

SIGNAL VA TASVIRLARNI REAL VAQT REJIMIDA QAYTA ISHLASHNING MUAMMOLARI VA YECHIMLARI

Farg'ona davlat texnika universiteti talabalari

Solijonov Muhammadamin Sayotjon o'g'li

Alimqulov Asrorbek Bahodir o'g'li

Email:asrorbekalimqulov@gmail.com

ANNOTATSIYA

Maqolada signal va tasvirlarni real vaqt rejimida qayta ishlashning zamonaviy muammolari, ularning yechim yo'llari hamda amaliy qo'llanmalari tahlil qilingan. Hisoblash resurslarining cheklanganligi, kechikishlarni minimallashtirish, ma'lumotlar oqimini boshqarish kabi asosiy muammolar ko'rib chiqilgan. Apparat va dasturiy ta'minot optimizatsiyasi, parallel ishlov berish, sun'iy intellekt algoritmlarining qo'llanilishi va FPGA, GPU kabi zamonaviy texnologiyalar orqali real vaqt tizimlarini samaradorligini oshirish usullari taqdim etilgan. Tibbiyot, transport, xavfsizlik va sanoat sohasidagi amaliy tatbiqotlar misollari keltirilgan.

Kalit so'zlar: real vaqt signal ishlash, tasvir qayta ishlash, kechikish, parallel hisoblash, FPGA, GPU, embedded systems, latency, DSP, tibbiy tasvir tahlili

Аннотация

В статье анализируются современные проблемы обработки сигналов и изображений в режиме реального времени, а также возможные пути их решения и практические области применения. Рассмотрены ключевые вызовы, такие как ограниченность вычислительных ресурсов, минимизация задержек и управление потоками данных. Представлены методы повышения эффективности систем реального времени с использованием оптимизации аппаратных и программных средств, параллельной обработки, алгоритмов искусственного интеллекта, а также современных технологий, таких как FPGA и GPU. Приведены примеры практического применения в медицине, транспорте, системах безопасности и промышленности.

Ключевые слова: обработка сигналов в реальном времени, обработка изображений, задержка, параллельные вычисления, FPGA, GPU, встроенные системы, latency, DSP, медицинский анализ изображений.

Abstract

This article analyzes modern challenges in real-time signal and image processing, as well as the methods used to address these issues and their practical applications. Key problems such as limited computational resources, latency minimization, and data stream management are examined. The study presents approaches for improving the efficiency of real-time systems through hardware and software optimization, parallel

processing, artificial intelligence algorithms, and advanced technologies such as FPGA and GPU. Practical examples from medicine, transportation, security, and industrial applications are also discussed.

Keywords: real-time signal processing, image processing, latency, parallel computing, FPGA, GPU, embedded systems, DSP, medical image analysis.

1. KIRISH

Zamonaviy axborot texnologiyalari rivojlanishi bilan signal va tasvirlarni real vaqt rejimida qayta ishlash ko'plab sohalarda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Tibbiyot diagnostikasi, avtomatik haydash tizimlari, xavfsizlik nazorati, sanoat avtomatikasi va telekommunikatsiya kabi sohalarda real vaqt ishlov berish zaruriyati tobora ortib bormoqda.

Real vaqt tizimi ma'lum vaqt chegarasida javob berishi kerak bo'lgan tizim bo'lib, bu yerda kechikish tizimning muvaffaqiyatsizligiga olib kelishi mumkin. Signal va tasvirlarni qayta ishlashda real vaqt talabi qat'iy bo'lib, odatda millisekundlar yoki mikrosekundlar bilan o'lchanadi.

Ushbu maqolada real vaqt signal va tasvir qayta ishlashning asosiy muammolari, ularni hal qilishning zamonaviy yondashuvlari va amaliy tatbiqotlari ko'rib chiqiladi.

2. REAL VAQT SIGNAL VA TASVIR QAYTA ISHLASHNING ASOSIY MUAMMOLARI

2.1. Hisoblash murakkabligi va resurs cheklovi

Zamonaviy tasvir qayta ishlash algoritmlari, ayniqsa chuqur o'rganish asosidagi modellar, yuqori hisoblash quvvatini talab qiladi. Real vaqt rejimida ishlashda katta hajmdagi ma'lumotlarni tezkor qayta ishlash zarur bo'lib, cheklangan energiya resurslari, xotira hajmining cheklanganligi, isitish va sovutish muammolari yuzaga keladi. Bu muammolar ayniqsa embedded tizimlar va mobil qurilmalarda keskin namoyon bo'ladi.

2.2. Kechikish muammosi

Real vaqt tizimlarida kechikish kritik parametr hisoblanadi. Umumiy kechikish sensor kechikishi, ishlov berish kechikishi va uzatish kechikishidan iborat bo'lib, jami kechikish qat'iy vaqt chegaralaridan oshmasligi kerak. Masalan, avtomatik haydash tizimlarida 100 millisekund dan ortiq kechikish xavfli vaziyatlarga olib kelishi mumkin.

2.3. Ma'lumotlar oqimini boshqarish

Yuqori tezlikdagi ma'lumotlar oqimi buffer to'lib ketishi, ma'lumotlar yo'qolishi, sinxronizatsiya muammolari va tarmoq o'tkazuvchanligining yetishmasligi kabi muammolarni keltirib chiqaradi.

2.4. Aniqlik va tezlik o'rtasidagi muvozanat

Real vaqt tizimlarida algoritmnining aniqligini saqlagan holda tezlikni ta'minlash qiyin vazifa hisoblanadi. Murakkab algoritmlar yuqori aniqlik beradi lekin sekinroq ishlaydi, sodda algoritmlar esa tez ishlaydi ammo aniqlik kamayadi.

2.5. Atrof-muhit sharoitlarining ta'siri

Real sharoitlarda signal va tasvirlar shovqinli bo'lishi, yoritish sharoitlari o'zgaruvchan bo'lishi, ob-havo ta'siri ostida turishi va harakatlangan ob'ektlar noaniq ko'rinishi mumkin. Bu omillar algoritmi ishlashiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

3. MUAMMOLARNI HAL QILISH USULLARI

3.1. Apparat optimizatsiyasi

Zamonaviy apparat yechimlari qatoriga FPGA, GPU va DSP texnologiyalari kiradi. FPGA texnologiyasi parallel ishlov berish imkoniyatiga ega bo'lib, past kechikish va yuqori energiya samaradorligi bilan ajralib turadi. Pipeline arxitekturasini qo'llanilishi bir vaqtning o'zida bir nechta ma'lumot bloklarini qayta ishlashga imkon beradi.

GPU texnologiyasi minglab yadrolar parallel ishlashi hisobiga katta afzalliklarga ega. CUDA va OpenCL texnologiyalari yordamida chuqur o'rganish modellari va videoni real vaqtda tahlil qilish amalga oshiriladi. Zamonaviy GPU qurilmalari soniyada 10,000 dan ortiq kadrni qayta ishlash qobiliyatiga ega.

DSP chiplari signal qayta ishlash uchun maxsus optimallashtirilgan bo'lib, past energiya iste'moli va real vaqt operatsion tizimlarni qo'llab-quvvatlash xususiyatlariga ega. Bu chiplar embedded tizimlarda keng qo'llaniladi.

3.2. Dasturiy ta'minot optimizatsiyasi

Algoritmlarni soddalashtirish usullari qatoriga model compression, pruning, quantization va knowledge distillation kiradi. Model compression usuli katta modellarni kichraytiradi, pruning keraksiz neyronlarni olib tashlaydi, quantization 32-bit son o'rniga 8-bit ishlatadi, knowledge distillation esa katta modeldan kichik model o'rgatishga imkon beradi. Bu usullar model hajmini 5-10 marta kamaytirishi va tezlikni 2-3 marta oshirishi mumkin.

Parallel dasturlash texnikalari multithreading, SIMD va pipeline processing usullaridan foydalanadi. Multithreading ko'p yadroli protsessorlarda qo'llaniladi, SIMD bir buyruq bilan ko'p ma'lumot ustida amal bajaradi, pipeline processing esa ishni bosqichlarga ajratib parallel bajaradi.

3.3. Gibridd yondashuvlar

Zamonaviy tizimlar apparat va dasturiy optimizatsiyani birgalikda qo'llaydi. Edge computing usuli ma'lumotlarni markaziy serverga yubormasdan mahalliy qurilmalarda qayta ishlaydi, bu kechikishni sezilarli darajada kamaytiradi. Adaptiv algoritmlar resurs holati va talabga qarab o'zgaradi, atrof-muhit sharoitlariga moslashadi va xatolikni avtomatik tuzatadi.

4. AMALIY TATBIQOTLAR

4.1. Tibbiyot sohasida

Tibbiy tasvir diagnostikasida ultratovush, MRI va KT tasvirlarini real vaqtda tahlil qilish amalga oshiriladi. Jarrohlik robotlari operatsiya jarayonida real vaqt rejimida ko'rish va qaror qabul qilishni ta'minlaydi. Monitoring tizimlari bemor holatini doimiy kuzatib, xavfli vaziyatlarni darhol aniqlaydi.

4.2. Transport tizimlarida

Avtomatik haydash tizimlari yo'l vaziyatini real vaqtda tahlil qilib, to'siqlarni aniqlaydi va harakatni prognozlashtiradi. ADAS tizimlari haydovchiga yordam berib, xavf haqida ogohlantiradi. Trafik monitoring tizimlari yo'l harakatini tahlil qilib, tirbandliklarni aniqlaydi.

4.3. Xavfsizlik tizimlari

Yuz tanish tizimi real vaqtda odamlarni aniqlaydi va autentifikatsiya qiladi. Harakatni aniqlash tizimlari shubhali faoliyatni avtomatik aniqlaydi. Perimetr nazorati chegaralarni doimiy monitoring qiladi.

4.4. Sanoat avtomatikasi

Sifat nazorati mahsulotlarni real vaqtda tekshirib, nuqsonlarni aniqlaydi. Robot ko'rish tizimlari ishlab chiqarish jarayonini boshqaradi. Predictive maintenance uskunalari holatini monitoring qilib, nosozliklarni oldindan aniqlaydi.

5. KELAJAK ISTIQBOLLARI

Sun'iy intellekt rivojlanishi yanada samaraliroq algoritmlar yaratishga olib keladi. 5G va 6G tarmoqlari yuqori tezlikli ma'lumot uzatishni ta'minlaydi. Kvant hisoblash juda murakkab masalalarni hal qilish imkonini beradi. Neuromorphic chiplari inson miyasiga o'xshash ishlash printsipiga ega.

Edge AI rivojlanishi qayta ishlashni qurilmada amalga oshirishga imkon beradi. Energiya samaradorligi yaxshilanishi mobil qurilmalar quvvatini oshiradi. Multi-sensor fusion turli sensorlardan ma'lumotlarni birlashtirish orqali aniqlikni oshiradi.

6. XULOSA

Signal va tasvirlarni real vaqt rejimida qayta ishlash zamonaviy texnologiyalar uchun muhim yo'nalish hisoblanadi. Hisoblash resurslari cheklovi, kechikish, ma'lumotlar oqimi va aniqlik-tezlik muvozanati kabi muammolar mavjud bo'lsa-da, apparat va dasturiy optimizatsiya, parallel ishlov berish va sun'iy intellekt texnologiyalari yordamida bu muammolarni hal qilish mumkin.

FPGA, GPU va DSP kabi zamonaviy apparat yechimlari, algoritmlarni soddalashtirish va parallel dasturlash usullari real vaqt tizimlarining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Tibbiyot, transport, xavfsizlik va sanoat sohasidagi amaliy tatbiqotlar bu texnologiyalarning ahamiyatini ko'rsatadi.

Kelajakda sun'iy intellekt, 5G/6G tarmoqlari, kvant hisoblash va neuromorphic chiplar rivojlanishi bilan real vaqt signal va tasvir qayta ishlash yanada samarali va keng qo'llaniladigan bo'ladi.

ADABIYOTLAR

1. Liu, J. W. S. (2000). Real-Time Systems. Prentice Hall. 580 p.
2. Marwedel, P. (2018). Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems. Springer. 446 p.
3. Patel, S., Park, H., Bonato, P., Chan, L., Rodgers, M. (2012). A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 9(21), 1-17.
4. Gonzalez, R. C., Woods, R. E. (2018). Digital Image Processing. 4th Edition. Pearson. 1168 p.
5. Woods, R., McAllister, J., Lightbody, G., Yi, Y. (2017). FPGA-based Implementation of Signal Processing Systems. 2nd Edition. Wiley. 360 p.
6. Kirk, D. B., Hwu, W. W. (2016). Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach. 3rd Edition. Morgan Kaufmann. 544 p.
7. Han, S., Mao, H., Dally, W. J. (2016). Deep Compression: Compressing Deep Neural Networks with Pruning, Trained Quantization and Huffman Coding. International Conference on Learning Representations (ICLR).
8. Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., Xu, L. (2016). Edge Computing: Vision and Challenges. IEEE Internet of Things Journal, 3(5), 637-646.
9. Bradski, G., Kaehler, A. (2008). Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. O'Reilly Media. 580 p.
10. LeCun, Y., Bengio, Y., Hinton, G. (2015). Deep learning. Nature, 521(7553), 436-444.