

E109

制御系を考慮したアラームシステム設計手法の提案

(名工大) (正) 濱口 孝司*, (静大工) ○ (正) 武田 和宏, (奈良先端大) (正) 野田 賢
(九大工) (正) 木村 直樹, (元名工大) (正) 伊藤 利昭

はじめに

化学プラントにおけるオペレータの役割は、プラントが正常状態から逸脱する徴候を早期に捉え、異常原因推定と対策立案・実行を行い、プラントを安全に正常状態へ復帰させることにある。この業務を支援する重要な情報源がアラームであるが、異常原因の推定を意図した適切な配置の設計手法が存在しないため、著者らは CE(Cause-Effect)モデルを用いたシステムマチックなアラームシステムの設計手法を提案した1)。また、前報2)では、CEモデルに符号情報を与えることで、より適切な配置を選択する方法を提案したが、制御系の存在は考慮できていなかった。そこで、本発表では、制御系の構造によって、適切なアラーム配置が変化することを示し、制御系を考慮したアラームシステム設計手法を提案する。

1. 制御系による強連結成分の変化

例題プラントとプロセス変数間の因果関係を示す符号付有向グラフを図1に示した。符号付有向グラフにおいて、実線は助長、点線は抑制の関係、また、各ボックスは強連結成分を示す。

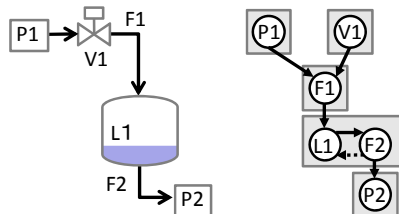


図1：例題プラントと符号付有向グラフ

例題プラントに対し、被制御量（液位L1）と操作量（バルブV1）をペアリングした制御系あり例題プラントと符号付有向グラフを図2に示す。ペアリングの結果、被制御量L1が変動しない観点から、流量F2への影響がなくなり、強連結成分が変化する。

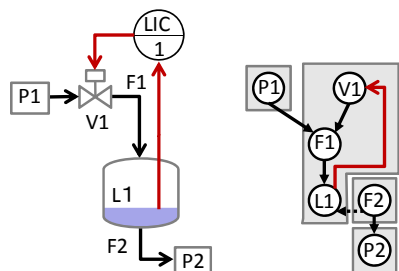


図2：制御系あり例題プラントと符号付有向グラフ

2. 制御系ありプラントモデルの生成法

前述の変化に基づき、前報1)の手法におけるプラントモデルGを制御系ありモデルに改良する。図3に示すように、プラントモデルGとコントローラ行列Cのブール積により、制御系ありプラントモデルGCを作成する。モデル表現に文献3)の制御系構築手法を応用し、アラームシステム設計に必要な操作量への入出力情報を残す工夫をした。L1からV1とF1への影響の両方が同時に示された形で図2のモデルが生成される。同時に本提案手法で得られたGCを用いて可到達行列Rを算出し、前報1)に適用することで、制御系を考慮したアラームシステム設計が可能となる。

G	P ₁	F ₁	L ₁	F ₂	P ₂	V ₁	C	P ₁	F ₁	L ₁	F ₂	P ₂	V ₁	GC	P ₁	F ₁	L ₁	F ₂	P ₂	V ₁
P ₁	0	0	0	0	0	0	P ₁	1	0	0	0	0	0	P ₁	0	0	0	0	0	0
F ₁	1	0	0	0	0	1	F ₁	0	1	0	0	0	0	F ₁	1	0	1	0	0	1
L ₁	0	1	0	1	0	0	L ₁	0	0	0	0	0	0	L ₁	0	1	0	1	0	0
F ₂	0	0	1	0	0	0	F ₂	0	0	0	1	0	0	F ₂	0	0	0	0	0	0
P ₂	0	0	0	1	0	0	P ₂	0	0	0	0	1	0	P ₂	0	0	0	1	0	0
V ₁	0	0	0	0	0	1	V ₁	0	0	1	0	0	1	V ₁	0	0	1	0	0	1

図3：制御系ありプラントモデルGC生成法

マニュアル介入もCで表現できるため、事前に異常と対策を想定してGCを作成し、いずれの場合にも十分といえるアラーム配置を検討することで、より適切なアラームシステムを設計することが可能となる。

おわりに

CEモデルを用いてシステムマチックにアラームシステムを設計する手法に対し、制御系を考慮した改良方法を検討した。

謝辞 本研究は日本学術振興会第143委員会WS28の協力を得た。ここに感謝の意を示す。

参考文献

- 1) 大西智士ら、Cause-Effectモデルに基づくアラームシステムの設計、化学工学会第74回年会, D317 (2009)
- 2) 武田和宏ら、構造化された二層CEモデルに基づくアラーム変数の選好度評価、化学工学会第41回秋季大会, S205 (2009)
- 3) 濱口孝司ら、CE行列を用いた制御系設計と異常時の対策立案、化学工学論文集, 25(3), 384-388(1999)

*hamachan@nitech.ac.jp