

# 屋内画像サーベイランスによる群衆の避難誘導シミュレーション Automatic Escape Navigation by Using Human Surveillance and Recognition

津波古正輝<sup>†</sup>  
Masaki Tshako

國場幸祥<sup>‡</sup>  
Yukiyoishi Kokuba

長山格<sup>‡</sup>  
Itaru Nagayama

## 1. まえがき

建築技術の発達等により、土地利用の効率化・集約化を目指して世界各地で多数の高層ビルが建設され、オフィスビルやマンション等として利用されている。通常、高層ビルには防災設備が設置されているが、ビル火災の発生時は火災・有毒ガス等によって極めて甚大な被害が生じるため、速やかな避難・脱出が最優先とされる。一般に、避難時のエレベータ使用は禁じられるため、階段を利用して避難することが多い。ところが、多数の避難者が階段に殺到すると転倒・圧死などの二次被害が発生しやすく、しばしば円滑な避難・救助活動の妨げとなっている。そのため、非常時の高層ビル内における脱出路や階段の使用状況をモニタリングし、避難者数を制御して効率的に避難できるように誘導する広域避難誘導システムが必要となる。すでに、群衆の行動分析に関して様々な研究が行われており、パニック状態の群衆がどのような運動様式を取るのか解析した結果や分析結果が示されている [1][2]。これらに対して、本研究では群衆避難シミュレーションにおいて、カメラ映像を活用した自動誘導システム実現のための方式を提案・検討する。

## 2. 従来システム

現在までに、群衆の行動制御に関して多くの研究が行われてきた。見慣れた場所や脱出経路を十分に知っている場合はスムーズに出口に向かうことが可能だが、未知の建物や場所（偶然入った駅やデパートなど）では、建築構造の把握が困難であることおよび混雑等から、避難ルートを判断することが難しい。シミュレーションを通じて、群衆避難行動を観察する場合、群衆行動心理を考慮した動き・モデル空間の設定の信頼・属性の多さ・シミュレーションで採用する手法等の多くの条件を適切に設定しなければならない。

本研究では、屋内における群衆の位置情報をモニタリングすることで、状況に応じた適切な避難誘導を実現するシステム、AECS(Automatic Evacuation Guidance System)を提案し、機能・要素技術について検討する。AECSの概念図を図1に示す。一般に、火災や地震発生時に群衆が屋内のどの地点に分布しているかは時間帯や時季によって大きく異なるという特徴がある。そのため、群衆の位置情報を常時把握する必要がある。一方、群衆の分布状態によって適切な避難誘導経路は逐一異なるはずであるから、常に状況に応じた誘導経路を求める必要がある。従って、本システムでは常に屋内カメラによる「人物の検出」と「避難誘導シミュレーション」の2つを実現する必要がある。これにより、リアルタイムで状況に応じた誘導を実現することが期待される。

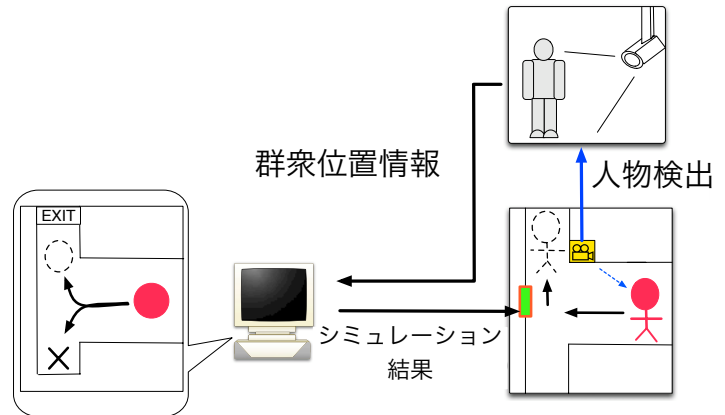


図1: システム概要

## 3. 技術要素

### 3.1. マルチエージェントによるシミュレーション

多数の自律的に行動する各エージェントが周りの環境を知覚し、目標を達成するために行動するシステムのことである。エージェント同士の相互作用を確かめることが可能なので、予測不可能な事象をモデル化することが可能である。またメカニズムを観察することができることから、個々のエージェントが行動を決定していく過程を追跡することにより、複雑なモデルの観測が行える。図2に運動粒子のモデルを示す。

### 3.2. モンテカルロ法によるシミュレーション

モンテカルロ法を用いたシミュレーションは乱数を用いて行うため、不確実な要因を含む事象の再現に適している。しかし、標本同士に差異がなく、異なった特性を持った標本が複数存在する事象の再現に適していない。従ってそれぞれの標本に数種類の属性を付加させ、異なった特性を持たせる。これにより、例えば年齢層に対応した特性を与えることが出来るため、高齢者、壮年、幼少児童などの体力的相違を反映させることができる。本研究では、特性値として移動速度、移動距離、大きさ、移動方向の決定規則、観察力、他標本に与える影響、などが考えられる。

### 3.3. 人物検出

アピアランスを用いた特徴量としてHOGがある。局所領域における輝度の勾配方向と勾配強度を用いてヒストグラム化を行い、人の輪郭情報を表す特徴量である [3]。算出されたHOG特徴量を用いて機械学習を行い、人物の判定を行う。また、処理速度が速く背景画像を使用した背景差分法は、固定カメラの特性から、本研究の人物検出として有効である。

<sup>†</sup>琉球大学大学院理工学研究科情報工学専攻

<sup>‡</sup>琉球大学工学部情報工学科

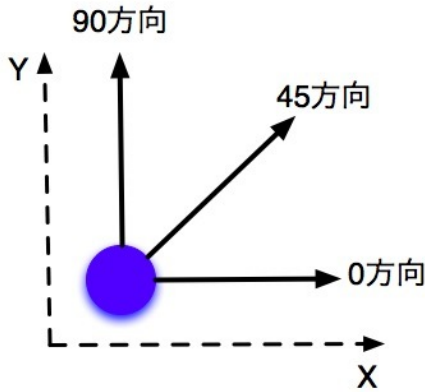


図 2: 運動粒子

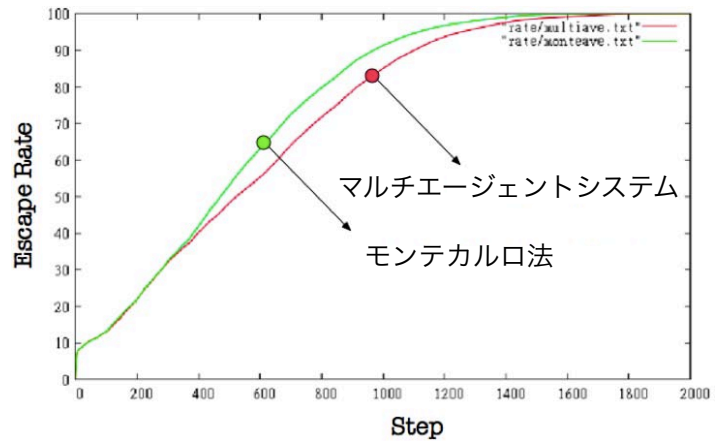


図 4: 脱出率

## 4. 実験

### 4.1. 避難シミュレーション

マルチエージェント法およびモンテカルロ法において、双方の粒子数を5個ずつ増加させながら20~70の範囲でランダムな初期状態から各10回ずつシミュレーション実験を行った。各脱出率の平均を図4に示す。この結果、マルチエージェント法とモンテカルロ法の双方とも、避難シミュレーション開始から徐々に脱出率が増加しており、シミュレーションの規定ステップ数内で脱出率100%を達成している。また、脱出の平均的早さは同等であり、本実験の範囲内では大きな差は見られなかった。一方、避難シミュレーションに際して初期状態でフロアや部屋内に配置された粒子数の偏りにより、脱出率の増加割合に遅延が見られた。これは避難開始時の人数分布によって、避難が遅れる可能性があることを表しており、群衆の位置情報の活用が重要であることを示唆するものと考えられる。

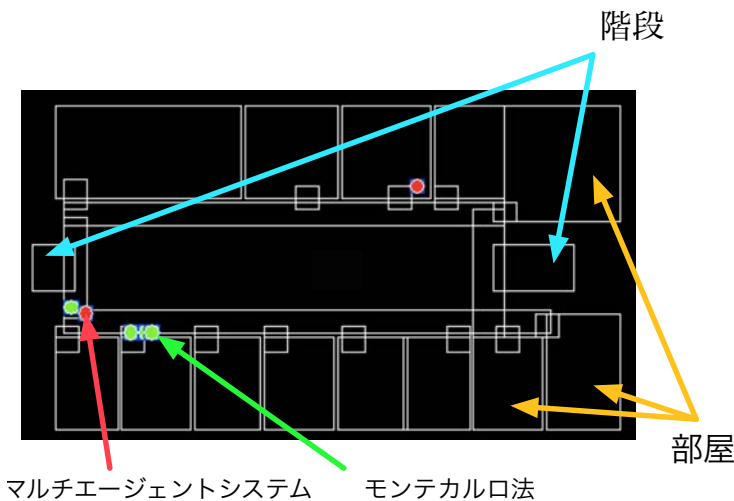


図 3: シミュレーション実行様子

### 4.2. 固定カメラによる人の検出

屋内で撮影した映像から人物を検出すると、明暗差が大きい部分や人の重なりがある部分を正確に特定できないことがある。本研究ではそれらを考慮し、HOG特徴量や背景差分法の複数の視点から人物検出に関する実験を行っている。人物検出実験の詳細は講演で詳述する。

## 5. まとめ

本研究では、屋内における群衆の位置情報をモニタリングすることで、状況に応じた適切な避難誘導を実現するAEGS(Automatic Evacuation Guidance System)のアイデアを提案し、その実装に必要な機能・要素技術について検討した。その結果、AEGS実現に必要な基本的手法は現時点で実装可能であり、十分に実現可能であることがわかった。

## 6. 課題

避難時は非常事態であるため群衆の状態は通常と大きく異なる心理状態・知覚状態・環境となるので、避難する人々への情報提示・誘導が困難となる可能性が高い。そのため、避難時の情報提示・誘導に適した手法を考慮することが重要である。また、シミュレーションの精度向上と性能比較を図るべく、行動パターンの定義、精密化、フロア状態の反映を行う必要がある。

## 参考文献

- [1] Dirk Helbing, Iiles Farkas, "Tamas Vicsek: Simulating dynamical features of escape panic", Nature, vol.407,28,pp.487-490(2000)
- [2] K.Nishinari, "Extended Floor CA Model for Evacuation Dynamics.", IEICE Trans. Inf.&Syst., Vol.E87-D,726-732(2004)
- [3] N.Dalal, B.Triggs, "Histograms of oriented gradients for human detection", Proc.of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR),pp.886-893,2005
- [4] Gerhard Weiss, Multiagent systems:a modern approach to distributed artificial intelligence, MIT Press 1999
- [5] Jacques Ferber, "Multi - agent systems:an introduction to distributed artificial intelligence", Addison - Wesley(1999)