

動的スパースモデリング理論の確立とその実応用に向けて

環境技術研究所（国際環境工学部 情報メディア工学科 兼務） 教授 永原 正章

1. はじめに

近年、「スパースモデリング」と呼ばれる情報技術が注目を集めています。これは、大量の高次元データからデータフィッティングと説明変数の選択を自動的に行う方法で、ビッグデータなどの大規模データであっても本質的には少数の説明変数しか存在しないという「スパース性」に着目しています。

実は、このようなデータ処理を人間は自然に行っています。例えば図1の写真をみてください。この写真が「牛の写真」だということはすぐに分かったと思います。この写真は約800万画素ですので、800万次元のなかなか大規模なデータです。私たちは明らかに、800万次元の要素一つずつを検証して「牛」という答えを見つけているわけではありません。何かもつとずっと少ない説明変数で「牛」であることを判断しているはずで、この説明変数を自動的に抽出するのがスパースモデリングという手法です。なお、この写真から「これはインドではないか」と思った方もいらっしゃるかもしれません。実際、この写真はインド工科大学ムンバイ校を訪問したときにキャンパス内で撮ったものです。



図1 この写真には何が写っているでしょうか？

2. 動的スパースモデリング

私は、最近、このスパースモデリングの手法を動的システムに適用する研究を主に行っており、これを**動的スパースモデリング**と呼んでいます。この研究の対象となるのはドローンや自動車、ロボット、人体など「動く」ものです。図1のような画像と異なり、これら動くものには**時間の概念**が付随しています。イメージとしては動画に近いのですが、通常動画は「1秒間に30フレーム」という具合にパラパラ漫画的です。それとは異なり、動的スパースモデリングでは連続的な動作、すなわち連続時間の物理モデルを仮定して、そのもとでスパースモデリングを行います。この理論は世界で初めて、私がリーダーを務める国際共同研究チームから提唱されたもので、最近、国際ジャーナル論文として相次いで発表されました(文末の参考文献 [1]-[4])。

動的スパースモデリングを制御系に応用すれば、以下のような利点が生れます。

1. アクチュエータを停止させることによる燃料消費・電力消費の削減
2. アクチュエータを停止させることによるCO₂等有害物質排出や振動・騒音の削減
3. 制御信号のデータ圧縮による遠隔制御系での通信量削減

動的スパースモデリングの技術を用いた制御系設計はまさに**省エネルギーを陽に考慮した制御系設計手法**であるといえます。

3. おわりに

動的スパースモデリングの技術は、省エネルギーを達成するための制御系設計法を提供することを説明しました。これらの理論的な研究は、下記の参考文献[1]-[5]にて世界に先駆けて発表されましたが、その実社会への応用はまだまだこれからの課題です。特に自動車やドローン、ロボット、電力ネットワークへの応用に向けて、国際共同研究だけでなく産官学連携を目指して、現在精力的に研究に取り組んでいます。

【参考文献】

- [1] M. Nagahara, D. E. Quevedo, and D. Nesic, Maximum hands-off control: a paradigm of control effort minimization, *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol. 61, No. 3, 2016.
- [2] T. Ikeda and M. Nagahara, Value function in maximum hands-off control for linear systems, *Automatica*, vol. 64, pp. 190-195, 2016
- [3] D. Chatterjee, M. Nagahara, D. E. Quevedo, and K. S. Rao, Characterization of maximum hands-off control, *Systems and Control Letters*, 2016 (in press).
- [4] M. Nagahara, J. Ostergaard, and D. E. Quevedo, Discrete-time hands-off control by sparse optimization, *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2016:76, 2016.
- [5] M. Nagahara, Discrete signal reconstruction by sum of absolute values, *IEEE Signal Processing Letters*, Vol. 22, no. 10, 2015

Profile



永原 正章

Masaaki Nagahara

役職／教授

学位／博士(情報学)

学位授与機関／京都大学

【連絡先】 nagahara@kitakyu-u.ac.jp

- 研究分野・専門 自動制御, 人工知能, スパースモデリング
- 主要研究テーマ 自動制御や人工知能, スパースモデリングなどの基礎理論を研究するとともに, ドローンや自動車, 電力ネットワークなどへの応用研究も推進しています。
- PR・その他 自動制御理論の信号処理への実応用に対して, 2012年, IEEEの制御システム部門より国際賞であるTransition to Practice Awardを日本人で初めて受賞しました。基礎理論から実社会への実装まで, 幅広く研究を進めています。