

粗い予測値を使って 精密な制御をする技術

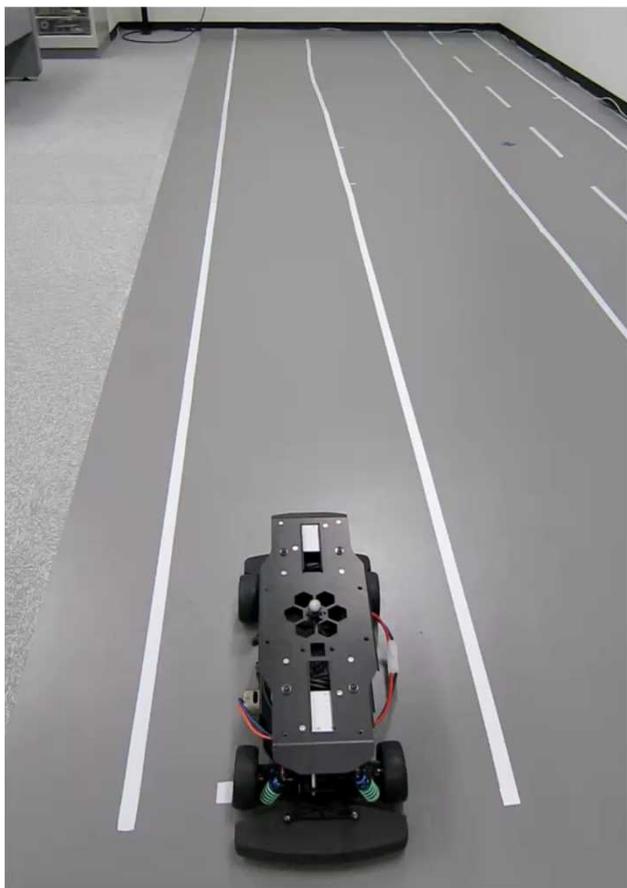
大阪大学大学院工学研究科

准教授 南 裕樹

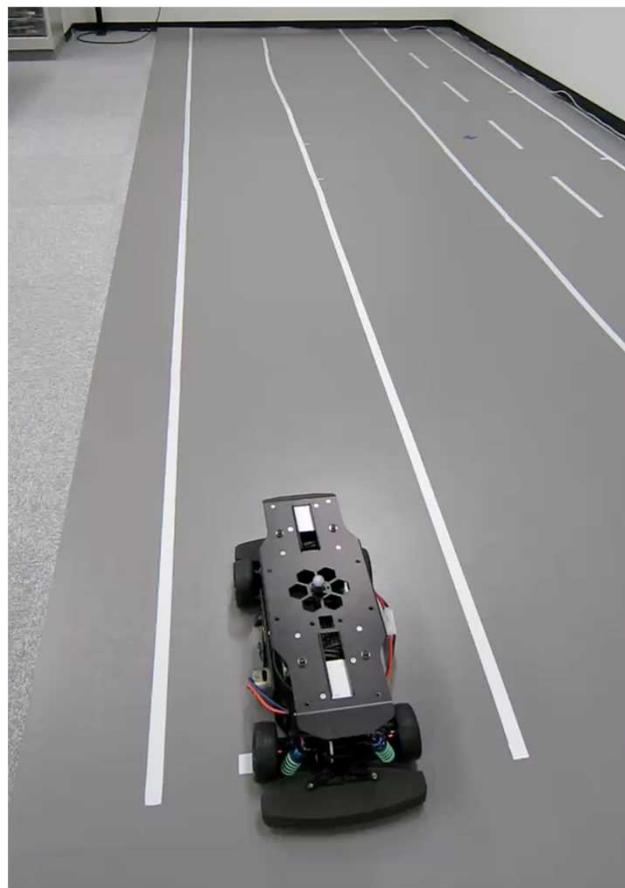
令和2年12月22日

新技術の応用イメージ 1

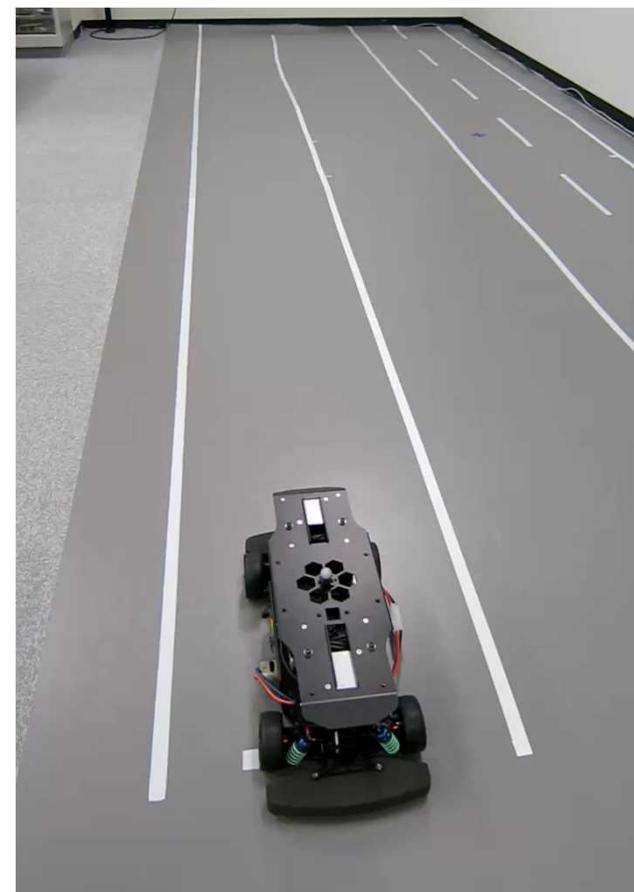
自動車のレーンキープ制御 ⇒ 白線的位置から経路を予測
白線検出の精度とリアルタイム性にトレードオフがある



× 精度の低い情報



× 精度の高い情報



○ 提案技術を用いる

新技術の応用イメージ 1

自動車のレーンキープ制御 ⇒ 白線の位置から経路を予測

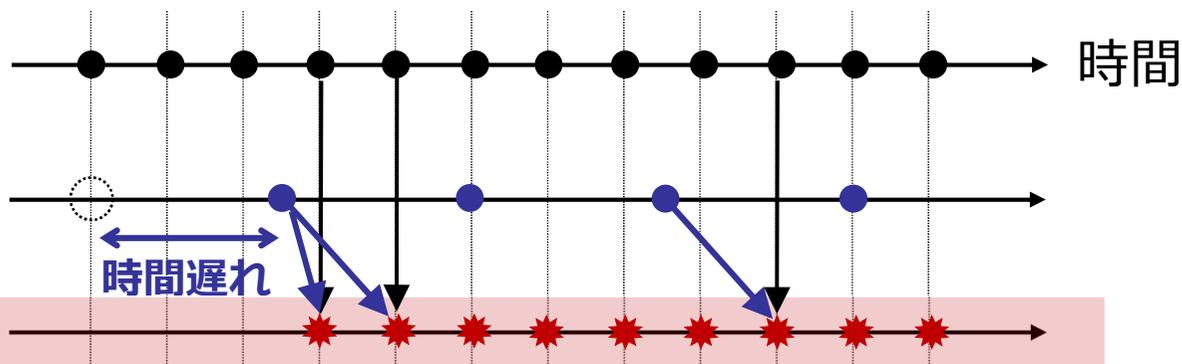
白線検出の精度とリアルタイム性にトレードオフがある

- ・ 画像処理 1 はリアルタイムであるが、白線検出精度が低い
- ・ 画像処理 2 は白線検出精度は高いが、リアルタイムでない



画像処理 1
(低精度)

画像処理 2
(高精度)



提案技術による処理

画像処理 1

画像処理 2

時間遅れ

予測値
整形

低精度予測値を
過去の高精度予測値を用いて整形

自動車

はじめに

システムの制御を実現とするとき、必要な情報(目標信号)を

- ・ リアルタイムに取得できない
- ・ 予測(推定)したときの精度が悪い

という状況はありませんか？

本発表で紹介する

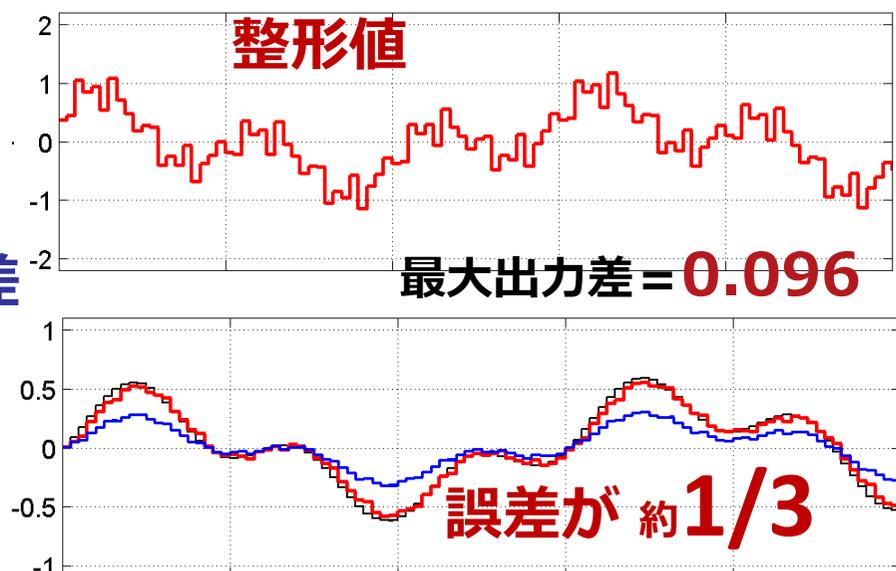
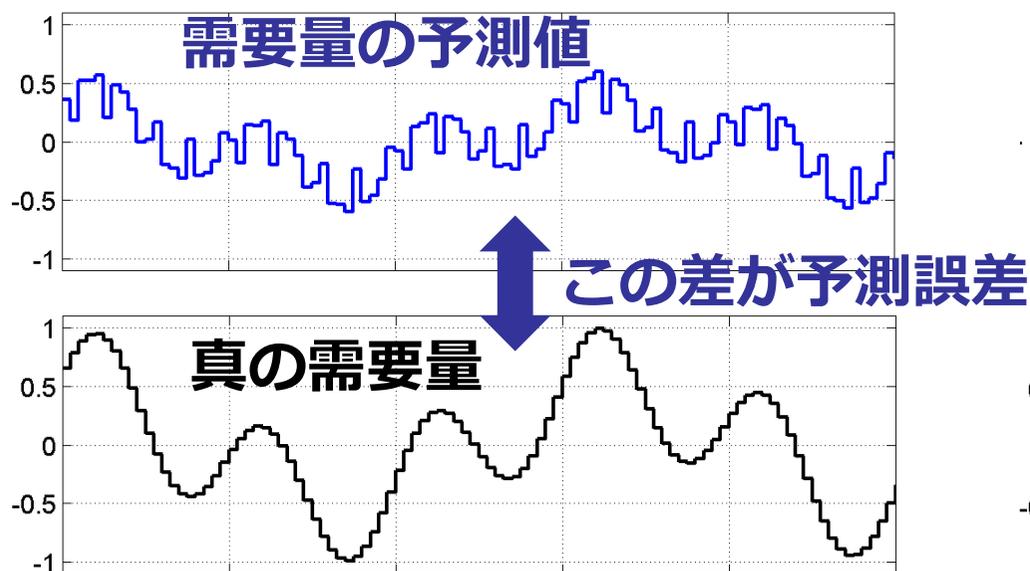
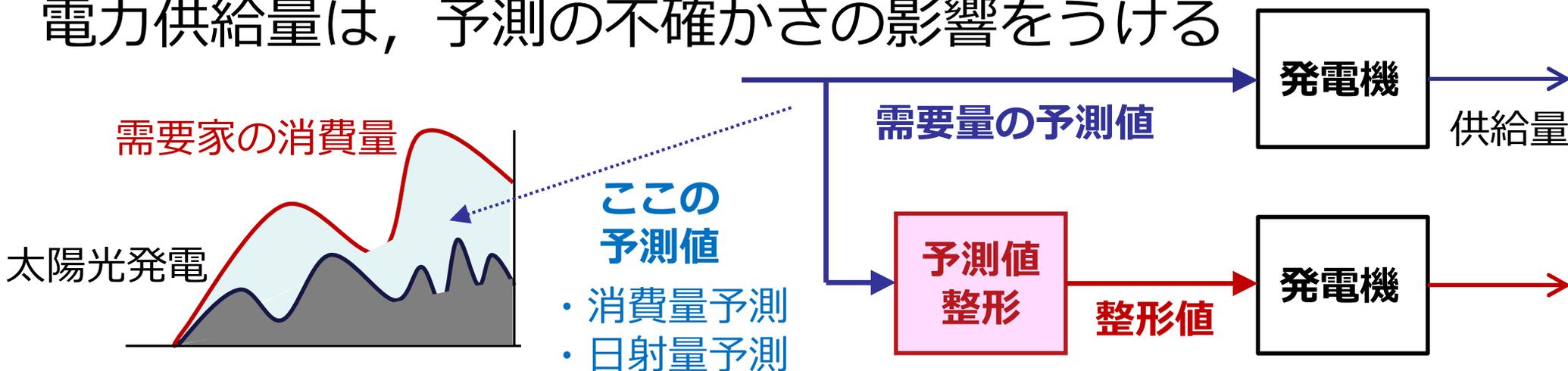
新技術 「予測ガバナ」

が役立つかもしれません

新技術の応用イメージ2

電力の需給バランス制御 ⇒ 供給量の目標値を予測

電力供給量は，予測の不確かさの影響をうける



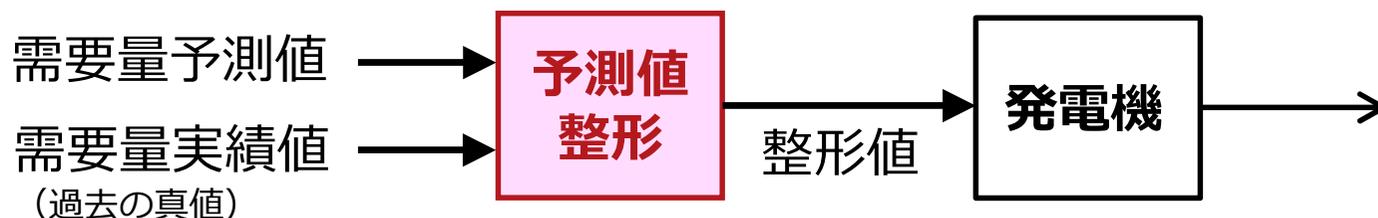
従来技術とその問題点

従来技術

P2006-288151A

- 原理：過去の需要量の真値（実績値）と予測値の情報を用いて、将来の需要量予測値を整形する
- 長所：過去の真値と予測値の誤差を考慮して予測値を整形することで発電機の出力量変動が抑えられる
- 短所：誤差を重みをつけて予測値に反映させるが、その重みの決め方に明確な基準がない（試行錯誤）

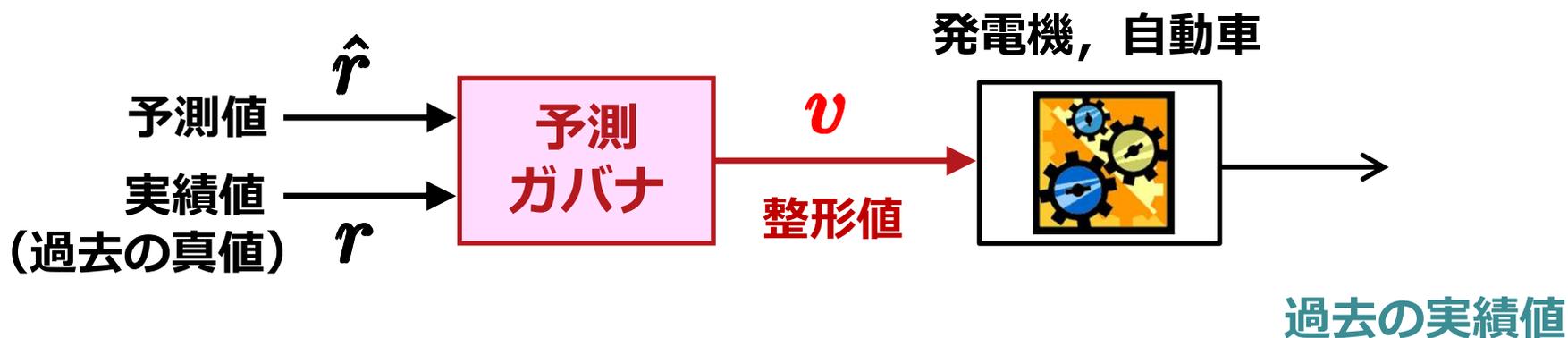
技術課題



- 発電機の動特性情報（モデル情報）**を考慮した予測値整形

新技術の概要

予測値を用いて制御対象を制御する際、予測の粗さが制御対象の振る舞いに影響を与える。本技術は、予測値をそのまま用いるのではなく、**制御対象の動特性と過去の実績情報を考慮し、積極的に予測値を整形**することで制御対象の振る舞いを望ましいものに近づけるといものである。



予測ガバナ (新技術) G^* :

$$\begin{cases} \xi(t+1) = \mathcal{A}^* \xi(t) + \mathcal{A}^* B (\hat{r}(t-1) - r(t-1)) \\ v(t) = \mathcal{C}^* \xi(t) + \mathcal{C}^* B (\hat{r}(t-1) - r(t-1)) + \hat{r}(t) \end{cases}$$

発電機や自動車の
動特性情報

$$\mathcal{A}^* = A - B(CB)^{-1}CA \quad \mathcal{C}^* = -(CB)^{-1}CA$$

新技術の特徴（設計理論の概要）



システム

$$P: \begin{cases} x(t+1) = Ax(t) + Bv(t) \\ y(t) = Cx(t) \end{cases}$$

予測ガバナ

対象システムに**特化**した予測値整形（オーダーメイド）

$$G^*: \begin{cases} \xi(t+1) = \mathbf{A}^* \xi(t) + \mathbf{A}^* B (\hat{r}(t-1) - r(t-1)) \\ \mathbf{v}(t) = \mathbf{C}^* \xi(t) + \mathbf{C}^* B (\hat{r}(t-1) - r(t-1)) + \hat{r}(t) \end{cases}$$

$$\mathbf{A}^* = A - B(CB)^{-1}CA \quad \mathbf{C}^* = -(CB)^{-1}CA$$

$$J(G^*) = \|CB\|_\infty \Delta \quad \text{整形性能をあらかじめ**定量的に評価可能}**$$

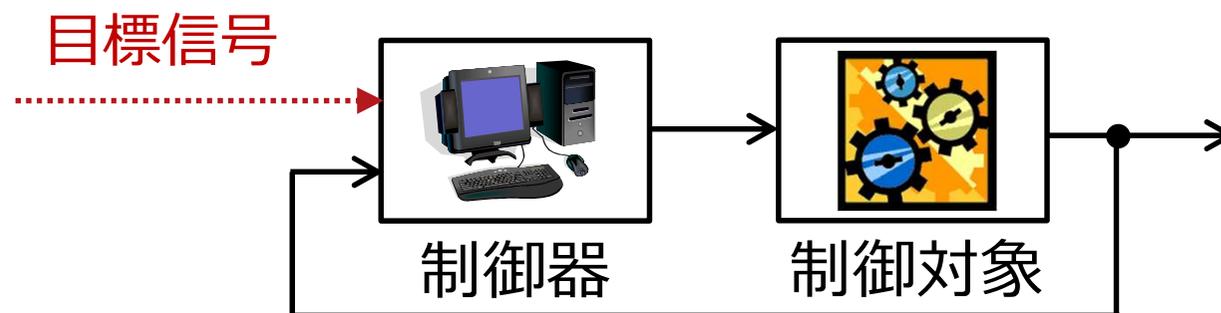
新技術の特徴・従来技術との比較

- 予測ガバナのアドオンで、予測誤差の出力への影響を低減化
- センサ情報から認識までの計算時間の影響を低減化
- 制御対象の動特性情報を用いた簡便なパラメタチューニング
- どの程度精度が良くなるかをあらかじめ評価できる

	出力変動の抑制	整形機構の設計	性能評価
従来技術	○	経験的 (試行錯誤)	×
(新技術)	◎	系統的 (モデル情報を利用)	◎

新技術の使い方 1/2

対象



- ・ システムを制御するのに必要な情報（目標値）が計算時間やセンサのタイムラグの影響でリアルタイムに取得不可
- ・ 予測値を使うが，不確かさがあり，その影響が大きい

新技術の利用のための準備

- (i) 過去の実績情報を使えるようにする
- (ii) 制御対象の動特性を調べる

この形で表わすことができればよい
多くの制御対象はこの形で書ける

$$P: \begin{cases} x(t+1) = Ax(t) + Bv(t) \\ y(t) = Cx(t) \end{cases}$$

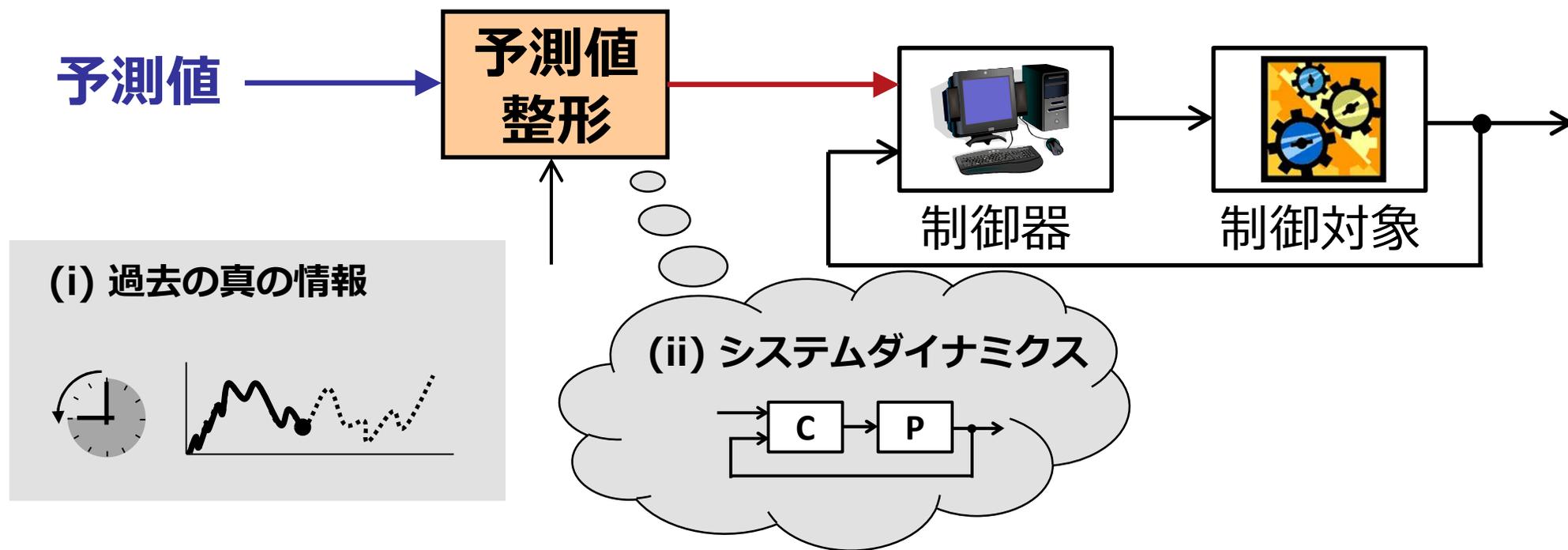
新技術の使い方 2/2

新技術の利用のための準備

この形で表わすことができればよい
多くの制御対象はこの形で書ける

- (i) 過去の実績情報を使えるようにする
- (ii) 制御対象の動特性を調べる
- $$P: \begin{cases} x(t+1) = Ax(t) + Bv(t) \\ y(t) = Cx(t) \end{cases}$$

★モデルを用いて予測値整形器を構築し，アドオンする



想定される用途 1/2

1. 電力分野

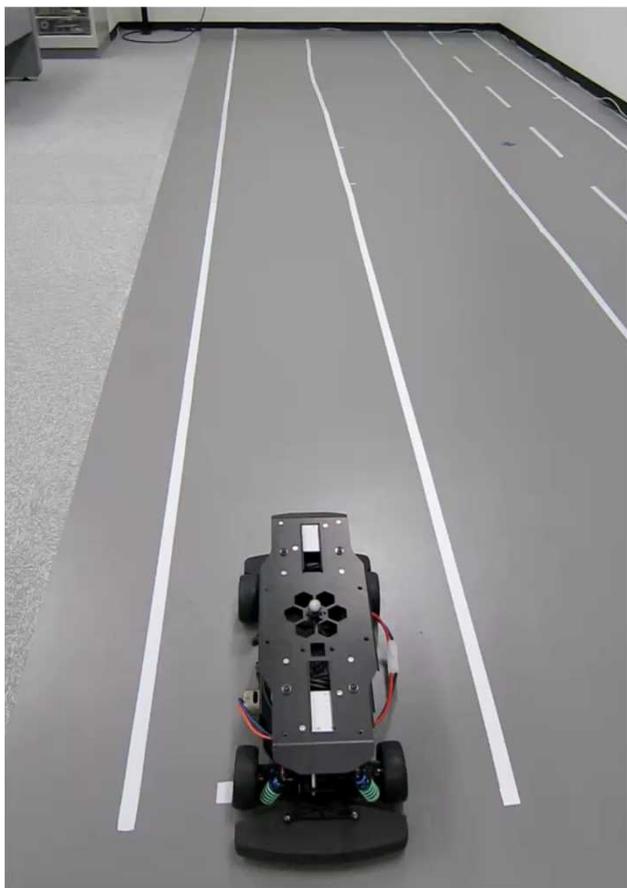
従来では、需要量予測値の発電機の特性を考慮した補正ができなかった → **発電機モデルを考慮することで、性能向上**

2. 【展開1】自動運転分野

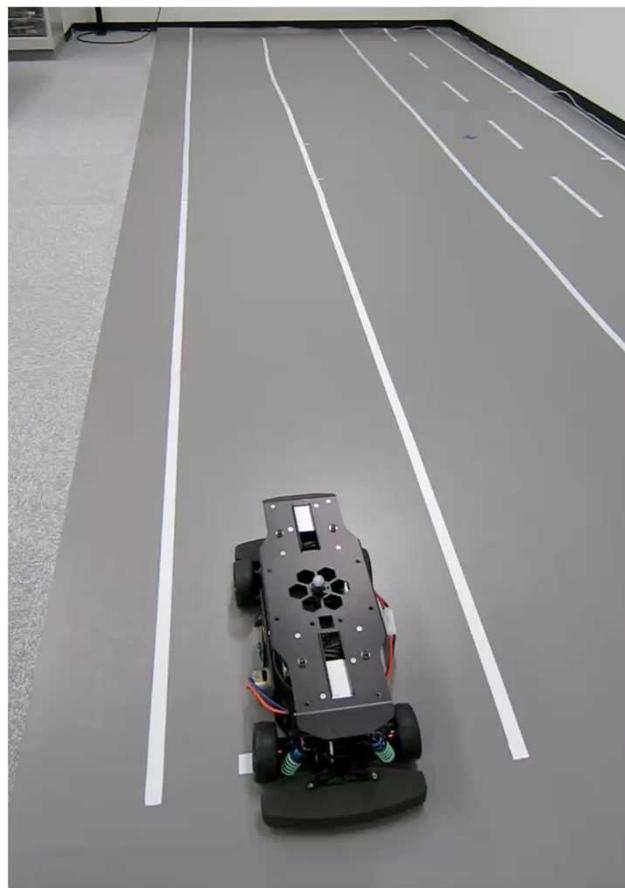
自動運転を実現するためには、周辺環境の予測が必要であるが、不確かな環境下において、実時間での精度の良い予測は困難
→ **提案技術により予測値を補正することで、運転性能が向上**

新技術の応用イメージ 1 (再掲)

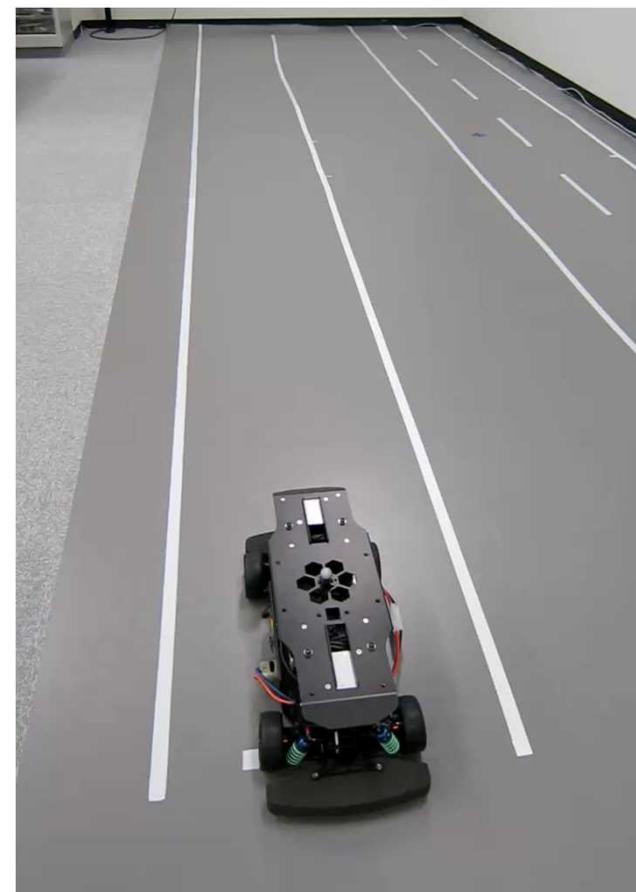
自動車のレーンキープ制御 ⇒ 白線的位置から経路を予測
白線検出の精度とリアルタイム性にトレードオフがある



× 精度の低い情報



× 精度の高い情報



○ 提案技術を用いる

想定される用途

1. 電力分野

従来では、需要量予測値の発電機の特性を考慮した補正が
できなかった → **発電機モデルを考慮することで、性能向上**

2. 【展開1】自動運転分野

自動運転を実現するためには、周辺環境の予測が必要であるが、
不確かな環境下において、実時間での精度の良い予測は困難
→ **提案技術により予測値を補正することで、運転性能が向上**

3. 【展開2】医療分野

インスリンの投薬制御においては、採血が患者に大きな負担を
あたえる。これに対して、非侵襲型センサを利用し、血糖値を
予測する方法があるが、予測誤差が投薬の精度に影響を与える
→ **提案技術により、予測誤差による影響を最小化し、精度向上**

企業への期待

- 予測値整形の方法論を構築してきました
- さまざまな問題に提案技術のアイデアを応用できる可能性があります
- センサ情報から認識までにタイムラグがあり、システムに動特性がある場合など
- モデル化部分も含めてご相談ください

どのような形でライセンスするか？

- (1) 太陽光発電の大量導入時の
従来型発電機の制御系に組み込む技術として、
発電機メーカーに「予測ガバナ」という
名称とともにライセンスする。
(例：メーカーが「予測ガバナ内蔵」と銘打って
付加価値を付けられるようにする)
- (2) 自動車メーカーに対して、自動運転の核となる
要素技術としてライセンスする。
- (3) 医療機器メーカーに対して、血糖値予測型
インスリン量調整システムに組み込むための
要素技術としてライセンスする。

本技術に関する知的財産権

1) 【発明の名称】 : 予測値整形装置、制御システム、
予測値整形方法、制御方法、
及び予測値整形プログラム

【出願番号】 : 特願2016-552811

【出願人】 : 国立研究開発法人科学技術振興機構

【発明者】 : 東 俊一、南 裕樹

- 日本、米国、中国で登録済

お問い合わせ先

国立研究開発法人科学技術振興機構

知的財産マネジメント推進部 知財集約・活用グループ

TEL 03-5214-8486

e-mail license@jst.go.jp

まとめ

システムの制御を実現とするとき、必要な情報(目標信号)を

- ・リアルタイムに取得できない
- ・予測(推定)したときの精度が悪い

という状況はありませんか？

