



MOBIL QURILMALARDA AUDIO VA VIDEO AXBOROTNI RAQAMLI QAYTA ISHLASHDA GEOMETRIK MODELLASHTIRISHNI QO‘LLASH

*Qo‘qon davlat universiteti
Raqamli texnologiyalar va sun‘iy intellekt
kafedrası o‘qituvchisi*

Muhammadjonova Durdonaxon Bahromjon qizi

Annotatsiya. Mazkur ilmiy maqolada mobil qurilmalarda audio va video axborotni raqamli qayta ishlash jarayonida geometrik modellashtirish usullarini qo‘llash muammosi ko‘rib chiqilgan. Video kadrlardagi obyektlar konturini geometrik approksimatsiya qilish, ularni audio signal parametrlari bilan sinxronlashtirish hamda mobil qurilmalarning cheklangan hisoblash resurslarini hisobga olgan holda adaptiv siqish algoritmlarini qurish masalalari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: geometrik modellashtirish, kompyuter grafikasi, audio-video texnologiyalar, mobil qurilmalar, kontur approksimatsiyasi, adaptiv siqish, sinxronlashtirish.

Abstract. This scientific article examines the problem of applying geometric modeling methods in the digital processing of audio and video information on mobile devices. The issues of geometric approximation of object contours in video frames, their synchronization with audio signal parameters, and the construction of adaptive compression algorithms that account for the limited computational resources of mobile devices are analyzed.

Keywords: geometric modeling, computer graphics, audio-video technologies, mobile devices, contour approximation, adaptive compression, synchronization.

KIRISH. Zamonaviy raqamli iqtisodiyot sharoitida mobil qurilmalar orqali audio-video kontent yaratish, tahrirlash va uzatish hajmi keskin ortib bormoqda. Smartfonlar va planshetlar orqali olinadigan video oqimlar sifatining yuqori talablarga javob berishi, shu bilan birga qurilmaning hisoblash quvvati, operativ xotira hajmi va batareya resurslari cheklanganligi o‘rtasidagi ziddiyat dolzarb ilmiy-texnik muammoni keltirib chiqaradi [1].

Video kadrlardagi obyektlarning shakl va sirt xususiyatlarini hisobga olmagan holda qo‘llaniladigan an‘anaviy siqish va qayta ishlash algoritmlari (masalan, piksel darajasidagi kodlash usullari) sifat-resurs muvozanatini yetarli darajada ta‘minlamaydi. Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi fani nuqtai nazaridan video kadrlardagi obyektlarni geometrik obyekt (kontur, sirt, egri chiziq) sifatida modellashtirish, ularni audio signal bilan sinxron bog‘lash va mobil platformaga moslashtirilgan adaptiv algoritmlar orqali qayta ishlash — bu yo‘nalishda hali yetarlicha o‘rganilmagan bo‘shliq mavjud [2].

Tadqiqot ob’ekti sifatida mobil qurilmalarda audio-video axborotni raqamli qayta ishlash jarayonlari tanlangan. Tadqiqot predmeti — video kadrlardagi obyektlar va sirtlarni geometrik modellashtirish hamda ularni audio signal xususiyatlari bilan sinxron bog‘lashning geometrik-algoritmik usullari. Mavzuning ilmiy yangiligi shundaki, mobil qurilmalarning resurs cheklovlarini hisobga oluvchi, audio va video komponentlarni birgalikda geometrik modellashtirishga asoslangan yagona yondashuv hali yetarlicha ishlab chiqilmagan.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Geometrik modellashtirish va kompyuter grafikasi sohasida fundamental natijalar V.Ye. Turlapov, K.L. Panchuk, V.A. Korotkiy, V.M. Naydish kabi olimlarning ishlarida keltirilgan bo‘lib, ular asosan sirtlarni konstruksiyalash, egri chiziqlarni approksimatsiya qilish va CAD-tizimlarida geometrik modellarni qurish masalalariga bag‘ishlangan [3].

Video axborotni geometrik asosda qayta ishlash yo‘nalishida V.E. Yanchus (2019) sirt modellashtirish vositalari va rang korreksiyasi usullariga asoslangan video postqayta ishlash texnologiyasini ishlab chiqqan, biroq bu tadqiqot statsionar tizimlar uchun mo‘ljallangan bo‘lib, mobil platformalarning resurs cheklovlarini hisobga olmagan [4]. A.A. Yegorov (2013) mobil qurilmalarda katta hajmdagi grafik axborotni qayta ishlash modellari va algoritmlarini tadqiq etgan, biroq uning ishi audio komponent bilan sinxronlashtirish masalasini qamrab olmagan [5].

Xalqaro ilmiy hamjamiyatda video va audio signallarni birgalikda tahlil qilish (audio-visual synchronization) masalasi asosan signal ishlov berish nazariyasi doirasida o‘rganilgan, biroq geometrik modellashtirish nuqtai nazaridan — ya’ni video kadr obyektlarining geometrik konturi va audio signalning vaqtli tavsiflari o‘rtasidagi bog‘liqlikni geometrik apparat orqali ifodalash — yetarlicha tadqiq etilmagan [6]. Shuningdek, mobil qurilmalar uchun adaptiv poligonal setka va splayn asosidagi sirt soddalashtirish algoritmlari bo‘yicha S.A. Ryazanov (2019) va E.V. Konopatskiy (2020) tomonidan olib borilgan tadqiqotlar mavjud bo‘lib, ular umumiy geometrik metodologik asosni tashkil etadi [7].

TADDIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotda quyidagi metodologik yondashuvlar qo‘llanildi: — Tizimli tahlil: geometrik modellashtirish, kompyuter grafikasi va mobil hisoblash resurslari bo‘yicha 2013–2024 yillardagi xorijiy va mahalliy ilmiy manbalarni o‘rganish; — Geometrik modellashtirish usuli: video kadrlardagi obyektlar konturini nuqtali va splayn asosida approksimatsiya qilish; — Qiyosiy-tahliliy usul: mavjud siqish algoritmlari (piksel darajasidagi va geometrik-adaptiv) samaradorligini taqqoslash; — Modellashtirish: audio signal parametrlari bilan video kadr geometriyasini sinxronlashtirishning konseptual sxemasini ishlab chiqish; — Eksperimental sinov: ishlab chiqilgan algoritmlarni mobil qurilma prototipida (sinov ilovasi asosida) real audio-video materiallar yordamida tekshirish.

Tadqiqotning eksperimental qismi mobil qurilmalar (o‘rtacha hisoblash quvvatiga ega smartfon konfiguratsiyasi) sharoitida qisqa video-audio namunalar asosida amalga oshirilishi rejalashtirilgan.

TADDIQOT NATIJALARI VA MUHOKAMA

Audio-video geometrik modellashtirishning kontseptual modeli Tadqiqot jarayonida mobil qurilmalarda audio-video axborotni geometrik modellashtirishning to‘rt komponentli

konseptual modeli taklif qilindi: — Geometrik kontur komponenti: video kadrda dinamik obyektlar chegarasini nuqtali/splayn asosida approksimatsiya qilish; — Vaqtli-geometrik komponent: ketma-ket kadrlar orasidagi kontur o‘zgarishini (harakat, deformatsiya) geometrik traektoriya sifatida tavsiflash; — Audio-sinxronlash komponenti: audio signalning amplitudaviy-vaqtli xarakteristikalarini video kadr geometriyasi bilan moslashtirish (masalan, nutq ohangi yoki musiqa ritmini vizual animatsiya bilan bog‘lash); — Adaptiv siqish komponenti: geometrik ahamiyatga ega bo‘lmagan (past kontrastli, statik) hududlarni kamroq, geometrik chegaralarga boy hududlarni ko‘proq bitlar bilan kodlash.

Video kadr konturlarini geometrik approksimatsiya qilish Mobil qurilmalarda real vaqt rejimida ishlash uchun video kadrda obyektlar chegarasi kam sonli boshqaruvchi nuqtalar bilan ifodalanadigan kubik splaynlar asosida approksimatsiya qilinishi taklif etiladi. Bu yondashuv piksel darajasidagi qayta ishlashga nisbatan hisoblash yukini sezilarli darajada kamaytiradi, chunki kontur endi minglab piksel emas, balki o‘nlab boshqaruvchi nuqta orqali saqlanadi va uzatiladi.

Audio va video geometriyasini sinxronlashtirish Audio signalning vaqt bo‘yicha bo‘lingan segmentlari (masalan, har 40 millisekundlik oyna) uchun hisoblangan amplituda va chastota xarakteristikalari, tegishli video kadrda obyektlar konturining geometrik parametrlari (masalan, og‘iz konturi egriligi, harakat traektoriyasi amplitudasi) bilan funksional bog‘lanadi. Bu yondashuv, xususan, mobil qurilmalarda nutqni vizual animatsiya bilan sinxronlashtirish yoki musiqiy ritmga mos vizual effektlar yaratish masalalarida qo‘llanilishi mumkin.

Resursga adaptiv siqish algoritmi Kadr ichidagi geometrik jihatdan “muhim” (obyekt chegaralari, harakat zonalari) va “muhim bo‘lmagan” (statik fon) hududlarni ajratish orqali, siqish darajasi hudud ahamiyatiga qarab dinamik tarzda o‘zgartiriladi. Dastlabki nazariy baholashlar shuni ko‘rsatadiki, bunday yondashuv an’anaviy bir xil darajadagi siqishga nisbatan sifatni saqlagan holda ma’lumot hajmini sezilarli darajada kamaytirish imkonini beradi.

Amalga oshirishdagi asosiy muammolar Nazariy tahlil asosida quyidagi to‘siqlar aniqlandi: — mobil protsessorlarning suzuvchi nuqtali hisoblashlarga nisbatan cheklangan quvvati; — real vaqt rejimida audio va video oqimlarni sinxron qayta ishlashda kechikish (latency) muammosi; — turli mobil qurilma modellari o‘rtasidagi apparat farqlarining algoritm barqarorligiga ta’siri; — geometrik model aniqligi va hisoblash tezligi o‘rtasidagi muvozanatni topish zarurati.

XULOSA

Xulosa qilib aytish mumkinki, mobil qurilmalarda audio va video axborotni raqamli qayta ishlashda geometrik modellashtirishni qo‘llash muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi (05.01.01) ixtisosligi doirasida dolzarb va istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi. Video kadr konturlarini geometrik approksimatsiya qilish, ularni audio signal parametrlari bilan sinxronlashtirish hamda resursga adaptiv siqish algoritmlarini qo‘llash orqali mobil qurilmalarning cheklangan hisoblash imkoniyatlari sharoitida ham yuqori sifatli audio-video qayta ishlashga erishish mumkin. Ushbu yo‘nalishdagi tadqiqotlarni davom

ettirish, xususan, taklif etilgan konseptual modelni amaliy dasturiy ta’minot sifatida amalga oshirish va real sharoitlarda sinovdan o‘tkazish keyingi bosqichdagi vazifa hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Turlapov V.E. Geometricheskiye osnovy sistem modelirovaniya kinematiki prostranstvennykh rychaznykh mekhanizmov: dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.01.01. — Nijniy Novgorod, 2002.
2. Panchuk K.L. Geometricheskoye modelirovaniye lineychatogo metrcheskogo prostranstva v inzhenernoy geometrii i yeyo prilozheniyakh: dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.01.01. — Omsk, 2009.
3. Korotkiy V.A. Formoobrazovaniye liniy i poverkhnostey na osnove krivyykh vtorogo poryadka v komp'yuternom geometricheskom modelirovanii: dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.01.01. — Chelyabinsk, 2018.
4. Yanchus V.E. Razvitiye tekhnologii tsifrovoy postobrabotki videomateriala na osnove sredstv poverkhnostnogo modelirovaniya i metodov tsvetokorreksii: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.01.01. — Nijniy Novgorod, 2019.
5. Yegorov A.A. Modeli i algoritmy obrabotki bol'shikh ob'yomov graficheskoy informatsii na mobil'nykh ustroystvakh: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.01.01. — 2013.
6. Chen T., Rao R.R. Audio-visual integration in multimodal communication // Proceedings of the IEEE. — 1998. — Vol. 86, No. 5. — P. 837–852.
7. Konopatskiy Ye.V. Geometricheskoye modelirovaniye mnogofaktornykh protsessov na osnove tochechnogo ischisleniya: dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.01.01. — Nijniy Novgorod, 2020.