

震災時の避難行動を支援する災害情報の拡散手段に関する検討

1265104 杉野 修弥 【分散処理 OS 研究室】

Consideration of Disaster Information Dissemination Channels to Support Evacuation Measures During Earthquakes

1265104 Shuya Sugino 【Distributed System and Operating System Lab.】

1 はじめに

東日本大震災以降、災害時の避難手段として、やむを得ない場合に限り、自動車での避難が認められるようになった。自動車避難を利用する場合の問題点として、信号の不点灯、建物の倒壊や陥没による道路閉塞、交通渋滞が挙げられる。また、震災時には津波に遭遇するリスクや浸水による道路消失を考慮する必要がある。

渡辺ら [1] は、複数の情報拡散手段を組み合わせ、道路閉塞箇所を拡散することで、単体で使用する場合よりも避難時間が短縮できることを示した。しかし、津波の到達を考慮していないため、避難経路の安全性は保障されていない。また、渋滞情報の拡散が行われていないため、深刻な渋滞が発生する可能性がある。

本研究では、災害情報と情報拡散手段を組み合わせ、避難行動について検討する。災害情報は道路閉塞と渋滞情報を拡散し、津波の到達も考慮する。情報拡散手段には、人伝、ラジオ、SNS (Social Networking Service)、v2v (Vehicle-to-Vehicle) を使用する。そして、災害情報と情報拡散手段の種類による有効性を被災車両数を用いて評価する。

2 災害情報モデル

(1) 道路閉塞

建物の倒壊、液状化現象、寸断などの影響で通行できない道路である。道路閉塞箇所は、存在できる車両の許容量が 3 台以上で、避難所に指定されていない道路から、幹線道路 5 個、幹線道路以外 15 個、デマ情報 5 個がランダムに選択される。

(2) 渋滞情報

渋滞は道路上の密度が 70 % 以上の道路とする。道路 i の許容量 C_i 、通行中の車両数 N_i とするとき、車両密度 D_i は次の式によって求める。

$$D_i = \frac{N_i}{C_i} * 100 \quad (1)$$

(3) 津波遭遇リスク

車両が避難中に津波に遭遇するリスクである。各道路には津波到達時間が設定されており、1 分毎に通行予定の道路に津波が到達するか確認する。各道路に到達する

までの総所要時間は、現在地点から確認地点までの所要時間、震災からの経過時間、避難予備時間 (3 分) の合計とする。以下にダイクストラ法による経路探索時の処理手順の詳細を示す。

- (1) ノードへの訪問時、訪問ノードの総所要時間を計算
- (2) 訪問ノードに設定されている津波到達時間と比較
- (3) 総所要時間が津波到達時間を超える場合、訪問ノードの重みを加増

3 情報拡散手段モデル

(1) 人伝

人伝はジェスチャーや口頭での情報拡散を想定する。人伝では、直接入手した最も新しい情報を対向車線上の車両に拡散する。また、情報を入手した地点から離れるほど、拡散成功率は下がる。本モデルでは、伝達可能範囲を 4 とするため、発見地点から移動したノード数を M としたときの、拡散成功率 P は次の式で求める。

$$P = \frac{4 - M}{4} \quad (2)$$

(2) ラジオ

ラジオは JARTIC (道路交通情報センター) が発信する民間放送やハイウェイラジオでの情報拡散を想定する。ラジオでは、幹線道路の情報をシミュレーション上の全ての車両に拡散する。本モデルでは、ラジオの拡散間隔は 5 分とする。

(3) SNS

SNS は位置情報付きで投稿できるアプリケーションを想定する。SNS では、SNS 利用車両に選択された車両間で、全道路の情報を共有する。また、SNS 利用車両はデマ情報の拡散を行う。本モデルでは、道路閉塞または渋滞発見時と v2v によるデータ更新時に拡散される。

(4) v2v

v2v は無線機器を搭載した車両間での通信を想定する。v2v では、通信範囲内で同期時間が重なった車両間で、車両が保持するデータを全て共有する。本モデルでは、データは道路毎に確認し、道路の情報が異なる場合、更新時間が新しいデータに合わせて書き換える。また、通信可能範囲 70m、同期間隔 1 分とする。

表 1 シミュレーションパラメータ

パラメータ	値
道路ネットワークの構成エッジ数	644 エッジ
幹線道路数	56 箇所
避難所	14 箇所
避難車両数	1929 台

4 シミュレーションモデル

本研究では、高知県香南市を対象に、ハザードマップに従って [2] 各道路に避難所と津波到達時間を設定した道路ネットワークを使用する。シミュレータには SUMO (Simulation of Urban MObility) を使用し、災害時の状況再現として、信号の削除、車両の速度制限 (時速 9km) を行う。車両は道路ネットワークの全道路に同数配置されており、道路ネットワークのデータと最短距離の避難所までの経路を所持している。また、道路ネットワークデータには、道路閉塞情報、渋滞情報、情報更新時間が記録される。道路閉塞に遭遇した場合には U ターンし、U ターンできない場合は停止し、情報拡散を続ける。

5 評価

5.1 評価項目

情報拡散手段の違いによる災害情報の有効性を確認するため、災害情報の組み合わせを 4 パターンに分け、被災車両数割合を用いて評価する。被災車両数は、避難中に津波に遭遇した車両とし、沿岸部で被災した車両数、内陸部で被災した車両数、その他の要因で被災した車両数で結果を取得する。沿岸部は津波の最短到達時間が 20 分のエリア、内陸部は最短到達時間が 30 分のエリアとする。使用したパラメータを表 1 に示す。

5.2 結果

図 1 に示すように、被災車両数は情報拡散手段によって変わる。情報拡散手段を用いない場合と比較すると、人伝が約 2.5%、SNS 利用者割合 20% は約 3%、v2v では約 3.5%、被災車両数の増加が確認できる。ラジオは約 5% 弱、SNS 利用者割合 40% では約 3.4% 被災車両数が減少している。

5.3 考察

人伝と v2v の被災車両が増加した原因として、情報拡散範囲の狭さが考えられる。特に渋滞情報を考慮する場合、近くの情報だけでは、前方の渋滞を回避しても、別の渋滞に遭遇する可能性が高い。さらに、v2v では、渋滞発生箇所周辺の車両が集団で経路変更する可能性が高く、新しい渋滞が発生しやすい。また、情報拡散範囲が狭いため、渋滞解消情報を得ることが難しく、車両には渋滞情報だけが蓄積するため、長距離の迂回を強いられる。SNS 利用者割合 20% の場合は、渋滞への遭遇

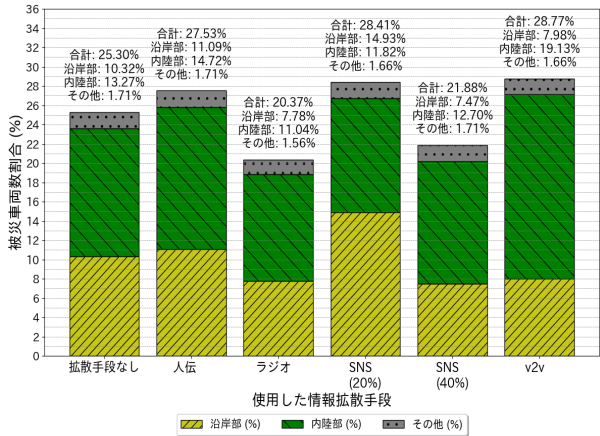


図 1 災害情報を全て考慮した場合の被災車両数割合

率と共有力が低いことに加え、デマ情報による無駄な迂回が発生したことで避難時間が遅れ、被災車両数が増加したと考えられる。

ラジオで被災車両数が減少した理由として、車両が集中しやすい、国道や高速道路での渋滞情報を発信できたからだ考える。また、拡散範囲も広いため、経路変更後に他の渋滞に遭遇する可能性も低い。さらに、渋滞解消情報を扱えるため、渋滞情報の蓄積が少なくなり、長距離の迂回が少なかったからだと考えられる。SNS 利用者割合 40% では、渋滞への遭遇率と共有力が十分に強いため、デマ情報による悪化を打ち消すことが可能であったと考える。

これらの結果から、災害情報を考慮する場合には、情報拡散範囲が重要である。SNS を用いる場合には、拡散されるデマ情報の位置によっては、拡散範囲や共有力だけでは、打ち消せないほど、悪化する可能性もあるため、慎重な利用が求められる。

6 おわりに

災害情報と情報拡散手段の種類による有効性を被災車両数を用いて評価した。災害情報として渋滞を拡散する場合、拡散範囲の広い情報拡散手段を用いることが求められる。今後は、避難経路の拡散することで、渋滞の緩和や避難所の容量を考慮した避難行動を支援できる。また、拡散する情報だけでなく、新しい情報拡散手段の検討も行う必要がある。

参考文献

- [1] 渡辺奈実, 横山和俊, ”災害発生時における複数の情報拡散手段を組み合わせた避難手法”, 情報処理学会第 85 回全国大会講演論文集第 1 分冊, pp.235-236, 2023.
- [2] 高知県 危機管理・防災課, ”高知県防災マップ”, <https://bousaimap.pref.kochi.lg.jp/kochi/top/select.asp?dtp=4> (参照 2024-01-09).