

# 運転行動モデルを用いた個人適合型運転支援システム

機械理工学専攻 電子機械工学分野 モビリティシステムグループ 鈴木達也, 稲垣伸吉, 田崎勇一

## 研究開発の概要

ハイブリッドシステム理論にもとづいた個人適合型の自動車運転行動支援システムの開発を行う。

はじめに人間の前方車追従運転行動をハイブリッドシステムと呼ばれる数理モデルで表現し、個々のドライバの運転データにもとづきシステム同定手法を用いてそのドライバの個性を反映した運転行動モデルを獲得する。

次に、得られた運転行動モデルを用いてドライバの将来の運転操作を予測し最適な運転支援を行うモデル予測型運転支援システムの設計を行う。開発した運転支援システムについて、ドライビングシミュレータおよび改造小型電気自動車を用いて検証実験を行う。

## 新規性・独創性

ハイブリッドシステム論を用いることで従来は困難であった判断と動作の同時推定を達成し、複雑な人間の行動の数理モデル化を達成するとともに、これを用いた最適化に基づいたアシスト系設計や車内機器評価を実現した。

## 応用

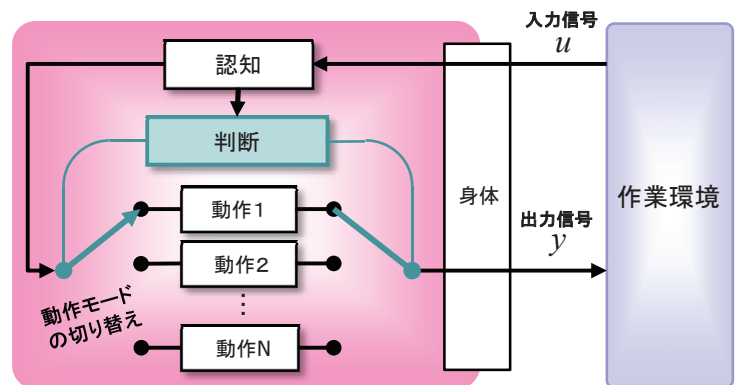
- ・ 自動車・ロボットと協調する
  - ①人間の行動評価
  - ②アシスト系設計
- ・ 行動モデルに基づいた車内機器インターフェースの定量的評価
- ・ より一般的な、切り換えを伴うサブシステムを含んだシステムの最適化

## 企業への期待

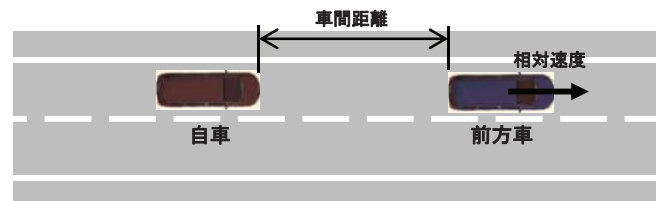
自動車等の機械と、人間との共存場面において、人間の行動予測や、人間を含んだシステムの最適化に関するニーズを知りたい。

## ハイブリッドシステムに基づく行動モデリング

「人間の技能は複数の基本的な動作を切り替えることで実現されている」



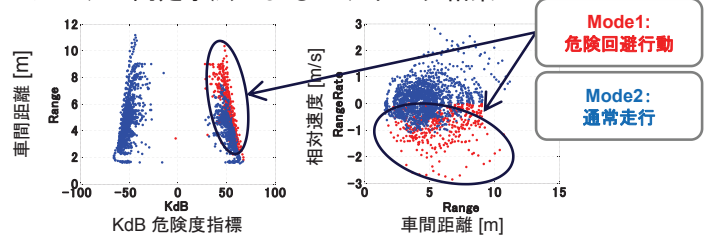
## 前方車追従運転行動のモデリング



$$y_k = \begin{cases} \theta_1^T \varphi_k & \text{if } \eta^T \varphi_k \geq 0 \\ \theta_2^T \varphi_k & \text{if } \eta^T \varphi_k < 0 \end{cases} \quad \varphi_k = [y_{k-1} \ u_{k-1}^T \ 1]^T$$

$u_k$  : 車間距離, 相対速度, KdB危険度指標  
 $y_k$  : 自転車加速度

## システム同定手法によるモデリング結果



- ・ 一連の観測データから、個々の運転者の基本運転モードと、それらの切り替え条件の自動抽出が可能

## 実験設備

実験車両 (トヨタ車体製 超小型電気自動車コムスをベースに改造)



自車加速度、姿勢角	運転操作量計測	情報統合・車両制御
慣性計測装置 (クロスボー NAV440)	ポテンショメータ ・ステアリングハンドル ・ブレーキペダル ・アクセルハンドル	制御用PC(上位制御系) PLC(下位制御系) アシスト用最適化計算PC データレコーダ
自車速度	踏力センサ ・ブレーキペダル ・アクセルハンドル	車間通信
ロータリエンコーダ (左右後輪)	駆動系	2.4GHz帯無線通信システム (アローセブ TinyBee)
車間距離計測、障害物検知	・ステアリング駆動モータ ・ブレーキペダル駆動機構 ・アクセル加速指令 (車載ECUへ入力)	
レーザレンジファインダ (ジック LMS511)		
自車位置・方位計測		
GPS (ヘミスフィア V111)		

## ドライビングシミュレータ

- ・実車では困難な走行環境、タスク設定や条件を要する実験に使用

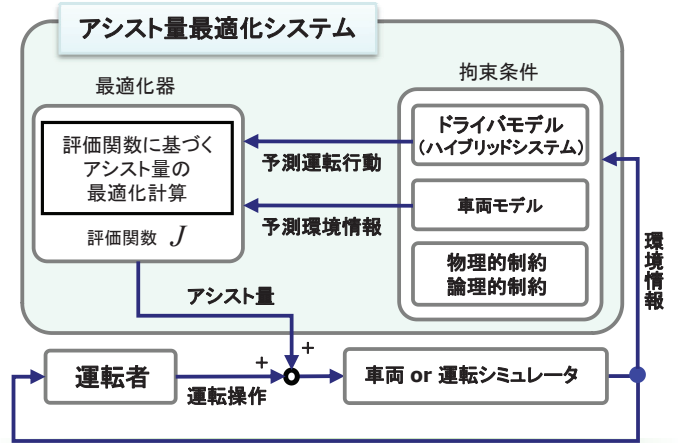


表示系
プロジェクタ x3 三面スクリーン スピーカ
運転操作量計測
ポテンショメータ ・ステアリングハンドル ・ブレーキペダル ・アクセルハンドル
身体情報計測
視線・顔認識システム (Seeing Machines FaceLab)



## モデル予測制御にもとづく前方車追従支援

- ・計測データと行動モデルに基づき、車載コンピュータが運転者の現在および将来の運転行動を推定・予測する。
- ・最適なアシスト量をオンラインで計算し、ブレーキアシストを加える。



### 前方車追従の評価関数

$$J = \omega_1 J_D + \omega_2 J_P + J_{AS}$$

衝突リスク低減    車間維持    省アシスト

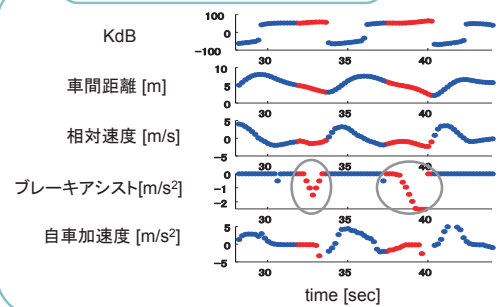
## 前方車追従アシスト実験結果

### 実車実験環境

- ・走行環境：直線道路
- ・前方車：4人乗り普通乗用車



### シミュレータ実験



### 実車実験

