

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：32503

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2017

課題番号：25330112

研究課題名(和文) 交差点に仮想的なインフラを設置し交通情報を収集・提供するシステムの開発

研究課題名(英文) The Development of Virtual Infrastructure System on the Crossing to Collect and Provide Various Traffic Information

研究代表者

屋代 智之 (YASHIRO, Tomoyuki)

千葉工業大学・情報科学部・教授

研究者番号：60306397

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：研究代表者を中心に提案しているNomadic Agent(NA)を実用化するための検討を行った。NAは車車間通信などを用いて情報を交換し、仮想的なインフラとしてその情報を特定の場所に保持し続けるシステムであるが、遅延時間が大きく、情報が正しく届く確率が低いなどの問題点が存在する。これらの問題点を解決するために、まずシミュレーション環境の整備を行い、最終的には携帯端末上で動作するNomadic Agentを実装し、その動作の解析を行った。また、実装した結果明らかになった問題点と合わせて、それらの問題の解決方法を検討した。

研究成果の概要(英文)：Principal Investigator made a consideration to realize the Nomadic Agent(NA) System which is proposed by his research group. NA uses an inter-vehicle communication to exchange vehicular information and keep these information inside the specific area as a virtual infrastructure. There are some problems such as large latency, low reliability and so on. To solve these problems, the investigator made a simulation system and implemented the Nomadic Agent System which operates on smart phones to analyze the behavior of the agent in various environment. After that, the investigator considered the solution to solve these problems.

研究分野：情報ネットワーク

 キーワード：高度交通システム モバイルエージェント 移動体通信 位置情報サービス 緊急車両支援システム V
ANET

1. 研究開始当初の背景

(1) 自動運転技術が大幅に発展し、自動車が自動的に安全を確保する技術は広く普及しつつある。しかし、自動車からは見えない領域に関する情報を取得する技術については、多くがまだ検討段階に留まっている。

(2) 半導体技術、通信技術の進展で、将来的に車両等に様々な通信機器が搭載されることは容易に想像される。それらを相互に接続することにより、安心・安全・快適な道路交通環境を目指すのは極めて自然な考え方である。

(3) 当時から現在に至るまで、ITS(Intelligent Transportation Systems)の実用化に関する研究が盛んに行われている。それらの中で、道路にインフラを設置し、車両との間で通信を行うことにより、より知的なサービスを提供するシステムの検討が幅広く行われている。

(4) 交差点など、あらゆる道路のすべての重要な地点にこれらのインフラを設置することは設置や維持にかかるコストの観点からみて現実的ではない。

2. 研究の目的

(1) 本研究ではインフラを必要とせず、代替となるシステムとして、NA(Nomadic Agent)を車両間ネットワーク向けに拡張し、車車間通信を用いたエージェント(Nomadic Agent for vehicle information:NAvi)システムについて検討を行い、代替としての有用性およびその効果について評価を行う。

(2) NAの実装を行い、NAをミドルウェアとして利用したアプリケーションを開発する上での問題点を明らかにするとともに、それらを解決する手法を検討する。

3. 研究の方法

(1) まず、シミュレーション環境を構築し、その上で基礎的なシミュレーションを行ってNAシステムの特性を評価する。また、そのシミュレーション結果を用いて、NAviの移動方法について再度検討を行い、渋滞情報の収集・提供を行うアプリケーションに対して最適な移動方法を求める。

(2) インフラが存在する場合の路車間通信や、LTEなどの移動体通信技術の利用方法を検討し、車車間通信ならびにNAviを有効に活用する手法について検討する。例えばインフラが存在する箇所では、効率的な情報収集・提供が可能であるが、それらの情報を周辺の交差点に散布することを考えると、インフラだけでは十分ではない。また、LTEなどの移動体通信技術は、面的なサービス提供を可能とするが、国内だけでも7000万台以上

ある車両に対してサービスを提供することは、バックボーンの負荷やインフラ設置コストを考えると困難である。そこで、例えば混雑している交差点ではNAviを有効活用し、空いている交差点ではNAviの生存時間が短くなるので、LTEを用いる、といった運用が考えられる。このような利用形態について評価を行い、最適な方法を検討する。

(3) Androidスマートフォン上にNAviのプログラムを実装する。まず端末を固定した状況での動作確認を実施し、実環境での動作に関する問題点を洗い出す。続いて、数台の車両に搭載して実際の交差点において動作を実証する実験を行う。なお、この際には700MHz帯、5.8GHz帯は利用できないため、WiFi-Directなどを用いての動作確認となる予定である。

4. 研究成果

(1) 効率的な情報配布を行うために、交通情報の鮮度(その交通情報が何秒前に生成された情報なのか)に着目する。各NAは、自身が保持している周辺の交通情報の鮮度に応じて、LTEを用いてクラウドサーバから情報を取得するのか、あるいは車車間通信によるマルチホップ通信によって情報が届くのを待つのか、という判断を行う1bLTE方式を提案した。この方式をシミュレーションを用いて評価したところ、LTE網に掛かる負荷を軽減しつつ、情報提供を行えることが示され、提案方式が有効であることが示された。

(2) 大規模な交差点周辺にNAが存在する場合に、周囲の歩行者と無線LANを用いて通信を行い、NAが保持する情報の管理を行う手法についての検討を行った。このような環境、特に混雑している主要駅周辺の交差点などでは、混雑度に合わせて、なんらかの手法でNAと通信を行う歩行者端末の数を絞ることが必要である。そこで、ここではNAからのブロードキャストへの応答状況から混雑度を推定し、推定した混雑度を用いて歩行者端末の応答確率を変化させる手法を検討した。また、シミュレーションにより、その手法の有効性を評価するとともに、その手法を用いた場合のNAの生存時間の変化をシミュレーションによって評価した。

この結果、提案した推定手法は有効に機能し、合わせてこの手法を用いることでNAが情報を保持することが出来る時間が大幅に増加することが確認できた。

また、必ずしも車載機器に依存しなくても、例えば運転手や同乗者が車内で保持しているスマートフォンなどを用いて、WiFi-Directなどを用いることで、NAとして必要な通信機能を実装することが可能であることも合わせて示された。

(3) 緊急車両支援システムを想定した応用

事例の評価も行った。ここでは、すでに実現されている現場急行支援システム (FAST) とは異なり、交差点に発生させた NAVi をインフラの代わりとして、その周辺を通過する車両に対して、NAvi と車両間の通信を用いて緊急車両の接近を知らせ、回避行動を促すという手法について評価を行った。そのために交通シミュレータとしてマルチエージェントシミュレーションを導入し、その上で通信シミュレータを利用した評価システムを構築した。

緊急車両が進入する予定の交差点に事前に NAVi を配することは、緊急車両からの制御も可能であり、かつ比較的直前に NAVi を配することが可能である。つまり、インフラを必要としないという NAVi の特性を大きく活用することが可能なアプリケーションであると考えられる。

本システムを利用することにより、FAST システムとは別に FAST システムと同程度の効果が得られることがわかった。本システムでは車車間通信と各車両の位置情報のみを用いて実装することが可能であり、得られる効果としては、一般車両に緊急車両の位置情報を知らせることによる回避行動の迅速化及び最小化 (回避行動を行う車両を最小限にすることにより、緊急車両の移動を邪魔しない範囲で、一般車両への与影響を最小限にする) であり、FAST システムで用いている信号制御などは想定していない。このため本システムと FAST システムは併用可能であり、これによって更なる効果が期待できる。

(4) FAST を想定した評価では、交差点に存在する NAVi が信号や緊急車両のサイレンの代わりに緊急車両の接近を周辺車両へ知らせ、回避行動を促すという手法に関する評価を継続して行った。本システムを評価するために、エージェントシミュレータを利用しているが、実際のドライバの挙動はエージェントシミュレータでは十分に再現できないため、その部分を評価する目的で並行してドライビングシミュレータを開発した。これを用いることで、ドライビングシミュレータ上でユーザが操作する一般車両が、信号やサイレン、あるいは NAVi を通して通知された緊急車両を回避する動きを比較し、どのような通知の仕方が最適であるかを評価することが可能となる。また、複数のドライビングシミュレータを組み合わせることで、周辺の車両の挙動による影響や、さらに緊急車両を回避するために挙動が変化した車両による NAVi に対する影響を評価することが可能となる。現時点では、ドライビングシミュレータとエージェントシミュレータの結合が十分にできていないが、この二つのシミュレータを有機的に組み合わせることによって、交差点に配した NAVi の有効性を評価できるものと考えている。

(5) NA の技術的実現性の評価を目的として、携帯端末上に NA を実装し、その移動特性の評価を行った。従来は Android の制限により、NA の通信部分の実装が困難な部分が存在したが、WiFi-Direct を用いることでこれを回避することが可能となった。それを踏まえ、WiFi-Direct を用いて実際に端末間を移動するエージェントを作成し、様々な環境下で動作させることで、NA が実用上問題なく動作することを確認した。また、NA 上のアプリケーションを作成するにあたって検討すべき課題点を明らかにした。検討すべき課題として一番に問題になったのは、当初の予想通りではあるのだが、WiFi 通信環境である。多くの AP (Access Point) が存在するような「混雑した」環境では、WiFi-Direct で NA が移動するのに十分な安定した通信を行える距離が限られてしまうため、NA の情報提供範囲を小さくする必要性があった。一方で「空いている」環境では混雑した環境の倍程度の距離でも十分に実用的な速度で通信を行うことが可能であった。

これは繁華街などで動作するアプリケーションを検討する際に今後考慮が必要である。また、従来、固定サイズで検討してきた NA の情報提供範囲を、環境依存で変更する必要があることを示しており、この点については今後検討が必要である。

(6) NA を用いて歩行者と車両、あるいは車両と車両が衝突するのを回避するシステムについてドライビングシミュレータによる評価実験を行った。

本研究により、NA の実現性およびアプリケーションの実現性、および実装に於いて検討・考慮すべき点が明らかになったと考えられる。今後は実環境での評価を行い、アプリケーションの開発および実用化に向けた検討が必要がある。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 5 件)

Chiaki Yashiro, and Tomoyuki Yashiro, A proposal of method to correct GPS positioning error by using acceleration sensor, Proc. of International Workshop on Informatics (IWIN) 2017, pp.183-188, 2017

岡本広大, 屋代智之, NAVi を用いた仮想インフラの生存時間を延長させる手法の検討, 情報処理学会 高度交通システムとスマートコミュニティ研究発表会, Vol. 2014-ITS-58, No.6, pp.1-6, 2014

勝田将太, 屋代智之, LTE の負荷を軽減して渋滞情報を提供する NAVi システムの提案, 情報処理学会 高度交通システム研究会, Vol.2014-ITS-56, No.9, pp.1-7, 2014

勝田将太, 鈴木勘久郎, 屋代智之, LTE
と車車間通信を用いて情報配信の安定性
を高める Navi システムの提案, 情報処理
学会 マルチメディア, 分散, 協調とモバ
イル(DICOMO2013)シンポジウム論文集,
pp.1510-1516, 2013

岡本広大, 屋代智之, 2.4GHz 帯と 700MHz
帯を用いた車両対歩行者事故回避シス
テムの提案, 研究報告高度交通システム
(ITS) Vol.2013-ITS-53, No. 7, pp.1-5,
2013

6. 研究組織

(1) 研究代表者

屋代 智之 (YASHIRO, Tomoyuki)

千葉工業大学・情報科学部・教授

研究者番号: 60306397