

車内コミュニケーションを支援する 視点共有手法の提案

野間 直生¹ 塚田 浩二¹

概要: 運転者と同乗者間で「あの赤い屋根の家」や「その交差点」といった車外の場所を用いたコミュニケーションが行われる。こうしたコミュニケーションは、場所をポインティングする指示者と指示された場所を追随する追随者の間で行う。指示者は注目している目標物の座標（注目点）を言葉や目線、ジェスチャーなどを通して追随者に認識してもらう必要がある。本研究ではこの指示者と追随者の一連の動作をポインティング共有と呼ぶ。一方でポインティング共有は、指示者がポインティングを行っている注目点を追随者にうまく伝えることができず、失敗してしまうことがある。本研究では、目線と声で注目して運転者と同乗者のポインティング共有を支援するシステムを提案する。

1. はじめに

自動車は通学や通勤など日常生活に必要な乗り物であるだけでなく、ドライブなど娯楽目的としても使われる。車内に運転者と同乗者がいるとき、運転者と同乗者どで会話が行われる。そんな車内における会話の支援は、車に付加価値を与えるシステムとして注目されている。例えば、旭化成エレクトロニクス [1] は、車内での自然で快適な会話環境やボイス入力を目指して車内コミュニケーションシステム (ICC) を提案している。また車内では、車外のものや場所の情報を使ったコミュニケーションが行われる。例えば、「あの赤い屋根の家」や「その交差点」などの会話である。車外のものや場所を用いたコミュニケーションは、場所をポインティングする指示者と指示された場所を追随する追随者に分かれて行われる。指示者は注目している目標物の座標を言葉や目線、ジェスチャーなどを通して追随者に認識してもらう必要がある。本研究では、指示者が注目している目標物の座標を注目点とし、注目点を言葉や目線ジェスチャーを使って追随者に認識してもらう過程をポインティング共有と呼ぶ。車内では、ポインティング共有を使って会話が行われる。しかし車内において、指示者が意図している注目点を追随者に伝えることができず、コミュニケーションに齟齬が発生してしまうことがある。例えば、指示者を同乗者、追随者を運転者とする「あの赤い屋根の家」と同乗者が運転者に伝えても、運転者が同乗者が意図している「あの赤い屋根の家」を認識できない場合である。この原因を本研究では、運転者と同乗者では視点

や視野の自由度が違う事によるものだと考える。つまり、運転者と同乗者では、視覚的な情報が共有できないことによって、ポインティング共有を行う手がかりが「あの赤い屋根の家」といった言葉しか得られないことである。本研究では、コミュニケーションを支援するための手段としてポインティング共有に着目し、手軽に注目点を共有できるシステムを開発する。

2. 関連研究

自動車における人の活動を支援することを目的として、岡村ら [2] は、車内会話を記録するフレームワークを提案した。このフレームワークでは主に (1) 車内会話の量子化、(2) 指差しを用いたユーザの注目点の推定という 2 つの機能が実装されている。この機能によって、車内における過去の会話が提示できるだけでなく、指差しを使った注目点を振り返ることができる。このフレームワークを用いて戸田らは、視線に着目し、ドライビングシュミレータを発展させたシステムを提案した [3]。指差しを用いて建物に対する注目点の推定を行い、建物を協調表示させることで、ユーザが建物に注目していることをシステム及び他のユーザに明示的に示した。松村ら [4] は、車内会話を記録、提示することで、人と街の間に埋め込まれたタイムリーな知識を流通させることを目的として、10 ヶ月間、車内の会話データを収集した。車内会話のうち 60 % 程度の会話がなんらかの「場所」に関連付けられた話題であった。また、宮里ら [5] は、指示者と追随者に分かれて、目標に対して指差した人の手と目線情報をもとにポインティングの正答率を計測した。ポインティングの正答率は指差しと視線

¹ 公立はこだて未来大学

両方の情報を用いることが最も正答率が高く、指差し情報と視線情報の比較では指差し情報の方が正答率が高いことが報告された。Rebeccaら[6]は、運転時の運転者への情報提示の手段として、ヘッドアップディスプレイを用いて交差点や横断歩道の強調表示を行い、運転者の状況認識能力について調査した。ヘッドアップディスプレイの有無に関わらず状況認識能力は低下したが、ヘッドアップディスプレイに表示させるシーンのアイテム数、アイテムのカテゴリー、強調表示するピクセル数など、情報の複雑さを変化させることで状況認識能力に有意な差が見られた。藤田ら[7]は、車内会話において、前部座席と後部座席では視野の差があり、前部席と後部席では車内会話が成立しにくいことを指摘している。車内における乗客の視野を「認知フレーム」とし、車内における乗員の認知フレームの差によって会話が困難になるのではという仮説の検証を行った。運転手以外の各乗員の認知フレームをディスプレイやパーティーションを使って強制的に変更し、あらかじめ設定した目的地を目指して運転を行なった。話者や着座位置等に着目した分析の結果、前部座席と後部座席では視野の差が大きいため、前部席と後部席では車内会話が成立しにくいことを指摘した。

本研究では、車内のコミュニケーションを支援するための手段として、ポインティング共有に着目し、手軽に注目点を共有できるシステムを開発する。最初の段階として、運転者と比較的視野の近い助手席の同乗者を対象とする。

3. 提案システム

本研究では、指示者と追従者の間で行われるポインティング共有が困難である原因を、視野の違いと仮定し、支援するためのシステムを提案する。最初に運転者と同乗者が持つ視野の違いを検証した。

3.1 運転者と同乗者の視野の検証

最初に図1のようにカメラを帽子に固定し、1つのWebカメラを用いて、同じ道を運転者、同乗者交互に撮影を行った。頭部の動きと連動してカメラが動くことで、カメラの視野を人間の視野と仮定して運転者と同乗者の視野の違いを検証した。検証には、はこだて未来大学内の敷地にある、直線、坂道、S字、Uターンの4種類の道を用いた、図2は撮影した映像の一例である。検証の結果、映像の画角や移動頻度に差が見られたことから、運転者と同乗者の間には視点の差が発生していることがわかった。具体的な例としては、運転者にはUターン時の後方確認や道端の人への注目が見られた。同乗者には進行方向や進路変更に関係のない視野の変更が見られた。また、カメラ映像の動きの量から、運転者よりも同乗者の方が視野の自由度が高いことも確認できた。



図1 帽子に設置したGoPro



図2 同乗者(左)と運転者(右)のカメラ映像

3.2 ポインティング共有の検証

次に、走行中の車内で実際にポインティング共有を行い、ポインティング共有を行う前後でのコミュニケーションの変化と視線の動きを観察した。検証中には図3のルートに従って運転を行った。

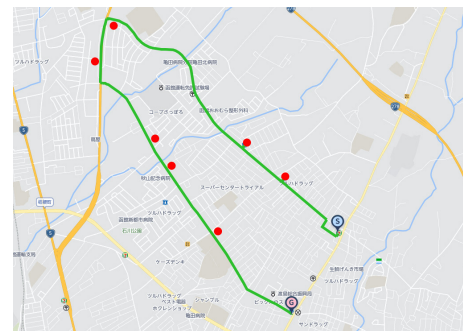


図3 検証を行なったルート(5.7km)

また、同乗者には「これから通る道にコンビニがあれば教えてください」と指示を出した。撮影には、運転者と同乗者の両方の顔と上半身が撮影できる位置に設置した内側カメラと、車前方を撮影することができる位置に設置した外側カメラを用いた。図4と図5は実際にカメラで撮影された映像の一例である。撮影した映像はポインティング共有を行っている前後のみを切り抜き、OpenFace^{*1}を用いて目線の推定を行いポインティング共有の挙動について調査した。調査の結果、運転手が認知していなかったコンビニに対して、ポインティング共有を行った際、運転手の目線の移動や、話題の変化が見られた。具体的には、「こんなところにコンビニがあったんだ」「茶色い外装だから全然気がつかない」などコンビニについての会話が行われた。一

*1 <https://github.com/TadasBaltrusaitis/OpenFace>

方で、その他の運転者、同乗者がともに認知しているコンビニについてはポインティング共有は行なわれたが、コンビニが日常的でありきたりなものであったためか、コミュニケーション中の話題に変化はほとんど見られなかった。このことから、車内において追従者（運転者）が認知していない場所やものに対して行われるポインティング共有が、コミュニケーションを活発にすると考えた。また、車内におけるポインティング共有において、指示者が注目点を共有するために使う手段は「あそこ」や「そこ」といった発話情報と目線であった。これよりシステムの実装には発話情報をきっかけとして、目線を頼りに指示者が注目している点を推定することが有効であると判断した。

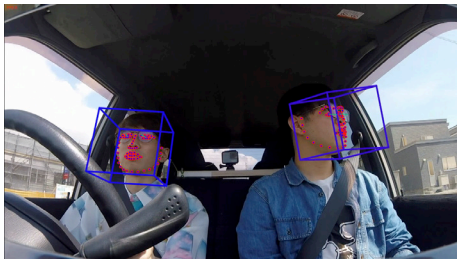


図 4 運転者と同乗者を撮影した映像



図 5 車外を撮影した映像

3.3 システム概要

本研究では、「指示者の発話情報を元にポインティング共有が行われるタイミングを検出する」「指示者の視線を推定する」「指示者の注目点を追従者に提示する」といった3つの段階を想定している。また、運転席に座っている運転者と助手席に座っている同乗者を対象とした実装を目指す。

システム構成図を図6に示す。この図は、ポインティング共有において指示者を同乗者、追従者を運転者とした一方向で記載しているが、実際のシステムでは双方向での実装をする。まず、指示者の発話情報からポインティング共有のタイミングを検出するために、音声からテキストデータを取得する。実装にはPythonの音声認識ライブラリであるSpeechRecognitionを用いる。このテキストデータを元に指示者のポインティング共有を開始する。次に、

指示者の目線を推定することで、注目点を検出する。実装には、顔の挙動を画像や映像から分析することができるOpenFaceを用いる。OpenFaceを用いることで汎用的なWebカメラで実装ができるため、特殊なデバイスを装着する必要がない。よってユーザの利用時の負担が少ないと考えた。最後に、指示者の注目点を追従者に提示する手段として運転手の認知的負荷が少ない方法を複数検討する。一例としてシステムが検出した指示者の注目点をフロントガラスにプロジェクタやレーザーポインタを用いてさりげなく重畳表示させる手法を検討している。また、カーナビ等のディスプレイに注目箇所を切り抜いた映像を表示させる手法などを想定している。

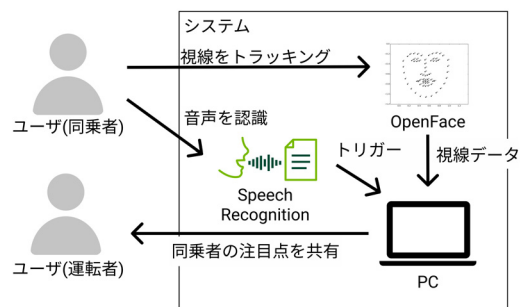


図 6 システム構成図

4. 実装

4.1 指示者の視線を推定

指示者の視線を推定する機能では、Webカメラから取得した映像データを用いた。図7は研究室の椅子にカメラを設置してポインティング共有を行なっている様子である。図7(1)の内側カメラより取得した映像データをもとに視線推定を行う。推定されたデータはCSVファイルとして出力されるため、Shell上でtailコマンドを用いてCSVファイルの更新部分だけを常時読み込む。CSVファイルより読み込まれたデータから、視線推定の結果は目線の角度として取得できる。OpenFaceによって取得できた目線の角度データを元に、あらかじめ決定された図7(1)の内側カメラ/顔/図7(2)の外側カメラの位置を利用して座標を導出する。カメラと顔の位置関係は、本番環境が車内であることを想定して、あまり変化しないものと仮定した。

4.2 注目点の提示

指示者の注目点を追従者に提示する機能では、開発中のため、図7(2)の外側カメラの映像に指示者の注目点を赤い枠で重畳表示させている(図8)。実装にはOpenCVを利用した。実際には、プロジェクタなどを用いて赤い枠をフロントガラスに提示する方法や、重畳表示させた映像をカーナビに表示させる方法を検討している。

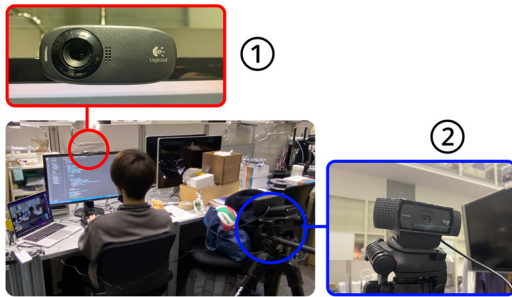


図 7 試作中のカメラ配置の様子

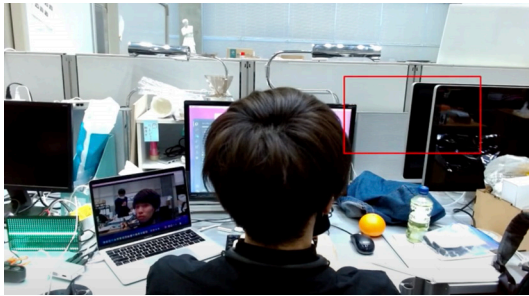


図 8 指示者の注目点の検出例

4.3 車への実装

試作中のシステムを走行中の車内に装着し、動作するの様子を観察した。図9は(1)実際に指示者の注目点を検出する内側カメラと(2)車前方の撮影を行う外側カメラの配置である。視点の推定と注目点の提示を行うことはできたが、推定された視点から座標を導出する過程について多くの定数を用いていたため、車内でのパラメータ調整に手間が掛かる課題があった。今後、キャリブレーションなどを行うことで、環境が変わっても容易に座標を導出する機能の実装を目指す。図10は撮影した映像の一部である。話題の中心となっていた対象を赤枠が捉えることができている。このことから、初期設定については難点が残るものの、車内でのパラメータ調整に手間が掛かる課題があった。



図 9 車に装着した試作中のシステム

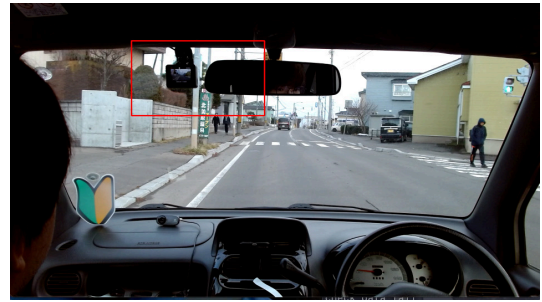


図 10 試作中のシステムで撮影した映像

今後の実装として、ポインティング共有が行われるトリガーの検出に取り組む。システムの性能評価として、システムが注目点を正しい座標に表示できているかどうかを検証する。次に、システムを用いて実際に車内でのポインティング共有の支援を行い、コミュニケーションの齟齬がシステムによって削減できたか検証する。さらに、システムの認知的負荷についても検証する。

参考文献

- [1] 旭化成エレクトロニクス：“車載ボイス”，<https://www.akm.com/jp/ja/products/audio-voice-processor/application/automotive-voice/>，参照.2021-10-24.
- [2] 岡村 剛，久保田 秀和，平松 達也，角 康之，西田 豊明，塚原 裕史，岩崎 弘利：車内会話の量子化と再利用，情報処理学会論文誌，48 巻 12 号，pp.3893-3906，(2007)。
- [3] 戸田 泰史，平松 達也，西田 豊明，塚原 裕史，岩崎 弘利：視線とジェスチャによる車内会話量子の提示と獲得，2008 年度人工知能学会全国大会，3C3-6，pp.1-4，(2008)
- [4] 松村 耕平，角 康之：自動車内における会話と場所の関連性の分析：タイムリーな情報の流通に向けて，情報処理学会論文誌，56 巻 4 号，pp.1258-1268，(2015)
- [5] 宮里 勉，岸野 文郎：ポインティング知覚における指差し情報と視覚情報による正答率，テレビジョン学会誌，vol.50，No.1，pp.137-139，(1996)
- [6] Rebecca Currano, SO Yeon Park, Dylan James Moore, Kent Lyons, David Sirkin：Little Road Driving HUD:Heads-Up Display Complexity Influences Drivers' Perceptions of Automated Vehicles, CHI '21: Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Article No.511, pp.1-15, (2021)
- [7] 藤田 恭平，西本 一志：各乗員の認知フレームの違いが車内会話に及ぼす影響の分析，インタラクション 2011 論文集，2011 (3)，617-620，(2011)

5. まとめと今後の課題

本研究では、コミュニケーション支援を目的として、ポインティング共有に着目したシステムを提案した。現時点では、車内で注目点を検出/提示できる可能性を確認した。