

Efficient Communication for Platooning
and Overtaking
in Intelligent Transport Systems

September 2013

Masaki Suzuki

主 論 文 要 旨

報告番号	① 乙 第	号	氏 名	鈴木 理基
主論文題目： Efficient Communication for Platooning and Overtaking in Intelligent Transport Systems (高度交通システムにおける隊列走行と追越制御のための通信方式)				
<p>近年、人・車・道路が融合し将来の安全・安心かつ環境にやさしい車社会を構築する Intelligent Transport Systems (ITS)の研究が進展している。ITS では、スムーズな交通の促進、空気抵抗削減や不要な加減速回避による燃費改善効果、自動運転によるドライバ負荷軽減効果という観点から協調走行の研究が進み、とりわけ、複数車両が短い車間距離で車群を形成し、目的地まで走行する隊列走行が注目されている。</p> <p>従来の隊列走行研究は、主として隊列の単独走行時を対象としている。しかし、今後の実用化においては、複数隊列や非隊列車両の混走が想定され、隊列走行の維持に必要な通信プロトコルならびに隊列と非隊列車両の追越制御が重要となる。</p> <p>本論文は複数隊列走行時に予想される無線帯域の輻輳ならびに隠れ端末による偏った通信負荷を解決するため、隊列走行用タイムスロット通信プロトコルを提案する。本プロトコルでは、タイムスロット化した Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance (CSMA/CA) チャンネル上の擬似 Time Division Multiple Access (TDMA) フレームを導入し、スロットの使用状況を車両間で交換しながら共有する。また本プロトコルでは、輻輳時には連送数を減少し、輻輳していない場合には連送数を増加させる連送数制御を導入し、無線帯域の輻輳および隠れ端末による特定車両への偏った通信負荷を回避し、隊列内全車両への高い情報伝達率を得る。さらに、隊列のリーダー車両が他メンバ車両を代表してスロットを予約し、割当てすることで、隊列メンバ間でのスロット競合、通信量の偏りを回避し、隊列維持率を改善する。シミュレーションにより提案プロトコルを従来プロトコルと比較し、情報伝達率と隊列維持率の観点から複数隊列走行時における有効性を確認した。</p> <p>また本論文は、車車間通信を用いた追越動作制御方式を提案する。ここでは、隊列は指定レーンを走行し、低速車が隊列の前方を走行する場合には隊列に道を譲ることならびに後続する高速車両が隊列を追越すことを想定する。両者が同時に発生する場合、高速車は低速車を追越せない状況が発生する。本論文ではこの問題を追越動作の干渉と呼び、分散排他制御のアルゴリズムを用いて解決する。隊列と隣接する追越車線部分をクリティカルセクションとし、車両を1台ずつ進入させるように制御することで、追越動作の干渉を回避し、不必要な加減速を無くし、二酸化炭素排出量を削減する。排他制御はトークン方式とパーミッション方式の2方式が考えられるが、トークン方式の方が合意形成に必要なメッセージ数が少ないため、車両の追越要求から着手までの待機時間を削減できる。シミュレーションの結果から、提案方式が不必要な加減速、二酸化炭素排出量、待機時間を削減し、スムーズな追越動作が可能となることを確認した。</p> <p>以上より、本研究は隊列走行の実用化にむけて、複数隊列ならびに非隊列車両が混走する環境下における有効な通信プロトコルならびに追越制御方式を示した。</p>				

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School Science for Open and Environmental Systems	Student Identification Number	SURNAME, First name SUZUKI, Masaki
Title Efficient Communication for Platooning and Overtaking in Intelligent Transport Systems		
Abstract <p>One of the attractive research issues in Intelligent Transport Systems (ITS) is platooning which controls a group of vehicles synchronously driving with short inter-vehicular distance. For the future practical use of platooning, it needs to consider the mixed traffic condition with plural platoons and non-platoon vehicles. In this situation, the communication protocol for managing platoon and the communication for overtaking are important.</p> <p>This dissertation proposes a time slotted communication protocol for platooning in order to solve the wireless channel congestion and the hidden terminal problem in the case where plural platoons closely drive in the same direction or the opposite direction. The proposed protocol introduces a time slotted CSMA/CA channel with pseudo TDMA frame, and a repetitive transmission rate control, and a representative slot reservation by leader vehicle. This protocol can avoid the reservation conflict among the platoon members and the biased load of communication, and improves the platoon maintenance. As a result, the proposed protocol is effective for platooning in the case that plural platoons are driving.</p> <p>In addition, this dissertation develops an overtaking model among platoons and non-platoon vehicles. Since platoons are supposed to drive in a designated lane, the preceding slower vehicle changes its lane and gives its way to a platoon. It is difficult for the following faster vehicle to overtake the platoon at that time. Therefore, this dissertation proposes a communication for overtaking to decide the possible vehicle's order to enter a critical section by the distributed mutual exclusion algorithm. The algorithm is categorized into token-based and permission-based. From simulation results, the token-based method allows vehicles to overtake platoons smoothly.</p> <p>From the above discussions, this dissertation shows the efficient communication for platooning and overtaking.</p>		