

トンネル火災の避難シミュレーションモデル

信州大学大学院 ○朝山雄介

信州大学工学部 正会員 大上俊之

信州大学工学部 正会員 小山 茂

1. はじめに

現在、日本においてトンネルの延長の増加、または交通量の増加に伴い、トンネル内での火災発生確率が増加すると思われる。トンネル火災における人的災害の防止策を講じる際に火災発生状況による内部空間の変化が、避難行動に与える影響について検討する必要がある。

本研究では、火災が発生した際のトンネル内の特性として煙に注目し、煙が避難者の行動に与える影響を把握できるシミュレーションモデルの構築を試みた。

2. 研究の方法

(1) Multi-Agent-Simulation

空間内の構成要素をエージェントとして捉え、エージェント間の相互作用を考慮するマルチエージェントシミュレーションを行う。エージェントとは、自立的に環境に応じて振る舞いを変化させる行動主体と定義されている。本研究では構造計画研究所が開発した KK-MAS を用いてシミュレーションを行う。

(2) 対象とする空間および時間軸の設定

MAS によってトンネルを表現する。図1は、東名高速道路を参考に空間を構築したモデルの出力画面である。1セルは1mの正方形でモデル化され、120m×15mの空間として定義している。また、シミュレーション上の1ステップを1秒ととらえモデル化を行った。

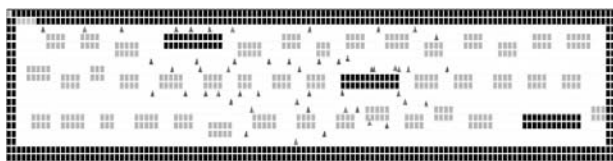


図1 モデル出力画面

3. 避難モデル

(1) 構成要素.

① 避難者

避難者は避難開始時に自ら周囲を検索して目的地を決定し、避難行動を開始する。移動中に煙や、標識、出口を認識すると情報を取得し、避難行動に影響を与えるものとした。また、避難者の歩行速度は煙中でない場合においては、J.J.Fruin による歩行者空間モジュールを元に図2より決定した。煙に巻かれた場合の避難速度は、避難速度実験の結果をもとに 0.51m/s と定めた[2]。また煙中における避難者の視野範囲は、煙の到達度に応じて視野範囲を変えて決定し、避難行動に与える煙の影響を分析する。

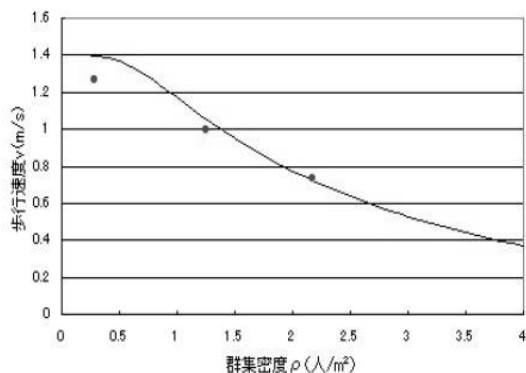


図2 群集密度と歩行速度の関係⁽³⁾

② 障害物

障害物エージェントは、トンネルの壁面や火災時にドライバーの避難を妨げる残留車両を想定したもので、残留車両数は交通密度に応じて算出する。

③ 標識

避難者の視野範囲に存在した場合、避難者の目的地を避難口へと設定する。

④ 出口

最終的な目的地である。避難者が出口に到達した時点で避難完了とみなす。

⑤ 煙

火災時における煙で、無風状態における煙は、横方向には $0.5 \sim 1.0 \text{ m/s}$ の速度で移動する。煙の遡上速度は火災の規模に応じて変化させる。

(2) 目的地設定と移動アルゴリズム

避難者は避難開始と共に、周りを探索し図3に示すようなアルゴリズムに基づいて目的地を決定する。

本モデルにおいては特に煙の視野への影響を考慮し、避難者を中心にして半径何 m に渡って煙が存在しているかにより避難者の視野範囲を変化させている。煙中の避難者は、狭窄した視野で同様の目的地設定アルゴリズムに基づいて行動するものとした。

回避行動については、緊急時に人は短期的な目標を設定して行動する。具体的には煙とは反対方向に移動することが挙げられる。本モデルにおいては煙を視認すると煙の情報を得て回避行動に移るものとする。

この目的地の設定が終了した後に、図4のようなアルゴリズムに基づいて移動を開始する。障害物は避難者の移動と視野を妨げる働きをするものとした。避難者が最終的な目的地である出口に到達した場合、移動アルゴリズムは終了する。

4. おわりに

このモデルに基づきシミュレーションを行う。構成要素のパラメータ（避難者の数や、煙の速度、障害物の密度等）を変化させる事で、避難者の行動に対する影響を考察する。解析結果については当日報告する。

参考文献

- 1) 新井健他：災害弱者を考慮したマルチエージェントシミュレーションモデル，第3回 MAS コンペティション論文集 pp.117-125, 2003
- 2) 高平雅義他：ヒューマンファクターを考慮

したトンネル火災時におけるマルチエージェントシステムの開発，MAS コミュニティ研究報告，2006

- 3) 増田浩道他，MAS を用いた地下鉄駅構内における避難シミュレーションモデルの構築，第34回安全工学シンポジウム pp.169-171, 2004
- 4) J.J.Fluid 著，長島正充訳，歩行者の空間，1974

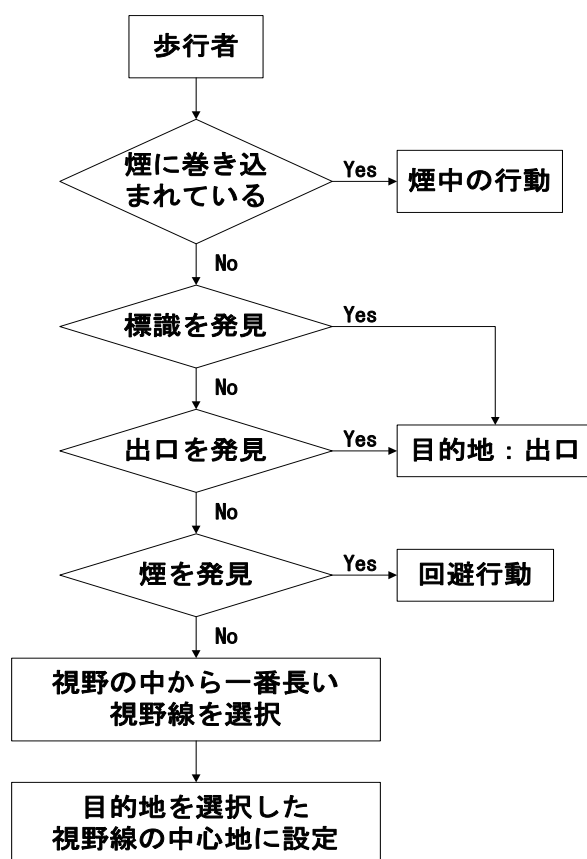


図3 目的地設定アルゴリズム

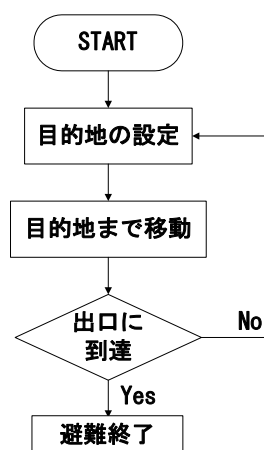


図4 移動アルゴリズム