

UDK 519.71(575.1)

SKELET MODELİ ASOSIDA KOMPYUTER KO'RISH TIZIMLARIDA INSON HARAKATINI TEKSHIRISH*Beknazarova S.S.¹, Jaumitbaeva M.K.¹*¹ Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti,
Toshkent, O'zbekiston

saida.beknazarova@gmail.com, mekhribanzhaumitbaeva@gmail.com

Annotatsiya. *Kompyuter ko'rish tizimlarida inson harakatini tahlil qilish ikki o'lchovli va uch o'lchovli fazalarda amalga oshiriladi. Ikki o'lchovli fazoda qiyofalarni tahlil qilishning o'ziga xos xususiyati bitta kameradan yoki bir nechta tana sensorlaridan olingan tasvirlarni qo'llashdan iborat. Bunday yondashuv xatoning tez to'planishiga olib keladi va natijada rasmning aniqligi past bo'ladi. Uch o'lchovli tahlilni amalga oshirishda bir nechta kameralar qo'llaniladi va qiyofalar hajmli elementlar to'plami sifatida taqdim etiladi. Uch o'lchovli tahlilning yuqori aniqligiga qaramay, u yuqori hisoblash murakkabligi va ichki kompyuter tarmog'idagi yuk bilan bog'liq. Tadqiqot maqsadi bitta kamera tasviridan foydalangan holda modelni ishlab chiqishdir. Ko'rib chiqilayotgan modelda inson qiyofasi sifatida tasvirlangan skelet, tasvirlangan assemtatik grafga asoslab hisoblash. Inson qiyofalarning tahlil tuzilmalari bajarildi va o'n besh asosiy ball ta'kidlangan. Jismoniy va mantiqiy aloqalarning matematik tavsifi berilgan va tadqiqot qilingan. Nuqtalar va ulanishlarning tezligi va fazoviy xarakteristikalari harakatning umumiy dinamikasini tavsiflaydi. Inson harakati modelining tavsifi va uning muayyan tasvirlar uchun qurish modeli keltirilgan. Taklif etilayotgan model asosida grafik tugunlari va qirralarining nisbiy joylashuvi va tezlik xarakteristikalari haqidagi ma'lumotlarni to'plash va tahlil qilish algoritmi ishlab chiqilgan. Ishlab chiqilgan model inson harakatining etalon (normal) dinamikasi haqida ma'lumot to'plash uchun ishlatilishi mumkin. Agar standartdan chetga chiqadigan dinamika aniqlansa, xatti-harakatlar deviant sifatida aniqlanadi. Taklif etilayotgan algoritim inson harakatini aniqlash va tahlil qilish, shuningdek, harakatlarning mos yozuvlardan og'ishlarini aniqlash uchun kompyuter ko'rish tizimlarida qo'llanilishi mumkin.*

Kalit so'zlar: *kompyuter ko'rish, inson harakatini tahlil qilish, xatti-harakatlar tahlili, harakatni aniqlash, skelet modeli.*

I. KIRISH

Inson harakati ma'lum atrof-muhit omillari bilan bog'liq bo'lgan inson tanasi va oyoq-qo'llarining fazodagi holatidagi ketma-ket o'zgarishlar va traektoriyalar to'plami sifatida ifodalanishi mumkin [1]. Omillarni tashqi va ichki omillarga bo'lish mumkin. Tashqi omillarga kiyim-kechak, sirt qiyalik va tabiat hodisalari kiradi. Ichki - muskullar, skelet, jarohatlar, vazn, inson odatlari va boshqalar. Sanab o'tilgan omillar insonga atrof-muhitdagi o'zgarishlarga ma'lum tarzda munosabatda bo'lishga imkon beradi, shu bilan birga tananing harakatlanuvchi qismlari uchun harakatlarning xulq-atvori rasmini yaratadi. Odamlarning ma'lum hodisalarga munosabati o'xshashligi tufayli ma'lumotni keyingi qayta ishlash va uning xatti-harakatlarini bashorat qilish uchun inson harakatini tahlil qilish mumkin bo'ladi.

So'nggi yillarda inson harakatining videotahlili kompyuter ko'rish sohasidagi tadqiqotlarning ajralmas qismiga aylandi va hozirgi vaqtda bunday tizimlarni rivojlantirishning ilg'or yo'nalishi

hisoblanadi. Kompyuterni ko'rish vositalariga va inson harakatlarini tahlil qilishga qiziqish, xususan, paydo bo'ladigan keng imkoniyatlar: xavfsizlik tizimlarini tashkil etish, sport natijalarini tahlil qilish, odam-mashina interfeysi, video kuzatuv va videokonferentsiya bilan bog'liq [1-7].

Tizimlar yordamida harakatni aniqlash algoritmlari kompyuter ko'rish kabi inson ko'zi ikki o'lchovli yoki uch o'lchovli bo'shliqlarda koordinatalardagi o'zgarishlarni aniqlashi va matematik modelni qurish usuliga bog'liq bo'lishi kerak.

Inson harakatini tahlil qilishning asosiy muammolaridan biri harakatni aniqlashda murakkab kuzatuv algoritmlaridan foydalanish hisoblanadi. Ushbu muammoni hal qilish uchun tadqiqotchilar video tahlil tizimlarini ishlab chiqish uchun katta hisoblash quvvatidan foydalanishlari kerak [8-12]. Shu sababli, inson qiyofasini tahlil qilish uchun turli modellarning optimal kombinatsiyasini topish va shu bilan birga kompyuter ko'rish tizimlarining hisoblash yukini

kamaytirish orqali mavjud usullarning kamchiliklarini yumshata oladigan matematik modelni ishlab chiqish vazifasi juda dolzarbdir.

Ko'rib chiqilgan matematik modellar bir qator kamchiliklarga ega. 2D tasvirga va raqamni nuqta kuzatishga asoslangan algoritmlardan foydalanadigan yechimlar kinematik zanjirning aniq tasviri (qirralar bilan bog'langan nuqtalar to'plami) natijasida yuzaga keladigan xatoliklarning to'planishi bilan bog'liq muammolarga ega. Shunday qilib, Manon Cock, Carsten Eckhoff, Yves Wagers, Tomas Seale [13] tomonidan taqdim etilgan ishda oyoqqa biriktirilgan giroskopik sensorlar bilan tajriba misolida skelet modelini namoyish etadi. Tahlil skelet modelining ikkita qattiq bog'langan tugunlari yordamida amalga oshiriladi. Bunday yondashuv xatolarning to'planishiga va bir necha darajali xatolikka olib keladi, bu esa algoritmnining past aniqligiga olib keladi hamda kuzatish jarayonining ishlashi va samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi. Bu inson harakatini aniqlash va tahlil qilishda sensorlar (yoki boshqa hollarda kameralar) holatidagi o'zgaruvchanlikni hisobga olmaslik tufayli yuzaga keladi.

Klassik ko'p obyektini kuzatish usullari klaster tahlilining qat'iy algoritmlarini (masalan, K-o'rtacha algoritmi) ishlatadi, ular yuqori hisoblash murakkabligi va natijada katta resurs xarajatlari bilan bog'liq [8]. LiDAR tizimi yordamida harakatni aniqlashning yaqinda rivojlanishini taqdim etadi [4]. Hozirgi vaqtda bu harakatni tahlil qilishning eng maqbul variantlaridan biri, ammo u odamlarni aniqlash uchun ishlatilmaydi, chunki bunday foydalanish uchun apparat xarajatlari qoplanmaydi. Bundan tashqari, bunday algoritmlarda ko'pincha kameraning ko'rinishini cheklaydigan va kuzatilgan qiyofalarining qismlarini blokirovka qiluvchi murakkab to'siqlar paydo bo'lganda xatolar mavjud.

[2] da tadqiqotchilar bir necha marta ko'rib chiqilgan skelet modelini samarali qurish masalasini mashinali o'qitish usullaridan foydalangan holda fotosuratlardagi pozalarning o'zgaruvchan tasnifini taklif qilishdi. Ushbu tasnif g'ayritabiiy harakatlar yoki hodisalarni tanib olish uchun to'liq yechim bo'lib xizmat qilmaydi. Bu skelet modelining tugun nuqtalari holatining matematik va statistik parametrlarini to'liq tahlil qilishni nazarda tutmaydigan ushbu masalani hal qilishda birinchi qadamdir.

[3] da ko'rib chiqilgan matematik model kompyuter ko'rish yordamida amalga oshirilgan inson harakati uchun video-tahlil algoritmini ishlab chiqish va qurish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Algoritm shaklining harakat turini aniqlashi

va og'ishlarni kuzatishi kerak - kuzatilgan figuraning xatti-harakatlarining dastlabki matematik modelda ko'rsatilgan mos yozuvlardan chetlanishi.

Ishlab chiqilayotgan modelning maqsadi yuqori samarali xavfsizlik tizimini yaratishdan iborat bo'lib, uning asosiy elementi kompyuter ko'rishdan foydalangan holda video kuzatuv moduli hisoblanadi, bu inson xatti-harakatlaridagi turli xil og'ishlarni aniqlash imkonini beradi. Amalga oshirish neyron tarmoq algoritmlari yordamida psevdoreal vaqt rejimida rejalashtirilgan.

Modelning vazifalariga kadrda odamni aniqlash, figuraga asosan skelet modelini qurish va uning harakatlarini kuzatish kiradi. Bunday holda, harakatning tezligi xarakteristikalari va model nuqtalarining nisbiy holatidagi o'zgarishlar yuzaga keladigan og'ish turini aniqlaydi. Ushbu yechim kuzatuv maydonining o'ziga xos o'lchamiga asoslanmagan, bu mavjud modellarga nisbatan inkor etilmaydigan afzallik bo'lib, natijalarning aniqligini oshiradi.

II. METODOLOGIYA

Ushbu tadqiqotda modellashtirish obyekti inson harakatidir. Modellashtirishning maqsadi kuzatilayotgan subyektning xatti-harakatida hodisani aniqlash uchun video oqimdagi anomalialarni aniqlash va bu haqda keyingi ma'lumotlarni videokuzatuv tizimining operatoriga uzatishdir.

Keling, modelni ishlab chiqishning birinchi bosqichini ko'rib chiqaylik, u inson qiyofasini bog'langan asiklik grafaga soddalashtiradi - figuraning yuqori nuqtasida (boshning orqa tomonida) va barglarida (oyoq-qo'llarida) ildizi bo'lgan daraxt. Oraliq cho'qqilar tizzalar, tos suyagining uchta nuqtasi (markaziy va son bo'g'imlari), bo'yin, yelka va tirsak bo'g'imlari.

Ushbu ishda daraxt tugunlarining mos yozuvlar nuqtalarini chaqiriladi.

Inson harakatining matematik modeli to'rt komponentning kombinatsiyasi sifatida taqdim etiladi - alohida tuzilmalarning matematik modellari; tayanch nuqtalari; nuqtalarning yaqinligi; joylashuvi; harakatlar.

Tayanuvchi nuqta modeli - bu tayanch P nuqtalarining P_1, P_2, \dots, P_{15} koordinatalari bo'lgan gorizantal vektori:

$$P = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_{15} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (x_1, y_1) \\ (x_2, y_2) \\ \vdots \\ (x_{15}, y_{15}) \end{bmatrix}, \quad (1)$$

buyerdagi x_1, x_2, \dots, x_{15} - o'q bo'ylab tayanch nuqtalarining koordinatalari OX ; y_1, y_2, \dots, y_{15} - OY .

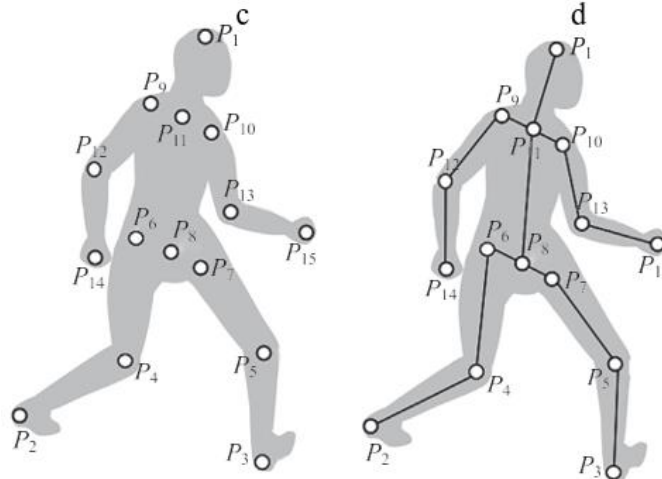
XOY_α - modelning ikki o'lchovli proyeksiyasi tuzilgan koordinatalar tizimi. Kadrdagi har bir raqam uchun o'z koordinatalari tizimi quriladi, XOY_α qurilish tekisliklari bir-biriga parallel, asoslar tasvir chuqurligini tahlil qilish asosida tanlanadi.

Xolatlar P_1, P_2, \dots, P_{15} 1(c)-rasmidagi diagrammaga mos keladi.

Nuqtaga qo'shnilik modeli grafikning qirralarini tavsiflaydi va kvadrat matritsa bo'lib $X(P)_{15 \times 15}$, uning elementlari shakl funksiyasining qiymatlari hisoblanadi:

$$\Delta_{a,b} = \begin{cases} 0, \text{ agar } P_a \text{ va } P_b \text{ chekkabilan bog'lanmagan bo'lsa,} \\ 1, \text{ aks holda.} \end{cases}$$

Keyin $X(P) = [\Delta_{ab}]$, ya'ni



1-rasm. Inson figurasidagi nuqtalarning joylashishi (c); daraxt tugunlari va ularni bog'laydigan qirralar (d).

$$X(P) = \begin{pmatrix} \Delta_{1,1} & \Delta_{1,2} & \dots & \Delta_{1,15} \\ \Delta_{2,1} & \Delta_{2,2} & \dots & \Delta_{2,15} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ \Delta_{15,1} & \Delta_{15,2} & \dots & \Delta_{15,15} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Ushbu model tomonidan tasvirlangan ideal grafik 1, d-rasmda ko'rsatilgan. Keyin qo'shnilik matritsasi $X(P)$ shaklga ega bo'ladi.

$$X(P) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Matritsa tayanch nuqtalarini aniqlashning etalon holatini tavsiflaydi, agar ularning 15 tasi

kameraning ko'rish maydonida bo'lsa. Xuddi shu etalon ishi 1(d)-rasmida grafik tasvirlangan.

Shunday qilib, masalan, birinchi qatorda birliklar birinchi va o'n birinchi ustunlarda, ya'ni birinchi nuqta P_1 faqat bilan $P_{1,1}$ bog'langan, nuqta P_1 bilan mos kelishi aniq. Xuddi shunday, matritsaning barcha boshqa qatorlarini ko'rib chiqishiladi.

$$Q(P) = \begin{bmatrix} q_{1,1}(P_1) & q_{1,2}(q_{1,1}(P_1)) & \dots & q_{1,t}(q_{1,t-1}(P_1)) \\ q_{2,1}(P_2) & q_{2,2}(q_{2,1}(P_2)) & \dots & q_{2,t}(q_{2,t-1}(P_2)) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{15,1}(P_{15}) & q_{15,2}(q_{15,1}(P_{15})) & \dots & q_{15,t}(q_{15,t-1}(P_{15})) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_1(P_1) \\ Q_2(P_2) \\ \vdots \\ Q_{15}(P_{15}) \end{bmatrix}$$

Harakat modeli to'g'ridan-to'g'ri shaklning xatti-harakatini tavsiflaydi va gorizontaal vektoridir, $F(P) = [F_a(P_a)]$ bu erda $F_a(P_a)$ P_1, P_2, \dots, P_{15} nuqtalarning har birining harakatini tavsiflovchi funksiya. Tizim tomonidan P_a nuqtani aniqlash keyingi ishlarda muhokama qilinadi.

Nuqta harakati funksiyasini chiqarish tartibi quyidagicha.

1. P_a Nuqta pozitsiyasining o'zgarishi $Q_a(P_a)$ massivda qayd etiladi. Massivlar $Q_1(P_1), Q_2(P_2), \dots, Q_{15}(P_{15})$ - vaqt bo'yicha ketma-ket koordinatalar qiymatlari ro'yxati. Ro'yxatga olingan qiymatlar soni nuqta harakatining dinamikasiga va uning ramkada bo'lish davomiyligiga bog'liq, koordinatalar qanchalik tez-tez o'zgarsa, shuncha ko'p qiymatlar qayd etiladi. Takroriy qiymatlar keyingi tahlillar uchun ushbu ma'lumotlarning ortiqchaligi tufayli qayta yoziladi.

2. Funksiya $F_a(P_a)$ nuqtalar to'plami bilan berilgan $Q_a(P_a)$ berilgan nuqtaning harakatlarini tavsiflovchi garmonik funksiyani olish uchun garmonik qator bilan yaqinlashadi. Taxminan natijalar ustun $F(P)$ vektorida qayd etiladi. Faraz qilaylik, jadval ko'rinishida berilgan funksiya $F_a(P_a)$ bo'lak-bo'lak uzluksiz, bo'lak-bo'lak monoton va chegaralangan, u holda $F_a(P_a)$ Dirixlet shartlarini qanoatlantiradi va shuning uchun spline funksiyasi bilan yaqinlashishi mumkin yoki (3) da keltirilganidek, toq funksiyalar bilan yaqinlashishi mumkin.

3. Kuzatilayotgan raqamning to'satdan harakati paytida sodir bo'ladigan vaqt nuqtasi koordinatasining tez o'zgarishi sinusoid amplitudasining sezilarli sakrashiga olib keladi. Ishlab chiqilgan matematik modeldagi deviant xatti-harakatlarning asosiy belgilari bo'lgan bunday chegaralarni kuzatish uchun har bir yaqinlashish bosqichida $F'_a(Q_{a-1})$ funksiyaning oxirgi sobit nuqtasidagi hosila tekshiriladi.

Joylashuv modeli fazodagi tayanch nuqtalarining o'rnini o'zgartirishni tavsiflaydi va $Q(P) = [q_{ab}(P_a)]$ matritsa shakliga ega, bu erda $q_{ab}(P_a)$, t vaqt ichida video oqimining har bir ramkasidan o'qilgan P_a , nuqtalarning koordinatalari.

Keyin:

Misol tariqasida ma'lum bir tasvir yordamida bog'langan asiklik grafikni qurishni amalga oshirishni ko'rib chiqamiz.

Video oqimini oldindan qayta ishlash bosqichida dinamik segmentatsiya usulidan foydalangan holda tasvirlarni kadr-piksel bilan taqqoslash asosida kontur bo'ylab harakatlanuvchi jism aniqlanadi [15] (2 (a)-rasm). Grafikning keyingi qurilishi tanlangan maydon konturining chegaralarini tahlil qilish va bu sohada piksellarning taqsimlanish zichligi asosida gradientni hisoblashga asoslangan.

Avvalo, daraxtning ildizi quriladi. Y o'qi bo'ylab tanlangan yo'lning yuqori nuqtasi sifatida aniqlanadi. Keyin yo'lning pastki tayanch nuqtalari tanlanadi, ular pastki Y nuqtalari - daraxtning barglari sifatida belgilanadi. Ularning o'rtasida X o'qi bo'ylab oraliq tayanch nuqtasi sifatida ajralib turadigan konturning uzilish nuqtasi bo'lishi kerak (2 (b) -rasm).

Daraxtning keyingi tugunlari pastki nuqtalardan gradient bo'ylab qurilgan. Singan nuqtasi bilan nisbiy pozitsiyaga qarab, nuqta son yoki tizza bo'g'imi ekanligi aniqlanadi. Agar sinish topilgan nuqtadan past bo'lsa, u holda kestirib, qo'shimcha yoki tizza bilan aniqlanadi.



2-rasm. Shaklning tanlangan maydoniga ega tasvirlar (a) va matematik modelni qurgandan so'ng (b)

Son bo'g'implari nuqtalarining holati konturning yuqori qismida, kontur chegaralariga perpendikulyar ravishda joylashgan yelka bo'g'implarining nuqtalarini topishga imkon beradi. Qiyofaning keyingi harakatlari ushbu nuqtalarning pozitsiyalarini tuzatishga imkon beradi. Algoritm statik tasvirni tahlil qilish asosida birinchi kadrda "qoralama versiyasi" ni quradi, so'ngra dinamik tahlil paytida bo'g'implarning pozitsiyalarini aniqlaydi. Yelka bo'g'implarining nuqtalari yelka-kamarining qovurg'asi bilan bog'langan. Yelka kamarining chetidagi bosh nuqtasi ostida bo'yin uchun tayanch nuqtasi mavjud. Bo'yin nuqtasi va sakrum nuqtasi umurtqaning qovurg'asini hosil qiladi.

Qo'llarning mos yozuvlar nuqtalari tasvirning konturi bo'ylab aniqlanadi. Tirsak bo'g'implari uchun nuqtalarni qurish tizza bo'g'implarini qidirishga o'xshaydi va gradient tahlil usuli yordamida amalga oshiriladi.

Ushbu modelni amalga oshirish algoritmi Python dasturlash tilida OpenCV va neyron tarmoqlarni qurish uchun zarur bo'lgan boshqa kutubxonalar yordamida amalga oshiriladi.

Kadrda odamni aniqlash maxsus mezonni - maqsadli obyektning haqiqiy o'lchov birligi uchun piksellar sonini baholash orqali amalga oshiriladi. Hisoblagich "haqiqiy o'lchov birligi" sifatida qabul qilinadi. Boshqacha qilib aytganda, maqsadli obyektning har bir real metri minimal piksellar to'plami bilan aniqlanishi kerak. Shaxsni aniqlash uchun maqsadli obyektning har bir real metri uchun kadrda 20 piksel mavjudligini ta'minlash kerak [16].

Modelning sifatini baholash uni amalga oshiradigan algoritm sifatini baholash bilan bog'liq. Asosiy ko'rsatkichlar birinchi va ikkinchi turdagi xatolar ehtimoli, model shaxs bo'lgan raqam sifatida belgilanmagan va odamni video oqimining tasodifiy qismi sifatida aniqlashi mumkin:

- agar raqamning bir qismi to'siq bilan to'sib qo'yilgan bo'lsa, noto'g'ri pozitivlarni oldini olish uchun model standartga muvofiq to'ldiriladi. Bu bosqichda spline funksiyalar to'plami shakllanadi. Harakat tahlili vaqt o'tishi bilan doimo o'zgarib turadigan ushbu funksiyalarni tahlil qilishga asoslangan;

- agar qiymatlar mos yozuvlardan farq qilsa, normal holat sifatida aniqlanadi. Burilishlar skelet modeli nuqtalarining harakatlanish funksiyalarida g'ayritabiiy sakrashlar yoki qovurg'alar orasidagi burchaklardagi keskin o'zgarishlar sifatida ifodalanadi;

- tizim tomonidan deviant xatti-harakatlar sifatida aniqlangan barcha holatlar shaxs

tomonidan qo'shimcha ravishda tahlil qilinadi va olingan ma'lumotlar keyinchalik algoritmi o'rgatish uchun ishlatiladi.

Dastlabki bosqichda tajovuzkor xatti-harakatlar va kasalliklar holatlarini aniqlash rejalashtirilgan: konvulsiyalar, qiyinchilik va boshqalar. Bunday holatlarning barchasi inson harakatining atipik dinamikasi bilan birlashtirilgan, bu umumiy oqimdan ajralib turadi [15-17].

III. XULOSA

Ish skelet modeliga asoslangan kompyuter ko'rish tizimlarida inson harakatini o'rganadi. Model nisbatan kam resurs iste'molini va jamlangan xatolarning kamaytirilgan ta'sirini birlashtiradi. Model kameraning joylashuvi va inson harakati dinamikasiga qarab, mos yozuvlar nuqtalarining proyeksiyalari orasidagi masofa o'zgarishi mumkinligini hisobga oladi. Modeldagi qattiq qirralardan foydalanishdan qochish xato to'planishini kamaytiradi. Ushbu yondashuv yuqori hisoblash quvvati va natijalarning aniqligi o'rtasida qulay kelishuvni taqdim etadi, chunki uni mashinani o'rganish usullari bilan birgalikda ishlatish va fazodagi qiyofaning joylashishini aniqlash uchun aniq parametrlarni topish qobiliyati 2D tasvir tahlili faqat bitta kameradan olingan tasvirlardan foydalanish imkonini beradi. Qurilishning namunasi 2-rasmda ko'rsatilgan.

Inson qiyofasini aniqlash va harakatni tahlil qilish algoritmini qurish uchun MatLab muhitida olingan modelni sharhlash rejalashtirilgan. Ushbu ishda aniqlangan xususiyatlarining raqamli natijalarini tahlil qilish kerak. Yakuniy model Python-da video oqimida inson harakatini kuzatish va tahlil qilish algoritmini yaratish uchun ishlatilishi kerak. Bunday algoritm chekka hisoblashlardan foydalangan holda video-tahlil tizimlarining yangi avlodini amalga oshirish uchun asos bo'ladi.

Bugungu kunda gavjum joylarda, masalan, temir yo'l platformasida deviant xatti-harakatlarni aniqlash zarurati muhim hisoblanadi. Bunday vaziyatda halokatli xatti-harakatlarni aniq va tezkor aniqlashga qodir algoritmi amalga oshirish uchun shaxsning harakatini aniqlash va tahlil qilish uchun shunga o'xshash modellarni ishlatish mumkin.

ADABIYOTLAR

- [1] *Valčík J.* Similarity models for human motion data: Ph.D. Thesis. Brno: Masaryk University, 2016 URL: <https://is.muni.cz/th/wx926/thesis.pdf>
- [2] *Rogez G., Weinzaepfel P., Schmid C.* LCR-Net++: Multi-person 2D and 3D pose detection in natural images // IEEE

- Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2020. V. 42. N 5. P. 1146–1161. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2019.2892985>
- [3] Ke Q., Bennamoun M., An S., Sohel F., Boussaid F. A new representation of skeleton sequences for 3D action recognition // Proc. 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2017. P. 4570–4579. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.486>
- [4] Vox J.P., Wallhoff F. Preprocessing and normalization of 3D-skeleton- data for human motion recognition // Proc. IEEE Life Sciences Conference (LSC). Montreal, QC, Canada. 2018. P. 279–282. <https://doi.org/10.1109/LSC.2018.8572153>
- [5] Shin S., Halilaj E. Multi-view human pose and shape estimation using learnable volumetric aggregation // arXiv.org. 2020. arxiv:2011.13427.
- [6] Innmann M., Zollhofer M., Nießner M., Theobalt C., Stamminger M. Volumedeform: Real-time volumetric non-rigid reconstruction // Lecture Notes in Computer Science. 2016. V. 9912. P. 362–379. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46484-8_22
- [7] Liu Y., Wang K., Li G., Lin L. Semantics-aware adaptive knowledge distillation for sensor-to-vision action recognition // IEEE Transactions on Image Processing. 2021. V. 30. P. 5573–5588. <https://doi.org/10.1109/TIP.2021.3086590>
- [8] Xiang D., Joo H., Sheikh Y. Monocular total capture: Posing face, body, and hands in the wild // Proc. of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2019. P. 10957–10966. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2019.01122>
- [9] Tanke J., Gall J. Iterative greedy matching for 3D human pose tracking from multiple views // Lecture Notes in Computer Science. 2019. V. 11824. P. 537–550. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33676-9_38
- [10] Elanattil S., Moghadam P. Synthetic data for non-rigid 3D reconstruction using a moving RGB-D camera // CSIRO, Data Collection. 2018. V. 2. <https://doi.org/10.25919/5b7b60176d0cd>
- [11] Wang Q. A Survey of visual analysis of human motion and its applications // arXiv.org. 2016. arxiv:1608.00700.
- [12] Aggarwal J., Cai Q. Human motion analysis: A Review // Computer Vision and Image Understanding. 1999. V. 73. N 3. P. 428–440. <https://doi.org/10.1006/cviu.1998.0744>
- [13] Kok M., Eckhoff K., Weygers I., Seel T. Observability of the relative motion from inertial data in kinematic chains // arXiv.org. 2021. arxiv: 2102.02675.
- [14] Beknazarova, S.S., Jaumitbayeva, M.K. Filtering of Digital Images by the Convolution Method with Pulse Characteristic in Spectral Region/ AIP Conference Proceedings Эта ссылка отключена., 2023, 2746(1), 040004
- [15] Beknazarova, S.S. Algorithm for Splitting an Audio File by Frames/ AIP Conference Proceedings, 2023, 2746(1), 040003
- [16] Beknazarova, S., Ishanxadjayeva, Z., Jaumitbaeva, M. Media resources in video information systems/ E3S Web of Conferences, 2023, 401, 03068
- [17] Beknazarova, S., Joldasov, S., Abdullayeva, O., Mamasoatov, D. Control mechanism of eliminate noise and improve visual perception of the image/ AIP Conference Proceedings 2023, 2789, 040078

Поступила в редакцию 21.01.2024

Citation: Beknazarova, S., & Jaumitbaeva, M. (2024). Skelet modeli asosida kompyuter ko'rish tizimlarida inson harakatini tekshirish. *Международный Журнал Теоретических и Прикладных Вопросов Цифровых Технологий*, 7(1), 39–45. <https://doi.org/10.62132/ijdt.v7i1.159>

CHECKING HUMAN MOVEMENT IN COMPUTER VISION SYSTEMS BASED ON THE SKELETON MODEL

Beknazarova S.S.¹, Jaumitbaeva M.K.¹

¹ Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Tashkent, Uzbekistan

saida.beknazarova@gmail.com, mekhribanzhaumitbaeva@gmail.com

Abstract. Analysis of human movement in computer vision systems is carried out in two-dimensional and three-dimensional spaces. A distinctive feature of image analysis in two-dimensional space is the use of images from a single camera and/or multiple body sensors. Such an approach leads to a rapid accumulation of error and, as a result, a low resolution of the image. 3D analysis uses multiple cameras,

and images are represented as sets of volumetric elements. Despite the high accuracy of three-dimensional analysis, it is associated with high computational complexity and load on the internal computer network. The aim of the study is to develop a model using a single camera image. However, the goal is to achieve an accuracy close to the three-dimensional analysis. In the considered model, the skeleton represented as a human figure is calculated based on the depicted asegmatic graph. Analysis structures of human figures were performed and fifteen main points were highlighted. Mathematical description of physical and logical connections is given and researched. The speed and spatial characteristics of points and connections describe the general dynamics of movement. A description of the human motion model and its construction model for specific images are presented. Based on the proposed model, an algorithm for collecting and analyzing information about the relative location and speed characteristics of graph nodes and edges has been developed. The developed model can be used to collect information about the standard (normal) dynamics of human movement. If a dynamic deviating from the standard is detected, the behavior is defined as deviant. The proposed algorithm can be used in computer vision systems to detect and analyze human movements, as well as to detect movement deviations from the reference.

Keywords: computer vision, human motion analysis, behavior analysis, motion detection, skeletal model.

ПРОВЕРКА ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ СКЕЛЕТА

Бекназарова С.С.¹, Жаумитбаева М.К.¹

¹ Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми,
Ташкент, Узбекистан

saida.beknazarova@gmail.com, mekhribanzhaumitbaeva@gmail.com

Аннотация. Анализ движения человека в системах компьютерного зрения осуществляется в двухмерном и трехмерном пространствах. Отличительной особенностью анализа изображений в двумерном пространстве является использование изображений с одной камеры и/или нескольких датчиков тела. Такой подход приводит к быстрому накоплению ошибок и, как следствие, низкому разрешению изображения. В 3D-анализе используется несколько камер, а изображения представляются как наборы объемных элементов. Несмотря на высокую точность трехмерного анализа, он связан с высокой вычислительной сложностью и нагрузкой на внутреннюю компьютерную сеть. Целью исследования является разработка модели с использованием изображения с одной камеры. Однако цель состоит в том, чтобы достичь точности, близкой к трехмерному анализу. В рассматриваемой модели скелет, представленный в виде фигуры человека, рассчитывается на основе изображенного асегматического графа. Был проведен анализ структур человеческих фигур и выделено пятнадцать основных моментов. Дано и исследовано математическое описание физических и логических связей. Скорость и пространственные характеристики точек и связей описывают общую динамику движения. Представлено описание модели движения человека и модели ее построения для конкретных изображений. На основе предложенной модели разработан алгоритм сбора и анализа информации об относительном расположении и скоростных характеристиках узлов и ребер графа. Разработанная модель может быть использована для сбора информации о стандартной (нормальной) динамике движений человека. Если обнаруживается динамика отклонения от стандарта, поведение определяется как девиантное. Предложенный алгоритм может быть использован в системах компьютерного зрения для обнаружения и анализа движений человека, а также для обнаружения отклонений движения от эталона.

Ключевые слова: компьютерное зрение, анализ движений человека, анализ поведения, обнаружение движения, модель скелета.