

Invenția se referă la metrologia sportivă, și anume la procedeele de înregistrare a traiectoriei mișcării corpului uman și a unor părți separate ale lui.

Este cunoscut un procedeu de înregistrare a traiectoriilor mișcării corpului uman (sportivului) și a unor părți separate ale lui (extremităților) care constă în efectuarea fotografierii rapide, introducerea imaginilor în calculator și prelucrarea lor ulterioară în scopul calculării traiectoriilor mișcării, atât a corpului uman în general, cât și a părților separate ale corpului lui [1].

Dezavantajele acestui procedeu sunt precizia joasă de înregistrare a traiectoriei mișcării cauzată de diapazonul limitat de racursuri în care poate fi formată poziția obiectului fotografierii și dificultatea stabilirii unei legături precise dintre coordonatele unor părți separate ale corpului, procesul îndelungat de efectuare a calculelor și analizarea condiționat de necesitatea introducerii unui număr foarte mare de cadre ale imaginilor în calculator, necesitatea iluminării corpului uman în procesul fotografierii, presupune prezența corpului uman în limitele vizibilității directe a aparatelor (aparaturii) de filmat, prețul majorat.

Este cunoscut de asemenea un procedeu de înregistrare a mișcărilor corpului uman care constă în aceea că în punctele de reper ale corpului uman (extremitățile, capul, trunchiul) se amplasează elemente sensibile la schimbarea poziției lor în spațiu. După care, cu ajutorul mijloacelor sensibile la semnalele acestor elemente, se înregistrează informația recepționată, după care ea se prelucrează cu ajutorul calculatorului cu obținerea datelor despre caracterul mișcărilor. În cadrul acestui procedeu cunoscut se utilizează o serie de elemente reflectoare pasive – repere luminescente. Se efectuează fotografierea rapidă cu ajutorul a trei sau mai multe aparate de filmat, unite prin intermediul unor canale de intrare analogice de mare viteză cu un calculator electronic specializat [2].

Dezavantajele acestui procedeu constau în prezența obligatorie a corpului uman în limitele vizibilității, prezența echipamentului pentru iluminarea reperelor, necesitatea prezenței unui dispozitiv special pentru realizarea acestui procedeu, prețul majorat.

Mai sunt cunoscute un șir de procedee similare bazate pe măsurarea distanțelor dintre reperele amplasate pe anumite părți ale corpului uman cu ajutorul unor mărimi fizice bazate pe efectul Hall: traductoare electrostatice, electromagnetice și piezorezistive etc. [3].

Dezavantajele acestui procedeu constau în necesitatea acțiunii asupra corpului uman cu câmpuri electrostatice și electromagnetice, care dispun de o zonă de acțiune limitată, condiționată de sensibilitatea limitată a traductoarelor, o precizie mai redusă decât la procedeele optice, prețul exagerat al dispozitivelor utilizate.

Cea mai apropiată soluție este procedeu de înregistrare a mișcărilor corpului uman și dispozitivul pentru realizarea acestuia, care constă în aceea că în anumite puncte de reper ale corpului uman se amplasează elemente sensibile la schimbarea poziției lor în spațiu, cu ajutorul mijloacelor sensibile la semnalele acestor elemente se înregistrează informația recepționată de la ele și se prelucrează informația înregistrată cu ajutorul calculatorului electronic cu obținerea datelor referitoare la caracteristicile mișcărilor corpului uman. Pe corp se amplasează un dispozitiv de microcontrolere cu trei coordonate pentru măsurarea accelerațiilor deviațiilor (unghiulare), care include trei traductoare de accelerații unghiulare, fiecare dintre care se orientează în direcția uneia din trei axe reciproc perpendiculare X, Y, Z și se înregistrează semnalele de ieșire ale acestor traductoare în memoria remanentă, informația de pe care se utilizează apoi pentru prelucrarea ulterioară [4].

Dezavantajele acestui procedeu și dispozitiv sunt precizia relativ joasă de reconstrucție (calculare ulterioară) a traiectoriei mișcării părților corpului uman, pe care este fixat un dispozitiv de microcontrolere cu trei coordonate pentru măsurarea accelerațiilor unghiulare, ceea ce este legat de faptul că traductoarele de deviații unghiulare măsoară deviațiile unghiulare relative de scurtă durată, adică indicațiile lor depind de poziția inițială a obiectului și oferă rezultate referitoare doar la un interval de timp scurt, iar la o mișcare uniformă, aceste traductoare, după expirarea timpului reacției măsurate de obicei în zeci de microsecunde, indică un rezultat nul. Timpul de reacționare a acestor traductoare este condiționat de timpul constant al circuitului de integrare RC interior sau exterior, conectat la traductor.

Asupra preciziei de înregistrare a traiectoriei mișcării influențează de asemenea faptul că traductoarele de accelerații unghiulare dau o eroare de măsurare acumulată permanent la o mișcare îndelungată constantă orientată într-o singură direcție.

Există un domeniu special de cunoștințe – navigația inerțială, conform căruia, pentru stabilirea mai mult sau mai puțin precisă a traiectoriilor mișcării punctului conform indicațiilor traductoarelor este necesar de a avea în punctul examinat nu doar indicațiile traductoarelor de accelerații unghiulare cu trei coordonate, ci și a traductoarelor de accelerații liniare cu trei coordonate, precum și de a ști unghiul direcției mișcării în comparație cu direcția spre nord. Aceasta înseamnă că fiecare dispozitiv de măsurare pe bază de microcontrolere, fixat pe un punct de reper al corpului trebuie să dispună și de un asemenea set de traductoare.

Mai mult decât atât, pentru înregistrarea retrospectivă a traiectoriei unei mișcări îndelungate a corpului, un singur dispozitiv cu microcontrolere dotat cu setul de traductoare sus-menționat, fixat pe una din extremități, evident este puțin. Este necesar de a avea minimum câte un dispozitiv de acest fel, cu un set de traductoare pe fiecare din extremități și cel puțin un set pe trunchiul (centura) corpului uman (sportivului). Dispozitivele de măsurare cu traductoare urmează a fi fixate pe ultimele fragmente libere ale extremităților, de exemplu, pe carpuri și glezne. Evident că în această împrejurare nu poate fi reflectată traiectoria mișcării palmelor. Dispozitivul de măsură de pe centură permite de a restabili condiționat traiectoria mișcării trunchiului fără înregistrarea rotațiilor posibile, de exemplu, ale părții inferioare a trunchiului față de cea superioară, sau ale răsucirilor trunchiului. Astfel, pentru restabilirea mai mult sau mai puțin precisă a traiectoriei mișcării corpului uman sunt necesare minimum cinci seturi

de dispozitive de măsurare cu microcontrolere cu un set complet de traductoare. Pentru o înregistrare mai precisă a traiectoriei mișcării corpului uman este necesar de a mări numărul sistemelor de măsurare și de a le fixa pe fiecare fragment mobil al corpului uman.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în sporirea preciziei de înregistrare a traiectoriei mișcării corpului uman sau a părților separate ale acestuia.

Invenția înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că în anumite puncte de reper, pe corpul uman se amplasează câte un dispozitiv de înregistrare a traiectoriei mișcării corpului uman care include trei traductoare pentru măsurarea deplasărilor unghiulare, orientate după axe reciproc perpendiculare X, Y și Z, iar semnalele recepționate de la traductoare se înregistrează. Pe corpul uman se amplasează cel puțin cinci dispozitive de înregistrare a traiectoriei mișcării corpului uman, fiecare incluzând suplimentar câte trei traductoare pentru măsurarea deplasărilor liniare, orientate după axe reciproc perpendiculare X, Y și Z și câte o busolă pe bază de semiconductori cu trei coordonate, iar semnalele recepționate de la ieșirile tuturor traductoarelor și busolei se transmit printr-un multiplexor analogic la un convertizor analogic numeric, se cifrează și se înregistrează în memoria flash, datele cărei sunt citite prin intermediul unei interfețe rapide USB a unui calculator electronic exterior.

Dispozitivul de înregistrare a traiectoriei mișcării corpului uman și a unor părți separate ale lui, care conține trei traductoare pentru măsurarea deplasărilor unghiulare, orientate după trei axe reciproc perpendiculare X, Y, Z, un multiplexor analogic, intrările căruia sunt conectate la ieșirile traductoarelor, un convertizor analogic-numeric, intrarea căruia este conectată la ieșirea multiplexorului analogic, un microcontroler intrarea căruia este conectată la ieșirea convertizorului analogic-numeric, memorie flash și o interfață rapidă USB, intrările/ieșirile cărora sunt conectate la microcontroler. Dispozitivul include suplimentar trei traductoare pentru măsurarea deplasărilor liniare, orientate după trei axe reciproc perpendiculare X, Y, Z, și o busolă pe bază de semiconductori cu trei coordonate, ieșirile cărora sunt conectate la intrările multiplexorului analogic.

Memoria flash de mare volum poate fi executată atât sub forma unei memorii permanente încorporate (introduse prin lipire), cât și sub forma unei memorii externe flash, de exemplu a unei cartele simple Multimedia Card (MMC) sau a unei cartele Secure Digital Card (SD).

Invenția se explică prin desenul din figura 1, care reprezintă schema bloc de funcționare a dispozitivului.

Dispozitivul de înregistrare a traiectoriei mișcării corpului uman și a unor părți separate ale lui conține trei traductoare 1, 2, 3 pentru măsurarea deplasărilor unghiulare, orientate după trei axe reciproc perpendiculare X, Y, Z, trei traductoare 4, 5, 6 pentru măsurarea deplasărilor liniare, orientate după trei axe reciproc perpendiculare X, Y, Z, și o busolă 7 pe bază de semiconductori cu trei coordonate, un traductor al tensiunii de alimentare 8, ieșirile cărora sunt conectate la intrările unui multiplexor analogic 9, intrările căruia sunt conectate la ieșirile traductoarelor 1, 2, 3, un convertizor analogic-numeric 10, intrarea căruia este conectată la ieșirea multiplexorului analogic 9, un microcontroler 11 intrarea căruia este conectată la ieșirea convertizorului analogic-numeric 10, un dispozitiv de comandă a traductoarelor 12, o interfață 13 rapidă USB și memorie flash 14, intrările/ieșirile cărora sunt conectate la microcontroler (11).

Dispozitivul funcționează în felul următor.

Traductoarele 1, 2, 3 pentru măsurarea deplasărilor unghiulare sunt orientate după trei axe reciproc perpendiculare X, Y, Z și sunt executate, pe baza unor giroscopae semiconductoare, de exemplu, ADXRS150EB. La rotirea traductorului în jurul axei de măsurare (la schimbarea poziției punctului de control în procesul mișcării corpului uman) la ieșirea de semnalizare a mărimii medii a tensiunii de alimentare se generează o tensiune echivalentă cu unghiul de rotire al traductorului într-o unitate de timp, adică cu o viteză unghiulară (viteza de rotire a traductorului). Traductoarele 4, 5, 6 pentru măsurarea deplasărilor liniare sunt orientate după trei axe reciproc perpendiculare X, Y, Z și executate pe baza unor accelerometre semiconductoare, de exemplu, ADXL202E. La deplasarea traductorului de-a lungul axei de măsurare (la decalajul punctului de control de-a lungul axei în procesul mișcării corpului uman) la ieșirea de semnalizare față de mărimea medie a tensiunii de alimentare se generează o tensiune echivalentă cu valoarea deplasării traductorului într-o unitate de timp, adică echivalentă cu viteza liniară. Busola 7 poate fi executată, pe baza unui microcircuit cu trei coordonate, de exemplu, HMC1055. Tensiunea de la ieșirea ei este echivalentă cu devierea axei traductorului de la direcția nord. Traductorul tensiunii de alimentare 8 este destinat pentru măsurarea tensiunii de alimentare a traductoarelor în scopul calculării punctului mediu al tensiunii de alimentare. Punctul mediu al tensiunii de alimentare este necesar pentru calcularea semnalelor pozitive sau negative la ieșirea traductoarelor. Semnalele de la ieșirile tuturor traductoarelor se lansează la intrările multiplexorului analogic 9, iar de la ieșirea lui se lansează la intrarea convertizorului analogic-numeric 10, de la ieșirea lui se lansează la intrările microcontrolerului 11, ieșirile căruia sunt conectate la intrările corespunzătoare ale tuturor traductoarelor. Controlul traductoarelor este necesar pentru minimalizarea erorilor de măsură. Celelalte intrări/ieșiri ale microcontrolerului 11 sunt conectate la intrările/ieșirile interfeței rapide USB 13, ieșirea căreia poate fi conectată la un calculator electronic exterior pentru citirea rapidă a datelor memorate. Intrările/ieșirile terțe ale microcontrolerului 11 sunt conectate la intrările/ieșirile blocului de memorie flash 14 de mare volum, care servește pentru memorarea datelor. Blocul de memorie flash 14 poate fi executat, de exemplu, AT45DB642D, pe baza unui microcircuit sau pe baza unei cartele simple Multimedia Card încorporată într-un corp special. Nodurile multiplexorului analogic 9, convertizorului analogic-numeric 10, microcontrolerul 11, interfața USB 13 constituie nodurile interioare ale unui microcircuit, de exemplu, C8051F342.

Microcontrolerul 11 cu o viteză mare, care de câteva sute de ori depășește frecvența de înregistrare a traiectoriei mișcării corpului uman, realizează verificarea consecutivă a intrărilor multiplexorului analogic 9, iar convertizorul

analogic-numeric 10 realizează transformarea lor într-o formă numerică. Apoi microcontrolerul efectuează filtrarea datelor și normalizarea lor, calculând diferența dintre semnalul de ieșire și punctul mediu al tensiunii de alimentare, măsurată cu ajutorul traductorului 8. Semnalele de la ieșirile tuturor traductoarelor permit de a calcula deplasarea în lungul fiecărei din axele X, Y și Z, care se memorează fiecare milisecundă în memoria flash 14. Întrucât pentru înregistrarea multilaterală a mișcărilor se pot utiliza câteva dispozitive de acest fel, fixate, de exemplu, pe trunchi și extremități, pentru sincronizarea înregistrării în microcontroler 11 se utilizează un regulator cu program de timp real (Real Time Clock - RTC), care se poate sincroniza după interfața USB 13.

Procedeu de înregistrare a mișcărilor corpului uman va fi descris în descrierea funcționării dispozitivului.

Exemplu de realizare a dispozitivului.

La perioada de înregistrare dată, de exemplu, de 1 ms, numărul biților înregistrați în 1 ms constituie 4 pentru înregistrarea timpului curent +3 coordonate *4 biți pentru fiecare coordonată, în total 16 b. Evident că într-o secundă se înregistrează 16 kb de date. La această viteză de înregistrare a microcircuitul memoriei Flash AT45DB642, având un volum de 8 mb va ajunge pentru 500 secunde (8 minute) de înregistrare, iar cartelele MMC cu volumul de 128Mb – pentru 500 de minute (de exemplu, 8 ore). Aceasta este suficient pentru efectuarea de către un sportiv a oricărui exercițiu care necesită înregistrare. La conectarea dispozitivului la calculatorul electronic exterior prin interfața USB 13, datele memorate se citesc din dispozitiv în calculatorul electronic.

Avantajele procedurii și dispozitivului propuse constau în:

- precizia mai înaltă de înregistrare a traiectoriei mișcării corpului uman (sportivului);
- lipsa necesității de a acționa asupra corpului uman cu câmpuri electrostatice, electromagnetice și alte câmpuri, dăunătoare pentru sănătate;
- sportivul testat nu este restrâns de delimitări teritoriale (nu este conectat nici la conductoare, nici la echipamentul utilizat, nici la zona de vizibilitate sau radiorecepția sigură);
- viteza de înregistrare în procedeu și dispozitivul dat este esențial mai mare decât în dispozitivele comparabile, deoarece nu se limitează la necesitatea măsurărilor manuale, capacității de informare a canalelor de telecomunicație etc.;
- dispozitivele utilizate în procedeu revendicat sunt autonome, adică nu au legătură în timpul măsurărilor și înregistrării nici cu calculatorul, nici cu alimentarea exterioară, prin urmare, nu au conductoare sau alte elemente care împiedică mișcarea firească a corpului uman testat.