

**"RAQAMLI TV SIGNALLARINI DEKODLASHDA SUN'IY INTELLEKT
ELEMENTLARINI QO'LLASH"****"ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В
ДЕКОДИРОВАНИИ ЦИФРОВЫХ ТВ-СИГНАЛОВ: ПРОБЛЕМЫ И
РЕШЕНИЯ."****" APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ELEMENTS IN DIGITAL TV
SIGNAL DECODING: CHALLENGES AND SOLUTIONS."****Mahmudov Dilshodbek Mahammadjon o'g'li**Farg'ona davlat texnika universiteti talabasi,
+998 90 597 35 05 dilshodbekmah19@gmail.com**Xalilov M. M.**

FDTU, ATT fakulteti,

FDTU, Axborot texnologiyalari va telekommunikatsiya fakulteti,

Telekommunikatsiya yo'nalishi talabasi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20027653>

Annotatsiya: Ushbu maqolada raqamli televideniye tizimlarida signalni dekodlash jarayonini sun'iy intellekt (SI) algoritmlari yordamida takomillashtirish masalalari tadqiq etiladi. Hozirgi kunda an'anaviy matematik dekodlash usullari yuqori aniqlikdagi (4K va 8K) videolarni uzatishda kanal o'tkazuvchanligi va energiya samaradorligi bo'yicha cheklovlarga duch kelmoqda. Maqolada neyron tarmoqlarining tasvir sifatini oshirish (Super Resolution) va signaldagi shovqinlarni kamaytirishdagi o'rni tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida SI elementlarini qo'llash orqali ma'lumotlar oqimini optimallashtirish va past sifatli signallarni real vaqt rejimida qayta tiklash muammolariga yechimlar taklif etilgan. Olingan natijalar kelajakda "aqlli" dekoderlarni (Smart STB) yaratishda va chekka hududlarda barqaror TV signallarini ta'minlashda nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Raqamli televideniye, Sun'iy intellekt, Neyron tarmoqlari, Dekodlash, Tasvir sifatini oshirish.

Аннотация: В данной статье исследуются вопросы совершенствования процесса декодирования сигналов цифрового телевидения с помощью алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ). В настоящее время традиционные методы математического декодирования сталкиваются с ограничениями по пропускной способности каналов и энергоэффективности при передаче видео высокого разрешения (4K и 8K). В статье анализируется роль нейронных сетей в повышении качества изображения (Super Resolution) и снижении шума в сигнале. В ходе исследования предложены решения проблем оптимизации потоков данных и восстановления низкокачественных сигналов в режиме реального времени с использованием элементов ИИ. Полученные результаты послужат теоретической основой для создания в будущем «умных» декодеров (Smart STB) и обеспечения стабильного ТВ-сигнала в отдаленных регионах.

Ключевые слова: Цифровое телевидение, Искусственный интеллект, Нейронные сети, Декодирование, Повышение качества изображения.

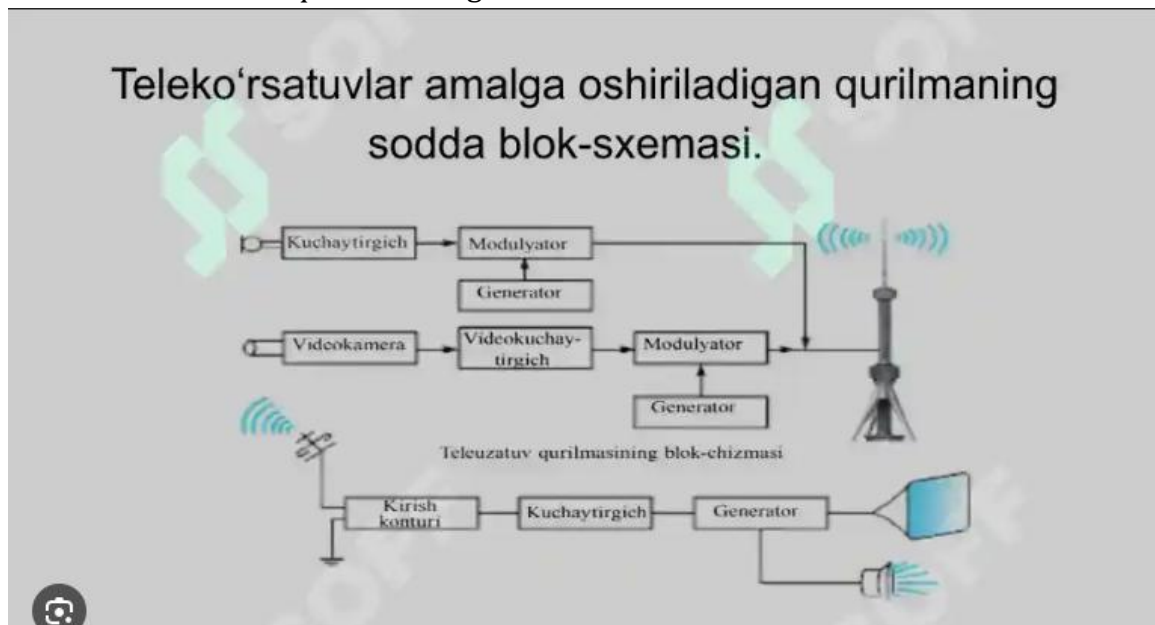
Abstract: This article investigates the enhancement of the digital television signal decoding process using artificial intelligence (AI) algorithms. Currently, traditional mathematical decoding methods face limitations in channel bandwidth and energy efficiency when transmitting high-resolution video (4K and 8K). The paper analyzes the role of neural networks in enhancing image quality (Super Resolution) and reducing signal noise. During the research, solutions were proposed for optimizing data streams and restoring low-quality signals in real-time using AI elements. The findings serve as a theoretical basis for the future development of "smart" decoders (Smart STBs) and ensuring stable TV signals in remote areas. This study emphasizes the shift from rigid algorithms to adaptive AI-driven processing for next-generation broadcasting.

Keywords: Digital television, Artificial Intelligence, Neural networks, Decoding, Image enhancement.

Kirish.

Zamonaviy axborot texnologiyalari va telekommunikatsiya sohasining jadal rivojlanishi natijasida raqamli televideniye (DTV) tizimlari sifat jihatidan yangi bosqichga ko'tarildi. Bugungi kunda iste'molchilarning yuqori aniqlikdagi (HD, Full HD) va o'ta yuqori aniqlikdagi (4K, 8K) videokontentlarga bo'lgan talabi keskin ortib bormoqda. Biroq, bunday hajmdagi ma'lumotlarni cheklangan chastota diapazonlari va tarmoq kanallari orqali uzatish telekommunikatsiya muhandislari oldiga murakkab vazifalarni qo'ymoqda. Raqamli signallarni uzatishda ma'lumotlarni siqish (kompressiya) va qabul qilishda ularni qayta ishlash (dekodlash) jarayonlari tizimning samaradorligini belgilovchi asosiy omillar hisoblanadi.

1-rasm. Teleuzatuv qurilmasining blok-chizmasi



An'anaviy raqamli dekodlash tizimlari asosan qat'iy matematik algoritmlar va xalqaro standartlarga (masalan, H.264/AVC, H.265/HEVC) tayanadi. Ushbu usullar o'tgan o'n yilliklarda o'zini oqlagan bo'lsa-da, bugungi kunda bir qator jiddiy cheklovlarga duch kelmoqda.

Xususan, signal uzatish kanallarida yuzaga keladigan shovqinlar, past o'tkazuvchanlik qobiliyati va yuqori darajadagi siqish natijasida kelib chiqadigan "blokli artefaktlar" (tasvirning bo'laklanib ketishi) an'anaviy dekoderlar orqali bartaraf etilishi qiyin bo'lgan muammolardir. Ayniqsa, chekka hududlarda signal darajasining pastligi va internet tezligining beqarorligi sharoitida tasvir sifatini saqlab qolish masalasi dolzarbligicha qolmoqda.

Ushbu muammolarni bartaraf etishda Sun'iy intellekt (SI) va neyron tarmoqlari texnologiyalari tub burilish yasash imkoniyatiga ega. SI elementlarini dekodlash jarayoniga tatbiq etish – bu shunchaki matematik hisob-kitob emas, balki tizimning "aqlli" moslashuvchanligini ta'minlash demakdir. Sun'iy intellektga asoslangan algoritmlar signaldagi yo'qolgan ma'lumotlarni "bashorat qilish", shovqinlarni tahliliy filtrlash va tasvir detallarini sun'iy ravishda tiklash (Super Resolution texnologiyasi) imkonini beradi. Bu esa, hatto past sifatli yoki kuchli siqilgan kirish signallaridan ham yuqori sifatli visual tasvir olishga sharoit yaratadi.

Ushbu maqolada raqamli TV signallarini dekodlashda sun'iy intellekt elementlarini qo'llashning metodologik asoslari ko'rib chiqiladi. Tadqiqotning maqsadi – neyron tarmoqlari yordamida dekodlash samaradorligini oshirish, kanal o'tkazuvchanligini optimallashtirish va tasvirdagi visual nuqsonlarni kamaytirish usullarini tahlil qilishdan iborat. Yosh olimlar uchun ushbu yo'nalish nafaqat nazariy jihatdan qiziqarli, balki kelajakda "aqlli" tyunerlar va adaptiv eshittirish tizimlarini yaratishda katta amaliy ahamiyatga ega.

Xulosa qilib aytganda, raqamli televideniye va sun'iy intellektning simbiozi telekommunikatsiya infratuzilmasini yangilashda muhim poydevor bo'lib xizmat qiladi. Mavzuning o'rganilishi milliy media-texnologiyalarimizni jahon standartlari darajasiga olib chiqish va foydalanuvchilarga sifatli multimedia xizmatlarini ko'rsatish yo'lidagi muhim qadamdir.

Asosiy qism.

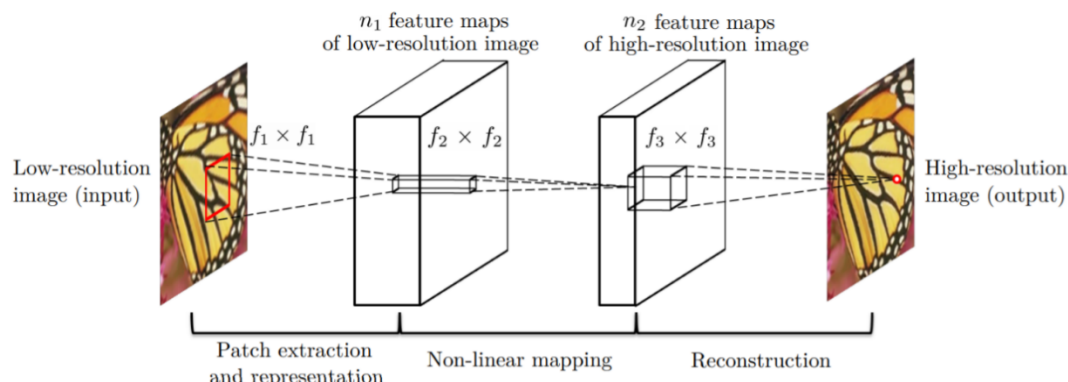
Raqamli televideniye tizimlarida dekodlash jarayoni murakkab matematik transformatsiyalar majmuasidan iborat. An'anaviy dekoderlar, xususan H.265 (HEVC) kabi zamonaviy standartlar, videoni bloklarga ajratish va ulardagi o'zgarishlarni bashorat qilish (motion compensation) tamoyili asosida ishlaydi. Biroq, bu usullarning asosiy kamchiligi shundaki, ular statik algoritmlarga tayanadi va signalning dinamik xususiyatlariga yoki qabul qilish sharoitidagi kutilmagan shovqinlarga moslasha olmaydi. Sun'iy intellekt, xususan, chuqur o'rganish (Deep Learning) metodlari bu jarayonni adaptiv va intellektual darajaga olib chiqadi.

Sun'iy intellekt elementlari dekoderning bir necha muhim bloklariga integratsiya qilinishi mumkin. Birinchi navbatda, bu "In-loop Filtering" (halqa ichidagi filtrlash) bosqichidir. An'anaviy tizimlarda filtrlar tasvirdagi blokli artefaktlarni yumshatish uchun ishlatiladi, ammo ular ko'pincha tasvirning mayda detallarini (masalan, teksturalarni) ham yo'qotib yuboradi. Konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN) esa tasvirning har bir piksellari hududini tahlil qilib, qaysi qism haqiqiy tasvir detali va qaysi biri siqish natijasida paydo bo'lgan xatolik ekanligini ajrata oladi. Bu esa dekoderdan chiqayotgan tasvirning visual aniqligini sezilarli darajada oshiradi.

Dekodlashda SI qo'llanilishining eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri bu "Super Resolution" (o'ta aniqlik) texnologiyasidir. Ma'lumki, yuqori sifatli (4K) videoni uzatish uchun juda katta o'tkazuvchanlik qobiliyati talab etiladi. SI yordamida biz past sifatli (HD yoki SD) signalni uzatib, qabul qiluvchi qurilma (tyuner) ichida neyron tarmoq yordamida uni real vaqt rejimida

4K formatigacha ko‘tarishimiz mumkin. Bu jarayonda neyron tarmoq o‘z bazasidagi millionlab tasvirlar asosida yo‘qolgan piksellarni "chizib beradi".

2-rasm. Neyron tarmoqlari orqali tasvirni qayta tiklash (Super Resolution) jarayoni



Natijada, tarmoq yuklamasi bir necha barobar kamayadi, ammo oxirgi foydalanuvchi ko‘rayotgan tasvir sifati yuqoriligicha qoladi. Raqamli eshittirishda, ayniqsa DVB-T2 standartida, atmosfera hodisalari yoki elektromagnit xalaqitlar tufayli signalning bir qismi yo‘qolishi mumkin. An’anaviy dekoderlar bunday hollarda tasvirni "muzlatib" qo‘yadi yoki qora kvadratlar ko‘rsatadi. SI asosidagi "Generative Adversarial Networks" (GAN) tarmoqlari esa etishmayotgan ma‘lumotlar bloklarini qo‘shni kadrlar tahlili asosida generatsiya qilish qobiliyatiga ega. Bu esa signal uzilishlari vaqtida ham tasvirning silliq davom etishini ta‘minlaydi.

Shunga qaramay, SI elementlarini dekoderlarga joriy etishda bir qator texnik to‘siqlar mavjud. Asosiy muammo – bu hisoblash resurslari. Neyron tarmoqlari murakkab operatsiyalarni bajarishi uchun kuchli grafik protsessorlar (GPU) yoki maxsus NPU (Neural Processing Unit) chiplari talab qilinadi. Bu esa standart dekoderlarning narxi oshishiga olib kelishi mumkin. Yechim sifatida hozirda "Lightweight Neural Networks" (yengillashtirilgan neyron tarmoqlari) ustida tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu modellar minimal hisoblash quvvati bilan maksimal natija berishga mo‘ljallangan bo‘lib, kelajakdagi arzon segmentdagi Smart-TV qurilmalari uchun asos bo‘lishi kutilmoqda.

Xulosa qilib aytganda, raqamli TV signallarini dekodlashda SI elementlaridan foydalanish faqat sifati masalasi emas, balki telekommunikatsiya kanallaridan tejamkor foydalanishning strategik yo‘lidir. Neyron tarmoqlarining adaptiv tabiati eshittirish tizimlarini yanada moslashuvchan va ishonchli qiladi, bu esa yosh olimlar va muhandislar uchun cheksiz tadqiqot maydonini ochib beradi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Sattorov S.A. Raqamli televideniye tizimlari va qurilmalari. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: "Aloqachi", 2019. – 256 b. (Raqamli TV qurilmalarining ishlash prinsiplari uchun).
2. Richardson I.E. Video Codec Design: Developing Next Generation Video Compression Systems. – John Wiley & Sons, 2011. – 480 p. (H.264 va H.265 standartlarining matematik asoslari uchun).

3. Dong C., Loy C. C., He K., Tang X. Image Super-Resolution Using Deep Convolutional Networks. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2016. (Super Resolution texnologiyasining ilmiy asosi).
4. ETSI EN 302 755. Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2). (DVB-T2 standarti texnik reglamenti).
5. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – MIT Press, 2016. – 800 p. (Neyron tarmoqlari va GAN algoritmlari nazariyasi).
6. O‘zbekiston Respublikasining "Telekommunikatsiyalar to‘g‘risida"gi Qonuni. (Sohaning huquqiy va rivojlanish asoslari uchun).
7. Zhu Wen-Wu. Artificial Intelligence in Video Coding: Progress and Future. IEEE Circuits and Systems Magazine, 2021. (SI va video kodlashning zamonaviy integratsiyasi).