

ワイヤレスメッシュネットワークにおける入場時の滞在時間によるグループ推定に基づいた災害時避難誘導アルゴリズム

水野桃夏[†] 木村成伴[‡]

筑波大学情報学群情報メディア創成学類[†] 筑波大学システム情報系情報工学域[‡]

1 はじめに

ワイヤレスメッシュネットワークでは、対象範囲に複数のアクセスポイントを配置しており、利用者の無線端末がローカルフラディングして、定期的に自身の情報をアクセスポイントに送信することで、アクセスポイントはその周囲の利用者数と状態を把握する。さらに、アクセスポイントはグローバルフラディングによって、他のセクションのアクセスポイントと情報を共有する。これらの機能によって、利用者の位置と人数を常時把握することが可能である。

これを利用して、災害発生時に、避難出口に誘導するシステムが実現可能であるが、予め設定された避難経路だけでは、災害状況に応じた適切な経路ではない恐れがある。以上を踏まえて、避難出口への人の集中を避ける避難誘導システムが提案されている [1]。

2 提案方式

前章で述べたアルゴリズムでは各利用者ごとの経路が提案されるため、家族や障がい者とその補助者など別行動できない利用者グループに別の避難経路を提案される可能性がある。そこで本章では、入場時に利用者のグループを推定し、災害発生時には、推定したグループを同じ出口に誘導するアルゴリズムを提案する。提案方式では、対象エリア内のワイヤレスメッシュネットワークの利用者を対象に、次の条件を満たした利用者と同じグループであると推定する。

1. 入口にある同一のアクセスポイントにほぼ同時に接続した。
2. 接続後、 n 秒間のうち、 m 秒間 ($n \geq m$) 以上、同じアクセスポイントの接続範囲内にいた。

災害発生時には、同じグループと推定した利用者を、

Evacuation Route Guidance Algorithm Based on Group Estimation by Sojourn Time at Entrance in Wireless Mesh Networks

[†]Momoka MIZUNO, College of Media Arts, Science and Technology of Informatics, University of Tsukuba

[‡]Shigetomo KIMURA, Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

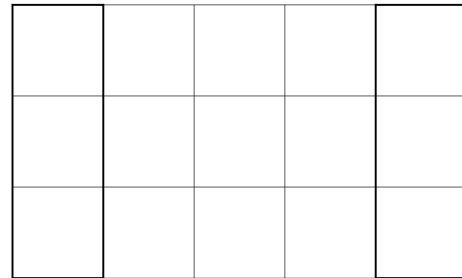


図 1: 実験エリア

全員同じ出口に誘導する。出口が複数ある場合、グループ内の利用者の属性を考慮して、例えば、障害を持つ人の移動経路を短くすることも考えられるが、特定のアプリの利用を仮定していないため、本アルゴリズムでは、グループメンバ全員の出口までの距離の合計が最も小さくなる出口を提案する。グループに所属していない利用者には最短の出入口を提案する。

3 実験

シミュレーション実験により、このアルゴリズムの有効性を確認する。実験を行うエリアを図 1 に示す。ここで、正方形は 1 辺 100m のセクションであり、アクセスポイントに接続する範囲を表すが、セクションの属性やセクションを仕切る壁はないものとする。全体の広さは 300m × 500m である。左端と右端 1 列の各 3 つのセクションは出入口で、利用者の入場口と避難時の出口を兼用する。グループ推定のパラメータは $n = 180, m = 90$ とし、入場時はセクション内のランダムな位置から入る。その後、利用者は実験エリアをランダムウォークする (ランダムに選んだ向きに、360 度のランダムに選んだ角度と、0.5m/秒以上 1.5m/秒以下のランダムに選んだ速度で、20 秒以上 30 秒以下のランダムに選んだ時間移動し、これを繰り返す。但し、移動先が実験エリア外に出る場合は、選択をやり直す)。入場者は、1 秒毎に、6 箇所の内ランダムに選んだ出入口セクションから、グループでない一名と、2 人以上 5 人以下のランダムなグループが入場する。これを規定の人数 (50, 100, 200 人) に達するまで繰り返す。

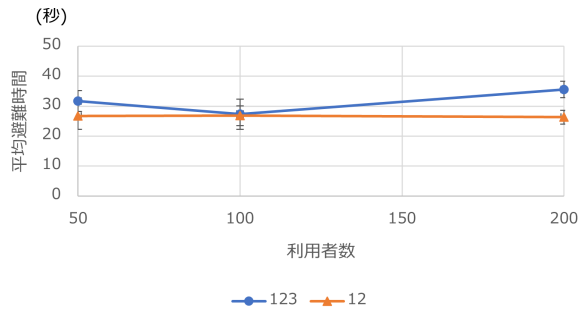


図 2: 利用者の平均避難時間

返すが、規定の人数まで4人以下になると、残りの人数分のグループでない人がランダムに選んだ出入口セクションから入場する。そして、規定の人数に達してから300秒間経過したらシミュレーションを打ち切り、その時点での避難経路を求めてから、平均避難時間と避難した人の比率や避難先の内訳を測定する。これを10回繰り返した平均値と、信頼レベル95%のときの信頼区間をグラフに記載する。

グループ推定の誤りとして、グループがグループでないと推定されてしまうものと、グループでない人がグループと推定されてしまうものがある。それらの誤りを評価するためにグループを3種類用意して実験を行う。

1. グループがグループと推定されるもの。
入場直後 n 秒間は、グループの全員が同じ動きをする。
2. グループがグループでないと推定されるもの。
入場後からグループ全員が独立してランダムウォークする。
3. グループでない人がグループと推定されるもの。
入場直後 n 秒間は、全員が1.と同じ動きをする。

上記の1., 2., 3. がそれぞれ9秒に1回入り、グループでない一名が9秒に6回入る実験(以下、実験123と呼ぶ)と、1.と2.がそれぞれ9秒に1回入り、グループでない一名が9秒に7回入る実験(以下、実験12)を行った。

実験123と実験12における、平均避難時間と信頼レベル95%のときの信頼区間を図2に示す。この図より、実験123は実験12よりも0.5秒から9.3秒まで平均避難時間が増えた。一般に、グループでない人がグループと推定されると、これらの人は同じ出口に避難させているため、あるグループメンバにとって遠回りの避難経路を提示させる場合があるが、その差は10秒程度で収まるので、あまり影響はないものと思われる。

次に、実験123において、利用者が避難した結果の内訳(比率)とそれぞれの値の信頼レベル95%のとき

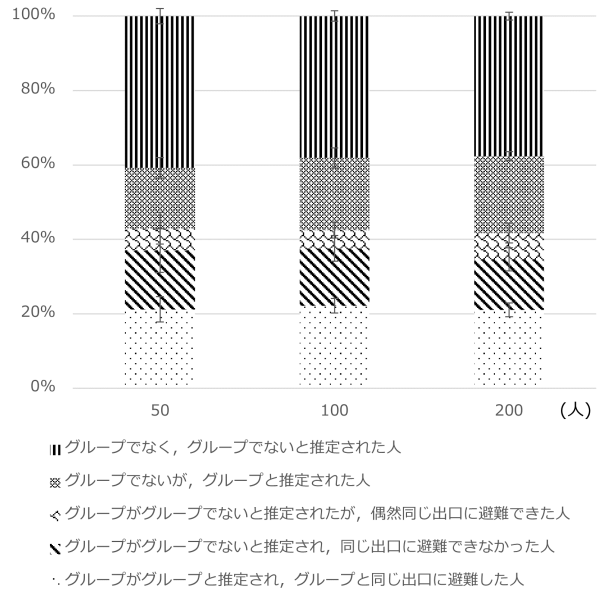


図 3: 避難した結果の内訳

の信頼区間を、図3に示す。グループに対してグループ推定に成功したのは全体の21.1%から22.2%、失敗したのは全体の20.3%から21.8%であり、約半数のグループ推定に失敗している。これに対して、グループでない推定に成功したのは全体の37.7%から40.8%、失敗して、同じ出口に避難した人は全体の16.2%から20.7%であり、グループでないことの推定の成功は半数を少し越えている程度である。この傾向は利用者数が増加しても同様であるため、グループ推定の方法に検討する余地があり、例えば、グループ推定に用いた m, n を変更することが考えられる。

4 まとめ

ワイヤレスメッシュネットワークで収集した情報から、避難者のグループを推定し、グループが同じ出口に出られるような避難誘導アルゴリズムを提案した。そして、シミュレーション実験により、このアルゴリズムの有効性を確認した。今後は、建物の規模や利用者数を考慮したより良いグループ推定方式の提案や、より現実的な建物でのシミュレーション実験を行うことが課題である。

参考文献

[1] Hironori Fujinaka, Tomoyuki Ohta, and Yoshiaki Kakuda “Evacuation Route Guidance Scheme for Building Evacuation Using Wireless Mesh Network Systems,” Proceedings of 2020 Eighth International Symposium on Computing and Networking Workshops (CANDARW), pp. 8–13, 2020.