



ロボット制御における状態行動対予測を用いた未来行動決定の検討

メタデータ	言語: jpn 出版者: 計測自動制御学会 公開日: 2016-02-17 キーワード (Ja): 逐次状態予測, 状態行動対予測, 状態行動対予測に基づく制御 キーワード (En): Online SVR 作成者: 杉本, 大志, 倉重, 健太郎 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/3862

ロボット制御における状態行動対予測を用いた未来行動決定の検討

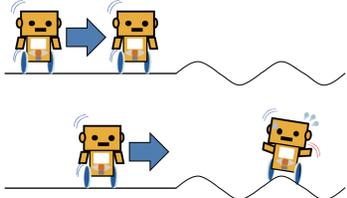
著者	杉本 大志, 倉重 健太郎
雑誌名	計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会講演論文集
巻	2015
ページ	1181-1185
発行年	2015-11-18
URL	http://hdl.handle.net/10258/3862

ロボット制御における 状態行動対予測を用いた未来行動決定の検討

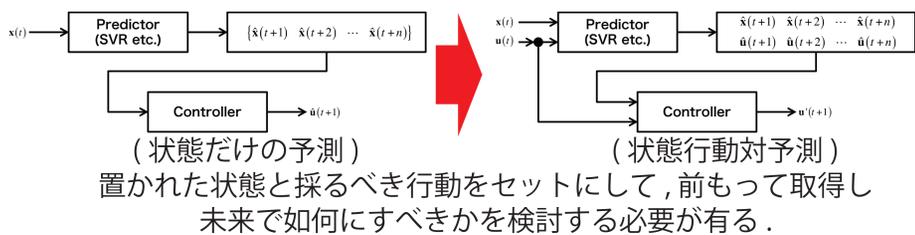
杉本 大志 倉重 健太郎 (室蘭工業大学)

1. ロボットにおける予測の必要性

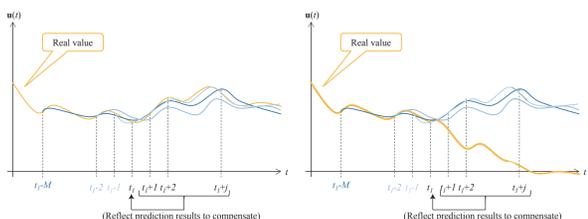
二輪型倒立振子を制御対象にする



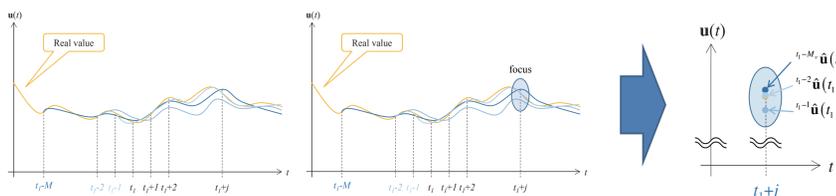
置かれた環境次第で
採るべき行動の候補は
無数に存在する



2. アプローチ



状態行動対予測で得た予測値を使い, 現在の行動を補正しよう!



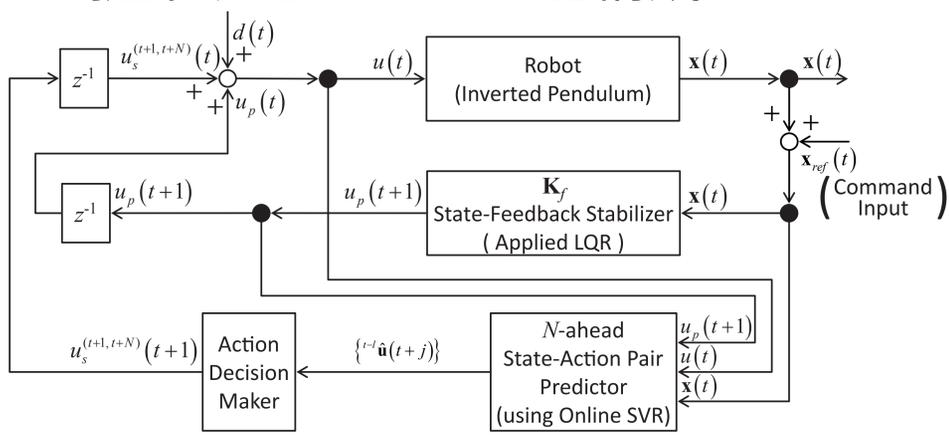
状態行動対予測で得られた予測値列の『ばらつき』に注目する!

標準偏差を計算して, これを使い重み α を動的に決定する.

$$\alpha_j = C_\sigma \cdot \sigma_j$$

$$\sigma_j = \sigma \left[\hat{\mathbf{u}}(t_1 + j), \hat{\mathbf{u}}(t_1 + j + 1), \dots, \hat{\mathbf{u}}(t_1 + j + N - j), \dots, \hat{\mathbf{u}}(t_1 + j + N) \right]$$

3. 提案するシステムと構成

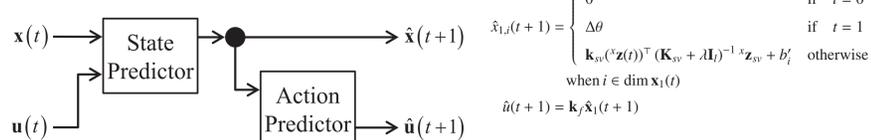


$\{\hat{\mathbf{u}}(t+j)\}$ denotes matrices

$$\begin{bmatrix} \hat{\mathbf{u}}(t+1) & \hat{\mathbf{u}}(t+2) & \dots & \hat{\mathbf{u}}(t+N) \\ \hat{\mathbf{u}}(t+1) & \hat{\mathbf{u}}(t+2) & \dots & \hat{\mathbf{u}}(t+N) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{\mathbf{u}}(t+1) & \hat{\mathbf{u}}(t+2) & \dots & \hat{\mathbf{u}}(t+N) \end{bmatrix}$$

(本研究における提案システム)

• N-ahead State-Action Pair Predictor



⇒ 状態と行動をセットにして予測する

• Action Decision Maker

$$\alpha_j = C_\sigma \cdot \sigma_j$$

$$\sigma_j = \sigma \left[\hat{\mathbf{u}}(t_1 + j), \hat{\mathbf{u}}(t_1 + j + 1), \dots, \hat{\mathbf{u}}(t_1 + j + N - j), \dots, \hat{\mathbf{u}}(t_1 + j + N) \right]$$

予測した未来の行動の信頼性を考えつつ, 採るべき行動を先取りする.

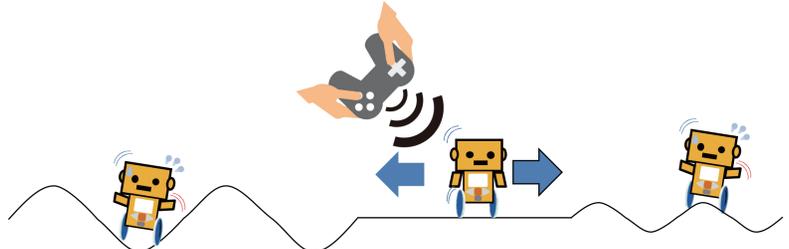
$$\mathbf{u}_s^{(t+1, t+N)}(t) = \sum_{i=1}^N \alpha_i \hat{\mathbf{u}}(t+i)$$

$$\mathbf{u}_p(t) = \mathbf{K}_f \cdot \mathbf{x}_1(t)$$

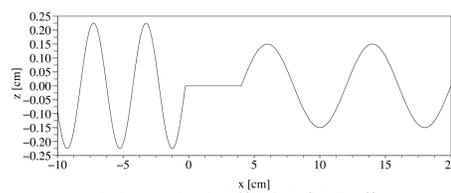
$$\mathbf{u}(t) = \mathbf{u}_p(t) + \mathbf{u}_s^{(t+1, t+N)}(t) + \mathbf{d}(t)$$

4. 検証実験

二輪型倒立振子を制御対象にする

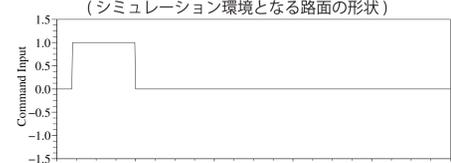


外部からの指令入力によって, 二輪型倒立振子が位置する路面の形状が変化する.



Online SVRの学習パラメータ

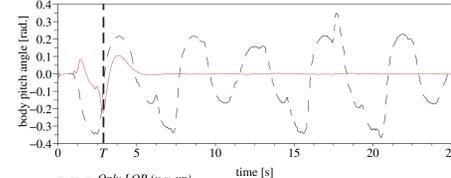
Symbol	Value	Property
C_i	300	Regularization parameter or predictor of x_i
ϵ_i	0.02	Error tolerance for predictor of x_i
β_i	30	Kernel parameter for predictor of x_i



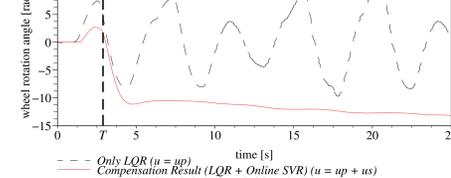
シミュレーション設定

Symbol	Value	Unit	Physical property
ψ_0	0.0262	[rad.]	Initial value of body pitch angle
γ_0	0.0	[rad.]	Slope angle of movement direction
t_s	0.05	[s]	Sampling rate
N_s	60	—	Initial dataset length
N_{max}	501	—	Maximum dataset length for the prediction
N	20	—	Step size of outputs for N-ahead state-action pair predictor's outputs
C_σ	0.05	—	Coefficient for the standard deviation of the predicted values
N_σ	10	—	Calculation range of the standard deviation of the predicted values

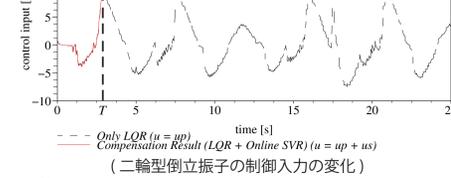
(シミュレーション環境となる路面の形状)



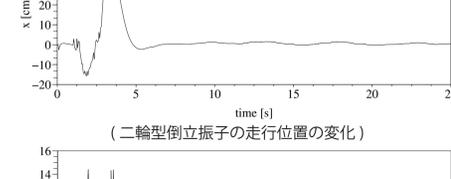
(二輪型倒立振子へ与える指令入力)



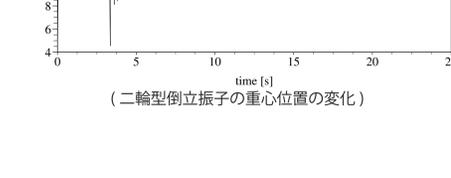
(二輪型倒立振子のピッチ角の変化)



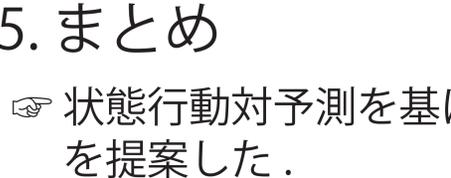
(二輪型倒立振子の車輪回転角の変化)



(二輪型倒立振子の制御入力の変化)



(二輪型倒立振子の走行位置の変化)



(二輪型倒立振子の重心位置の変化)

- (ピッチ角)
 - 移動に関わらず鉛直近傍で振動する程度に抑えられている.
- (車輪回転角)
 - 一定の方向へ移動する様回転し続けている.
- (制御入力)
 - 車輪回転角に従う様に一定の電圧をモータへ印加し続けている.
- (走行位置の経時的変化)
 - 提案手法による制御開始後, うねりのある路面から平坦な路面へ留まるようになっている.
- (重心位置の経時的変化)
 - 提案手法による制御開始の前後では大きく車体が振れているが, 以降は重心位置の変位は無い.

5. まとめ

- 状態行動対予測を基にした行動補正の手段を提案した.
- 未来を考慮した行動を決めることで, 従来の制御方法に比べ速やかな安定化が成された.