

# 論文の内容の要旨

論文題目 車車間通信による情報共有の効果に関する研究  
氏 名 大西 亮吉

本論文では、交通容量の拡大に向けた車両側の方策として 1) 協調型隊列走行と 2) 交通情報共有に着目し、実現に必要な車車間通信による情報共有の効率化手法の提案、および効果に関する研究成果を報告する。またその応用として 3) 災害時情報共有に関する研究成果についても報告する。主要な成果は、比較的単純な 4 つの方策（境界条件設定、まとめ送り、重複送信抑制、サマリ参照）の組み合わせによって、実用面で効果的な情報共有システムを構築可能であることを示したことである。本論文は 6 章で構成される。

第 1 章は「序論」であり、研究の背景と目的、論文の構成について述べる。

第 2 章は「車車間通信の基礎と技術課題」と題し、車載無線機の概要や車車間通信の必要性、車車間通信によるネットワーク技術について解説した。車車間通信によるネットワーク技術の課題として、アプリケーションが必要とする機能（情報共有）と従来研究で主に研究対象とされてきた機能（情報転送）が合わない点を指摘。アプリケーションの効果的な実現に向けて、車車間通信による情報共有の効率化を研究方針とした経緯について述べた。

第 3 章は「車車間通信による協調型隊列走行の効果」と題し、協調型隊列走行の実現に必要なとなる、通信結果に基づいて隊列を編成する方策について論じた。隊列のグループや通信周期のサイクルを境界条件として設定し、隊列内の他の車両に対する受信可否(ACK)をまとめ送りすることで、隊列内の車両間で通信状況を把握する方法を提案した。更に、通信状況の変化の際には、単純な行動規則に基づいて各車両が自律的に対処することで、適応的に隊列を編成する方法を提案した。一般的な交通流シミュレータと通信シミュレータを互い違いに作用させるシミュレーション評価手法により、通信品質に応じた隊列編成を行い、搭載率が高いほど速度が向上する効果を確認した。この結果に基づき、交通容量の理論上の増加を確認した。従来の評価手法と異なる点は、2 つの要素シミュレータを互い違いに作用させる点である。この交互計算によって発生する誤差は実用観点で軽微であることを示し、評価の妥当性について確認した。

第 4 章は「車車間通信による交通情報共有の効果」と題し、交通情報の共有を効果的に実現するために、情報をできるだけ多く、速く、且つ広範囲に拡散する方策について論じた。このような最善努力には、車両における計算量もバランスよく満足することのできる仕組みが必要であり、情報のまとめ送りと重複送信の抑制といった単純な方法を組み合わせる手法を提案した。情報をランダムに選んで送る工夫の無い単純な手法（工夫無し）、及び通信帯域の制約を無視して全ての情報を送る理想的な手法（効率化限界）と共にシミュレーション上での比較を行い、提案手法は単純手法並みの計算量で、理想的手法に迫る性能を示す効果を確認した。特に発生後 2

～5分の情報に対する改善幅が大きく、有用な情報の流通を促進する様子が確認した。シミュレーションにおける実行時間の差が、情報共有のアプリケーションにおける計算時間の差の総和と見なせる点について示し、計算時間の評価における妥当性について確認した。これにより有用な情報を供給し、経路案内のステークホルダとの協業によって交通容量の増大を達成する足がかりを作った。

第5章は「車車間通信による災害時情報共有の効果」と題し、被災者が発する情報を車両がハブとなって都市規模で拡散する方策について論じた。近隣の車載無線機同士が、自身の保有情報に関するサマリ (Bloom Filter) を共有し、サマリを参照して相手の保有しない情報を優先的に送ることで情報共有を効率化する手法を提案した。第4章で論じた交通情報共有よりも桁違いに大規模に実施する必要がある、本研究の難しさはその有効性を検証するためのシミュレーション手法の確立にあった。そこで、避難所内の車車間の情報共有は事前シミュレーションによって予め作成した通信結果パターンを参照し、避難所間の車両移動に伴う情報伝搬を確率的に求める時系列シミュレーション手法を提案した。事前シミュレーションは並列計算が可能であることから、一か月程度の実用的な時間で解を求めることができた。その結果、相手の保有しない情報を優先送信する提案手法は、倍速で情報伝搬する効果が確認できたが、範囲の拡大には通信内容だけでなく記憶内容の効率化が必要であるという課題も確認した。従来の評価手法と異なる点は、車両が数量として扱われ、情報伝搬が確率的に計算される点である。避難所間の車両の移動に伴う情報の移動における、確率計算の再現性は自明であるが、避難所内における車車間通信では、通信結果パターンを線形補間して参照する際に誤差が発生する。この線形補間によって発生する誤差は軽微であることを示し、評価の妥当性について確認した。交通量データの設定により、都市固有のシミュレーション評価を実施する方法も示した。

第6章は「結論」であり、本研究のまとめと今後の展望について論じた。以上を要するに、本研究は、車車間通信による情報共有の効率化技術について、適応性や最善努力といった異なる要件を満たす理論と、数キロメートルから都市レベルまで異なる規模のシミュレーション評価の両面で研究を行ったものであり、提案手法それぞれについて有効性を示した。また無線機はそのままの使用を前提とし、アプリケーション固有の要件は、4つの単純な情報共有の方策の組み合わせによって満足できることを示しており、本研究の一般性も示した。ハードウェアである無線機のライフサイクルは、アプリケーションと比較して長いため、この一般性、つまり情報共有の方策が無線機との間に入って多様なアプリケーションの要件を満足できることはライフサイクルのギャップの解消にも有用であると考えられる。これらの成果を将来システムへ導入する方策について述べた。