

交通流のシミュレーションプログラム作成の一方法

9 Q-5

松岡 康広

溝口 実徳

伊藤 英則

世木 博久

名古屋工業大学

1 はじめに

一般道路を通行する車両の動向の予測は困難であり、道路網の構成も複雑である。本研究ではこうした道路の交通流のシミュレーションを目的とするシステムを構築した。

本システムでは容易にデータの入力や変更、実験ができるようにデータベース形式・システム操作方式の設計を行った。また、オブジェクト指向を用いることにより、様々な道路網の表現を可能にした。

2 システムの概要

シミュレーションシステムの構成を図1に示す。交通網データベースを中心として、計算機上のウィンドウシステムにより操作を行なう構成とした。

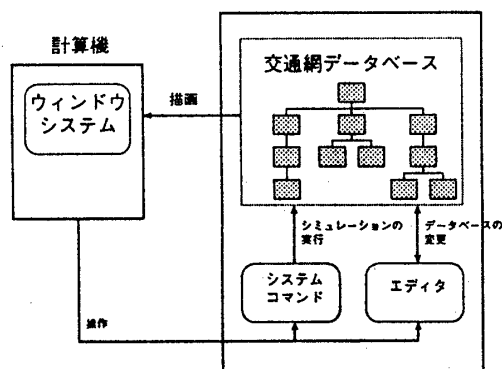


図1. システム構成

シミュレーションの対象は一般道路を通行する自動車とし、シミュレーションに用いる交通網データベースは道路と交差点を中心に設計した。このデータベースは木構造であり、各ノードはオブジェクト指向言語C++のクラスのオブジェクトをデータとして持つ。

一般道路を構成する交差点や道路にはさまざまな種類があり、交通網データベースには柔軟な形式のものが必要となる。本システムではオブジェクト指向のクラス機構を用いることにより、必要に応じて特殊な交差点や信号のクラスを新たに追加できるデータベースを実現した。

交通流のシミュレーションはこのデータベースを用いて、単位時間毎の車両の移動を計算することにより行なう。シミュレーションの結果は計算機の画面上に道路の混み具合や通行車両の速度などの形式で表示する。シミュレーションモデルには交差点における信号待ち車両の待ち行列を基本とした形式[1]のモデルを設計して使用する。

3 システム構成

システムはデータベース部とエディタ部とコマンド処理部の3つに分けられる。

a) データベース部

データベースは道路網を表1の7種の基本クラスと、基本クラスから継承機能を用いて作成する派生クラスにより構成する。オブジェクト指向の手法により、各クラスは道路の長さなどの属性パラメータを持つだけでなく、そのシミュレーションアルゴリズムもメソッドとして持つ。図2に各基本クラスの扱う対象を図示する。

表1. 基本クラスの構成

クラス名	対象
マップ	全体を統括する。
交差点	一つの交差点を扱う。
道路	交差点から交差点までの一本の道路を扱う。
バス	交差点の下位クラスで、交差点内の車両の通過路を扱う。
信号	信号を扱う。派生クラスにより一つの信号を扱う場合も、複数の信号をまとめて扱う場合もある。
進行方向	道路の下位クラスで、ある道路の一方の進行方向を扱う。
車線	進行方向の下位クラスで、一つの車線を扱う。

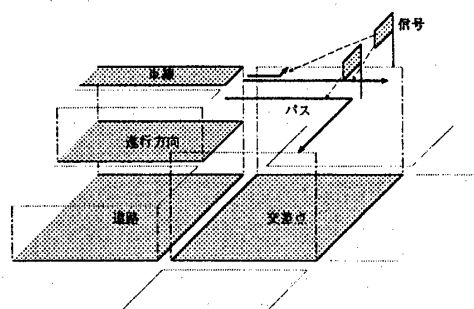


図2. データベースクラスの対象

データベースの構造は図3に示すように木構造で管理し、個々のクラスを小規模なものにした。このため、様々な組合せが可能となり多種の交差点や道路を扱うことが可能となった。特殊な交差点なども新たに派生クラスを作成することにより対応することができる。

b) エディタ部

エディタ部は道路網のデータベースを入力・変更するためのものである。交差点と道路を配置する部分と、簡単な構成を入力することにより適切な内部データをつくり出す部分

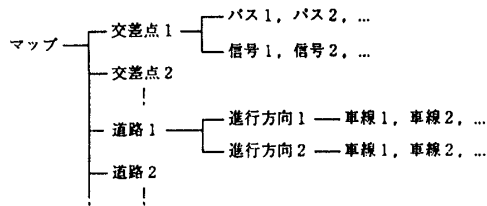


図3. 交通網データベースの構造

(簡易エディタ)と、内部データを直接編集する部分(内部エディタ)の3つに分けられる。

データの入力は、まず交差点と道路を配置し、それぞれ簡易エディタにより適当な下位クラス(車線や信号等)とそのデータを作成し、必要であれば内部エディタにより細部を修正するという順で行なう。

c) コマンド処理部

コマンド処理部は、シミュレーションの実行やデータベースの読み込み等の命令を入力し実行する部分である。

4 シミュレーションアルゴリズム

本システムではシミュレーションは2つの過程で行なう。第一過程で現在の状態から次の時点までの状態の変化を計算する。第二過程では第一過程で計算した変化量からデータベースの変更を行なう。

シミュレーションの実行はデータベースの全てのノードに対してシミュレーションの命令を送ることにより行なう。各ノードではそれぞれの持つアルゴリズムに従って必要な状態変化の計算や状態の変更を行なう。

4.1 車両の表現形式

シミュレーション領域内を移動中の車両は車線において、次のような形式の配列で表現する。バスでも同様の形式で車両のデータを持つ。

q_0 : 信号待ち状態の車両の台数

q_n : n 秒後に信号待ち状態になる車の台数 ($n = 1, 2, \dots$)

図4に例を示す。また、信号が青で車が流れている場合にも、疑似的に信号待ち車両を考える。

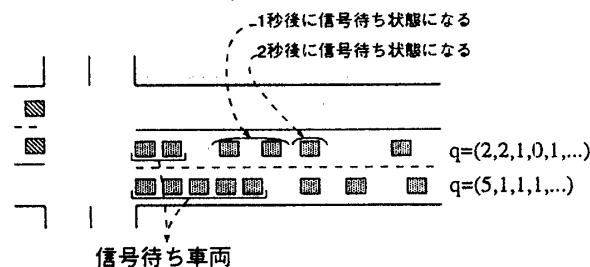


図4. 車両の表現形式

4.2 車両の移動アルゴリズム

各時点でのある車線から交差点へ進入する車両の台数は第一過程において以下のアルゴリズムで計算する。

また、交差点内の各バスにおいても車線と同様の処理を行い、車線に進入する台数を計算する。外部との境界の交差点のバスにおいては、外部からの流入車両数の計算を行い、シミュレーション系内へ車両を供給する。

1. while(信号待ち車両が存在する) begin
2. 先頭車両の進むバスを決定
3. if(バスが使用できない) then 処理を終了
4. 車両の移動の処理
5. 次の車両が進入可能になるまでの時間を計算
6. if(時間が不足) then 処理を終了
7. end

ある車線に進入する車両の台数は第一過程で求められ、第二過程でデータベース上での実際の移動が行われる。移動は次のアルゴリズムで処理する。

1. 各進入車両について、その車線の通過時間 t を計算する。
これはその道路に与えられた長さや平均速度などのパラメータから求める。
2. 求めた通過時間 t より、その車線の車両を表現する配列 q の該当する状態の車の台数 q_i に1を加える。

5 シミュレーションの実行

ウィンドウでシミュレーションの実行が選択されると、データベースにその命令が伝えられてシミュレーションが始まる。

シミュレーションの経過はデータベース内に蓄えられ、計算機の画面上にリアルタイムに出力される。出力は混雑の度合、通過車両の平均速度などを画面上の道路を表す線の色の濃さで表現する。また数値やグラフによる出力も得ることができる。

システムの出力例を図5に示す。この例では信号を持つ交差点と道路を対象とした。



● ● 交差点

---- 道路: 破線の黒の部分が大きい程度混雑していることを示す

図5. 出力例

6 まとめ

本研究では、交通流のシミュレーションモデルの提案、それを用いた交通流のシミュレータの設計・構築を行なった。今後は、このモデル・システムを評価を行なう予定である。

参考文献

- [1] 最首 和雄, 高羽 慎雄, 動的経路指示による交通流配分シミュレーション, シミュレーション技術 (II), pp.139-150, コロナ社 (1978)
- [2] 酒井 和広, 松本 健二郎, 辻 光弘, 交通流シミュレーションによる将来交通運用の検討について, 第19回日本道路会議論文集, 1015, pp.1214-1215 (1991)
- [3] 海老原 浩一, 岡本 博之 他, 交通システム工学 (2), コロナ社 (1985)