

カーレースの技術向上を支援する 荷重位置可視化デバイス

老沼響^{1,a)} 塚田浩二¹

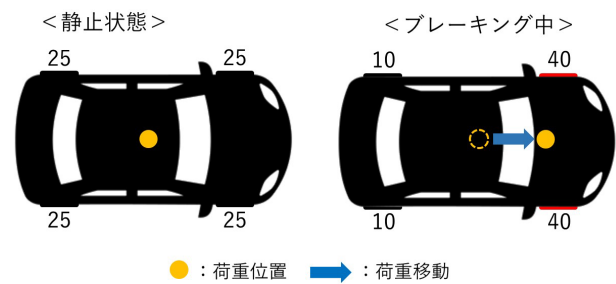
概要:本研究では、車体にかかる荷重位置をリアルタイムに可視化するデバイスを製作する。このデバイスでは、荷重移動を検知するセンサ部と可視化するディスプレイ部で構成される。センサ部では加速度センサと角速度センサを用いて荷重移動を推定し、ディスプレイ部では水面のメタファで可視化を行う。ドライバーに荷重移動を分かりやすく伝達することで、運転技術の向上を目指す。

1. はじめに

近年、自動車制御技術の向上は目覚ましく、人の操作を全く必要としない自動運転等も実証実験が進められている。サーキットを走るレーシングカーにおいても、自動運転技術が検証されている[1]。また、運転の基本技術である認知、判断、操作を人工知能で制御する自動運転技術も提案されている[2]。しかし、自動運転技術が進歩しても人間の技能を競い合うカーレースの人気は高く、サーキットや公道でのレースは盛んに行われている。

本提案では、自動車の操作の基本となる荷重に着目した。荷重とは、車のタイヤが地面を押し付ける力のことを指し、静止状態では4つのタイヤに均等に荷重がかかっている。自動車の基礎的な操作である、加速・減速・旋回を行うことでタイヤにかかる荷重の割合が変化する(図1)。そこで本研究では、荷重とはタイヤが路面を押し付ける力の割合、荷重位置は各タイヤの荷重から計算した重心、荷重移動は荷重位置の変化と定義する。

カーレースでは適切なタイミングで大きく加速減速を行うことでタイムを短縮できるが、加速減速は荷重移動を発生させる。大きな荷重が一部のタイヤにかかることで、車体のコントロールが難しくなり、大幅なタイムロスや事故に繋がることもある。一方、荷重は目で見ることが出来ず、カーレース初心者がうまく把握することは難しい。そこで本研究では、荷重位置をリアルタイムに可視化できるデバイスを提案し、ドライバーの状況理解や運転技術向上の支援を目指す。



● : 荷重位置 ➡ : 荷重移動

図1 荷重定義について

2. 関連研究

公道やカーレースを対象とした多くの自動運転技術が提案されている。

Felixら[1]はサーキットでF1レーシングカーを自動運転で走行させた。SLAMで自動生成したマップからカーブの曲率などを計算し最適な軌道で走行したり、前方の障害物検知や回避を行うことができる。

山門ら[3]は、ヨーモーメント制御手法を提案している。この制御手法は、タイヤによるブレーキ力の和を制御するG-vectoring制御と、カーブ時の車体姿勢を理想の走行状態に近づける横滑り防止措置でカーブ時の車体制御を行う。例えば、カーブ時には、進入から脱出までで減速→等速→加速の順で車体操作を行う。このような加減速を、システムが自動的に行い、ドライバーはハンドル操作に集中できる。

本提案は、自動運転技術や自動支援システムと比べ、荷重の状態を分かりやすく視覚化することで、ドライバー自身の技術向上の支援を目指す。

WAVO [4]はLEDマトリクス上で動きなどを可視化する作品である。波動方程式を用いることで、水面の波のような表現を実現している。デバイスに衝撃を与えることで波紋

¹ 公立はこだて未来大学
a, b1019089@fun.ac.jp

などが移動する、インタラクティブな作品である。本提案では、水面のメタファを用いて、車の荷重移動を分かりやすく可視化することを目指す。

3. 提案

本研究では、車体の荷重移動を水面のメタファでリアルタイムに可視化するデバイスを製作する。また、レース後に荷重移動を振り返れるような機能も構築する。

3.1 予備実験

実装前の予備実験として実際のカーレースに参加し、3軸加速度/3軸角速度データを走行中に記録した。これとフロントドライブレコーダーの映像(図2)を組み合わせ、車体の姿勢とセンサデータの関連を調査した。センサとマイコンとしては M5StickC Plus を利用した(図3)。図4に加速度センサ、図5に角速度センサの計測結果の一部を示す。黒枠で囲んだ部分はカーブの前に減速している時間帯であり、特に X 軸の加速度が変化している。赤枠で囲んだ部分は左カーブを曲がっている状態であり、特に Z 軸の角速度が変化している。



図2 予備実験で記録した映像



図3 予備実験で利用したセンサ&マイコン

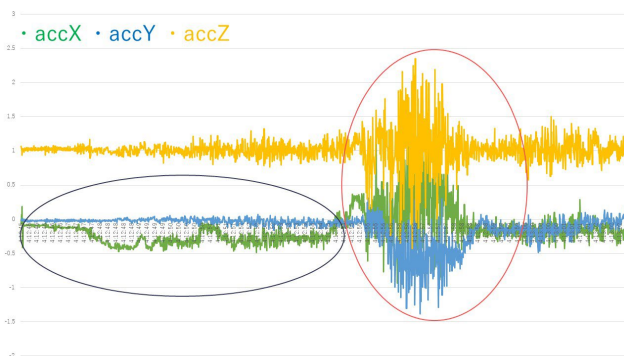


図4 予備実験の加速度データの一例

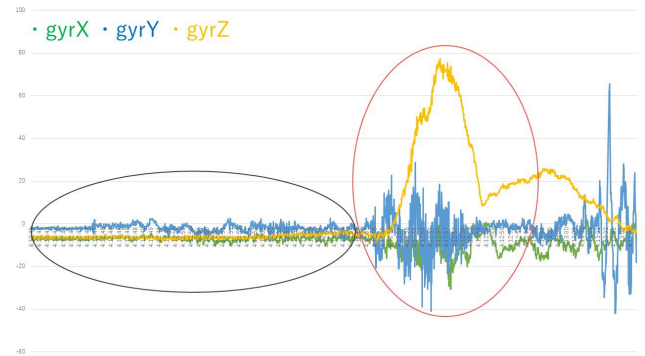


図5 予備実験の角速度データの一例

3.2 視覚化手法

車体にかかる荷重を可視化する方法として、コップに入った水をモチーフに表現する。これは、カーレースを扱う漫画で紙コップに入った水を使い、車の荷重移動を確認する場面を参考として考案した。図6は紙コップの水面が揺れる例と、ペットボトルの水位が揺れる例である。車内のドリンクホルダーに飲み物を置いているとき、車の挙動に合わせて容器中の水が揺れるが、これは車体にかかる荷重移動を表している。この水の動きをメタファとすることで、ドライバーが荷重移動を理解しやすいと考えた。



図6 水を用いた荷重位置表現の例

4. 実装

本デバイスは、センサ兼マイコン部分の M5StickC Plus と情報提示用の LED マトリクスによって構成される(図7)。プロトタイプとして、M5StickC Plus 内蔵の加速度センサと角速度センサから荷重を取得し、内蔵するモニターで荷重位置を示す手法と、M5StickC Plus と LED マトリクスを接続し、水面を表現する手法を製作した。

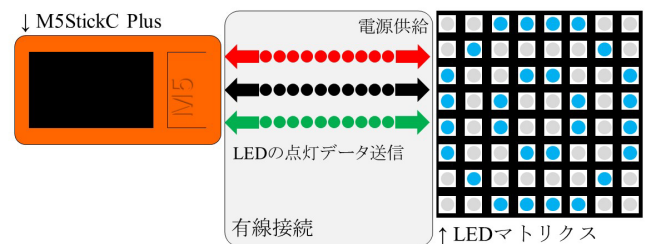


図7 デバイス構成図

4.1 M5StickC Plus

本提案ではセンサ兼マイコンとして M5StickC Plus を使用した。内蔵の 3 軸加速度センサ/3 軸角速度センサを使用し、車体の荷重位置を推定している。

4.2 LED マトリクス

水面のメタファの表現を行うため、BTF-LIGHTING WS2812B の 8×8 LED マトリクスと 8×32 LED マトリクスを使用した。これは、Adafruit_NeoPixel ライブラリで制御することができ、フルカラーLED を個別に制御できる。

4.2.1 上から見た水面の表現

8×8 LED マトリクスを用いて、上から見た水面を表現するデバイスを製作した(図 8)。上からの波紋表現を見やすくするために今回は、運転席と助手席間のドリンクホルダーに設置する(図 9)。光り方のパターンとしては 2 種類用意した。

1 つ目は二重円を点灯させ、水面の波紋を表現した(図 10)。通常時には LED マトリクスの中心に円が点灯しているが、荷重位置に対応して円の中心が移動する。

2 つ目は水面の波を表現した(図 11)。これは、通常時は何も点灯しないが荷重位置と移動に対応して LED が点灯することで、振動によって起きる波の起伏を可視化している。



図 8 上から見た水面を表現する情報提供部



図 9 上から見た水面を表現する情報提供部の設置位置

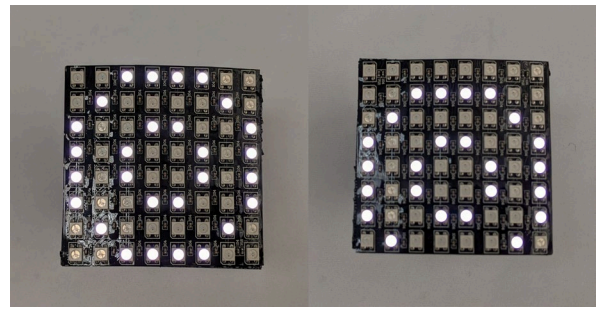


図 10 荷重の可視化例 1

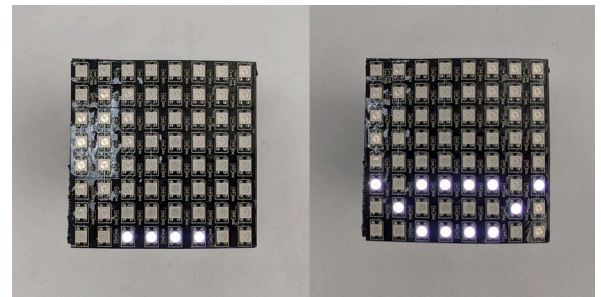


図 11 荷重の可視化例 2

4.2.2 横から見た水面の表現

8×32 LED マトリクスを用いて、横から見た水面を表現するデバイスを製作した(図 12)。側面の水位変化を見やすくするために、エアコン吹き出し口のドリンクホルダーに設置する(図 13)。

このパターンは、車内のドリンクホルダーに入れた紙コップやペットボトルに入った水が、車体操作によって起こる水位の変化を表現している(図 14)。

通常時は波がない水平の水面を表現して点灯し、荷重の位置に応じて水面の高さが変化するよう点灯する。ブレーキ時などの前荷重では前側の水位が高く、加速時などの後ろ荷重では後ろ側の水位が高くなる。

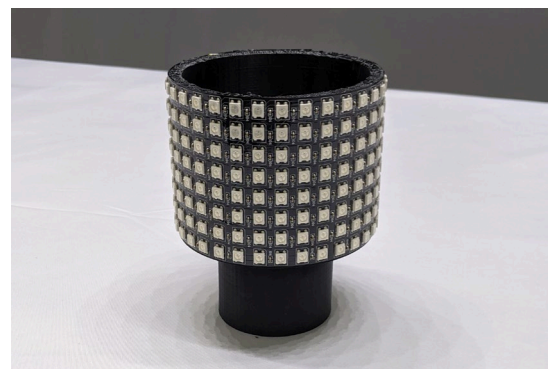


図 12 横から見た水面を表現する情報提供部



図 13 横から見た水面を表現する情報提供部の設置位置

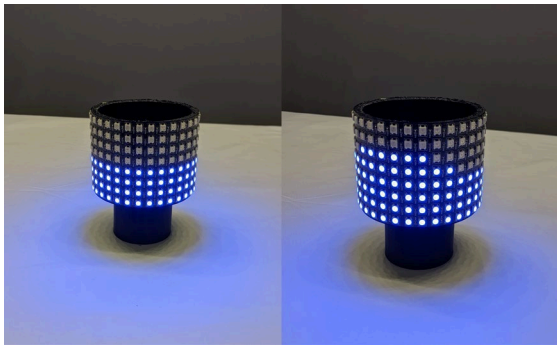


図 14 荷重の可視化例 3

5. まとめと今後の課題

本研究ではカーレースにおける荷重に着目し、荷重位置を水の表現で可視化するデバイスを提案した。現時点では、3軸の加速度センサと角速度センサから車体の荷重位置を推定し、可視化できることを確認した。

今後の実装としてより荷重位置の理解がしやすい水の表現や、荷重操作の記録と再生を行うシステムを製作する。また、本デバイスをカーレース等で実際に利用してもらい、その効果を検証する。

参考文献

- [1] Felix Nobis, Johannes Betz, Leonhard Hermansdorfer, and Markus Lienkamp. 2019. Autonomous Racing: A Comparison of SLAM Algorithms for Large Scale Outdoor Environments. ICVARS '19: Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Virtual and Augmented Reality Simulations p.82-89
- [2] 我妻広明(2015), 人工知能による運転支援・自動運転技術の現状と課題, 2015年 54巻 11号 p.808-815
- [3] 山門誠, 長塚敬一郎(2013), 車両横加加速度に基づくヨーモーメント制御手法の検討, 自動車技術会論文集, 2013年 44巻 2号 p.491-497
- [4] 迎山和司, 前田将来(2010), WAVO:波動方程式による光の波を表現したインタラクティブ球体, 情報処理会 インタラクション 2010 p95-98