

路面情報共有のための n 波長協調による 車車間・車路間通信システム

伊藤 健太[†] 橋本 浩二[‡] 柴田 義孝[‡] 大関 一陽^{††} 武部 英輔^{††} 番匠 康司^{†††}

岩手県立大学大学院[†] 岩手県立大学[‡]

株式会社ピーアンドエーテクノロジーズ^{††} 有限会社ホロニック・システムズ^{†††}

1. はじめに

路面凍結や圧雪、豪雨など、危険な道路環境による交通事故や、通行止めや渋滞などの交通障害の発生が問題となっている。これらの事故や障害を防止、回避するための情報収集にはインターネット接続が必要となる場合が多い。しかし中山間地域では凍結や積雪など路面状態の変化が起りやすい上に通信環境が不安定であり、インターネット接続による情報収集が有効ではない。本研究でははじめ、収集した情報を共有する手段として、Wi-Fi 通信を用いた車車間・車路間通信を検討した。車車間・車路間通信において、通信距離、通信時間と情報共有のための適切な帯域幅を確保することが必要であり、通信実験を通して、単独の無線通信で実現することは困難であることが分かった。

本研究では、通信環境が劣悪な地域において車載センサ情報を共有する通信システムを実現するため、複数の無線通信を組み合わせて通信状態に応じて情報共有に用いる無線通信を選択する、n 波長協調通信方式を提案し、プロトタイプとして路面情報を共有する 2 波長車車間・車路間通信システムを設計、実装、評価する。

2. n 波長協調通信方式

本研究における車車間・車路間通信に対する要件はデータ共有に利用可能な通信距離、通信時間、帯域幅を確保することである。単独の無線通信だけでは上記要件を満たすことは困難であることが課題として挙げられ、本研究の解決法として、複数の無線通信を通信距離について順位付けを行い、上位の無線通信が下位の無線通信の接続情報を共有し、円滑な通信接続を促す機能を実現する、n 波長協調通信方式を提案する。車車間・車路間通信の関連研究^{[1][2]}では、モバイルネットワーク以外の複数の無線通信を組

み合わせた研究はなく、中山間地域など劣悪な通信環境下を考慮し、複数の無線通信を組み合わせることで、関連研究にはない効果を得ることが期待される。図 1 に示す n 波長協調通信方式では、複数の無線通信を通信距離によって順位付けし、最上位の無線通信を用いて接続先端末の情報と各無線通信の接続情報を共有する。各無線通信はそれぞれの帯域幅に適した情報を共有する。各無線通信は接続を保ったまま、接続状態によって最適な無線通信を選択する。複数の無線通信を単独で使用する場合に比べ、最上位の無線通信の通信距離を保ちつつ、データ総量の増大が見込める。

3. 2 波長車車間・車路間通信システム

先行研究では Wi-Fi 通信のみを用いた車車間・車路間通信の実現を検討したが、通信距離や通信接続の安定性、接続設定等に問題があった。広帯域で通信距離が短い Wi-Fi 通信を活かしつつ前述した問題を解決するシステムの実現を課題として挙げ、解決法として、狭帯域で通信距離が長い 920MHz 帯通信により接続情報を事前共有する、2 波長車車間・車路間通信システムを構築する。車路間通信では、接続台数を考慮して AP 接続を用いる。車車間通信では、接続確立の時間を考慮してアドホック接続を用いる。

920MHz+AP 接続の場合の通信接続フローを図 2 に示す。ブロードキャストには接続元が接続先の状態を把握するための情報が含まれており、接続元がこの情報を把握することによって使用する通信モードや通信デバイスを事前に設定することが可能である。Wi-Fi 接続情報は接続や通信などに必要な情報であり、接続元がこれらの情報を把握していることによって、Wi-Fi の通信範囲に侵入する前にできる限りの設定を行うことができ、通信接続時間の短縮を可能とする。

本システムのプロトタイプ機材構成を図 3 に示す。サーバは Ubuntu16.04 LTS で構成し、2 波長通信全般は Ruby で、電界強度の取得は C 言語でそれぞれ実装する。Wi-Fi USB ドングルは IEEE802.11g で設定し、920MHz ユニットは現在の設定で最大 5.469kbps である。

V2V/V2R Communication System by n Wavelength Cooperation for Sharing Road Surface Information

[†] Kenta Ito, Iwate Prefectural University Graduate School

[‡] Koji Hashimoto, Yoshitaka Shibata, Iwate Prefectural University

^{††} Kazuaki Ozeki, Eisuke Takebe, P&A Technologies Inc.

^{†††} Yasushi Bansho, Holonic Systems, Ltd.

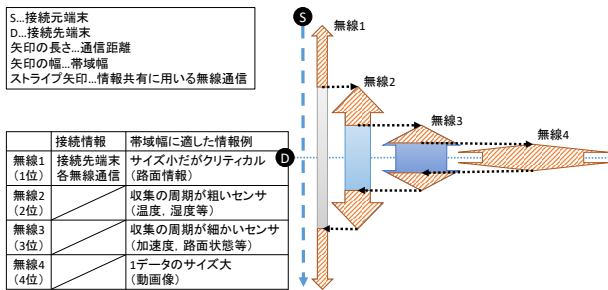


図 1 n 波長協調通信方式概要

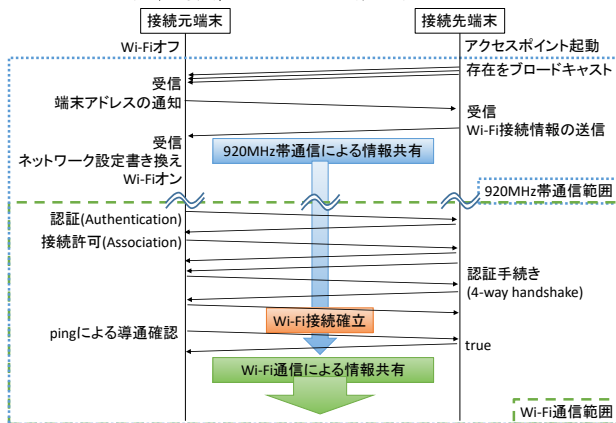


図 2 2 波長通信接続フロー

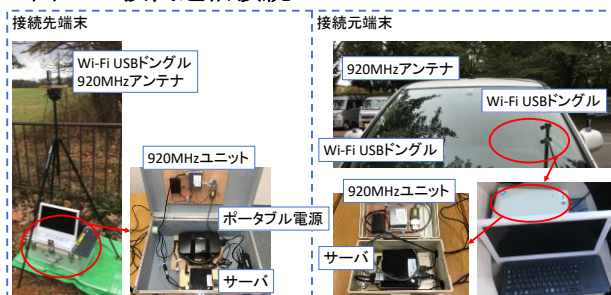


図 3 プロトタイプシステム機材構成

4. 通信実験

本研究のプロトタイプシステムに対する評価として、複数の通信実験を行った。図4に、通信接続確立時間比較のグラフを示す。提案した各機能を適用した通信接続確立が有効であるか検証した。AP接続のみと920MHz+AP接続を比較すると、後者は事前にIPアドレス等の情報を共有しているため、前者よりも接続時間を短縮できた。図5に、車路間通信時の通信状態変化のグラフを示す。920MHz+AP接続を用いて、どの程度のデータ転送が可能か検証した。920MHz帯通信では一定サイズのデータを、Wi-Fi通信ではFTPによるデータ転送を行った。大学周辺の道路で、50km/hから60km/hで実験を行い、現在の実験環境では最大で45MB程度のデータ転送が可能である。これは路面状況、外気温、路面温度、湿度、加速度、角速度のそれぞれの情報約50分ぶんに相当し、50km/hで走行した場合、約4kmぶんの情報を共有するために十分なデータ転送量である。

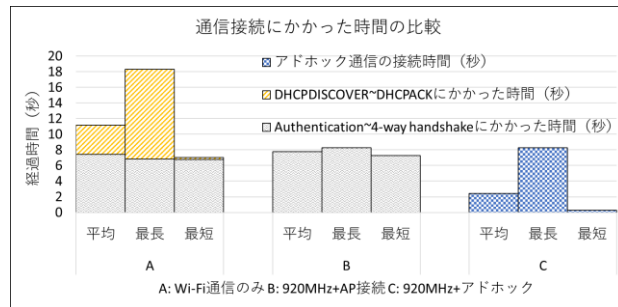


図 4 通信接続確立時間の比較

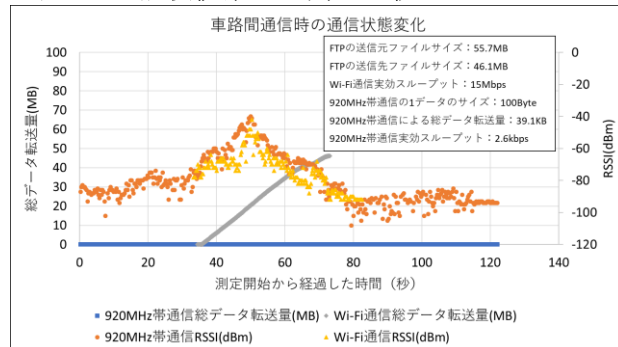


図 5 車路間通信時の通信状態変化

5. まとめと今後の課題

本研究では、通信環境が劣悪な地域において車載センサ情報を共有する通信システムを実現するため、複数の無線通信を組み合わせることで通信状態に応じて情報共有に用いる無線通信を選択する、n 波長協調通信方式を提案し、プロトタイプとして路面情報を共有する2波長車車間・車路間通信システムを設計、実装、評価する。

今後の課題として、凍結や積雪によって走行速度が低下する、冬期の道路環境において実験を行い、車両速度による通信状態の変化について検証する。また、車車間通信についても車路間通信と同様の検証を行う。

謝辞

総務省戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)若手ICT研究者等育成型(中小企業枠)研究開発、「次世代広域道路状況ビックデータ提供IoTシステムの研究開発(172202103)」のサポートに感謝する。

参考文献

[1]. V. P. Barcelos, T. C. Amarante, C. D. Drury and L. H. A. Correia: Vehicle monitoring system using IEEE 802.11p device and Android application, IEEE Symposium on Computers and Communication (2014)
 [2]. B. Kihei, J. A. Copeland and Y. Chang: Improved 5.9GHz V2V Short Range Path Loss Model, International Conference on Mobile Ad Hoc and Sensor Systems, Vol. 12, pp. 244-252