

# Mobile Cache を用いた被災情報共有システムの性能評価

Performance Evaluation of Disaster Information Sharing System using Using Mobile Caches

富森 俊貴<sup>1</sup> 三角 真<sup>2</sup> 上山 憲昭<sup>1</sup>  
Toshiki Tomimori Makoto Misumi Noriaki Kamiyama  
立命館大学 情報理工学部<sup>1</sup>

Faculty of Information Science and Technology, Ritsumeikan University  
福岡大学 工学部<sup>2</sup>  
Faculty of Engineering, Fukuoka University

## 1. はじめに

地震などの自然災害が発生した際、被災者は避難所に向け避難を開始する。このとき、迅速で安全な避難が必要となるが、目的の避難所までの経路上に通行困難な箇所がある場合、迂回の必要がある。これらの被害情報は、災害が発生した後でなければ収集することができないが、災害の影響により、通信インフラが損傷し、インターネットの使用が不可能であることが想定される。こういった状況下では被災者間での情報共有手段として Delay Tolerant Network (DTN) が期待されている。DTN では基地局を介さずに端末間で直接通信することで情報を共有することが可能であるが、端末間での直接通信を繰り返すことで移動端末の消費電力が増加する。災害による停電が発生した際に移動端末のバッテリーが枯渇すると、連絡や情報収集の手段が絶たれる。これまでの研究では、消費電力を考慮した DTN を用いた災害時の情報共有方式として、コンビニ等に設置したキャッシュ(情報 Box) を用いた災害情報共有システムが提案されている [1]。本方式は被災情報を収集する情報 Box を導入し、端末間での直接通信回数を抑えネットワーク全体での消費電力を削減する。しかし情報 Box を設置する場所を用意するためのコストが生じる。そこで我々は情報 Box の機能を持たせた避難者端末を MobileCache とし、MobileCache となる端末をバッテリー残量や避難の目的地から制御することで先行研究の課題をクリアした避難を行うことができると考え被災情報共有システムを構築した。本稿では、シミュレーションによって、MobileCache を用いた場合の避難と、通常の DTN や被災情報を共有しない場合の避難を比較し、避難完了者の割合や消費電力量にどのような影響を与えるかを調査する。

## 2. 提案手法

本研究では、被災者の携帯端末間での通信回数を削減しバッテリー消費を緩和することを目的として、災害情報を共有する情報 Box の機能を持った Mobile Cache を導入し、どの端末が Mobile Cache となるかを自律的に決定するシステムを検討する。Mobile Cache 端末とその他の避難端末との違いは通信頻度である。Mobile Cache となった端末は周囲の避難者に最新のデータを提供するために、高頻度で周辺の端末に自身が所持している故障情報をブロードキャストする。そのため周辺端末よりも消費電力が大きくなる。避難開始時は全ての端末が Mobile Cache として機能しており、3 つのパターンに従って Mobile Cache の数が変動する。1) Mobile Cache の削減、2) Mobile Cache の変更、3) Mobile Cache の復活である。1) の Mobile Cache の削減は、主に避難開始直後に行われる。ここでは、2 つの Mobile Cache 端末間でネゴシエーション処理を行って Mobile Cache の機能を集約していく。一回のネゴシエーションで行われる処理は以下の 2 つである。1) 目的地が同じである Mobile Cache 端末同士でバッテリー残量を交換、2) バッテリー残量の少ない方は Mobile Cache をやめバッテリー残量が多い方の端末に自身が所持している道路の故障情報を渡す。このネゴシエーションを繰り返すことで Mobile Cache 端末の数を減らしながら少数の端末に機能を集約していく。2) の Mobile Cache の変更は、非 Mobile Cache から一定の間隔を空けて目的地が同じ近くの Mobile Cache に通信要求をしてバッテリー残量情報を交換し、Mobile Cache 端末の方がバッテリー残量が少なければ自身が新しく Mobile Cache となり、役割を交代する。また、Mobile Cache の機能が少数の端末に集約された後、避難中に

Mobile Cache 端末が周囲からいなくなることも想定される。そういった状況下で 3) の Mobile Cache の復活は行われる。ここでは本来定期的に受け取るべきである Mobile Cache 端末からのデータ更新のための通信要求が長時間関知されなかった時に自律的に Mobile Cache になることを想定する。その際、同じタイミングで複数の端末が Mobile Cache に復活することも想定されるが、その場合は復活した Mobile Cache 端末同士で再び 1) の Mobile Cache の削減を行い Mobile Cache の機能を集約していく。

## 3. 性能評価

大阪市北区を対象地域として OpenStreetMap の地図情報を用い、大阪市北区内の避難所と対象地域の境界地点を避難の目的地として提案手法を適用した。通信はブロードキャストで行い、通信範囲内に存在する避難者端末は受信したデータを取得可能であるとする。目的地に到達し避難を完了した避難者端末は、通信をやめ、情報交換を行わないものとする。また、避難者端末の通信可能範囲は 10m として評価を行い、Mobile Cache 同士のネゴシエーション間隔は 5 秒から 10 秒での範囲でランダムに設定されし、60 秒 Mobile Cache からのブロードキャストを受け取らなかった避難者端末は自律的に Mobile Cache に復活する。また、初期配置時に目的地に到達可能な経路が存在しないエージェントは配置しない。これらの条件において、避難完了者割合とバッテリー切れ端末割合の時間変化を評価する。図 1 に避難完了者割合とバッテリー切れ端末割合

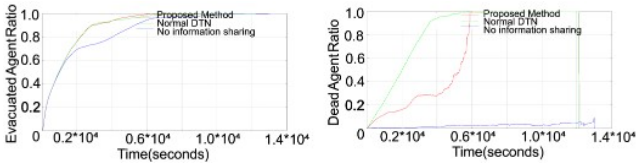


図 1: Time variation in evacuation completers and percentage of devices with dead batteries

の時間変化を示す。この 2 つのグラフから、提案手法は通常の DTN での避難と比較して、避難スピードを落とさずに消費電力を抑えた避難が可能であることが分かる。また、避難開始から 4000 秒以降は提案手法が通常の DTN よりも高い避難完了者割合を記録している。これは通常の DTN での避難では消費電力が大きいため 4000 秒付近でバッテリーが切れ、経路を更新できない端末が増えたためだと考えられる。

## 4. 結論

本稿では災害発生時の災害情報共有におけるネットワーク全体の避難者端末のバッテリー消費の削減を目的として、避難者端末が自律的に Mobile Cache となるシステムを検討し、避難完了者割合やバッテリー切れ端末割合の時間変化を評価した。今後は情報 Box を配置した場合との性能比較を行う。

謝辞 本研究成果は JSPS 科研費 23K21664,21H03436 と 23K21665,23H03388 の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

[1] M. Misumi, T. Nishimura, and N. Kamiyama, “Placing Information Boxes to Reduce Power Consumption in Disaster Communications Using DTN,” IEEE GLOBECOM 2021