

# 路側機を利用した災害時の自律分散型情報共有手法

西村 直人 【分散処理 OS 研究室】

## An Autonomous Distributed Information Sharing Method Using Roadside Units During Disasters

NISHIMURA, Naoto 【Distributed System and Operating System Lab.】

### 1 はじめに

近年、路車間通信 (V2I) や車々間通信 (V2V) に代表される ITS 技術は、安全運転支援や交通円滑化に加え、大規模災害時の情報共有や避難支援への応用が期待されている。災害時には道路の被災状況や通行可否情報を迅速に共有することが重要であるが、地震や津波等により通信インフラが断絶した場合、従来のネットワークを前提とした情報共有は困難となる。

既存研究では、V2V 通信による情報拡散手法 [1] や、路側機 (RSU) を用いた DTN (Delay/Disruption Tolerant Network) 環境下での情報共有手法 [2] が提案されている。一方、RSU を活用した V2I 通信の多くは中央サーバに依存した中央制御型であり、通信断絶時には継続的な情報共有が困難となる。また、中央サーバに依存しない自律分散型 V2I モデルについては十分に検討されていない。

そこで本研究では、通信インフラ断絶下においても動作可能な自律分散型 V2I 情報共有モデルを提案し、交通シミュレーションを用いて、情報拡散なし、中央制御型、および提案手法を比較評価することで、災害時避難支援における有効性を明らかにする

### 2 提案手法

本研究では、災害発生時の通信環境に応じて動作方式を切り替える、V2I 通信を基盤としたハイブリッド型避難支援システムを提案する。通信インフラが利用可能な場合には中央制御型として運用し、通信インフラが断絶した場合には自律分散型へ移行することで、極限状況下においても情報の可用性を維持可能なシステムを構築する。

#### 2.1 中央制御型

中央制御型では、各 RSU が広域ネットワークを介して中央サーバと接続され、災害情報や道路の通行可否、避難所の混雑状況などの情報が中央サーバに集約される。中央サーバではこれらの情報を一元的に管理・更新し、車両は最寄りの RSU を介して常に最新の情報を取得する。その結果、車両は取得した情報に基づいて動的に避難経路を選択することが可能となる。このように、

情報を中央で統合管理する構成により、通信インフラが健全な状態においては広域かつ高頻度な情報更新が実現され、高い避難効率を発揮することが期待される。

#### 2.2 自律分散型

通信インフラが断絶した状況では、各 RSU は中央サーバから孤立し、独立した情報管理主体として自律的に動作する。このとき、各 RSU は他の RSU や中央サーバと直接通信を行わず、通信圏内に進入した車両との双方向通信のみを通じて情報の収集および更新を行う。

具体的には、図 1 に示すように、車両からは走行軌跡に基づく通行実績、U ターン行動により検知された道路閉塞箇所、および周辺の被災状況が RSU へ提供される。RSU はこれらの情報を集積・統合することで地域内の通行実績マップを生成し、その結果、車両は RSU から提供される通行実績マップおよび蓄積された被災情報を基に、状況に応じた避難経路の再計算を行うことが可能となる。

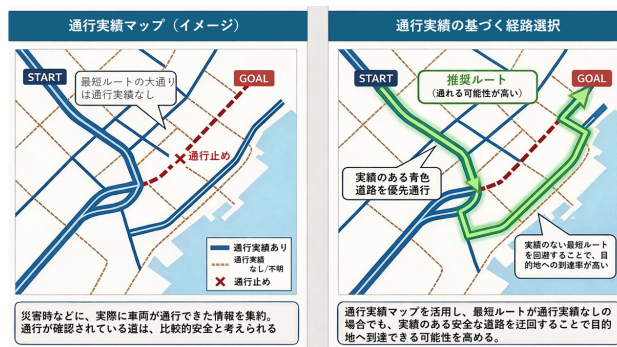


図 1 通行可能マップ

提案手法の特徴として、車両を情報の運搬主体として利用する点が挙げられる。図 2 に示すように、車両は RSU から取得した情報を車載メモリ内に保持 (Store) したまま移動 (Carry) し、他の RSU と通信可能な位置に到達した際にその情報を転送 (Forward) する。この Store-Carry-Forward 型の情報伝搬により、RSU 間の直接通信を必要とせず、車両を介した間接的な情報共有が実現される。また、避難所周辺では車両の集中により局所的に情報密度が高まるため、救助・救援車両の誘導や避難判断の効率化に寄与すると期待される。

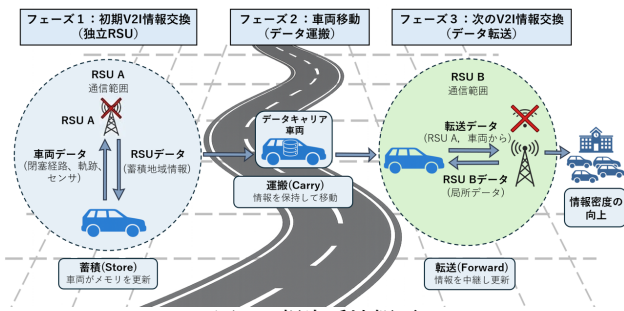


図2 提案手法概要

### 3 評価

#### 3.1 シミュレーション環境

本研究では、提案する自律分散型情報共有手法の有効性を検証するため、交通シミュレーションツール SUMO (Simulation of Urban MObility) を用いた評価を行った。対象地域には高知県香南市の道路網を用い、災害時避難シナリオを構築した。評価では、「情報拡散なし」、「中央制御型」、および「自律分散型 (提案手法)」の3方式を比較対象とし、車両台数を変化させた条件下において、全車両の避難完了時間および経路再探索回数を評価指標として比較評価を行った。

#### 3.2 実験結果および考察

実験結果の一例を図3および図4に示す。

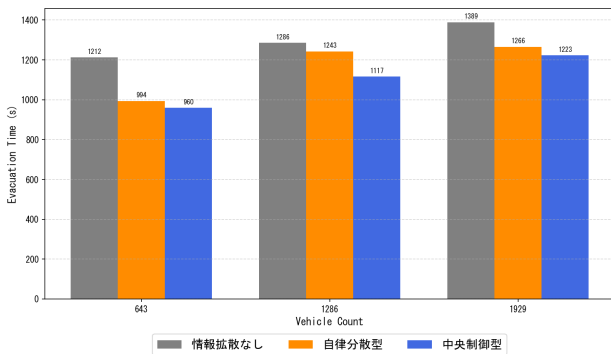


図3 避難完了時間

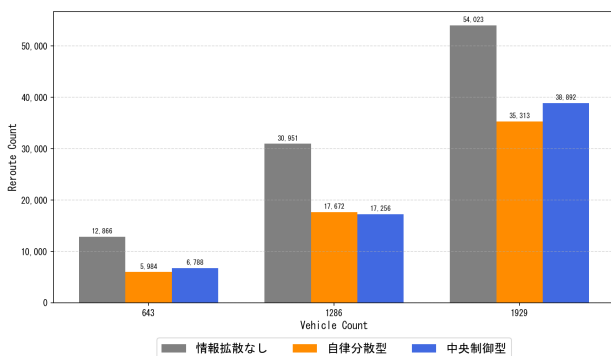


図4 経路再探索回数

図3より、車両台数に関わらず、情報拡散を行わない場合と比較して、V2Iを利用した情報拡散を行った場合に避難完了時間が短縮される傾向が確認された。また、図4に示す経路再探索回数についても、情報拡散を行わない場合と比べて減少する傾向が見られた。情報拡散を行わない場合、車両は道路閉塞箇所に物理的に到達して初めて通行不能を認識するため、Uターンや大きな迂回を伴う経路変更が発生する。一方、V2Iを導入した場合には、車両は当該地点に到達する以前にRSUから閉塞情報を取得できるため、事前に回避経路を選択することが可能となる。この結果、不要な進入や無効な移動距離が抑制され、避難完了時間の短縮につながったと考えられる。

また、提案手法は中央制御型と比較すると情報共有に時間的遅延が生じるものの、通信インフラが断絶した環境下においても一定の情報拡散効果を維持し、中央制御型に近い避難性能を示した。

以上の結果より、提案する自律分散型 V2I 情報共有手法は、通信インフラ断絶環境下においても、情報共有を行わない場合と比較して避難完了時間を短縮可能であり、大規模災害時における実用的な情報共有手段として有効であることが示された。

### 4 おわりに

本研究では、通信インフラ断絶時を想定した自律分散型路側機による災害時情報共有手法を提案し、交通シミュレーションを用いてその有効性を評価した。評価の結果、車両およびRSUが十分に存在する条件下において、提案手法が避難完了時間の短縮に寄与することを確認した。今後の課題として、中央制御型との協調運用の検討や、実災害を想定したより現実的な条件下での評価が挙げられる。本研究は、既存のV2Iインフラを活用した災害時の防災・減災に向けた有効なアプローチの一つを示したものである。

### 参考文献

- [1] 杉野修弥, 横山和俊, “災害発生時における津波リスクと情報拡散手段の組み合わせを考慮した避難手法の評価”, 第31回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp.248-252, 2023.
- [2] Yudai Yahara, Arata Kato, Mineo Takai and Susumu Ishihara, “On Interactions between Evacuation Behavior and Information Dissemination via Heterogeneous DTN”, Journal of Information Processing, Vol.30, pp.120-129, 2022.