

地震火災延焼シミュレーションのための電子住宅地図を用いた 自動モデル作成システムの開発

和歌山工業高等専門学校 正会員 辻原 治
和歌山工業高等専門学校 学生員 寺田 和啓
徳島大学工学部 正会員 澤田 勉

1. はじめに

地震時火災は特殊な状況下で発生するため、通常起こる火災のときのように効率的な消火作業が行われることは期待できない。地震発生直後の混乱の中で既存の消火機能等を十分に活かして効率的な消火活動を行うためには、延焼予測が重要な役割を担う。また、このような延焼予測システムの構築は、地域の常時及び地震時における耐火安全性の検討や地域防災計画の策定にも役立つものと考えられる。

近年の GIS の発展や延焼速度式の提案等によって、1棟ごとの延焼拡大の状況のミクロ的な延焼シミュレーションも行われるようになったが、そのためのモデル作成は煩雑で一般に多大な労力が費やされる。

本研究の目的は、電子住宅地図を用いた地震時火災延焼シミュレーションのための自動モデル作成システムを構築することである。

2. 延焼シミュレーション手法の概要

延焼シミュレーションはペトリネット¹⁾を適用した方法²⁾による。建物の平面は、図-1に示すような家枠の頂点と内部の一点に位置するプレースと呼ばれる円で構成される。プレース間は、図-2に示すように、トランジションと呼ばれる棒とアークと呼ばれる矢印によって結ばれる。トークンと呼ばれる黒丸がプレース内に存在すると、そのプレースが着火していることを表す。アークはネットワークにおける流れの方向を示しており、トークンがアークに沿って移動する。アークには重みを付けることができ、その入力側のプレースに貯まっているトークンの数と重みが一致すると、トランジションが発火してトークンを出力側のプレースに指定された数だけ移動させる。延焼解析のモデルにおいては、アークの重みとして、これを挟む2つのプレース間を延焼するために要する時間が割り当てられる。建物間についても、プレース間にアークとトランジションを配置することで、延焼シミュレーションの対象とする区域全体のネットワークモデルを作成することができる。なお、上述のアークに付与する重みの算出においては、東京消防庁の提案式（東消式 2001）³⁾を用いている。東消式 2001 は 1995 年の阪神・淡路大震災における火災の状況を反映し、建物の全半壊の影響、地震被害を受けた準耐火・耐火造建物の延焼性状に関する検討などが加えられた延焼速度式になっている。隣棟間の延焼速度式としては、火元側と着火側の構造分類ごとに、地震動加速度、風速をパラメータとする関数として与えられている。

3. 自動解析モデル作成システムの概要

前節で述べたペトリネットによる街並みのモデル化には、家枠頂点座標の読みとり、プレース、アークおよ

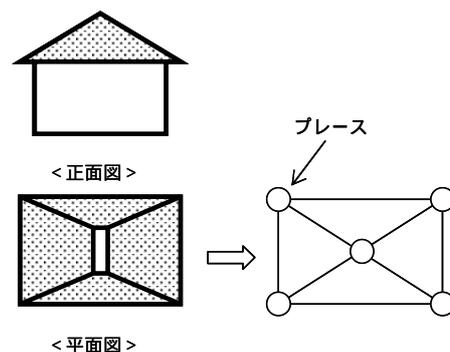


図-1 建物のモデル

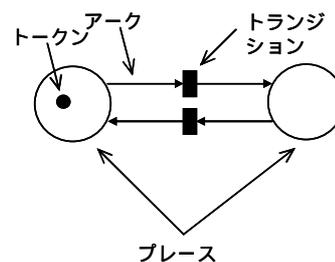


図-2 ペトリネットの基本要素

キーワード 地震、火災、延焼、シミュレーション、GIS

連絡先 〒644-0043 和歌山県御坊市名田町野島 77 和歌山工業高等専門学校環境都市工学科 TEL 0738-24-2276

びトランジションの配置，アークの重みの計算と割付けなどの作業が必要であり，煩雑かつ多大な労力を費やすことになる．本研究では，電子住宅地図を用いて自動的に解析モデルを作成するシステムを構築した．

モデル作成から延焼シミュレーションおよび結果表示までのフローを図-3 に示す．まず，電子住宅地図が表示されている画面において，シミュレーションの対象とする領域を選択する．このとき，その領域に含まれるすべての建物の家枠の頂点および家枠の図心付近の座標が取得される．そして，それらの点にプレースが配置されるとともに，アークおよびトランジションも自動的に配置され，それぞれの建物を構成するプレースの数や番号などの属性データがファイル出力される．建物は木造2階建をデフォルトとしているので，適宜編集する必要がある．つぎに，風速，風向および震度（加速度）を任意に与えて，すべてのアークに対して重みを計算し，これをファイル出力する．以上でシミュレーションに必要な基礎的なデータの作成が終了する．これ

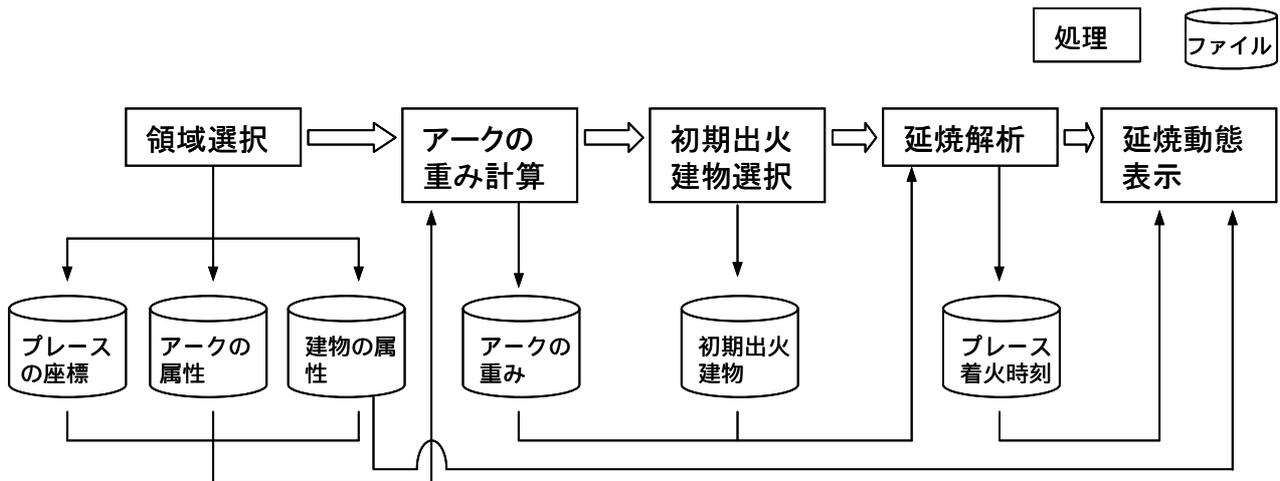


図-3 モデル作成から延焼シミュレーションのフローおよび作成・利用されるファイル

らは単純なマウス操作で実行される．なお，図-3 において作成されるファイルは，すべて Microsoft Excel の書式であり，建物の構造分類や階数等の属性情報の編集は，「建物の属性」のファイルに直接アクセスしてもよいし，住宅地図上で対象とする建物をマウスで選択し，図-4 に示す選択肢を用いても登録・編集が可能である．

図-3 に示す一連の処理を行うシステムは，Microsoft Visual Basic で作成されており，ゼンリンの電子住宅地図 Zmap Town⁴⁾ の利用を前提とし，地図表示エンジンには Active Map IS⁵⁾ が用いられている．

4. おわりに

本研究では，東消式 2001 に基づく地震時火災延焼解析法のためのデータ作成が，簡単なマウス操作で一括して行えるシステムを開発した．これにより，一般に煩雑かつ多大な労力を必要とするデータ作成の作業から解放され，大規模な延焼シミュレーションも可能となる．

参考文献

- 1) たとえば，村田忠夫：ペトリネットの解析と応用，近代科学社，1992.
- 2) 辻原治他：ペトリネットを導入した地震時同時多発火災に対する延焼シミュレーションシステムの構築，土木情報利用技術論文集，Vol.14，2005.
- 3) 火災予防審議会：地震火災に関する地域の防災性能計画手法の開発と活用方策，2001.
- 4) URL：http://www.zenrin.co.jp/product/zmaptown.html,2005.4.
- 5) URL：http://www.kernel-map.co.jp/product/index.html,2005.4.

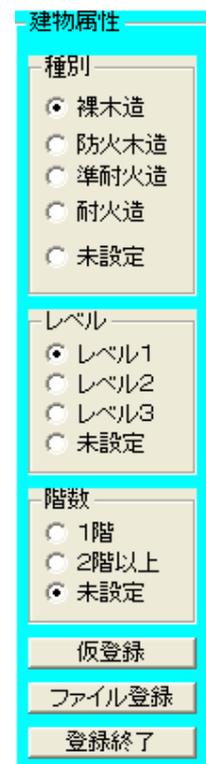


図-4 建物属性の選択