

シミュレーションによる都市高速道路のBCP策定支援に関する研究

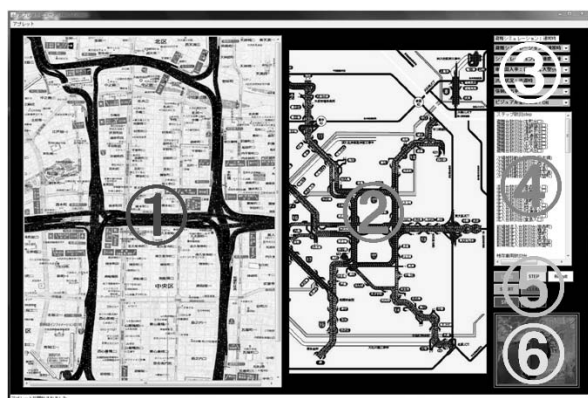
香川大学[院] 学生会員 ○山脇 正嗣
 香川大学 フェロー会員 白木 渡
 香川大学 正会員 井面 仁志
 (株)ニュージェック 正会員 保田 敬一

1. 研究目的

地震等の災害に備えた事業継続計画(Business Continuity Plan : 以下 BCP)を構築するためには、普段から被災時の被害状況を想定した防災訓練を実施し、現状の対応計画・内容・手順の有効性と課題を明確にした上で BCP の内容を改善する必要があるが、膨大な交通量を誇る都市高速道路において防災訓練を実施することは困難である。そこで本研究では、人間と車両の行動と防災訓練の実施状況を計算機上で再現するシミュレーションシステムを開発し、都市高速道路の BCP における対応策の効果と問題点について検討可能にすることで、実存の阪神高速道路における BCP 構築支援を行うことを目指す。

2. 交通シミュレーションシステム

本研究で開発を進めている交通シミュレーションシステム¹⁾(図-1 参照)の特徴を以下に示す。



- ① 環状線内(狭域空間)の画面
- ② 環状線外(広域空間)の画面
- ③ 条件設定箇所
- ④ 結果表示画面
- ⑤ 制御ボタン
- ⑥ 地図表示画面

図-1 交通シミュレーションシステム

(構成エージェントと対象環境)

- ・シミュレーション上で動作するエージェントとして、普通車、大型車両、緊急車両、避難者、事故車両、高速道路管理者の6つを設定している。
- ・対象環境として、阪神高速道路において最も交通量が多く、他の各路線を連結する重要な役割を担う道路領域である1号環状線(狭域空間：南北3.5km・東西2km)と、そ

の周囲の領域(広域空間：南北30km・東西20km)を設定している。

(システムの機能)

- ・高速道路上で起こりうる被災状況として、車両事故と道路破損が再現可能である。
- ・残存車両数等がシステム画面上に数値で表示されるので、刻一刻と変化する状況を定量的に判断可能である。
- ・シミュレーションの途中においても、エージェントの数や環境等の条件変更が可能であり、様々な被災状況変化を想定した災害対応策の検討が可能である。
- ・現状で検討可能なBCP対応策は以下の5つである。
 - 1) 救急車両による人命救助活動
 - 2) 道路情報板やラジオ等を用いた災害情報発信処理
 - 3) 強制的に車両を一般道へ避難させる避難誘導
 - 4) 避難者の非常口への避難誘導
 - 5) 事故車両の撤去作業

3. シミュレーションデータベース

交通シミュレーションシステムを用いて、BCPにおける対応策の効果と問題点について検討した結果を格納するデータベースを、XML(eXtensible Markup Language)を用いて構築する。XMLを採用した理由として、(1)タグを自由に定義できるので、様々なシミュレーション結果を容易にデータベースに追加可能であること、(2)ブラウザさえあればデータベースが稼働すること等が挙げられる。ここで、図-2に構築したデータベースのシミュレーション結果検索画面、図-3にシミュレーション結果表示画面の一例を示す。



図-2 シミュレーション結果検索画面

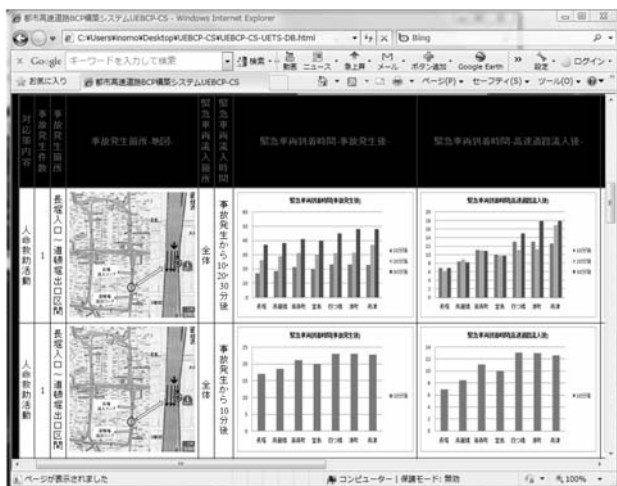


図-3 シミュレーション結果表示画面

4. シミュレーション環境作成システム

都市高速道路のBCPを構築する際には、高速道路上の状況のみではなく、一般道路の状況についても考慮する必要がある。そのため、一般道路の被災状況についてもシミュレーションで再現する必要があるが、一般道路は高速道路よりも遥かに膨大な道路領域が存在するため、その一つのシミュレーション環境を作成し、被災状況と車両や避難者の行動を再現することは非常に困難である。

そこで本研究では、電子地図上にシミュレーションを実施するための環境を自動的に作成し、被災状況と避難者の避難行動を再現する、シミュレーション環境作成システム(図-4 参照)を開発した。以下に、システムの特徴を示す。



- ① 電子地図表示画面 ③ 結果表示画面
- ② 条件設定箇所 ④ 環境作成処理制御ボタン
- ⑤ 避難シミュレーション制御ボタン

図-4 シミュレーション環境作成システム

(シミュレーション環境作成モデル)

現状のシステムにおけるシミュレーション環境作成モデルでは、(1)電子地図を構成するピクセル値の確認、(2)ピクセル値の出現頻度から一般道路・高速道路・自由領域エージェントを作成、(3)各エージェントが周囲を確認した上で他のエージェントへの変化と消滅を繰り返すという手順で、電子地図上の道路認識を行い、避難者が行動するシミュレ

ーション環境を作成する。図-5に、1号環状線付近の道路領域を対象に、シミュレーション環境を作成した例を示す。

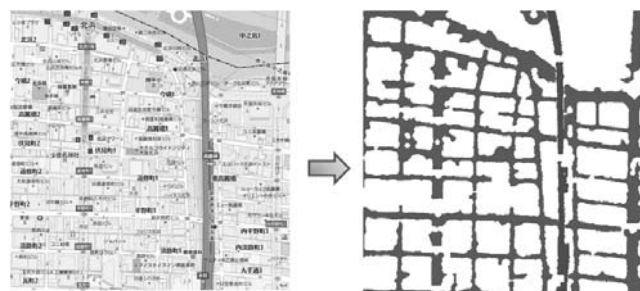


図-5 シミュレーション環境作成例

図-5より、電子地図上の一般道路と高速道路が認識され、道路領域が作成されていることが確認される。しかし、認識されていない道路も多数存在するため、より詳細に道路領域を作成するモデルを構築する事が今後の課題である。(避難者の避難シミュレーション)

本システムでは、シミュレーション環境作成結果から得られた一般道路領域に避難者を配置し、避難者の避難シミュレーションを行うことが可能である。避難者の行動モデルについては、図-2の交通シミュレーションシステムにおける避難者エージェントの行動モデルと同様に、原則として、視野内に避難場所を発見した場合にはそこに向かって移動、発見できなかった場合には他の避難者が多く集まっている場所に移動すると設定している。

(シミュレーション環境の編集)

本システムでは、避難場所と避難者の出現箇所の設定(作成・追加・変更)や、道路領域の修正(削除・追加)が容易に行える機能を有しており、刻一刻と変化する状況を想定した避難者の避難行動が再現可能である。

5. まとめ

本研究では、実際の阪神高速道路のBCP構築を支援するためのシミュレーションツールとして、防災訓練の実施状況を計算機上で再現する交通シミュレーションシステム、シミュレーション結果を格納するためのデータベース、画像認識により地図上のどの場所でも即座にシミュレーションの実施を可能にする環境を作成するシステムを開発した。今後は、各ツールの改良と、現状のBCP対応策について詳細に検討を早急に行う必要があると考えられる

参考文献

- 1) 山脇正嗣, 白木渡, 井面仁志, 保田敬一: 都市高速道路の災害時交通シミュレーションの開発と事業継続計画策定への活用, 安全問題研究論文集, Vol.5, pp.55-60, 2010.11.