

屋内画像サーベイランスと位置推定による防災型自動避難誘導システム Automated Escape Navigation System by Using Human Surveillance and Recognition

○津波古正輝[†]

Masaki Tshako

國場幸祥[‡]

Yukiyoshi Kokuba

長山 格[‡]

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る。そのため,非常時の高層ビル内における通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誘導する広域避難誘導システムが必要となる。

我々の研究室では AENS(Automated Escape Navigation System)の開発を進めており,すでにシミュレーションによりその効果を検証している [1][2]。AENS は屋内における群衆の位置情報をビデオ映像から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である。

ビデオ映像における人物検出に関しては既に様々な研究が行われており,特徴量算出法や学習方法が提案されている。[3][6]。本発表では,特に AENS における群衆の位置情報検出器に関する基礎実験結果を報告する。

2. AENS の概要

AENS の概要を図 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によって大きく異なる。従って,屋内カメラ群を利用して群衆の位置情報を把握する必要がある。また,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「避難経路算出シミュレーション」の 2 つを実行する必要がある。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可能になる。

現在までに,人物の検出に関して多くの研究が行われてきた。人物や物体の検出では,多様な変化に対して検出を可能にする特徴量の選択,算出した特徴量に対しての学習手法が重要である [4]。近年では関連性に着目した特徴量が注目されており,少ない情報で高精度の検出が可能になってきているが,大量の学習サンプルデータが必要となる。本研究では,HOG(Histogram of Oriented Gradients)と SVM(Support Vector Machine)を用い

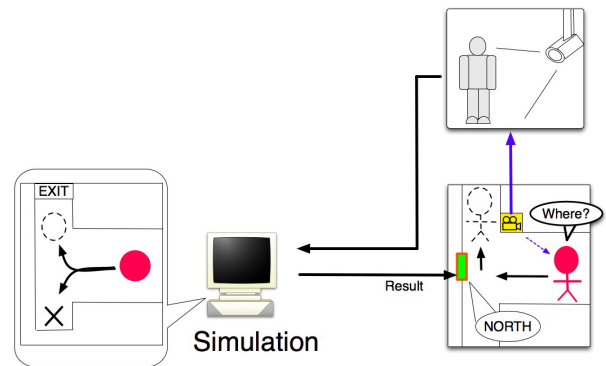


図 1: AENS の概要

て人物検出を試みる。

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

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 [7],これまでに群衆の行動モデルとして微分方程式モデル,セルオートマトンモデル,粒子モデル,マルチエージェントモデル等が提案されてきた。これらのうち,様々な条件を柔軟に適用しやすいことから,我々はマルチエージェントによる群衆避難シミュレーションを用いて,屋内特有の条件を考慮した自動誘導システムの方式を示した [1][2]。

3.2. Histogram of Oriented Gradients

局所領域における輝度の勾配方向と勾配強度を用いて分割区間ごとの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 [5]。照明変動や影の影響を受けにくく,局所的な幾何学的変化に頑健であるという特徴がある [3]。また,人物識別器として SVM を用いた。

4. 実験

フロアの一角に設置したカメラ映像内に存在する人の数を測定する実験を行った。背景差分法,モルフォロジー演算で前処理を加え,動いている領域のみを抽出するとともに,その部分に対して検出範囲単位でのラスタスキャンを行って HOG 特徴量を算出し,SVM による人物判定を行った。映像ストリームに対して人物検出サイズを一種類に固定して人物検出を行った例を図 2 に示す。また,人物検出サイズを複数種類用いて検出を行った例を図 3 に示す。図 3 より,明らかに手前位置,奥位置ともに正しく人物検出出来ることがわかる。

一方,目視によって各フレーム内の人数を数えた結果

[†]琉球大学大学院理工学研究科情報工学専攻

[‡]琉球大学工学部情報工学科

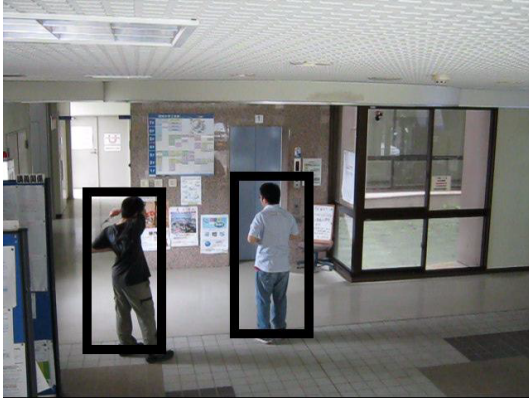


図 2: 人物検出結果 (手前位置)



図 3: 人物検出結果 (奥位置)

を図 4 に示す. なお, 今回の実験では, 全身が映っている人物の検出のみを対象とし, 半身が隠れている人物は除外した. また, 各フレーム内の人数検出数の正解率は±1 の誤差を許容するものとして算出した.

検出サイズを一種固定で行った結果, 人物検出の正解率は 70.2 % であった. ほぼ正確に人物検出を行えているのは 7 割ほどであるが, 検出人物数の誤差が少ないことがわかる. 一方, 複数の検出サイズを用いた場合は, 正解率が 81.1 % となり, 正解率が上昇した. これは, 複数の検出サイズを用いることで, 検出率の向上や奥行き方向の位置情報を把握可能である事を示している. 従って, 画面内の位置と検出サイズの大きさを活用することにより, 人物の位置情報を推定することが可能である.

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 AENS(Automatic Escape Navigation System) を示すとともに, その実装に必須の人物検出器について検討を行った. その結果, 人物検出による位置情報の把握が十分に可能であることがわかった.

6. 今後の課題

背景差分法などを使用した前処理で, 検出の候補となる範囲を少なくし, 処理時間の削減を行いつつ検出精度

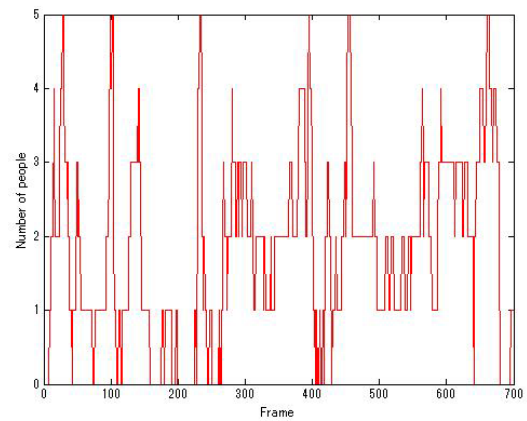


図 4: 各フレームに存在する人数 (目視計測)

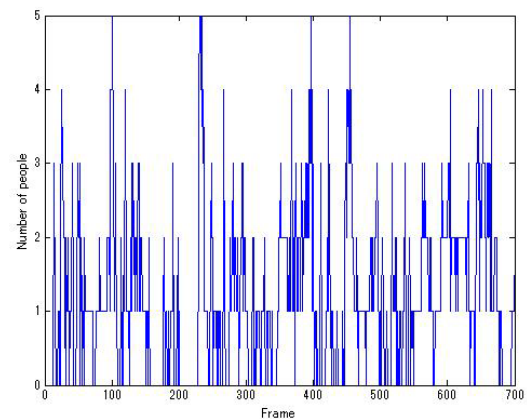


図 5: 各フレームにおける人数検出結果

を向上させることが課題である. また, 検出結果から得られた位置情報をシミュレーション側で活用し, どの程度正確な避難誘導が可能か検証する必要がある.

参考文献

- [1] 津波古正輝, 国場幸祥, 長山 格: "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", FIT2011(函館大)
- [2] 津波古正輝, 大城浩一, 長山 格: "避難誘導のための群衆行動制御シミュレーション", 電学研 IIS, pp.33-38(次世代産業システム研究会)(2011)
- [3] 山内悠嗣, 藤吉弘亘, "アピアランスと時空間特徴の共起に基づく人検出", 画像の認識・理解シンポジウム, pp.1492-1497(MIRU2007)
- [4] 山下隆義, "統計的学習手法を用いた 物体認識における特徴量の進化", (2008)
- [5] 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
- [6] 池村翔, 藤吉弘亘, "距離情報に基づく局所特徴量によるリアルタイム人検出", 第 15 回画像センシングシンポジウム IS4-05(2009)
- [7] Dirk Helbing, Iiles Farkas, "Tamas Vicsek: Simulating dynamical features of escape panic", Nature, vol.407, 28, pp.487-490(2000)