

歩行者と車両の相互作用モデルを用いた人流・交通流統合シミュレータの開発

鹿島建設(株) 正会員 ○三田尚貴 天野和洋 田端祥太 中村泰広

1. 背景と目的

当社では、当時増加しつつあった駅改良工事において旅客の安全性、円滑性に関する課題、改善効果を定量的に評価するため、人流シミュレータ「Sim-Walker」¹⁾の開発を2006年に開始した。また、それに先立って、周辺交通流への影響を予測、評価した上での開発計画、工事計画立案を目的として、交通流シミュレータ「REST」²⁾を1999年に開発しており、Sim-Walker、RESTともに現在、土木・建築分野の設計競技から施工計画支援に至る幅広い場面で活用されている。しかしながら、両システムはそれぞれ、人流、交通流を扱う別々のツールであるため、施設の出入口で生じるような歩車交錯を考慮することが困難であった。そこで本稿では、昨今高まりを見せている歩行者と車両間の相互作用を考慮した周辺環境の評価へのニーズに応えるために開発したSim-WalkerとRESTを統合したシミュレータについて報告する。

2. シミュレータの概要

2.1 人流シミュレータ Sim-Walker

Sim-Walkerは人の行動や人同士の相互作用を詳細に再現できるマルチエージェントシステムである。歩行者は、目的地までの経路地を決める大域的な経路選択を行った後、柱や他の歩行者などを回避しつつ希望方向に最も長く進めるように局所的な進路決定を行う。また、駅ホームの電車待ちのような待ち行列も表現可能である(図-1)。図-2は、待ち行列を道路の信号待ちに適用した例である。想定する行列を列数分のセルで表現し、前のセルに空きができた段階で前に進む。さらに、信号と連携する停止線を先頭のセルの前に設けることで、赤信号時に歩行者を待ち行列モデル内で待機させるといった制御が可能になる。

2.2 交通流シミュレータ REST

RESTは、車両一台一台の挙動を表現するマルチエージェントシステムである。様々な交錯現象(合流、分岐、車線変更)や交差点における渋滞状況を再現でき、高速道路での料金所の選択、バス停などの寄り付き挙動も表現できる。なお、RESTにおける車両走行ロジックはHidasの追従理論³⁾に基づいている。

3. 人流・交通流相互作用モデルの開発

歩行者と車両間の相互作用は、信号がある場合(信号交差点)とない場合(無信号交差点)に大別でき、それらに対応するモデルを開発した。

3.1 信号交差点での信号同期モデル

本モデルは、横断歩道のような信号によって歩行者と車両の流動が制御されている環境への適用を想定している。まず、Sim-WalkerとRESTであらかじめ信号のサイクルを共有した上で、それぞれシミュレーションを行う。それらの実行結果を共有し

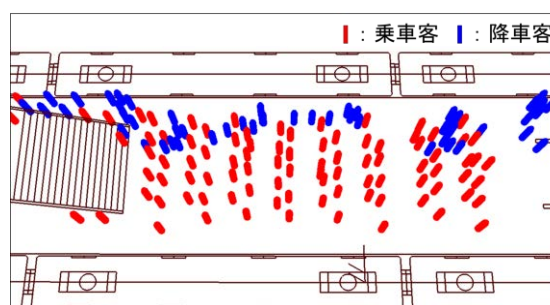


図-1 駅ホームの電車待ち

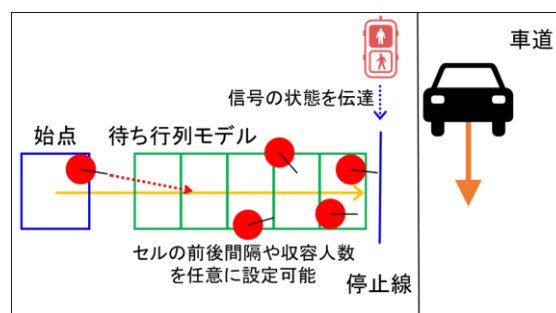


図-2 待ち行列モデル

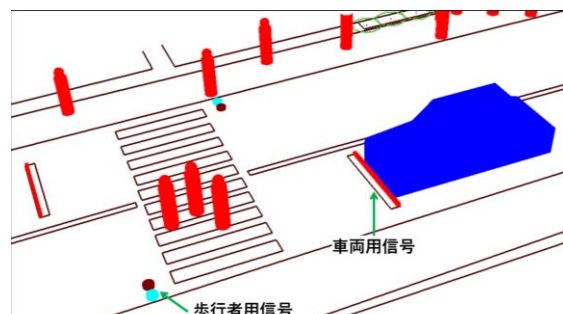


図-3 信号同期モデルの適用結果

キーワード マルチエージェント、歩行者シミュレータ、交通流シミュレータ、歩行者、車両、相互作用

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

た信号のサイクルに合わせて重ねることで、人流と交通流の解析結果を同時に表現できる。図-3は横断歩道のある道路で本モデルを適用した結果である。車両側の信号が赤で車両が停止している間に、横断歩道を歩行者が横断している様子を表現することができる。

3.2 無信号交差点での相互作用モデル

信号がない横断箇所では、歩行者の横断待ちのために自動車が停止するといった、歩行者と車両の間の相互作用が発生する。このような状況に対応する本モデルの構成を図-4に示す。まず、モデル上に歩行者と車両が交錯するエリア（歩車交錯エリア）、歩行者や車両が通過したことを感知するセンサーとなるライン、仮想信号、待ち行列モデルを設置する。センサーによって歩車交錯エリアにおける歩行者や車両の有無を判断し、歩車交錯エリア内に車両がいる場合は歩行者用仮想信号を赤にする。赤になったことは歩行者側の停止線に伝わり、停止線前の待ち行列モデルに到着した歩行者は青になるまで待機する。センサーにより歩車交錯エリアから車両の退出が感知されると、歩行者用仮想信号は青に切り替わり歩行者は横断を開始する。このとき歩行者がセンサーを通過することで今度は車両用仮想信号が赤になり、赤になったことは車両側の停止線に伝達され、車両は仮想信号前で停止する。

ある施設周辺において、本モデルを適用して「歩行者あり」、「歩行者なし」の2ケースでシミュレーションを行った。図-5にシミュレーションの条件となる歩行者の動線・人数および車両の動線・台数を示す。図-6はシミュレーション開始から10分経過後の状態である（上段が「歩行者あり」、下段が「歩行者なし」）。「歩行者あり」の場合の施設出口では、本モデルを適用したことで車両の通過を歩道で待つ歩行者を表現できた（上段拡大部）。また、車道における来場車両の滞留は「歩行者あり」の場合で18台、「歩行者なし」の場合は8台となり10台の差が生まれた。

4. まとめ

本稿では、当社でこれまで開発を続けてきた Sim-Walker と REST を統合したシミュレータを開発し、その概要について報告した。統合シミュレータによって、施設出入口のような歩車交錯が発生する環境でもシミュレーションが可能となった。今後は計測データによる比較検証やキャリブレーションを進めるとともに、より多くの案件での適用を通じて、更なるモデルの高度化を目指す。

参考文献

- 1) 中村泰広ほか：駅改良工事における施工中の旅客流動・安全性評価－旅客流動シミュレーション「Sim-Walker」の適用－，土木学会第68回年次学術講演会，VI-271，2013.9.
- 2) 吉田正ほか：ETC対応型IC計画に関する基礎研究－交通流解析シミュレーター「REST」の適用例－，土木学会第54回年次学術講演会，IV-185，1999.9.
- 3) Hidas, P. : A car-following model for urban traffic simulation. Traffic Engineering + Control, Vol. 39 No 5, pp.300, 1998.5.

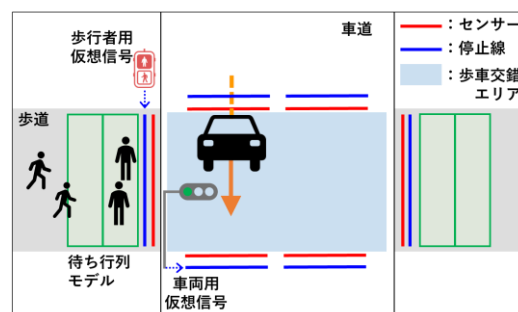


図-4 相互作用モデルの構成



図-5 シミュレーション条件

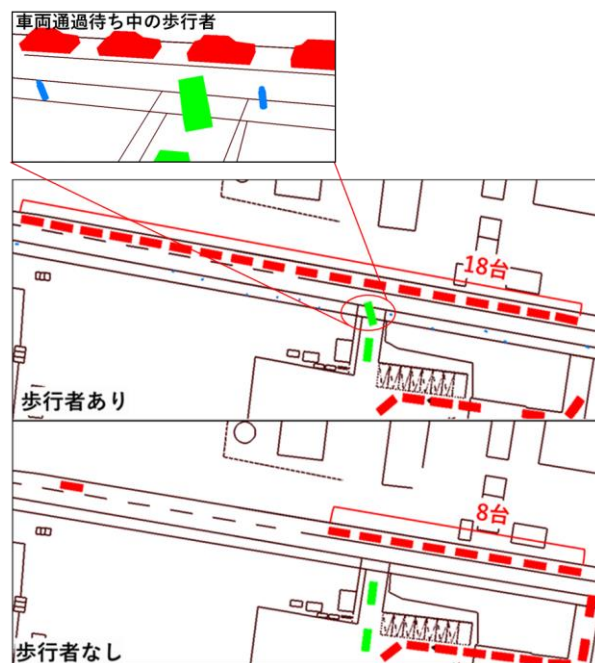


図-6 シミュレーション開始から10分経過後の状態