

緊急車両の地震時広域出動シナリオのペトリネットシミュレーション開発

金沢大学 学生員 佐藤謙一郎 南部佳郎 正員 木俣昇 愛媛大学 正員 二神透

1. まえがき

市町村合併の進展に伴い、消防防災システムには、地震時広域出動シナリオの検討が求められてきている。著者らは、その基礎となる地震時緊急車両走行のペトリネットシミュレーション法を開発・検討してきている。この方法は、背景画像上で出動基地から現場までの走行経路を想定し、プレースとトランジションよりなる走行事象ネットを構成し、それに、地震災害を伴う走行阻害ネットや、阻害に伴う引き返しネットを結合化することで、地震時緊急車両の走行性を実空間との対応性の下で視覚化させる点に特徴を持つ。本研究では、広域化と出動先の多様化に対応するために、走行事象ネットの構成手順として、GPS 走行データを活用する方式について検討する。

2. 緊急車両走行のペトリネット表現と駆動の基本原理

ペトリネットは、事象の生起による対象システムの状態推移を視覚的に容易にグラフ形式で表現する手法である。「○」と「□」をプレース、「|」をトランジションと呼び、状態の生起を「●」あるいは「■」で示されるトークンで記述する。トランジションの発火則は、すべての入力プレースにトークンが存在し、抑止プレースにトークンが存在しないときに発火する。つまり緊急車両を示すトークンが移動することで緊急車両の進行を表現する。なお、シミュレーションを稼動させる上で必要なペトリネットシミュレータに即したデータを S-data と呼び、座標データを N-data と呼ぶ。これらの変更により多様な表現が可能である。

3. GPS 走行データによる走行事象ネットの構成手順

出動基地から現場までの走行経路を想定し、地震時緊急車両の走行性を実空間に対応させてシミュレーションを行うために、GPS 車で計測した地点データを基に図－1 の手順でネットを構成する。

初めに、想定した緊急車両の走行経路を GPS 車で走行することで、経度、緯度、標高、走行時間などの地点データファイルが得られ、さらに地点プロット図として出力される(図-2)。このプロット図を参照し、図中に示すように、“T”を記載することで、配置するプレースのx、y座標が定まり、さらにExcel上にN-data(図-2右下)として生成出力されることになる。

次に、Excel上で走行経路のS-dataを作成する。プレースの記述はタイマ以外の項目を固定値で書式に従って記述し、総数分だけコピーする。なお、タイマはGPSで計測された値を用いる。また、トランジションについても総数分の行

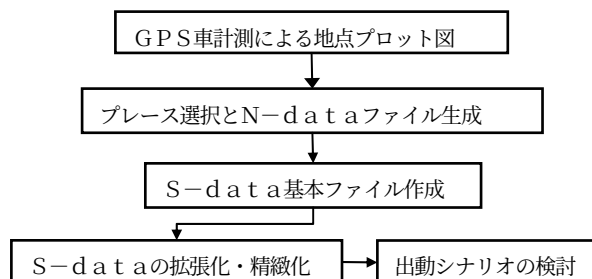


図-1 GPS 走行データによる走行事象ネットの構成手順

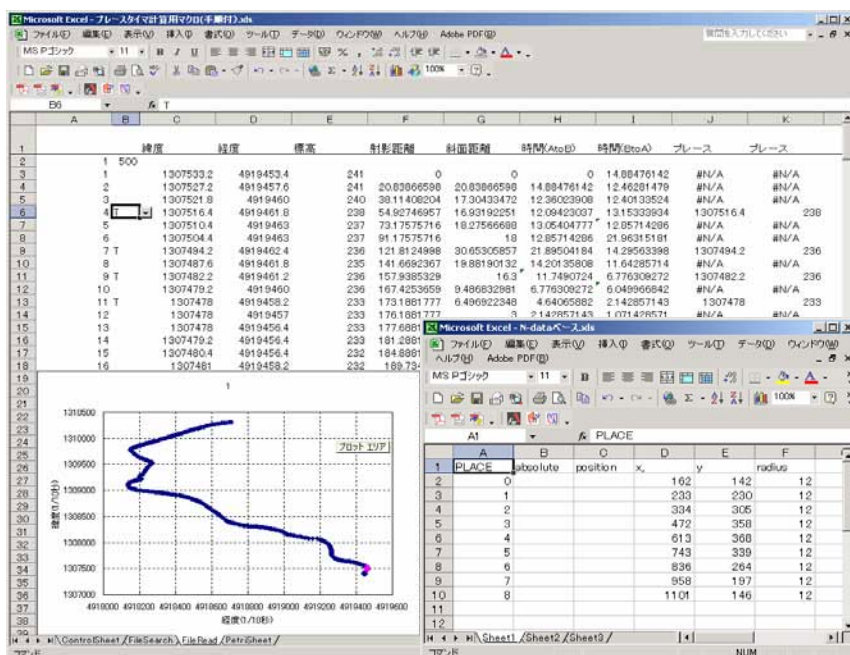


図-2 GPS車計測による地点データ及びプロット図と生成されたN-data

を書式に従って記述する。トランジション総数は「プレース総数-1」となる。入力プレース番号(0, 1, 2, ...)と出力プレース番号(1, 2, 3, ...)と入力し, 他の項目については固定値を入力する。入力する値は固定値や連続した値が多いので, 配置するプレースが増えてもExcel上で作成すれば作業が容易である。これでS-dataの基本ファイルが完成する。図-3の選択されている色付き部分が入力した値である。このS-dataをペトリネットシミュレータで開くと背景画像上の走行経路に沿って配置され, 左から右へ進行する一方向の走行経路が表現できる(図-4点線部分)。

(2) S-dataの拡張化・精緻化

出動基地から走行経路を経て出火場所に到着するまでのシナリオを表現するため, 出動基地と仮想出火場所のプレースとトランジションをS-dataに追加する。今回, 2ヶ所の仮想出火場所のうち1ヶ所が出火し, 2ヶ所の出動基地から出動するというシナリオを考える。そのため, 出動基地と仮想出火場所を2ヶ所ずつ配置し, プレースとトランジションをそれぞれ4行ずつ追加し, コメント文を加える。また, 緊急車両を表すトークンを2ヶ所の出動基地に初期配置しておく。図-3の枠内がS-dataの基本ファイルに追加した項目である。このS-dataをペトリネットシミュレータで開き, 出動基地, 仮想出火場所のプレースとトランジションを背景画に合わせて配置すると図-4のようになる。

(3) 出動シナリオの表現法

本研究では, 特定の火災現場を想定するのではなく広域での複数の火災現場を想定し, 出火した場所に対応した出動シナリオを考える。そのためには, 出火場所の変更に伴い緊急車両の走行経路も変更する必要がある。経路変更の方法としてS-dataのコメント文を利用して編集する。今, 仮想出火場所Dではなく, 仮想出火場所Cで火災が発生したとする。この場合, 消防基地B-仮想出火場所C間の走行方向を逆にすればよい。Excel上で検索を行い, 消防基地Bの出口に当たる走行プレースと仮想出火場所Cの入口に当たる走行プレースを探す。この二つのプレースに対応したトランジションの入力と出力を入れ替えることで逆方向の走行が表現できる。

4. あとがき

地震時には同時多発火災を想定する必要があるが, その際には, どの場所へ何台の緊急車両が出動するかという戦略的出動を考えなければならない。また, 阻害ネットや引き返しネットの追加などの様々な要素を組み込み, 拡張化・精緻化することでより実空間に対応したネットにすることが今後の課題である。

参考文献

木俣, 鷲見:消防防災システムの阻害要因のペトリネットシミュレーションに関する基礎的研究, 土木計画学研究論文集, 14, pp.393-400, 1997.

図-3 基本ファイルを拡張化・精緻化したS-data

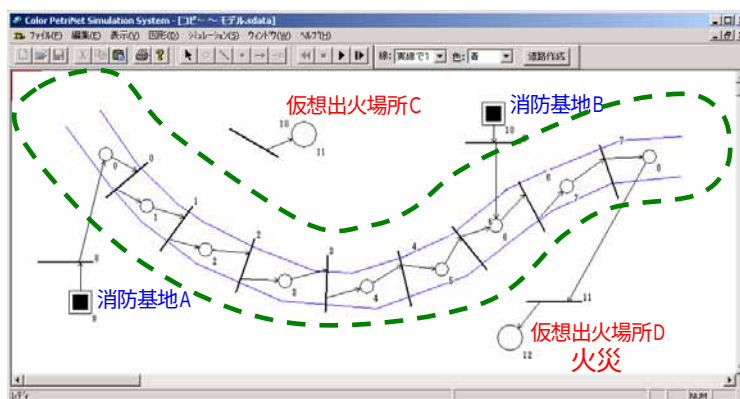


図-4 仮想出火場所Dが出火した場合の実行画面