

自動運転自動車における情報共有基盤を介した 情報共有による車両協調手法の研究

岡田 成弘

1. はじめに

本研究は、自動運転車において互いの情報を共有するための空間情報を構築し、この空間情報により共有される情報を活用した協調走行を提案、複数台の自動運転車の円滑な走行の実現を試みるものである。

これまで、自動車の自動運転は技術的な課題に加えて、法制度上の問題があり、実用化が難しい技術とされてきた。しかし、2013年に発表された政府の成長戦略に、自動車の自動走行技術の開発が挙げられたこと、東京オリンピックまでに「世界一安全な道路交通社会」を実現するという目標が掲げられたこと等により、自動運転車の実用化が間近であると考えられる。政府が示す自動走行技術のロードマップによれば、2020年代前半頃に、高速道路上での自動運転が実用化される見込みである。

現在、実用化へ向け研究開発される自動運転車は車載センサの情報に基づいて走行を行う自律型の自動運転であるが、自己判断のみで走行するという特徴から、円滑に走行ができない場合があると考えられる。例えば、車線変更時に変更する車線の車両の意図がわからず十分な空間がなければ車線変更ができない、交差点出会い頭で相手車両の意図がわからず進路の譲り合いが上手くできない、前走車が減速停止した場合に駐車であるのか歩行者横断や信号待ち等による一時停止であるのかの区別ができず上手く対応できない、等の事象が自律型の自動運転では生じる可能性があると考えられる。そこで、本研究では、複数台の自律型の自動運転車の交錯時における円滑な走行を実現する協調制御技術を提案する。具体的には、自動運転車の状態や進路を共有するLDMを構築して、LDMを介した情報交換の手続きと、交換情報を用いた協調走行手法を提案する。

2. 車両協調のための空間情報

この章では、本研究で構築したLDMにおける空間情報とその手続きについて述べる。車両協調のための空間情報は、サーバシステムが管理し、自動運転車からの情報の書き込み、また自動運転車の要求に基づく情報の読み出し手続きを行うものである。以下の各節では、空間情報と自動運転車の情報の書き込み手続き、読み出し手続きについて述べる。

2.1 車両協調のための空間情報と情報の書き込み手続き

この節では、車両協調を実現する空間情報と、自動運転車の情報の書き込み手続きに

ついて述べる。

空間情報を管理するサーバは、自動運転車（クライアント）からの接続要求に対して通信を確立し、情報の送受信を開始する。

接続確立後、自動運転車から状態・予定進路の情報を受け取る。自動運転車から受け取る情報は、車両 ID、車両時間、車両位置、車両向き、車両速度、車両長、車両幅、車両の予定進路である。車両 ID は車両を識別するための番号であり、本研究で構築したサーバでは、IP アドレスを利用している。車両時間は自動運転車（クライアント）のコンピュータ上の時間である。車両位置は、車両中心の X, Y 座標である。車両の予定進路は、将来の位置座標であり、本研究で構築した空間情報基盤では 0.5 秒毎の車両の前端中心位置、10 秒間分の情報である。

サーバは自動運転車から受け取った情報を車両 ID に紐付けられた車両情報として格納するとともに、空間情報を構成する地図の車両位置に車両 ID を格納する。本研究では、20cm 四方のグリッドマップで実験走路を内包できる 200m×200m の領域を表現した。グリッドマップは実空間と位置で紐付けられており、グリッドには、車両 ID と存在時刻を書き込むことができる。また、予定進路についてもグリッドマップに書き込みを行う。予定進路は、0.5 秒毎の予定位置と車両幅から予定進路上のグリッドに車両 ID と通過時刻を格納する。本研究で構築したサーバでは、一つのグリッドに 10 台分の情報まで格納できる。図 1 は、グリッドマップに書き込まれた予定進路である。四角形一つが 0.5 秒間の移動を表しており、四角形内のグリッドには車両 ID と存在時刻が格納されている。車両 1 と車両 2 の予定進路が重なっており、2 台の情報が同じ位置のグリッドに格納できる様子が確認できる。

またサーバでは自動運転車との通信処理とは別に情報の更新を一定時間毎に管理する。構築したサーバでは、50ms 周期で情報の更新を確認し、車両情報が 2 秒以上更新されていない場合は、書き込まれた車両の情報を破棄している。

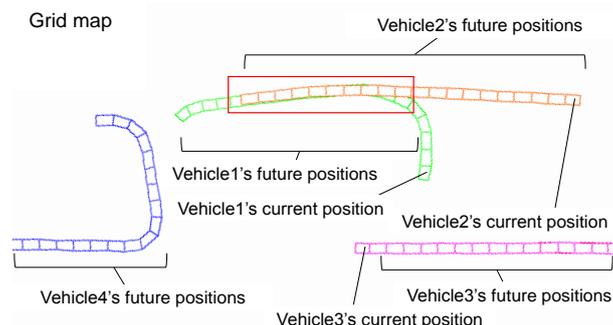


Fig1. Grid map of spatial information
(Multiple vehicles)

2.2 情報の読み出し手続き

この節では、情報の読み出し手続きについて述べる。

空間情報を管理するサーバは、自動運転車からの要求に基づき、指定されたエリア内

に存在する車両を検索して自動運転車に送信する。

読み出し要求は、情報の書き込みと同時に送信される。書き込み時に送信される読み出し要求は、車両の検索範囲の設定コマンドと車両の検索範囲の情報である。サーバは要求された検索範囲内に存在する車両を検索して、その車両の車両 ID、及び通過時刻、及び車両 ID で紐付けされた車両情報を自動運転車へ送信する。車両の検索範囲は設定が可能であり、四点を指定すれば、四点で形成される四角形内のグリッドを検索することで、車両 ID、及び通過時刻、及び車両 ID で紐付けられた車両情報を検索することが可能である。また手続き簡素化のため、本研究では線を構成する点群と幅を指定することにより、線状の範囲を検索することも可能としている。

3. 空間情報の読み出しと協調走行手法

この章では、空間情報を管理するサーバからの読み出し手法とその情報を用いた走行判断手法について述べる。

自動運転車はサーバに他車両の検索を要求し、その車両情報を読み出す。検索する範囲は自車両の進路上である。本研究で提案する協調手法では、自車両の進路を時間毎に四角形で区切り、四角形エリア内に存在する車両情報をサーバから読み出す。図5のように、設定速度を目標速度として走行した場合の0.5秒毎の進路8秒間分において、それぞれ四角形の領域の形で、他の車両が存在するかの検索をサーバへ要求する。

サーバから検索エリア内に存在する車両情報を読み出すと、この情報を基に自動運転車は走行の判断を行う。本研究で提案する協調手法では、設定速度を目標速度として走行した場合の進路上の自車位置に、 t_p 秒以内に他車両が存在すれば、進路が干渉すると判断して、進む走路の優先度に応じ車両制御により干渉を回避する。走路には予め優先度が設定されており、自車両の走路の優先度は、車両 ID から干渉する車両の走路を確認し自車両の走路と比較することで判断する。本研究では、 $t_p=2$ として判断を行った。図2では、時刻2秒後に他車両と進路が干渉し、かつ自車の進む走路が非優先のため、その手前で減速している。減速停止により干渉が回避された場合（進路上の自車位置に t_p 秒以内に他車両が存在しない場合）には設定速度を目標速度として走行を行う。

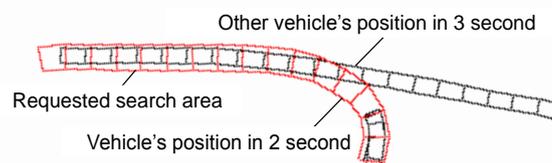


Fig2. Search of other vehicles on future pathway

4. おわりに

本研究では、自動運転車普及時における、複数交錯時の円滑な走行を実現する仕組み

として、LDM を介した車両同士の協調走行手法を提案した。具体的に、空間情報を管理するサーバとの N (車両) : 1 (サーバ) 型の通信による進路及び状態情報の共有により実現する車両協調として、空間情報の管理手法や情報処理の手続き、空間情報を利用した車両協調のための走行判断の手法を提案した。本研究で提案した協調走行手法は、無信号交差点や追い越し、車線変更等の場面で利用できるものである。評価では、無信号交差点を有する周回路にて、複数台の車両を走行させて、走行円滑化効果を確認した。具体的には、5 台、10 台、16 台の 3 通りで行い、全車両が協調車両であった場合と、全車両が協調を行わない自律型自動運転車両であった場合とを比較して、走行円滑化効果を確認している。今後は、評価シナリオや協調車両の割合を変えて評価を重ねるとともに、駐車車両と一時停止車両の判別など、適用可能な場面を増やすことが必要だと考える。