

Genetic Algorithm-based WaveLength Selection 法を応用した ソフトセンサー手法の開発

○金子 弘昌、船津 公人

東京大学大学院工学系研究科(〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1)

【緒言】

産業プラントにおいては、測定困難なプロセス変数を推定する手法として、ソフトセンサーが広く用いられている[1,2]。ソフトセンサーとは、オンラインで測定可能な変数と測定困難な変数の間で数値モデルを構築し、目的とした変数 y の値を推定する方法である。図 1 がソフトセンサーの概念図である。ソフトセンサーを用いることで、オンラインで精度良く y を推定できる。

ソフトセンサーで扱うプロセスデータにおいては、説明変数 X の変数間に強い共線性があり、 y に最も影響度の大きい少数の変数の組を選択することが望まれている。また、プロセス変数はある時間遅れを伴って y に影響を与えている場合があり、その時間遅れの設定によってはモデルの精度が変化する。そこで本研究では、genetic algorithm-based wavelength selection(GAWLS)法[3]を応用し、動特性の考慮と変数選択を同時に行う手法である genetic algorithm-based process variables and

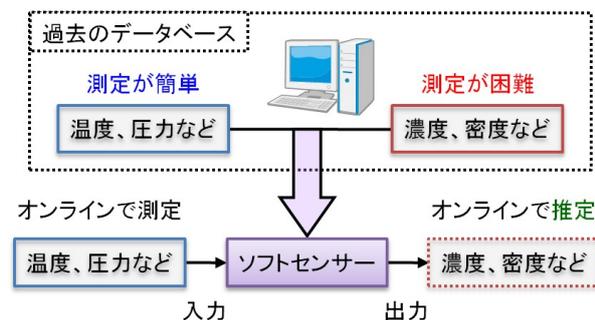


図 1 ソフトセンサーの概念図

dynamics selection(GAVDS)法を開発した。すべての変数に対してある時間遅れまでを含めたデータ形式に対して GAVDS 法を用いることで、あるプロセス変数のある時間遅れ領域を複数選択できる。これにより、 y にとって重要なプロセス変数とその時間遅れを同時に探索し、変数を領域単位で選択することが可能である。GAVDS 法によって少数の変数の領域でモデル構築することにより、モデルの解釈と、その後の変数に関する詳細な検討が容易になると考えられる。また、少数の変数のみでモデルを構築することで、モデルを再構築する際のモデルの内容の変化が低減され、ソフトセンサーのメンテナンスの低減が期待できる。

【手法】

GAWLS 法[3]は GA を用いてモデルの q^2 を大きくする X の変数の組を領域単位で選び出す変数選択法である。GAWLS 法では二つの実数値を用いて一つの変数領域を表現することで、モデル作成に必要な重要な変数を領域単位で選択することができる。染色体の適合度は、染色体に表現された波長領域について partial least squares(PLS)解析[4]を行った後の q^2 を用いる。この GAWLS をプロセスデータに適用できるよう改良した手法が GAVDS 法である。提案手法の概念図を図 2 に示す。時間遅れを考慮したすべての X を含むプロセスデータ形式においては、互いに強い相関関係があるため、 X のある時間領域が y に影響を及ぼすことは妥当であると考えられる。したがって、回帰モデルがオーバーフィッティングを起こすことなく、 y にとって重要なプロセス変数とその時間遅れを同時に探索できるといえる。考慮する最大の遅れ時間 t_i 、領域の最大幅、領域数などの GAVDS 法のパラメータを変化させることで、プラント特徴、プロセス知識、プロセスエンジニアの経験などをソフトセンサーモデルに組み込むことが可能となる。

【結果と考察】

提案手法の有意性を確認するため、三菱化学水島事業所の蒸留塔において実際に測定されたプラントデータを用いたケーススタディを行った。プラントテストが行われた期間を含む 2003 年の 1 月から 3 月までをモデル構築用データ、2003 年 4 月から 2006 年 12 月までをモデル検証用データとして解析を行った。例えば選択された変数の領域が 5 つの場合でも、ある程度予測精度の高いモデル構築が可能になることを確認した。

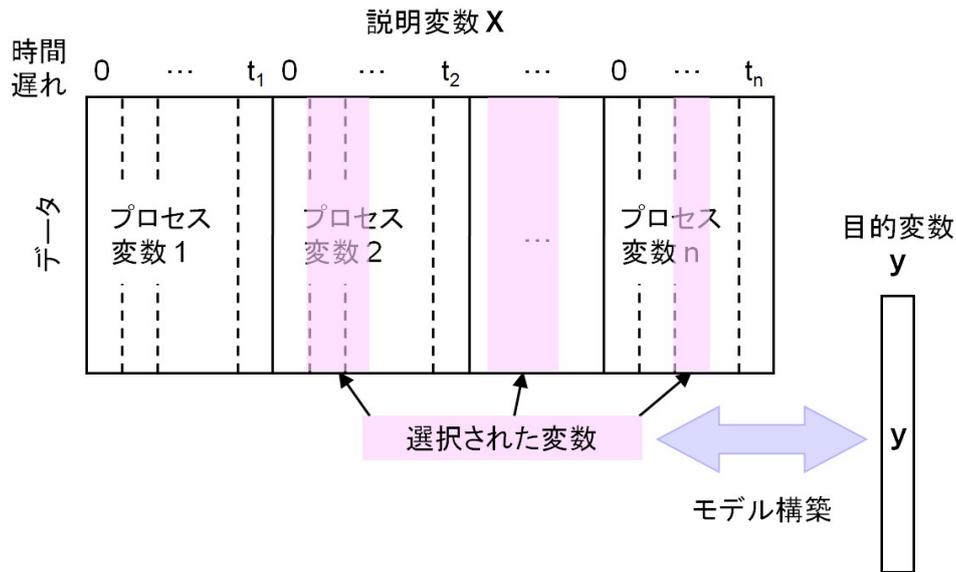


図 2 GAVDS 法 の 概 念 図 (領 域 の 数 が 3 つ の 場 合)

変数選択前と GAVDS 法によって変数選択した後の標準回帰係数を図 3 に示す。GAVDS 法を用いることで、容易に解釈可能な妥当なモデルが得られることを確認した。実際は、領域の数を変化させて回帰係数等のモデルパラメータを確認することで、プラント特性やプロセス知識を考慮に入れた最適化が可能になると考えられる。

【結言】

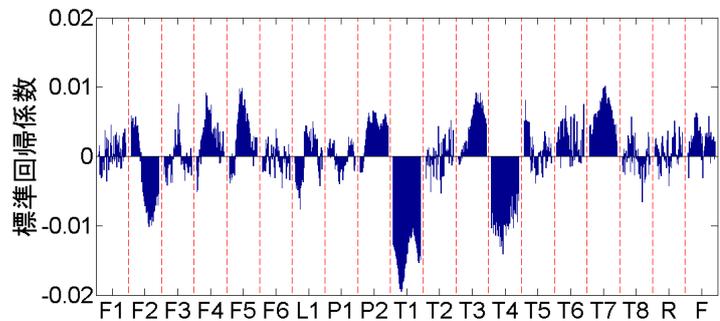
本研究では、GAWLS 法を用いて動特性の考慮と変数選択を同時に行う手法である GAVDS 法を提案した。本手法を用いることで、 y にとって重要なプロセス変数とその時間遅れを同時に探索し、変数を領域単位で選択することができる。事前に GAVDS 法によって考慮すべき変数の候補を抽出することで、その後の検討がしやすくなると思われる。なお、GAVDS 法は回帰分析手法と独立しており、汎用的に応用できると考えられる。本手法によって、ソフトセンサーに用いる変数の検討をサポートすることやその後のメンテナンスの負担を低減することが期待される。

【謝辞】

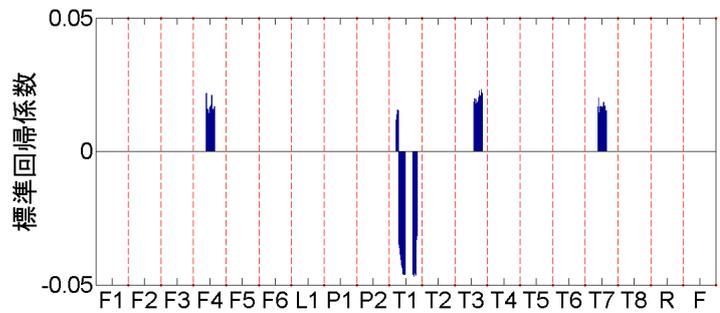
データ提供の面で多大なご支援をいただいた、三菱化学株式会社に深く感謝致します。

【参考文献】

[1] 大北 和弘. 日本化学会情報化学部会誌. 2006;24:31-33.
 [2] 金子 弘昌, 船津 公人. 化学工学. 2010;74:26-29.
 [3] Arakawa M, Yamashita Y, Funatsu K. *J. Chemom.* 2011;25:10-19.
 [4] Wold S, Sjöström M, Eriksson L. *Chemom. Intell. Lab. Syst.* 2001;58:109-130.



(a) 従来手法



(a) GAVDS 法

図 3 標準回帰係数