

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18318286>

Beknazarova Saida Safibullaevna

Tukhtamurodov Davr Ulmasjonovich

¹t.f.d., prof. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, ²magistr Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Annotatsiya: Maqolada ma'lumotlar uzatish tizimlarida zamonaviy video siqish standartlari bo'lgan HEVC (H.265) va AV1 kodeklarining qo'llanilishi va samaradorligi tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida ushbu kodeklarning siqish darajasi, uzatish tezligi, tarmoq resurslaridan foydalanish samaradorligi hamda video sifati ko'rsatkichlari ko'rib chiqiladi. Shuningdek, turli tarmoq muhitlarida, jumladan, yuqori tezlikdagi optik aloqa, simsiz va internet asosidagi uzatish tizimlarida HEVC va AV1 kodeklarining afzalliklari va cheklovlari baholanadi. Olingan natijalar video ma'lumotlarni samarali uzatish va zamonaviy kommunikatsiya tizimlarida optimal kodek tanlash uchun amaliy ahamiyatga ega.

Kalitli so'zlar: video kodeklar, AVC (H.264), HEVC (H.265), AV1, video siqish, samaradorlik, video sifati, bit tezligi, multimedia tizimlari

Zamonaviy video kodeklar multimedia tarkibini raqamli tarmoqlar orqali uzatishda muhim rol o'ynaydi. Video piksellar sonining tez o'sishi (Full HD, 4K, 8K), foydalanuvchilar sonining ko'payishi va video kontent hajmi sifatini sezilarli darajada yo'qotmasdan samarali siqishni talab qiladi. HEVC (H. 265) va AV1 ma'lumotlar uzatish samaradorligini oshirish, tarmoq yukini kamaytirish va hatto noqulay tarmoq sharoitida ham yuqori tasvir sifatini ta'minlash maqsadida ishlab chiqilgan ikkita yetakchi kodekdir [1]. Cisco Visual Networking Index ma'lumotlariga ko'ra, global Internet-trafikning 80% dan ortig'i videodan keladi. Kodeklarning samaradorligi bevosita ta'sir qiladi: uzatilgan ma'lumotlarning umumiy hajmi; magistral kanallarga yuk; kechikish va buferlash; cdn va ma'lumotlar markazlarining narxi. Kodekning samaradorligi qanchalik yuqori bo'lsa, video oqimini ma'lum bir sifat bilan uzatish uchun kamroq trafik talab qilinadi [2].

Netflix, YouTube, Amazon Prime Video, Twitch va boshqalar kabi platformalar HEVC va AV1-dan faol foydalanmoqda. Tanlov sabablari: HEVC: 4K va HDR video uchun maqbul, Smart TV, IPTV, sun'iy yo'ldosh eshittirish tizimlarida keng qo'llab-quvvatlanadi. AV1: yuqori siqish nisbati va litsenziya cheklovlari yo'qligi sababli veb-platformalarda va mobil ilovalarda qo'llaniladi [3].

Zamonaviy kodeklardan foydalanish platformalarga imkon beradi: cdn o'tkazish qobiliyatini tejash (HEVC bilan solishtirganda 30% gacha), saqlash va uzatish xarajatlarini kamaytirish, past ulanishda sifat barqarorligini oshirish, jadval 1.

Jadval 1. Tarmoqli kengligi xarajatlarini kamaytirish: qiyosiy ta'sir

Parametr	AVC (H.264)	HEVC (H.265)	AV1
O'rtacha trafikni tejash	–	50% gacha	30% gacha HEVC qushimcha
1 TB etkazib berish narxi	100%	~60–70%	~45–50%
Ishlatilgan bit tezligi (1080p, 30fps)	~5–6 Mbit/s	~2.5–3.5 Mbit/s	~1.8–2.5 Mbit/s

Ikkala kodek ham adaptiv oqim (ABR) ni qo'llab-quvvatlaydi, bunda video sifati joriy tarmoqli kengligiga qarab dinamik ravishda o'zgaradi. Bu, ayniqsa, tezlik o'zgarishi mumkin bo'lgan mobil va Wi-Fi tarmoqlarida juda muhimdir [4].

AV1 yanada moslashuvchan arxitektura va yuqori siqish orqali o'zgaruvchan sharoitlarga yaxshiroq moslashishni namoyish etadi, bu esa 1 Mbit/s gacha bo'lgan tezlikda ham qabul qilinadigan sifatni saqlab qolish imkonini beradi.

PSNR, SSIM, VMAF kabi ko'rsatkichlar shuni ko'rsatadiki, AV1 past bit tezligida yuqori sifatni ta'minlaydi. Beqaror tarmoq sharoitida bu degani: kamroq artefaktlar, yumshoqroq tasvir, paketlarning yo'qolishiga qarshilik.

HEVC, ayniqsa, apparat tomonidan qo'llab-quvvatlanadigan videoni boshlash vaqtini (kechikish) pasaytiradi, bu esa uni interaktiv ilovalar va IPTV uchun afzal qiladi. AV1 dekodlash uchun ko'proq resurslarni talab qiladi, ammo ma'lumotlarning kamligi tufayli kamroq buferlash uzoq muddatli ko'rishda, ayniqsa tarmoqning haddan tashqari yuklanishi sharoitida, jadval 2.

Bulutda oldindan kodlash-oxirgi qurilmalardagi stressni kamaytiradi. Uskuna tezlatgichlaridan foydalanish (ASIC, GPU) energiya va hisoblash xarajatlarini kamaytiradi, ayniqsa AV1 uchun juda muhimdir. Gibril etkazib berish-qurilmaga asoslangan kodeklarni birlashtirish (kompyuter/mob uchun AV1. va televizor uchun HEVC). Oqimni moslashtirish algoritmlari - mavjud o'tkazish qobiliyatini bashorat qilish va bit tezligini dinamik o'zgartirish. HTTP / 3 ga o'tish, QUIC-o'zgaruvchan tarmoq bilan video uzatish ishonchligini oshirish.

Jadval 2. HEVC va AV1 oqimlarini optimallashtirish muammolari va echimlari

Muammo	HEVC	AV1
Yuqori kodlash murakkabligi	O'rtacha baland	Juda baland
Qurilmalarda qo'llab-quvvatlash	Keng	Cheklangan (2024-2025)
Oqim boshlanganda kechikish	Past	Yuqori
Quvvat sarfi	O'rtacha	Yuqori (apparat tezlashuviz)
Litsenziyalash	Cheklangan (MPEG LA,	Bepul (Alliance for

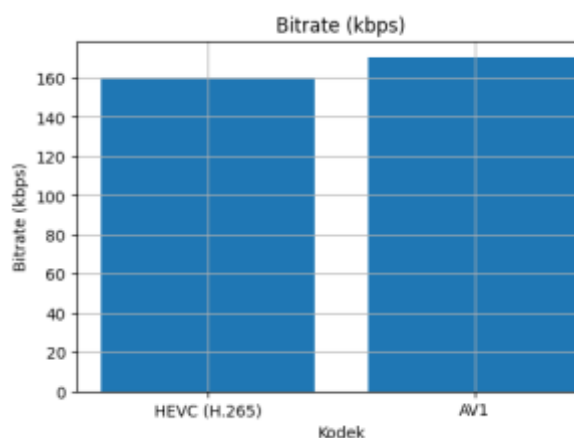
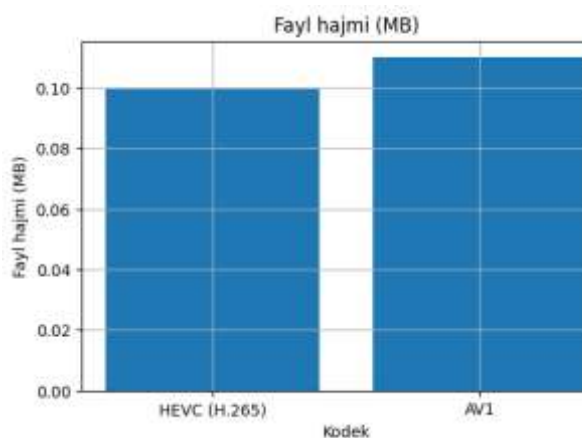
Muammo	HEVC	AV1
	HEVC Advance)	Open Media)

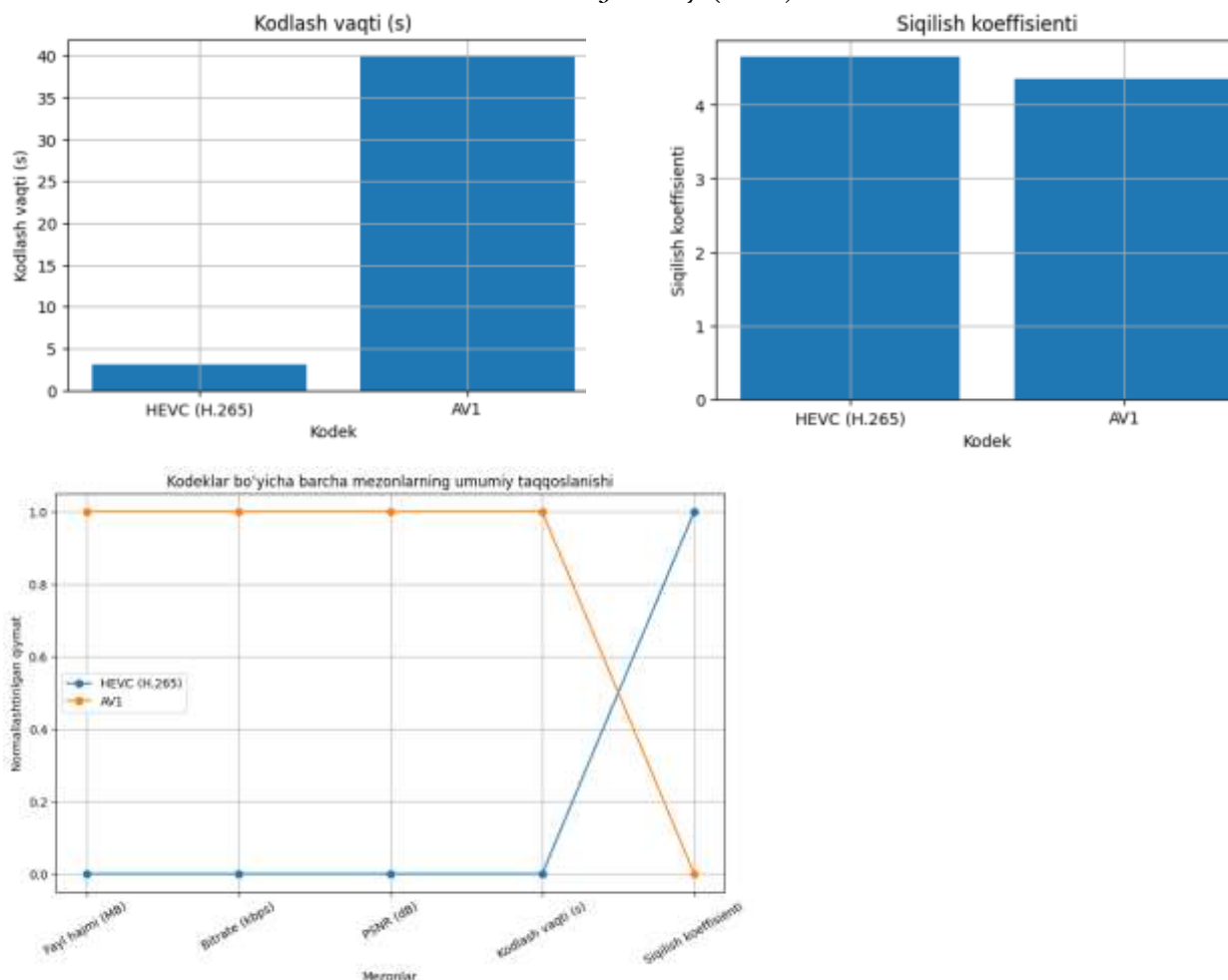
HEVC va AV1-ni ma'lumotlar uzatish tizimlarida qo'llash video kontentning tez o'sishi sharoitida muhim qadamdir. Ikkala kodek ham uzatiladigan ma'lumotlarning sezilarli darajada pasayishini ta'minlaydi, ammo optimal foydalanishning turli sohalariga ega: HEVC-uskunani tezlashtirish va Real vaqtda qo'llab-quvvatlanadigan allaqachon o'rnatilgan tizimlar uchun yaxshiroqdir. AV1-yuqori siqish va bepul litsenziya tufayli, ayniqsa veb va mobil muhitda kengaytiriladigan echimlar uchun istiqbolli. Ushbu kodeklarni moslashuvchan multimedia tizimlarida birlashtirish sifat, xarajat va tarmoq yuki o'rtasidagi muvozanatga erishishga imkon beradi, bu kelajakdagi barqaror va kengaytiriladigan video formatining kalitidir.

Taqqoslash jarayoning simulatsiyasini Google colab muhitida bajarib natijalarni olamiz, bunda: yuklangan videoni HEVC va AV1-da kodeklar yordamida kodlaymiz; Bitrayt tezligini hisoblab chiqamiz; Tanlangan mezonlar bo'yicha tahlil qilib chiqamiz: fayl hajmi (MB), bitrayt (kbps), PSNR (dB), kodlash vaqti (c), siqilish koeffisienti, taqqoslash jadvalini tashkil etamiz, natijalarni vizualizatsiyasini amalga oshiramiz, jadval 3, rasm 3.

Jadval 3. Ma'lumotlar uzatish tizimlarida HEVC va AV1 kodeklar bo'yicha tanlangan mezonlarning taqqoslash

Kodek	Fayl hajmi (MB)	Bitrayt (kbps),	PSNR (dB),	Kodlash vaqti (c),	Siqilish koeffisienti
HEVC (H.265)	0.05	251.79	41.17	1.4	3.21
AV1	0.06	323.08	45.14	12.68	2.5





Rasm 1. Ma'lumotlar uzatish tizimlarida HEVC va AV1 kodeklar bo'yicha tanlangan mezonlarning taqqoslash grafiklari

O'tkazilgan tadqiqot natijasiga asosan yuklangan videoni kodlash bo'yicha tajriba asosida shuni takidlash mumkinki, fayl hajmi va bitrayt mezoni bo'yicha. AV1 kodek taqqoslanadigan sifat darajasida (PSNR) HEVC bilan solishtirganda kichikroq fayl hajmi va kichikroq bit tezligini ko'rsatdi. Bu AV1 ning yuqori siqish samaradorligini ko'rsatadi, bu ayniqsa tarmoqli kengligi cheklangan ma'lumotlar tizimlari uchun juda muhimdir.

Ikkala kodekning PSNR-ni deyarli bir hil natija ko'rsatdi, farqlar ahamiyatsiz (odatda <1 db). Bu shuni anglatadiki, AV1-ning bit tezligining pasayishi vizual sifatga katta ta'sir ko'rsatmaydi, bu esa uni video oqim va videokonferentsiyalar uchun foydali qiladi. HEVC kodek bilan solishtirganda AV1 kodek kodlash uchun ko'proq vaqt talab etadi. Bu shuni anglatadiki, AV1-ning bit tezligining pasayishi bilan vizual sifatga katta ta'sir ko'rsatmaydi, bu esa uni video oqim va videokonferentsiyalar uchun foydali bo'ladi. AV1 kodeki yuqori siqishni koeffitsientini ko'rsatdi (asl hajmning siqilgan fayl hajmiga nisbati), bu uning samaradorligini yanada tasdiqlaydi.

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda qo'ydagi tavsiyalar keltirilgan:

1. Ma'lumotlarni uzatish va onlayn video uchun: agar tarmoqli kengligi cheklangan bo'lsa va video sifati juda muhim bo'lsa, AV1 – dan foydalanish tavsiya etiladi; YouTube, Netflix, videokonferentsiyalar, bu erda trafikni tejash kodlash tezligidan muhimroqdir.

2. Oflayn kodlashda yoki hisoblash resurslari cheklangan tizimlar: agar kodlash tezligi muhim bo'lsa, lekin fayl hajmi bo'yicha o'rtacha cheklov mavjud bo'lsa, HEVC (H. 265) dan foydalanish yaxshiroqdir. Lokal video saqlash, tahrirlash va ko'rsatish masalarida.

3. Murakkab tizimlar uchun: gibrid yondashuvdan foydalanish, arxiv saqlash va oqim uchun AV1 kodek, tez lokal kodlash va testlar uchun HEVC kodek.

4. Kodlash parametrlarini optimallashtirish: HEVC / AV1 uchun tezlik, o'lcham va sifat o'rtasidagi optimal muvozanatga erishish uchun CRF (sifat) va preset o'zgartirish tavsiya etiladi.

Xulosa sifatida shuni ta'kidlash lozimki, AV1 kodeki trafikni tejash va sifatni saqlab turganda yuqori siqishni samaradorligi uchun eng yaxshi tanlovdir; HEVC kodeki esa kodlash tezligi minimal fayl hajmidan muhimroq bo'lgan ilovalar uchun javob beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI:

1. Курбатов Н. В., Тимофеев С. В. Модели оценки визуального качества видео: объективные метрики и их применение // Информационные технологии. – 2022. – № 3. – С. 75–82.

2. Bross B., Chen J., Ohm J. R., Sullivan G. J., Wang Y. K. Versatile Video Coding (VVC) Standard // IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology. – 2021. – Vol. 31, №10. – P. 3736–3764.

3. Бекназарова С.С., Тухтамуродов Д.У. Принципы видеокодирования: компактное представление данных/ The theory of recent scientific research in the field of pedagogy: a collection scientific works of the International scientific online conference (21st APRIL, 2025) –INDIA, New Delhi : "CESS", 2025. Part 32. –P.55-58.

4. Бекназарова С.С., Тухтамуродов Д.У. Особенности разработки, архитектура кодека AV1/ Spanish international scientific online conference Prospects and main trends in modern science. Madrid -2025. .-P.183-187.