

Mobile Cacheを用いた被災情報共有システム

Disaster Information Sharing System using Mobile Caches

富森 俊貴¹ 三角 真² 上山 憲昭¹
Toshiki Tomimori Makoto Misumi Noriaki Kamiyama
立命館大学 情報理工学部¹
Faculty of Information Science and Technology, Ritsumeikan University
福岡大学 工学部²
Faculty of Engineering, Fukuoka University

1. はじめに

地震など大規模な災害が発生した際、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、セルラーネットワークのインフラが損傷し、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。そのため筆者らは、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を提案した [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。そこで本稿では情報 Box の機能を幾つかの避難者端末にもたせた Mobile Cache とし、Mobile Cache 端末が情報 Box の役目を果たすことで情報 Box を事前に設置するために必要なコストを不要にするシステムを提案する。そして計算機シミュレーションによる性能評価を行い、提案方式を用いることでネットワーク全体の消費電力が削減されることを示す。

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者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、短い周期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。非 Mobile Cache 端末は Mobile Cache 端末からデータを受信し、端末の故障情報を更新する。

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。これは避難集団内で、ある程度 Mobile Cache が少なくなってきた状況下で行う。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間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。さらに、目的地に到達し避難を完了した避難者端末も、通信をやめることはなくシミュレーションに残り続けるものとする。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 10 秒でランダムに設定され、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。また避難途中で複数の故障箇所に遭遇し、目的地までの経路が存在しない状態になった避難者は、その場にとどまり続ける。これら避難者は陸路での避難が困難なことから、ヘリコプター等での救出が必要となる。これらの条件において、Mobile Cache の数と、避難完了者数の時間変化を評価する。

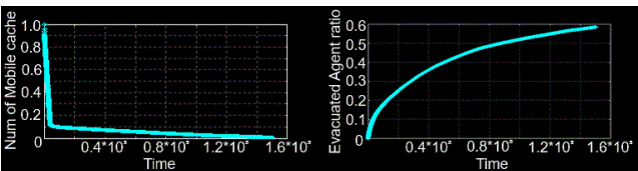


図 1: Time series of mobile-cache count and number of evacuee completing evacuation

図 1 に Mobile Cache の数と避難完了者数の時間変化を示す。時間経過に伴い Mobile Cache の数が徐々に減少していくこと、避難完了者は増加していくことが確認された。

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、Mobile Cache 数や避難完了者数の時間変化を評価した。今後は提案手法の有効性を示すため、先行研究との比較を行う。

謝辞 本研究成果は JSPS 科研費 21H03436 と 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