第3回MPC勉強会

鶴原康太

November 1, 2023

今回の目標

HJB 方程式を理解する

$$-\frac{\partial V}{\partial t}(x,t) = \min_{u} H\left(x, u, \left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)^T (x,t), t\right)$$

前回のおさらい

微分法
変分法
偏微分と似た考え方をする
二点境界値問題の解
オイラーラグランジュ方程式を満たす
制約を含んだ場合

最適性条件まとめ

ラグランジュの未定乗数法
KKT **条件**
オイラーラグランジュ方程式

動的計画法 1

$$\dot{x}(t) = f(x(t), u(t), t)$$
$$H(x, u, \lambda, t) = L(x, u, t) + \lambda^T f(x, u, t)$$
$$J = \psi(x(t_f)) + \int_{t_0}^{t_f} L(x(t), u(t), t)\, dt$$

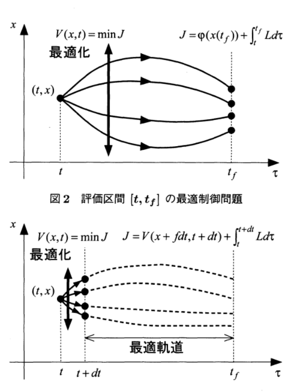
別の表現を見てみる

$$V(x, t) = \min_{u[t, t_f]} \left(\psi(x(t_f)) + \int_{t}^{t_f} L(x(\tau), u(\tau), \tau) d\tau \right)$$

$$V(x, t) = \min_{u[t, t_f]} \left(\int_{t}^{t+dt} L(x(\tau), u(\tau), \tau) d\tau + \psi(x(t_f)) + \int_{t+dt}^{t_f} L(x(\tau), u(\tau), \tau) d$$

$$V(x, t) = \min \left(\int^{t+dt} L(x(\tau), u(\tau), \tau) d\tau + \min \left(\psi(x(t_f)) + \int^{t_f} L(x($$

動的計画法 2



大塚: 非線形最適制御入門

動的計画法 3

HJB 方程式

$$H(x, u, \lambda, t) = L(x, u, t) + \lambda^T f(x, u, t)$$

$$-\frac{\partial V}{\partial t}(x, t) = \min_u H\left(x, u, \left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)^T (x, t), t\right)$$

次元の呪い

Pontryagin の最小原理

最適性条件まとめ

ラグランジュの未定乗数法
KKT 条件
オイラーラグランジュ方程式
動的計画法 (new)
HJB 方程式 (new)
最小原理 (new)
動的計画法から HJB 方程式を導いたが、最小原理からも導ける
ここに各関係の図を貼る

参考資料

書籍

- **非線形最適制御入門 (名著です)**
- **しっかり学ぶ数理最適化 (最適化全般について)**
- **はじめての最適化 (変分法の説明が分かりやすいです)**

サイト (URL)

- MyEnigma **の** MPC **導入**: https://myenigma.hatenablog.com/entry/2016/07/25/214014
- MyEnigma **の** MPC **数式**: https://myenigma.hatenablog.com/entry/2017/02/07/084922
- MPC **の具体例**: https://ramune6110.hatenablog.com/entry/2022/02/13/154405
- MPC **を用いた倒立振子**: https://qiita.com/slowsingle/items/f3074ea6670da42696e0
- MPC **の説明と実機を用いた実験**: