

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 14 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24560496

研究課題名(和文) 知能・技能ハイブリッド型問題解決のための創発的方法論の構築

研究課題名(英文) Emergent Approach for Problem-Solving of the Hybrid Type with Intelligence and Skill

研究代表者

玉置 久 (Tamaki, Hisashi)

神戸大学・その他の研究科・教授

研究者番号：10227267

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)： 知能・技能ハイブリッド型問題解決の方法論を考えるベースとして、人間の観測・認識・判断・操作の過程を必要な精度で再現できる人間モデル(熟練過程を記述・模擬可能な計算モデル)の枠組みについて検討し、実際的な人間・機械系のダイナミクスを含む例題として目標速度追従運転およびレーシングカート操縦を取り上げ、そこでの人間モデル(運転者・操縦者モデル)の具体的構成法について検討した。シミュレーションおよび実機実験の結果より、構成した人間モデルによって知能・技能ハイブリッド型の問題解決が表現されていることが確認された。これは、ここでの問題解決モデル(人間モデル)の有用性・可能性を示すものである。

研究成果の概要(英文)： In case of considering human-machine systems, it is required to take care of not only human intelligence but also human skill. In this research project, first, the framework of a human model, i.e., a computation model capable of describing and simulating skill acquiring processes, have been investigated.

Then, based on this framework, target speed tracking and racing kart driving are taken as examples of the human-machine systems, and simulation models have been designed with respect to their driving agents. Through some computational experiments as well as the actual ones, the effectiveness and also the potential of our emergent approach for problem-solving of the hybrid type based on the human models have been confirmed. Reconstruction of the entire solution model is left for further research.

研究分野：システム工学

キーワード：問題解決 創発計算 人間モデル 速度追従運転 レーシングカート操縦

1. 研究開始当初の背景

ますます大規模化・複雑化するシステムの運用・制御等に関して、知能的側面に関連する問題解決(支援)のための創発的アプローチ(情報場の適応的形成)については、ある一定レベルの成果が得られている(あるいは見込まれる)状況ではあるが、ますます大規模化・複雑化するシステムの運用・制御等に関して、その効率面での最適性のみならず信頼性・安全性・耐故障性の確保が喫緊の課題となっている現状を鑑みると、知能的側面としての意思決定だけではなく操作媒体としての人間(作業員等)の技能的側面をも陽に考慮することが不可欠である(情報場・物理場における知能と技能の相互作用)。この観点は、昨今の規模化・複雑化が顕著に進展したシステムと人間(社会)との調和という重要な課題に対しても極めて有用かつ肝要なものであると考えられる。そこで、これまでの研究成果をベースに、それらをさらに発展させる形で、知能・技能ハイブリッド型問題解決のための創発的方法論構築という着想に至った。

2. 研究の目的

大規模化・複雑化するシステムの運用・制御等に関して、その効率面での最適性のみならず信頼性・安全性・耐故障性の確保といった問題解決の方法論が所望されている。そこで、システムと人間との協業による問題解決過程に注目し、問題解決主体である人間の知能的側面としての意思決定だけではなく操作媒体としての人間(作業員等)の技能的側面をも陽に考慮することによる、知能・技能ハイブリッド型問題解決のための創発的方法論・創発計算モデルを構築・実現する。

3. 研究の方法

これまでの創発的アプローチをさらに発展させる形で、知能・技能ハイブリッド型問題解決の創発的方法論・創発計算モデルの構築・実現を目的とし、以下の三点に焦点を絞って研究を進めた。

- (1) 知能・技能ハイブリッド型問題解決に要求される基本機能の整理・体系化：
問題解決の知能的側面・技能的側面を総合し、人間による認識・判断・操作の過程を必要な精度で再現できる数理モデル(特に熟練過程を記述可能なモデル)を構築する。
- (2) 創発的インタラクションによる認識・判断・操作サブモデルの再構築：
動的な認識・判断・操作を可能とする枠組み・方法論について、人間とシステムを知能レベルだけではなく技能レベルにおいても協業させるという観点から、

従来の創発的インタラクション・モデルの有効利活用を図る。具体的には、人間の技能化(熟練)過程およびシステムの知能化過程の相互作用を通して動的な問題解決を実現し得る方法論・計算モデルを構築する。

- (3) 知能・技能ハイブリッド型問題解決のための創発的方法論・創発計算モデルの構築・実現：

上記(1)と(2)を統合し、知能・技能ハイブリッド型創発的問題解決の創発的方法論を完成させるとともに、その創発計算モデルを実現する。また、プロトタイプを用いた実証実験を行い、方法論の可能性・有効性を検証する。

4. 研究成果

まず、知能・技能ハイブリッド型問題解決の方法論を考えるベースとして、情報論的な立場から問題解決・意思決定に肝要なシステム報を認識・処理するための計算モデルがどのような形で形式化されるのか、またどのようなメカニズムで人間-機械系の協調が図られているのかといった点に関してサーベイを行った。この結果を踏まえつつ、人間の観測・認識・判断・操作の過程を必要な精度で再現できる人間モデル(熟練過程を記述・模擬可能な計算モデル)の枠組みについて検討し、実際的な人間-機械系のダイナミクスを含む問題解決の例題として目標速度追従運転およびレーシングカート操縦を取り上げ、そこでの人間モデル(運転者・操縦者モデル)の具体的構成法について検討した。

- (1) 目標速度追従運転における人間モデル(運転者モデル)：

速度追従運転での意思決定・行動過程、すなわち認識・判断・操作のそれぞれのプロセスの役割を明確にしつつ、熟練者と初心者を表現できるような運転者モデルを構築した。さらに、シミュレーションを通して初心者と熟練者に相当するパラメータセットを導出し、提案モデルによるシミュレーション結果が、実際の速度追従運転において観察される初心者と熟練者の特徴を有していることが確認された。

- (2) レーシングカート操縦における人間モデル(操縦者モデル)：

人間-機械系の例としてレーシングカートの操縦を取り上げ、操縦者を明確に表現した人間モデル(ドライバモデル)を構築するとともに、このモデルをベースとした熟練支援・補償へのアプローチを試みた。さらに、初等的な機能を実装したドライバモデルと組み合わせる形でシミュレーションおよび実機実験を通して、熟練者・非熟練者に見られるいくつかの典型的な走行結果が現れると

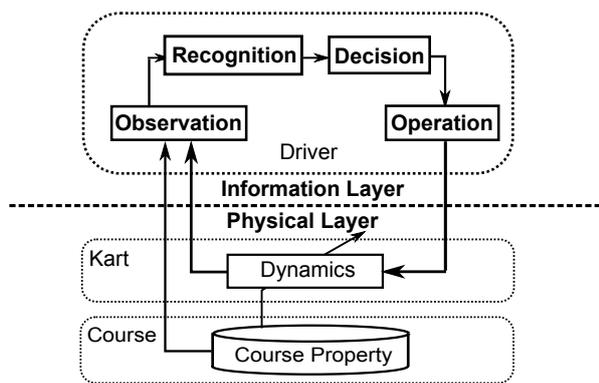


図1 操縦者モデル(レーシングカート
操縦シミュレーション)

ともに、操縦者が認識する車両速度などといった内部状態にもパラメータの影響が見られることを調べた。このことから、提案した枠組みによって多様な操縦者をその技量が明確に把握できる形で再現する可能性や、人間の熟練過程を再現する可能性が確認された。

これらのシミュレーションおよび実機実験の結果より、構成した人間モデルによって知能・技能ハイブリッド型の問題解決(人間らしい運転・操縦過程)が表現されていること、また、モデルのパラメータを調整することによって、初心者から熟練者まで様々な熟練度合いの運転・操縦が再現されることが確認された。これは、本研究課題で開発した問題解決モデル(人間モデル)の一定レベルの有用性・可能性を示すものである。

さらに、今後の展望として、人間モデルを核とした創発的問題解決の方法論の再構築、ならびにその実用化のための実証研究の推進等が期待されるところである。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- (1) 松本卓也, 稲元勉, 玉置久, 梅井一英, 目標速度追従運転における熟練度の異なる運転者を表現可能な運転者モデル, システム制御情報学会論文誌, Vol. 27, No. 9, pp. 364-373 (2014)
- (2) Kazuhide Togai and Hisashi Tamaki, Model Structure and Learning Process for a Driver Model Capable to Improve Driving Behavior, Journal of Control Engineering and Technology, Vol. 3, No. 2, pp. 41-49 (2013)
- (3) 大美裕志, 松本卓也, 玉置久, レーシングカート操縦シミュレーション・モデルとドライビング・エージェントの構成, 計測自動制御学会論文集, Vol. 49, No. 11, pp. 1064-1073 (2013)

[学会発表] (計 10 件)

- (1) 三歩一卓人, 杉本萌, 松本卓也, 玉置久, レーシングカート走行における操縦エージェントの一構成法, 計測自動制御学会知能システムシンポジウム, 2015. 3. 18, 北野プラザ六甲荘(兵庫県)
- (2) Hisashi Tamaki and Kazuhide Togai, A Human driver as the supervisory controller in a vehicle system, FISITA 2014 World Automotive Congress, 2014. 6. 4, マーストリヒト(オランダ)
- (3) Kazuhide Togai and Hisashi Tamaki, Driver model concept and property required for model based development and driver assistance system design, SICE annual conference 2013, 2013. 9. 16, 名古屋大(愛知県)
- (4) 楠本直登, 大美裕志, 玉置久, レーシングカート操縦モデルにおける危機回避方策に関する基礎的考察, 第57回システム制御情報学会研究発表講演会, 2013. 5. 16, 兵庫県民会館(兵庫県)
- (5) 玉置久, 大美裕志, 松本卓也, レーシングカートの操縦モデル -シミュレーション・モデルとドライビング・エージェント-, 計測自動制御学会第25回自律分散システムシンポジウム, 2013. 1. 25, 東北大(宮城県)
- (6) 大美裕志, 玉置久, レーシングカート操縦シミュレーション・モデルとドライビング・エージェント, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会, 2012. 11. 21, ウィル愛知(愛知県)
- (7) Hisashi Tamaki and Kazuhide Togai, Driving Agent Model for Driver Assistance and MBD Part 1 -Concept Design of Skill Learning Process-, The 11th International Symposium on Advanced Vehicle Control, 2012. 9. 10, ソウル(韓国)
- (8) Kazuhide Togai and Hisashi Tamaki, Driving Agent Model for Driver Assistance and MBD Part 2 -Learning Process Considering Physical Constraints-, The 11th International Symposium on Advanced Vehicle Control, 2012. 9. 10, ソウル(韓国)
- (9) 玉置久, 梅井一英, 熟練度合いを考慮したエージェント・モデルの構築 -運転者エージェントを例として-, 日本鉄鋼協会第164回秋季講演大会, 2012. 9. 18, 愛媛大(愛媛県)
- (10) 大美裕志, 春風卓, 柳原智哉, 玉置久, レーシングカートの走行シミュレーション・モデルの構築, 第56回システム制御情報学会研究発表講演会, 2012. 5. 21, 京都テルサ(京都府)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

玉置 久 (TAMAKI, Hisashi)
神戸大学・大学院システム情報学研究科・
教授
研究者番号：10227267

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし