

神奈川工科大学  
工学教育研究推進機構

# 先進自動車研究所

2021 年度  
研究報告

自動運転時代の権限移譲に関する研究

情報工学科 清原 良三

# 自動運転時代の権限移譲に関する研究

情報工学科 清原 良三

## 1. 研究の目的

自動運転の研究開発が活発であるが、事故時などの最終的な責任者はドライバーが負う可能性が高い。そのため、ドライバーへの権限移譲が必須である。また、進化の中で、走行中にインフラの整備などの関係で権限を委譲し、手動運転となることも想定される。現状では、車の走行に関しての開発は多いものの、ドライバーがどのような状態かを把握する研究は数少ない。また、道路や、車両の周辺の状況にも依存する。よって、ドライバー、周辺の車両状況、道路の状況などに応じて、権限を委譲しなければならないようなケースで本来どのような動作をさせるのが有効なのかという課題を解決しなければ、実際の運用に支障をきたすと考えられる。即ち、如何にドライバーの状態、周辺の状況を把握するかが重要となる。

本研究の目的は上記の背景、課題に基づいて、ドライバーの状態を把握する手法、覚醒させる手法、覚醒を確認する手法を確立することである。以下各項目ごとに示す。

### (a) モニタリング技術

ドライバーの各種行動と脳内の活性化状況を比較し、その関係性を分析することにより、ドライバーの真の状況を調べることから開始する。運転行動には2種類あり、反射神経的に行動を起こすことと、脳内でしっかり考えた上で行動を起こすケースである。このような生理的な側面と行動とをしっかりと分析した例は車に限ると筆者らの知る限り少なかった。しかし、本研究を開始してから、脳波と心拍の関係が覚醒度合いに関係があることが発表されており[1]、様々な研究者が取り組み初めていることから重要な技術であることがわかる。我々は、脳血流を真値として取り組んでおり、脳血流との比較をしている例は少なく、脳波と組み合わせることにより、より精度高く状態を把握できると考えられ、この点で独自であり創造性に富む研究開発ということができる。

### (b) 周辺環境確認技術

自動車が走行中に、自動運転と手動運転の混在環境においては、V2V や V2R といった通信によって車が譲り合うことがある。しかし、手動運転車両は予定通り走行するとは限らない。そのため、合流点などにおいてはいつでも権限移譲できる状態にする必要がある。合流点の混雑状況や手動運転車両の状況に応じて権限移譲の準備も必要となる。こういった観点からの状況把握技術は他にない。ここでは、車両の混雑状況と手動運転車両の密度から権限移譲の必要性を判断する。ただし、権限移譲できなくても時間はかかるとしても走行可能であることを前提とする。

### (c) 覚醒技術

ドライバに警告を発する技術は多く開発されている。警告やメッセージの表示などは既に多くのカーナビに搭載されており、現実的に内容を瞬時に見極めるのは難しいことも多くのドライバが実感している。そこで、複数の警告での比較に関する研究も新たに実施されており[2]、時と場合によって使い分けが必要とされている。あるいは座席を利用した触覚に訴える手法も研究されている。本研究では、ドライバの状態に応じた覚醒手法の有効性を確認する。状態に応じた覚醒手法に関する研究は少なく、独自性があると考えられる。

### (d) 覚醒確認技術

覚醒したことを確認する技術に関してはあまり研究報告がない。これは覚醒する技術の中でその評価手法として含まれるからであるが、現実的な手法に関しては、視線検知や顔の向き検出程度である。本研究では、視線検知を中心に、覚醒を確認するタイミングや前方車両のブレーキに対する捜査の遅れやハンドル操作などから確認する手法を提案する。

## 2. 研究の必要性及び従来の研究

自動運転車両の市場投入が近いといわれている一方で、本研究に関連する学会などでの発表状況からも開発必須の技術と想定される。関連する国内の学会では、自動車技術会、ITS ジャパン、情報処理学会、電気情報通信学会などがあり、多くの研究が実施されている。例えば、2018年12月に開催された ITS Japan 主催の ITS シンポジウムにおいて100件近くの発表がある中で、ドライバの状態に関する論文や、緊急事態を避けるための基礎的な研究に関する発表が数件あり、また2018年9月に開催された国際会議 ITS World Congress, IEEE Transaction of ITS においても若干あった。さらに2019年に開催された ITS World Congress および ITS japan 主催の ITS シンポジウムではこれらに関する研究が増加の傾向にある。2020年開催の ITS Japan においても、情報処理学会 DICOMO シンポジウムにおいても権限移譲に着目した発表があった。しかし、それぞれ基礎的な研究段階であり、すべての車両が自動運転車両であったり、歩行者が全くいないことを前提にするなど仮定に無理があり、実際にそのまま適用できるものがないといった問題も多い。

## 3. 期待される効果

本研究成果により、どのような形になるかはわからないものの、レベル3自動運転、レベル4自動運転における権限移譲の遅れや、早すぎる権限移譲通知というのが防げ、事故には至らないものの、意図しない運転停止といった状況を防ぐことができ、ユーザビリティの向上から、渋滞削減までの効果が得られると考える。

## 4. 研究の経過及び結果・評価

権限を委譲するためには、ドライバの状態の把握、ドライバへの権限移譲の通知、権限移譲可能になったことの確認の3つのフェーズに整理した、図1のモニタリングと周辺状況確認技術を合わせたモニタリング技術としている。2020年度までの研究成果から、権限移譲の適地は、早すぎてると、ドライバが対応せず、遅すぎると間に合わないことがわかっている。また、ドライバの状態によって適切なタイミングが変わることもわかってきた。一方、ドライバの状態の把握も精度の良い機器を装着できるのであればわかるものの、一般のドライバが装着するとは考えにくいような機器は使えないことも明らかであった。

そこで、モニタリングに関してはウェアラブルデバイスであるスマートウォッチなど今後普及すると想定できる機器を想定した。ただし、このようなスマートウォッチでは、心拍や体温、発汗程度しか図ることはできない。しかし、昨年度までの成果で脳内の酸素濃度と心拍の関係もあることがわかっているため、心拍、特に心拍変動に着目し、心拍変動と人の覚醒との関係を明確にすることで、適切なタイミングがわかることを明確にした。

しかしながら、権限移譲の時にのみ計測するのではリアルタイム性が必要になる。心拍変動は一定時間測定しない限りわからない。そこで、常時モニタリングにより常に把握していることを提案している。

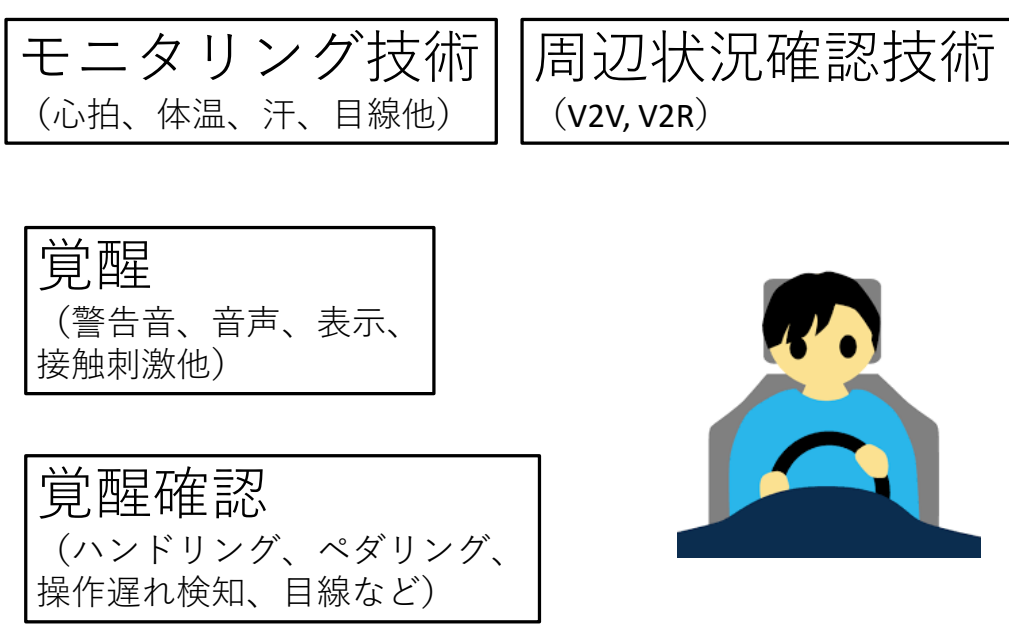


図1 権限移譲のための技術マップ

## 5. 今後の計画

今後、これらの技術を実車上で検証していく必要があると考えている。

## 6. 研究成果の発表

長谷川廉, 鈴木孝幸, 清原良三, “感情推定による運転権限移譲可否判断手法,” 情報処理学会研究報告マルチメディア通信と分散処理 (DPS), Vol. 2021-DPS-188, No. 7 (2021)

長谷川廉, 鈴木孝幸, 清原良三, “自動運転レベル3のためのドライバの状況に応じた権限移譲通知手法,” 情報処理学会第84回全国大会, 4X-07 (2022)