

運転支援エージェントの感情を込めた発話が ドライバの視線へ与える影響

Effects on Direction of Driver's Eyes
by Emotional Voice of Driver Support Agent

浜中志奈子¹ 向直人¹ 藤掛和広² 田中貴紘² 金森等²

Shinako Hamanaka¹, Naoto Mukai¹, Kazuhiro Fujikake², Takahiro Tanaka², and Hitoshi Kanamori²

¹ 梶山女学園大学 文化情報学部

¹Dept. of Culture-Information Studies, Sugiyama Jogakuen University

² 名古屋大学 未来社会創造機構

²Institutes of Innovation for Future Society, Nagoya University

Abstract: This paper focuses on the synthesis voice of a driver assist agent to reduce car accidents. The past research indicated that the standard voice used in a traditional car navigation system is insufficient for old drivers. Thus, we tried to put an emotional expression in the synthesis voice of the driver assist agent. The voice is generated by a speech synthesis engine called AITalk, which can represent three kinds of emotions: joy, anger, and sad. In addition, we obtain eye movement data of drivers to instruct a driver to look both ways to cross a street by the driver agent. Experimental results showed that the felicitous emotional expression is important to improve acceptability.

1 はじめに

警視庁の統計調査¹によると、高齢運転者(65歳以上)の交通事故は年々増加している。平成29年の交通事故の原因のうち、37.2%が安全不確認、13.0%が前方不注意と報告されている。高齢者の安全を守るため、安全確認や技量不足を支援する仕組みが必要とされている。このような背景の中、日本国内の主要自動車メーカーは「衝突被害軽減ブレーキ」や「車線逸脱防止支援システム」などが搭載された先進安全自動車(Advanced Safety Vehicle: ASV)の開発に力を入れている。2018年1月にラスベガスで開催された Consumer Technology Association (CES)²において、トヨタ自動車の一部車種においてスマートスピーカの Amazon Alexa³のサポートを開始すると発表したことも記憶に新しい。今後は、個人に最適化された AI アシスタント(エージェント)の音声による運転サポートの実現が視野に入る。

これまで、運転支援を目的とした音声の研究が幾つか報告されている。久保らは自動運転システムの音声に対する反応の個人差を調査した。実験の結果、

他者受容性が高いほど、音声案内に従順に従うことで、返ってドライバの注意力が低下する可能性を示した[1]。また、田中らは、スピーカからの音声、ディスプレイの映像、ロボットによる情報提示の比較を行った。対象が高齢者の場合は、音声だけでは十分に情報を伝えることが難しいことが示された[2]。上記の研究成果から、ドライバの受容性と運転技術の個人差に応じて、音声による支援の有効性が変動することがわかる。このため、これまでカーナビで用いられてきた標準的な音声では、個人に最適化された支援は不十分であると考えた。

そこで、本研究では、エージェントの発話の感情表現に注目する。一般的なカーナビゲーション・システムでは、感情の起伏のない女性の合成音声を採用されている。我々は文献[3]において、男性と女性の合成音声の比較実験を行った。この結果、女性の音声の方が違和感や不快感が少ないことが示された。また、感情を込めた発話音声を用いることで、運転状況に適した表現が出来る一方で、ドライバにストレスを与える可能性があることが分かった。しかし、この実験では運転動画に合わせて音声再生される

¹ <https://www.npa.go.jp/publications/statistics/index.html>

² <https://www.ces.tech/>

³ <https://developer.amazon.com/ja/alexa>

だけで、ハンドルやペダルの操作と連動しておらず、没入感が低いという問題があった。本稿では、ドライビング・シミュレータの運転操作に合わせて、エージェントが発話する仕組みを導入した。発話は「喜び」「怒り」「悲しみ」の感情を表現した合成音声で構成されている。また、エージェントはドライバの視線をリアルタイムに検出し、運転状況に合わせて特定方向への注意をドライバに促す。このとき、エージェントの感情表現が、ドライバに対して、どのような影響があるかを調査した。

本稿の構成は以下である。第2章では使用するドライビング・シミュレータの詳細と、視線入力装置を用いて取得するドライバの視線情報について示す。第3章では感情を込めた合成音声の生成方法に関して述べ、エージェントの発話内容について説明する。第4章では感情表現がドライバに与える影響に関する実験について述べ、第5章で本稿をまとめる。

2 シミュレータとドライバの視線

ドライビング・シミュレータとして株式会社フォーラムエイトが開発する UC-win/Road⁴を用いた。道路網や建物などの走行環境として、名古屋大学・未来社会創造機構・モビリティ研究・人間・加齢特性グループが評価に用いているモデルを利用した。このモデルには、交差点に加え、駐車車両や歩行者の回避など、運転時に遭遇する様々な状況が再現されている。例えば、図1は一時停止が必要な交差点であり、ドライバは停止線の前で完全停止し、左右確認の後に交差点に進入することが求められる。



図1 一時交差点

また、ドライビング・シミュレータで運転中のドライバの視線情報をリアルタイムに取得する。視線情報の取得にはトビー・テクノロジー株式会社の Tobii Pro X2-30⁵を用いた。この装置をドライビング・シミュレータの映像が表示されるモニターの下部に設置し、ドライバが注視している座標を取得する。ここでは、図2に示すようにスクリーンを9分割し、該当する番号を取得することにした。

エージェントは、上記の一時停止交差点において、交差点進入前に「もうすぐ交差点です」と予告することに加え、交差点進入時のドライバの視線を検出し「左右を確認してください」、「右も見ましょう」、「左も見ましょう」などの音声案内を行う。これらの発話の条件は、ドライビング・シミュレータよりリアルタイムに取得される車両の位置・速度などの情報に基づく。

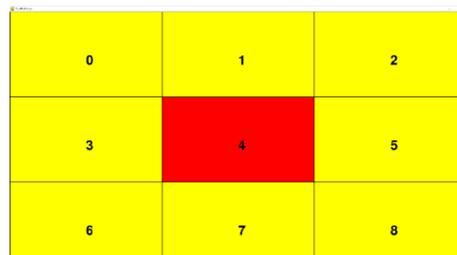


図2 ドライバの視線情報

3 感情を込めた合成音声の生成

3.1 合成音声の感情パターン

合成音声の生成には、株式会社エーアイの AITalkWebAPI⁶を用いた。AITalk は感情表現が可能な音声合成ソフトウェアである。話者は音量、話速、ピッチ、声の高さの4種の特徴量パラメータと、喜び、怒り、悲しみの3種の感情パラメータを調節することができる。本実験では、感情表現が可能な標準語女性話者の「のぞみ」を用いて運転支援の音声を生成した。生成した感情パターンは、「喜び」、「怒り」、「悲しみ」に加え、感情を込めない「無感情」の4パターンである。感情表現の強さは0~1のパラメータで制御可能であるが、ここではいずれも最大値の1を設定した。また、その他のパラメータはいずれも同じ値を用いた。

感情表現を用いることで、同じ音声案内であってもドライバに与える心象は変化すると考えられる。

「喜び」の場合は、友人や家族が同乗しているかのような安心感、「怒り」の場合は、教習所にいるような緊張感、「悲しみ」の場合は、客観的な落ち着きを与えることが期待できる。これらの印象はドライバの受容性や運転技術によって変化すると考えられる。

3.2 運転状況と発話

上述したようにエージェントは、ドライビング・シミュレータの車両の情報と、ドライバの視線情報を条件に発話を行う。一時停止交差点などを含む約

⁴ <http://www.forum8.co.jp/product/ucwin/road/ucwin-road-1.htm>

⁵ <https://www.tobii.com/ja/product-listing/tobii-pro-x2/>

⁶ <https://www.ai-j.jp/solution/api/>

1.4[km]の直線道路の走行に対して、68種類の条件と21種類の発話を用意した。全ての条件・発話を説明することは困難であるため、ここでは図3に示す実験被験者に対するエージェントの発話履歴を例に挙げて説明する。横軸が走行距離[m]であり、車両は左から右に向かって走行する。縦軸は道路幅[m]であり、駐車車両や歩行者の回避などで、左右に動くことがある。図中の点はエージェントがドライバーに対して発話を行った位置を表している。

約400[m]付近で駐車車両に関する3つの発話が行われた。ドライバーの視線とは無関係に「車が止まっています」という予告が発話される。次にドライバーの視線が図2の中央(4)にあるとき「物陰には注意しましょう」。また、隅(0, 2, 6)にあるとき「まっすぐ前を見て物陰に注意」と、物陰からの飛び出しに関する注意を与える。(8は速度メータが表示されているため条件から除いた)。

同様に600[m]付近は交差点である。ここでは、5つの発話が行われた。交差点の侵入前に「もうすぐ交差点です」と「交差点では徐行しましょう」という予告が発話される。交差点に侵入すると、ドライバーの視線が図2の中央(4)にあるとき「左右を確認してください」、また、左(3)にあるとき「右も見ましょう」、右(5)にあるとき「左も見ましょう」と、左右確認に関する注意を与える。

この他にも、車両の状況に応じて、速度超過(60[km/h]以上)に対して「スピードが出過ぎです」、また、急停止に対して「焦らず運転しましょう」と発話する。

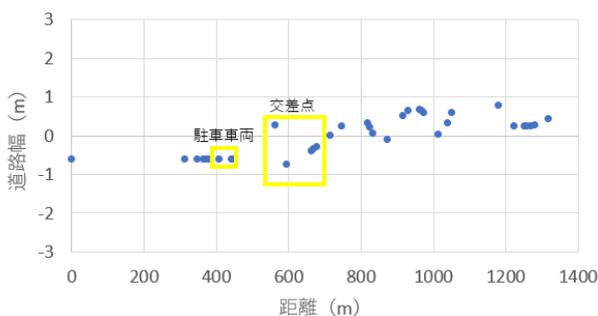


図3 被験者に対するエージェントの発話履歴

4 実験

4.1 実験概要

椋山女学園大学の学生7名(19~21歳)を被験者とした。被験者の内5名が運転免許の所持者であり、他の2名は運転免許を所持していない。運転免許を所持している5名の被験者の運転頻度は、3名が「ほ

とんど運転しない」、1名が「月に一回程度」、1名が「週に一回程度」であった。各被験者は同じコースを4回走行する。1回目は、ドライビング・シミュレータに慣れることに加え、比較評価の基準とするため、「無感情」の合成音声を用いて走行する。2回目は「喜び」、3回目は「怒り」、4回目は「悲しみ」の感情を込めた合成音声を用いて走行する。1回の走行が終了する度に音声の印象に関するアンケートを実施する。また、被験者には実環境と同じ交通ルールを遵守しながら走行するよう指示した。

4.2 実験結果・考察

音声の印象に関する12項目の設問に対して、「とてもそう思う」「そう思う」「ややそう思う」「どちらとも言えない」「あまり思わない」「思わない」「全く思わない」の7段階で評価した。ここでは肯定的な回答が7、否定的な回答が1としてレーダーチャートで示す。また、レーダーチャートには支援音声のスコアに加え、全支援音声の平均スコアを示している。

図4が「喜び」の音声のスコアである。全体的に平均スコアを上回っていた。「喜び」の感情はドライバーにとって肯定的な印象を与えることが理由と考えられる。「聞き取りやすさ」、「好感」、「自分の両親や祖父母に使ってほしい」のスコアが平均より1.2以上高かった。自由記述には「安心して運転できた」「明るい印象で好感が持てた」とあり、支援音声としての適性は高い。

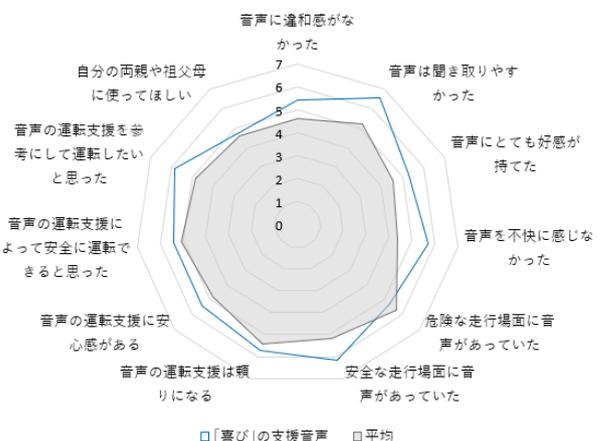


図4 「喜び」の音声の印象評価

図5が「怒り」の音声のスコアである。全体平均に近いスコアとなった。「聞き取りやすさ」と「危険な走行場面に音声があった」は平均を上回っていた。これは、「怒り」の音声は、語気が強く威圧感のある表現だったため、危険な運転に注意が必要な状況を的確に表わしていたからだと思われる。自由記

述には「焦らされている感じがしてより不安になった」「急かされている感じがして嫌だった」と否定的な意見が多かった。しかし、ドライバへの注意が必要な状況に用いるには適していると思われる。



図5 「怒り」の音声の印象評価

図6が「悲しみ」の音声のスコアである。全体的に平均スコアを下回っていた。特に「聞き取りやすさ」は平均よりも約1.9も低い。また、「好感」も平均より約1.0低く、全支援音声の中でも最低だった。自由記述には「暗い印象を受けた」「声が低く聞き取りにくかった」と否定的な意見が多い。しかし、自由記述に「低音の方が聞き取りやすかった」という意見もあり、ドライバの特性に応じて音の高さを調節することで、聞き取りやすい音声になる可能性がある。



図6 「悲しみ」の音声の印象評価

次に、ドライバの視線に与える受容性を評価する。ここでは、「右を見ましょう」などの視線に応じた指示に被験者が素直に従えたかを、先と同じ7段階で調べた。図7が受容性の結果である。被験者A, B, C, D, Eは運転免許所持者、また、F, Gは未所持者

である。被験者A, Bは「喜び」の音声を高く評価した。上述したようにドライバにとって肯定的な印象を与えるためだと思われる。一方で、被験者C, Dは「悲しみ」の音声を高く評価した。静かで落ち着いたトーンが効果的なケースもあるようだ。また、「怒り」の音声の受容性は低いことがわかった。被験者Cは自由記述に「威圧感があり不安になった」と回答しており、指示を強制されていると感じることが分かった。被験者Eはすべての音声に対して、素直に促えなかったと回答した。被験者Eは、他の被験者と比べ運転頻度が高く、運転に慣れており、わずらわしさを感じたためと思われる。この結果から、運転に不慣れで自信のないドライバに対する視線に応じた支援は有効であり、ドライバの特性に合わせ喜びや悲しみ(冷静)の感情を込めることが、安全な運転の助けになるといえる。

視線に応じた指示に素直に従えたか

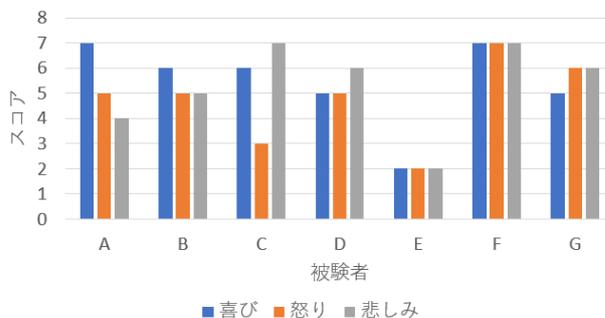


図7 視線に応じた指示への受容性

5 まとめ

本研究では、エージェントによる支援音声に感情を込めたとき、ドライバの心理や視線に対してどのような影響があるかを調査した。実験結果から、支援に用いる音声は「喜び」の感情が最も受容性が高く、指示にも従いやすいという考察が得られた。一方で、状況に応じて「怒り」の感情を用いることも有効であるとわかった。また、被験者によっては低い声のほうが聞き取りやすいという意見もあった。これらから、ドライバの状況や性格に応じて、表現する感情を動的に変化させることが必要だということが分かった。今後は、カメラや生体データなどからドライバの状況を取得し、状況に合わせた感情表現を選択する仕組みを検討したい。

謝辞

本研究は名古屋大学未来社会創造機構 HMI・人間特性研究部門の「エージェントを介した運転支援研究プロジェクト」の支援を受けている。

参考文献

- [1] 久保克弘, 村田義人, 山本景子, 西崎友規子: 他者受容性が自動運転システムの音声案内への反応に与える影響, 日本認知心理学会発表論文集, Vol. 2017, pp. 31, (2017)
- [2] 田中貴紘, 藤掛和広, 米川隆, 山岸未沙子, 稲上誠, 木下史也, 青木宏文. 金森等: 運転支援エージェントの形態と注視行動の関係分析 : 高齢ドライバーの運転行動改善を促すドライバエージェント研究, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 117, No. 72, pp. 13-18, (2017)
- [3] 向直人, 山中南実希, 高嶋恵子, 藤掛和広, 田中貴紘, 金森等: 運転支援を目的とした合成音声の印象比較, 第 72 回高度交通システムとスマートコミュニティ研究会, Vol. 2018-ITS-72, No. 4, pp. 1-6, (2018)