

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。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。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。さらに、振り込め詐欺誘引通話の検出、支援システムへの過依存運転抑止の2つの実証実験を行い、社会の安心安全に寄与しうる「過信検出」技術を確立する。

【22年度の成果】

○行動信号コーパスと行動モデル： 携帯電話に内蔵された加速度センサを用いた日常行動信号の大規模なコーパスを構築した(500名規模)。多視点で撮影した映像コンテンツから、利用者の興味を考慮して映像の見えを評価する視聴品質尺度モデルを提案し、モデル構築の予備実験を行った。映像から、ボトムアップ的に対象シーンの視認性を推定するアルゴリズムを提案した。ソフトマックス関数による連続的なモード切り換えを可能とした **Probability Weighted ARX** モデルとその同定手法を開発した。ARX、GMM2つの行動信号モデル間の等価性を示すとともに、行動信号モデルの逐次適応方法を提案した。

○過信の認知心理モデルの構成と検証： システム利用における **Disuse/Misuse** という観点を設定し、100名以上を対象とした実験室実験から、人間のシステム利用選択方略を確認した。実験室実験(PC上での経路追跡タスク)と実環境実験(超小型車両 COMS による走行実験)とで一貫した実験を行う環境を整備し、20名を対象に行動記録を収集した。

○過信行動・検出抑止の実証実験： 警察大学校より提供を受けた実際の振り込め詐欺の会話音声を用いて、声帯振動波形、発話比率、発話速度、特定語彙の発声頻度の4特徴を用いた実験を行った。

§ 2. 研究実施体制

(1)「名古屋大学・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 情報科学研究科、教授）

② 研究項目

- ・ 行動信号コーパス
- ・ 行動信号モデルと行動信号認識
- ・ 工学的行動モデル

(2)「名古屋大学・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 情報科学研究科、教授）

② 研究項目

- ・ 行動の認知科学モデル
- ・ 運転行動のマルチプラットフォーム実験環境

(3)「富士通」グループ(研究機関別)

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

- ・ 過信検出の社会実験

§3. 研究実施内容

I. 過信行動コーパスと信号モデル

(1) 行動信号データベースの構築と利用技術

行動信号の理解には不確定な「確率的システム」として人間を理解することが必要であり、大規模なデータに基づく確率的アプローチに立脚するモデル化が有効であることから、行動信号のコーパス化に取り組んだ。運転行動に関しては、実車に多様なセンサを配して信号収集を続ける一方で、支援システムに対する過信状態を直接観測するための基盤実験設備となるドライビングシミュレータの改修、および小型電気自動車 COMS の改造を行った。日常行動を装着型センサを用いて観測した行動データベースについては、「HASC Challenge2010」活動を通じて 500 名規模の行動コーパスを構築し分析を開始した。共通データを利用した競争的性能評価 HASC Challenge を通じて、データ形式やメタデータの標準化を行った。(7, 10)

I (2) 認知・判断の行動モデル

「認知・判断」の工学的モデルを構築するためには、カメラやセンサで観測された環境情報からボトムアップに人間の注視状態を推定することが重要であると考え、映像の視認性を評価する信号モデル(平均色、エッジ強度、色分布の3要素の組み合わせにより視認性が説明可能)を構築した。交通環境映像を用いて提案手法を評価した結果、主観的に付与した視認性を 90%以上の精度で予測可能であった。(2, 4, 8)

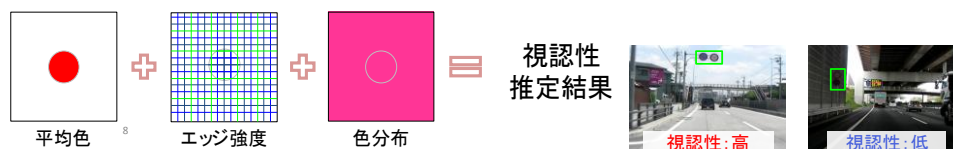


図 1 : 映像視認性評価手法 (左) と評価に用いた映像例 (右)

I (3) 判断・運動の行動モデル

自動車運転におけるドライバの判断特性を定量的に捉えることを目的として、新たにソフトマックス関数によるモード切り換えを可能とした Probability Weighted ARX モデルを提案し、その同定手法を開発した。混合ガウス分布を用いた確率的予測モデルにおける、最尤信号予測規範としてガウス分布間を MAP 重みにより補完した場合、Probability Weighted ARX と等価なモデルが得られることを示した。さらに、この関係を利用して、少量の学習データを用いて確率分布を適応的に推定する方法である、MAP 適応が自動車運転行動の予測モデルにも適応可能であることを示した。それらを応用した運転診断システムの評価を行った。(3, 5, 6, 9, 11, 12)

表 1: 行動予測モデル間の対応

モデル	Probability Weighted ARX	MAP Weighted GMM
予測式	$y_k = \sum_{i=1}^S P_i \theta_i^T \varphi_k + e_k$	$\hat{p}_i = \sum_k \alpha_k \left\{ \mu_k^p + \Sigma_k^{pf} (\Sigma_k^{ff})^{-1} (x_i^f - \mu_k^f) \right\}$
状態重み	$P_i = \frac{\exp(\eta_i^T \varphi_k)}{\sum_{j=1}^S \exp(\eta_j^T \varphi_k)}$	$\alpha_k' = \frac{\alpha_k p(x \Phi_k)}{\sum_i \alpha_i p(x \Phi_i)}$

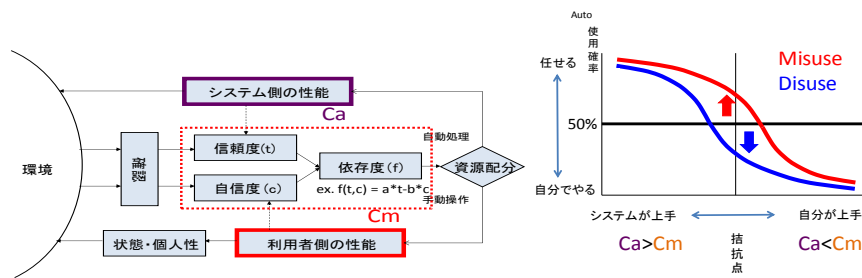


図2：Misuse(自己過信)/Disuse(相手過信)を説明する認知モデル(左)とそのパラメータ



図3：統制実験と実環境下の行動信号計測を一貫する Multi Platform 実験環境

II. 認知心理モデルの構築と検証

過信行動を理解するために、システム利用における Disuse/Misuse という観点を設定し、それを測定するための実験環境を確立した。平成 22 年度を通して、延べ 100 名以上を対象とした実験を行い、実際に Disuse/Misuse 行動を測定すると同時に、その背後にある人間のシステム利用選択方略を確認した。Multi Platforms 実験を行うための第一段階の実験環境を確立した。実際に、20 名程度を対象に、実験室実験、およびCOMSを利用した実環境実験を行い、運転行動データを収集した。データ分析の手法を検討し、予備的分析を行い、複数の環境にわたって一貫して出現する運転行動の特性に関する議論を展開した。(13, 14)

III. 過信行動検出・抑止の社会実験

会話音声から振り込め詐欺の誘引通話を検出する実験を、100 名の模擬会話に、名古屋銀行 ATM コーナで収録した環境音などの雑音を重畳した音声を用いて計算機上のシミュレーションで行った。心理的負荷を受けた状態の声帯振動の信号特徴(推定声帯振動信号の調波構造の正則性)を中心に、発話比率、発話速度、特定語彙の発話頻度を統合する方式により、8割以上の精度で振り込め詐欺の模擬会話を検出できることを確認した。また、携帯電話に今回の検出方式を搭載したプロトを開発し、シミュレーションと同等の精度を実現することを確認した。(1)

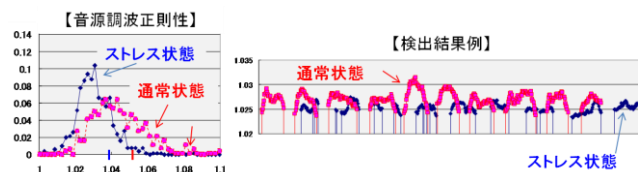


図4：心理的負荷の下と通常状態における声帯振動波形の調波構造の正則性

§4. 成果発表等

(4-1) 原著論文発表

● 論文詳細情報

1. Makoto Sakai, Norihide Kitaoka, Kazuya Takeda, Acoustic feature transformation based on discriminant analysis preserving local structure for speech recognition, IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol. E93-D, No.5, pp.1244-1252, May. 2010
(DOI: 10.1587/transinf.E93.D.1244)
2. K. Doman, D. Deguchi, T. Takahashi, Y. Mekada, I. Ide, H. Murase, Yukimasa Tamatsu, “Estimation of traffic sign visibility toward smart driver assistance,” Proceedings of 2010 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV 2010), pp.45-50, San Diego, U.S.A., June 2010
(DOI: 10.1109/IVS.2010.5548137)
3. Masashi Naito, Chiyomi Miyajima, Takanori Nishino, Norihide Kitaoka, and Kazuya Takeda, A Browsing and Retrieval System for Driving Data, 2010 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV2010), pp.1159-1165, San Diego, U.S.A., June 2010
(DOI:10.1109/IVS.2010.5547999)
4. H. Uchiyama, D. Deguchi, T. Takahashi, I. Ide, H. Murase, “Removal of moving objects from a street-view image by fusing multiple image sequences,” Proceedings of 20th International Conference on Pattern Recognition, ThAT8.9, pp.3456-3459, August 2010
(DOI: 10.1109/ICPR.2010.844)
5. Koji Mikami, Hiroyuki Okuda, Shun Taguchi, Yuichi Tazaki, Tatsuya Suzuki, Model Predictive Assisting Control of Vehicle Following Task Based on Driver Model, 2010 IEEE International Conference on Control Applications (CCA), pp.890-895, Yokohama, Japan Sep. 2010 (DOI: 10.1109/CCA.2010.5611209)
6. Ryota Terada, Hiroyuki Okuda, Tatsuya Suzuki, Kazuyoshi Isaji, Naohiko Tsuru, Multi-Scale Driving Behavior Modeling Using Hierarchical PWARX Model, 13th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems, Portugal, 19-22 Sep. 2010 (DOI: 10.1109/ITSC.2010.5625154)
7. 尾崎晃、宮島千代美、西野隆典、北岡教英、武田一哉、自動車運転のマルチモーダル信号収録装置の開発、電子情報通信学会誌、Vol. J93-D、No.10, pp. 2118-2128、Oct. 2010.
8. 内山寛之、出口大輔、高橋友和、井手一郎、村瀬 洋、“拡張 DP マッチングを用いた視野角の異なるカメラ映像間の時空間対応付けによる自車位置推定、” 電子情報通信学会論文誌

- (D)、vol.J93-D、no.12、pp.2654-2665、Dec. 2010
9. Lucas Malta, Chiyomi Miyajima, Norihide Kitaoka, Kazuya Takeda, Analysis of real-world driver's frustration, IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems, vol.12, no.1, pp.109-118, Mar. 2011. (DOI: doi:10.1109/TITS.2010.2070839)
 10. Nobuo Kawaguchi, Nobuhiro Ogawa, Yohei Iwasaki, Katsuhiko Kaji, Tsutomu Terada, Kazuya Murao, Sozo Inoue, Yoshihiro Kawahara, Yasuyuki Sumi, Nobuhiko Nishio, "HASC Challenge: Gathering Large Scale Human Activity Corpus for the Real-World Activity Understandings", Proceedings of the 2nd Augmented Human International Conference (AH2011), Article 27, 5 pages, Makuhari, Japan, Mar. 2011
(DOI: =10.1145/1959826.1959853)
 11. Chiyomi Miyajima, Hiroki Ukai, Atsumi Naito, Hideomi Amata, Norihide Kitaoka, and Kazuya Takeda, "Driver risk evaluation based on acceleration deceleration and steering behavior," 2011 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2011), (poster), Prague, Czech Republic, May 22-27 (May 27), 2011 (to appear).
 12. Pongtep Angkititrakul, Chiyomi Miyajima, Kazuya Takeda, Modeling and Adaptation of Stochastic Driver-Behavior Model with Application to Car Following, 2011 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV 2011), Barden-Barden, Germany., June 6-9, 2011 (to appear)
 13. Maehigashi, A., Miwa, K., Terai, H., Kojima, K., Morita, J., and Hayashi, Y., "Experimental Investigation of Misuse and Disuse in Using Automation System," Proceedings of HCI International 2011, Florida, USA, July, 9-14, 2011 (to appear)
 14. Maehigashi, A., Miwa, K., Terai, H., Kojima, A., & Morita, J., "Selection Strategy of Effort Control: Allocation of Function to Manual Operator or Automation System," Proceedings of 33th annual meeting of the cognitive science society (CogSci 2011), Boston, Massachusetts, July 20-23, 2011 (to appear)

(4-2) 知財出願

- ① 平成22年度特許出願件数(国内 3件)
- ② CREST 研究期間累積件数(国内 3件)