2F1-3

高齢ドライバーの運転負荷低減を目指す支援システムの提案

A Proposal of a Support System Aiming at Reducing the Driving Load of Elderly Drivers

後藤紳一郎[*1] 渥美雅保[*1]
Shinichiro Goto Masayasu Atsumi

[*1] 創価大学大学院工学研究科情報システム工学専攻

Information Systems Sci., Graduate school of Eng., Soka Univ.

In recent years, due to the progress of aging, the number of accidents during operation of cars is ever increasing. It is partly attributable to decrease in cognitive and judgmental performance by aging. In this research, we aim at reduction of accidents by proposing a driving support system which reduces driving load of elderly drivers. In this system, driving risk is defined based on a driving ontology and is estimated based on a random forest classifier combined with object recognition methods and a route map. Then it is tagged to road links of the map DB and is used to guide routes with low driving risk.

1. はじめに

近年，日本では高齢ドライバーによる交通事故が増加し社会問題となっている．2016年の交通事故死者は 67 年ぶりに 4 千人を下回ったが半数以上が高齢者であり増加傾向である[警察庁 17]. 2015 年の統計によると3,392 万人が65歳以上の高齢者である[内閣府 16]. そのうち軽度認知障害や認知症患者は 900 万人を超え[朝田 13]，逆に免許返納率は 2%程度と極僅かである．高齢者の運転能力低下と運転の必要性が大きな社会問題となっている．

問題解決の為に，高齢ドライバーの運転を支援するシステムの提案がされている．事故率が最も高い信号のない交差点での運転支援を目的とするドライバーエージェントの研究が一例として挙げられる[田中 15]. 危険箇所の情報提供や注意喚起という手法で運転支援を行う研究の一方で，危険箇所の通過を最小化する走行経路の誘導を行い，注意喚起する回数低減を行えば更なる効果が期待される．

危険箇所の特定に関しては，カーナビを介したフローティングカーデータシステムに於いて急ブレーキ多発地点や一般投稿情報を分かりやすく地図上に掲載するサービス[本田技研工業 13]や，統計情報に基づく事故多発地点を元にする[損保ジャパン日本興亜 16]事例が挙げられる．しかしながら，ブレーキを掛けずに追突に至った例や，出会い頭，車両発進時や旋回中など，急ブレーキ以外の事故も考えられ，また事故につながらない「ヒヤリハット」地点も多く存在する．

そこで，上記の先行事例から更に危険箇所の特定手法を補充し，より広範囲で高齢者の運転支援を行うことを提案する．本システムでは，車両進行方向の視空間情報から直接「運転危険度」を推定し，道路地図にタグ付けすることで，危険度が最小となる走行経路を探索することを目指す．2.において関連研究を紹介し，3.において本システムの概要を紹介する．運転危険度推定については 4.の運転オントロジー構築で検出対象を述べ，5.の視空間情報における危険箇所の推定で，機械学習による推定の枠組みを述べる．6.では運転危険度を地図 DB の道路リンクにタグ付けし，走行経路の誘導に活用する方法と課題を説明する．以上から，高齢者向けの運転負荷の低いルート案内をすることで事故低減を目指す．

連絡先：後藤紳一郎，shinichiro.goto.510@gmail.com

2. 関連研究

事故の危険性を回避するルート案内や推薦に関する研究としては，心拍の変動時系列データによるドライバーのストレス回避のためのルート推薦手法[佐々木 15]や，衝突事故の統計情報から衝突確率の最も低い経路を探索する手法[Krumm 17]がある．いずれの研究も，事故または事故の要因となる実際の結果に基づく推薦手法であるのに対し，本研究は道路環境に起因した危険度推定に基づく手法である．危険度推定手法には，ドライブレコーダー映像から歩行者ニアミスを推定する提案[鈴木 2016]がある．本研究では，信号無し交差点の視空間情報を用いた危険度推定に基づくルート選択手法を提案する．

3. システムの構成

本提案システムを図 1 に示す．各車両のナビゲーションシステムに組み込まれる車載部と，複数の車両同士で運転危険度マップをクラウドで共有する部分とで構成される．システム搭載の各車両において，先進運転支援システム(ADAS: Advanced Driving Assistant System)に搭載されるような，前方の視空間情報を認識するカメラを用いる．その映像を元に，運転オントロジーに基づき運転危険度推定を行い，これらのデータを地図 DB の道路リンクにタグ付けすることで運転危険度マップ DB を構築する．その際，時間帯，天候も属性として道路リンクへ追加される．

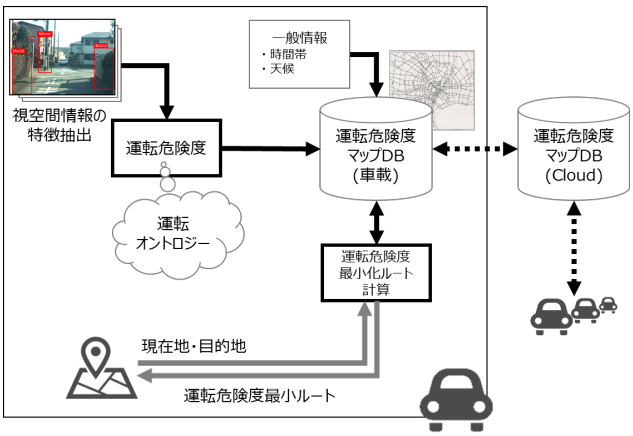

図 1：提案システム概要

利用者が目的地を入力しルート計算をする際に, DB は時間帯や天候を加味した運転危険度を最小とする経路探索を実行し, 利用者へ提供する. また, DB の部分を全てクラウドに持つか, 車両側とで分担するかを選択可能とし, 計算負荷や通信の最適化が出来る設計とする.

4. 危険度推定のための運転オントロジー構築

運転危険度を定義するために, 運転者から見た道路シーンにおける危険性の分析を行い, 危険度のランク付けを試みた. 都市交通のシーン理解のために, オントロジーに基づいたアプローチが提案されており, 本提案においても活用を試みる. [Mohammad 15]は, 危険評価のためのオントロジーを構築し, 特に前方に歩行者がいる交通シーンにおいて, その歩行者がどれだけ危険であるかを予測する実験でシステムの有効性を確かめた.

一方, 最近の高齢者事故の傾向分析では信号機無し交差点における出会い頭事故が特徴的な形態と言われている[イタルダ 16]. 事故第一当事者が 65 歳以上の自家用乗用自動車のうち, 類型別事故件数の割合で最も多いのが出会い頭(30%)であり, 64 歳以下(24%)に比べ多い事がわかる. その 65%が信号機無し交差点である. 建物や塀, 樹木などの視界障害があるケースも多く, 安全確認がより慎重に求められる.

本研究では上記の特徴に注目し, 従来研究の「前方の歩行者による危険度推定」に加えて, 「信号無し交差点に於ける危険度推定」を行うことで, 高齢者事故の低減に貢献することを目指す. その危険度評価のため, 最初に YouTube にあるヒヤリハット動画のうち, 信号無し交差点に於ける事例のビデオクリップを数種類集めた. 表 1 にその事例をまとめる.

表 1 : 信号無し交差点でのヒヤリハット事例

No.	シーン	説明	危険の評価要因
1		狭い路地での自転車の飛び出し	• 見通しの悪さ • カーブミラーの存在
2		注意不足の車両の飛び出し	• 鋭角交差 • 双方に止まれ標識無し
3		見通しの悪い交差点での車の飛び出し	• カーブミラーの存在 • 見通しの悪さ
4		見通しの悪い交差点での車の飛び出し	• カーブミラーの存在 • 見通しの悪さ

これらの結果から, 危険箇所としては, 見通しの悪さ, つまり建物や塀, 樹木などの視界障害が挙げられる. また, 「止まれ」の標識の有無, カーブミラーの有無が挙げられる. 以上から運転オントロジーの作成例を図 2 に示す. 従来の研究に加え, Road Quality に交差する道路の視認性(=Visibility of crossroad), その下層に遮蔽物(=Shield Object) と鋭角交差点(=Sharp Intersection), Road Traffic signs に「止まれ」の標識(=Stop sign), カーブミラー(=Traffic mirrors)を追加した. ヒヤリハット事例の拡大により, 更なる要素の追加を予定している. 特に, 昼夜を示す時間帯や天候が, その候補となる.

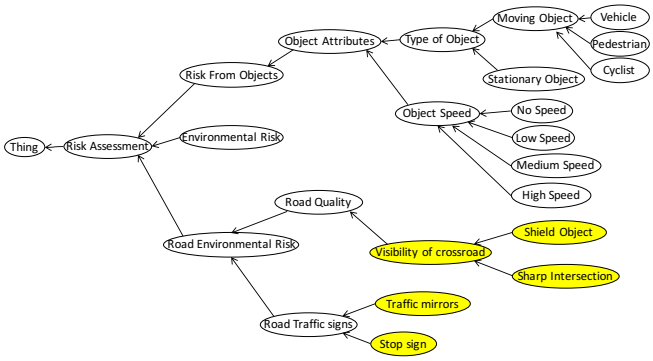

図 2 : 運転オントロジー作成例

5. 視空間情報に基づく危険度推定手法

本研究においては 4 章に挙げた, ①交差道路に於ける建物や塀, 樹木などの視界障害, ②カーブミラー, ③「止まれ」の標識, ④鋭角交差点が, 視空間情報における危険度推定の抽出対象となる.

③に関しては既に量産車両に搭載されている ADAS に「標識認識機能」として搭載されており, 性能と信頼性が期待される. また, 一部カーナビアプリでは地図 DB に一時停止情報が格納されており, ADAS を用いなくても検知が可能な場合がある. ④に関しても, カーナビアプリの地図を用いた検知が行える. 一方, ①と②は画像認識による抽出を行うべき対象となる.

図 3 に運転危険度の推定手法の検討案を示す. 実際の信号無し交差点を右折する場合を事例として検討を行った. まず, 進行方向に信号無し交差点が有り, かつ一時停止の標識が有るかを判断する. 信号無し交差点と一時停止の有無はカーナビアプリの地図 DB で判定する. 地図 DB に一時停止の情報が格納されていない場合も考えられるので, 既存の ADAS の機能から一時停止の標識認識も行う. 信号無し交差点が有り, かつ一時停止標識有りと判断された場合, ①と②の認識を開始するトリガーとする. そうする事で, 信号無し交差点以外の場合での計算負荷を減らす.

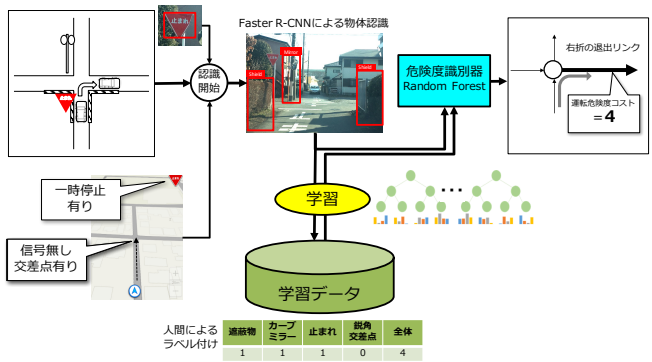

図 3 運転危険度の推定手法

次に, ①と②に関しては, Faster R-CNN による手法を用いて認識を行う. この認識器は事前に信号なし交差点画像に人手で

ラベル付けしたデータセットから学習しておく. また, 画像の運転危険度の主観評価を行い, 例えば 5 段階の運転危険度のランク付けをする. そして, 信号無し交差点に於ける①～④の特徴を入力変数とし, シーン全体の運転危険度を出力変数とする Random Forest 危険度識別器も学習により生成しておく. ①と②の認識結果と③と④の情報を入力として Random Forest 危険度識別器が出力する運転危険度のコストは道路退出リンクへ付与され, 運転危険度マップ DB に格納されて, 運転危険度最小ルートの探索に用いられる.

6. 運転危険度最小ルートの探索

運転危険度マップに付与された危険度を用いて, 運転危険度を最小化するルートを算出する手法の検討を行う. ここでは, 最適ルート探索問題で用いるダイクストラ法をベースに, 各リンクに移動時間のコストに代えて運転危険度を付与し, 最小化するルートの算出方法について検討した内容を紹介する.

図 4 で示すような交差点のモデルに於いて運転危険度を付与してみる. 本案は[デンソー 07]を参考に進入リンクに対する退出リンクに対し, 運転危険度のコスト付与を行う. その事例を表 2 に示す. コストは仮説として点数化している.

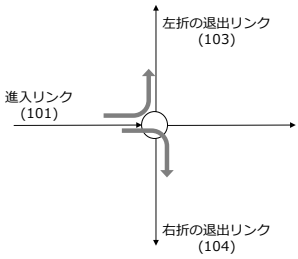

図 4 : 交差点のモデル

表 2 : 交差点モデルにおける運転危険度のコスト付与例

進入リンク ID	退出リンク ID	運転危険度コスト
101	102 (直進)	信号無し交差点(2)+視認性悪い(2)+要右左折確認(3)=7
	103 (左折)	信号無し交差点(2)+視認性悪い(2)+要左折確認(1)=5
	104 (右折)	信号無し交差点(2)+視認性悪い(2)+要右折確認(2)=6

上記を基に, とある現在地と目的地への Google Map でのルートを図 5 示す. 表 2 の運転危険度コストのもとで, 移動時間のコストをベースにしたルートと, 危険度が最小となるルートで比較したところ, 運転危険度に大きな違いが示された.

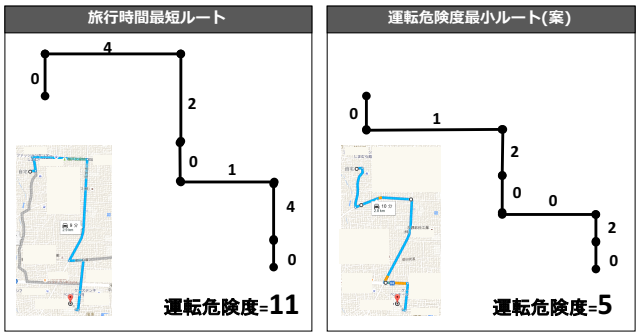

図 5 運転危険度を地図に付与した事例

7. おわりに

高齢者ドライバーに対する, 運転危険度の最小化を目的としたルート計算手法についての検討を行い, 従来研究に対して以下の追加検討を行った. ①信号無し交差点に着目した運転危険度推定. ②道路リンクに運転危険度を付与し, それを最小化するルートを探索する手法. これらは主に事例を元に検討を進めたが, 今後は計算手法の確立と, 実装及び検証を行い, その有用性の確認を進める. 高齢者ドライバーの運転負荷が低減し, 運転寿命が延びる事で,「すべての人が心から安心して, どこへも自由に移動できる社会」を目指していきたい.

参考文献

[警察庁 17]警察庁交通局交通企画課: 平成28年中の交通事故死者数について, 警察庁ホームページ報道発表資料(2017)

[内閣府 16] 内閣府: 平成 28 年版高齢社会白書(概要版), 内閣府ホームページ, 第 1 章　高齢化の状況(2016)

[朝田 13] 朝田 隆:都市部における認知症有病率と認知症の生活機能障害への対応, 厚生労働科学研究費補助金(認知症対策総合研究事業)総合研究報告書(2013)

[田中 15] 田中 貴紘ほか: 高齢ドライバ支援エージェントの提案, ファジィシステムシンポジウム講演論文集, vol.31, p.375-378 (2015)

[本田技研工業 13] 本田技研工業: SAFETY MAP【みんなでつくる安全マップ】, 本田技研工業ホームページ(2013)

[損保ジャパン日本興亜 16] 損保ジャパン日本興亜: 安全運転ナビゲートアプリ『ポータブルスマイリングロード』の本格展開について, 損保ジャパン日本興亜ホームページ(2016)

[佐々木 15] 佐々木爽介、羽倉淳、藤田ハミド: 交通事故要因となるストレス回避のためのルート推薦手法, 第 16 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(2015)

[Krumm 17] John Krumm and Eric Horvitz: Risk-Aware Planning: Methods and Case Study on SafeDriving Routes, IAAI-17: Transportation: AI Applied to Safer and More Efficient Travel(2017)

[鈴木 2016] 鈴木 哲平, 片岡 裕雄, 青木 義満: 車載動画におけるニアミス状況下での歩行者解析, ViEW2016 OS4-H(2016)

[Mohammad 15] Mohammad, M. A., Kaloskampis, I., Hicks, Y., and Setchi, R.: Ontology-based Framework for Risk Assessment in Road Scenes Using Videos, Procedia Computer Science, Vol. 60, pp. 1532-1541 (2015)

[イタルダ 16] 交通事故総合分析センター: 高齢運転者の出会い頭事故を防ぐには, イタルダ・インフォメーシ No.119 (2016)

[デンソー 07] デンソー: 経路探索装置 ナビゲーション装置および交通情報収集装置, 特開 2007-248183 (2007)