NAYZA ULOQTIRUVCHILAR TEXNIK TAYYORGARLIGINI RAQAMLI VIDEOANALIZ VA SUN'IY INTELLEKT VOSITALARI ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH

Davlatov Davlatjon Negmatullo o'g'li
FarDU. Ko'pkurash sport turlari nazariyasi va uslubiyati kafedrasi dotsenti.
E-mail: davlatovdavlatjon03@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada nayza uloqtiruvchilarning texnik tayyorgarligini raqamli videoanaliz va sun'iy intellekt asosidagi markerlarsiz harakat tahlili vositalari yordamida takomillashtirish imkoniyatlari yoritilgan. London-2017 Jahon chempionati finalchilari biomekanik ma'lumotlari qayta tahlil qilinib, chiqish tezligi sport natijasi bilan kuchli bog'liqligi aniqlangan.

Kalit so'zlar: nayza uloqtirish, sun'iy intellekt, videoanaliz, biomekanika, chiqish tezligi, markerless motion capture.

Kirish. Zamonaviy nayza uloqtirishda yuqori sport natijasi yugurib kelish tezligi, yakuniy qadamlarning ritmi, tayanch oyoqning "blok" harakati, gavda segmentlarining ketma-ket tezlanishi hamda nayzaning optimal chiqish parametrlari uyg'unligiga bog'liq. Ilmiy adabiyotlarda ayniqsa chiqish tezligi natijani belgilovchi asosiy biomekanik omillardan biri sifatida ko'rsatiladi [2, 4]. World Athletics biomekanik tahlillarida ham jahon darajasidagi uloqtiruvchilarda chiqish tezligi, burchagi, balandligi va segmentlararo koordinatsiya muntazam qayd etiladi [5].

An'anaviy laboratoriya motion-capture tizimlari yuqori aniqlik beradi, biroq ularning narxi, markerlar va maxsus joyga ehtiyoji kundalik mashg'ulot jarayonida qo'llashni cheklaydi. So'nggi yillarda sun'iy intellektga asoslangan markerlarsiz videoanaliz tizimlari oddiy RGB-kameralar orqali tayanch nuqtalarini aniqlash, 2D/3D kinematik ko'rsatkichlarni hisoblash va texnik xatolarni tezkor tahlil qilish imkonini bermoqda [1, 3]. Bunday yondashuv murabbiyga sportchi texnikasini ko'proq urinishlarda va real stadion sharoitida kuzatish imkonini beradi.

Maqsad va vazifalar. Nayza uloqtiruvchilar texnik tayyorgarligida raqamli videoanaliz va sun'iy intellekt vositalaridan foydalanishning ilmiy-uslubiy imkoniyatlarini asoslash; xalqaro musobaqa biomekanik ma'lumotlarini qayta tahlil qilib, raqamli nazorat uchun ustuvor ko'rsatkichlarni aniqlash. Vazifalar: 1) zamonaviy AI-videoanaliz imkoniyatlarini tizimlashtirish; 2) London-2017 finalchilari ma'lumotlari asosida natija va chiqish parametrlarining bog'liqligini hisoblash; 3) murabbiylik amaliyoti uchun diagnostik algoritm taklif etish.

Tadqiqot usullari va tashkil etilishi. Tadqiqot tahliliy va ikkilamchi ma'lumotlarni qayta ishlash dizaynida tashkil etildi. World Athletics'ning London-2017 Jahon chempionati erkaklar nayza uloqtirish finalidagi 13 sportchi bo'yicha rasmiy natijalar va biomekanik hisobotdagi chiqish tezligi, chiqish burchagi hamda chiqish balandligi ko'rsatkichlari birlashtirildi [5]. Deskriptiv statistika (M±SD, min–max), variatsiya koeffitsienti va Pearson korrelyatsiyasi hisoblandi. AI va markerlarsiz motion-capture bo'yicha 2025–2026-yillardagi sharhlar metodik asos sifatida olindi [1, 3].

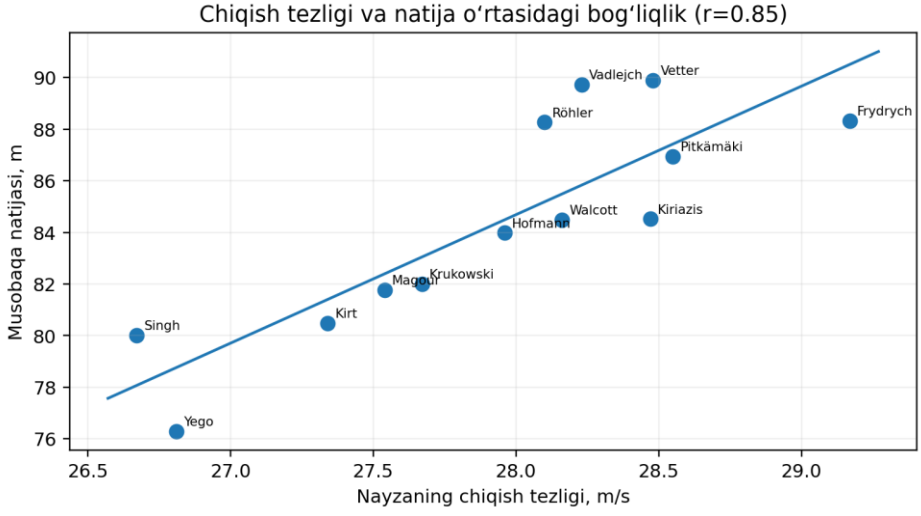
1-jadval.

London-2017 finalchilari bo'yicha biomekanik ko'rsatkichlarning umumlashtirilgan tahlili

Ko'rsatkich	M±SD	Min–max	Natija bilan r	p
Musobaqa natijasi, m	84.36±4.17	76.29–89.89	—	—
Chiqish tezligi, m/s	27.93±0.71	26.67–29.17	0.85	<0,001

Chiqish burchagi, °	34.39±2.66	28.0–38.2	-0.28	0,348
Chiqish balandligi, m	2.00±0.12	1.76–2.21	0.41	0,164

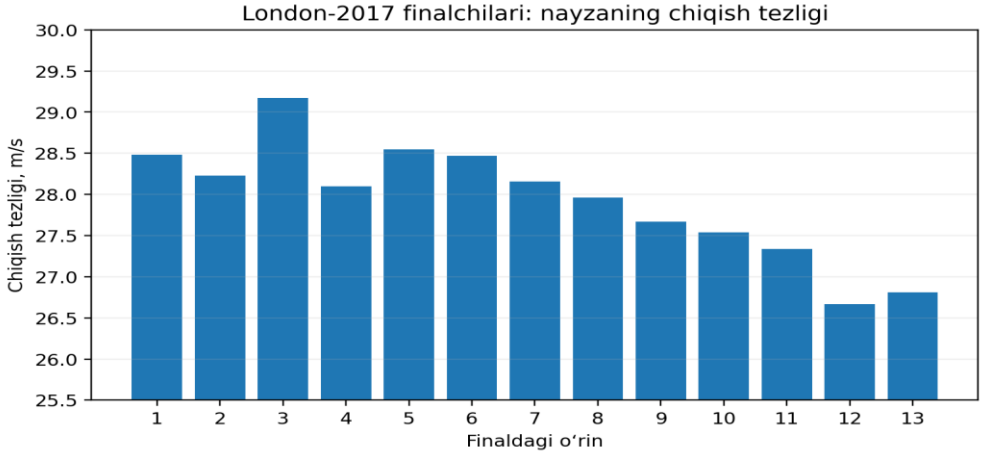
Izoh: *hisob-kitob muallif tomonidan World Athletics'ning rasmiy musobaqa natijalari va biomekanik hisobotidagi ma'lumotlar asosida bajarildi [5].*



1-rasm. Nayzaning chiqish tezligi va musobaqa natijasi o'rtasidagi bog'liqlik

Tadqiqot natijalari va ularni muhokama qilish. Qayta tahlil natijasida finalchilarning o'rtacha natijasi 84.36±4.17 m, o'rtacha chiqish tezligi 27.93±0.71 m/s, chiqish burchagi 34.39±2.66° va chiqish balandligi 2.00±0.12 m bo'ldi. Eng muhim natija — chiqish tezligi bilan musobaqa masofasi o'rtasida kuchli musbat bog'liqlik aniqlandi ($r=0.85$; $p<0,001$). Bu natija klassik biomekanik tadqiqotlarda qayd etilgan "release velocity"ning yetakchi ahamiyati bilan mos keladi [2, 4].

Chiqish burchagi bilan natija o'rtasidagi bog'liqlik mazkur tanlanmada statistik ahamiyatga ega bo'lmadi ($r=-0,28$; $p>0,05$). Bu holat yuqori malakali sportchilarda burchakning yakka holda emas, balki chiqish tezligi, hujum burchagi, shamol va individual texnika bilan birgalikda namoyon bo'lishini ko'rsatadi. Shuning uchun AI tizimidan faqat "ideal burchak"ni topish vositasi sifatida foydalanish to'g'ri emas; u ko'p parametrli texnik profil tuzishi zarur.



2-rasm. Finaldagi o'rinlar bo'yicha nayzaning chiqish tezligi

2-jadval. Nayza uloqtirish texnikasida AI-videoanaliz uchun ustuvor diagnostik indikatorlar

Indikator	Raqamli aniqlash	Amaliy mazmuni	Murabbiy qarori
Chiqish tezligi	Yuqori kadr tezligidagi video / obyekt treking	Natijaga eng kuchli bog‘langan ko‘rsatkich	Tezkor-kuch va yakuniy tezlanishni individual tuzatish
Yugurib kelish tezligi	Video yoki IMU sensori	Kinetik zanjirga kiruvchi boshlang‘ich impuls	Nazoratli tezlanish va ritmni optimallashtirish
Tayanch oyoq va gavda holati	AI pose estimation	Bloklash, tana og‘ishi va segmentlararo ketma-ketlik	Texnik xatoni kadrma-kadr ko‘rsatish
Chiqish burchagi/balandligi	Javelin va tana nuqtalarini treking	Individual release profilini aniqlash	Tezlikni yo‘qotmasdan individual diapazonni barqarorlashtirish

AI markerless motion capture tizimlari murabbiyga bir necha afzallik beradi: marker qo‘ymasdan ko‘p urinishlarni tez tahlil qilish, segmentlar koordinatsiyasini sonli ko‘rsatkichlarga aylantirish, mashg‘ulotlararo o‘zgarishni taqqoslash va individual “texnik profil” yaratish [1, 3]. Biroq bunday tizimlarning aniqligi kamera joylashuvi, kadrlar tezligi, yoritish, yopilish (occlusion), modelning o‘rgatilgan ma’lumotlari va harakat tezligiga bog‘liq. Shu sababli raqamli ko‘rsatkichlar murabbiy kuzatuvini almashtirmasligi, balki uni obyektiv ma’lumot bilan to‘ldirishi kerak.

Amaliy tavsiyalar. Sport takomillashuv bosqichidagi nayza uloqtiruvchilar bilan ishlashda raqamli nazoratni uch darajada tashkil etish maqsadga muvofiq: 1) har bir texnik mashg‘ulotda yon va orqa rakursdan standartlashtirilgan video yozuv; 2) asosiy kinematik indikatorlarni avtomatik yoki yarim avtomatik aniqlash; 3) sportchining shaxsiy bazaviy profili bilan taqqoslab, faqat amaliy ahamiyatli og‘ishlar bo‘yicha feedback berish. Masalan, chiqish tezligi pasayib, burchak o‘zgarmagan bo‘lsa, asosiy e’tibor kuch-impuls uzatilishi va final qadamlar ritmiga qaratiladi; burchak keskin o‘zgarib qolsa, gavda holati va uloqtiruvchi qo‘l trayektoriyasi tekshiriladi.

Musobaqaoldi bosqichida AI-videoanalizning asosiy vazifasi texnikani qayta qurish emas, balki sportchining barqaror texnik modelini nazorat qilish bo‘lishi lozim. Yuqori intensivlikdagi urinishlar sonini haddan tashqari ko‘paytirmasdan, 3–6 ta sifatli nazorat uloqtirishdan olingan video sportchining chiqish tezligi, yakuniy tayanch holati va segmentlararo timingini baholash uchun yetarli axborot berishi mumkin. Raqamli monitoringning ushbu shakli ortiqcha yuklama xavfini oshirmasdan murabbiylik qarorini tezlashtiradi.

Xulosa. Nayza uloqtiruvchilarning texnik tayyorgarligini takomillashtirishda raqamli videoanaliz va sun’iy intellekt vositalari istiqbolli ilmiy-uslubiy yo‘nalishdir. London-2017 finalchilari bo‘yicha qayta tahlil chiqish tezligi va natija o‘rtasida kuchli bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatdi ($r=0,85$; $p<0,001$), bu ko‘rsatkichni raqamli monitoringning asosiy indikatorlaridan biri sifatida ajratishga imkon beradi. AI asosidagi markerlarsiz tahlil real mashg‘ulot sharoitida sportchining texnik profilini tezkor shakllantiradi, biroq uning natijalari validatsiya va murabbiylik interpretatsiyasi bilan birgalikda qo‘llanishi zarur. Kelgusida nayza uloqtiruvchilarda AI tahlili, IMU sensorlari va real musobaqa natijalarini birlashtirgan prospektiv tadqiqotlarni o‘tkazish maqsadga muvofiq.

Bibliografiya

1. Abdullayev M.J., Olimov M.S., To‘xtaboyev N.T. Yengil atletika va uni o‘qitish metodikasi: darslik. – Toshkent: Barkamol fayz media, 2017. – 628 b.
2. Olimov M.S., Shakirjanova K.T., To‘xtaboyev N.T., Rafiyev H.T., Smurigina L.V., Kolobov V.A. va boshqalar. Yengil atletika nazariyasi va uslubiyati: darslik. – Toshkent, 2018. – 872 b.