

人と機械の協調運転について

名古屋大学 工学研究科 機械システム工学専攻 教授 鈴木 達也

機械学習や認識技術の向上により、機械の知能化は今後ますます加速する。機械の知能化を積極的に押し進め、人間（特に高齢者）がより生き生きと暮らせる社会づくりをすることは人類にとって喫緊の重要課題である。この観点から自動車においても知能化が押し進められているが、完全な自律型自動運転が可能となるにはまだ多くの時間を要する。また、機械のみ知能化が進み、人間の機能低下が加速する共存形態は決して好ましくはないという考え方も根強く、これらを総合的に勘案したとき、近未来の自動車においては、知能化システムとドライバが協調的に運転する形態が必然となる。本講演では、知能化システムとドライバの協調形態として、指導員型協調制御の考え方を創出、具現化し、認知科学的視点から検証する取り組みを紹介する。

指導員型協調制御では、知能化システムとドライバの協調制御系が満たすべき基本的要件として、(1)安全性が確保されること、(2)ドライバの受容性が高いこと、(3)ドライバ自身の運転行動特性が改善されること、の3要件を設定する。この中で(1)の「安全性」は最優先の要件であり、設計問題の定式化においては、制約条件として明示的に考慮されなければならない。従って、安全性の制約を満たす範囲内で他の2要件を満たす人間機械協調制御系を設計する必要がある。指導員型協調制御は、こういった要件を満たすことを目的とし、まず、属性まで考慮した対象物情報（環境理解／リスク推定）と規範運転行動モデルに基づいて許容可能行動集合を設定する。そして、許容可能行動集合内に車両挙動を制約する制御介入・情報提示を実行する。この一連のプロセスは実時間で実行されるが、ドライバの運転が適切で、許容可能行動集合内に車両挙動がとどまると予測される場合、システムは制御介入等を行わない。一方で、ドライバの運転が不適切で許容可能行動集合外に逸脱すると予測された時点でシステムは制御介入・情報提示等を行い、挙動を修正する。これは、

緊急回避のように「こうしなさい」的な強制力の強い協調形態ではなく、「(許容可能行動集合と照らして)してはいけないことをさせない」という思想を具現化した協調形態であり、ある意味、指導員のリアルタイムでの指導を模擬した着想でもあることから指導員型協調制御と呼ぶことにする。3秒程度先の車両挙動が許容可能行動集合内に留まるか否かを実時間で判定する問題は制約充足判定と呼ばれるクラスの問題に帰着され、一般に大きな計算量を要する。提案手法では、未来の車両挙動が現在の操作量に関してある種の不変性を持つとの仮定の下、実時間で実行可能なアルゴリズムを導出した。

指導員型協調制御においては、自律型知能により定義された許容可能行動集合から逸脱しないことを制約とするため、(設計者の意図する)「安全性」は必然的に満たされる。また、必要な時以外は制御介入等を行わないという指導員の考え方により、「高受容性」が期待できる。さらには、Shared Drive等の常時介入を行う支援と異なって、必要ときのみ介入を行うことから、ドライバが運転特性向上のためのポイントや支援システムの意図を理解しやすく、結果的にドライバ自身の運転行動特性の改善が期待される。また、要件としては定めていないが、許容可能行動集合を可変とすることでシステムとドライバの間の「エフォートバランスの調整」も可能となる。例えば、リスクが大きい場合、許容可能行動集合を狭めることで、より自動運転に近い運転形態（システムのエフォート大）となり、安全性が確保される。

本講演では、駐車車両や歩行者の脇を通過するタスク等を想定して、提案手法の有用性について検証した結果、および認知科学的視点からこれらの新しい形態の人間機械協調系に対する評価手法構築に関して取り組んだ事例を報告する。