801400805441 Kendinden Ayarlamalı Kontrol Sistemleri [1-13]

Genelleştirilmiş tahmin edici kontrol stratejileri, amaç fonksiyonları, ayar parametreleri [1-13]

Kaynaklar

[1] Wellstead P. E., Zarrop M.B., 1991, Self-Tuning Systems, Control and Signal Processing, John-Wiley and Sons.

[2] Coughanowr D., LeBlanc S., 2009, Process Systems Analysis and Control, McGraw-Hill

[3] Bequette B.W., 2008, Process Control Modelling; Design and Simulation, Prentice-Hall

[4] Seborg D.E., Mellichamp D. A., Edgar T.F, Doyle F.J., 2011, Process Dynamics and Control , John Wiley and Sons

[5] Stephanopoulos G., 1984, Chemical Process Control : an introduction to theory and practice, Prentice-Hall

[6] Hapoğlu H., 1993, Self-tuning Control of Packed Distillation Columns, The University of Wales, Ph.D. Thesia, U.K.

[7] Bierman, G.J., 1976, Measurement Updating Using The U-D Factorisation, Automatica, 12, 375-382.

[8] Bierman, G.J., 1977, Factorization Methods for Discrete Sequential Estimation, Academic Press, London, U.K.

[9] Astrom, K.J., Wittenmark B., 1973, On Self-Tuning Regulators, Automatica 9, 185-199.

[10] Clarke, D.W., Gawthrop P.J., 1975, Self-Tuning Controller, IEE Proc. 122, 929-934

[11] Carke D.W., Mohtadi C., Tuffs P.S., 1987, Generalized Predictive Control: Parts i and ii., Automatica 23, 137-160.

[12] Jacquot R. G., 1981, Modern Digital Control Systems, Dekker, New York, USA

[13] Wellstead P.E., Zarrop M.B. 1991, Self-Tuning Systems- Control and Signal Processing, J. Willey, W. Sussex, UK.

Genelleştirilmiş Tahmin Edici Kontrol (Generalized Predictive Control (GPC)) :

GMV kontrol nonminimum faz sistemlerin kontrol edilmesinde zayıf kalabilir ve özellikle bilinmeyen zaman gecikimleri içeren sistemlerde zayıftır. Bu tip zorlukların üstesinden gelmek üzere Clarke vd. (1987) genelleştirilmiş tahmin edici kontrol (GPC) stratejisi önermişlerdir. Burada minimize edilen fonksiyon J(u,t) şöyledir:

$$J(u,t) = \Xi\left\{ \sum_{j=N_1}^{N_2} (y_{t+j} - r_{t+j})^2 + \lambda \sum_{j=1}^{N_u} (\Delta u_{t+j-1})^2 \right\}$$

Burada $\Delta u_{t+j} = 0, \quad j = N_u, \ldots, N_2$

Bu maliyet fonksiyonu Δu_t, Δu_{t+1}, $\Delta u_{t+2}, \ldots,$ Δu_{t+Nu-1} değerlerini kareleri toplamını ve hata kareleri toplamını minimize etmektedir. Fakat pratikte genellikle Δu_t, değeri karesini ve hata kareleri toplamını minimize eder. Minimum maliyet ufku N_1 en düşük etki zamanı veya gecikme yani ölü zaman değeri olarak seçilir. Gerçekte tasarım parametresi olarak kullanılmaz. GPC kriterinde üç baskın tasarım parametresi N_2, N_u ve λ (bunlar sırasıyla maksimum maliyet ufku, kontrol ufku ve ağırlık faktörü olarak adlandırılır) olarak kullanılır.

GPC stratejisi şu durumlara uygulanabilmektedir:

(a-) Nonminimum faz sistemlere

(b-) Açık hat kararsız sistemler veya çok yavaşlatılmış kutuplu ("badly damped poles") sistemlere

(c-) Değişken veya bilinmeyen ölü zamanlı sistemlere ve bilinmeyen mertebe sistemlere

GPC kontrol algoritması bir integral hareketi içermektedir. Yük etkisi altındaki sistemlerde ofsetsiz bir kapalı hat cevabı elde etmek için kontrolör bir integral hareketi içermelidir.

Ayrık zamanda CARIMA ("Controlled AutoReggressive Integrated Moving Average") (veya ARIMAX("AutoReggresive Integrated Moving Average with eXternal input")) sistem modeli:

$$Ay_t = Bu_{t-1} + \frac{C}{\Delta}e_t$$

Burada sistem ölü zamanı bir örnek alma adımı içinde olup sıfırıncı derece tutucu bulunması nedeni ile zaman gecikmesi bir örnek alma adımıdır.

Sistem modeli yeniden düzenlenirse:

$$A\Delta y_t = B\Delta u_{t-1} + Ce_t$$

Gelişigüzel gürültü sinyalini t inci örnek alma adımına kadar ve sonraki değerleri içerecek şekilde iki parçadan oluştur şekilde "Diophantine" eşitliği ile yeniden yazılır:

$$\frac{C}{A\Delta}e(t+j) = Ee(t+j) + z^{-j}.\frac{F}{A\Delta}e(t+j)$$

Burada kullanılan polinomlar ve aralarındaki bağıntı:

$$E = 1 + e_1 z^{-1} + \ldots + e_{j-1} z^{-j+1}$$

$$C = EA\Delta + z^{-j}F$$

Sistem modelini C bağıntısını kullanılarak yeniden düzenlenir:

$$y_{t+j} = \frac{B}{A}u_{t+j-1} + Ee_{t+j} + \frac{F}{A\Delta}e_t$$

Burada e(t) gürültü $A\Delta y_t = B\Delta u_{t-1} + Ce_t$ eşitliğinden çekilerek y_{t+j} sistem modeline yerleştirilir:

$$y_{t+j} = \frac{B}{A} u_{t+j-1} + E e_{t+j} + \frac{F}{C} y_t - \frac{FB}{AC} u_{t-1}$$

Burada verilen matematiksel düzenleme sistem modeline yerleştirilerek model yeniden düzenlenir:

$$\frac{z^{+j}B}{A} - \frac{FB}{AC} = \frac{z^{+j}B}{AC}(C - Fz^{-j}) =$$

$$\frac{z^{+j}B}{AC}(C - (C - EA\Delta)) = \frac{E\Delta z^{+j}B}{C} u_{t-1}$$

Yeniden düzenlenmiş olan model gürültüsü t inci örnek alma adımından sonraki değerleri içeren bir son parçadan oluştur şekildedir:

$$y_{t+j} = \frac{F}{C} y_t + \frac{EB}{C} \Delta u_{t+j-1} + E e_{t+j}$$

Bu son parça hesaplanamayan miktar olduğundan sistem modelinden ayıklanır:

$$y_{t+j} = \frac{F}{C} y_t + \frac{EB}{C} \Delta u_{t+j-1}$$

Bu kalan modelde ikinci parça t inci örnek alma adımına kadar ve sonraki değerleri içerecek şekilde “Diophantine” eşitliği ile yeniden yazılır:

$$\frac{EB}{C} \Delta u_{t+j-1} = G \Delta u_{t+j-1} + \frac{\Gamma}{C} \Delta u_{t-1}$$

Burada gelecek verileri içeren parça: $G\Delta u_{t+j-1}$

Burada geçmiş bilinen verileri içeren terim: $(\Gamma/C)\Delta u_{t-1}$

Polinom G eşitliği: $G = 1 + g_1 z^{-1} + \ldots + g_{j-1} z^{-j+1}$

Polinom G ile diğer polinomlar arası bağıntı: $\frac{EB}{C} = G + z^{-j} \cdot \frac{\Gamma}{C}$

$$\hat{y}_{t+j} = G\Delta u_{t+j-1} + \frac{\Gamma \Delta u_{t-1}}{C} + \frac{F}{C} y_t$$

Yukarıdaki bağıntılar kullanılarak gelecek bilinmeyen verilerden bağımsız olarak yazılan bilinen değerler ile tahmini yazılan sistem çıktısı:

$$\hat{y}_{t+j|t} = \frac{\Gamma \Delta u_{t-1}}{C} + \frac{F}{C} y_t$$

$N_1=1$ 'den N_2 ye kadar geçmiş verilerden tahmini hesaplanan sistem çıktıları vektörü:

$$\mathbf{f} = [\hat{y}_{t+1|t}, \hat{y}_{t+2|t}, \ldots, \hat{y}_{t+N_2|t}]^T$$

Kontrol edici çıktısı vektörü (burada $\Delta u_{t+j}=0$, $j \geq N_u$):

$$\tilde{\mathbf{u}} = [\Delta u_t, \Delta u_{t+1}, \ldots, \Delta u_{t+N_u-1}]^T$$

$G\Delta u_{t+j-1}$ terimini içeren formülden hesaplanan sistem çıktıları:

$$\hat{\mathbf{y}} = [\hat{y}_{t+1}, \hat{y}_{t+2}, \ldots, \hat{y}_{t+N_2}]^T$$

G matrisi:

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} g_0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ g_1 & g_0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ g_{N_u-1} & g_{N_u-2} & \cdot & \cdot & \cdot & g_0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ g_{N_2-1} & g_{N_2-2} & \cdot & \cdot & \cdot & g_{N_2-N_u} \end{bmatrix}$$

Amaç fonksiyonunun vektörler ile gösterimi:

$$J = (\hat{\mathbf{y}}-\mathbf{r})^T(\hat{\mathbf{y}}-\mathbf{r}) + \lambda\tilde{\mathbf{u}}^T\tilde{\mathbf{u}}$$

Gelecek kontrol edici çıktı değişimleri:

$$\tilde{\mathbf{u}} = (\mathbf{G}^T\mathbf{G} + \lambda\mathbf{I})^{-1}\mathbf{G}^T(\mathbf{r}-\mathbf{f})$$

Gelecek set noktası verilerini içeren vektör:

$$\mathbf{r} = [r_{t+1}, r_{t+2}, \ldots, r_{t+N_2}]^T$$