**MODERN KONTROL**

**ÖDEV**

**PROBLEMLER:**

**Problem 1:** Ders kitabı: modern kontrol engineering, fifth ed., Ogata

Bölüm 9 A çözümlü problemleri 1,2,3,4,5

Bölüm 9 B çözümsüz problemleri 1,2,3,4,5

**Problem 2:** Aşağıdaki J , B çiftleri tarafından temsil edilen sistemleri düşünün

i) $\overline{J}=\left[\begin{matrix}-1&1&0&0&0\\0&-1&0&0&0\\0&0&-2&1&0\\0&0&0&-2&0\\0&0&0&0&-2\end{matrix}\right]$ , $\overline{B}=\left[\begin{matrix}0&0\\1&0\\0&0\\0&1\\2&2\end{matrix}\right]$ ii) $\overline{J}=\left[\begin{matrix}-1&1&0&0&0\\0&-1&0&0&0\\0&0&-1&1&0\\0&0&0&-1&0\\0&0&0&0&-1\end{matrix}\right]$ , $\overline{B}=\left[\begin{matrix}0&0\\1&0\\0&0\\0&1\\2&2\end{matrix}\right]$

1. Aşağıda verilen teoremi kullanarak kontrol edilebilirlik özelliklerini belirleyin
2. Bulgularınızı, i) kontrol edilebilirlik matrisi üzerinde düzenli kontrol edilebilirlik testi ile ve, ii) MATLAB komutu; ctrb kullanarak doğrulayın.

|  |
| --- |
| *Teorem: Jordan formunda bir sistem matriksine sahip n. mertebeden MIMO sistemi.*$\dot{\overline{z}}=\overline{J}\overline{z}+\overline{B}\overline{u}$$y=Cz+Du$*aynı özdeğer ile ilişkili çokkatlı olmayan Jordan blokları*1. ***kontrol edilebilir*** *eğer sadece giriş matrisi B her bir Jordan blokunun son satırına karşılık gelen sıfır satırına sahip değilse,*
2. ***gözlemlenebilir,*** *eğer sadece çıkış matrisi C her bir Jordan blokunun ilk sütununa karşılık gelen sıfır sütununa sahip değilse,*

*aynı özdeğer ile ilişkili çokkatlı Jordan blokları*1. ***kontrol edilebilir*** *ancak, yukarıda belirtilen şartlara (a-i) ek olarak, aynı özdeğere sahip çokkatlı Jordan bloklarına karşılık gelen B'nin son satırlarından oluşan her bir matris, bu tür Jordan bloklarının sayısına eşit bir rank ’a sahip olmalıdır.*
2. ***gözlenebilir*** *ancak, yukarıda belirtilen şartlara (a-ii) ek olarak, aynı özdeğere sahip çokkatlı Jordan bloklarına karşılık gelen, C'nin ilk sütunlarından oluşan her bir matris, bu tür Jordan bloklarının sayısına eşit bir rank’a sahip olmalıdır.*
 |

**Problem 3:** Ogata'nın B-11-9'unu (2. Basımdaki B-9-5) çözün ve sonuçlarınızı doğrulayın

a) Benzerlik dönüşümünün temel tanımını kullanarak.

b) Ogata'nın Örnek Problemi A-12-2 (2. Baskıda A-10-2) 'de sunulan aşağıdaki yöntemi kullanarak:

Kısım (b) için önerilen yöntem: Genel olarak kontrol edilebilen SISO sistemi için (bunların tümünü kanıtlamanız istenmez) gösterilebilir.

 $\overline{\dot{x}}=\overline{A}\overline{x}+\overline{b}u$ ; $y=\overline{c}^{T} \overline{x}$

durum değişkenlerinin lineer bir dönüşümü

$\overline{x}=\overline{M} \overline{x^{\*}}$ olduğu yerde  $\overline{M}=\left[\begin{matrix}\overline{b}&\overline{Ab}&\overline{A^{2}b}&…&\overline{A^{n-1}b}\end{matrix}\right]$

kontrol edilebilirlik matrisidir, durum denklemlerini aşağıdaki forma dönüştürür:

$\overline{A^{\*}}=\overline{M}^{-1}\overline{AM}=\left[\begin{matrix}0&0&0&\cdots &0&-a\_{1}\\1&0&0&\cdots &0&-a\_{2}\\0&1&0&\cdots &0&-a\_{3}\\\vdots &\vdots &\vdots &\vdots &\vdots &\vdots \\0&0&0&\cdots &1&-a\_{n}\end{matrix}\right]$ ; $\overline{b}^{\*}=\overline{M}^{-1}\overline{b}=\left[\begin{matrix}1\\0\\0\\\vdots \\0\end{matrix}\right]$

$a\_{i}$’nin karakteristik polinom katsayıları ise; şöyle ki;

$$\left|sI-A\right|=\left|sI-A^{\*}\right|=s^{a}+a\_{n}s^{n-1}+…+a\_{2}s+a\_{1}$$

B-11-9

Aşağıdaki denklemi ve çıktı denklemini düşünün:

$\left[\begin{matrix}\dot{x}\_{1}\\\dot{x}\_{2}\\\dot{x}\_{3}\end{matrix}\right]=\left[\begin{matrix}-6&1&0\\-11&0&1\\-6&0&0\end{matrix}\right]\left[\begin{matrix}x\_{1}\\x\_{2}\\x\_{3}\end{matrix}\right]+\left[\begin{matrix}2\\6\\2\end{matrix}\right]\left[\begin{matrix}u\end{matrix}\right]$

$y=\left[1 0 0\right]\left[\begin{matrix}x\_{1}\\x\_{2}\\x\_{3}\end{matrix}\right]$ Durum denkleminin uygun bir dönüşüm matrisi kullanılarak aşağıdaki forma dönüşebileceğini gösteriniz:

$\left[\begin{matrix}\dot{z}\_{1}\\\dot{z}\_{2}\\\dot{z}\_{3}\end{matrix}\right]=\left[\begin{matrix}0&0&-6\\1&0&-11\\0&1&-6\end{matrix}\right]\left[\begin{matrix}z\_{1}\\z\_{2}\\z\_{3}\end{matrix}\right]+\left[\begin{matrix}1\\0\\1\end{matrix}\right]\left[\begin{matrix}u\end{matrix}\right]$ Daha sonra y çıktısını $z\_{1}$,$ z\_{2},$ ve $z\_{3}$ cinsinden elde edin.

**Problem 4**: Problem 2'de verilen sistem için,

1. Çözücü matris kavramını kullanarak transfer fonksiyonu G (s) ‘i belirleyin, temel tanımında yer alan tüm gerekli matris manipülasyonlarını gerçekleştirin ve hesaplamalarınızın sonuçlarını tüm ara adımlarda verin.
2. (a) bölümünde bulunan transfer fonksiyonunuzu kullanarak, bu sistemin faz değişkenini (yani; kontrol edilebilir kanonik) formunu verin.
3. Bu sistemin faz değişken formunu, Ogata'nın A-12-3 Örnek probleminde (2. Baskıda A-10-3) verilen aşağıdaki yöntemi kullanarak bulunuz:

*Kısım (c) için önerilen yöntem:* *Tarafından temsil edilen genel bir kontrol edilebilen SISO sistemi için (bunların tümünü kanıtlamanız istenmez) gösterilebilir*

 $\overline{\dot{x}}=\overline{A}\overline{x}+\overline{b}u$ ; $y=\overline{c}^{T} \overline{x}$

durum değişkenlerinin lineer bir dönüşümü

$\overline{x}=\overline{P} \overline{x}^{\*}$ile $\overline{P}=\overline{M} \overline{W}$

Durum denklemlerini, M kontrol edilebilirlik matrisi olduğu faz değişken formuna dönüştürür ve

$$\overline{W}=\left[\begin{matrix}a\_{2}&a\_{3}&\cdots &a\_{n}&1\\a\_{3}&a\_{4}&\cdots &1&0\\\vdots &\vdots &\adots &\vdots &\vdots \\a\_{n}&1&\cdots &0&0\\1&0&\cdots &0&0\end{matrix}\right]$$

$a\_{i}$’nin karakteristik polinom katsayıları ise; şöyle ki;

$$\left|sI-A\right|=\left|sI-A^{\*}\right|=s^{a}+a\_{n}s^{n-1}+…+a\_{2}s+a\_{1}$$

**Problem 5**: Aşağıdaki transfer fonksiyonu matrisi tarafından tanımlanmış bir sistem için

$$\overline{G}\left(s\right)=\left[\begin{matrix}\frac{12s+34}{\begin{array}{c}s^{2}+5s+6\\ \end{array}}\\\frac{10s+28}{s^{2}+6s+8}\end{matrix}\right]$$

1. Üçüncü dereceden bir kontrol edilebilir kanonik gösterimi elde edin, ve
2. Van der Monde matrisini kullanarak bir üçüncü dereceden diyagonal (veya gerekirse Jordan) kanonik gösterim elde edin.

**Problem 6:**

1. Ders kitabı(Ogata) B-11-5 (2. Basım B-9-1) problemini, matris $\overline{A}$'nın özvektör bilgisini kullanarak uygun bir dönüşüm matrisi $\overline{P}$ oluşturarak çözün.
2. Kısım (a) ‘da bulunan matris $\overline{P}$ kullanılarak $\overline{P}^{-1}\overline{A} \overline{P}=diag(λ\_{1},λ\_{2}, λ\_{3},λ\_{4})$ olduğunu gösteriniz.
3. $\overline{A}$'yı değiştirilmiş bir kanonik forma dönüştürecek ve böyle bir dönüşüm matrisi için çözümünüzün gerçekten işe yaradığını gösteren bir dönüşüm matrisi $\overline{P\_{m}}$ elde edin.

**Problem 7:** Bir kare matris olarak tanımlanır olsun

$$\overline{A}=\left[\begin{matrix}0&0&0&0&1&0\\0&0&1&1&0&-1\\0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0\\0&0&1&0&0&-1\\0&0&0&0&0&0\end{matrix}\right]$$

1. Özdeğerlerini belirleyin,
2. Özvektörlerini el ile çözümle elde edin.
3. El ile çözüm yoluyla, özvektörlerini ve genelleştirilmiş özvektörlerini kullanarak bir dönüşüm matrisi elde edin.
4. Diyagonal/Jordan kanonik formunu, herhangi bir matris manipülasyonu olmadan, özvektör ve genelleştirilmiş özvektörünün bilgilerini kullanarak verin.
5. Matris dönüşümü yoluyla (d) ‘deki bulgularınızı doğrulayın.