動的スパースモデリング

永原正章（北九州市立大学　環境技術研究所）

動的スパースモデリング
（自動制御＋スパースモデリング）

微分方程式

$$\frac{dx(t)}{dt} = Ax(t) + Bz(t), \quad t \geq 0$$

境界条件

$$x(0) = x_0, x(T) = 0$$

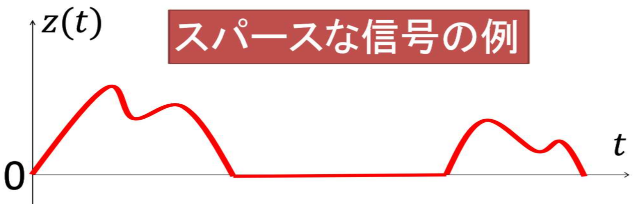
制約条件

$$|z(t)| \leq 1, \qquad \forall t \in [0, T]$$

微分方程式と境界条件，制約条件を満たす
関数 $z(t)$ のうち最もスパースなもの，すなわち，

$$J = ||z||_0 = |\mathrm{supp}(z)|$$

を最小化するものを求めよ



0の値をとる時間区間を最長化
→アクチュエータ（モータやエンジン）を停止させる
　ことができる
→省エネ，CO2排出・騒音の減少：*Green Control*

最適化問題の解き方

評価関数を次の関数に緩和

$$J = ||z||_1 = \int_0^T |z(t)| dt$$

これを L^1最適制御と呼ぶ．この最適化問題は，
凸最適化問題に帰着でき，容易に解ける．

離散動的スパースモデリング

離散性: $z(t) \in \{r_1, r_2, \dots, r_L\}$ a. e. $t > 0$

離散動的スパースモデリング
　微分方程式と境界条件，制約条件を満たす離散値をとる関数 $z(t)$ を求めよ．

絶対値和最適化（連続時間）
(Sum-of-Absolute-Values Optimization; SOAV)

$$J = \int_0^T \sum_{l=1}^{L} |z(t) - r_l| dt$$

共同研究実績

動的スパースモデリングの基礎理論に関しては，国際共同研究により世界でもトップレベルの成果を挙げています（下記の参考文献を参照してください）．現在は，その応用にも取り組んでおり，次世代無線通信や生物学・医学，画像処理などの専門家と共同研究を進めています．企業との共同研究にも取り組んでおり，理論の社会実装を目指しています．

- 動的スパースモデリングの基礎理論
  Daniel E. Quevedo (Paderborn University), Jan Ostergaard (Aalborg University), Debasish Chatterjee (IIT Bombay), Dragan Nesic (Melbourne University), etc
- 次世代無線通信の開発
  林和則（京都大学）
- 鳥類の波状飛行の分析
  山崎剛史（山階鳥類研究所）
- 動画からの生体運動のスパースモデリング
  岡田知久（京都大学），国田勝行（東京大学）
- 超高速画像処理
  奥田正浩（北九大），小野峻佑（東工大）

参考文献
[1] **Nagahara**, Quevedo, and Ostergaard, *IEEE Trans. Automatic Control* (2014)
[2] **Nagahara**, *IEEE Signal Processing Letters* (2015)
[3] **Nagahara**, Quevedo, and Nesic, *IEEE Trans. Automatic Control* (2016)
[4] Ikeda and **Nagahara**, *Automatica* (2016)
[5] Chatterjee, **Nagahara**, Quevedo, and Rao, *Systems and Control Letters* (2016, in press)
[6] **Nagahara**, Ostergaard, and Quevedo, *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing* (2016, in press)
[7] Ikeda, **Nagahara**, and Ono, *IEEE Trans. Automatic Control* (submitted)