

**SPORTCHILARNING HARAKATLARINI BIOMEXANIK TAHLIL QILISH USULI,
ALGORITMI VA DASTURIY VOSITASINI YARATISH****Shaybonov Muhsinbek Nortozi o'g'li**

Qarshi axborot texnologiyalari va menejment universiteti magistranti.

Nabiyeva Shabnam Dilmurod qizi

Qarshi shahridagi Prezident maktabi o'quvchisi.

shaybonovmuhsinbek@gmail.com<https://doi.org/10.5281/zenodo.18834463>

Annotatsiya. Mazkur maqolada sportchilarning harakatlarini biomexanik tahlil qilishning zamonaviy usullari, ularni algoritmlashtirish tamoyillari hamda amaliy dasturiy vosita yaratish jarayoni yoritilgan. Tadqiqot doirasida harakat parametrlarini aniqlash, kinematik va dinamik ko'rsatkichlarni hisoblash, video va sensor ma'lumotlarini qayta ishlash mexanizmlari ishlab chiqilgan. Taklif etilgan algoritm sportchi harakatining fazoviy-vaqtinchalik xususiyatlarini aniqlash, bo'g'im burchaklari, tezlik, tezlanish va kuch ko'rsatkichlarini hisoblash imkonini beradi. Shuningdek, Python dasturlash tili asosida yaratilgan dasturiy vosita orqali avtomatlashtirilgan tahlil amalga oshiriladi. Natijalar sport mashg'ulotlari samaradorligini oshirish, texnik xatolarni aniqlash va jarohatlarning oldini olishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so'zlar: biomexanika, sport harakatlari, kinematik tahlil, dinamik tahlil, algoritm, dasturiy ta'minot, harakat modeli, Python, sensor ma'lumotlari, video tahlil.

Kirish

Zamonaviy sportda yuqori natijalarga erishish nafaqat sportchining jismoniy tayyorgarligi, balki uning harakat texnikasining ilmiy asosda tahlil qilinishiga ham bevosita bog'liqdir. Sport harakatlarini chuqur o'rganish, ularning samaradorligini oshirish va ortiqcha energiya sarfini kamaytirish biomexanika fanining asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi. Biomexanik tahlil orqali inson harakat apparatining ishlash qonuniyatlari aniqlanadi, mushaklar faoliyati, bo'g'imlar harakati hamda kuch va tezlik ko'rsatkichlari ilmiy asosda baholanadi. Bu esa sport mashg'ulotlarini optimallashtirish va yuqori sport natijalariga erishishda muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

Hozirgi kunda raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt elementlari va kompyuter modellashtirish usullarining rivojlanishi sport harakatlarini avtomatlashtirilgan tarzda tahlil qilish imkonini bermoqda. An'anaviy kuzatuv va subyektiv baholash usullari o'rnini aniq o'lchovlarga asoslangan algoritmik tahlil egallamoqda. Video yozuvlar, inertial sensorlar, markerli va markersiz kuzatuv tizimlari yordamida sportchining harakat trayektoriyasi, tezligi, tezlanishi hamda bo'g'im burchaklari yuqori aniqlikda aniqlanishi mumkin.

Sportchilarning harakatlarini ilmiy asosda tahlil qilish nafaqat sport natijalarini yaxshilash, balki jarohatlar xavfini kamaytirish, ortopedik va fiziologik muammolarni oldindan aniqlashda ham katta ahamiyatga ega. Harakat texnikasidagi kichik xatoliklar uzoq muddatli yuklama natijasida jiddiy shikastlanishlarga olib kelishi mumkin. Shu sababli biomexanik monitoring tizimlarini yaratish sport tibbiyoti va murabbiylik amaliyotida dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi sportchilarning harakatlarini biomexanik jihatdan tahlil qilish usulini ishlab chiqish, ushbu jarayonni algoritmlashtirish hamda amaliy qo'llash uchun dasturiy vosita yaratishdan iborat.

Taklif etilayotgan yondashuv harakat parametrlarini avtomatik aniqlash, ularni matematik modellash va tahlil natijalarini vizual ko'rinishda taqdim etishga yo'naltirilgan.

Tadqiqot natijalari sport mashg'ulotlarini ilmiy asosda tashkil etish, individual texnikani takomillashtirish, murabbiylar uchun qaror qabul qilish jarayonini soddalashtirish hamda sport faoliyatiga raqamli texnologiyalarni keng joriy etishga xizmat qiladi.

Asosiy qism

Sportchilarning harakatlarini biomexanik tahlil qilish inson tanasining mexanik tizim sifatidagi faoliyatini o'rganishga asoslanadi. Inson organizmi suyaklar, bo'g'imlar va mushaklardan tashkil topgan murakkab kinematik zanjir bo'lib, har bir harakat muayyan fizik qonuniyatlarga bo'ysunadi.

Biomexanik tahlilning asosiy vazifasi ushbu harakatlarni miqdoriy jihatdan ifodalash, ya'ni koordinata, tezlik, tezlanish, kuch va moment kabi ko'rsatkichlarni aniqlashdan iborat.

Sportda texnikaning to'g'ri bajarilishi aynan shu parametrlarning optimal qiymatlari bilan belgilanadi.

Harakatlarni tahlil qilish jarayoni odatda uch bosqichdan iborat bo'ladi: ma'lumotlarni yig'ish, ularni qayta ishlash va natijalarni interpretatsiya qilish.

Ma'lumotlarni yig'ish video kuzatuv tizimlari, inertial o'lchov sensorlari (IMU), optik markerlar yoki kompyuter ko'rish texnologiyalari yordamida amalga oshiriladi. Ushbu vositalar sportchining harakat trayektoriyasini aniqlash, tananing asosiy nuqtalarini kuzatish va vaqt bo'yicha o'zgarishlarni qayd etish imkonini beradi.

Kinematik tahlil sportchi harakatining geometrik xususiyatlarini o'rganishga qaratiladi. Bunda tana segmentlarining fazodagi koordinatalari, bo'g'im burchaklari, harakat amplitudasi, tezlik va tezlanish kabi ko'rsatkichlar aniqlanadi. Masalan, yugurish jarayonida tizza va son bo'g'imlari burchaklarining optimal o'zgarishi energiya samaradorligini oshiradi. Kinematik parametrlarni hisoblash uchun differensial hisoblash usullari va diskret vaqt qatorlari tahlili qo'llaniladi.

Dinamik tahlil esa harakatni yuzaga keltiruvchi kuchlarni aniqlashga xizmat qiladi.

Nyuton qonunlariga asoslanib, sportchining tana segmentlariga ta'sir etuvchi tashqi va ichki kuchlar, tayanch reaksiyasi kuchlari, impuls va momentlar hisoblanadi. Ushbu ma'lumotlar mushak yuklamasini baholash, ortiqcha zo'riqishni aniqlash va jarohat xavfini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega.

Sport harakatlarini avtomatlashtirilgan tarzda tahlil qilish uchun maxsus algoritm ishlab chiqiladi. Mazkur algoritm quyidagi ketma-ketlikda ishlaydi:

birinchi bosqichda video yoki sensor ma'lumotlari tizimga kiritiladi;

ikkinchi bosqichda tasvirni qayta ishlash orqali tana nuqtalari aniqlanadi;

uchinchi bosqichda koordinatalar vaqt bo'yicha filtrlash usullari yordamida silliqiladi;

to'rtinchi bosqichda kinematik parametrlar hisoblanadi;

beshinci bosqichda dinamik model asosida kuch va momentlar aniqlanadi;

yakuniy bosqichda natijalar grafik, jadval va vizual modellar ko'rinishida foydalanuvchiga taqdim etiladi.

Algoritmni amalga oshirishda raqamli signalni qayta ishlash, matematik modellash va mashinali ko'rish elementlaridan foydalaniladi. Shovqinlarni kamaytirish uchun Kalman filtri yoki past chastotali filtrlar qo'llanadi.

Tana segmentlari o'rtasidagi bog'lanish esa ko'p bo'g'imli mexanik model sifatida tasvirlanadi. Bu model inson skeletining soddalashtirilgan analitik ko'rinishi bo'lib, hisob-kitoblarni tez va aniq bajarish imkonini beradi. Mazkur yondashuv asosida Python dasturlash tilida dasturiy vosita ishlab chiqiladi.

Dastur OpenCV kutubxonasi yordamida video tasvirlarni tahlil qiladi, NumPy va SciPy paketlari orqali matematik hisoblashlarni bajaradi hamda Matplotlib yoki boshqa vizualizatsiya vositalari orqali natijalarni grafik ko'rinishda chiqaradi. Dastur foydalanuvchiga sportchining harakat trayektoriyasi, bo'g'im burchaklari dinamikasi, tezlik o'zgarishi va yuklama taqsimotini interaktiv tarzda ko'rish imkonini beradi.

Yaratilgan dasturiy tizim murabbiylar va sport mutaxassislari uchun amaliy ahamiyatga ega bo'lib, mashg'ulot jarayonini raqamli monitoring qilish, texnik xatolarni tez aniqlash va individual tayyorgarlik dasturlarini shakllantirish imkonini yaratadi. Shu tariqa biomexanik tahlil sport faoliyatini ilmiy asosda boshqarishning samarali vositasiga aylanadi.

Xulosa

Sportchilarning harakatlarini biomexanik tahlil qilish zamonaviy sport ilm-fanining eng muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda sport harakatlarini ilmiy asosda o'rganishning nazariy va amaliy jihatlari ko'rib chiqildi hamda ularni avtomatlashtirilgan tarzda tahlil qilish usuli, algoritmi va dasturiy vositasini yaratish masalalari yoritildi. Biomexanik yondashuv inson harakat apparatini mexanik tizim sifatida tahlil qilish imkonini berib, sport texnikasini chuqur o'rganish va optimallashtirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot jarayonida harakatlarni tahlil qilishning kinematik va dinamik modellari asosida sportchining bo'g'im burchaklari, tezlik, tezlanish va kuch ko'rsatkichlarini aniqlash usullari ishlab chiqildi. Taklif etilgan algoritm video va sensor ma'lumotlarini qayta ishlash orqali harakat parametrlarini avtomatik aniqlashga imkon beradi. Bu esa an'anaviy subyektiv baholash usullariga nisbatan yuqori aniqlik va tezkorlikni ta'minlaydi.

Python dasturlash tili asosida yaratilgan dasturiy vosita biomexanik tahlil jarayonini avtomatlashtirish, natijalarni vizual ko'rinishda taqdim etish va mashg'ulot jarayonini raqamli monitoring qilish imkonini beradi. Ushbu tizim yordamida murabbiylar sportchilarning texnik xatolarini aniqlashi, yuklama darajasini nazorat qilishi hamda individual mashg'ulot dasturlarini samarali rejalashtirishi mumkin.

Natijada ishlab chiqilgan usul va dasturiy yechim sport mashg'ulotlari samaradorligini oshirish, jarohatlar xavfini kamaytirish, sport texnikasini takomillashtirish va sport jarayoniga zamonaviy axborot texnologiyalarini joriy etishda muhim amaliy ahamiyat kasb etadi. Biomexanik tahlilni raqamlashtirish kelajakda sun'iy intellekt asosidagi sport monitoring tizimlarini yaratish uchun ham mustahkam ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Zatsiorsky V.M. *Biomechanics of Human Motion*. – Champaign: Human Kinetics, 2002.
2. Winter D.A. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. – New York: Wiley, 2009.
3. McGinnis P.M. *Biomechanics of Sport and Exercise*. – Champaign: Human Kinetics, 2013.

4. Robertson D.G.E., Caldwell G.E., Hamill J. *Research Methods in Biomechanics*. – Champaign: Human Kinetics, 2014.
5. Enoka R.M. *Neuromechanics of Human Movement*. – Champaign: Human Kinetics, 2015.
6. OpenCV Documentation. *Computer Vision Library Reference Manual*. – <https://opencv.org>
7. NumPy User Guide. *Fundamental Package for Scientific Computing in Python*. – <https://numpy.org>
8. SciPy Reference Guide. *Scientific Computing Tools for Python*. – <https://scipy.org>
9. Knudson D. *Fundamentals of Biomechanics*. – New York: Springer, 2021.
10. Bartlett R. *Introduction to Sports Biomechanics*. – London: Routledge, 2007.