

自動車体験を拡張するスマートステッカーの試作

佐藤 佑亮^{1,a)} 塚田 浩二¹

概要：

走行中の自動車内の状況を歩行者や他の運転者に伝えることは難しい。自動車用のステッカー、特に初心者マーク／高齢者マークや「赤ちゃんがのっています」マーク等は、車内の様子を知る助けとなる。一方、これらはリアルタイムの状況を反映しているものではないため、運転者の体調や緊張度、車内の雰囲気等を車外から推察することは難しい。そこで、本研究では車内の状況に応じて動的に変化するスマートステッカーを提案する。このシステムは、自動車のリアガラスなどにLEDマトリクスを内蔵したスマートステッカーを配置する。スマートフォンや拡張デバイスなどと連携することで運転者の状態や自動車の行先、お互いの車間距離などの状況認識を行う。認識結果に応じて、ステッカーの表示内容を動的に変化させることで、車内の状況を伝達する。本稿では、本研究のコンセプトやシステム構成、実装、応用例、と視認性評価について紹介する。

Prototyping of Smart Sticker to Extend the Automotive Experience

YUSUKE SATO^{1,a)} TSUKADA KOJI¹

1. はじめに

自動車にはドライバーの属性や車内の状況を表わすステッカーが貼られることがある。

例えば、ドライバーの属性を表す例として、普通免許を取得して1年未満の初心者ドライバーのための「初心者マーク」や、70歳以上のドライバーのための「高齢者マーク」のように、法令で義務付けられているものがある。また、車内の状況を表す例として、「赤ちゃんがのっています」マークのように自動車内の状況を自主的に共有するためのステッカーや、痛車に代表されるように運転手の嗜好(例：好きなキャラクター)を示すステッカーが貼られることもある。

一方、こうしたステッカーはリアルタイムに自動車内の状況を反映しているものではない。例えば、ドライバーの体調や緊張度、車内の雰囲気等を、自動車外から推察することは難しい。

そこで、本研究では自動車内の状況をセンサなどで認識

し、車外に向けて取り付けられたステッカーの外観に反映させるスマートステッカーを提案・試作する。スマートステッカーを利用することで、後続車や歩行者等が自動車内の状況を推察しやすくなり、新たな気配りやコミュニケーションにつながる可能性があると考えられる。実際の活用例を図1示す。

具体的な事例として、ドライバーの心拍数等をスマートウォッチで取得してステッカーに重畳表示させたり、スマートフォンのナビゲーションと連動して、目的地や走行距離を表示させる例を実装した。



図1 スマートステッカーの活用例。後続車のドライバー等に車内の状況等をインタラクティブに提示する。

¹ 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate

a) g2122032@fun.ac.jp

2. 関連研究

本章では、本研究に関連する研究事例として、「自動車などの情報提示に関する事例」の観点から述べる。

2.1 自動車などの情報提示手法に関する事例

車のリアガラスに吸盤で貼り付ける電光掲示板としては「CarWink」[1]や「OTOTOK」[2]がある。これらのデバイスはスマートフォンと連携することで、表示するメッセージなどを手動で変更することができる。例えば、道を譲ってもらった際のお礼のメッセージや前方に歩行者がいることを後続の自動車に伝達するなど、後続の自動車とコミュニケーションを支援している。

自動運転車の前面にLEDディスプレイを搭載し、歩行者に情報を伝達する事例として、「The Smiling Car」[3]がある。LEDディスプレイに笑顔を想起させるような単純な形状を表示することで、歩行者が車の前を安全に横断できるように意思伝達を試みている。

自動運転車からの視線提示を利用した事例として、張ら[4]は自動運転車の前面に物理的な目を装着した。モーター駆動によって黒目の位置を変更することで、視線を変更することができる。例えば、自動運転車の目が横断歩道を渡っている歩行者を見ていると「安全」と表している。この視線提示により、危険な道路横断を低減できる可能性があることを実験により示した。

また、Ochiai[5]らはドライバーの頭部の動きを検出するカメラや、車外に情報伝達するためのプロジェクター等を組み合わせて、ドライバーが任意の車両等とコミュニケーションを行うためのシステムを提案している。

Pavloら[6]は自動運転車にディスプレイ等を取り付けて歩行者に情報提示する際に、どのような手法（テキスト、イラスト、ジェスチャ、色等）が効果的かを調査している。調査の結果、テキストによる情報提示が一般的にわかりやすいことがわかった。

エキマトベ[7]は駅のアナウンスや電車の音といった環境音を、オノマトペ等を用いて視覚的に表現するシステムである。

2.2 本研究の独自性

本研究では、車内の状況等をリアルタイムに反映してステッカーに重畳表示したり、ステッカー型デバイスを中心としたシンプルな構成を持つ点に独自性がある。

3. 提案

提案システムは大きく分けて、スマートステッカー、スマートフォン、及び外部デバイスやWebサービスから構成される(図2)。スマートステッカーは車のリアガラスに、スマートフォンはフロントのダッシュボード上に固定

する。スマートステッカーはフルカラーLEDマトリクスとIoTマイコンを用いて実装する。スマートフォンはスマートステッカーとBluetooth経由で通信し、表示内容を動的に制御する。さらに、内蔵センサや外部デバイスと連携することで、車内状況を認識する。また、図3はスマートステッカーの外観と設置例である。

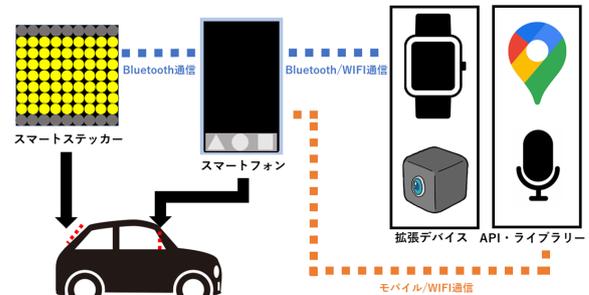


図2 システム構成図



図3 スマートステッカーの外観と設置例

4. 実装

この章ではスマートステッカーの基本設計や基本的な利用例の「ストレス状態表示ステッカー」について説明する。

4.1 基本設計

本システムはAndroidアプリケーション、ESP32搭載マイコン、拡張デバイスといった要素から構成される。スマートステッカーのプロトタイプは図4である。RGB LED Matrix Panelの視認性を向上させるために、厚さ3mmの黒色半透明の亚克力板を前面に取り付けた。取り回しを良くするために、同じ亚克力板で周囲を覆うケースを作成し、背面は放熱や軽量化のため肉抜きをした。さらに、取り付け角度を調整可能なジョイントを3Dプリンターで作成した(図5)。このジョイントと市販の強力な吸盤(JOMOLA)を組み合わせて、リアガラスの角度に合わせて取り付けることができる。電源は、外部からUSB経由で供給可能な設計とし、自動車のシガーソケットやモバイルバッテリーを利用できるように配慮した。

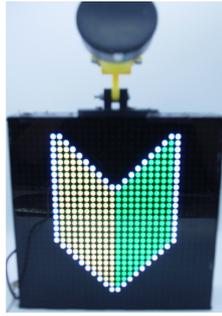


図 4 スマートステッカーのプロトタイプ

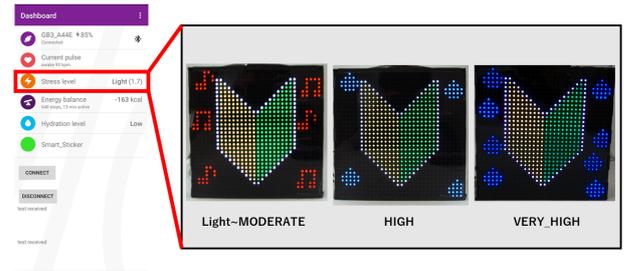


図 6 ストレス状態表示ステッカーの動作例



図 5 リアガラスへの取り付けと電源供給

4.2 表示例-ストレス状態表示ステッカー

ストレス状態表示ステッカーでは、ドライバーのストレス状態を既存のステッカーのデザインに重ね合わせて表示する。まず、ユーザは基本となるステッカーのデザイン(例: 初心者マーク)を Android アプリケーションから設定する。ドライバーのストレス状態は、Healbe gobe3^{*1} (以下, Healbe) というスマートウォッチを用いて取得する。Healbe では、API 経由で「ストレスレベル」、「エネルギーバランス」、「水分バランス」等の情報を取得できる。ストレスレベルは 4 段階で評価され、フォトフレクターを用いた脈拍計測に加えて、加速度センサによる運動量計測や長期着用時の睡眠時間等を考慮して決定されている。図 6 に、Healbe で取得したストレスレベルとスマートステッカーを連携させた表示例について示す。例えば、ストレスレベルが低い場合は音符をまとった楽しそうな状態が表示され、ストレスレベルが高い時には汗をかいて焦っているような状態が表示される。

*1 <https://healbe.com/ja/>

5. 応用例

この章ではスマートステッカーの応用例を述べる。応用例の作成にあたっては、既存の自動車用のステッカーを調査した。ここでは、「ドライブレコーダーステッカー」「行先表示ステッカー」「グループステッカー」の 3 つの事例について紹介する。

5.1 ドライブレコーダーステッカー

「ドライブレコーダー録画中」といったステッカーは、ドライブレコーダーを搭載していることをアピールして、あおり運転等を抑止する目的で利用される。

我々は、このステッカーを発展させ、リアガラスに搭載したカメラで後続車を撮影し、車の色や車間距離を元にアイコン化してスマートステッカーで表示することで、効果的な抑止効果が期待できると考えた。具体的には、*i²c* 経由で利用可能な M5Camera というカメラデバイスを用いて後続車を撮影し、画像処理で大まかな車体の色と大きさを取得する。この二つの指標を用いて、スマートステッカーに車体の色/大きさを反映させた画像パターンを段階的に表示させる。

ドライブレコーダーステッカーの概要を図 7 に、段階的な表示例を図 8 に示す。

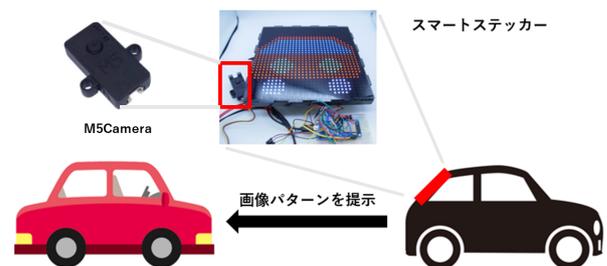


図 7 ドライブレコーダーステッカーの概要

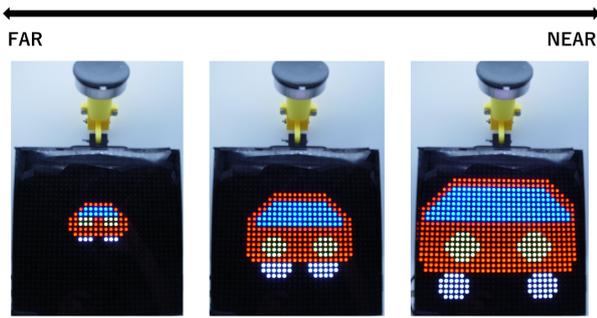


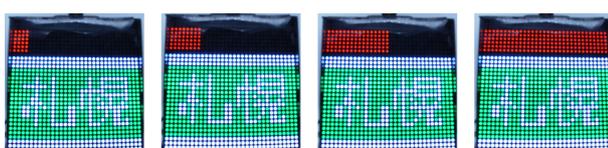
図 8 ドライブレコーダステッカーの表示例

5.2 行先表示ステッカー

バス等の公共交通では、行先を車外に掲示することが一般的であり、後続車はバス等の振る舞いを予測することができる。こうした機能を一般車両にも適用することを目指して、行先表示ステッカーを実装した。システム構成図を図 9 に示す。まず、ユーザは目的地の地名を Android アプリケーションに入力する。次に、Google の Directions API^{*2}を用いて、目的地の緯度/経度を取得する。さらに、GPS で取得した現在地の緯度/経度と合わせて、目的地までの距離も取得する。これらの情報から、目的地の地名と距離情報を利用して、図 10 に示すような表示例を試作した。ここでは、目的地を札幌とし、出発地からの相対的な距離を下側の赤いバーで表示している。



図 9 行先表示ステッカーのシステム構成



函館 → 札幌

図 10 行先表示ステッカーの表示例 (函館-札幌間)

*2 <https://developers.google.com/maps/documentation/>

5.3 グループステッカー

グループツーリングを行う場合、同じステッカーを複数の車につけて絆を示す場合がある。我々は、こうしたステッカーの機能を拡張し、車同士の車間距離によってインタラクティブに変化するグループステッカーを試作した。図 11 に、グループステッカーの表示例を示す。青色のアイコンがチームロゴを示し、お互いの車間距離が短い (= まとまって走っている) 程、キラキラするエフェクトを付与している。グループステッカーのシステム構成を図 12 に示す。各車にはスマートステッカーと、ホストとなるスマートフォンが搭載されている。スマートフォンの GPS で各車の現在地の緯度/経度を取得し、オンラインデータベースに保存する。さらに、Directions API を用いて車間距離を計算して、ステッカーの表示をインタラクティブに変更する。

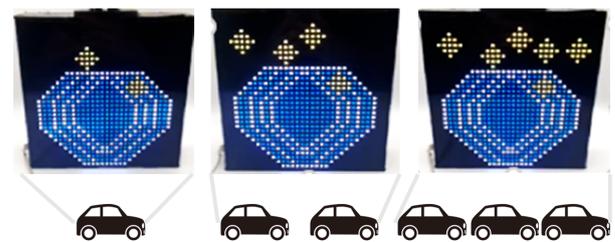


図 11 グループステッカーの表示例



図 12 グループステッカーのシステム構成

6. 視認性評価

本研究の前段階のプロトタイプを用いて、視認性の評価実験を行った。LED マトリクスは同一メーカーのものを利用しているが、解像度が現在のプロトタイプの半分 (16 × 32) となっている。

6.1 目的

スマートステッカーにアイコンや数字などを表示し、歩行者やほかのドライバーが視認することを想定して視認性を調査した。

6.2 手法

被験者は男性 10 人、女性 2 人の合計で 12 名を対象とした。被験者には車に搭載したスマートステッカーを視認してもらうために公立はこだて未来大学の敷地内を実験場所とし、午前 11 時から午後 16 時の間に実験を行った。また、実験の注意事項として被験者同士の会話は禁止し、実験中は質問を受け付けないことにした。図 13 が実際の実験の様子である。次に、実験の流れを説明する。

まず、実験内容を被験者に説明した。各被験者にはスマートフォンを持参してもらい、事前に Google Form で作成したアンケートを開いてもらった。次に、図 14 のように被験者を配置した。スマートステッカーを直線上から視認するときの条件は自動車同士の車間距離を意識して距離を 3 / 5 / 10 / 15 メートルとした。45 度 / 135 度からスマートステッカーを視認するときの条件は歩行者がスマートステッカーを視認することを想定して 3/5 メートルとした。

また、図 14 に記載されている番号はスマートステッカーを視認するときの場所と順番である。「1 番」の場所の時に「77」を表示、「2 番」の場所の時に「55」を表示、などのようにスマートステッカーに図 11 のように二桁の数字を表示させ、被験者にはスマートステッカーに表示されている番号を Google Form を通して回答させた。スマートステッカーに表示した二桁の数字と被験者が記述した二桁の数字が一致しているならば正解と判断する。これを全部で 8 通り行った。また、「8 番」の位置のみ初心者運転標識 / 高齢者運転標識の 2 種類のマーカーも併せて表示し、自由記述で回答させた。



図 13 実験の様子

6.3 結果

視認性の実験の結果を場所ごとに図 14 にまとめた。図

14 中の各位置に記載された記号は、●が正答率 100 %、▲が正答率 75 %を示す。また、数字は主観的な見やすさの 5 段階評価の平均値と標準偏差を示す。(2 種類) の正解を 2 点とし、合計 10 点としている。

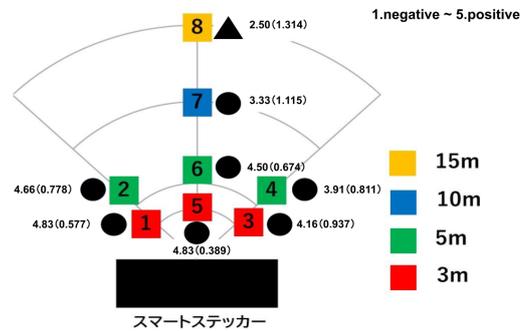


図 14 実験の結果

6.4 考察

図 14 の結果から、正答率はほとんどの場所で 100 %であったが、被験者とスマートステッカーとの距離が 15m の時に 75 %と低下した。以上のことからスマートステッカーとの距離が 15m ほど離れると視認性が下がることがわかった。

また、歩行者がスマートステッカーを視認することを想定した場所 (図 14 の 1 (45 度・3m), 2 (45 度・5m), 3 (135 度・3m), 4 (135 度・5m)) においてすべての被験者の正答率が 100 %になっていることに加え、これらの場所での「主観的な見やすさの平均」が 3.9 以上であるため、スマートステッカーを歩行者側から視認する場合は一定の視認性を確保できることがわかった。

また、今回実験を行った時間帯が午前 11 時から午後 16 時という明るい時間帯であるため暗くなるにつれてスマートステッカーの視認性は向上すると考えることができる。

7. まとめ

本研究では車内の状況に応じて動的に変化するスマートステッカーを提案する。このシステムは、自動車のリアガラスなどに LED マトリクスを内蔵したスマートステッカーを配置する。スマートフォンや拡張デバイス・API などと連携することでドライバーの状態や目的地までの距離などを認識する。認識結果に応じて、ステッカーの表示内容を動的に変化させることで、車内の状況を伝達する。今後は、応用例の拡充や双方向のコミュニケーション手法の構築、及び車内での評価実験を進めていきたい。

参考文献

- [1] 「CarWink」 :
<https://camp-fire.jp/projects/view/69052/>,
2021/12/20 参照.
- [2] 「OTOTOK」 :
<https://www.indiegogo.com/projects/ototok-your-voice-on-the-road/>,
2021/12/20 参照.
- [3] 「The Smiling Car」 :
<https://semcon.com/smilingcar/>,
2023/01/28 参照.
- [4] 張家銘, 戸田光紀, Xinyue Gui, Stela H.Seo, 五十嵐健夫 :
自動運転車からの視線提示による交通事故低減の可能性
の検討. WISS 2022 予稿集, 16, pp.1-6, 2022.
- [5] Yoichi Ochiai, Keisuke Toyoshima : Homunculus: the
Vehicle as Augmented Clothes, Proceedings of the 2nd
Augmented Human International Conference, 3, pp.1-4,
2011.
- [6] Pavlo Bazilinsky, Dimitra Dodou, Joost de Winter :
Survey on eHMI concepts: The effect of text, color, and
perspective, Transportation Research Part F Traffic Psy-
chology and Behaviour, 67, pp. 175-194, 2019.
- [7] 「エキマトペ」 :
<https://ekimatopeia.jp/> 2022/09/20 参照.