

S37 バイオプロセス分野における知識工学的手法の実用化動向 (北見工業大学・化学システム) 堀内 淳一

ファジィ制御やニューラルネットワークに代表される知識工学的手法はここ10年ほど従来型の制御では十分対応できず、熟練運転員のノウハウが運転管理上重要な役割を担っているバイオプロセスを中心に多方面で検討されてきた¹⁾。ここでは主に国内企業において検討あるいは実用化された知識工学的手法のバイオプロセスへの適用例を紹介する共に、それらの適用例を比較検討する。

バイオプロセス分野において最も実用化が進んでいるのはファジィ制御の応用であろう。きわめて先駆的な例である味の素(株)によるグルタミン酸発酵への適用例に始まり、三共(株)によるプラバスタチン前駆体ML236B生産のファジィ制御、日本甜菜精糖(株)パン酵母生産への適用、月桂冠(株)による清酒製造への適用、最近では日本ロシユと著者らによる組換えビタミンB2の工業生産への適用が報告されている。これらは流加培養系のオンライン制御に適用された例が多いが、流加培養では多様な流加方法が考えられ、かつその方法により生産性が大きく影響を受けることから熟練運転員や蓄積されたノウハウに基づき操作が決められるケースが多く、そのような場合経験的知識を活用できるファジィ制御が有効な事例が多いことを示していると考えられる。また流加培養では長時間培養されることが多いが、そのような場合人的管理のみでは運転管理上制約も多くファジィ制御等による自動化へのニーズは強いと考えられる。ファジィ制御で重要となる制御ルールの獲得方法では、熟練運転員からの獲得例が多いが、培養特性の解析や商業化段階の実験から得られたノウハウを利用している例もある。この点は、現在各方面で培養データなどからの自動ルール獲得に関する研究が行われており今後の発展が待たれるところである。また原報告の多くに「比較的簡単に」制御を実現できるとの表現がしばしば見られることが従来

0. の制御手法にない特徴の一つである。ファジィ制御では従来型の手法で多く見られる複雑なモデル構築や最適化計算が不要であり、一方それまで有効な情報ではありながら自動制御系に取り込むことの難しかった熟練運転員の知識をそのまま活用できる点が評価されていると考えられる。

ニューラルネットワークは、生体内反応の複雑さのためモデル化や反応予測が困難なケースを中心に植物細胞培養におけるセロリの不定胚の画像解析、清酒の発酵過程の解析またファジィ推論と組み合わせたファジィニューラルネットなどの応用例が現れてきている。今後の発展が期待されるが、実用化に際しては、階層構造の合理的決定方法や外挿能力が不十分な点などニューラルネットワーク固有の欠点の克服に加え、ニューラルネットワークの適用対象や適用範囲をどのように選択し活用してゆくかが重要となるだろう。

エキスパートシステムは、バイオ分野では組換え大腸菌の高密度培養における培地成分の監視と基質流加制御や培養の異常診断と原因推定に適用されている。エキスパートシステムには、システムそのものの構造が複雑なためプログラムは市販のものを使わざるを得ない点や定量的なデータの取り扱いが難しいなどの欠点があるが、推論操作を通じて経験則や情報の検索、選択、組合せ等を行いうる機能はバイオプロセス制御にとり魅力的である。

グローバル化しつつある経済環境の下で、伝統的に高度な発酵技術を持つ日本が今後も発酵生産分野において国際的なプレゼンスを持つためには、特徴ある製造技術を持つことが重要となろう。ここで紹介した知識工学的手法のバイオプロセスへの応用は世界的に見ても日本が最も進んでいる分野の一つであり今後もその展開が期待されるところである。

1) S.Shioya, K.Shimizu, and T. Yoshida: J. Biosci. Bioeng., p261-266, vol.87 (1999)

Application of knowledge based approach to industrial bioprocesses.

Jun-ichi Horiuchi (Dept. of Chemical System Engineering, Kitami Institute of Technology)

【Key words】 knowledge based approach, bioprocess, fuzzy control, neural net, expert system