

学校をモデルとした避難シミュレーションと避難経路表示アプリケーションの開発

Evacuation simulation in the school and development of application to show evacuation route

T5 小山 廣人
指導教員 鈴木 弘

1. はじめに

本校では毎年地震や火災を想定した避難訓練を行っている。しかし、その避難訓練で使用されている避難経路が本当に適切かどうかは定かではない。なぜならば、本校は図1のように北、南、東ウイングと分かれる構造になっており、避難の際3、4階にある1、2、3年の12教室は幅が広く大人数での移動に適している中央階段を使用し、6、7階の南ウイングにある4年、5年の8教室は南側非常階段を使用して避難する。そうした場合、非常階段は中央階段より幅が狭く設計されているため混雑してしまい結果的に避難の効率が悪くなると考えられるからである。

そこで、本研究では災害を本校で最も火を扱う学食で発生した火災と想定し、訓練で指導されている避難経路を辿った場合のシミュレーションを行うことでその経路が実際に適切であるのかを検討する。また経路が適切ではなかった場合に各教室のより適切な経路を仮定し、検証を行う。またその経路を表示するアプリケーションの開発を行う。

2. 研究概要

2.1 マルチエージェントシミュレータ「artisoc」

今回避難のシミュレーションを行うにあたってマルチエージェントシミュレータ「artisoc」というアプリケーションを使用する。マルチエージェントとは複数のエージェント(自律的に行動する主体)が互いに作用しあうことにより全体で一つの物事を達成するシステムのことである。複数のエージェントを設定しそれらのエージェントの相互作用をシミュレーションするアプリケーションのことをマルチエージェントシミュレータという。

2.2 避難シミュレーションについて

現在使用されている避難経路がどの程度の効率なのか、また適切であるのかを確認するためには様々な避難経路のパターンを実際に検証する必要があるが現実的に考えて不可能である。その解決策としてシミュレータを使用することでアプリケーション上での検証を行うことができる。本来火災元を移動させることで様々な場所での火災による避難経路を検証できるが、本研究では学食での火災のみと固定してシミュレーションを行う。

2.3 避難経路表示アプリケーションについて

適切な経路が存在していたとしても年一度のみ行われる避難訓練では一時的でしか経路を記憶できないため、その経路を活かすことができないと考える。解決策として日

常的、災害発生時に経路の確認ができれば経路を活かすことができる。そのため本研究ではシミュレーションを行った結果を利用し、各教室の最適経路をwebアプリケーション上で表示することにより日常的に経路の確認や、避難時の際携帯端末での利用が可能となる。

3. シミュレーション内容

3.1 学校のモデル化

校内図を元に1階から8階までのマップを作成する。配置する人は3階に8教室、4階に4教室、6階に4教室、7階に4教室、計20教室に各教室40人構成、よって800人とする。各ウイングの端には非常階段、エレベータホールには中央階段を設置する。1階降りるための所要時間を10秒と仮定し、階段前方1m付近にいる人が10秒間存在した場合、下の階へ移動する仕様とした。火災元は2階学食からとし時間経過ごとに火、煙が充満していくモデルとした。文献によると火災元から出てくる煙は時間経過ごとに同心円上に0.5m/sの速度で広がっていくため人の移動の半分のペースで広がっていく。

3.2 訓練で使用している経路を用いた場合

避難訓練で使用されている経路を使用した場合の避難の様子シミュレーションを行う。各避難者の危険度、避難時間の確認を行う。危険度の詳細は3.5に示す。シミュレーション条件として学生は開始時教室にあり、各階に配置してある北、南、東非常階段、中央階段のいずれかを使用し避難する。火災発生からスタートし、全員避難した時点で終了となる。

3.3 各教室の避難経路を変更した場合

避難効率を上げるためには人を分散することが重要だと考え、各階段に200人避難させるパターン、さらに中央階段に240人、東、北階段に200人、南階段に160人避難させる2パターンのそれに対するシミュレーションを行い、3.2項と同様に各人の危険度、避難時間の確認を行う。前提条件は3.2項と同様とする。

3.4 自己判断エージェントを導入した場合

決められた経路を辿るのではなく各階段の混み具合を確認し、最も空いている階段を使用する自己判断エージェントを導入した際のシミュレーションを行う。配置した場所は6階以降の中央階段に近い4教室とした。その場所を選択した理由として訓練で使用されている非常階段を使

用しようとした場合、非常階段に近い教室が優先的に使用するため、混雑が避けられず、そのような状態で自己判断をさせた場合の適切性を確認したいと考えたからである。本研究の最大の目的はクラスごとの経路を決定しその経路を表示するアプリケーションを作成することである。自己判断を入れてしまうとクラスごとの移動ができなくなってしまうが、本シミュレーションは3.3項でのシミュレーションと比較のために行う。前提条件は3.2項と同様とする。

3.5 適切な経路の判定

適切な経路の条件として安全性を確保できるか、いかに避難時間が短いかが挙げられる。本研究では人に危険度という火や煙が自分の付近に存在した場合に毎秒上昇する値を設け、より値が低い人が安全と考える。そして出口に到達した人の発火からの経過時間を測る。その危険度と避難時間を確認し、行ったシミュレーションの避難経路の適切性を判断していく。

4. シミュレーション結果と避難経路表示アプリ

4.1 現在使用されている経路の結果

南非常階段を使用した最後の人の避難時間は約24分かかり、中央階段を使用した最後の人は約23分かかった。中央階段を使用する人は17分辺りから煙の影響を受け、非常階段を使用した人は中央階段よりも火元から遠いため19分辺りで煙の影響を受けた。どちらの人とも火の影響は受けなかった。

4.2 仮定した経路の結果

各階段に200人避難を行うパターンの場合、南非常階段を使用した最後の人の避難時間は約15分かかり、中央階段を使用した最後の人は約10分、北非常階段と東非常階段を使用した最後の人は約13分となった。中央階段に240人、東、北階段に200人、南階段に160人避難させるパターンの場合、南非常階段を使用した最後の人の避難時間は約12分かかり、中央階段を使用した最後の人は約12分、北非常階段と東非常階段を使用した最後の人は約13分となった。どの階段を利用した人も火、煙が充満する前に避難した。

4.3 自己判断を導入した経路の結果

南非常階段を使用した最後の人の避難時間は約19分となり、中央階段を使用した最後の人は約23分かかった。また、東、北非常階段を使用した最後の人はどちらも約6分となった。火の影響はどの人も受けず、中央階段のみ煙の影響を受けた。

4.4 避難経路表示アプリケーションの作成

仮定した各教室の避難経路のマップ表示を行うwebアプリケーションの開発を行った。開発したアプリケーションの使用画面を図1に示す。



図1 経路表示アプリケーションの表示例(1-5 教室)

5. 考察

5.1 シミュレーションの考察

訓練で使用されている経路のシミュレーションでは中央階段と南非常階段の2つのみの使用のため1階段に人が集中してしまい、避難時間が長くなってしまったと考えられる。一方、避難経路を変更したシミュレーションではそれぞれの階段に200人ずつ避難をするシミュレーションを行った結果、避難時間は大幅に減ったが各階段で避難時間に差が生じた。そのため、最後の避難時間が一番長かった南非常階段を使用していた1クラスの避難経路を最後の避難時間が一番短かった中央階段に変更したパターンを行い、結果各階段の最終避難時間はほぼ平均化し適切であることが確認できた。自己判断エージェントを導入したシミュレーションでは配置場所を6階以降にしたため本来南非常階段を使用するが、訓練での経路と比較すると南非常階段を使用する人が減り、北、東非常階段を使用する人が増えたことから的確に分散されていることが確認できる。本研究で結果として挙げられた避難経路は学食での火災を想定した場合のみの最適経路であるためその他の場所での火災を考えた際、さらに検証を行う必要がある。

5.2 アプリケーション作成と避難効率化の関係

本研究により出された避難経路は今までの階ごとの避難経路と違い同じ階でも避難経路が変わってしまう。そのため避難経路を迷うなどの問題が発生すると考えられる。そこで避難経路表示アプリを使用することにより避難時に携帯端末を使用することで経路が表示された地図を見ることができ、避難の効率化に繋がるのではないかと考えられる。

6. 謝辞

本研究で使用したマルチエージェントシミュレータ「artisoc」を提供して下さった構造計画研究所の方々に深く感謝いたします。

7. 参考文献

[1]山影進:「人工社会構築指南 artisoc によるマルチエージェント・シミュレーション入門」書籍工房早山 2007.01