

801400805441 Kendinden Ayarlamalı Kontrol Sistemleri [1-13]

Minimum değişmeli kontrol stratejileri, geliştirilmiş minimum değişmeli kontrolör [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. Thesis, 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.

Minimum değişmeli (Minimum Variance (MV)) kontrol:

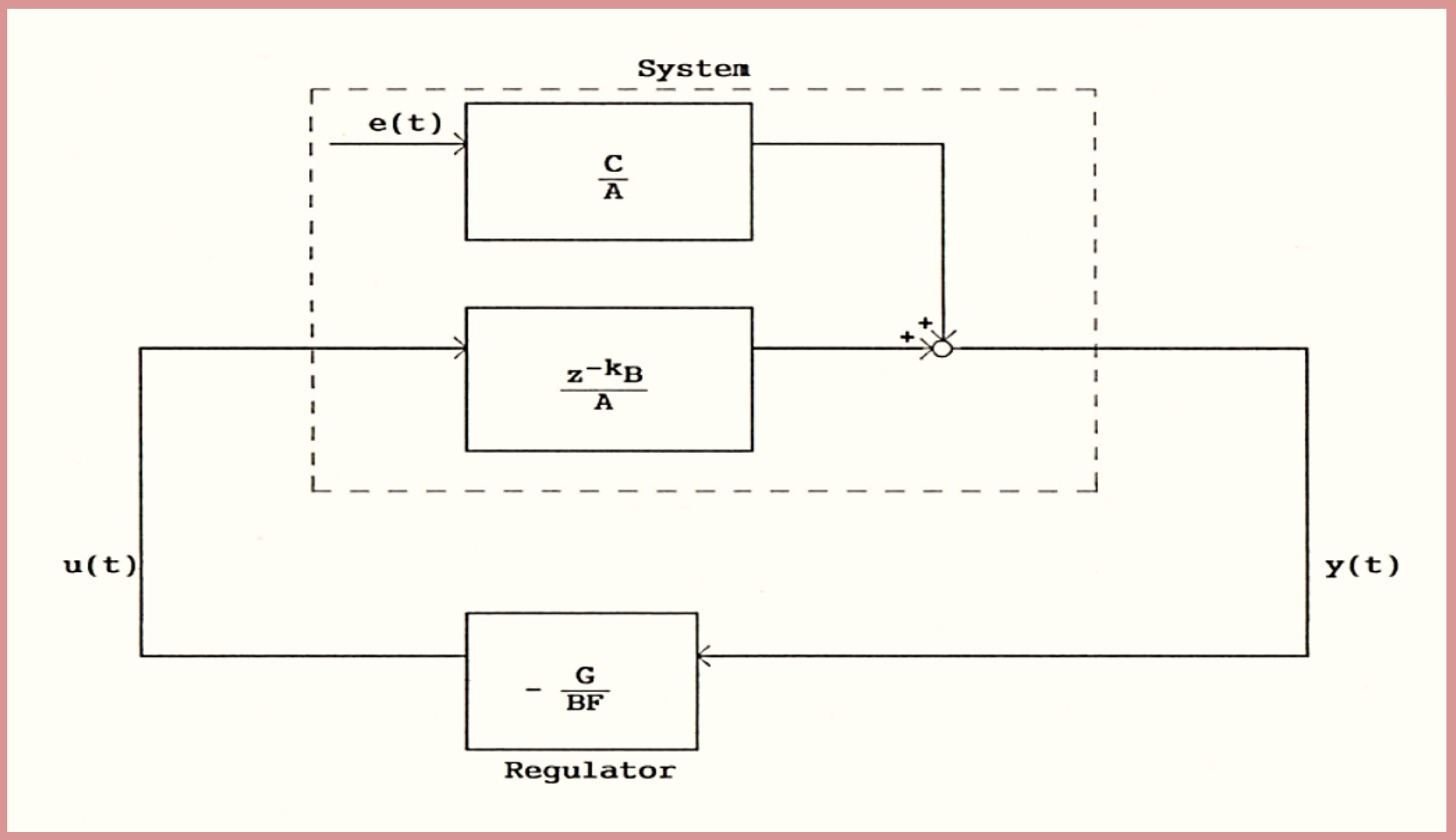
Minimum variance strateji, Aström ve Wittenmark (1973) tarafından verilen bir girdi-çıkıktı doğrusal modeli için maliyet kriterini minimize ederek elde edilmiştir. Bu kriter:

$$J(u, t) = \Xi\{(Y_{t+1} - r_{t+1})^2\}$$

Kontrol sinyali u_t , $(t+k)$ zamanındaki sistem çıkısını etkiler. Sistem gecikmesi ayrık zaman modelinde k çarpı örnek alma zaman adımı olarak ifade edilmektedir. Bu çalışmada $k=1$ alınarak maliyet fonksiyonu yazılmıştır. Yani gerçek ölü zaman bir örnek alma adımı içinde kapsamaktadır. Sistem çıkış değişkeni y_t ile gösterilmektedir. Referans sinyal yani set değeri r_t ile gösterilmektedir. Ξ beklenti fonksiyonunu gösterir. Ayrık zamanda t örnek alma adım sayısını göstermektedir. Bu kriter, uygun bir u_t seçimi ile t zaman adımında minimize edilir. Bu kontrol stratejisi sadece minimum faz sistemlere uygulanabilir.

Minimum değişmeli kontrol nonminimum faz sistemlerde kararsız olur on-line ayarlanma problemi vardır ve bilinmeyen veya değişken ölü zamanlı sistemlerde karasız ya da etkin olmayan kontrol cevabı oluşturur. Bu zayıflıklarından dolayı stratejinin geliştirilmesi gerekliliği oluşmuştur.

Bir minimum faz düzenleyici:



MV stratejisi zayıflıklarından dolayı bu stratejinin nonminimum faz sistemlere uygulanabilir hale getirilmiş, gelişmiş şekli şu yeni kriteri minimize etmektedir($k=1$ alınmıştır):

$$J(u, t) = E\{(y_{t+1} - r_{t+1})^2 + \lambda u_t^2\}$$

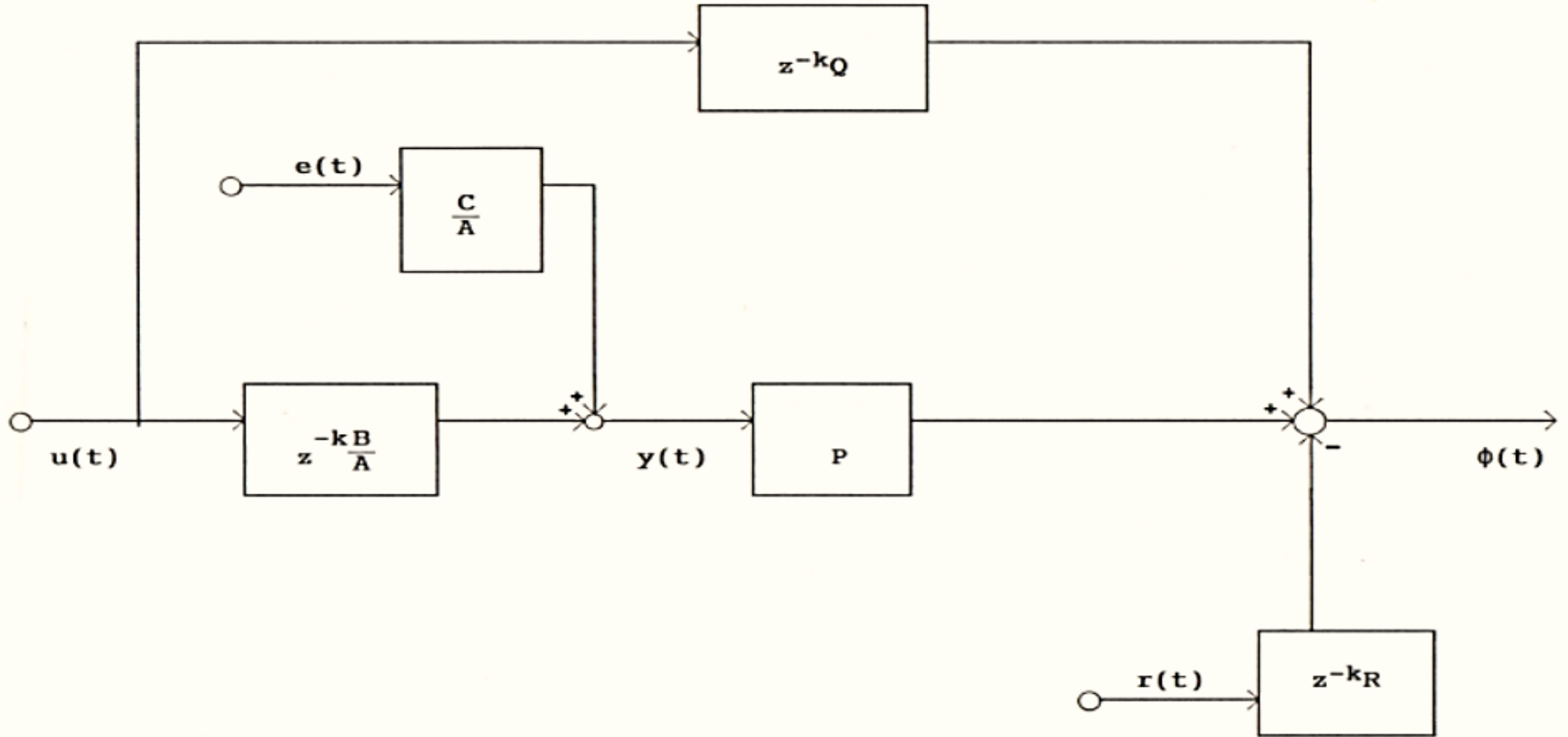
Bu strateji genelleştirilmiş minimum değişmeli (Generalized Minimum Variance (GMV)) kontrol olarak bilinir. Bu bir basamak ileri optimum kontrol kanununu uygular (Clarke ve Gawthrop (1975)). Bu teknikte, kapalı hat kararlılığı korunurken, minimum çıktı değişimi elde edecek şekilde λ mümkün olduğunca küçük tutularak değiştirilir. Diğer bir alternatif metot ise u_t yerine Δu_t kullanımı ile geliştirilmiştir. Burada Δu_t şu şekilde tanımlanır: $\Delta u_t = u_t - u_{t-k} = (1-z^{-1})u_t$

Maliyet fonksiyonu:

$$J(u, t) = E\{(y_{t+1} - r_{t+1})^2 + \lambda (\Delta u_t)^2\}$$

Bu kriter Δu_t t örnek alma adımında minimize edilir. Bu tip bir değişikliğe gidilmesinin nedeni ise, maliyet fonksiyonunda u_t bulundurma durumunda ilgili kontrol stratejisinde kontrol sonucu ofset oluşabilmesidir. Maliyet fonksiyonunda Δu_t kullanılarak ofset problemi kaldırılabilir. Kriterde daha fazla geliştirmeler yapabilmek amaçlı yalancı çıktı tanımlaması oluşturulmuştur. Yalancı çıktı tanımını blok diyagram gösterimi:

Yalancı çıktı blok diyagramı:



Genelleştirilmiş minimum değişmeli algoritmada yalancı çıktı tanımı P, Q, ve R filtre fonksiyonları ile verilmiştir. Bu fonksiyonların farklı seçimi kontrol etkinliğinde değişiklikler sağlar.

$$\phi(t+k) = Py(t+k) + Qu(t) - Rr(t)$$

Bu fonksiyonlara ait bir seçim örneği:



$$P = 1 \text{ etc.}, Q = \lambda \text{ etc.}, R = 1 \text{ etc.}$$

Sistem ayrık modeli yazılarak yalancı çıktı fonksiyonunda yerleştirilir:

$$y(t+k) = \frac{C}{A}e(t+k) + \frac{B}{A}u(t)$$

$$\phi(t+k) = \frac{PB + QA}{A}u(t) + \frac{PC}{A}e(t+k) - Rr(t)$$

Gelişmiş maliyet fonksiyonu yeniden yazılır:

$$J = \Xi[\phi^2(t+k)]$$

Gelişigüzel gürültü girişi terimi geçmiş ve gelecek parçalarına ayrılır:

$$\frac{PC}{A}e(t+k) = Ee(t+k) + z^{-k} \cdot \frac{G}{A}e(t+k)$$

Burada polinom tanımları:

$$PC = AE + z^{-k}G$$

$$E = 1 + e_1z^{-1} + \dots + e_{k-1}z^{-(k-1)}$$

$$P = 1 + p_1z^{-1} + \dots + p_{n_p}z^{-n_p}$$

$$G = g_0 + g_1z^{-1} + \dots + g_{n_g}z^{-n_g}$$

$$n_g = \max(n_a - 1, n_p + n_c - k)$$

Sistem modelinin ofset tipi sinyal içerecek şekilde yeniden tanımlanması:

$$Ay(t+k) = Bu(t) + Ce(t+k) + d$$

Bu sistem modeli eşitliğinin E ile çarpılarak çıkarılan PC eşitliğinde yerleştirilmesi ile oluşturulan eşitlik:

$$PCy(t+k) = BEu(t) + Gy(t) + CEe(t+k) + Ed$$

Bu eşitliğin yer iki tarafına [QCu(t)-CRr(t)] terimi eklenmesi ile yapılan düzenleme:

$$C[Py(t+k) + Qu(t) - Rr(t)] = \\ (BE + QC)u(t) + Gy(t) - CRr(t) + CEe(t+k) + Ed$$

Yalancı çıktı eşitliği:

$$\phi(t+k) = \frac{1}{C} [(BE + QC)u(t) + Gy(t) - CRr(t) + Ed] + Ee(t+k)$$

Örnek alma zaman adımı t ve öncesi bilinenlerden oluşturulan tahmini hesaplanan yalancı çıktı:

$$\hat{\phi}(t+k|_t) = \frac{1}{C} [(BE + QC)u(t) + Gy(t) - CRr(t) + Ed]$$

Hesaplanan hata ile gerçek tanımlanan hata arası fark:

$$Ee(t+k) = \phi(t+k) - \hat{\phi}(t+k|_t)$$

Amaç fonksiyonunu tahmini hesaplanan yalancı çıktıyı minimize edecek şekilde yeniden tasarladığımızda kontrol kanunu aşağıdaki eşitliği verir:

$$\hat{\Phi}(t+k|t) = 0$$

Amaç fonksiyonu minimize edilerek elde edilen eşitlik:

$$Fu(t) + Gy(t) - Hr(t) + Ed = 0$$

Burada polinom eşitlikleri:

$$F = BE + QC$$

$$H = CR$$

GMV algoritmasında her örnek alma zaman adımında hesaplanan kontrolör çıktısı:

$$u(t) = \frac{Hr(t) - Gy(t) - Ed}{F}$$

Burada F içinde yer alan Q fonksiyonu $Q=\lambda$ şeklinde sadece ağırlık faktörü içerecek şekilde seçilebildiği gibi $Q=\lambda(1-z^{-1})$ (Clarke ve Gawthrop, 1979) ve daha farklı yapılarda seçilerek kontrol etkinliği değiştirilebilmektedir.