

UO‘K 62-503.4

DINAMIK BOSHQARUV OBYEKTLARINI ZAMONAVIY MODELLASHTIRISHDA ADAPTIV FILTRLARNING QO‘LLANILISHI

Zaripova Shahlo Olimovna- katta o‘qituvchi, ORCID: 0009-0008-9950-9646,
E-mail: zaripovashahlo87@gmail.com

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Maqolada dinamik boshqaruv obyektlarini zamonaviy modellashtirishda adaptiv filtrlarning qo‘llanilish, zamonaviy radioelektron moslamalarda raqamli signallarni qayta ishlashning adaptiv filtrlash turi keltirilgan. Adaptiv filtrlash tushuniladigan signalni adaptiv qayta ishlash belgilangan parametrlarga ega filtrlar vazifani bajara olmagan holatda qo‘llanilishi lozim. Maqolada dinamik boshqaruv obyektlarini adaptiv filtrlash algoritmlarining asosiy turlari hamda modellashtirish vositalari asosida zamonaviy raqamli signal protsessorlari yordamida adaptiv filtrlarni amalga oshirish misollari haqida umumiy ma‘lumot berilgan. Turli xil adaptiv filtrlash algoritmlarining mavjudligi moslashuvchan filtrlarni ishlab chiqish yoki ulardan foydalanishda radioelektron apparatura ishlab chiquvchilarga hisoblash murakkabligi va samaradorlik o‘rtasida kompromiss qarorlar qabul qilish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: adaptiv filtrlar, zamonaviy radioelektron moslamalar, raqamli signallar, algoritmlar, dinamik obyektlar, texnologiyalar, muntazamlash parametri, boshqaruvchi ta’sir, matematik model, shovqin bahosi, raqamli signal protsessorlari, signallarni raqamli qayta ishlash, viner optimal filtrlash, MATLAB tili, signallar ta’siri holati.

УДК 62-503.4

ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ ПРИ СОВРЕМЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

Зарипова Шахло Олимовна- старший преподаватель

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. В статье представлены вопросы использования адаптивных фильтров при современном моделировании объектов динамического управления. Адаптивный фильтрационный тип цифровой обработки сигналов представлен в современных радиоэлектронных устройствах. Адаптивную обработку сигналов, под которой понимают адаптивную фильтрацию, следует использовать, когда фильтры с заданными параметрами не могут выполнить поставленную задачу. В статье приведены общие сведения об основных типах алгоритмов адаптивной фильтрации объектов динамического управления и примеры реализации адаптивных фильтров с использованием современных цифровых сигнальных процессоров на основе средств моделирования. Наличие различных алгоритмов адаптивной фильтрации позволяет разработчикам радиоэлектронной аппаратуры принимать компромиссные решения между вычислительной сложностью и эффективности при разработке или использовании адаптивных фильтров.

Ключевые слова: адаптивные фильтры, современные радиоэлектронные устройства, цифровые сигналы, алгоритмы, динамические объекты, технологии, параметр регуляризации, эффект управления, математическая модель, оценка шума, цифровые сигнальные процессоры, цифровая обработка сигналов, оптимальная фильтрация Винера, язык MATLAB, в случае сигнальных эффектов.

UDC 62-503.4

APPLICATION OF ADAPTIVE FILTERS IN MODERN SIMULATION OF DYNAMIC CONTROL OBJECTS

Zaripova, Shakhlo Olimovna-Senior lecturer

Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. *The article discusses the use of adaptive filters in modern modeling of dynamic control objects. Presents a type of adaptive filtering of digital signal processing in modern electronic equipment. Adaptive signal processing, which refers to adaptive filtering, should be used in cases where filters with specified parameters are not able to perform the task. The article provides general information about the main types of adaptive filtering algorithms, means of modeling them, as well as examples of the implementation of adaptive filters using modern digital signal processors. The availability of various adaptive filtering algorithms allows electronic equipment developers to make trade-offs between computational complexity and efficiency when developing or using adaptive filters.*

Keywords: *adaptive filters, in modern electronic devices, digital signals, algorithms, dynamic objects, technologies, regularization parameter, control effect, mathematical model, noise estimation, digital signal processors, digital signal processing, optimal Wiener filtering, MATLAB language, in case of signaling effects.*

Kirish

Bugungi kunda dinamik boshqaruv obyektlarni avtomatlashtirish va boshqarish masalalari dolzarb bo'lib qolmoqda. Dinamik boshqaruv obyektlarini modellashtirishda turli zamonaviy usullar keng qo'llanilmoqda, jumladan adaptiv filtrlarning qo'llanilishi samarali natijalarni bermoqda. MATLAB dasturlash tilining asosiy vazifasi – signallarni qayta ishlash uchun algoritmlarini modellashtirish uchun zamonaviy vositalarga mos keladi. Mazkur dasturiy vositalar adaptiv filtrlar modellarining standart amalga oshirishlarni ham, boshqa tashkilotlar tomonidan ishlab chiqilgan modellarni ham o'z ichiga oladi. Qurilmalarda zamonaviy raqamli signal protsessorlari (RSP) ishlab chiqaruvchilari, shuningdek radioelektron apparatura ishlab chiquvchilarga keyinchalik o'z jihozlarida foydalanish uchun RSP larda adaptiv filtrlarni amalga oshirish misollarini taklif qilishadi [1-6].

Uslub va materiallar

Signallarni raqamli qayta ishlash (SRQI) radiolokatsion va radionavigatsiya tizimlarida, simli, optik va radio aloqalarida, hisoblash va maishiy texnikada keng qo'llaniladi. Texnologiyani jadal rivojlanishi so'nggi oltmish yil ichida RSP nazariyasi va amaliyotidagi ko'p sonli jarayonlar, shuningdek, elektrotexnikada texnologik yutuqlar bilan bog'liq bo'lib, ular real vaqtda algoritmlarini amalga oshirish uchun yuqori samarador va ixcham raqamli qurilmalarni yaratishga imkon beradi.

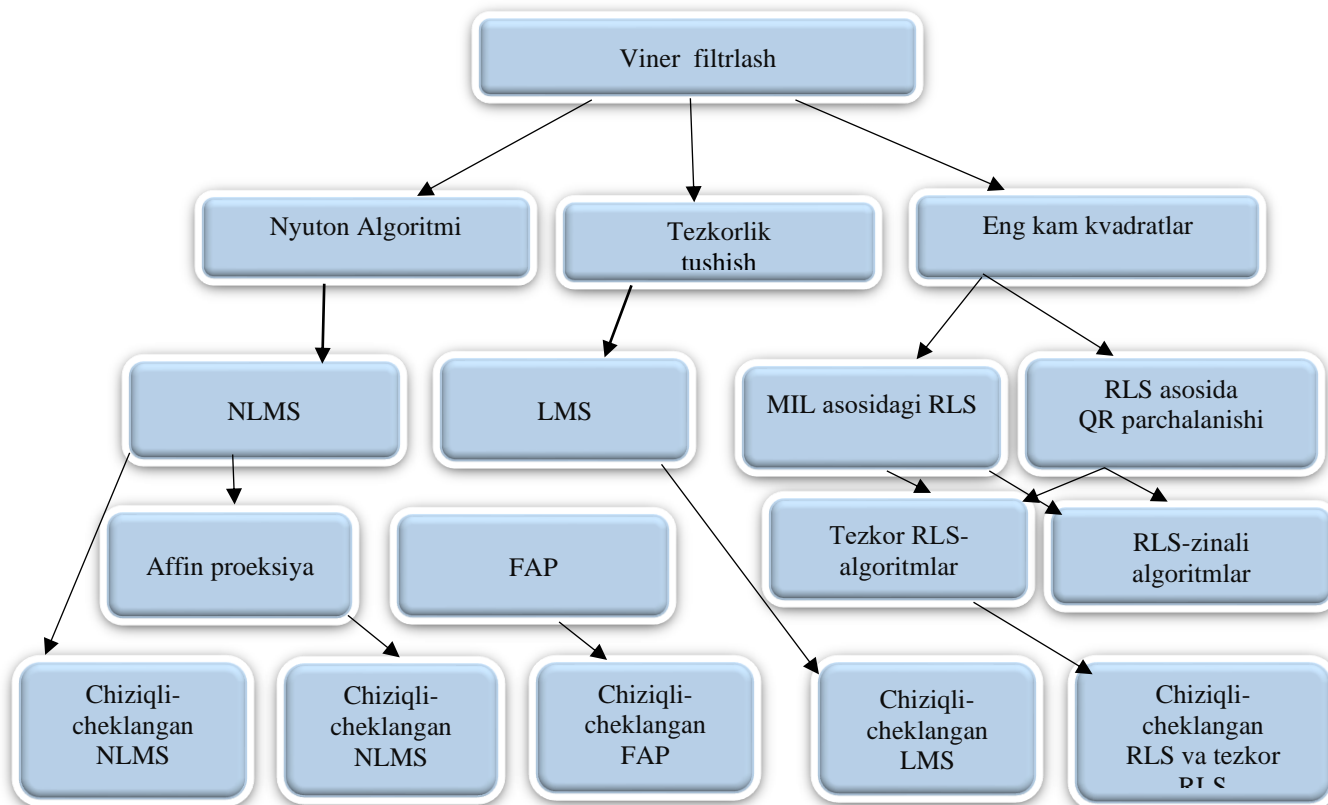
RSP rivojlanishi zamonaviy radioelektron moslamalarda bir qator mustaqil ilmiy-texnik yo'nalishlarning paydo bo'lishiga olib keldi va ularning asosiy vazifasi signallarni adaptiv qayta ishlash hisoblanadi.

Zamonaviy radioelektron moslamalarda adaptiv filtrlash deb tushuniladigan signalni adaptiv qayta ishlash belgilangan parametrlarga ega filtrlar vazifani bajara olmagan holatda qo'llanilishi mumkin. Texnologik jarayonlarda filtrlash shartlari noma'lum yoki o'zgaruvchan bo'lgan hollarda, ya'ni, filtrlar parametrlariga qo'yiladigan talablarni oldindan shakllantirib bo'lmaydigan holatlarda ishlatish lozim.

Zamonaviy radioelektron moslamalar rivojlangan sari, adaptiv filtrlardan foydalanmasdan ularning samarali ishini ta'minlab bo'lmaydi. Hozirda zamonaviy adaptiv filtrlarni shovqin kompensatorlari, aloqa kanallarining elektr xarakteristikalari ekvalayzerlari (to'g'rilagichlari), elektr va akustik aks-sado signallari kompensatorlari va boshqa bir qator moslamalarda ishlatish mumkun [4-7].

Tadqiqot natijalari

Signallarda adaptiv algoritmi shartli ravishda adaptiv filtrning chiqish signalini bajarish uchun hisoblash algoritmiga hamda uning og'irlik koeffitsiyentlarini (OK) hisoblash algoritmi asosida jarayonni bajarish mumkun [6-8].



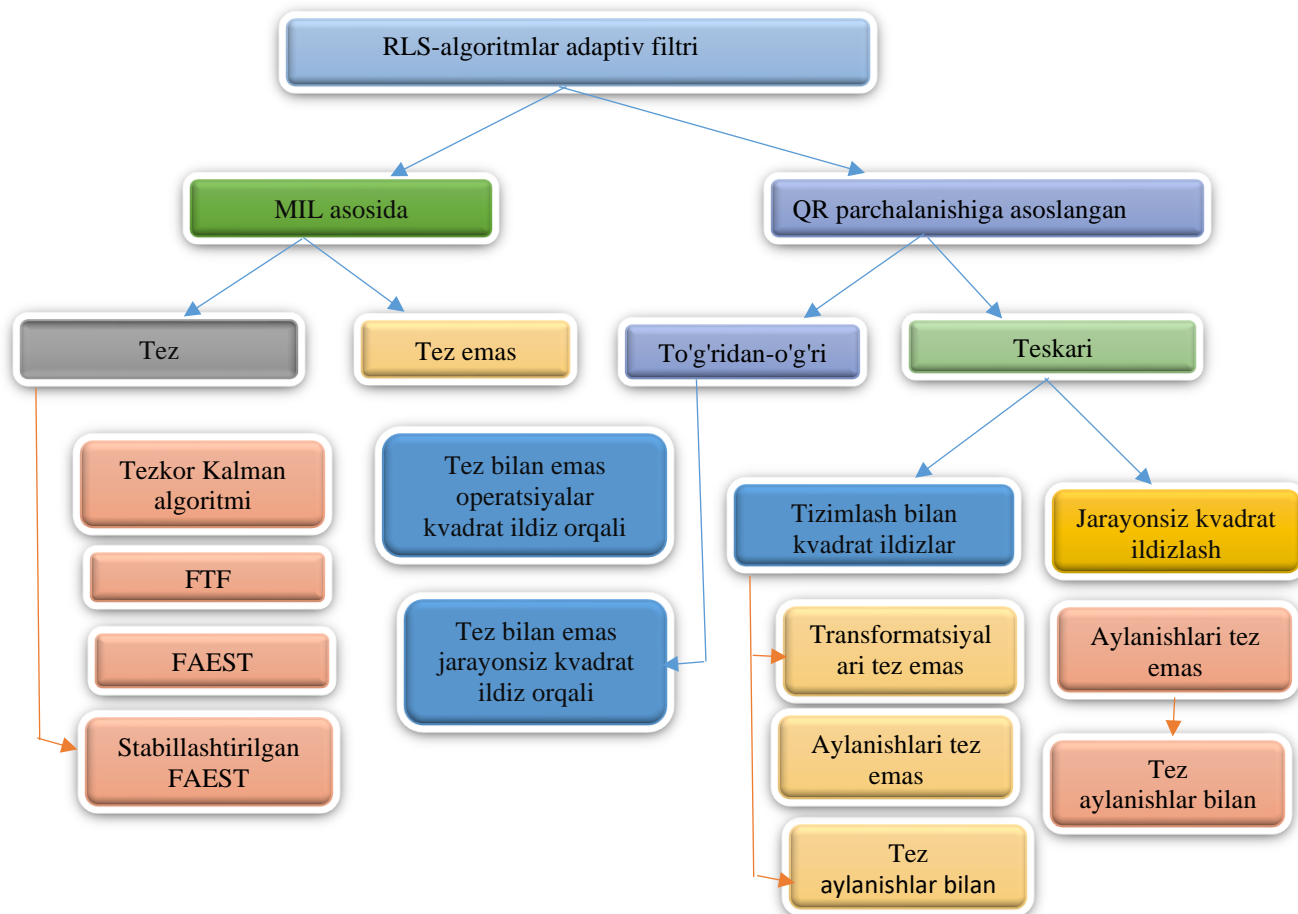
1-rasm. Signallarni adaptiv filtrlash algoritmlarining xilma-xilligi.

Signallarni adaptiv filtrlash algoritmlarining xilma-xilligi (1-rasm) Viner optimal filtrlash nazariyasiga asoslanib keltirilgan. Bugungi kunda ushbu nazariyaning hamda mavjud adaptiv algoritmlarning asosiy turlari tavsifini ixtisoslashtirilgan kitoblarda [3-6] da topish hamda nazariya asosida amaliyotda qo'llash mumkin. Hozirgi vaqtda adaptiv algoritmlarning o'xshashlari ko'p bo'lib Nyuton algoritmi, bu algoritmi eng tez tushish algoritmi hamda eng kichik kvadratlar algoritmi hisoblanadi. Eng kichik kvadrat mezonni oddiy algoritmlarga (Least Mean Square, LMS), uning me'yorlashtirilgan versiyasi (Normalized LMS, NLMS) bo'yicha gradient adaptiv algoritmlarning turlari kiradi, murakkab algoritmlarga esa lemma matritsa inversiyasi (Matrix Inversion lemma, MIL) va QR-parchalanishga asoslanadigan eng kichik kvadratlar mezonni bo'yicha rekursiv algoritmlar (Recursive least Squares, RLS) turlari kiradi. Signallarni adaptiv filtrlash algoritmlarining xilma-xilligidan tashqari, tezkor (ya'ni, hisoblash samarali) AP (Fast AP, FAP) algoritmlar va tezkor RLS-algoritmlar, jumladan, zinali algoritmlar mavjud, ular tuzilish jihatdan zina yoki panjarani eslatuvchi hisoblash protseduralari tufayli shu nomni olgan.

Ko'pgina adaptiv filtrlashda algoritmlarning ish jarayoni adaptiv filtrning talab qilinadigan va chiqish signallari o'rtasidagi ma'lumlarni xatoligi funksiyalarning shartsiz yoki shartli ravishda

minimallashtirishga asoslanib bajariladi. Shartli optimallashtirishda, odatda, minimallashtiriladigan maqsadli funktsiya qiymatlariga qo'yiladigan chiziqli cheklovlar mavjud. Buning natijasida hosil bo'lgan adaptiv algoritmlar chiziqli cheklangan deb ataladi.

Turli xil adaptiv filtrlash algoritmlarining mavjudligi moslashuvchan filtrlarni ishlab chiqish yoki ulardan foydalanishda radioelektron apparatura ishlab chiquvchilarga hisoblash murakkabligi adaptiv filtrlarning iteratsiyasi uchun zarur bo'lgan arifmetik operatsiyalar soni ko'pligi va jarayonning davomiyligi, barqaror holatdagi xato qiymat o'rtasida kompromiss qarorlar qabul qilishi mumkin. Adaptiv filtrlar apparat yordamida odatda oddiy gradiyent algoritmlarini amalga oshirishda qo'llaniladi [6-9].

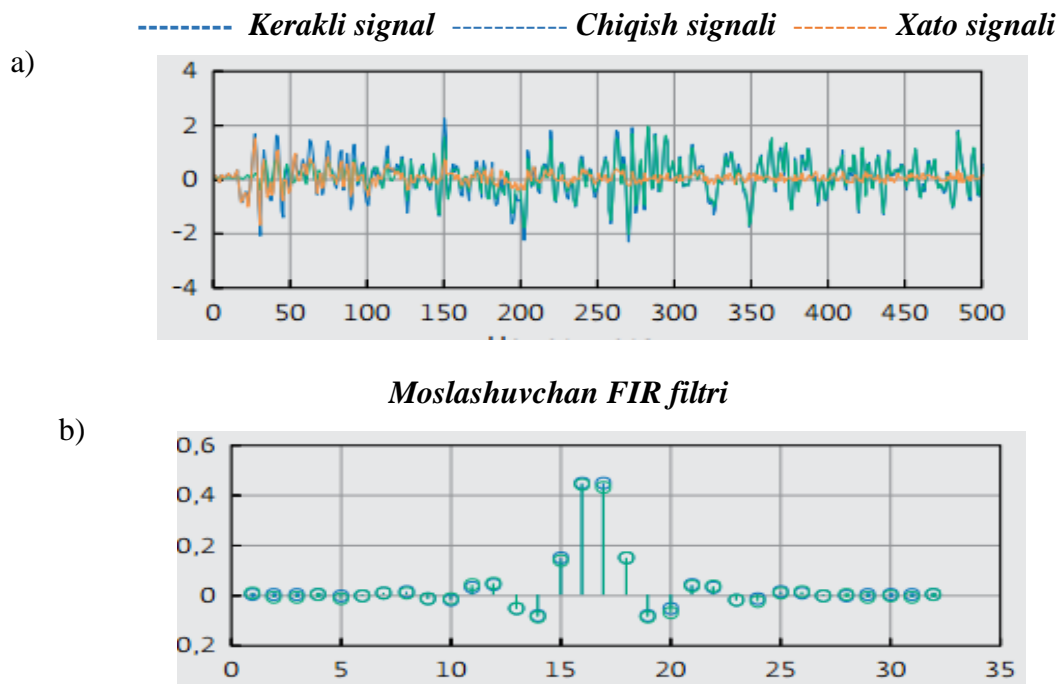


2-rasm. Signallarni adaptiv filtrlash uchun RLS-algoritmlarining turlari

Signallarni adaptiv filtrlash uchun RLS-algoritmlarining xilma-xilligi (2-rasm) adaptiv filtr kirish signallarining korrelyatsion matritsasini va uning dinamik tartibga solinishini, shuningdek, bitta, ikkita yoki to'rtta RQP yordamida strukturaviy-mustaqil parallel amalga oshirilishini baholashda turli xil oyna funksiyalarni qo'llash hisobidan amalga oshirish mumkin.

MATLAB tili dasturiy mahsulotlar qisqartirilgan yadrolarini o'z ichiga oladi (labVIEW da MathScript va SystemVue da Mathlang), ularni shaxsiy kompyuterda MATLAB tilini o'rnatmasdan labVIEW yoki SystemVue muhitida foydalanish imkonini beradi.

Signallarni boshqarish uchun, RSP algoritmlari jamlangan MATLAB tilining standart DSP System Toolbox ilovasida ham obyektlar sifatida hamda amalga oshirilgan 30 ga yaqin turli xil adaptiv algoritmlar mavjudligini ko'rishimiz mumkin. Hozirgi kunda mazkur obyektlar turli xil adaptiv ilovalarni, xususan, Communication Toolbox standart ilovasining adaptiv ekvalayzerlarida modellashtirish uchun ishlatilishi mumkin.



3-rasm. Adaptiv filtrlarni modellashtirish:
a – LMS-algoritm asosida; b – RLS-algoritm asosida

3-rasmda 32 ta OK ga ega cheklangan impuls xususiyatli filtrning impuls javobini aniqlash masalasini yechishda MATLAB tilida adaptiv algoritm obyektlaridan foydalanishning ikkita misoli keltirilgan. Signallardagi RLS-algoritm LMS-algoritmga nisbatan qisqaroq o'tish jarayonini ko'rsatadi, bu esa adaptiv filtrlarning xususiyatlariga mos keladi va ishlash jarayonini tezlashtiradi.

Dasturlarda MATLAB tilining standart vositalarida amalga oshirilgan turli adaptiv filtrlash algoritmlari uchun o'xshash tasvirlarni olish dasturlari DSP System Toolbox ilovasining "Ma'lumotlar tizimi" da ko'rish mumkin.

MATLAB tilida adaptiv algoritmlarini obyektlar ko'rinishida amalga oshirishning bir qator kamchiliklari mavjud, ulardan ba'zi ilovalarni modellashtirishda foydalanishni cheklaydi [4-8]. Adaptiv filtrlash algoritmlari kutubxonasida bu kamchiliklar mavjud emasligi bilan ahamiyatga ega.

Kutubxona [11-15] haqiqiy va kompleks OK saqlagan bir kanalli va ko'p kanalli adaptiv filtrlar uchun adaptiv filtrlashning deyarli barcha turlarini o'z ichiga oladi (1-3-rasmga qarang).

Adaptiv filtrlash algoritmlarining foydalanuvchi grafik interfeysi (FGI) 3-rasmda keltirilgan. Adaptiv filtrlarni modellashtirish yordamida ichki va tashqi test signallari ta'siri ostida harakat qiladigan adaptiv filtrlashning ma'lum algoritmining xususiyatlarini ko'rish mumkin. Bu holatda tashqi test signallari ta'siri holatida ma'lumotlar fayllari ko'rinishida uzatiladigan signallar qo'llaniladi. Algoritmni FGI zarur bo'lgan tanlash orqali, adaptiv filtrlar kerakli kanallar sonini va qo'llaniladigan arifmetika turini (haqiqiy yoki kompleks) aniqlash, shuningdek, tanlangan algoritmdan bog'liq bo'lgan parametrlarni belgilash imkonini yaratib beradi.

MATLAB dasturlash tilining kutubxonaning barcha algoritmlari obyektlar yoki funksiyalar emas, balki dasturlar ko'rinishida amalga oshirilgan bo'lishi kerak. MATLAB dasturlash tilida bunday amalga oshirish algoritmlar xususiyatlarini tadqiq qilishda yoki ularning ish qobiliyatini tekshirishda qulaydir, chunki algoritmning barcha "ichki" o'zgaruvchilariga ruxsatga ega. Dasturda shuningdek biron-bir RSP uchun Assembler tilida algoritmlarni o'tkazish uchun qo'llash qulaydir, chunki kutubxona algoritmlari signallarni vektorli emas, balki iteratsion qayta ishlashga dasturlashtirilgan. Ushbu dasturda adaptiv algoritmlarning aksariyati ilovaga grafik tarzda integratsiyalashgan, modellashtirishning kirish/chiqish signallari fayllarda saqlanishi mumkin. Keyinchalik ular adaptiv algoritmlarni dasturlash tillariga va hisoblash platformalariga o'tkazishda test vektorlar sifatida qo'llanilishi mumkin.

MATLAB tilida bir qator adaptiv filtrlash algoritmlari FREE-ASPT for MATLAB kutubxonasida ham amalga oshirilgan [4, 5, 11, 15]. Biroq, ushbu kutubxonaning bepul versiyasidan faqat cheklangan miqdordagi OK soniga ega adaptiv filtrlarni modellashtirish uchun foydalanish mumkin. MATLAB dasturlash tilida algoritmlarning dasturiy kodi yopiq bo'lib, bu algoritmlarni amalga oshirish xususiyatlari bilan tanishishga imkon bermaydi va ularning xususiyatlarini o'rganishda noqulaylik yuzaga keladi.

Xulosa

Maqolada signallar uchun MATLAB, SystemVue va labVIEW dasturlash tillarida adaptiv filtrlashning standart va nostandart ilovalarining asosiy elementlaridan biri mahalliy "ELVIS" ilmiy-ishlab chiqarish markazi OAJ, shuningdek, Analog Device Texas, Instruments va Freescale Semiconductor xorijiy kompaniyalarining zamonaviy RSP larining orqali adaptiv filtrlash amaliy kutubxonalari elementlari ko'rib chiqildi. Mazkur maqola adaptiv filtrlarni hamda ularning ilovalarini modellashtirish va ishlab chiqish vositalarini tanlashda qo'llanma bo'lib xizmat qilishi mumkin. Adaptiv filtrlar ishlatuvchilari va ishlab chiqaruvchilari hamda mahalliy va xorijiyda ishlab chiqarilgan RSP larning arxitektura xususiyatlari va qiyosiy tahlilini muhokama qilish uchun [6,8-10,13] maqoladan ham foydalanishlari mumkin.

Adabiyotlar

- [1] Егупов Н.Д., Пупков К.А. Методы классической и современной теории автоматического управления. Учебник в 5 томах. - М.: Издательство МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2004.
- [2] Справочник по теории автоматического управления // Под ред. А.А. Красовского. - М.: Наука, 1987. - 712 с.
- [3] Фильтрация и стохастическое управление в динамических системах // Под ред. К. Т. леондеса Пер. с англ., - М.: Мир, 1980. - 407 с.
- [4] Джиган В.И. Адаптивные фильтры и их приложения в радиотехнике и связи, ч.1. – Современная электроника, 2009, №9, с.56–63.
- [5] Джиган В.И. Адаптивные фильтры и их приложения в радиотехнике и связи, ч.2. – Современная электроника, 2010, №1, с.72–77.
- [6] Джиган В.И. Адаптивные фильтры и их приложения в радиотехнике и связи, ч.3. – Современная электроника, 2010, №2, с.70–77.
- [7] Синицын И.Н. Фильтры Калмана и Пугачева. Изд-во: Логос, 2006. –640с.
- [8] Первачев С.В., Перов А.И. Адаптивная фильтрация сообщений. – М.: Радио и связь, 1991. -160 с.
- [9] Saberi A., Stoorvogel A.A., Sannuti P. Filtering Theory with Applications to Fault Detection, Isolation, and Estimation. Boston: Birkhauser, 2007. - 723pp.
- [10] Simon D. Optimal State Estimation. Kalman, H-infinity and Nonlinear Approaches. Hoboken, NJ: Wiley, 2006. - 526 pp.
- [11] Sayed A.H. Fundamentals of adaptive filtering. – NJ, Hoboken: John Wiley and Sons, Inc., 2003.
- [12] Уидроу Б., Стирнз С.Д. Адаптивная обработка сигналов // Пер. с англ. под ред. Шахгилдяна В.В. – М.: Радио и связь, 1989.
- [13] Poularikas A.D., Ramadan Z.M. Adaptive filtering premier with MATLAB. – New York, CRC Press, 2006.
- [14] Солонина А.И., Арбузов С.М. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в МАТЛАБ: учебн. пособие. – С.-Пб.: БХВ-Петербург, 2008 с.
- [15] Солонина А.И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в Симулинк: учебн. пособие. – С.-Пб.: БХВ Петербург, 2008.