

愛媛大学

正会員○二神 透

愛媛大学工学部環境建設工学科

寺田一雄

1. はじめに

本研究の特徴は、中山間地域といった、これまで注目されていなかった地域に着目し、地形・道路形態といった避難に大きく影響を与える地形に着目し、個人に着目した互助型避難計画を支援したいと考えていることにある。そのために、避難シミュレータを開発し、行政・専門化・住民が一体となった避難計画の支援を目的に研究を行っている。

具体的には、都市部ではなく、中山間地域を対象としている。中山間地域は、高齢化が進み、独居世帯率も高く、避難のための移動経路・移動手段が、地形条件等に制約され、経路が限定されているため、災害発生にともない孤立あるいは、迂回路を強いられるような地域特性を持つ。これまで、対象地域の住宅・道路・地形のデータベース化を行い、プローブデータを用いて、車・徒歩といった移動手段別避難時間や、障害が発生し道路が通行不可能になった場合の避難時間等の評価を行ってきたが、プローブデータとペトリネットの入力系が必ずしもシステム化されていなかったため、シミュレータの実行までの処理に時間を要した。今後、シミュレータを合意形成のためのツールとして活用するためには、プローブデータとペトリネット間の入力系のシステム化による基本ネットの作成のシステム化や、背景画像との連携によるインターフェイスの操作性を高める必要がある。

2. 避難経路ネット図のプローブデータによる自動作成

2.1 避難経路のプローブデータ収集システム

著者らは、中山間地域の避難計画を策定するための基礎データとして、道路ネットワークのプローブビークルを用いて採取している。プローブビークルから得られる、1秒毎の緯度経度、海拔高度のデータと、徒歩専用道路については、携帯GPSを用いて徒歩による2秒毎の緯度経度、海拔高度を採取している。図1にプローブデータで採取した、愛媛県久万高原町柳谷中津地区の道路ネットワークを示す。この図より、道路ネットワークが、東西1,700m、南北1,000m、標高390

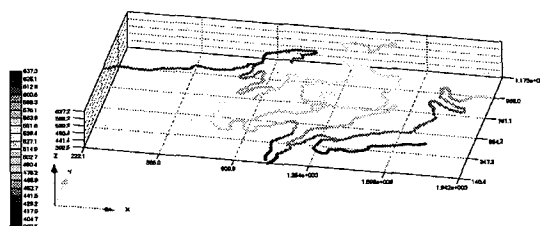


図1 プローブデータの3次元表示

mから630mと240mの高度差を持つことが分かる。換言すれば、中山間地域では、この地形的特性を避難計画に反映することが肝要となる。

2.2 避難経路図データの策定システム

住宅・避難経路をペトリネットを用いて記述するためには、経路と施設のトポロジーや、住民の初期位置が必要となる。プローブデータは、自動車や携帯GPSを用いて民家の庭先あるいは軒先まで計測しているため、これらのデータを用いれば、基本的な施設・避難経路のネットワークが作成可能である。移動手段が車の場合、プローブデータの1秒毎の移動時間から容易に任意の2点間の時間が求まる。しかし、歩行時間については、歩行専用道路の携帯GPSデータはあるが、

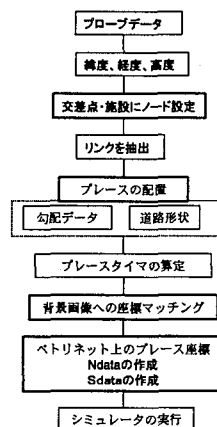


図2 ペトリネット入力系システムフロー

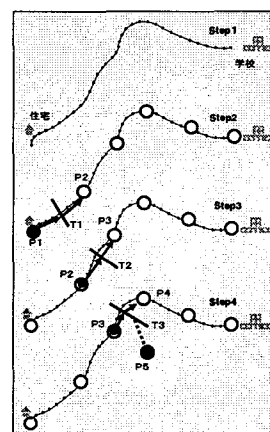


図3 道路形状・勾配を考慮したプレースの配置

その他の区間については、データを収集していない。そこで、著者らの道路勾配をパラメータとする経験式を用いて、歩行（上り、下り）の移動時間を算定している。この点についても、ネットワークの区間（ペトリネットにおけるプレースの位置と区間）が与えれば、自動的に車による移動時間、徒歩上り下り移動時間が算定できるように、入力データのシステム化を図る必要がある。そのためには、道路の形状や勾配を考慮して、システムティックにプレースを配置する入力系の整備を行う必要がある。

そこで、図2に開発したペトリネット入力系システムフローを示す。プローブ情報の緯度・経度・高度情報を抽出し、図化することにより、施設・交差点を抽出し、これらをノードとするリンクを全て抽出する。つぎに、個々のリンクの勾配情報・道路形態情報を図化し、道路の形状・勾配を視察しながらプレースを配置する。任意のリンクにおける作業が終了すると、ペトリネットに必要な、車の移動時間、上り下りの徒歩時間といったプレースタイムが自動的に生成される。そして、ペトリネットで使用する背景地図座標と緯度経度の変換を行えば、シミュレータ上のプレース位置情報を記述した、Ndataが作成される。このとき、トランジションの座標も必要になるが、プレースの中心点を与えれば、基本的なペトリネットの空間は位置情報であるNdataが自動的に作成される。このとき、プレース、トランジションの事象の記述を、Sdataで記述する。例えば、合流や、分岐選択、駆けつけなどの部分ネットを結合することになる。全てのリンクデータにプレースを配置した後、背景画像座標への画像マッチングを行うと、車両、徒歩（上り下り）のプレースタイムが自動的に策定される。そして、ペトリネットに必要なSdata, Ndataを同時に作成すると、シミュレータ用実行形式ファイルが作成できる。図3に道路形状・勾配とプレースおよびペトリネット構築の手順を表す。図4に、あるリンクの勾配表示と、道路形態表示例を示す。この事例では、道路形態に着目して、プレースを配置した後、左の道路勾配が等しい区間にプレースを配置する。これらの作業が終了すると、移動手段別プレースタイムが計算される。図5は、図4で作成した、住宅から学校（避難場所）をリンクとした場合に、プレースの配置と、ペトリネット・シミュレータによるトランジションの配置、障害（抑止）の配置事例を示す。図2に示したように、プレースの緯度経度は、座標変換されて背景画像に対応した位置に自動的に配置される。換言すれば、プローブデータの緯度・経度・高度を採取すれば、即時にペトリネットのプレースの配置と、背景画像への反映が可能となり、代替案の提示や拡張化の即時性に大きく寄与すること

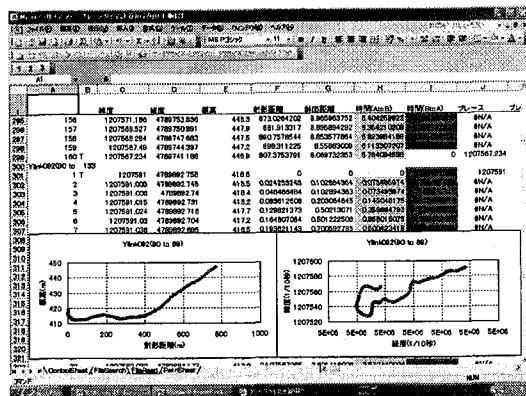


図4 プレース配置とタイマの算定

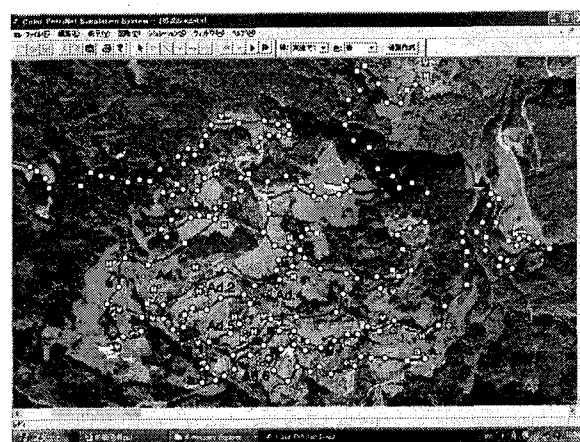


図5 構築した中山間地域のペトリネット

になる。

3. 終わりに

本稿では、中山間地域の避難計画を考える上で、道路の形状や、勾配など、避難速度に影響を与える要因に着目し、プローブデータより道路形状、勾配によって、ペトリネットの入力形である、プレースの配置、プレースタイムの自動算定のためのシステム開発を行った。さらに、プローブデータの緯度経度と、背景画像に用いる地図データのマッチングのための座標変換システムを開発し、従来、背景画像に手作業で配置していたプレースを自動的に配置することが可能となった。この、ペトリネット入力系システムの改良により、新規データ作成の効率が大幅に向上し、また、新たな避難経路の追加も容易となった。

避難計画の適用事例については、講演時に紹介したいと考えている。

<参考文献>

- 1) 愛媛県土木部土砂災害危険所マップ、<http://www.pref.ehime.jp/doboku/doboku2/kabetu/sabo/dmap/>