

ZENİT HƏDƏF SÜRƏTİNİN TƏYİN OLUNDUĞU ATƏŞİ İDARƏETMƏ QURĞULARI ÜÇÜN OPTİMAL DİNAMİK SİSTEMİN MAPLE PAKETİ VASİTƏSİLƏ QURULMASI

Xəlilzadə Z.İ.

(BDU, Tətbiqi riyaziyyat və kibernetika fakültəsi)

memmedovazeyneb1996@mail.ru

Xülasə: Təqdim olunan işdə zenit hədəf sürətini təyin edən atəşi idarəetmə qurğuları üçün optimal dinamik sistem axtarılır və fərz olunur ki, girişdə verilən siqnal “ağ küy” tiplidir. Bu optimal dinamik sistem Maple program paketi vasitəsilə qurulur.

Açar sözlər: zenit hədəf sürəti, optimal xətti dinamik sistem, çəki funksiyası

İşdə girişinə $X(t) = R_3(t) + V(t)$ şəklində siqnal daxil olan zenit hədəf sürətini təyin edən atəşin idarəolunma qurğuları üçün optimal dinamik sistemin tapılması məsələsi öyrənilir; burada $R_3(t)$ -3-cü tərtib çoxhədli, $V(t)$ -manea funksiyası riyazi gözləməsi sifra bərabər və korelyasiya funksiyası $K(\tau) = s^2 e^{-a|\tau|}$ ($a > 0$) kimi verilmiş stasionar təsadüfi funksiyadır.

Optimal xətti dinamik sistemlərin tapılmasının aproksimasiya operatorunun $R_3(t)$ -nin törəməsi şəklində daxilolunma üsuluna [1] uyğun olaraq, çəki funksiyası $l(t)$ olan optimal dinamik L sistemi

$$\begin{cases} D[\varepsilon(t)] = E \left\{ \left| L[R_3(t) + V(t)] - \frac{d}{dt} R_3(t) \right|^2 \right\} = \min, \\ \int_0^T l(\tau) \tau^j d\tau = \int_{-\infty}^{\infty} \delta^{(1)}(\tau) \tau^j d\tau = \mu_j, \quad j = 0, 3; \end{cases} \quad (1)$$

optimallaşdırma məsələsindən təyin olunur; burada $\delta(\tau)$ -delta-funksiyadır.

(1) məsələsi μ_j -lərlə bağlı şərtlərsiz,

$$\begin{aligned} E \left\{ \left[\int_0^T l(\tau) [R_3(t-\tau) + V(t-\tau)] d\tau - \int_{-\infty}^{\infty} \delta^{(1)}(\tau) R_3(t-\tau) d\tau \right]^2 \right\} \\ - 2 \sum_{j=0}^3 \lambda_j \left[\int_0^T l(\tau) \tau^j d\tau - \mu_j \right] = \min \end{aligned}$$

variyaasiya hesabı məsələsinə gətirilir; harada ki, λ_j -lər məchul Laqranj vuruqlarıdır. Nəticədə, $V(t)$ -nin spektral sıxlığı rasiyal kəsır şəkildə olduğundan, $l(\tau)$ çəki funksiyasının

$$l(\tau) = \sum_{j=0}^3 D_j \tau^j + A_1 \delta(\tau) + B_1 \delta(\tau - T)$$

şəkildə olması (D_j -lər, A_1, B_1 -məchul sabitlərdir), λ_j -lərin

$$\int_0^T l(\tau) K(t - \tau) d\tau = \sum_{j=0}^3 \lambda_j t^j \quad (2)$$

bərabərliyindən tapılması və

$$D[\varepsilon(t)]_{min} = \sum_{j=0}^3 \lambda_j \mu_j \quad (3)$$

düsturu əsaslandırılır; aproksimasiya operatorunun çəki funksiyası $\delta^{(1)}(\tau)$ olduğundan $\mu_0 = \mu_2 = \mu_3 = 0$, $\mu_1 = -1$ alınır.

Təqdim olunan Maple-proqramda

- 1) (2) bərabərliyinin sol tərəfindəki inteqralın analitik hesablanması;
- 2) D_j -lər, A_1, B_1 və λ_j -lərə nəzərən alınan xətti tənliklər sisteminin qurulması və həll olunmasını;
- 3) (3) düsturu vasitəsilə təyin olunan aproksimatorun seçilməsində buraxılan xətanın T -nin müxtəlif qiymətlərindəki dispersiyalarının tapılmasını

reallaşdırır.

```

[ > restart;
  > l3 := (t) -> D0 + D1*t + D2*t^2 + D3*t^3;
                                l3 := t -> D0 + D1*t + D2*t^2 + D3*t^3
  > int(l3(t1)*exp(-a*(t-t1)), t1=0..t) + int(l3(t1)*exp(-a*(t1-t)), t1=
    t..T):
  > simplify(%);
  - 1/4 (D3 e^{-a(T-t)} T^3 a^3 + D2 e^{-a(T-t)} T^2 a^3 - 2 D3 a^3 t^3 + D1 e^{-a(T-t)} T a^3 - 2 D2 a^3 t^2
    + 3 D3 e^{-a(T-t)} T^2 a^2 + D0 e^{-a(T-t)} a^3 + D0 e^{-at} a^3 - 2 D1 a^3 t + 2 D2 e^{-a(T-t)} T a^2
    - 2 D0 a^3 + D1 e^{-a(T-t)} a^2 - D1 e^{-at} a^2 + 6 D3 e^{-a(T-t)} T a + 2 D2 e^{-a(T-t)} a
    + 2 D2 e^{-at} a - 12 D3 a t - 4 D2 a + 6 D3 e^{-a(T-t)} - 6 D3 e^{-at})
  > eq1 := -a^4*A1 + a^3*D0 - a^2*D1 + 2*a*D2 - 6*D3 = 0;
                                eq1 := -A1 a^4 + D0 a^3 - D1 a^2 + 2 D2 a - 6 D3 = 0
  > eq2 := -a^4*B1 + a^3*D0 + a^2*(1+a*T)*D1 + a*(2+2*a*T+a^2*T^2)*D2 + (6+6*a*
    T+3*a^2*T^2+a^3*T^3)*D3 = 0;
  eq2 := -a^4 B1 + D0 a^3 + a^2 (T a + 1) D1 + a (T^2 a^2 + 2 T a + 2) D2 + (T^3 a^3 + 3 T^2 a^2
    + 6 T a + 6) D3 = 0
  > eq3 := A1 + B1 + T*D0 + T^2*D1/2 + T^3*D2/3 + T^4*D3/4 = 0;
                                eq3 := A1 + B1 + T D0 + 1/2 T^2 D1 + 1/3 T^3 D2 + 1/4 T^4 D3 = 0

```

$$\begin{aligned} &> \text{eq4} := B1 + T \cdot D0 / 2 + T^2 \cdot D1 / 3 + T^3 \cdot D2 / 4 + T^4 \cdot D3 / 5 = -1; \\ &\text{eq4} := B1 + \frac{1}{2} T D0 + \frac{1}{3} T^2 D1 + \frac{1}{4} T^3 D2 + \frac{1}{5} T^4 D3 = -1 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} &> \text{eq5} := B1 + T \cdot D0 / 3 + T^2 \cdot D1 / 4 + T^3 \cdot D2 / 5 + T^4 \cdot D3 / 6 = 0; \\ &\text{eq5} := B1 + \frac{1}{3} T D0 + \frac{1}{4} T^2 D1 + \frac{1}{5} T^3 D2 + \frac{1}{6} T^4 D3 = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} &> \text{eq6} := B1 + T \cdot D0 / 4 + T^2 \cdot D1 / 5 + T^3 \cdot D2 / 6 + T^4 \cdot D3 / 7 = 0; \\ &\text{eq6} := B1 + \frac{1}{4} T D0 + \frac{1}{5} T^2 D1 + \frac{1}{6} T^3 D2 + \frac{1}{7} T^4 D3 = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} &> s3 := \text{solve}(\{\text{eq1}, \text{eq2}, \text{eq3}, \text{eq4}, \text{eq5}, \text{eq6}\}, \{A1, B1, D0, D1, D2, D3\}); \\ s3 := &\left\{ A1 = (120 (T^6 a^6 + 24 T^5 a^5 + 267 T^4 a^4 + 1728 T^3 a^3 + 6768 T^2 a^2 + 15120 T a \right. \end{aligned} \quad (9)$$

$$+ 15120)) / (T^7 a^7 + 32 T^6 a^6 + 480 T^5 a^5 + 4320 T^4 a^4 + 24960 T^3 a^3 + 92160 T^2 a^2$$

$$+ 201600 T a + 201600), B1 = -(60 (T^6 a^6 + 22 T^5 a^5 + 222 T^4 a^4 + 1296 T^3 a^3$$

$$+ 4656 T^2 a^2 + 10080 T a + 10080)) / (T^7 a^7 + 32 T^6 a^6 + 480 T^5 a^5 + 4320 T^4 a^4$$

$$+ 24960 T^3 a^3 + 92160 T^2 a^2 + 201600 T a + 201600), D0 = (120 (T^7 a^7 + 14 T^6 a^6$$

$$+ 52 T^5 a^5 - 396 T^4 a^4 - 5280 T^3 a^3 - 25440 T^2 a^2 - 60480 T a - 60480)) / (T (T^7 a^7$$

$$+ 32 T^6 a^6 + 480 T^5 a^5 + 4320 T^4 a^4 + 24960 T^3 a^3 + 92160 T^2 a^2 + 201600 T a$$

$$+ 201600)), D1 = -(1200 (T^7 a^7 + 17 T^6 a^6 + 126 T^5 a^5 + 450 T^4 a^4 + 336 T^3 a^3$$

$$- 3024 T^2 a^2 - 10080 T a - 10080)) / (T^2 (T^7 a^7 + 32 T^6 a^6 + 480 T^5 a^5 + 4320 T^4 a^4$$

$$+ 24960 T^3 a^3 + 92160 T^2 a^2 + 201600 T a + 201600)), D2 = (900 a^2 (3 T^5 a^5$$

$$+ 52 T^4 a^4 + 408 T^3 a^3 + 1752 T^2 a^2 + 4032 T a + 4032)) / (T (T^7 a^7 + 32 T^6 a^6$$

$$+ 480 T^5 a^5 + 4320 T^4 a^4 + 24960 T^3 a^3 + 92160 T^2 a^2 + 201600 T a + 201600)), D3 =$$

$$- \frac{1680 (T^2 a^2 + 5 T a + 10) a^2}{(T^4 a^4 + 20 T^3 a^3 + 180 T^2 a^2 + 840 T a + 1680) T^2} \Bigg\}$$

$$> \text{assign}(s3);$$

```

> T:=array(1..5);d:=array(1..5);
      T:=array(1..5,[ ])
      d:=array(1..5,[ ])
(11)
> for k from 1 to 5 do T[k]:=200*k;d[k]:=subs({a=0.25,s=25,T=200*k}
,evalf(sqrt(-2*s^2*(D1+6*a^2*D3)/a)):od:
> pare:=(T,d)->[T,d];
      pare:=(T,d)→[T,d]
(12)
> evalf(zip(pare,T,d));
[[200., 10.57221038], [400., 5.685252761], [600., 3.884579809], [800., 2.949678534],
[1000., 2.377358351]]
(13)

```

Maple 18 paketində işləmək üçün [2]-dən istifadə olunmuşdur.

Ədəbiyyat

1. A.A.Sveshnikov, "Applied methods of the theory of random functions", New-York,1966.
2. Hendrick Delcham, Luis A. Gonzalez, "Introduction to Maple 18 standard worksheet", 135 p., (2016).