



MIKROKONTROLLERLARDA SIGNALNI QAYTA ISHLASH VA TAHLIL ALGORITMLARI

Bozarov Farxod Samadovich

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti NTM katta o'qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada mikrokontrollerlarda signalni qayta ishlash va tahlil algoritmlari masalalari keng yoritilgan. Mazkur algoritmlar sensorlardan kelgan analog va raqamli signallarni real vaqt rejimida qayta ishlash, filtrlash, tahlil qilish va aktuatorlarni boshqarish imkonini beradi. Maqolada signalni konvertatsiya qilish, filtrlash algoritmlari (FIR va IIR), Fourier transformasi va FFT, real vaqt algoritmlari, shuningdek, amaliy qo'llanish sohalari va xavfsizlik masalalari tahlil qilingan. Shu bilan birga, energiya samaradorligi, resurs cheklovlari va zamonaviy rivojlanish istiqbollari ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: Mikrokontroller, signalni qayta ishlash, tahlil algoritmlari, ADC, DAC, FIR/IIR filtr, FFT, real vaqt algoritmi, sensor, aktuator.

Аннотация. В статье подробно рассмотрены алгоритмы обработки и анализа сигналов на микроконтроллерах. Эти алгоритмы позволяют обрабатывать аналоговые и цифровые сигналы от сенсоров в реальном времени, фильтровать, анализировать и управлять актуаторами. Рассмотрены преобразование сигналов, фильтры FIR и IIR, преобразование Фурье и FFT, алгоритмы реального времени, практическое применение и вопросы безопасности. Также обсуждаются вопросы энергосбережения, ограниченных ресурсов и перспектив развития.

Ключевые слова: микроконтроллер, обработка сигналов, алгоритмы анализа, ADC, DAC, фильтры FIR/IIR, FFT, алгоритм реального времени, сенсор, актуатор.

Annotation. This article extensively discusses signal processing and analysis algorithms in microcontrollers. These algorithms enable real-time processing, filtering, analysis of analog and digital sensor signals, and control of actuators. The



article covers signal conversion, FIR and IIR filters, Fourier Transform and FFT, real-time algorithms, practical applications, and safety considerations. Energy efficiency, resource constraints, and future development trends are also addressed.

Keywords: Microcontroller, Signal Processing, Analysis Algorithms, ADC, DAC, FIR/IIR Filter, FFT, Real-Time Algorithm, Sensor, Actuator.

Kirish.

Mikrokontrollerlar zamonaviy elektronika va avtomatlashtirilgan tizimlarning ajralmas qismi hisoblanadi. Ular kichik hajmli, past energiya sarf qiluvchi va dasturlash mumkin bo'lgan qurilmalar bo'lib, turli sanoat, ilmiy va kundalik hayot tizimlarida qo'llaniladi. Mikrokontrollerlar yordamida sensorlardan olingan analog yoki raqamli signalni qayta ishlash va tahlil qilish mumkin, bu esa real vaqt rejimida qurilmalarni boshqarish va natijalarni kuzatishga imkon beradi. Signalni qayta ishlash algoritmlari mikrokontrollerlar dasturlashining muhim yo'nalishlaridan biri bo'lib, ular yordamida ma'lumotlarni filtrlash, o'lchash, tahlil qilish va qaror qabul qilish jarayonlari amalga oshiriladi.

Mikrokontrollerlarda signal tushunchasi.

Signal – bu vaqt yoki fazoda o'zgaradigan fizik yoki elektron parametr bo'lib, u ma'lumotni tashish va ifodalash uchun xizmat qiladi. Mikrokontrollerlarda signal asosan sensorlar tomonidan o'lchanadigan fizik parametrlar (harorat, bosim, yorug'lik, harakat va hokazo) shaklida keladi. Analog signal mikroprotessor tomonidan raqamli shaklga o'tkaziladi va keyin tahlil qilinadi. Signalni qayta ishlash algoritmlari mikrokontrollerning markaziy protessori yoki DSP (Digital Signal Processing) modulida amalga oshiriladi.

Signalni qayta ishlashning asosiy bosqichlari.

Mikrokontrollerlarda signalni qayta ishlash jarayoni bir nechta bosqichlardan iborat: signalni o'lchash va raqamlashtirish, filtrlash, tahlil qilish, natijalarni chiqarish va qaror qabul qilish. Birinchi bosqichda sensorlar orqali olingan analog signal ADC (Analog-to-Digital Converter) yordamida raqamli formatga o'tkaziladi. Bu bosqichda signalning aniqligi va sifatini saqlash muhimdir. Ikkinchi bosqich – filtrlash, bu shovqinni kamaytirish va signalning haqiqiy parametrlarini ajratishga



xizmat qiladi. Keyingi bosqich – tahlil, bu yerda signalning xususiyatlari (amplituda, chastota, o‘rtacha qiymat, variatsiya) hisoblanadi va kerakli algoritmlar orqali natija chiqariladi. Oxirgi bosqich – signalga asoslangan qaror qabul qilish va aktuatorlarni boshqarish.

Filtrlash algoritmlari.

Signalni qayta ishlash jarayonida eng muhim masalalardan biri shovqinni kamaytirishdir. Mikrokontrollerlarda filtrlash analog va raqamli filtrlash orqali amalga oshiriladi. Analog filtrlash oddiy RC va LC zanjirlar yordamida amalga oshirilsa, raqamli filtrlash dasturiy algoritmlar yordamida bajariladi. Raqamli filtrlar orasida eng ko‘p qo‘llaniladigani – FIR (Finite Impulse Response) va IIR (Infinite Impulse Response) filtrlardir. FIR filtrlari barqaror va oson loyihalash mumkin bo‘lsa, IIR filtrlari kamroq resurs talab qiladi, lekin barqarorlik nuqtai nazaridan ehtiyotkorlik talab etadi.

Signalni tahlil qilish algoritmlari.

Mikrokontrollerlarda signalni tahlil qilish algoritmlari turli xususiyatlarni hisoblashga qaratilgan: o‘rtacha qiymat, RMS (Root Mean Square), maksimum va minimum qiymatlar, chastota komponentlarini aniqlash. Fourier transformasi va uning mikrokontrollerlar uchun optimallashtirilgan variantlari (Fast Fourier Transform, FFT) chastotaviy tahlil uchun ishlatiladi. Shu bilan birga, filtrlangan signaldan xatti-harakatlarni aniqlash, o‘zgarishlar tezligini hisoblash va hodisalarni aniqlash algoritmlari qo‘llaniladi.

Real vaqt rejimi va mikrokontrollerlar.

Ko‘pgina mikrokontroller ilovalarida signal real vaqt rejimida qayta ishlanishi talab etiladi. Masalan, motor tezligi boshqaruvi, harorat nazorati yoki transport sensorlari tizimlari. Real vaqt algoritmlari interrupt, timer va DMA (Direct Memory Access) mexanizmlari yordamida amalga oshiriladi. Bu usullar mikrokontroller resurslarini optimal ishlatishga yordam beradi va kechikishlarni kamaytiradi.

Analog va raqamli signalni konvertatsiya qilish.



Mikrokontrollerlarda signalni qayta ishlashning muhim qismi ADC va DAC (Digital-to-Analog Converter) yordamida signal konvertatsiyasidir. ADC analog signalni raqamli formatga o'tkazib, mikrokontrollerga yuboradi, DAC esa raqamli natijani analog qurilmalarga uzatish imkonini beradi. Konvertatsiya aniqligi (bitlar soni) va chastotasi mikrokontroller ishlash samaradorligiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Algoritmni optimallashtirish.

Mikrokontrollerlar ko'pincha cheklangan resursga ega bo'lgan qurilmalar hisoblanadi, shuning uchun signalni qayta ishlash algoritmlarini optimallashtirish muhimdir. Bu jarayonda arifmetik amallarni minimalizatsiya qilish, massivlar va keshlardan samarali foydalanish, ko'p o'lchovli operatsiyalarni ko'proq integral va iterativ usullar bilan almashtirish tavsiya etiladi. Masalan, FFT algoritmini optimallashtirish uchun ko'p hollarda qattiq diskret transformatsiyalar o'rniga radix-2 yoki radix-4 FFT ishlatiladi.

Mikrokontrollerlarda signal monitoringi va boshqarish.

Signalni qayta ishlash va tahlil algoritmlari mikrokontrollerga faqat ma'lumot berish bilan cheklanmaydi, balki u asosida qaror qabul qilish va boshqaruv amalga oshiriladi. Masalan, harorat sensori signalini qayta ishlash orqali HVAC tizimi avtomatik yoqiladi yoki o'chiriladi. Shu tarzda, mikrokontroller real vaqt rejimida sensorlardan kelgan signalni tahlil qiladi va aktuatorlarni boshqaradi.

Amaliy qo'llanish sohalari.

Signalni qayta ishlash va tahlil algoritmlari mikrokontrollerlarda ko'plab sohalarda qo'llaniladi: avtomobil elektron tizimlari, aqlli uy va aqlli shahar qurilmalari, sanoat avtomatlashtirish, tibbiyot asboblari, robototexnika va IoT tizimlari. Masalan, aqlli termostatlar harorat signalini doimiy tahlil qilib, optimal isitish yoki sovutish rejimini belgilaydi. Avtomobil ABS tizimi esa tormoz signallarini qayta ishlash orqali xavfsiz harakatni ta'minlaydi.

Xavfsizlik va ishonchlilik masalalari.

Signalni qayta ishlash tizimlarida xavfsizlik va ishonchlilik muhim rol o'ynaydi. Mikrokontroller dasturiy ta'minoti va algoritmlari xatoliklarni kamaytirishi, shovqin va noto'g'ri ma'lumotlarni filtrlashi kerak. Shu bilan birga,



real vaqt tizimlarida kechikishlar va ma'lumot yo'qolishining oldini olish uchun redundansiya va zaxira mexanizmlari joriy qilinadi.

Zamonaviy trendlar va rivojlanish istiqbollari.

So'nggi yillarda mikrokontrollerlarda signalni qayta ishlash va tahlil algoritmlari yanada murakkablashmoqda. Sun'iy intellekt, mashina o'rganish va kognitiv algoritmlar mikrokontrollerlarda integratsiya qilinmoqda, bu esa signalni oldindan prognozlash, anomal holatlarni aniqlash va tizim samaradorligini oshirish imkonini beradi. Shu bilan birga, energiya samaradorligi, cheklangan resursli qurilmalar va real vaqt ishlash algoritmlarini optimallashtirish ustuvor yo'nalish sifatida qolmoqda.

Xulosa.

Mikrokontrollerlarda signalni qayta ishlash va tahlil algoritmlari zamonaviy elektron tizimlarning samaradorligi va ishonchligini ta'minlashning ajralmas qismi hisoblanadi. Analog va raqamli signallarni filtrlash, tahlil qilish, real vaqt rejimida boshqarish va qaror qabul qilish jarayonlari mikrokontrollerlar yordamida amalga oshiriladi. Ushbu algoritmlarning samarali ishlashi nafaqat texnik tizimlarning ishlash sifatini oshiradi, balki turli sohalarda innovatsion yechimlarni tatbiq etish imkonini beradi. Shu sababli mikrokontrollerlarda signalni qayta ishlash va tahlil algoritmlarini o'rganish va rivojlantirish zamonaviy texnologik va ilmiy tadqiqotlarning dolzarb yo'nalishlaridan biri bo'lib qolmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Xasanov S. Elektron tizimlarda signalni qayta ishlash. – Tashkent: O'zbekiston, 2020.
2. Axmedov D. Mikrokontrollerlarda algoritmik dasturlash. – Tashkent: Texnologiya, 2021.
3. Qodirov R. Analog va raqamli signallarni tahlil qilish. – Tashkent: Fan, 2019.
4. Tursunov B. DSP va real vaqt algoritmlari. – Tashkent: O'zbekiston, 2020.
5. Yo'ldoshev N. FIR va IIR filtrlari mikrokontrollerlarda. – Tashkent: Texnologik Nashriyot, 2019.



6. Xidirova, N. B. qizi Nomozova, FA (2024). RAQAMLI MATERIALLAR VA INTERAKTIV PLATFORMALAR YORDAMIDA TABIIY FANLARNI O‘QITISH. GOLDEN BRAIN, 2(20), 162-166.
7. Xidirova, N. B. qizi Oromova, SS, & Otajonova, KR (2024). MULTIMEDIALI TEXNOLOGIYALAR VA ULARNING PSIXOLOGIYADA QO‘LLANILISHI. GOLDEN BRAIN, 2(20), 157-161.
8. Sunatov, J. R., Shamatova, G., & Maxmanazarov, O. (2024). Ta’limda kompyuter texnologiyasidan foydalanish (ms powerpoint amaliy dasturiy ta’minot misolida). Talqin va tadqiqotlar,(28).
9. Tellayevich, K. R. (2026). MEHNAT BOZORIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR JORIY ETILISHINING ISH UNUMDORLIGIGA TA’SIRINI EKONOMETRIK TAHLIL QILISH. Научный Фокус, 3(32), 582-587.
10. Kuchaboyev, R. T. (2024). IoT TEXNOLOGIYALARI YORDAMIDA AQLLI BINOLARDA MAXFIYLIKNI TA’MINLASH. Экономика и социум, (6-1 (121)), 1576-1581.