



HARBIY AVTOTRANSPORTLAR VIDEOKUZATUV VOSITALARI VIDEOAXBOROTLARINI KODLASH TAHLILI

BOBOJONOV R.M.

Milliy gvardiya Ixtisoslashtirilgan o'quv markazi o'qituvchi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20033286>

ARTICLE INFO

Received: 14th April 2026

Accepted: 15th April 2026

Published: 28th April 2026

KEYWORDS

MPEG, MJPEG, MPEG-2,
H.264/AVC, H.265/HEVC, harbiy
avtotransportlar, tarmoq,
tasvirlardagi ortiqchalik, kvantlash,
videokodek.

ABSTRACT

Maqolada harbiy avtotransportlar videokuzatuv vositalari videoaxborotlarini kodlash printsiplarining o'ziga xos xususiyatlari va hozirgi kunda keng tarqalgan MPEG-2, H.264/AVC va H.265/HEVC standartlarida videoaxborotlarni siqishning avzalliklari, kamchiliklari va qo'llanish sohalarining qiyosiy tahlili ko'rib chiqilgan.

Harbiy avtotransport vositalarini ishlab chiqarish boshlanishi bilan xaydovchining atrofdagi vaziyatni to'liq ko'ralmaslik muammosi paydo bo'ldi. Harbiy avtotransport vositalarining xavfsizligini (ximoyalanganligi) maksimal darajaga ko'tarish bo'yicha talablar yuqori bo'lganlikdan ko'rish (optik) qurilmalarga jiddiy cheklovlar belgilaydi. Zirhli transport vositalariga o'rnatilgan optik moslamalar past nishonga olish tezligi va cheklangan ko'rish burchagiga ega. Ushbu muammo zirhli transport vositasining qo'mondoni va o'qchisiga ham, haydovchisiga ham tegishli.

XXI asrda harbiy avtotransport ekipajlarining atrofdagi vaziyatni kuzatishi va nishonlarni qidirish imkoniyatlarini tubdan yaxshilash mumkin bo'ldi. Harbiy avtotransportlarga yuqori aniqlikdagi videokameralar o'rnatildi.

Tasvir ma'lumotlar hajmlarini siqish uchun o'zaro samaradorligi bilan farq qiluvchi juda ko'p usullar va algoritmlar mavjud. Ular bir biridan qo'llashdagi murakkabligi, kodeklarni ta'minlashdagi apparat yoki kompyuterlarga qo'yiladigan talablari va signallarga ishlov berishning tezligi hamda qo'llanilish sohalari bilan farq qiladilar. Bunda har bir siqishda qo'llaniladigan mexanizm (misol uchun: Fure, diskret kosinus o'zgartirgich, veyvlet, fraktallar asosidagi va boshqalar) o'zi ishlashi uchun qulay chiquvchi ma'lumotlar bazasini (massivini) shakllantiradi. Dunyoda kodeklarni ishlab chiqaruvchi firmalar juda ko'p va ular o'zlariga ma'qul kodeklar chiqarishadi va shu sabab raqamli videoaxborotlar va boshqa video ma'lumotlar bilan o'zaro almashish deyarli mumkin emas, chunki bir ishlab chiqaruvchining kodeklari ikkinchi ishlab chiqaruvchining kodeklaridan texnik farq qiladi va bir birini tushunmaydilar. Shu sabab video ma'lumotlarning kirish va chiqish axborot tizim ko'rsatgichlari, bir turdagi kodeklar uchun, yagona bo'lishlari ta'minlanishi kerak. Shuning uchun bir tipdagi kodeklar uchun video ma'lumotlar kirish va chiqish raqamli signallari tuzilmasi bir xil bo'lishi kerak. Bunday yagona ta'minlanish amalga oshirilsa, video ma'lumotlar va tasvirlarni, koder va dekoderlarni kim tomonidan ishlab chiqarilishidan qat'iy nazar, bemalol tomosha qilish imkoniyati yaratiladi. Qabul qilingan standart va formatlar uchun ishlab chiqaruvchilar ixtiyoriy ravishda tasvir signallarini o'zgartirish usullari va

algoritmlarini qo'llashlari mumkin, ammo chiqish signallari bir xil qonun asosida taqsimlangan, universal bo'lishlari ta'minlanishi shart [1-3].

Hozirgi davrda videoaxborotlarni siqishda qo'llaniladigan quyidagi standartlar mavjud: MPEG-2, H.264/ABC va H.265/HEVC. MPEG-2 videoaxborotlarni 3 dan 15 Mbit/s tezlikda uzatish uchun yaratilgan, ammo professional apparaturada oqim tezligi 50 Mbit/sgacha bo'lishi talab etiladi.

Ushbu standartda kadrlararo ortiqchalikni yo'qotish uchun vaqt bo'yicha differentsial impulsli-kodli modulyatsiyalash qo'llaniladi, u harakatlanuvchi tasvirdagi keyingi kadr odatda oldingi kadrda kam farq qilishidan foydalanadi, bu esa uni etarli darajada aniqlik bilan bashoratlash imkonini beradi. Bashoratlash xatoligini, mazmunan ko'plab nollarga ega bo'lgan ikkita qo'shni kadrlar orasidagi farqni uzatish bilan raqamli oqimni sezilarli qisqartirish mumkin. Harakatlanuvchi tasvirlarni uzatishda bashoratlash aniqligi harakat vektorini baholash va bu harakatni kompensatsiyalash orqali ham oshiriladi.

MPEG siqish standarti versiyadan versiyaga rivojlanishi bilan yanada yangi texnik echimlar bilan boyitib borildi va tobora ortib borayotgan imkoniyatlarni ta'minladi. Shuni aytib o'tish joizki, MPEG-2 standarti videosignalni siqish usuliga reglament belgilamaydi, balki kodlangan videosignal bitli oqimi qanday ko'rinishda bo'lishi kerakligini aniqlaydi, shuning uchun aniq algoritmlar apparat-dasturiy ta'minoti ishlab chiqaruvchilarining tijorat siri hisoblanadi.

MPEG standartini takomillashtirish bo'yicha keyingi ishlar xalqaro standart maqomiga ega bo'lgan MPEG-4 standartida o'z ifodasini topgan va tubdan yangi g'oyalarni joriy etishga olib keldi. Uning vazifasi MPEG guruhining ishchi hujjatlarida quyidagicha ifodalangan: u uchta sohalar bo'yicha kontent bilan ishlash printsiplarini belgilaydi:

interaktiv multimedia;

grafik ilovalar;

raqamli televidenie.

MPEG-4 standartiga kiritilgan yangi kontseptsiyalar nimadan iborat ekanligini ko'rib chiqamiz. Avvalo shuni ta'kidlash kerakki, bu standart muhitni, binobarin, ob'ektga-yo'naltirilgan muhitni tashkil qilish qoidalarini belgilaydi. Bu standart uchun asosiysi "media ob'ekt" tushunchasi hisoblanadi, ya'ni MPEG-4 nafaqat mediama'lumotlar oqimlari va massivlari, balki mediaob'ektlar bilan ham shug'ullanadi. Ular grafik, matn, audio, video, audiovizual ob'ektlar bo'lishi mumkin. Ob'ektlarga misol sifatida harakatsiz fon, shaffof fondagi videopersonajlar, uch o'lchamli modellar, matn asosida sintezlangan nutq, musiqiy fragmentlar, animatsion sprayt va boshqalar xizmat qilishi mumkin.

Tasvirni to'rtburchaklarga bo'lgan oldingi formatlardan farqli ravishda MPEG-4 kodek ixtiyoriy shakldagi ob'ektlar bilan ishlaydi. Har bir mediaob'ekt unga bog'langan va uning xususiyatlarini belgilaydigan deskriptorlar to'plami, u bilan uyushtirilgan ma'lumotlar oqimlarini dekodlash uchun zarur bo'lgan operatsiyalar, sahnada joylashtirish, shuningdek, o'zini tutishi va foydalanuvchi harakatiga ruxsat etiladigan reaksiyalarga ega. Har bir ob'ekt o'zining mahalliy koordinatalar tizimiga ega bo'lib, uning yordamida ob'ekt makon va vaqt bo'yicha boshqariladi. Sahnalar ob'ektlardan quriladi. Sahnalar ierarxik tuzilma yordamida tavsiflanadi, uning tugunlari ob'ektlar hisoblanadi. Bunday tuzilma ob'ektlar-tugunlar qo'shilishi, olibtashlanishi yoki o'zgartirilishi bilan dinamik qayta sozlanadi.

Bugungi kunda H.264 standartiga videokuzatuvlar kameralari orqali yozib olingan barcha videolarning asosiy ulushi to'g'ri keladi. Biroq, bu standart yuqori aniqlikdagi video, xususan, Ultra-HD videoga ishlov berish uchun mo'ljallanmagan.

H.265 sifatida ma'lum bo'lgan yuqori samarali videoni kodlash (High Efficiency Video Coding, HEVC) standarti fayllarni siqish nisbatini ikki baravar oshirishga imkon beradi. Bunda eng katta o'tkazish qobiliyati va saqlash sig'imini tejashga 4KQ ruxsat etishli videoni siqishda erishiladi, agar 1080r (HD) video uchun bu taxminan 25%ni tashkil etadi, 4KQ uchun esa u 75% ga etadi. H.265 iste'mol elektronikasini hisobga olgan holda ishlab chiqilgan, ammo uning siqish samaradorligidagi afzalliklar tufayli u fizik himoyalash tizimlarida katta

muvaffaqiyat bilan ishlatilishi mumkin, bu erda doimo kelishtirish kerak: bir tomondan, tasvir iloji boricha yuqori sifatli bo'lishi kerak (agar tafsilotlarni ko'rishning iloji bo'lmasa, videoyozuvdan unchalik ma'no yo'q), boshqa tomondan videoni uzatish va saqlash uchun infratuzilmaga xarajatlarni minimallashtirish kerak [4]. 4K ruxsat etish kanallarining o'tkazish qobiliyati va saqlash sig'imiga talablarni ko'p karra oshiradi, tasvir sifati saqlanganda oqim tezligini cheklash katta texnik muammo hisoblanadi. H.265 bu zid vaziyatdan chiqishga imkon beradi.

Yangi kodek oldingi kodek bilan teskari moslashuvchan, bu esa H.264 standartdan unga o'tishni osonlashtirishi kerak. Biroq, H.265 standartining keng qo'llanilishiga ham protokolning o'ziga xos va unga nisbatan tashqi qator muammolar to'sqinlik qiladi. Agar protsessorlarning hisoblash quvvatiga yuqori talablar va bu holatga bog'liq qurilmalarning yuqori narxi protsessorlarning rivojlanishi va sotishning o'sishi natijasida vaqt o'tishi bilan ahamiyatsiz bo'lib qolsada, litsenziyalash masalalaridagi noaniqlik oldindan aytib bo'lmaydigan xavflarni keltirib chiqaradi.

H.265 standartida H.264 standarti bilan bir xil siqish printsiptan foydalanadi. Qayd etilgan kamera bo'lganda fon tasviri tez-tez o'zgaraydi, shuning uchun faqat o'zgarishlar - harakatlanuvchi ob'ektlarni uzatish etarli bo'ladi. Bu kanalning o'tkazish qobiliyati va saqlash sig'imiga talablarni sezilarli kamaytirishga imkon beradi [5]. IP-kameralar dastlab berilgan yozib olish rejimiga muvofiq ishlov berilmagan videoni suratga oladi, tasvirga ishlov berilgandan so'ng uni kodlaydi. Siqish nisbatidagi asosiy afzallikka harakatni kompensatsiyalash bilan bashoratlash yaxshilanganligi hisobiga erishiladi. Shu bilan bir vaqtda, H.264 standartida maksimal blok hajmi 16x16 pikselni tashkil etadi, H.265 standartida ma'lumotlarga ishlov berish uchun 64x64 piksellar o'lchamgacha kodlash daraxti mikrobloklari (Coding Tree Unit, CTU) ishlatiladi. Bu bloklar katta o'lchamli kadrlarni kodlashda samaraliroq va bunda 4KQ videoni aniqroq uzatish imkonini beradi. Blok o'lchamini o'zgartirishdan tashqari, H.265 standarti bloklarning cheggalarida mos kelmasliklarni yo'qotish uchun yaxshilangan silliqlash filtriga (deblocking filter) ega ekanligi bilan ajralib turadi. Bundan tashqari, kadr ichidagi bashoratlashni yaxshilash uchun yangi harakat vektorini bashoratlash algoritmi ishlatiladi. Yuqori bashoratlash aniqligiga H.264 standartida ta'minlanadigan 8 ta bo'lishi mumkin yo'nalishlar o'rniga 36 ta yo'nalishlar ko'zda tutilishi tufayli erishiladi [6-7]. Hisoblashlarni tezlashtirish uchun kodekda Intel/AMD protsessorlari uchun kengaytirilgan AVX/AVX2 instruktsiyalar to'plamini qo'llash hisobiga parallel ishlov berish imkoniyati ko'zda tutilgan.

Tasvir bo'linadigan kvadrat sohalar bir-birlariga bog'liq emas, shuning uchun ularga ishlov berish qayta ishlash parallel ravishda amalga oshirilishi mumkin. Bundan tashqari, H.265 standarti to'lqinli parallel ishlov berishni (Wavefront Parallelel Processing, WPP) - siqish unumdorligini yaxshilashga yordam beradigan qarorlar daraxtining bir turini qo'llaydi. Shunga qaramay, uni amalga oshirish quvvatliroq protsessor zarur bo'ladi, bu uning sezilarli kamchiliklaridan biri hisoblanadi [8-9]. H.265 tavsiyasi videoni siqish usullarini rivojlantirishning keyingi evolyutsion bosqichini ifodalaydi va H.264 standartiga qaraganda sub'ektiv qabul qilish sifati bo'yicha 50% yutuqqa erishish dastlabki maqsadiga hali erishilmagan bo'lsa-da, hozirda juda yaxshi natijalar olingan.

MPEG-2, H.264/AVC, H.265/HEVC standartlari kodlash elementlarining qiyosiy tahlili 1-jadvalda keltirilgan. Adabiyotlar manbalarni tahlil qilish [10] natijasidan kelib chiqadiki, HEVC standarti H.264 standartidan farqli ravishda raqamli ma'lumotlarni siqish nisbatini ikki martaga oshira oladi. U mul'timedia, televizion uzatish, amaliy televidenie va videokuzatuv tizimlarida qo'llanilishi mumkin (1-jadval).

Biroq, ishlab chiqaruvchilarning kafolatlariga qaramay, H.265 siqish formati tasvirning sifatini oshirmaydi. Bu parametr foydalanuvchining o'zi tomonidan sozlanishi mumkin.

Ammo agar turli xil texnik vositalarning ishlashini muvofiqlashtirish haqida gap ketadi, u holda tarmoqlarning o'tkazish qobiliyati bunda o'z ahamiyatiga ega bo'lishi mumkin.

Agar ma'lumotlarni uzatish bo'lib o'tayotgan tarmoqning o'tkazish qobiliyati H.264 tezligida uzata olsa, u holda H.265 standartidan foydalanishda tasvir sifatini yaxshilash yoki uzatiladigan teledasturlar sonini oshirish mumkin.

Hozirda ishlab chiqilayotgan H.265 standarti ancha katta videoma'lumotlarga ega bo'lgan yuqori aniqlikdagi tasvirlarni samaraliroq kodlash uchun mo'ljallangan.

Taxminlarga ko'ra, bu standart videooqimining vizual sifatini saqlash bilan 40% katta siqish koefitsientini ta'minlaydi.

1-jadval

MPEG-2, H.264/AVC va H.265 / HEVC standartlari kodlash elementlarining qiyosiy tahlili

	MPEG-2	H.264/ABC	H.265/HEVC
Profil	Simple Main High 422 SNR Spatial	Baseline Main Extended High High 10 High 4:2:2 High 4:4:4	Main profile Main 10 profile Main Still Picture profile
Qo'llab-quvvatlanadigan yoyilish	Satrlararo, yoyilish	Satr tashlab, yoyilish	Yoyilish
Video signallarini taqdim etish formati	4:2:0, 4:2:2	4:2:0, 4:2:2, 4:4:4	4:2:0, 4:2:2, 4:4:4
Kodlash algoritmining turi	Gibridli (vaqtinchalik va fazoviy ortiqchaliklarni yo'q qilish)	Gibridli (vaqtinchalik va fazoviy ortiqchaliklarni yo'q qilish)	Gibridli (vaqtinchalik va fazoviy ortiqchaliklarni yo'q qilish)
Kodlash tuzilishi	Ierarxik, profil va darajadagi tizimni qo'llab-quvvatlash	Ierarxik, profil va darajadagi tizimni qo'llab-quvvatlash	Ierarxik, profil va darajadagi tizimni qo'llab-quvvatlash
Tasvirlar/slays turlari	I, R, V tasvirlar	I, R, V, SI, SP slayslari	I, R, V slayslari i tayllari (tiles)
Makroblok tuzilishi	16x16	16x16-4x4 makroblokni moslashuvchan ajratish bilan	64x64 dan 8x8 gacha daraxtga o'xshash kodlash tuzilishiga ega bloklar
Harakatni baholash aniqligi	1/2 gacha hisoblash	1/4 gacha hisoblash	1/4 gacha hisoblash
Ichki kadrda bashorat qilish	1 ta rejim	9 ta rejim	35 ta rejim
Quvvatlovchi kadr o'lchamlari	128x96 dan 1920x1080 gacha	128x96 dan 4096x2304 gacha	128x96 dan 8192x4320 gacha

Shunday qilib, harbiy avtotransportlar videokuzatuv vositalari videoaxborotlarini H.264 standarti bilan taqqoslaganda harakatni kompensatsiyalash bloklarining maksimal hajmi 64x64 gacha oshirildi, bu 4096 piksellarni tashkil qiladi.

Biroq, tasvirlarga murakkabroq ishlov berish ancha past tezkorlikka ega, shuning uchun yuqori unumdor va qimmat mikroprotssessorli qurilmalar talab qilinadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Артющенко В.М., Шелухин О.И., Афонин М.Ю. Цифровое сжатие видеoinформации и звука. // – М., 2003. – 430 с.

2. Бенилов А.И., Погорелый С.Д. Вейвлет-анализ и его применение для сжатия мультимедийной информации // – Киев, 2002. – С. 15.
3. Борискевич А.А. Цифровая обработка речи и изображений.-Минск, 2007. – 124с.
4. Брайс Р. Руководство по цифровому телевидению. ДМК. – М., 2002. – 278 с.
5. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений.-М: Техносфера, 2005.-1072 с.
6. Дворкович А.В., Дворкович В.П. Цифровые видеoinформационные системы (теория и практика). – М.: Техносфера, 2012.
7. Джакониа В.Е. Телевидение. - М.:Горячая линия – Телеком, 2007. – 618 с.
8. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. – М.: СОЛОН-Р, 2002. – 448 с.
9. Калистратов Д.С. Видеокодирование. Способы компенсации движения в цифровых динамических видеоизображениях. Монография // “ЦРНС” Новосибирск-2014-С.96.
10. Красильников Н.Н. Цифровая обработка изображений-М:Вузовская книга,2001-320с

