

武田 一哉

名古屋大学大学院情報科学研究科・教授

行動モデルに基づく過信の抑止

§ 1. 研究実施の概要

【研究プロジェクトの全体の目的】 大規模な信号コーパスを利用して、情報と物理を統合する視点から人間行動の数理的モデルを構築し、行動に内在する人間の「状態」を理解することで、利用者とシステム相互の「過信」を検出・回避する技術を研究する。過信を含む行動を多様なセンサで大規模に計測し、意図、状況や動作に関するタグを付与することで過信行動データベースを構築する。行動の「認知・判断系」のモデルを、複数状態を持つ確率モデルにより、「判断・運動系」をハイブリッドダイナミクスによりそれぞれモデル化する。両者の離散・連続を複合する構造の共通性に着目して「認知・判断・運動」に跨る行動の統合数理モデルを導出する。過信に陥る心理プロセスモデルを実験心理的手法とコーパス分析的手法により導出する。振り込め詐欺誘引通話の検出などの実証実験を行い、社会の安心安全に寄与しうる「過信検出」技術を確立する。

【21 年度の成果】 過信状態を含む行動のセンサ観測信号を大規模に収集・利用する基盤を整備した。視線計測の自動校正手法の検討を通じて、行動（視線）と環境（外景）との対応付けに、統計的信号モデルが有効なことを示し、「認知・判断系」の統計モデル構築の可能性を確認した。制御理論と信号処理に立脚した2つの「判断・運動系」モデルが「過信」を検出・表現しうることを、予備実験の結果から定性的に示した。機械・人間協調系の一般的な認知心理モデルを構築し、MISUSE/DISUSE の観点から過信を検証する統制実験環境を整備した。発話内容や、声の高さなどから人の心理状態が通常か異常かを検出する行動センシング技術を、振り込め詐欺誘引通話の検出へ適用するため、過負荷環境下の音声コーパスを構築し、実証システム構築の準備を進めた。

§ 2. 研究実施体制

(1)「名大・武田」グループ

① 研究分担グループ長:武田 一哉 (名古屋大学、教授)

② 研究項目:

(ア) 行動信号コーパスとその利用技術

(イ) 視認性に着目した知覚状態推定方式

(ウ) 制御理論の視点に基づく多状態行動モデル理論とその実験系の構築

(エ) 確率信号処理に基づく多状態行動モデル理論の構築

(2)「名大・三輪」グループ

① 研究分担グループ長:三輪 和久 (名古屋大学、教授)

② 研究項目:

(ア) DISUSE/MISUSE を中心とした「過信」プロセスモデルの構築と実験基盤の確立

(3)「富士通」グループ

① 研究分担グループ長:松尾 直司 (富士通株式会社、プロジェクト課長)

② 研究項目:

(ア) 振込め詐欺におけるユーザ異常行動の検出に関する社会実験の実施

§ 3. 研究実施内容

(1) 研究対象・範囲・方法論の具体化

研究体制・環境を整備するとともに、領域統括・アドバイザーからのコメントに基づき研究組織全体での議論を重ね、5年間で取り組むべき課題の具体化・明確化を行った。すなわち過信を、過信相手(機械 m/人間 h)、過信方向(自分 s/相手 p)、行動種類(協調 c/独立 i)を軸に類型化し、本プロジェクトの中心課題を、mpc 系(「機械」との「協調」行動において「相手」を過信)と定めることで研究の範囲を明確化した。さらに、mpc 系における過信の中心的な定量化手段として、DISUSE/MISUSE を定めることで、研究内容のさらなる具体化を図った。

(2) 要素研究課題の遂行

2か月に1回の定期的なディスカッションを行いつつ、グループ毎に要素的な研究課題に取り組んだ。それらの主たる内容は以下のとおり。

(2-1) 行動信号コーパスとその利用技術

過信状態を含む行動のセンサ観測信号を大規模に収集・利用するための基盤を整備した。

(ア) 行動コーパス整備

運転行動データベース(名古屋大学/NEDO/SCOPE)、技能行動データベース(名古屋大学/SCOPE)など既整備の行動信号コーパスや、HASC (Human Activity Sensing Consortium) 等標準センサ信号コーパス構築の試みとの関係を整理し、本 CREST プロジェクトにおけるデータ

収集のシナリオを検討するとともに、データ収集に利用する実験用小型車両等を設計製作した。

(イ) コーパス利用技術

行動信号コーパス構築のために、センサ信号からイベントストーリーを生成する手法の検討を行った。「センサが計測したある状況を、システムが人間にわかりやすく説明する」という視点から、センサ観測信号に対する「タグ」を構造化し拡張可能な見通しを得た。

(2-2) 認知・判断の過信モデル

視線計測の自動校正手法を研究し、統計的信号処理が、行動(視線)と環境(外景)との関係づけに有効であることを確認した。

(ア) 行動内容に着目した視線計測の高度化

視線方向は、人間が外界をどう認知しているかを判断するのに有用な信号である。しかしながら、従来の視線計測システムは、(校正時に一定時間注視することなどにより)事前に与えられた参照点からの相対的な偏差を計測している。そこで「車線変更時にはルームミラーやサイドミラーを見る頻度が上がる」など行動の特性を利用することにより、視線計測システムを自動校正し、行動内容と対応した視線情報を精度良く獲得することが可能であることを示した。

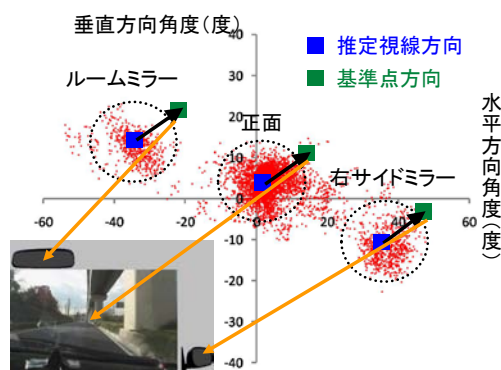


図1: 行動と視線の対応に基づく自動校正

(2-3) 判断・運動の過信モデル

制御理論と確率的信号処理に立脚した2つの判断・運動モデルにおいて「過信」がどのように表現されるかを検討した。

(ア) 区分線形予測に基づく行動モデル

運転行動の区分線形制御モデルを用いて、オンラインで個人適合可能なモデル予測型アシスト制御系を構築した。構築したアシスト制御系は、ドライバに違和感を与えずに危険度を低減可能であることが確認されたが、ドライバによっては、アシストに依存してブレーキング動作がやや緩慢になる様子が確認されており、システムに対する人間の過信を確認した。

(イ) 混合確率分布に基づく行動モデル

環境と行動のセンシング信号の分布を、動的性質を加味しつつ、多混合の同時密度関数により表現する「確率相平面表現」により、実際の交通環境下におけるドライバ行動の予測が可能であることを確認している。この予測結果と実際の行動との差異を利用することで、危険状況の検出精度が20%程度向上することから、行動予測モデルの「過信」検出への利用可能性を確認した。

(2-4) 過信の認知心理モデル

過信検証のための認知心理モデルを構築し、実験室における統制実験環境を整備した。

(ア) Misuse/Disuse に着目した人間・システム系の実験研究

人間・システム系における負荷バランスを検討する視点として、Misuse/Disuse に着目し、それを

心理実験的に検討できる課題として、「路線追従/道追従課題」を考案し、実験システム・実験シナリオを構築した。予備実験を通じて Misuse/Disuse 傾向を同定する判定手続きを確定した。

(イ) LOS (Levels of Support) に着目した学習支援

学習支援の領域で、人間・システム系の両者の Effort バランスを検討する視点として、LOS (Levels of Support) という観点に着目し、LOS を制御可能な学習支援システムを設計した。

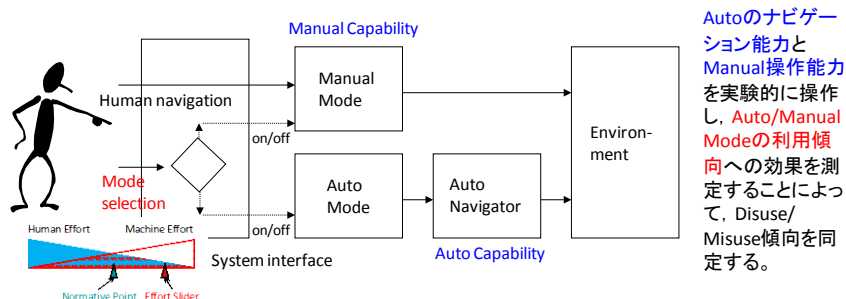


図2: MISUSE/DISUSEに基づく過信実験系

(2-5) 過信行動の検出・抑止実証実験

発話内容や、声の高さなどから人の心理状態が通常か異常かを検出する行動センシング技術を、振り込め詐欺誘引通話の検出への適用するための準備を進めた。

(ア) 振り込め詐欺誘引通話検出技術開発の評価データ収録

音声データを実際の犯罪の現場で数多く収録することは、困難である。警察大学校の協力の下、タイムプレッシャなど振り込め詐欺被害者と同様のストレスの下での音声を、100名渡って収録した。受聴による定性的な評価の結果、収集音声はストレス下の音声として妥当であることを確認した。