

情報ネットワークを活用した災害時避難誘導システムの構築

— 群衆密度を考慮した避難誘導 —

米子工業高等専門学校 ○長谷川仁 ◎香川律 福田雄大 船越亙留 松本宏貴

要旨

情報ネットワーク経由で被災状況等を取得し、最適避難経路を提示する災害時避難誘導システムの構築を進めており、本研究では、避難の円滑化や群衆事故回避を目的に、群衆密度を考慮した避難経路探索エンジンの再構築と、画像処理により群衆密度推定を行う人検知ユニットの開発を試み、避難誘導への適用を検討した。

1. 緒言

地震や火災による人的被害を減らすためには、災害時の円滑な避難誘導が極めて重要となる。本研究では、発生頻度が高く逃げ遅れによる死者の多い建物火災を対象に、災害発生時に円滑な避難誘導を行うためネットワーク（LAN）経由で被災状況を取得し、最適避難経路を提示する避難誘導システムの構築を進めており、避難者が一つの通路や非常口に殺到することで生ずる避難効率の低下や連鎖的な転倒などの二次災害の回避を目的として、群衆密度を考慮した避難経路探索エンジンの再構築と、画像処理により群衆密度推定を行う人検知ユニットの開発を試み、避難誘導への適用について検討した。

2. システムの構成

図1に、災害時避難誘導システムの構成を示す。

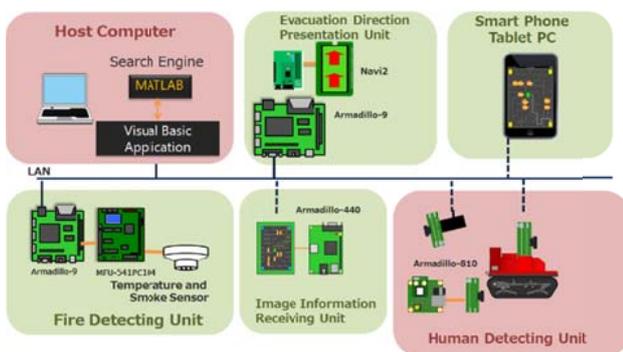


Fig.1 Evacuation Guidance System

火災検知、人検知、そして提示ユニットなど各ユニットは組み込みマイコン、無線 LAN モジュール、そして各種センサ等を組み合わせて実現し、建物内の出入り口と曲がり角や交差点の天井や壁に設置する。火災等が発生した場合、ホスト・コンピュータは、災害情報、群衆密度情報、そして被災者の位置情報に応じた最適避難経路を求め、避難経路提示ユニット等を介し、被災者に提示する。各ユニ

ットは、無線 LAN に加え ZigBee ネットワークを介して最寄りのユニットへ接続し、避難経路情報、災害情報をリレー方式で伝送する。避難経路等、避難誘導情報は、被災者の現在地に最も近い提示ユニット等から、直接、光や音声により知らせるとともに、一般的な携帯情報端末からも、適宜取得できるよう構成する。

2.1 ホスト・コンピュータ

ホスト・コンピュータは、火災検知ユニットや人検知ユニットからの情報を LAN 経由で取得し、被災状況やその変化に応じた最適避難経路を求める。本研究では、群衆密度を考慮し、更に最短経路探索の正答率向上の観点から経路探索エンジンのコアとしてダイクストラ法 (DA) を採用している。今年度は高群衆密度区画の減少を目的として、経路探索エンジンの再構築を行った。

2.2 人検知ユニット

画像処理によって人を検知し、各区画の混雑状況を LAN 経由でホスト・コンピュータに送信する。今年度は平常時の静的群衆密度情報の取得を目標とした。画像情報の取得にはネットワーク対応組み込み CPU ボード Armadillo-810 に CMOS カメラ・モジュールを搭載したハードウェア・プラットフォームを採用した。

3. 評価実験

3.1 避難経路探索

評価には図2に示す 10×10 区画の 1 層迷路を用い、計 100 人の避難者モデルを迷路上の各区画にランダムに配置し、脱出口を迷路四隅として評価実験を行った。迷路上の各区画をノード（節点・頂点）、区画間の上下左右の繋がりをエッジ（枝・辺）とした無向グラフを作成し、ダイクストラ法によって各スタート地点から脱出口までのコストが最小となる最適避難経路を求める。また、避難者モデルは 1 ステップごとに 1 区画進み、必ず指示された経路を進むものとする。このモデルに対し、高群衆密度区画に存在する

被災者全員を最短経路に誘導する方法(集中誘導),それに次ぐ経路との二手に分散させ誘導する方法(分散誘導)についてそれぞれ計50回の測定を行い,脱出までのステップ数,1区画に5人以上のモデルが存在した高群衆密度区画数,1区画における最高人数を比較した。

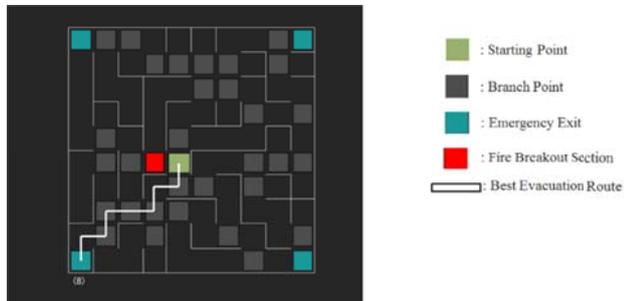


Fig.2 Target of Search

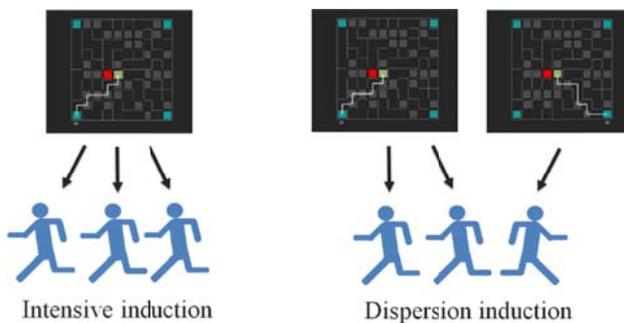


Fig.3 Search Method

3.2 背景差分による人検知

Armadillo-810, 或いはホスト・コンピュータ側で,オープン・ソースの画像処理ライブラリ集として知られている OpenCV が提供する混合正規分布による背景差分アルゴリズムを用いて人検知を試みた。また実験には,総画素数 640×480 ピクセル(VGA), フレームレート 30fps のカメラ・モジュールを使用した。

3.2.1 精度評価

一般的な商業施設の天井高である 4m に Armadillo-810 を設置し,被験者が撮影エリアに 1 人ずつ侵入し,合計 7 人までその様子の人検知ユニットで撮影し人検知を行った。

3.2.2 処理時間評価

画像情報を取得してから Armadillo-810, 或いはホスト・コンピュータ側で人を検知しその画素数を表示するまでの時間を 1 回とし,それぞれ 50 回測定した。

4. 実験結果

4.1 避難経路探索

表 1 に,群衆密度を考慮した避難経路探索の観測結果を示す。分散誘導を導入したことで,脱出までのステップ数が約 10% 増加しているものの,高群衆密度区画数は約 34%, 1 区画における

最高人数は約 7% 減少させることができた。

Table.1 Observation Results

	Intensive	Dispersion
Number of Steps	13.24	14.6
Number of crowded Partitions	3.56	2.36
Maximum Number of People	6.5	6.06

4.2 背景差分による人検知

4.2.1 精度評価

実際の人数と検出数の最大誤差を 2 人に抑えることができた。今後測定人数を増やし誤差が増えないようであれば,群衆密度推定は可能であると考えられる。

4.2.2 処理時間評価

図 4 に実験結果を示す。

Armadillo-810, そしてホスト・コンピュータの処理時間の差は約 11[msec]であり人の平均歩行速度 1.5[m/sec]では,約 0.02[m]しか差がないことから今回の処理内容であれば Armadillo-810 でホスト・コンピュータと同等の人検知が可能であると考えられる。

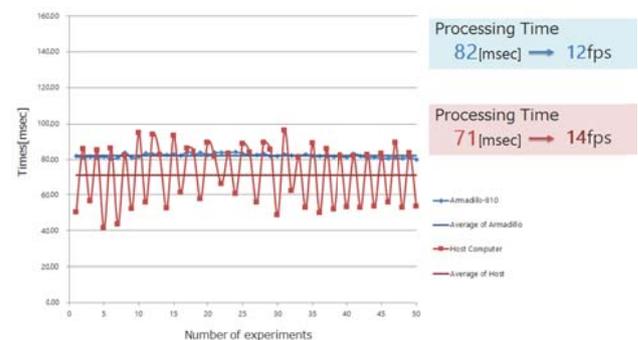


Fig. 4 Experimental Result of Human Detecting

5. 結言

群衆密度を考慮した避難経路探索を行うことで,高群衆密度区画の発生を抑えることが可能であることを確認した。また画像処理を人検知ユニットで行い群衆密度を推定することができた。今後は今回開発した人検知ユニットで人の動きも検出し,群衆流動を考慮した避難誘導の検討を行いたい。

6. 参考文献

- (1) Z.Zivkovic, Improved adaptive Gaussian mixture model for background subtraction, International Conference Pattern Recognition, UK, August, 2004
- (2) "Armadillo (アルマジロ)", <http://armadillo.atmark-techno.com/>