

차량 트래픽 시뮬레이션 시스템의 설계 및 구현

노기석, 조형제
동국대학교 멀티미디어학과

Design and Implementation of Vehicle Traffic Simulation System

Ki-Seok Roh, Hyung Je Cho
Dept. of Multimedia, Dongguk University

요 약

기존 차량 트래픽 시스템 관련 연구들은 신호동체계 보다 차선변경을 중요시하고, 차량의 목적지 없이 랜덤으로 주행하므로 사실성이 저하된다. 본 논문에서는 차량 트래픽의 사실성을 높이기 위해 신호동체계를 도입하고 출발지와 목적지 등을 부여한다. 또한 출발지점과 목적지점의 차량 트래픽량을 제어하고, 출발지점에서 목적지점까지의 최적경로를 찾아 주행하는 방법에 대해 설계하고 구현한다.

1. 서론

차량 시뮬레이터를 만들기 위해서는 유저가 제어하는 독립주행 차량과 자동으로 주행되는 주변 차량에 대한 고려가 필요하다. 독립주행 차량에 대한 고려는 주로 자동차 역학과 관련된 내용이다. 주변차량에 대한 고려는 차량 트래픽 시스템에 대한 고려이다. 기존 차량 트래픽 시스템 관련 연구들은 신호동체계 보다 차선변경을 중요시하고, 차량의 목적지 없이 랜덤으로 주행하므로 사실성이 저하된다.

차량 트래픽 시스템을 만들기 위해서 많이 사용된 방법은 시나리오 스크립트 기반(Scenario Script-based)의 방법, 유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 사용하여 학습된 정보를 바탕으로 하는 방법, 규칙 기반(Rule-Based)을 바탕으로 하는 방법이 있다. 시나리오 스크립트 기반의 방법은 작성 언어 및 파서(Parser) 개발이 필요하며 시나리오를 작성하는 수작업 필요성이 필요하다는 단점이 있으며 유전자 알고리즘을 이용해 학습한 경우에는 결과는 좋지만 별도의 학습시간이 필요하며 구현이 너무 복잡하다는 단점이 있다. 규칙기반의 방법은 구현이 설계 및 구현이 간단하다는 장점이 있어 본 논문에서는 규칙기반의 방법을 사용하였다.

본 논문에서는 차량 트래픽의 사실성을 높이기 위해 신호동 신호동체계를 도입하고 출발지와 목적지 등을 부여한다. 또한 출발지점과 목적지점의 차량 트래픽량을 제어하고, 출발지점에서 목적지점까지의 최적경로를 찾아 주행하는 방법에 대해 설계하고 구현한다.

본 논문의 구성을 살펴보면 2장에서는 전체적인 차량 트래픽 시스템의 구조를 설명하고, 3장에서는 신호동과 지형의 구성과 4장에서는 실험결과를 보여주고, 5장에서는 결론을 맺는다.

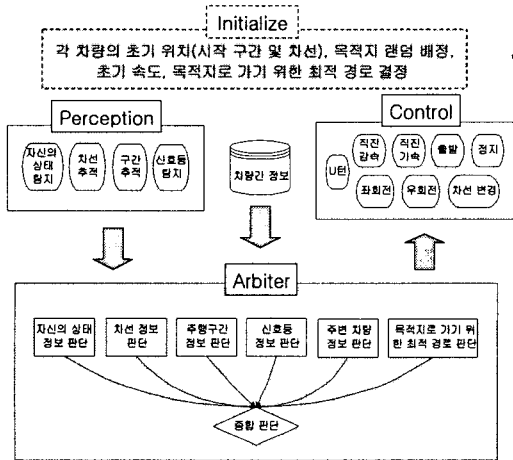
2. 시스템 구조도

본 논문의 차량 트래픽 시스템에 대한 구조는 [그림1]과 같다. 설계한 차량 트래픽 시스템은 인지(Perception), 중재자(Arbiter), 제어(Control) 단계 등의 3부분으로 구성한다. [그림1]에서 보듯이 탐지(Perception) 단계에서는 주행중인 차량 자신의 상태와 신호등을 탐지하고 차선 및 구간을 추적한다.

중재자(Arbiter) 단계에서는 탐지(Perception) 결과로 얻어진 정보와 차량간 정보를 기반으로 향후 주행을 위한 판단을 하여 제어 단계에 정보를 전달한다.

또한 제어(Contro) 단계는 중재자(Arbiter) 단계에서

판단된 결정에 따라 실제 주행을 제어하는 역할을 담당한다.



[그림 1] 구조

2.1 탐지(Perception)단계

탐지 단계는 판단을 위한 기본 정보들을 [표1]과 같이 주행 중인 차량 자신의 상태와 신호등을 탐지하고 차선 및 구간 등을 탐지한다.

탐 지	내용
자신의 상태 탐지	주행 차량의 속도 · 회전값 · 감빡이
차선 추적	현 주행 중인 차선
구간 추적	현 주행 중인 구간
신호등 탐지	신호등과의 거리, 신호색

[표 1] 탐지 단계

즉, 주행 차량의 속도 · 회전값 · 감빡이를 감지하는 자신의 상태 탐지, 현재 주행 중인 구간 및 차선이 어느 구간 어느 차선인지를 감지하는 구간추적과 차선추적, 현재 구간에 영향을 미치는 신호등과의 거리와 어떤 신호(빨강등, 주황등, 녹색등, 좌회전등)인지를 감지하는 신호등 탐지를 하여 중재자가 필요로 하는 정보를 제공해준다. 여기서 구간의 정의는 [그림2]와 같이 도로의 구역을 의미한다.

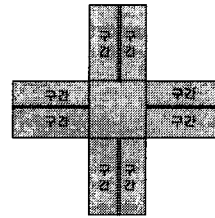


그림 2. 구간

2.2 중재자(Arbitr) 단계

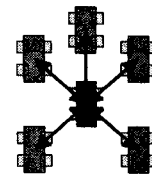
중재자 단계에서는 탐지 단계에서 얻어진 정보와 차량간 정보를 기반으로 향후 주행을 위한 판단을 하여 제어 단계에 정보를 전달한다.

이러한 판단의 정보들은 [표2]와 같으며 이를 바탕으로 종합 판단을 하여 제어 단계에 전달하게 된다.

판 단	내용
자신의 상태 정보 판단	주행 속도(고,중,저),직진,좌회전,우회전,감속중,차선변경 등을 식별
차선 정보 판단	주행방향(직진, 좌회전, 우회전)과 현재 차선과의 부합여부 판단
주행 구간 정보 판단	현재 구간이 계산된 최적경로에 속하는지 판단
신호등 정보 판단	직진 · 좌회전 · 우회전 가능 및 신호 고려 필요 여부
주변차량 정보 판단	주변 차량의 주행상태, 충돌위험 여부 판단
목적지로 가기 위한 최적경로 판단	현재 주행구간에서 목적지구간으로 도달하기 위한 최적 경로 산출

[표 2] 1차 판단

주변 차량 정보 판단은 [그림3] 과 같이 주변 5방향의 주변 차량을 참조한다.



[그림 3] 주변 차량

앞에 기술한 6가지의 판단 결과를 토대로 종합 판단 [표 3]하여 제어 단계에서 필요한 정보를 결정한다.

제어 결정	내용
직진가속	주변차량과의 충돌 위험이 없고 주행차량이 고속이 아닐 경우
직진감속	주변 차량이 현재 주행 차선으로 차선 변경을 하는데 진입공간이 불충분하여 주행 차량이 양보를 해주어야 할 경우
출발	현재 정지상태이며 다음 구간 주행 방향(직진, 좌회전, 우회전)이 신호등 신호에 부합할 경우 현재 정지상태이고 신호등을 인지할 필요가 없는 상태이며 전방차량이 정지상태가 아닌 경우
정지	전방차량이 정지한 경우 다음구간 주행방향과 신호등신호가 부합하지 않는 경우
차선변경	다음구간으로 주행하기 위해 차선 변경이 필요하며 진입시도 차선에 최소 진입 공간이 존재하는 경우
좌회전	다음 구간 주행 방향이 좌회전이며 신호등 신호와 차선이 부합할 경우
우회전	다음 구간 주행 방향이 우회전이며 신호등 신호와 차선이 부합할 경우

[표 3] 종합판단

2.3 제어(Control) 단계

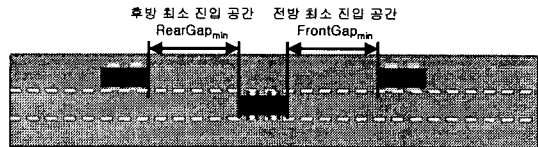
제어 단계에서는 중재자 단계에서의 판단 결정에 따라 [표 4]과 같이 주행을 제어한다.

제어	내용
직진가·감속	특정 속도로 바로 가·감속되지 않음
출발	$Current_{speed} = 0$ 일 때부터 Δt 동안 가속한다.
정지	$Current_{speed} - Deceleration_{speed} = 0$ 이 될 때까지 감속
차선변경	진입 공간이 확보되면 차선 변경 시도 전방 최소 진입공간만 확보시 목표차선의 후방차량이 양보(감속) 주행 전방 진입공간만 확보시 주행차량의 가속, 목표 차선의 후방차량 양보 주행
좌·우회전	다음 구간을 향해 필요에 따라 가·감속하면서 회전

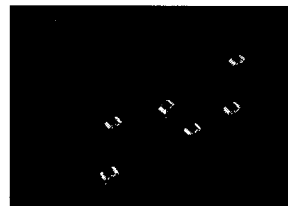
[표 4] 차량 제어

진입 공간 ($FrontGap_{current} \geq FrontGap_{min}$, $RearGap_{current} \geq RearGap_{min}$) 이 확보되면 차선 변경을 시도한다. 목표차선의 최소 전방 진입 공간

($FrontGap_{current} = FrontGap_{min}$)만 확보된 경우 진입 시도 차선의 진입 목표 차선의 후방차량이 양보(감속)를 한다. 목표차선의 전방 진입 공간($FrontGap_{current} \geq FrontGap_{min}$)만 확보된 경우 주행 차량이 가속하고 진입 시도 차선의 진입 목표 차선의 후방차량이 양보를 하여 후방 진입 공간 확보하고 차선 변경을 시도한다.



<그림 4> 최소 진입공간

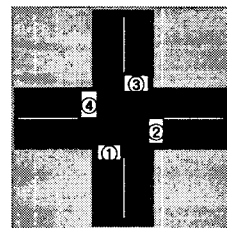


[그림5] 차선변경

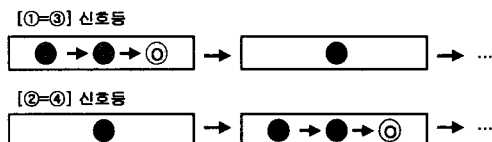
3. 신호등 체계 및 지형

3.1 신호등

본 논문에서는 동시 신호가 없는 4색 신호등만을 고려한다. [그림6]의 교차로에서는 ①번과 ③번 신호등은 서로 신호가 같으며 ②번과 ④번 신호등 또한 서로 신호가 같다. [①, ③]과 [②, ④]신호등은 [그림7]처럼 서로 동기화 한다.



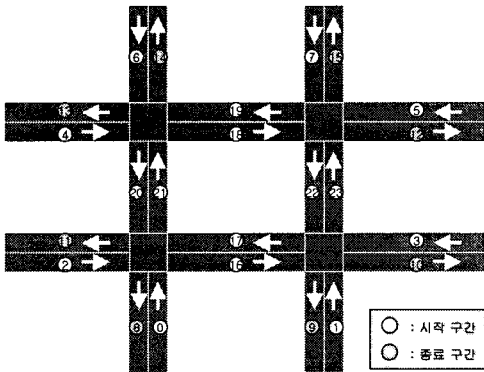
[그림 6] 교차로에서의 신호등



[그림 7] 신호등간의 동기화

3.2 지형

차량 트래픽 시스템의 지형은 출발지점과 목적지점을 부여하여 트래픽플을 고려하여 차량을 생성을 자동화하고 목적지에 도달하기 위한 최적의 경로를 통해 목적지에 도달한다. 이러한 지형을 [그림8]에서 보듯이 4개의 교차로, 총 24개의 구간으로 구성하였다.

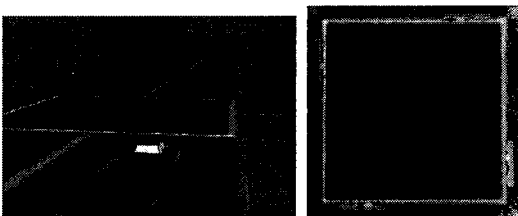


[그림 8] 지형

4. 구현 환경

본 논문의 실험 환경은 PentiumIII-1G급 PC에서 Windows 2000의 운영체제, Microsoft Visual C++ 6.0 그리고 그래픽 라이브러리 Vtree를 사용하여 구현하였다.

[그림9]는 교차로에서의 신호등을 구현한 결과를 보여주고 있다.



[그림 9] 구현된 신호등

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 신호등 체계 및 목적지 부여로 인해 기존의 가·감속 및 차선 변경 위주와 랜덤한 주행을 추구하였던 연구들보다 더 높은 사실감을 얻을 수 있

었다.

보다 사실감이 높은 트래픽 시스템을 위해서는 목적지로 도착하기 위한 최적의 경로를 찾는 알고리즘의 개선과 보다 정확한 자동차 역학 적용하는 것, U턴에 관한 고려, 그래픽적 요소 향상 (밤, 낮, 맑음, 비 등)에 대한 연구가 더 필요하다.

참고문헌

- [1] Rahul Sukthankar 외 1인, "Multiple Adaptive Agents for Tactical Driving"
- [2] Alexis Champion 외 2인, "Traffic generation with the SCANer© II simulator : towards a multi-agent architecture"
- [3] Kazi Iftekhar Ahmed, "Modeling Drivers' Acceleration and Lane Changing Behavior", 1999
- [4] Peter van Wolfelaar, "Functional Aspects of the Driving Simulator at the University of Groningen"
- [5] Peter van Wolfelaar 외 2인, "Script-based definition of complex driving simulator scenarios", 1999
- [6] Qi Yang, "A Simulation Laboratory for Evaluation of Dynamic Traffic Management Systems", 1997