

UZATISH FUNKSIYASI ASOSIDA HOLAT FAZOSINING KANONIK MODELLARINI SINTEZ QILISH USULLARI

Latipov Shahriyor Baxtiyorovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,
Oliy matematika va axborot texnologiyalari kafedrasida dotsenti v.b.

Annotatsiya: Maqolada chiziqli dinamik tizimning uzatish funksiyasini holat fazosida tavsifga aylantirish usullari muhokama qilinadi. Strukturaviy diagrammalardan foydalangan holda birinchi va ikkinchi kanonik shakllarni olish va integratorlar zanjiri orqali tasvirlash tartiblari batafsil tavsiflangan. Tegishli differentsial tenglamalar va matritsa modellari keltirilgan. Bunday yondashuv zamonaviy avtomatlashtirilgan tizimlarda boshqarish va tahlil algoritmlarini amalga oshirishni osonlashtiradi.

Kalit so'zlar: O'tkazish funksiyasi, kanonik shakl, holat fazosi, struktura diagrammasi, matritsa tavsifi, chiziqli tizim, integrator.

Abstract: The article discusses methods for transforming the transfer function of a linear dynamic system into a description in the state space. The procedures for obtaining the first and second canonical forms using structural diagrams and describing them through a chain of integrators are described in detail. The corresponding differential equations and matrix models are presented. Such an approach facilitates the implementation of control and analysis algorithms in modern automated systems.

Keywords: Transfer function, canonical form, state space, structural diagram, matrix description, linear system, integrator.

Zamonaviy avtomatik boshqarish nazariyasi dinamik obyektlarni holat fazosi modellari ko'rinishida keng foydalanadi. Ko'pgina jismoniy jarayonlar an'anaviy ravishda uzatish funksiyalari orqali tasvirlangan bo'lsa-da, boshqarish tizimlarini samarali loyihalash va amalga oshirish ushbu modellarni tahlil qilish, sintez qilish va raqamli amalga oshirish uchun mos shaklga aylantirishni talab qiladi. Ushbu maqolada berilgan uzatish funksiyasidan kanonik modellarni olish usullari, xususan, birinchi va ikkinchi kanonik shakllar muhokama qilinadi.

Obyektning matematik modelini ixtiyoriy uzatish funksiyasi ko'rinishidagi holat o'zgaruvchilaridagi tavsifga aylantirishning taniqli usullarini ko'rib chiqamiz. Buning uchun biz tegishli strukturaviy sxemalardan foydalanamiz[1-3].

Obyektning uzatish funksiyasidan holat o'zgaruvchilaridagi tavsifga o'tishning ikkita ko'rinishini ko'rib chiqamiz:

$$W(p) = \frac{y}{u} = \frac{b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_0}{p^n + a_n p^{n-1} + \dots + a_1} \quad (1)$$

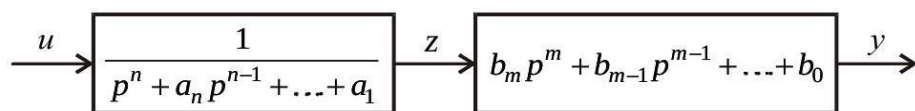
Bu yerda $m < n$. (1) ni ikkita uzatish funksiyasining ko'paytmasi sifatida keltiramiz:

$$W(p) = \left(\frac{1}{p^n + a_n p^{n-1} + \dots + a_1} \right) (b_m p^m + \dots + b_1 p + b_0) \quad (2)$$

$$W(p) = (b_m p^m + \dots + b_1 p + b_0) \left(\frac{1}{p^n + a_n p^{n-1} + \dots + a_1} \right) \quad (3)$$

Ushbu tasvirlarning har biri (1) holat o'zgaruvchilaridagi o'zining oddiy modeliga mos keladi, bu kanonik shakl deb ataladi.

(2) uzatish funksiyasi bilan tizimning matematik modelini o'zgartirishni ko'rib chiqamiz. Uning strukturaviy sxemasi ketma-ket ulangan ikkita zveno sifatida ifodalanishi mumkin (1-rasm).



1 - rasm. (2) Tizimning strukturaviy ifodasi

Tizimning har bir zvenosi uchun tegishli operator tenglamasini yozamiz

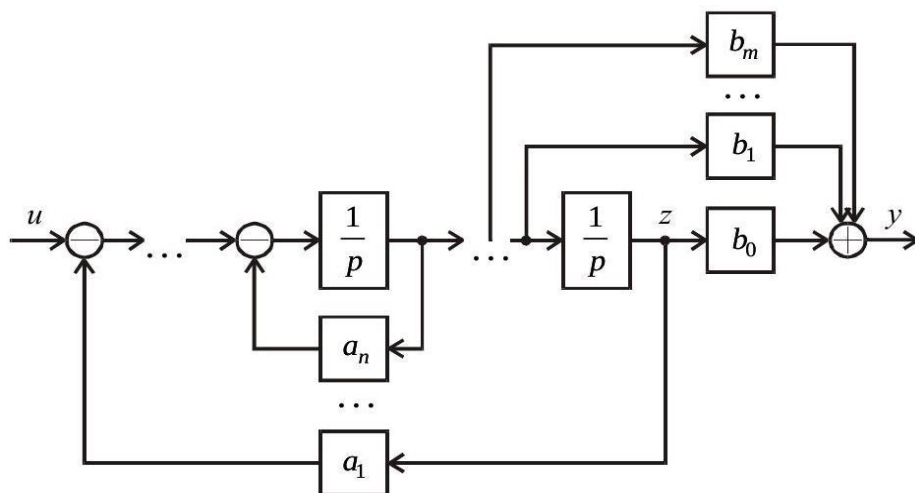
$$\begin{cases} (p^n + a_n p^{n-1} + \dots + a_1)z = u \\ (b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_0)z = y \end{cases} \quad (4)$$

Birinchi tenglamadan (4) operator shaklidagi $p^n z$ z qiymatiga mos keladigan z o'zgaruvchining yuqori hosilasini aniqlaymiz.

$$p^n z = u - a_n p^{n-1} z - \dots - a_1 z$$

Olingan ifoda birinchi tenglamani (4) n teskari bog'lanishli integratorlar zanjiri sifatida ifodalashga imkon beradi va chiqish o'zgaruvchisi y ikkinchi tenglamaga muvofiq (4) z va uning m hosilalari o'zgaruvchining yig'indisi sifatida hosil bo'ladi[4-6].

Strukturaviy o'zgarishlardan foydalanib, 2- rasmda ko'rsatilgan tizimning struktur sxemasini olamiz.



2 - rasm. Kanonik shaklga mos keladigan strukturaviy sxema.

E'tibor bering, uzatish funksiyasiga (2) mos keladigan struktur-sxema n ta integrator zanjiridan iborat bo'lib, bu yerda n - tizimning tartibi. Bundan tashqari, teskari aloqada dastlabki uzatish funksiyasining koeffitsientlari maxrajda (xarakteristik ko'phadning koeffitsientlari), to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlikda esa uning sur'ati ko'phadining koeffitsientlari mavjud.

Olingan struktur-sxemadan tizimning holat o'zgaruvchilari modeliga o'tish oson. Buning uchun biz har bir integratorning chiqishini holat o'zgaruvchisi sifatida olamiz

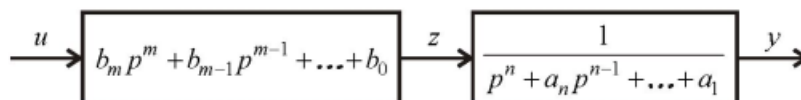
$$x_1 = z, x_2 = \dot{z}, \dots, x_n = z^{(n-1)},$$

holatning differensial tenglamalarini va sistema chiqish tenglamasini (1) ko'rinishda yozish imkonini beradi.

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2, \\ \dot{x}_2 = x_3, \\ \dots \\ \dot{x}_n = -a_1x_1 - a_2x_2 - \dots - a_nx_n + u, \\ y = b_0x_1 + b_1x_2 + \dots + b_mx_{m+1}. \end{cases} \quad (5)$$

(5) tenglamalar tizimini vektor matritsa shaklida quyidagi matritsalar bilan ifodalash mumkin:

Uzatish funksiyasidan (1) holat o'zgaruvchilaridagi tavsifga o'tishning ikkinchi usulini ko'rib chiqamiz, buning uchun tizimning strukturasi (3) sxematik ravishda 3- rasmda tasvirlaymiz.



3 - rasm. (3) Uzatish funksiyasining strukturaviy ko'rinishi

Uning operator tenglamalari quyidagicha bo'ladi

$$\begin{cases} (p^n + a_n p^{n-1} + \dots + a_1)y = z, \\ (b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_0)u = z. \end{cases} \quad (6)$$

Oldingi holatga o'xshab, birinchi tenglamani (6) n ta teskari aloqaga ega bo'lgan integrator zanjiri sifatida taqdim etamiz va z kirish ta'siri ikkinchi tenglamaga (6) muvofiq nazorat u va m uning hosilalari yig'indisi ko'rinishida hosil bo'ladi [7-8].

Uzatish funksiyasi asosida holat fazosida kanonik modellarni sintez qilish boshqarish tizimlarini tahlil qilish va loyihalashda muhim bosqich hisoblanadi. Birinchi va ikkinchi kanonik shakllar raqamli kontrollerlarni amalga oshirish va tizim xususiyatlarini baholash uchun mos keladigan obyektning turli xil, ammo ekvivalent ko'rinishlarini ta'minlaydi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, kanonik shakllar nazorat qonunlarini samarali amalga oshirish va tizim dinamikasini modellashtirish, ularning fizik tabiatini buzmasdan amalga oshirish imkonini beradi. Shunday qilib, uzatish funksiyasidan kanonik modellarni sintez qilish murakkab dinamik obyektlarni boshqarishning aniqligi va samaradorligini oshirishga yordam beradigan nazariy asosli va amaliy foydali usuldir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Соловьев, И. А., Бухаров, С. А. Математическое моделирование и управление динамическими объектами. - СПб: Питер, 2012.
2. Ландо, А. А., Фуртат, И. Б. Адаптивные системы управления. - М.: Наука, 2005..
3. Кржижановский, Е. В., Михайлов, А. П. Адаптивное управление техническими объектами. - М.: Радио и связь, 1988.
4. Botirov, T., Latipov, S., Baqoyev, H., Xashimova, F., Botirov, U. Cheklangan buzilish kompensatsiyasi bilan adaptiv boshqaruv algoritmlari. E3S Web of Conferences da (2024. 525-jild, 05023-bet).

5. Латипов Ш. Б. Адаптивная система управления с эталонной моделью в условиях параметрической неопределенности // Journal of Advances in Engineering Technology. 2024. №1.

6. Канушкин С В. Управление робототехническими комплексами охранного мониторинга в условиях неопределенности. Правовая информатика, 2019. №2, С.40-48.

7. Добровидов А.В. Автоматические методы выделения полезных сигналов на фоне помех в условиях непараметрической неопределенности, Автомат и телемех., 2011, №2, С.56-70.

8. Igamberdiev H. Z., Mamirov U. F. Regular algorithms for the parametric estimation of the uncertain object control // World Conference Intelligent System for Industrial Automation. - Cham: Springer International Publishing, 2020. - С. 322-328