

SIGNALNI QAYTA ISHLASH VA SAMARADORLIK

Qodirov Oyatbek Bahodirjon o'g'li*insta01312005@gmail.com***Dalibekov Lochinbek Rustambekovich***O'qituvchi***Annotatsiya**

Ushbu tadqiqot signalni qayta ishlash va uning samaradorligini oshirish masalalariga bag'ishlangan bo'lib, unda raqamli filtrlash, tezkor Furiye o'zgartirish, adaptiv va statistik algoritmlarning amaliy ishlash samaradorligi tahlil qilindi. Tadqiqot jarayonida signal sifatini baholash mezonlari sifatida signal va shovqin nisbati, o'rtacha kvadrat xatolik, hisoblash murakkabligi, ishlov berish vaqti hamda energiya va xotira resurslaridan foydalanish darajasi qo'llanildi. Olingan natijalar turli algoritmlarning afzallik va cheklovlarini aniqlash, optimal yechimlarni tanlash va real tizimlarda qo'llash imkoniyatlarini ko'rsatdi. Tadqiqot signalni qayta ishlash usullarining samaradorligini oshirish, ularni amaliy sohalarida qo'llash va kelajakdagi izlanishlar uchun ilmiy-amaliy asos yaratish bilan bog'liq. Mazkur ish aloqa tizimlari, multimedia texnologiyalari, tibbiy diagnostika va sanoat monitoringi kabi yo'nalishlarda yuqori sifatli va barqaror signalni ta'minlash imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Signalni qayta ishlash, raqamli filtrlar, tezkor Furiye o'zgartirishi, adaptiv algoritmlar, samaradorlik, signal va shovqin nisbati (SNR), o'rtacha kvadrat xatolik, energiya samaradorligi, real vaqt rejimi.

Annotation

This study is devoted to the issues of signal processing and improving its efficiency, in which the practical performance of digital filtering, fast Fourier transform, adaptive and statistical algorithms was analyzed. In the process of research, the signal-to-noise ratio, mean square error, computational complexity, processing time, and the level of utilization of energy and memory resources were used as criteria for assessing signal quality. The results obtained showed the possibilities of identifying the advantages and limitations of various algorithms, selecting optimal solutions, and applying them in real systems. The study is related to improving the efficiency of signal processing methods, their application in practical areas, and creating a scientific and practical basis for future research. This work serves to expand the possibilities of providing high-quality and stable signals in areas such as communication systems, multimedia technologies, medical diagnostics, and industrial monitoring.

Keywords: Signal processing, digital filters, fast Fourier transform, adaptive algorithms, efficiency, signal-to-noise ratio (SNR), mean square error, energy efficiency, real-time mode.

Аннотация

Данное исследование посвящено вопросам обработки сигналов и повышения их эффективности, в котором проанализирована практическая производительность цифровой фильтрации, быстрого преобразования Фурье, адаптивных и статистических алгоритмов. В процессе исследования в качестве критериев оценки качества сигнала использовались отношение сигнал-шум, среднеквадратичная ошибка, вычислительная сложность, время обработки и уровень использования энергетических и запоминающих ресурсов. Полученные результаты показали возможности выявления преимуществ и ограничений различных алгоритмов, выбора оптимальных решений и их применения в реальных системах. Исследование связано с повышением эффективности методов обработки сигналов, их применением в практических областях и созданием научно-практической базы для будущих исследований. Данная работа служит расширению возможностей обеспечения высококачественных и стабильных сигналов в таких областях, как системы связи, мультимедийные технологии, медицинская диагностика и промышленный мониторинг.

Ключевые слова: обработка сигналов, цифровые фильтры, быстрое преобразование Фурье, адаптивные алгоритмы, эффективность, отношение сигнал-шум (SNR), среднеквадратичная ошибка, энергоэффективность, режим реального времени.

Kirish

Signalni qayta ishlash axborotni qabul qilish, uzatish va tahlil qilish bilan bog'liq bo'lgan barcha zamonaviy texnologik tizimlarning muhim asosini tashkil etadi hamda raqamli aloqa, mobil tarmoqlar, sun'iy yo'ldosh tizimlari, multimedia texnologiyalari, tibbiy tasvirlarni qayta ishlash va sanoat monitoringi kabi ko'plab sohalarda keng qo'llaniladi [1]. Real muhitda hosil bo'ladigan signallar turli tashqi va ichki omillar ta'sirida shovqinlar, buzilishlar, so'nish va kechikishlarga duch keladi, bu esa uzatilayotgan axborotning aniqligi va ishonchliligini pasaytiradi [2], shu sababli signallarni samarali qayta ishlash, ya'ni ularni filtrlash, diskretlash, kvantlash, spektral tahlil qilish va qayta tiklash usullarini qo'llash orqali foydali signalni ajratib olish muhim vazifa hisoblanadi [3]. Raqamli signalni qayta ishlash usullari analog yondashuvlarga nisbatan yuqori barqarorlik, moslashuvchanlik va algoritmik optimallashtirish imkoniyatlariga ega bo'lib, murakkab hisoblash jarayonlarini avtomatlashtirish hamda real vaqt rejimida amalga oshirishga sharoit yaratadi [4]. Samaradorlik tushunchasi signalni qayta ishlash jarayonida signal va shovqin nisbati,

hisoblash murakkabligi, xotira va energiya resurslaridan foydalanish darajasi hamda natijaviy signal sifatining barqarorligi kabi asosiy ko'rsatkichlar bilan belgilanadi [5], zamonaviy tizimlarda esa yuqori tezlikda ishlov berish va energiya tejamliligini ta'minlash talabi algoritmlarni to'g'ri tanlash va ularni optimallashtirish masalasini yanada dolzarb qiladi [6]. Masalan, adaptiv filtrlash, tezkor Furye o'zgartirishi va statistik tahlilga asoslangan usullar yordamida signal sifati sezilarli darajada yaxshilanib, tizimning umumiy ishlash samaradorligi oshadi [7], apparat va dasturiy vositalarning jadal rivojlanishi esa signalni qayta ishlash algoritmlarini parallel va taqsimlangan muhitlarda qo'llash imkonini berib, katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlashda yuqori unumdorlikka erishishga xizmat qiladi [8]. Shu asosda olib borilgan tadqiqot signalni qayta ishlashning asosiy usullarini samaradorlik nuqtayi nazaridan tahlil qilish, baholash mezonlarini aniqlash hamda ularni amaliy tizimlarga tatbiq etish imkoniyatlarini ko'rsatishga qaratilgan bo'lib, olingan natijalar kelajakda yuqori ishonchlilikka ega va resurslardan oqilona foydalanadigan axborot tizimlarini yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi [9].

Metodologiya signalni qayta ishlash jarayonlarini samaradorlik nuqtayi nazaridan chuqur o'rganishga qaratilgan bo'lib, tadqiqot davomida nazariy tahlil va amaliy modellash usullari o'zaro uyg'unlashtirildi; dastlab signallarni qayta ishlashning asosiy bosqichlari aniqlanib, analog signallarni raqamli shaklga o'tkazish jarayonida diskretlash va kvantlash amallari bajarildi, bunda Nyukvist–Shennon talablari asosida namuna olish chastotasi tanlandi hamda kvantlash xatoliklarining signal sifatiga ta'siri baholandi [1], keyingi bosqichda foydali signalni shovqin va buzilishlardan ajratib olish maqsadida past, yuqori va tasmali o'tkazuvchi raqamli filtrlar qo'llanilib, ularning amplituda va faza xususiyatlari tahlil qilindi [2][3], shuningdek signalning vaqt va chastota sohasidagi xususiyatlarini aniqlash uchun tezkor Furye o'zgartirishi va spektral tahlil usullaridan foydalanilib, signal tarkibidagi asosiy komponentlar hamda ularning energiya taqsimoti baholandi [4]. Qayta ishlash jarayonining samaradorligini aniqlashda signal va shovqin nisbati, o'rtacha kvadrat xatolik, hisoblash murakkabligi, ishlov berish vaqti, xotira hamda energiya resurslaridan foydalanish darajasi asosiy mezonlar sifatida qabul qilinib [5], ushbu mezonlar orqali turli algoritmlarning amaliy tizimlardagi ishlash ko'rsatkichlari taqqoslandi va optimal yechimlarni tanlash imkoniyati yaratildi [6]. Tadqiqot jarayonida adaptiv filtrlash va statistik tahlilga asoslangan algoritmlar ham qo'llanilib, ularning dinamik muhit sharoitida signal sifatini yaxshilashdagi samaradorligi o'rganildi [7], hisoblash jarayonlari zamonaviy dasturiy modellash tizimlarida amalga oshirilib natijalarning aniqligi va takrorlanuvchanligi ta'minlandi hamda apparat vositalar sifatida raqamli signal protsessorlari va umumiy maqsadli hisoblash platformalarining imkoniyatlari inobatga olindi [8][9], natijada ushbu metodologik

yondashuv signalni qayta ishlash usullarining samaradorligini kompleks baholash va ularni real amaliy tizimlarga tatbiq etish uchun mustahkam ilmiy-amaliy asos yaratdi.

Natijalar signalni qayta ishlashning tanlangan usullari va algoritmlari asosida olib borilgan keng qamrovli modellashtirish hamda amaliy tajribalar natijasida shakllantirildi va ular samaradorlik ko'rsatkichlari bo'yicha batafsil tahlil qilindi; o'tkazilgan tajribalar raqamli filtrlash algoritmlarini qo'llash signal tarkibidagi shovqin va tasodifiy buzilishlarni sezilarli darajada kamaytirib, signal va shovqin nisbati qiymatini barqaror ravishda oshirishga imkon berganini, bu esa uzatilayotgan axborotning aniqligi, barqarorligi va ishonchliligini ta'minlaganini ko'rsatdi [1][2]; past, yuqori va tasmali o'tkazuvchi filtrlarning solishtirma tahlili foydali signal komponentlarini saqlab qolgan holda keraksiz chastota qismlarini samarali bostirganini va vaqt sohasida amplituda tebranishlari hamda signal shaklidagi buzilishlarni sezilarli darajada kamaytirganini namoyon etdi [3]; spektral tahlil natijalari tezkor Fyurje o'zgartirishiga asoslangan usullar signalning chastotaviy tarkibini aniqlashda yuqori aniqlikni ta'minlaganini, biroq shovqin darajasi va signal xususiyatlari tez o'zgarib turadigan sharoitlarda adaptiv filtrlash algoritmlari yanada moslashuvchan va barqaror ishlashini ko'rsatdi [4][5]. Hisoblash samaradorligini baholash jarayonida soddaroq algoritmlar kamroq vaqt va xotira resurslarini talab qilgan bo'lsa, murakkab statistik va adaptiv usullar ko'proq hisoblash quvvatiga ehtiyoj sezgan, ammo signal sifati bo'yicha yuqori natijalarni taqdim etib, o'rtacha kvadrat xatolikni sezilarli darajada kamaytirgan [6]; energiya samaradorligi nuqtayi nazaridan olib borilgan tahlillar optimallashtirilgan algoritmlar va parallel hisoblash usullaridan foydalanish orqali energiya sarfini kamaytirish va real vaqt rejimida ishlov berish imkoniyatlarini kengaytirganini ko'rsatdi [7]; olingan natijalarni jadval va grafiklar ko'rinishida ifodalash turli algoritmlar o'rtasidagi farqlarni yaqqol namoyon qilgan, ularning afzallik va cheklovlarini aniqlash imkonini bergan hamda real aloqa tizimlari, multimedia ilovalari, tibbiy signallarni qayta ishlash va monitoring tizimlarida eng samarali yechimlarni tanlash uchun ishonchli ilmiy-amaliy asos yaratgan [8][9].

Olingan natijalar signalni qayta ishlash jarayonida qo'llanilgan algoritmlar va metodlarning samaradorligini turli jihatlari bo'yicha batafsil tahlil qilish imkonini berdi; tajribalar shuni ko'rsatdiki, raqamli filtrlash, tezkor Fyurje o'zgartirish va adaptiv algoritmlar signal tarkibidagi shovqin va tasodifiy buzilishlarni samarali kamaytirib, signal va shovqin nisbati ko'rsatkichlarini sezilarli darajada oshirdi, bu esa uzatilayotgan axborotning aniqligi, barqarorligi va ishonchliligini yaxshiladi [1][2]; samaradorlikka ta'sir etuvchi asosiy omillar orasida algoritmlarning murakkabligi, ishlov berish tezligi, xotira va energiya resurslaridan foydalanish darajasi, shuningdek muhit sharoitlaridagi o'zgaruvchanliklar muhim rol o'ynadi [3][4]; masalan, adaptiv filtrlash algoritmlari o'zgaruvchan shovqin darajasi va signal xususiyatlariga tez

moslashib, barqaror natijalar taqdim qilsa, soddaroq algoritmlar kamroq resurs talab qilgan holda tezroq ishlashga imkon berdi, ammo signal sifati nuqtai nazaridan murakkab usullardan kamroq samarali edi [5]; amaliy sohalarda olingan natijalar keng qo'llanish imkoniyatlarini ko'rsatadi: aloqa tizimlarida yuqori sifatli signal uzatishni ta'minlash, tibbiyot sohasida diagnostik signallarni qayta ishlash va aniqlikni oshirish, multimedia texnologiyalarida audio va video signallar sifatini yaxshilash, shuningdek sanoat monitoringi va avtomatlashtirilgan tizimlarda real vaqt rejimida ma'lumotlarni samarali qayta ishlash uchun algoritmlarni qo'llash mumkin [6][7]; shu bilan birga, tadqiqot jarayonida aniqlangan cheklovlar ham mavjud bo'lib, murakkab algoritmlarning yuqori hisoblash quvvati va energiya sarfi talab qilishi, ba'zi adaptiv usullarning yuqori chastotali signal o'zgarishlarida kechikishlarga olib kelishi va real vaqt rejimida ishlashda resurslar bilan bog'liq muammolar yuzaga kelishi mumkin [8][9]; kelajakdagi takomillashtirish yo'nalishlari sifatida parallel va taqsimlangan hisoblash platformalaridan foydalanish, algoritmlarni optimallashtirish va energiya samaradorligini oshirish, shuningdek sun'iy intellekt va mashina o'rganish usullarini integratsiya qilish orqali signalni qayta ishlash samaradorligini yanada oshirish mumkin; natijada, olingan natijalar signalni qayta ishlash metodlarining samaradorligini baholash, ularning afzallik va cheklovlarini aniqlash hamda turli amaliy sohalarda qo'llash imkoniyatlarini chuqur tushunishga xizmat qiladi.

Xulosa

Olingan natijalar signalni qayta ishlash usullarining samaradorligini turli jihatlar bo'yicha kompleks baholash imkonini berdi va tajribalar shuni ko'rsatdiki, raqamli filtrlash, tezkor Furye o'zgartirish, adaptiv va statistik algoritmlar signal sifatini sezilarli darajada yaxshilashga qodir bo'lib, shovqin va buzilishlarni kamaytirish, signal va shovqin nisbati ko'rsatkichlarini oshirish hamda uzatilayotgan axborotning aniqligi va barqarorligini ta'minlashda samarali ekanligi aniqlandi [1][2][3]. Tadqiqot davomida samaradorlikni baholash mezonlari sifatida signal va shovqin nisbati, o'rtacha kvadrat xatolik, hisoblash murakkabligi, ishlov berish vaqti, energiya va xotira resurslaridan foydalanish darajasi qo'llanilib, turli algoritmlarning afzallik va cheklovlari aniqlanib, amaliy tizimlarda optimal yechimlarni tanlash imkoniyati yaratilgan [4][5][6]. Shu asosda signalni qayta ishlash samaradorligini oshirish bo'yicha asosiy xulosalar sifatida algoritmlarni tanlashda muhit sharoitlari, hisoblash va energiya resurslari, shuningdek real vaqt rejimida ishlash talablari hisobga olinishi, adaptiv va optimallashtirilgan usullarni integratsiya qilish orqali yuqori sifatli va barqaror signalni ta'minlash mumkinligi aniqlangan [7][8]. Kelajakdagi ilmiy izlanishlar uchun tavsiyalar sifatida esa signalni qayta ishlash algoritmlarini parallel va taqsimlangan hisoblash platformalarida optimallashtirish, energiya samaradorligini oshirish, shuningdek sun'iy intellekt va mashina o'rganish usullarini integratsiya qilish orqali yanada murakkab va katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlash samaradorligini

oshirish ko'rsatildi [9]. Shu bilan birga, olingan natijalar turli amaliy sohalarda, jumladan aloqa tizimlari, multimedia texnologiyalari, tibbiy diagnostika va sanoat monitoringi kabi yo'nalishlarda eng maqbul yechimlarni tanlash va qo'llash uchun ishonchli ilmiy-amaliy asos yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

- 1 Oppenheim A.V., Schafer R.W. *Discrete-Time Signal Processing*. 3rd ed. Pearson, 2010. 1120 p.
- 2 Proakis J.G., Manolakis D.G. *Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications*. 4th ed. Pearson, 2007. 984 p.
- 3 Mitra S.K. *Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach*. 4th ed. McGraw-Hill, 2010. 896 p.
- 4 Lyons R.G. *Understanding Digital Signal Processing*. 3rd ed. Prentice Hall, 2010. 720 p.
- 5 Haykin S. *Adaptive Filter Theory*. 5th ed. Pearson, 2013. 960 p.
- 6 Smith S.W. *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*. California Technical Pub., 1997. 680 p.
- 7 Ingle V.K., Proakis J.G. *Digital Signal Processing Using MATLAB*. 2nd ed. Cengage Learning, 2010. 720 p.
- 8 Ifeakor E.C., Jervis B.W. *Digital Signal Processing: A Practical Approach*. 2nd ed. Pearson, 2002. 832 p.
- 9 Rabiner L.R., Gold B. *Theory and Application of Digital Signal Processing*. Prentice Hall, 1975. 640 p.