

運転者と同乗者間の認知的共同運転
 一危険予測教示を目的とした、路上注目点情報の共有—
 Cognitive Collaborative Driving between the car driver and a fellow passenger
 - Sharing the Eye mark information for teaching hazard points

金田 哲広[†]
Akihiro Kaneda

平野 靖[‡]
Yasushi Hirano

梶田 将司[‡]
Shoji Kajita

間瀬 健二[‡]
Kenji Mase

1. はじめに

近年、自動車の運転支援に関する研究が活発に行われ、車線追従等の運転者支援システムが実用化されている[1]。しかし、これらは自動運転ではなく運転補助機能を実現するものであり、最終的な操作・判断は運転者が行わなくてはならない。そのためヒューマンエラーの危険性は解消されず、人間側の技能向上が不可欠であるのが現状である。ヒューマンエラーの危険性は、ドライブ時に同乗者の心理的負荷になりうる。人が自動車に同乗する際、運転者の運転操作に対する不信感から、ストレスを感じることは日常的に観察されることである。しかし、同乗者は運転行動に直接関与することができず、運転者に運転上の危険を伝える場合にも、適切な教示のタイミングや、教示の根拠が明確にならない。このため、同乗者のストレスの解消、および教示による運転者の技能向上が困難なものとなっている。また近年の自動車研究では、運転者の眼球運動の解析、視点情報からの行動モデルの作成、などの試みが行われているが、いずれも同乗者を考慮したシステムにはなっていない[2][3]。

これらを踏まえ、本論文では、運転者の技能向上と同乗者のストレス軽減と運転者への教示行動を支援するため、同乗者が視点情報から運転者の注意行動を理解し、運転を共同作業として行う「認知的共同運転モデル」を提案する。また、被験者実験により確かめられた視点情報の有効性を報告する。

2. 認知的共同運転モデル

一般的に、運転者は「認知」「判断」「操作」という手順により、自動車を運転していると言われている。同乗者が運転行動に関与し難いのは「操作」段階に関わることができないだけでなく、「認知」「判断」のレベルで運転者の意図理解が困難であるためと考えられる。そこで、本研究では、同乗者—運転者間に「視点情報の共有」という新しいコミュニケーション経路を設けることで、運転の「認知・判断・操作」モデルに同乗者を参加させる「認知的共同運転モデル」を提案する。図1に示すようにこのモデルでは、認知段階の運転者の状態を同乗者に提示し、認知状況の理解を支援するものである。この際、提示する情報には運転行動において最も重要であると考えられる視覚情報を用いる。これにより、同乗者が運転者の視覚的認知状況を関知することができ、運転者の注意状況の推測や、運転者の注視点以外の場所についての危険予測が可能になると考えられる。また逆に、同乗者の判断を運転者にフィードバックすることで、運

転を共同作業とすることが本モデルにおける主張である。以降、本論文では認知的共同運転モデルにおける認知段階のコミュニケーション経路の有効性について検証する。

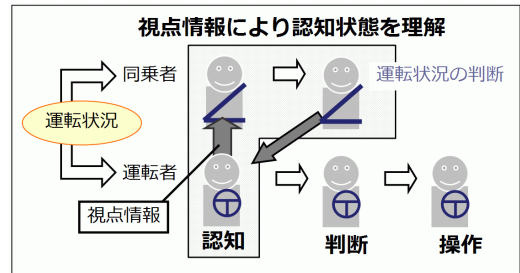


図1. 認知的共同運転モデル

3. 実験方法

運転者の視点情報を提示された際の、同乗者による運転者の認知状況推定と危険予測行動を調査するため、運転者の視界映像に対する被験者実験を行った。

3.1 走行映像の記録、重畳データ作成

まず、運転時の運転者視界映像の作成を行った。名古屋市街の約5kmの道のりを、nac社製アイマークレコーダEMR-8Bを装着した運転者（著者の一人）が実車走行し、20分間の映像、音声、視点データを記録した。この計測装置の検出分解能は視野角0.1度、サンプリングレートは60Hzであり、視界映像は計測装置に設置されたCCDカメラにより30fpsで録画した。また、実際の測定誤差は視野角±約5度で、映像上では±約70pixelであった。記録された映像は、5分ずつに分割し、それぞれ視点データを表示する映像と、表示しない映像を作成した。

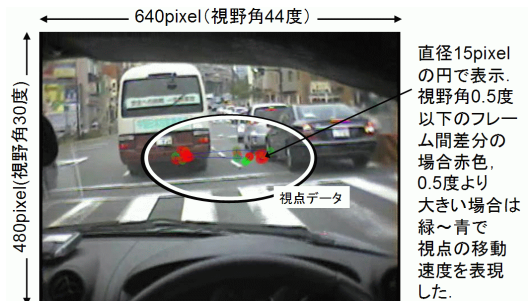


図2. 視点データ表示ありの走行映像の一例

3.2 走行映像視聴実験

前項で作成した走行映像を用いて、被験者実験を行った。被験者は、自動車運転経験者7名、普通自動車免許非保持者1名の計8名で、全員19歳~26歳の男子大学生・

[†]名古屋大学大学院 情報科学研究科

[‡]名古屋大学 情報連携基盤センター

大学院生であった。被験者を、先に視点データなしのものをさせる群と、先に視点データありのものをさせる群の2群に分け、4本の走行映像を交互に視点ありのものと視点なしのものを視聴させた。走行映像視聴中に、被験者が特に注意を払った注目点を、手元のマウスをクリックすることで注目点シーンとして記録した。また、記録した注目点について以下の評価を指示した。

- 注目点の場所を、記録した時点の画像中に記入
- 注目した理由を「対象物・人」「運転操作」「視線」「その他」の中から複数選択
- 注目点を次の3つの尺度で5段階評価により評定
 - 「運転者が気づいているか否か」
 - 「その状況が危険であるか否か」
 - 「運転者に注意を呼びかけるか否か」

4. 結果

8人の被験者で、合計238点の注目点を記録した。

4.1 注目点と視点の重複度

視点データの表示の有無による特徴を評価するため、視点と直接関係のない「運転操作」を理由とする注目点シーンを除外し、視点ありの注目点103点と視点なしの注目点87点について、視点データとの重複度を計算した。「重複」とは、記録された注目点がその時点付近の視点データの位置と重なりあっている場合、運転者と同乗者の注意対象が重複しているとし、その重複点数の割合を重複度と定義した。結果を次の表1に示す。

表1. 注目点と視点の重複個数と割合

		非重複	割合	重複	割合
視点あり	103個	71個	69%	32個	31%
視点なし	87個	47個	54%	40個	46%

4.2 視点データ表示の有無と注目点の評定の関係性

図3、視点あり映像の注目点と視点なし映像の注目点の「運転者が気づいているか否か」の評定結果を、視点データの重複・非重複の区別で比較した結果を示す。視点なし注目点が一様に横軸の評定点に対して単純増加の形をとっているのに対し、視点あり注目点では視点データと重複した点の評価は「運転者は気づいている」側(値5,4)に偏り、非重複の点の評価は平均3.4、分散1.4の山形のグラフとなった。

5. 考察

視線データの表示される走行映像において、運転者の注目点と異なる点を選択的に注目する同乗者の行動が確認された。これにより、認知的共同運転時に、注意行動や危険予測を運転者と分担し、効率よく認知判断リソースを活用できる可能性のあることが示唆された。また、視点データの表示があることが、運転者の注目対象を推測する際の根拠になりうるということがわかった。視点表示のある映像において、注目点が視点と重複した場合は、運転者の気づきを高く推定し、非重複の場合には、視点表示のない場合に比べて偏りなく評定を行っている。これらは、被験者が視点データを運転者の認知状況の評価に利用した結果であると考えられる。

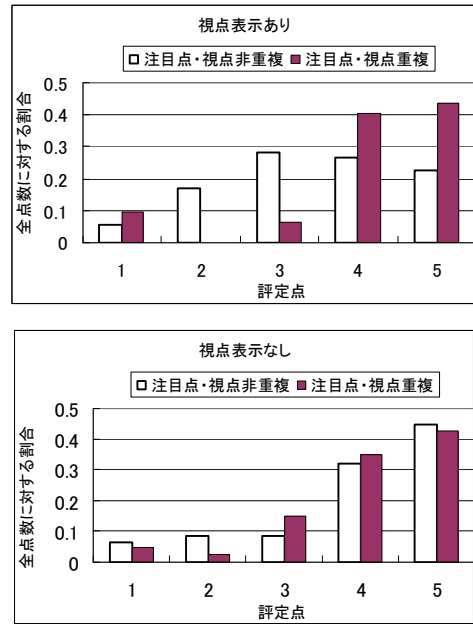


図3. 視点データ表示あり注目点(上)と視点データ表示なし注目点(下)の評定結果

しかし、この傾向は、判断材料が増えたために偏りが無くなり、逆にあいまいな判断を下すようになったとも解釈できる。今後は、このあいまいさを解消し、運転者の注目対象を明確に提示することが重要である。また、視点表示ありの映像において注目点と運転者視点の重複、非重複が起こる理由としては、同乗者の注目行動には、運転者の運転行動の安全性を確認する行動と、よりカバー範囲の広い危険予測を達成しようという行動の2種があるためと考えられる。

6. まとめ

本研究では、被験者を用いて、視点データを重畳表示させた視界映像に対する評価を行い、同乗者による運転者の認知状況判断の可能性について検討した。視点表示のある映像において、同乗者の注目点と視点データの時間的・空間的な重複は、そうでないものに比べて少なかった。また、視点データ表示のある映像では、非重複な点に対する評価に、特徴的な傾向が見られた。これらは、視点データの有無により、同乗者が運転者の認知状況を考慮し、運転評価を変化させていることを示唆している。これらの結果は、視線情報を同乗者に提示する手法が、運転者の認知状況を判断する上で有効であることを示唆するものである。

参考文献

[1] 創立60周年記念事業委員会技術会議, "自動車産業技術戦略と技術発展・燃料シナリオ 2030年自動車はこうなる 第2部 技術分野の専門家が描く『自動車技術発展シナリオ』", 社団法人自動車技術会, pp.35-37(2007).

[2] 瀬谷 安弘, 中易 秀敏, 三好 哲也, "自動車運転作業時の眼球運動解析による視覚探索法略に関する研究", 電子情報通信学会技術研究報告. HIP, Vol.107, No.369, pp.125-130(2008).

[3] 竹村憲太郎, 松本吉央, 小笠原司, "非侵襲ドライバ行動計測に関する研究-注視点の計測注視対象の判別-", ロボティクス・メカトロニクス講演会'03講演論文集, R03426-86, 1A1-2F-E4(2003).