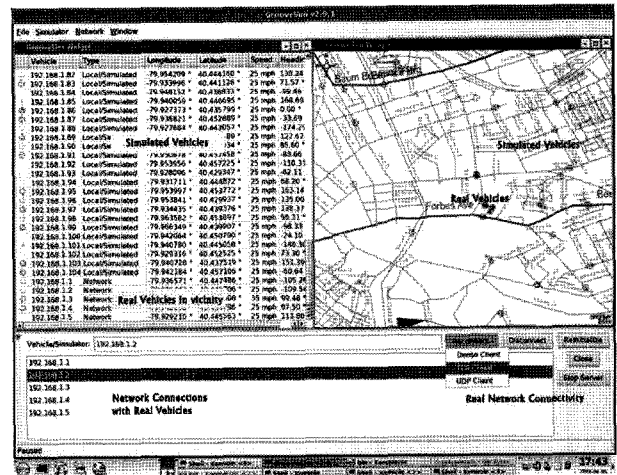


그림 4 GrooveNet 실행 모습

4.4 NCTUns[14]

NCTUns는 National Chiao Tung University에서 만든 높은 정확도와 확장성을 가진 네트워크 시뮬레이터로 유선과 무선 IP 네트워크, 광 네트워크, 무선 차량 네트워크 등의 다양한 시뮬레이션이 가능하다. NCTUns는 kernel re-entering 방법론을 이용하여 기존의 네트워크 시뮬레이터인 ns-2나 OPNET에서는 볼 수 없던 다양한 장점들을 제공한다. 특히 현실 세계에 존재하는 외부의 호스트는 NCTUns에서 시뮬레이트된 네트워크 내의 노드와 TCP 연결을 통해 패킷을 주고 받는 것이 가능하다. 또한 현실 세계의 호스트들은 NCTUns 내부의 노드를 통하여 패킷을 주고 받는 것 또한 가능하다. 이러한 특징은 현실 세계의 장치들의 기능과 성능을 시뮬레이트된 네트워크 상황 안

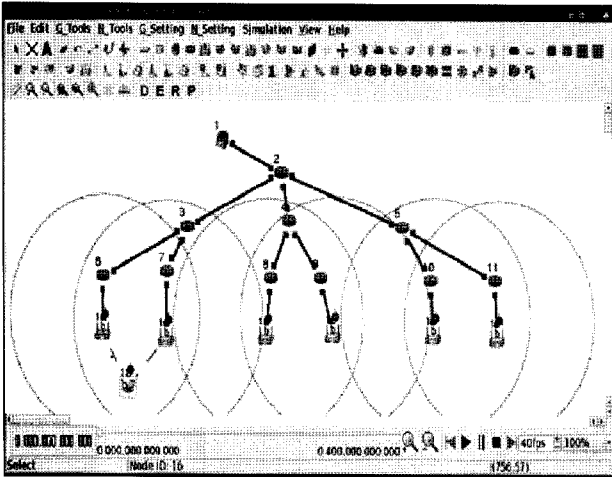


그림 5 NCTUns 실행 모습

에서 테스트할 수 있다는 점에서 매우 유용한 장점이 된다. 또한 실제 리눅스의 TCP/IP 프로토콜 스택을 직접 사용하여 실제와 유사한 시뮬레이션 결과를 도출할 수 있다. NCTUns는 많은 중요한 프로토콜들을 시뮬레이트 할 수 있는데 NCTUns가 지원하는 프로토콜의 예로는 IEEE 802.11e Mobile IP, RIP, OSPF, UDP, TCP, RTP/RTCP/SDP, HTTP, FTP, Telnet 등이 있고 특히, 차량 네트워크를 위한 IEEE 802.11p 표준을 지원한다.

4.5 PARAMICS[15]과 VISSIM[16]

Quadstone Paramics는 3D 애니메이션을 이용한 첫 마이크로 시뮬레이션 툴로 시뮬레이션 모델과 네트워크 요구에 기초가 되는 원인과 영향을 보여준다. 오늘날 Quadstone Paramics는 모델의 자세함을 증가시키기 위하여 풍부한 프레젠테이션과 그래픽을 제공하는 트래픽 마이크로 시뮬레이션 툴을 위한 3D 그래픽을 위한 표준을 만드는 것을 계속하고 있다.

VISSIM은 미시적이고 행동을 기반으로 하는 다양한 목적의 트래픽 시뮬레이션 프로그램이다. 많은 공

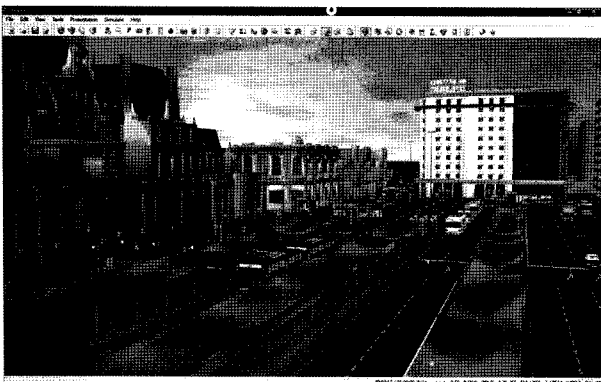


그림 6 PARAMICS 실행 모습

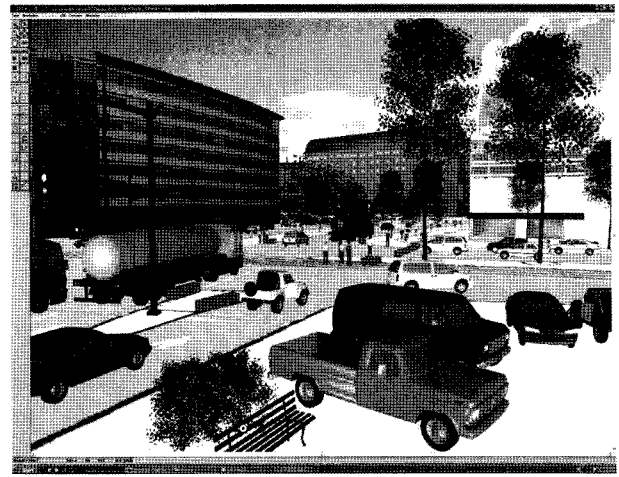


그림 7 VISSIM 실행 모습

학 분야들에 있어서 시뮬레이션은 복잡한 기술 시스템들을 최적화할 수 있는 필수적인 도구가 되었다. 이것은 트래픽 공학에도 마찬가지인데 따라서 시뮬레이션의 가치는 그만큼 높고, 비용을 절감할 수 있는 도구가 된다. VISSIM은 개인과 공공의 운송수단을 아우르는 도시와 고속도로 어플리케이션에 대한 넓은 다양성을 제공한다. 또한 복잡한 트래픽 조건에서도 이전에는 볼 수 없었던 현실적 트래픽 모델을 제공하는 세밀한 비주얼화가 가능하다.

5. 결론

차량 네트워크는 학계 및 산업분야 모두에서 각광받는 최신 기술로 향후 지능형 교통 시스템(ITS: Intelligent Transport System) 관련 응용은 물론 다양한 정보통신 서비스 및 인터넷 서비스를 제공하게 될 것이다. 이러한 차량 네트워크는 기존의 이동통신망과는 달리 높은 이동성과 주위 환경에 의한 이동 방향 결정, 시간/공간에 따른 트래픽 부하 변경, 운전자의 행위 등이 종합적으로 이동성에 영향을 끼치게 되므로 이러한 다양한 요소들을 종합적으로 고려한 새로운 차량 이동성 모델 개발 연구가 대두되고 있다. 본 고에서는 이러한 연구 결과들을 정리하고 실제 차량 네트워크 환경에서 사용할 수 있는 다양한 시뮬레이터들을 소개하였다. 이러한 내용을 바탕으로 차량 네트워크에서의 새로운 통신 프로토콜 개발 및 응용 개발에 대한 성능 분석 및 비교가 향후 보다 활발히 진행될 것을 기대해 본다.

참고문헌

- [1] J. Haerri, F. Filali, and C. Bonnet, "Mobility Models for Vehicular Ad hoc Networks: A Survey and

Taxonomy,” Research Report, RR-06-168.

[2] W. Hsu, K. Merchant, H. Shu, C. Hsu, and A. Helmy, “Weighted Waypoint Mobility Model and its Impact on Ad Hoc Networks,” *ACM Mobile Computing Communications Review*, vol. 9, no 1, pp. 59-63, Jan 2005.

[3] HWGui Project, <http://www.informatik.uni-mannheim.de/pi4.data/content/projects/hwgui/>

[4] UDel Models, <http://udelmodels.eecis.udel.edu/>

[5] Q. Zheng, X. Hong, and J. Liu, “An Agenda-based Mobility Model,” in *Proc. IEEE Annual Simulation Symposium 2006*, April 2006.

[6] C. Tudece and T. Gross, “A Mobility Model Based on WLAN Traces and its Validation,” in *Proc. IEEE INFOCOM 2005*, March 2005.

[7] J Yoon, B.D. Noble, M Liu, M Kim, “Building realistic mobility models from coarse-grained traces,” in *Proc. ACM MobiSys 06*, 2006.

[8] M Kim, D Kotz and S Kim, “Extracting a Mobility Model from Real User Traces,” in *Proc. IEEE INFOCOM 2006*, April 2006.

[9] J. Lee and J. Hou, “Modeling Steady-state and Transient Behaviors of User Mobility: Formulation, Analysis, and Application,” in *Proc. ACM MOBIHOC 06*, May 2006.

[10] A. Chaintreau, P. Hui, J. Crowcroft, C. Diot, R. Gass, and J. Scott, “Impact of Human Mobility on the Design of Opportunistic Forwarding Algorithms,” in *Proc. IEEE INFOCOM 06*, April 2006.

[11] VanetMobiSim, <http://vanet.eurecom.fr>.

[12] SUMO, <http://sumo.sourceforge.net>

[13] GrooveNet, <http://www.seas.upenn.edu/~rahulm/Research/GrooveNet/>

[14] NCTUns, <http://nsl.csie.nctu.edu.tw/nctuns.html>

[15] Paramics, <http://www.paramics-online.com/>

[16] VISSIM, <http://www.ptvamerica.com/vissim.html>



백상현

2005 서울대학교 전기컴퓨터공학부 (박사)
 2005~2006 캐나다 워털루 대학교 박사후연구원
 2007~현재 고려대학교 전기전자전파공학부 조교수
 관심분야 : 차량 네트워크, 무선 MAC 프로토콜, 이동성 지원, 미래 인터넷

E-mail : shpack@korea.ac.kr



이기원

2009 고려대학교 전기전자전파부 (학사)
 2009~현재 고려대학교 전기전자전파부 석사과정
 관심분야 : 차량 네트워크, 무선 MAC 프로토콜, 이동성 지원 기법

E-mail : pluskw@korea.ac.kr



정필규

2009 고려대학교 전기전자전파부 (학사)
 2009~현재 고려대학교 전기전자전파부 석사과정
 관심분야 : 차량 네트워크, 무선 MAC 프로토콜, 이동성 지원 기법

E-mail : jpk03@korea.ac.kr