

初心運転者への左側本線への合流支援システム

中村 有貴^{*1} 仲谷 善雄^{*2}

Beginner Driver Support System of Merging into the Left Main Lane

Yuki Nakamura^{*1}, Yoshio Nakatani^{*2}

Abstract - Today, many traffic accidents occur on Japanese high-ways, especially in sharp turn areas and merging sections. ITS (Intelligent Transportation Systems) have been searching for solving this problem. Most of previous researches assumed merging into right main lane from the left. This is because steering wheels are generally located on the right hand side in Japan. Although there are not many merging points from the right, geographical and other factors require merging from the right in some places. Merging from the right forces drivers to look back left rear to confirm the traffic of the main lane, and this is very difficult and dangerous task, especially for the beginners. This difficult task causes slow down of the speed and traffic jams. This research proposes a driving support system that helps drivers merge into the left through lane from the right confluence lane by calculating the safe timing of merging and simplified graphical presentation of the calculation. To verify the effectiveness of this system, a subject experiment was made. Future works include more friendly man-machine interface by using the sound and head-up display system.

Keywords: ITS, AHS, Beginner Driver Support, Merging

1. はじめに

日本の高速道路において、合流地点や急カーブ地点は事故が多発している箇所である[1]。そのため、高速道路合流部における安全運転支援に関する研究はこれまでも行われている。しかしながら、それらの試みの多くは左側車線から合流することを想定してきた。その理由は左側通行の我が国においては、本線に左側から合流することが自然だからであり、実際にもそのような箇所が多いからである。しかし、実際の道路では、交差する道路とその周辺土地の地理的制約などから、右側から本線に合流する箇所も少なからず存在している。右ハンドルで運転する我が国では、右から左における合流の重要確認ポイントである左後方の交通状況の確認が難しく、停止や速度低下により円滑な交通の妨げになることがある。特に運転に習熟していない初心者にとっては、合流そのものが困難である運転ポイントであり、加えて、右側の車線からの左側本線への合流はより難易度の高い運転状況のひとつになっている[2]。

そこで本研究では、運転を不得手としている人を対象に、高速道路合流部において右側車線から本線へと合流する際の安全運転を支援する手法を提案する。

2. 関連動向

本研究に関連している研究はいくつかある。車両感知器

や DSRC ビーコンを用い、本線上を走る車に合流車の存在を注意するシステム[3](図 1)や、合流車の右側サイドミラー上部に取り付けた CCD カメラを用い、画像処理技術を用いて危険度を車載の情報提供装置に表示するシステム[4]などである。

これらのシステムは、ソフト施策であり、ハード施策で必要になる費用や時間を節約できるため、実用化に向け期待されている。しかしながら、本線車より操作が難しい合流車への支援がなされていなかったり、急なカーブを描いて合流する場合には再度ミラーカメラによる画格を確保できないなどの問題がある。またほとんどの従来研究では、左側車線から本線への合流を対象としている。

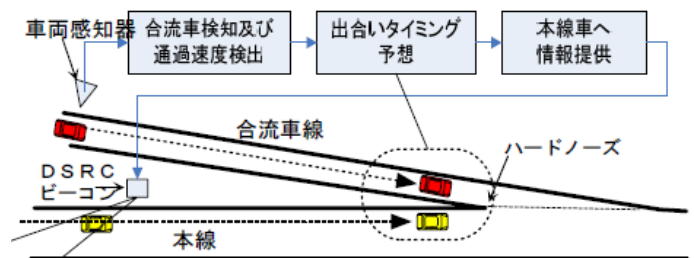


図1 関連研究の基本枠組み

3. システム概要

3.1 本研究の外部仕様

本研究で設置を検討する設備の概要を図 2 に示す。

本システムでは設備として高速道路本線上に車速・車長センサを設置し、合流車線上にビーコンを設置する。

*1: 立命館大学大学院 理工学研究科

*2: 立命館大学 情報理工学部

*1: Graduate School of Engineering, Ritsumeikan University

*2: College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

システムの支援の流れとしては、まず本線上を走ってきた本線車の車速・車長をセンサによって測定し、取得する。取得されたデータはセンサから DSRC ビーコンへと伝送され、合流車線上を合流車が走ってきたときに、DSRC ビーコンから合流車の車載装置へと伝送される。

3.2 本研究の内部仕様

本システムでは先ほど述べたように、DSRC ビーコンより伝送される、本線車のデータ(車速・車長)、および、合流車に搭載されている装置が取得する、自車の速度および、車長を基に合流可能かどうかをリアルタイムでシミュレーションを行い、ドライバー支援を行う。ここでいう、リアルタイムシミュレーションについては、後ほど詳しく説明を行う。

このとき、ドライバーにはあらかじめ用意された画像コンテンツを提示することで支援を行う。提示する画像コンテンツの一覧を図 3 に示す。

合流車が合流箇所にししかかると、本線上を並走している本線車のデータをセンサ、DSRC ビーコンを通じて車載装置に受信する。そこからリアルタイムシミュレーションを行い、画像を提示する。合流する際に、本線上に並走する車がいる、合流できない場合に、システムは赤信号の画像コンテンツを提示する。赤信号のコンテンツには速度の加速を促すコンテンツと、速度の減速を促すコンテンツの二種類が用意されており、状況に応じて適切な画像が提示される。ドライバーはこの指示に従って、速度を加速あるいは減速させ続けると次にシステムは、黄信号の画像コンテンツを提示する。この画像コンテンツは、シミュレーション結果では合流することが可能であるが、安全な車間距離を確保できていないことを示している。さらに、そのまま速度を加速・減速させていくと最後にシステムは青信号の画像コンテンツを提示する。

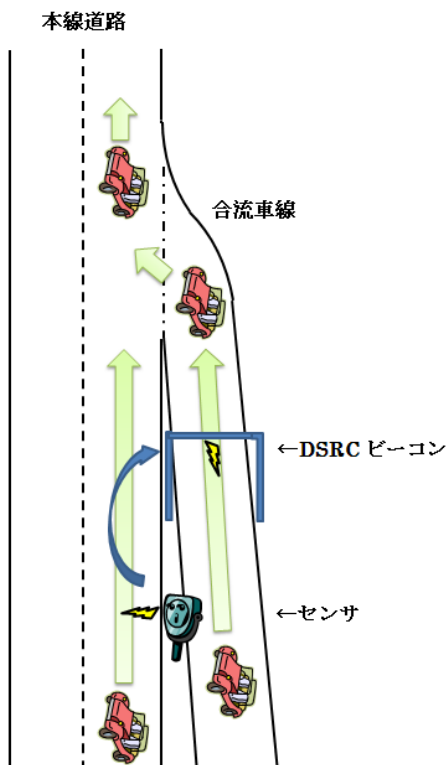


図 2 本研究の設備概要

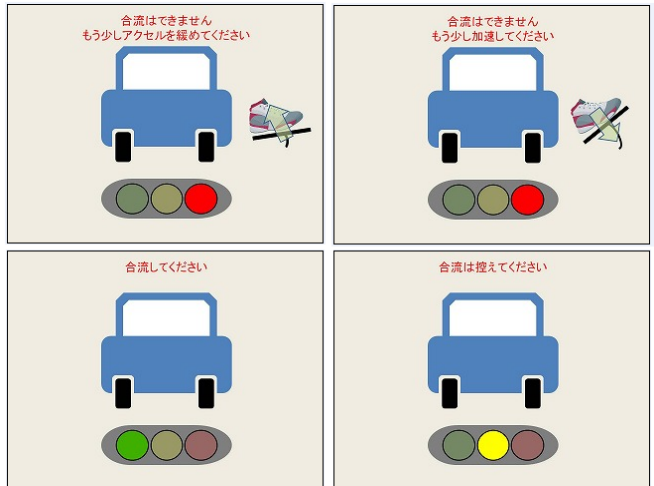


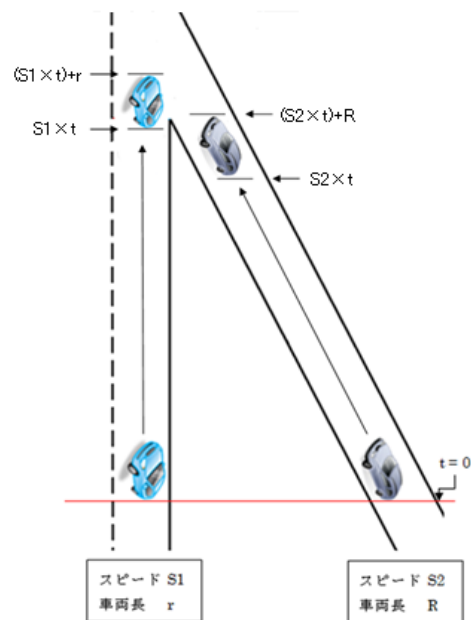
図 3 提示コンテンツ一覧

この画像コンテンツが提示されれば、ドライバーは安全に合流することが可能であり、実際の目視で最終確認を行った後、合流することができる。

このように、リアルタイムで速度変化に合わせて、画像コンテンツ随時変化させ、提示していくことで、初心運転者でも安全に合流できるよう支援を行っている。

3.3 リアルタイムシミュレーションの考え方

リアルタイムシミュレーションは図 4 に示す考え方によって実行される。



$$l_{t+\Delta t} = l_t + S_1 \times \Delta t$$

$$L_{t+\Delta t} = L_t + S_2 \times \Delta t$$

$$l_{t+\Delta t} > L_{t+\Delta t} + R$$

図 4 シミュレーションにおける考え方

本線車と合流車が並走しており、2 台がセンサを通過した時点(時間 $t=0$)の基準として、それぞれの車がこの基準点から進んだ距離を算出する。この不等式は、本線車の後ろの合流を行う際の条件判定である。また、図 4 に示す数式が意味するところは、本線車・合流車それぞれの進んだ距離を算出するための式である。車は速度変化を繰り返すため、微小時間(Δt)ごとの速度で進んだ距離を算出し、今まで進んだ距離と足し合わせることで正確な位置を計算している。

このシミュレーションを、車載装置で計算し、本線車の後方部の位置と合流車の前方部の位置を比較して、お互いの車両の位置が重なっていなければ、合流しても接触することはなく、合流できると判断する。

なお、本システムでは安全な間隔を前後 20m としている。これは人間が判断に要する時間が 0.3 秒、その判断を受けて動作に費やす時間が 0.2~0.3 秒と言われており [5]、合計で 0.6 秒の時間が必要となること、および仮に時速 100km/h で走行しているとして、0.6 秒では約 17m 進むことになるためである。また、夜間や雨などの条件によって、判断に要する時間は変化をするため、安全な車間距離は少し余裕を持たせて 20m とした。一般的に、高速道路では安全な車間距離=速度といわれるが、都市高速道路の合流部等では、もともと合流車線があまり長くないため、このように十分安全な車間を確保することが難しい。したがって、本研究では 20m を安全な車間距離と定義した。

次に、合流を行う際に、本線上の車に後続車がいる場合について説明する。本線上の車に後続車がいる場合には、本線上の 2 車間に合流できる車間距離があるかどうかによって異なる処理を行う。なお、ここでは、本線上を走る車とその後続車の速度は同じものであると仮定する。その根拠は、仮に後続車の速度が前方を走る車よりも早い場合、後続車は前方車に衝突しないように減速を行うか、左側車線に車線変更を行ってから追い越しを行うと考えられることと、後続車の速度が前方を走る車よりも速度が遅い場合には、前方車との車間距離は広がる一方なので、合流を行う際には問題がなくなるからである。

3.4 2 車間に合流できる車間距離が存在する場合

まず、本線上の車に後続車が存在しており、その 2 車間に合流車が合流できる車間距離が存在する場合について説明する (図 5 左)。

本線上の 2 車間に合流できる車間距離が存在する場合には、システムでは、その 2 車間に合流するようドライバーに対して支援を行う。これは、都市高速道路では合流部が距離的にあまり長くないため、すみやかに合流を行う必要があるからである。

3.5 2 車間に合流できる車間距離が存在しない場合

次に、本線上の車に後続車が存在しておらず、その 2 車間に合流車が合流できる車間距離が存在しない場合について説明する (図 5 右)。

本線上の 2 車間に合流できる車間距離が存在していない場合に、システムは本線上の 2 台の車の後ろに合流するようにドライバーに対して支援を行う。これは、一般的には、速度を上げて合流を行うより、速度を減速させて合流するほうが安全であり、結果として、初心運転者でも安心して合流を行えると判断したからである。

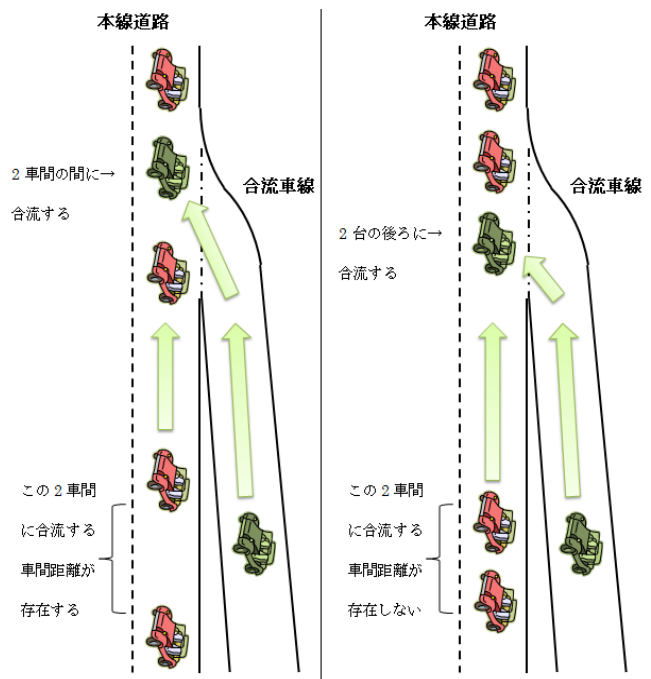


図 5 本線上に 2 台の車が存在する時の合流イメージ

4. 評価実験

4.1 実験条件

評価実験として、本システムを実装した車を用意し、仮想的に高速道路合流部と同じ状況を本学校内に再現した。評価実験の条件としては表 1 に詳しく記載する。

表 1 実験の条件

被験者属性	立命館大学学生
被験者人数	10 人
被験者性別	男性 10 人
被験者の運転歴	運転に慣れている・・・5 人 慣れていない・・・5 人
実験方法	実際に車を用いて合流を行う アンケート
実験場所	立命館大学構内で 2 車線の直線
使用車	合流車・・・TOYOTA 社 PRIUS 本線車・・・TOYOTA 社 iQ × 2 台

この実験での評価方法として、被験者にこれらのシステム、車を用いて実際合流を行ってもらった。その後にアンケート用紙にて様々な項目を評価してもらった。被験者は本学の学部学生 10 人で、そのうち初心運転者と熟練運転者は半分ずつという構成である。



図 6 実験風景

4.2 評価

まず、本システムの有効性については、全員から有効であると思われるという評価を得た。

また、主な意見は以下の通りである。

- ・本システムの存在によって不安の軽減につながる
 - ・画像に信号機という要素を取り入れることによってコンテンツに注視しすぎることがなかった点が評価できる
- などである。

改善すべき点としては、

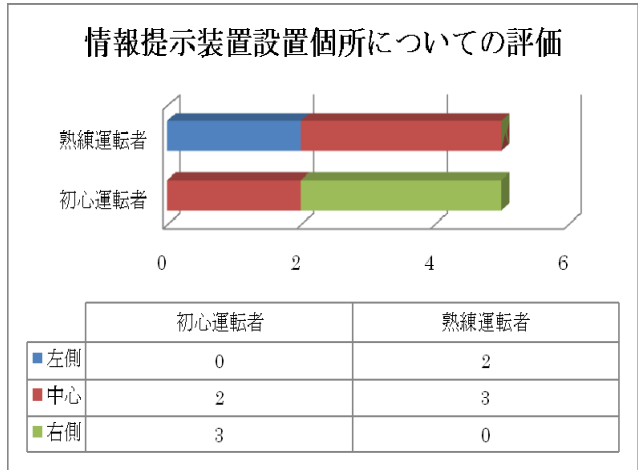
- ・音声による支援があればなお、感覚的にわかりやすい
 - ・車が接近していることを音のテンポの変化によって伝えたと認知しやすい
 - ・本線上の車にも何かしらの提示をすべき
- などの意見を得た。

また、今回は、情報提示装置として小型ディスプレイを用いた(図 6)。今後、情報提示装置に改良を加えていくため、画像コンテンツをどこに提示することで、合流の際、運転の支障にならないかをも評価してもらった。評価結果を表 2 に示す。

表 2 から、初心運転者は真ん中より右側、熟練運転者は真ん中より左側に設置すべきと回答したことがわかる。これは、初心運転者の方が熟練運転者よりも後方確認動作に不安を持っていることから、できるだけ体を動かして見ることを避けてシステムに依存しがちであり、体の正面に近いところに設置したほうが提示コンテンツを確認しやすいからではないかと考えられる。一方、熟練運転者はシステムに依存しなくても合流には慣れているので、あくまで補助的役割としてコンテンツを確認してい

る。したがって、後方確認する際に目視を行う向きである左側寄りに設置すべきという意見が出たものと考えられる。

表 2 情報提示装置設置個所についての評価



5. 今後の課題

今後の課題として、より、安全な合流を支援できるよう、情報提供装置に関しても工夫をしたい。具体的には提示コンテンツを運転中でも自然に確認しやすいよう、ヘッドアップディスプレイのような情報提供装置の実装を検討している。また、評価アンケートによって示された音を用いた支援の導入を検討していく。

また、本システムでは車車間通信を行っていないため、センサを通過以降は、本線車の速度変化や本線車線上での車の車線変更は無いものとして想定し、システムを構築している。しかし、実際には本線車の速度が変化することも考えられるし、車線変更によって車の台数等が変化することも考えられる。そのような点も考慮しつつ、より有益なシステム構築に改良を加えていきたい。

6. 参考文献

- [1] - : "都市高速道路の走り方" ; JAF Mate 2007/8・9、pp21-25 (2007)
- [2] 吉田由美 : 安全&安心! やさしいクルマ運転術; 日本文芸社, pp92-97 (2006).
- [3] 平井節生 / 畠中秀人 / 平沢隆之 / 綾貴穂 / 西井禎克 / 長野和夫 : AHS安全合流支援サービスの開発, 第6回 ITS シンポジウム 2007, pp331-336 (2007).
- [4] 森田顕司 : 画像処理による高速道路合流部における進入支援, 第65回情報処理学会全国大会, pp227-228 (2003).
- [5] 松永勝也 : 交通事故防止の人間科学; ナカニシヤ出版, pp23-26 (2002).