

ハイブリッドブロック密度法を用いた都市街路網の交通流シミュレータの開発：AVENUE

(株)熊谷組	正会員	堀口良太
東京都立大学	正会員	片倉正彦
千葉工業大学	正会員	赤羽弘和
東京大学生産技術研究所	正会員	桑原雅夫

1. はじめに

信号制御や交通規制などの評価に有効な、利用者の経路選択を考慮した都市街路網のシミュレーションツールは、これまでもCONTRAMやSATURNといったシステムが開発されているが、渋滞時における交通密度の管理が簡略化され過ぎていたり、交差点での個別車両の挙動が交通に及ぼす影響を表現することが不十分であるなど、いくつかの問題点が指摘される。

本稿では交差点数が数十規模の都市街路網を対象とする交通流シミュレータ・AVENUE (an Advanced & Visual Evaluator for road Networks in Urban arEas) について述べる。AVENUEは離散車両を流体近似した交通量に従って移動させるハイブリッドブロック密度法で交通流を管理する。また各車両は内包された経路選択モデルにしたがって動的に経路を選択する。

2. ハイブリッドブロック密度法

ハイブリッドブロック密度法は、与えられたリンク容量に基づく交通量管理に適した流体的表現と、車両の経路選択のモデル化が容易な離散的表現の両者を組み合わせたものである。

2.1 ブロック密度法による流量管理

交通の流体表現の一つであるブロック密度法では、リンクは単位距離で区切られたブロックに分割され、隣接するブロック間の交通量は、下流側の流入可能量と上流側の流出可能量の最小値で決定される(図1)。すなわち次式(1)(2)(3)(4)で与えられる。単位距離はスキャン時間に自由流速で進む距離である。

$$A_{out_i}(t) = \min(Kc_i, K_i(t)) \frac{dL}{dt} \quad \dots (1)$$

$$A_{in_i}(t) = \begin{cases} (K_{m_i} - K_i(t)) \frac{dL}{dt} & (K_i(t) \leq Kc_i) \\ \frac{Kc_i (K_{m_i} - K_i(t))}{K_{m_i} - Kc_i} \frac{dL}{dt} & (Kc_i < K_i(t) \leq K_{m_i}) \\ 0 & (K_i(t-1) = K_{m_i}) \end{cases} \quad \dots (2)$$

$$Q_{i,i+1}(t) = \min(A_{in_i}(t), A_{out_{i+1}}(t)) \quad \dots (3)$$

$$K_i(t+1) dL = K_i(t) dL - Q_{i,i}(t) dt + Q_{i,i+1}(t) dt \quad \dots (4)$$

ここで、
 $A_{in_i}(t)$: 第*i*ブロックの流入可能量
 $A_{out_i}(t)$: 第*i*ブロックの流出可能量
 Kc_i, K_{m_i} : 第*i*ブロックの臨界密度, ジャム密度
 $K_i(t)$: 第*i*ブロックの交通密度
 dL, dt : ブロック長およびスキャン時間
 $Q_{i,i+1}(t)$: 第*i*および第*i+1*ブロック間の交通量

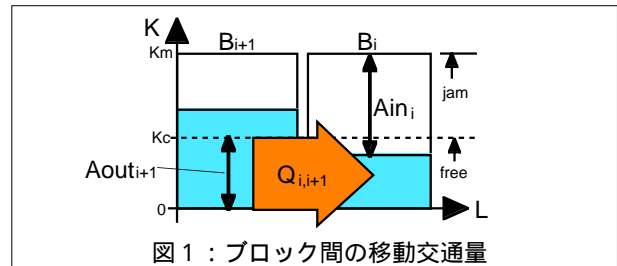


図1：ブロック間の移動交通量

2.2 ハイブリッドブロック密度法での離散車両の移動

離散車両の移動台数は、(3)で連続量として算出されたブロック間の移動交通量を切り上げることで整数化して求める。同時に各ブロックでの交通量を保存するために、切り上げによって増えた小数点以下の交通量(アンダーフロー)は補正值として保存される。次のスキャン以降ではアンダーフローの移動を優先的に行った後、離散車両を移動させる。

3. 車両の経路選択モデル

AVENUEでは一定間隔でリンク旅行時間と右左折のペナルティに基づいた経路探索を行い、各リンクの目的地別方向表示の内容を変更する。車両はリンクに流入した時点で、自分の目的地とそのリンクの方向表示を参照して次に流入するリンクを選択する。現在のところは車両は最短時間経路を選択する。

4. システムの概要

AVENUEはEWSで稼働するリアルタイムエキスパートシステムG2上に構築されている(図2)。オブジェクト指向でプログラミングされており、様々な機能や交通規制の部品化が可能になった。また道路網データ、信号制御パラメータ、OD交通量などの入力、ダイアログボックスから対話的に入力できる。

シミュレーション結果は交通状況を画面上にダイナミックに表示するほか、

- 1) 特定のリンクや経路の渋滞長情報
- 2) 特定のリンクや経路あるいはネットワーク全体の旅行時間情報
- 3) 車線占有率、パルスデータなどの感知器情報などを出力として得ることができる。

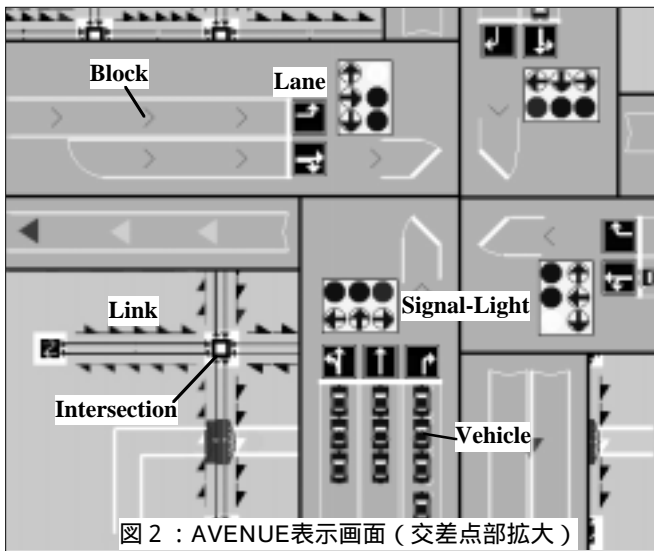


図2：AVENUE表示画面（交差点部拡大）

5. システム検証

システムの検証にあたって、京葉道路(国道14号)の緑町一丁目から両国一丁目までの4交差点、路線延長約600mの区間を対象とし(図3)、過飽和状態である8:00~10:00と非飽和の12:00~14:00の計4時間の交通量データを用いてシミュレーションを行った。図4a, 図4bは各時間帯の京葉道路の上り方向の流出交通量をサイクル毎に比較したもので、図5a, 図5bは各時間帯の京葉道路の上り方向の旅行時間をサイクル毎に比較したものである。どちらも比較的よい再現性が得られているが、図4aではシミュレーション値が実測値よりも小さくなっている。これは区間途中の両国二丁目交差点において、モデル上は直進2車線、右折1車線のレーン構成となっているが、実際は右折車線を直進車が走行しており、シミュレーションの設定よりも大きい交通容量となっているためと考えられる。

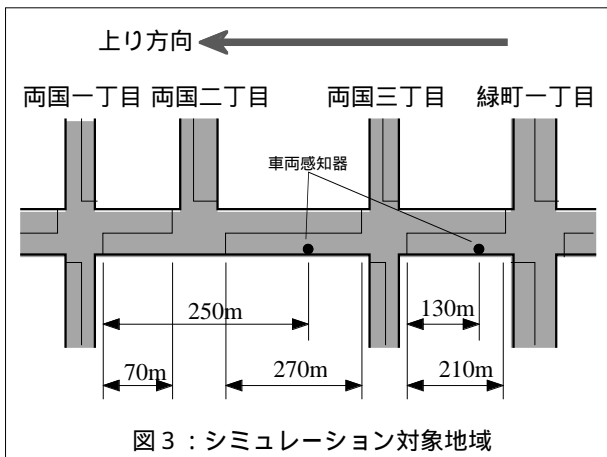


図3：シミュレーション対象地域

6. おわりに

AVENUEは現在開発の第1段階を終えたところである。今後は機能向上のための開発を続けると共に、より一般的なものを目指して様々な事例に適用するように努めていく予定である。

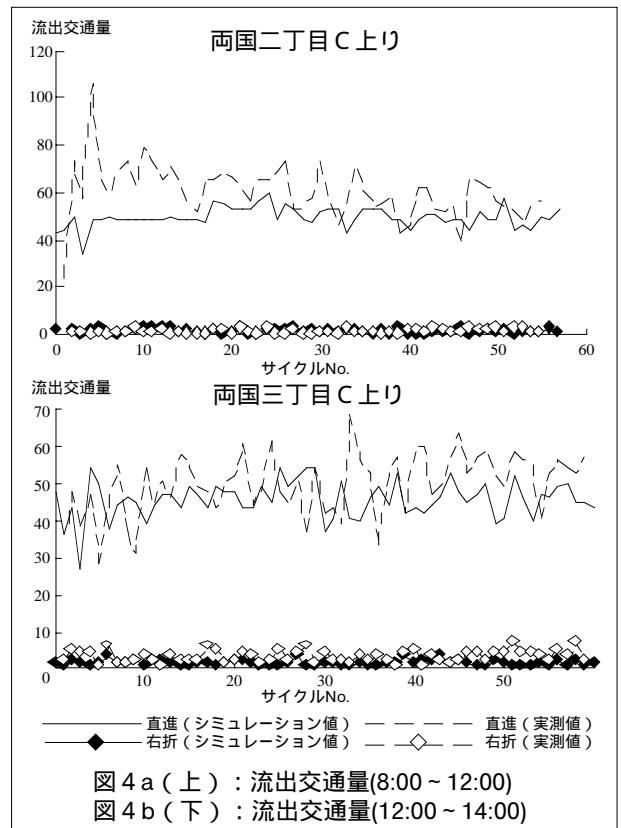


図4a(上)：流出交通量(8:00~12:00)

図4b(下)：流出交通量(12:00~14:00)

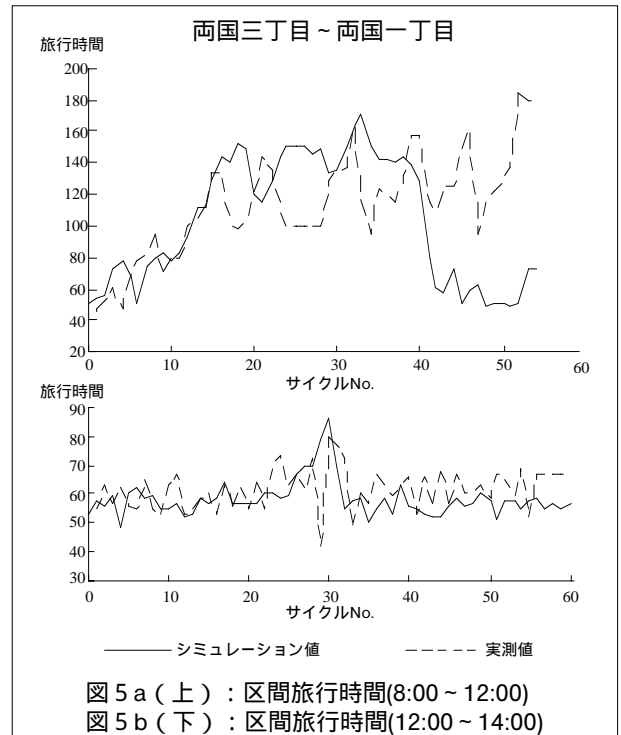


図5a(上)：区間旅行時間(8:00~12:00)

図5b(下)：区間旅行時間(12:00~14:00)

【参考文献】

- 1) 堀口良太, 他: 「都市街路網の交通流シミュレータ-AVENUEの開発」, 第13回交通工学研究発表会論文集, pp.33-36, 1993
- 2) 上野隆一: 「街路網の交通運用評価のためのオンラインシミュレーションモデルの開発」, 東京都立大学土木工学科修士論文, 1993年度
- 3) Gensym Corporation: 「G2リファレンスマニュアル Ver.3.0」, 伊藤忠テクノサイエンス, 1993