

名古屋大学 未来社会創造機構 モビリティ社会研究所 先進ビークル研究部門



先進ビークル研究部門

部門長 鈴木達也 (システム制御)



副部門長 村瀬 洋 (パターン認識)



三輪和久 (認知科学)



水野幸二 (安全工学)



道木慎二 (モータドライブ)



紹介テーマ

- 人間を超えるセンシング技術
- 人間を超える計画・制御

「人と賢く調和する」の視点から

- 歩行者属性による歩行者への配慮
- 判断エントロピーによる他車への配慮
- 乗れば乗るほど運転が上手くなるクルマ

衝突が避けられないときどうやって人を守るか

電動化・エネマネ

人間を超えるセンシング



歩行者・物体の精密抽出 (セマンティックセグメンテーション)

画像中の道路, 歩道, 車両, 歩行者, 信号, 標識, などをピクセルレベルで識別することが可能な技術

信頼度付き自己位置推定

位置推定が成功しているかどうかまでを自動で判別可能な技術

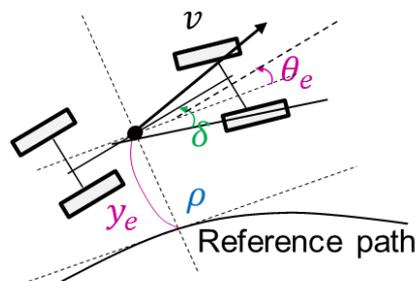
人間を超える計画・制御



モデル予測制御

モデルを使って状況を先読みし、様々な制約を満たす条件下で**最適な制御入力**（縦方向・横方向）を実時間で求める制御手法

➔ 機械学習 + 最適化 = 理解しやすい知能



$$J = \frac{1}{2} y^T(k+N) S_f y(k+N) + \frac{1}{2} \sum_{i=k}^{k+N-1} \{y^T(i) Q y(i) + \Delta u^T(i) R \Delta u(i)\}$$

N: 先読み長さ

パラメータを変化させるだけで様々な運転特性を実現



連続変形法による高速計算

連続変形法を適用することで、複雑なモデル・評価関数に対して

約100分の1の高速計算を達成

実装へ
前進

障害物回避、レーンチェンジ
合流等についても実証中

紹介テーマ

- 人間を超えるセンシング技術
- 人間を超える計画・制御

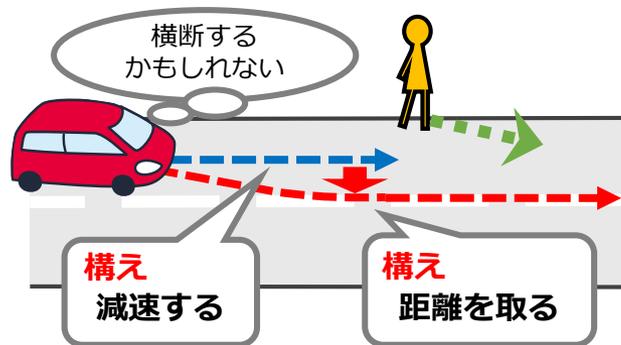
「人と賢く調和する」の視点から

- 歩行者属性による歩行者への配慮
- 判断エントロピーによる他車への配慮
- 乗れば乗るほど運転が上手くなるクルマ

衝突が避けられないときどうやって人を守るか

電動化・エネマネ

歩行者属性による歩行者への配慮



模範的なドライバは歩行者属性により
運転モードを変える

speed 19.4 [km/h] accel 23.5 [%] brake 0.00 [Mpa]



インタラクションに着目した 運転状態のモデル化と推定



歩行者属性（体向き）の
運転状態への影響を確認

位置	(14m, 0.8m)
体向き	後ろ向き
気付き	無し

歩行者属性

深層
学習

構え行動

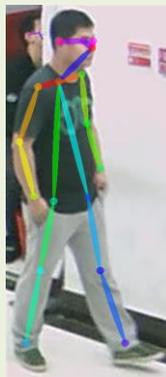


安全見切り行動



運転状態推定精度70%

姿勢と見えに着目した属性認識



体向き認識率84%

歩きスマホ認識率83%

判断エントロピーによる他車への配慮



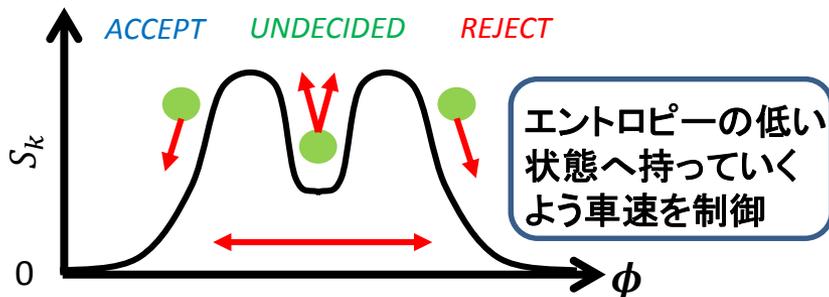
合流車両：自動運転（非優先）
本線車両：人間ドライバ（優先）
明示的な通信は想定しない

本線車両が判断に迷う状況に
陥らないよう自車を制御する

↓
本線車両への配慮

本線ドライバの判断エントロピー

$$S_k = - \sum_{s=1}^3 P(X_k = s | \phi_k) \times \log_2 P(X_k = s | \phi_k)$$



モデル予測制御による実現

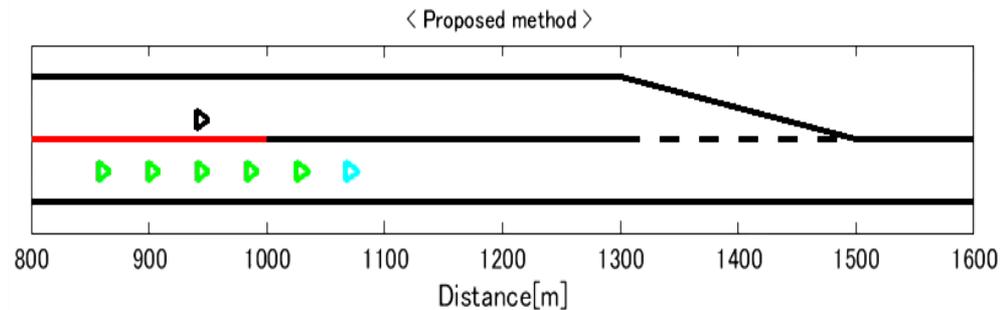
Given: $x(0|t) = x(t), L_w,$
Find: $u^M(k|t)$ ($k \in \{1, 2, \dots, K\}$)
which minimize:

$$J_1(t) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N S_i(k|t)$$

Subject to: 各種制約条件

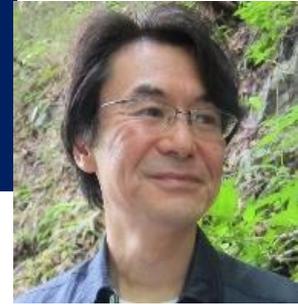
エントロピー最小化計算を実時間で解きながら制御量(車速)を決定

シミュレータによる実験



合流調停制御を行わない場合より早く本線車両のエントロピーを減少できることを確認

乗れば乗るほど運転が上手くなるクルマ



高度運転支援におけるドライバとクルマの新しい関係

高度運転支援に対する懸念

支援すればするほど運転が下手になるのでは？

【学術的問い】 人間の代替ではなく、人間をより活かす、という視点に立った智能化機械と人間の関係は？



知能を持った機械と人間との共生論

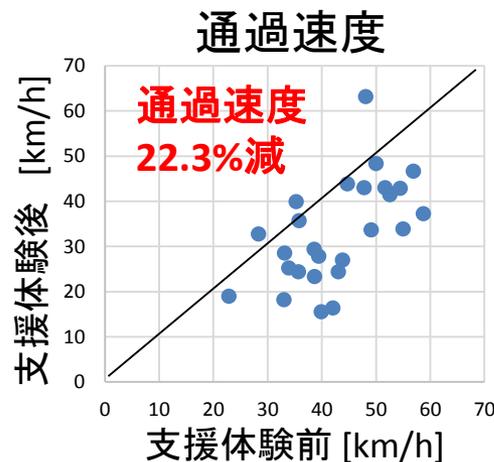
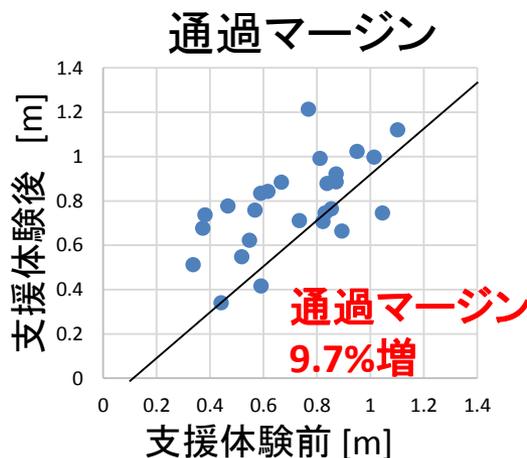
文理融合型
学際研究

制御工学

人間工学

認知科学

行動変容の確認（駐車車両回避行動）



考え方のポイント

指導員型の運転支援により
支援なし状態での運転行動
の改善が見られた

(約80人で検証)



JST未来社会創造事業
国際特許申請支援
トヨタ自動車との連携
Best Paper Award

紹介テーマ

- 人間を超えるセンシング技術
- 人間を超える計画・制御

「人と賢く調和する」の視点から

- 歩行者属性による歩行者への配慮
- 判断エントロピーによる他車への配慮
- 乗れば乗るほど運転が上手くなるクルマ

衝突が避けられないときどうやって人を守るか

電動化・エネマネ

衝突安全技術



衝突が避けられないとき、人をどう守るか



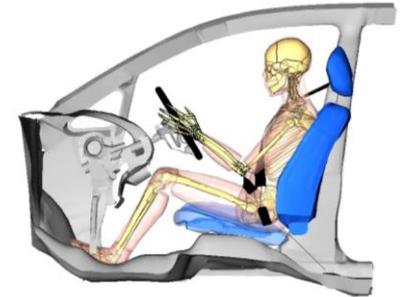
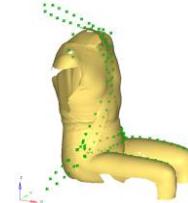
【経産省委託】平成30年度高度な自動走行システムの社会実装に向けた研究開発・実証実験事業
(2016-2018)

事故データベース構築技術の開発



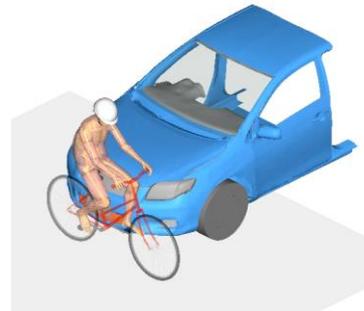
【愛知県自動車安全技術プロジェクト】
(2015-現在)

ドライブレコーダによる自転車事故分析とドライビングシミュレータによる事故再現、AEBの効果分析



【オートリブ, 慶応大学医学部 共同研究】(2018-現在)

シートベルトと骨格のフィッティングに関する生体力学研究



【デンソー 共同研究】(2015-現在)

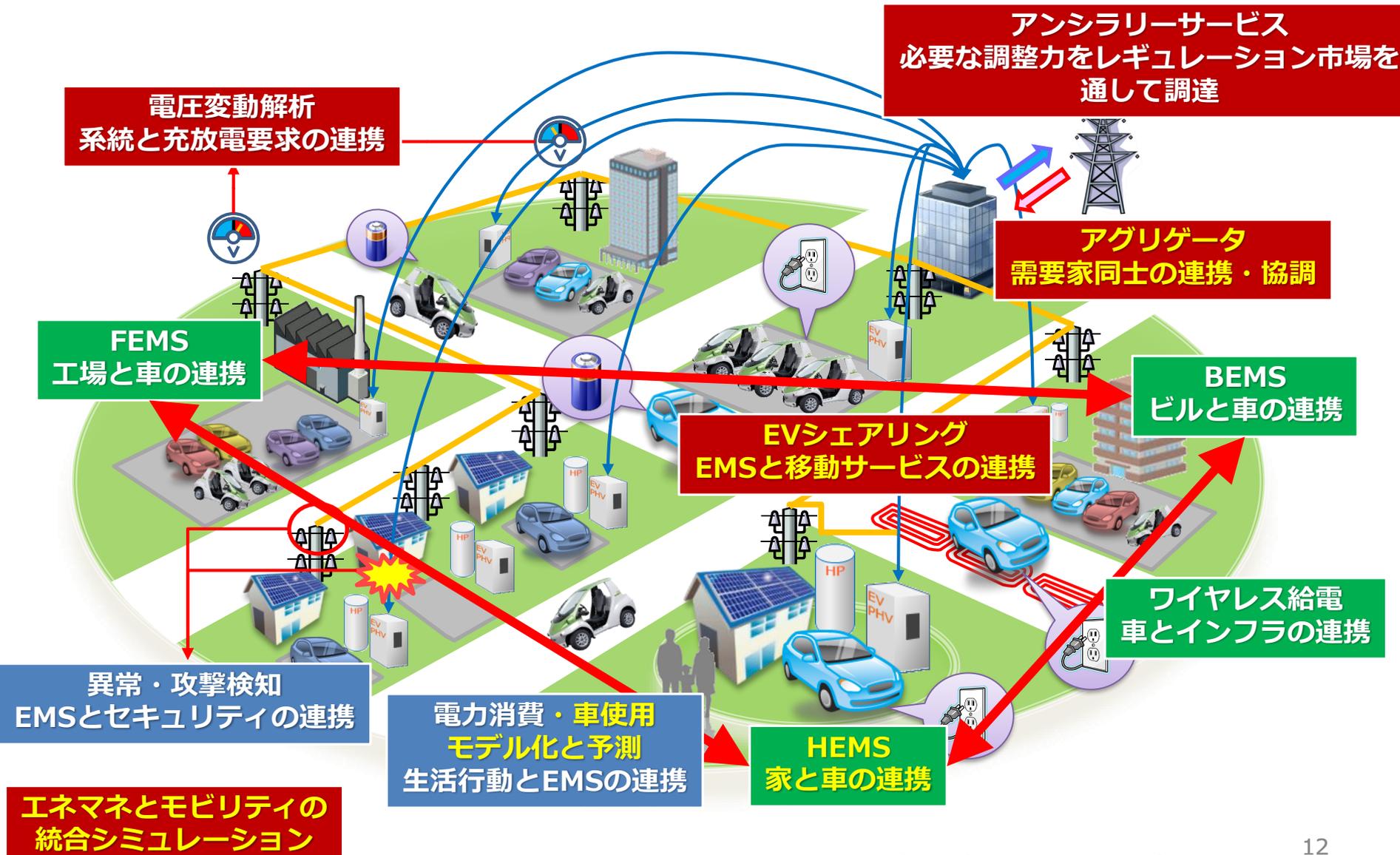
自動車衝突時の乗員および交通弱者の傷害リスク低減に関する研究



【交通安全環境研究所 共同研究】
(2004-現在)

自動車衝突時の乗員保護に関する研究

電動車両を活用したエネマネ



紹介テーマ

- 人間を超えるセンシング技術
- 人間を超える計画・制御

「人と賢く調和する」の視点から

- 歩行者属性による歩行者への配慮
- 判断エントロピーによる他者への配慮
- 乗れば乗るほど運転が上手くなるクルマ

衝突が避けられないときどうやって人を守るか

電動化・エネマネ

ご清聴ありがとうございました。
ございました。