

愛媛大学総合情報メディアセンター 正会員 二神透
金沢大学大学院自然科学研究科 正会員 木俣昇

1. はじめに

著者らは、ペトリネット・シミュレータを開発し、中山間地の避難計画のシナリオ・シミュレーションへの活用を行っている。中山間地は、避難移動を行う際に地形制約の影響を受けるため、GPS3 次元計測データを用いたネットワークの構成や、同データによる車両・住民の移動速度の活用・推定を行っている。本稿では、ペトリネット・シミュレータの入力データであるシステムデータ(プレース・トランジションの配置)や、視覚的位置座標データ(シミュレータ上での、プレース・トランジションの位置座標)構成のシステム化ならびに、マイクロ・マクロシミュレーションの結合化手順について述べる。

2. ペトリネットの概要

ペトリネットとは、C.Aペトリによって提唱された2種類のノードを持つグラフ形式を出発点として発達してきた手法である。そのネットを図1に示す。これらの図が示すように、ペトリネットは、図形的には“|”で表示されるトランジション、“○”で表示されるプレース、および“→”か“...”で示されるアークの4種類の図形要素を用いて構成される。トランジションに対してアークが外側に出るプレースを出力プレース、逆にトランジションからプレースにアークが入るプレースを出力プレース、プレースからトランジションに破線が引かれているプレースを抑止プレースと呼ばれる。プレースp0上の“●”は、トークンと呼ばれ、記述された系の状態を指示的に表現するために用いられる。図1は、本論文で取り扱う救急車両の区間の交差点進入部を記述している。

ペトリネットの動的図解特性は、このトークンの表示が、次に述べるトランジションの発火則による駆動原理でなされるところにある。トランジションの発火則とは、当該トランジションにおいて、

R1) 全ての入力プレースにトークンがマーキングされていて、かつ、

R2) 全ての抑止プレースにトークンが存在しないとき、

R3) 全ての入力プレースからトークンを一個ずつ消去し、

R4) 全ての出力プレースにトークンを一個ずつ配置するというものである。

図1に適用すると、下部ネット、p0, p1, p2 が救急車両の走行を指示するための活動系プレースである。上部の p3~p6 は、交通状態による速度抵抗を記述している。p7~p10 は、交差点部における速度抵抗を表している。下部ネットのトランジション t1 とトランジション t2 間は、道路の物理的区間を現し、その間に位置するプレースは、プレースタイマ(当該区間の移動時間)を外生的に与える。一方、上部ネットは、速度抵抗を記述するためのサブネットである。

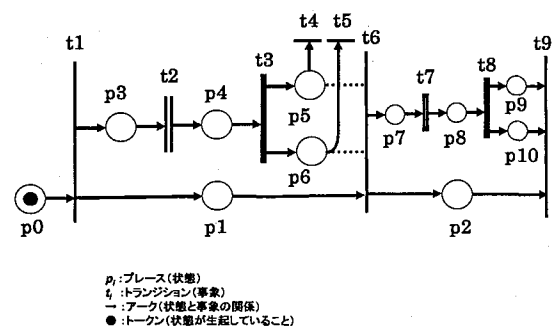


図1 ペトリネットの原理

3. ペトリネット入力系システムの開発

著者らは、集落の避難計画のためのシナリオシミュレーションの開発を行っている。その特徴は、中山間地域特有の地形・立地条件をできるだけ情報化することと合わせて、住民ベースの情報(世帯構成、年齢、男女)を活用することにより、計画対象者個々人に対応したきめの細かい避難対策を目的としている点にある。図2にペトリネットシミュレータを用いた対象集落避難計画支援のための、全体フローを

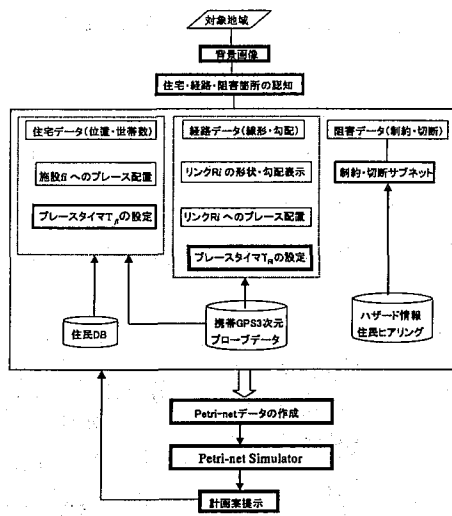


図2 システム入力系の開発

示す。図2を用いて、避難計画のシミュレーション法を整理すると、はじめに、対象地域を選定し、集落の航空写真を入手する。この航空写真を後述するシミュレータの背景画像として用いるとともに、住宅、避難経路、災害障害箇所（橋梁部や、土砂災害危険箇所）を認知しながら、施設 f_i や R_i へのプレースの配置を行う。 T_{fi} は施設 f_i から道路地点 R_i までの移動時間をプレースタイムで与えたものである。このプレースタイムについては、次の経路データのプレースタイムの設定において概説する。

避難経路については、背景画像による経路の認知と、携帯GPSを車載したプローブビークルにて、緯度経度・高度の軌跡を採取する。入手したデータは、避難経路リンク毎にファイル化し、図3のGPSデータの3次元表示によるプレースの配置と移動手段別プレースタイムの設定システムを用いて、道路形状・標高データを表示し、道路形状・勾配を考慮しながらプレース R_i を配置する。プレースの配置が完了すると、移動手段（車・徒歩上り下り）別の移動時間 TR_i が自動計算され、これらの値を避難移動手段別のプレースタイムとして設定する。

4. ミクロネットとマクロネットの連携

図4に電子地図像をスクリーンコピーしながら、張り合わせて作成した1枚の広域背景画像を示す。図4の背景画像をシミュレータ上に挿入し、救急マクロプレースを作成する。はじめに、背景画像より、救急車両の基地、搬送病院を基点として、プレース

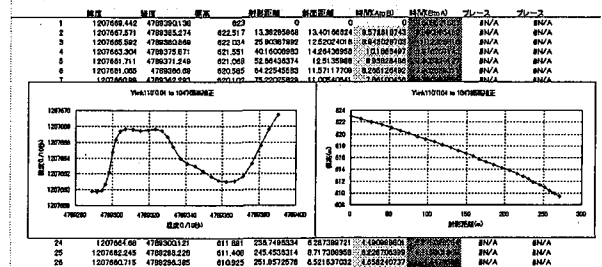


図3 GPS 3次元データの活用

を配置する。このとき、災害障害を組み入れるため、交差点部や、道路形状を認知しながらプレースを配置した。プレースタイムについては、GPS計測を行い、プレースタイムを取得した。基本的には、3. の、避難計画のシミュレーション・ネットの構築で述べた手順を広域地図に適用すればよい。

以上の手順により、新しい広域背景画像上でのマクロペトリネットの実行が可能となる。

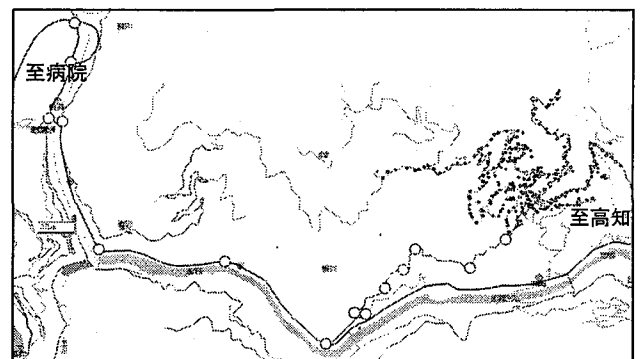


図4 マクロ・ミクロネットの結合

5. おわりに

本稿では、ペトリネットの入力データであるプレースタイムの配置・プレースタイムの設定をシステム化し、GPS3次元データの情報活用や、シミュレーションの独立性を考慮したミクロ・マクロネットの作成戦略を示すことができた。今後の課題は、救急シナリと避難シナリオを連携したシミュレーションの実行と計画の評価について検討を行いたいと考えている。

＜参考文献＞

- (1) 二神 透, 木俣 昇: 中山間地域の救急・避難計画支援のためのシナリオ・シミュレータの適用に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集, No. 32, (363), 4p, 2006.