

## **Ֆիզիկական ակտիվության գործընթացի անհատական կազմակերպման եղանակ**

### Տեխնիկայի բնագավառը

Գյուտը վերաբերում է անհատի ֆիզիկական զարգացման բնագավառին և դրա  
 5 ծրագրային ապահովմանը, մասնավորապես, արհեստական բանականության վրա  
 հիմնված ֆիզիկական ակտիվության գործընթացի անհատական կազմակերպման  
 եղանակին, էլեկտրոնային առցանց համակարգերին և օգտատիրոջ առողջական  
 վիճակին և ֆիզիոլոգիական ցուցանիշներին համապատասխանող ֆիզիկական  
 վարժությունների մշակման, աջակցման, տեխնիկայի և վերահսկման ալգորիթմներով  
 10 հավելվածների ստեղծման համակարգերին:

Համակարգչային բնագավառում, համակարգերն ընդունված է անվանել  
 «համակարգչային տեսողություն»: Ներկայումս համակարգչային տեսողության գրեթե  
 բոլոր համակարգերը ստեղծվում են արհեստական բանականության հիման վրա: Նման  
 եղանակները օգտակար են առողջության վերականգնման և բարելավման անվնաս և  
 15 արդյունավետ եղանակների մշակման համար, ինչպես նաև քաշի նվազեցման և  
 պահպանման, վստահության և հարմարավետության զգացումի ձեռք բերման,  
 աշխատունակության բարձրացման, քնի բարելավման համար:

### Տեխնիկայի մակարդակը

Օգտատիրոջ համար գնալով ավելի կարևոր է դառնում ֆիզիկական  
 20 վարժությունների կատարման համար թվային մարզիչների բնագավառում ծրագրային  
 ապահովման մակարդակը և հասանելիությունը, մասնավորապես՝ վարժությունների  
 մանրամասն և անհատականացված պլանի ստացման համար: Մինչ օրս հայտնի են  
 տարբեր տեսակի վիրտուալ ֆիթնես մարզիչներ, որոնք ներբեռնված բջջային  
 հավելվածների միջոցով առաջարկում են հավաքել անհատական սննդի պլան,  
 25 մարզումների համակարգ և արդյունքների հետևում [1]:

Առաջարկվում է օգտատիրոջը ընդգրկել նմանատիպ մակարդակի մարզիկների  
 մինի խմբում, որոնց վերահսկում է պրոֆեսիոնալ մարզիչը: Մարզիչը ձևավորում է  
 մարզումների ծրագիրը յուրաքանչյուր օգտատիրոջ համար, իսկ հատուկ ալգորիթմն

ուղղում է այն, եթե օգտատերը հանկարծ հիվանդանում է, կամ այլևս տրամադրված չէ շարունակել մարզումները, կամ մտադիր է բարդացնել մարզումների ծրագիրը [2]:

Հայտնի է առողջարարական ծրագրերի իրականացումից առաջ անձի ավտոմատացված հետազոտության եղանակ: Չափումների ավտոմատացման համար օգտագործում են կառավարման վահանակ, մոնիտոր և ծրագրով հագեցած համակարգային բլոկով կառավարող համակարգիչ: Ծրագիրն իրականացնում է գրանցում, համակարգում, արդյունքների խաչաձև վերլուծություն, օգտատերերի համար կառուցվածքային եզրակացության տրամադրում: Չափումները կատարում են յոթ փուլով:

Առաջին փուլում ստանում են անտրոպոմետրիկ ցուցանիշները: Երկրորդ փուլում ստանում են ֆունկցիոնալ ցուցանիշները: Երրորդ փուլում կատարում են ԷՍԳ (էլեկտրասրտագրություն): Չորրորդ փուլում գնահատում են հետազոտվող մարդու ընդհանուր վիճակը հիպոքսիայի պայմաններում: Հինգերորդ փուլում չափում են թոքերի ծավալը: Վեցերորդ փուլում չափում են ձեռքերի ուժը: Յոթերորդ փուլում չափում են ֆունկցիոնալ ցուցանիշները՝ բեռնվածքային թեստավորման իրականացմամբ՝ հեծանիվի էրգաչափի միջոցով: Չափումներն իրականացնում են այնպիսի սարքավորումների միջոցով, ինչպիսիք են բիոիմպեդանսաչափը, տոնոմետրը, էլեկտրասրտագրիչը, զարկերակային օքսիմետրը, հիպոքսիկ գեներատորը, դինամոմետրը, սպիրոմետրը, կշեռքը, բարձրաչափը և արյան բիոքիմիական անալիզատորը [3]:

Հայտնի է իրական ժամանակում և երեք չափումներում օգտատիրոջ դիրքերի որոշման և դիրքերի դասակարգման եղանակ՝ Մեդիափայփի (անգլ.՝ «Mediapipe») մեքենայական ուսուցման համակարգի և Պիթոն (անգլ.՝ «Python») ծրագրավորման լեզվի միջոցով [4]:

Նշված եղանակների թերություններն են սահմանափակ ֆունկցիոնալ հնարավորությունները, մասնավորապես, օգտատիրոջ տվյալների ամբողջական սպեկտրի բացակայությունը, սարքավորումների մեխանիկական մասի բարդությունը և կախվածությունը մասնագետի առաջարկություններից:

Հատկանիշների համախմբությամբ հայտարկվող գյուտին առավել մոտ է «Способ организации тренировочного процесса и система для его осуществления («Մարզվելու գործընթացի կազմակերպման եղանակ և դրա իրականացման համակարգը») RU 2733870, A63B24/00, 2020» [5]:

5           Տվյալ եղանակը վերաբերում է սպորտային-առողջարարական կոմպլեքսներին՝ մարզումների ընթացքում մարդու ֆունկցիոնալ վիճակի մոնիթորինգի հնարավորությամբ, որոնք կարող են օգտագործվել վերահսկողության ապահովման, օգտատիրոջ ֆիզիկական հնարավորությունների և ֆիզիոլոգիական ցուցանիշների հիման վրա մարզումների մարտավարության և ալգորիթմների ընտրության խնդիրների լուծման համար, ինչպես նաև օգտատերերի ցանկացած կատեգորիաների համար արդյունավետ և անվտանգ մարզումների գործընթաց կառուցելու նպատակով:

15           Եղանակը ներառում է օգտատիրոջ նույնականացում, նրա ստատիկ ֆիզիոլոգիական ցուցանիշների նախնական չափում՝ չափիչ ստենդի միջոցով, ստացված տվյալների հավաքագրում և մշակում, ստացված տվյալների մշակման արդյունքների հիման վրա մարզումների ալգորիթմի ավտոմատ կազմում, օգտատիրոջ դինամիկ ֆիզիոլոգիական ցուցանիշների պարբերական չափում մարզումների ալգորիթմի կատարման ընթացքում՝ առնվազն մեկ կրելի սարքավորման միջոցով:

20           Մարզումների ալգորիթմն ավտոմատ կազմելուց առաջ օգտատերն ընտրում է մարզվելու նպատակը:

25           Օգտատիրոջ կողմից մարզումների ալգորիթմի կատարման ընթացքում կրելի սարքավորման միջոցով պարբերաբար կատարվում է օգտատիրոջ դինամիկ ցուցանիշների վերլուծություն և վերլուծության հիման վրա օգտատիրոջը առաջարկվում է վերադառնալ չափիչ ստենդի մոտ կամ անցնել մարզումների ալգորիթմի հաջորդ առաջադրանքին, այդ թվում՝ հաջորդ մարզասարքի վրա, կամ դադարեցնել մարզումների ալգորիթմի կատարումը, այդ թվում՝ մարզասարքի աշխատանքի ավտոմատ դադարեցման պատճառով՝ օգտատիրոջ դինամիկ ֆիզիոլոգիական շեմային արժեքների գերազանցման դեպքում և դրա մասին

օգտատիրոջը ծանուցում: Կրելի սարքի միջոցով իրականացված չափումների և դինամիկ ֆիզիոլոգիական ցուցանիշների վերլուծության արդյունքների հիման վրա մարզումների ալգորիթմն ավտոմատ կերպով ճշգրտվում է:

5 Եղանակի թերությունն այն է, որ առանց հատուկ չափիչ և մարզվելու սարքավորումների օգտագործման բացակայում է հնարավորությունը կառուցել և ճշգրտել օգտատիրոջ ամբողջական մարզումների գործընթացը:

Հայտարկված գյուտի հետ ընդհանուր են հետևյալ հատկանիշները.

- օգտատիրոջ նույնականացում,
- օգտատիրոջ ցուցանիշների նախնական չափում,
- 10 - ստացված ցուցանիշների հավաքագրում և մշակում,
- մարզումների ալգորիթմի կազմում,
- մարզումների ալգորիթմի կատարման ընթացքում օգտատիրոջ ցուցանիշների պարբերական չափում,
- հետագա գործողությունների վերաբերյալ առաջարկությունների ներկայացում:

#### 15 Գյուտի բացահայտումը

Գյուտի խնդիրն է ստեղծել մարզվելու գործընթացի անհատական կազմակերպման ավելի արդյունավետ և անվտանգ եղանակ օգտատերերի ցանկացած կատեգորիաների համար՝ օգտագործելով ներդրված բազային, ոչ պրոֆեսիոնալ մակարդակի համակարգչային կամ վեբ-տեսախցիկ (անգլ.՝ «Webcam»), որոնք 20 ապահովում են վիդեո-ազդանշանի փոխանցումը անհատական համակարգչին (նոթբուք, պլանշետ) առցանց ռեժիմով, կամ ներբեռնված ծրագրային հավելվածի միջոցով, ինչպես նաև ընդլայնելու համար «համակարգչային տեսողություն» (անգլ.՝ «Computer Vision») համակարգի հնարավորությունները՝ մոնիտորի վրա իրական ժամանակի ռեժիմում խոշոր շարժունակության՝ ներառյալ մարմնի խոշոր մկանների 25 շարժումները, որոնք ապահովում են ձեռքերի, ոտքերի, գլխի շարժումները, թեքությունները, կորությունները և կորպուսի ոլորումը (այսինքն՝ պտտումների, թեքությունների, քայլերի, վազքի, ցատկերի) և մանր շարժունակության՝ ներառյալ

մատների, ձեռքերի դաստակների, ոտքերի շարժումները և դեմքի միմիկան, հետագա մանրամասն ճանաչման համար:

Գյուտի էությունն այն է, որ առաջարկված է ֆիզիկական ակտիվության գործընթացի անհատական կազմակերպման եղանակ, համաձայն որի նախապես 5 ձայնագրվում է տեսանյութ, որում վարժությունը կատարվում է մարզիկի կամ մասնագետ-մեթոդոլոգի կողմից, ստեղծվում է էտալոնային անալոգ, կադր առ կադր կատարվում է էտալոնային անալոգի մարմնի կետերի չափանշում, չափանշման հիման վրա կադր առ կադր հաշվարկում են մարդու մարմնի բիոմեխանիկական ցուցանիշները՝ կետերի միջև հեռավորությունները և անկյունները, կետերի դասավորության ընդհանուր 10 սխեման, օգտատիրոջ նույնականացունից հետո, մարզվելու վարժությունների կատարման մեկնարկից առաջ տեսախցիկի միջոցով կարդացվում է օգտատիրոջ բիոմեխանիկական տվյալները, համակարգի միջոցով ընտրվում են համապատասխան վարժությունները, վարժության կատարման ընթացքում գնահատվում են օգտատիրոջ բիոմեխանիկական ցուցանիշների նմանությունը էտանոլային անալոգի հետ, մարզվելու 15 ավարտից հետո օգտատիրոջը ցուցադրվում են վարժության կատարման որակի միջին գնահատականը և ամենախնդրահարույց հատվածների հետ աշխատելու առաջարկությունները:

Այսպիսի «համակարգչային տեսողություն» մեթոդի իրականացման համար համակարգը ստեղծվում է առանց լրացուցիչ կրելի կոմպակտ հարմարանքների 20 («տրեկերներ»), որոնք նախատեսված են օգտատիրոջ ֆիզիկական ակտիվությունը գրանցելու և վերահսկելու համար, առանց որոշակի տեսակի մարզահագուստ կրելու անհրաժեշտության:

Օգտատիրոջ բիոմեխանիկական տվյալները կարդացվում են ներդրված համակարգչային կամ վեբ-տեսակցիկով, որոնք մեկնաբանվում են բացատրելի 25 արհեստական բանականության մեթոդով (անգլ.՝ «Explainable Artificial Intelligence»), այսինքն՝ համակարգով, որը ճանաչում է մուտքային տեղեկատվությունը:

Ստացված մեկնաբանված տվյալների հիման վրա համակարգը գնահատում է օգտատիրոջ շարժումների ճշգրտությունը, արագությունը և հետևողականությունը

(կոորդինացիա), ինչը թույլ է տալիս համակարգին ավտոմատ կերպով եզրակացություններ անել կենտրոնական նյարդային համակարգի առանձին մասերի՝ մարմնի մասերի հետ փոխազդեցության վիճակի և մակարդակի մասին (իններվացիա, նյարդավորում):

5           Գնահատվում են սիմպաթիկ նյարդային համակարգի ցուցանիշները, որը ուժեղացնում է նյութափոխանակությունը, մեծացնում է օրգանիզմի հյուսվածքների մեծ մասի գրգռվածությունը, մոբիլիզացնում է օրգանիզմի ուժերն ակտիվ գործունեության համար և պարասիմպաթիկ նյարդային համակարգի ցուցանիշները, որը նպաստում է ծախսացած էներգիայի պաշարների վերականգնմանը, կարգավորում է օրգանիզմի աշխատանքը քնի ժամանակ, հոգնածության մակարդակը և մարդու օրգանիզմի 10           ֆունկցիոնալ վիճակը, որը որոշվում է օրգանիզմում տեղի ունեցող հոգեբանական և ֆիզիոլոգիական այն փոփոխությունների կոմպլեքսով, որոնք տեղի են ունենում որպես օրգանիզմի արձագանք միապաղաղ վարժությունների (միապաղաղություն), ինչպես նաև արձագանքներ՝ տարբեր տեսակի վարժությունների նկատմամբ, և դրանց 15           արդյունավետության անհատական տեսակավորումը:

          Նախապես՝ էտալոնային անալոգ ստեղծելու նպատակով, ձայնագրվում է տեսանյութ, որում վարժությունը՝ համապատասխան ստանդարտներին, կատարում է մարզիկը կամ մասնագետ- մեթոդոլոգը: Ձայնագրված տեսանյութում կադր առ կադր անցկացվում է մարդու մարմնի կետերի չափանշում և կետերի դասավորության 20           ընդհանուր սխեմայի հաշվարկում:

          Ստացված սխեմայի հիման վրա համակարգը ստեղծում է վիրտուալ էտալոնային անալոգ, որից հետո, մարդու մարմնի (կմախքի) պարզեցված մոդելի բիոմեխանիկական ցուցանիշների հետագա՝ կադր առ կադր շարունակական հավաքագրման, հաշվարկման և դրանց ավտոմատացված փորձաքննության միջոցով, ստեղծում է անընդհատ 25           ճշգրտվող նեյրոնային ցանց՝ օգտատիրոջ ֆիզիկական շարժումների, կետերի միջև հեռավորության և անկյունների վերլուծության համար՝ էտալոնային անալոգի նկատմամբ: Նման վերլուծության արդյունքում ստեղծվում է ֆիզիկական ակտիվության և օգտատիրոջ նպատակաուղղված մարզումների անհատական հետազիծ: Ստացված

տվյալները գրանցվում են տեքստային ֆորմատի առանձին ֆայլերում (անգլ.՝ «csv»), որոնց միջոցով հետագայում որոշվում է օգտատիրոջ կատարած վարժությունների ճշտությունը:

5 ԕգտատիրոջ կողմից վարժությունների կատարման ընթացքում գնահատվում է օգտատիրոջ բիոմեխանիկական ցուցանիշների նմանությունը գրանցված և չափանշված էտալոնային անալոգի հետ:

Համակարգը մեկնաբանում է պարզ և նմանատիպ վարժությունները, օրինակ՝ օգտատիրոջ կողմից յոգայից «ծառի» կեցվածքն ընդունելու դեպքում, և բիոմեխանիկական ցուցանիշների փոփոխությունների ավելի բարդ 10 հաջորդականությունները, օրինակ՝ օգտատիրոջ կողմից սկզբում դեմքը շրջելու, այնուհետև արմունկի հոդում ձեռքը ծալելու դեպքում, առավելագույն ուշադրություն դարձնելով այն ցուցանիշների նմանություններին, որոնք առավել արժեքավոր են վարժության տվյալ փուլի համար:

15 Նմանությունը որոշելուց հետո՝ օգտատիրոջ ցուցանիշների վեկտորների և էտալոնային անալոգի միջև տարբերության հաշվարկի հիման վրա, համակարգը որոշում է վարժության կատարման որակը տվյալ պահին և դնում է գնահատական, որը ցուցադրվում է օգտատիրոջ մարմնի (կմախքի) պարզեցված մոդելի պատկերի վրա կետերի գունային լուսավորման տեսքով:

20 Մարզումների ավարտից հետո համակարգը օգտատիրոջ համար դուրս է բերում վարժության կատարման որակի միջին գնահատականը և ամենախնդրահարույց հատվածների հետ աշխատելու առաջարկությունները: Այս հատվածների որոշումն իրականացվում է կմախքի պարզեցված մոդելի կետերի խմբերի հայտնաբերման միջոցով, որոնք ունեն գումարային ամենաէական ազդեցությունը գնահատականի առավելագույնից շեղման վրա:

25 Մարզումների ընտրությունը օպտիմալացված է համակարգի կողմից՝ ինչպես օրգանիզմի վիճակի թիրախային ցուցանիշներին հասնելու արագության առումով, (օրգանիզմի ռեսուրսների մակարդակ, ֆիզիկական ակտիվության ընթացքում ռիսկերի

իջեցում), այնպես էլ օգտատիրոջ համար կանոնավոր գործողությունների հոգեբանորեն մոտիվացնող և էմոցիոնալ դրական հաջորդականության ապահովման համար:

#### Գրաֆիկական նյութերի համառոտ նկարագրությունը

Գյուտի էությունը պարզաբանվում է նկարներով, որտեղ նկ. 1-ում պատկերված է մարզվելու գործընթացի մուտքային տեղեկատվությունը ճանաչող ծրագրային համակարգի՝ օգտատիրոջը հասանելի ձևաչափով համակարգչի էկրանի վրա արտապատկերվող և բոլոր անհրաժեշտ հաշվարկները պարունակող ներկայացման մասը (անգլ.՝ «frontend»), և օգտատիրոջից թաքնված մասը (անգլ.՝ «backend»), նկ. 2-ում ներկայացված է օգտատիրոջ մարզվելու անհատական կազմակերպման գործընթացի սխեման:

#### Գյուտի իրականացումը

Գյուտն իրականացվում է հետևյալ կերպ.

Ձևավորվում է մարզվելու գործընթացի անհատական ներկառուցված կամ վեր-տեսախցիկով համակարգչի մուտքային տեղեկատվություն՝ կմախքի և մարդու ձեռքերի կետերը ճանաչող, օգտատիրոջ համար հասանելի ձևաչափով համակարգչի էկրանի վրա արտապատկերվող և բոլոր անհրաժեշտ հաշվարկները պարունակող ծրագրային համակարգ:

Հավաքագրվում է մշակված և կառուցվածքային տեղեկատվություն աղյուսակային ձևով (անգլ.՝ «Dataset»)՝ 15 000+ պատկերներից, որոնցից 13 000+ - ներում մարդիկ են, իսկ մնացածներում՝ ոչ: Մարդկանցով պատկերների համար իրականացնում է կմախքային կարկասի և ձեռքերի կետերի գծանշում մասնագետներ-մեթոդոլոգների վերահսկողության ներքո, որոնք ճշգրտում են կետերի դասավորությունը: Գծանշված կետերի թվային տվյալները մուտքագրվում են գծանշված պատկերներին համապատասխանող տեքստային ֆորմատի ֆայլերի (անգլ.՝ «csv») մեջ (1 ֆայլ 1 պատկերի համար):

Մուտքային պատկերն ընդունվում է նեյրոնային ցանցի միջոցով (անգլ.՝ «Convolutional Neural Network — ConvNet/CNN»), որը ստեղծվել է Պիթոն (անգլ.՝



«Python») ծրագրավորման լեզվի գրադարանի միջոցով (անգլ.՝ «PyTorch»): Տվյալ ալգորիթմը կարևորություն է հաղորդում պատկերի տարբեր տիրույթներին և օբյեկտներին, տարբերակելով մեկը մյուսից, ցույց տալով ճանաչման ճշգրտության 90%+ մակարդակ՝ հիմնված խաչաձև ստուգման վրա (անգլ.՝ «cross validation»):

5           Կմախքի կետերի ճանաչման համակարգը ստանում է մուտքային պատկեր և վերադարձնում է 33 կետեր-օբյեկտների զանգված, որոնք միասին նկարագրում են համակարգում օգտագործվող կմախքի պարզեցված մոդելը, և որոնք պարունակում են հետևյալ տեղեկատվությունը. էկրանի վրա կետի արեցիսը/օրդինատը (իրական ոչ բացասական թվեր, որոնք չափվում են պատկերի չափի մասով՝ 0.0-ից մինչև 1.0) և  
10 տեսանելիությունը (իրական թիվ, որը ցույց է տալիս հավանականությունը, որ կետը տեսանելի է էկրանի վրա, այլ ոչ թե թաքնված է այլ օբյեկտների հետևում)։

Ճանաչման համակարգի աշխատանքը բաղկացած է մի քանի մասերից.

Սկզբում որոշվում է այն տիրույթը, որտեղ, ենթադրաբար, գտնվում են կմախքի բոլոր կետերը (անգլ.՝ «Region-of-Interest, ROI»): Այս տիրույթն ունի ուղղանկյան ձև և  
15 գտնվում է համակարգին փոխանցվող պատկերի ներսում:

Որոշված տիրույթում իրականացվում է որոնվող կետերի ճանաչում:

Եթե համակարգը աշխատում է վիդեո-ճանաչման ռեժիմում, ապա կմախքի պարզեցված մոդելի կետերի տեղակայման տիրույթի որոշումն իրականացվում է մինչև ծրագիրը կարողանում է ճանաչել կմախքի պարզեցված մոդելի կետերը: Եթե այդ  
20 պայմանը չի կատարվում, ապա կրկին կանչվում է որոշում իրականացնող ֆունկցիան, որից հետո որոնվող կետերի ճանաչումը կատարվում է արդեն որոշվող նոր տիրույթում:

Ճանաչման համակարգն օժանդակում է հետևյալ պարամետրերի կարգավորմանը.

- Որոշվող տիրույթի առանձնացման վստահության աստիճանը (ROI) (անգլ.՝  
25 «min\_detection\_confidence»), որը պատասխանատու է այն բանի համար, որ մարդը գտնվի առանձնացված տիրույթում: Եթե կադրի վրա բացակայում է տվյալ պարամետրի մուտքագրված արժեքը գերազանցող վստահության աստիճան ունեցող տիրույթը, ապա

ծրագիրը տեղեկացնում է, որ փոխանցված պատկերի վրա օգտատերը բացակայում է: Թույլատրելի արժեքների տիրույթ՝ [0.0, 1.0],

- Որոշվող տիրույթում կետերի ճանաչման վստահության աստիճանը (ROI) (անգլ.՝ «min\_tracking\_confidence»), որը պատասխանատու է այն բանի համար, որ կմաքխի բոլոր կետերը ընկնեն որոշվող առանձնացված տիրույթում: Եթե ընթացիք վստահության աստիճանը փոքր է տվյալ պարամետրի մուտքագրված արժեքից, ապա որոշվող տիրույթը նորից է հաշվարկվում: Թույլատրելի արժեքների տիրույթը՝ [0.0, 1.0],

- Ռեժիմի տեսակը (անգլ.՝ «Static\_image\_mode»)՝ ստատիկ (մեկ պատկերի/լուսանկարի համար) կամ դինամիկ (վիդեո ռեժիմ), որը պատասխանատու է փոխանցվող պատկերների տեսակի համար: Եթե պարամետրի արժեքը հավասար է «Սխալ» (անգլ.՝ «False») նշումին, ապա հաջորդականությունն ընդունվում է որպես տեսահոսքի ֆրամենտ: Այդ դեպքում որոշվող տիրույթի (ROI) առանձնացումը տեղի է ունենում համաձայն 3-րդ կետում նկարագրվածի: Եթե այդ արժեքը հավասար է «Ճիշտ» (անգլ.՝ «True») նշումին, ապա որոշվող տիրույթի (ROI) առանձնացումը տեղի է ունենում առանձին յուրաքանչյուր կադրում: Արժեքների տիրույթը՝ «Ճիշտ, Սխալ» (անգլ.՝ «True, False»):

Նման կառուցվածք ունի նաև ձեռքերի դաստակների կետերի մանրամասն ճանաչման համակարգը: Յուրաքանչյուր ձեռքի վրա ճանաչվող կետերի թիվը 21 է: Ծրագիրը թույլ է տալիս առանձին սահմանել կադրում ձեռքերի առավելագույն հնարավոր քանակություն:

Փորձագիտական բլոկի ձևավորման համար օգտագործվում է կառուցվածքային տեղեկատվություն աղյուսակային ձևով (անգլ.՝ «Dataset»), որը բաղկացած է վարժության կատարման 10 000+ նմուշներից՝ յուրաքանչյուր կոնկրետ նմուշի համար մասնագետ-մեթոդոլոգների կողմից նշանակված գնահատականներով: Կառուցվածքային տեղեկատվության հիման վրա՝ գրադիենտ վայրէջքի մեթոդով վերապատրաստում են մեքենայական ուսուցման ալգորիթմը: Վերապատրաստված գնահատման համակարգի համար մետրիկայի անգամների քանակության և թեստային նմուշի չափի (անգլ.՝ «accuracy score») հարաբերակցության արժեքը գերազանցում է 95%-ը:

Ստացված ալգորիթմը գնահատում է վարժության կատարման որակը՝ բիոմեխանիկական ցուցանիշների (կմախքի կետերի, անկյունների և դրանց միջև հեռավորությունների կոորդինատների) էտալոնային անալոզների ցուցանիշների արժեքներին մոտիկության հիման վրա: Էտալոնային անալոզը ձևավորվում է մասնագետների կարծիքով կառուցվածքային տեղեկատվության (անգլ.՝ «Dataset») ամենաբարձր որակի տեսահոլովակից, կամ նկարահանվում է առանձին՝ որակավորված մարզիկների կամ մասնագետներ-մեթոդոլոգների ներգրավմամբ: Մոտիկությունը որոշվում է ընթացիկ և էտալոնային բիոմեխանիկական ցուցանիշների տարբերության կշռված վեկտորի էվկլիդեսյան չափականության (էվկլիդեսյան մետրիկա) համաձայն:

10 Մշակված համակարգն ապահովում է չափվող բիոմեխանիկական ցուցանիշների ժամանակակից կախվածությունների գրաֆիկների կառուցման օպցիան: Իր ցանկությամբ օգտատերը կարող է կարգավորել արտապատկերները՝ որպես որոշակի հոդային անկյան (ուս, արմունկ, ծունկ և այլն) ընթացիկ արժեքի գրաֆիկա, այնպես էլ սեսիայի ընթացքում ձեռք բերված առավելագույն արժեքի արտապատկեր, ինչը կարող է օգտակար լինել մի շարք ձգվելու համար ստատիկ վարժությունների դեպքում, օրինակ՝ օգտատիրոջ կողմից լարան (առագաթ) կատարելու դեպքում:

Համակարգն օգտագործելու համար օգտատերը, կապի միջոցների օգնությամբ, ներբեռնում է համապատասխան ծրագրային հավելվածը կամ միանում է համակարգին առցանց ձևաչափով, կայք մուտք գործելով:

20 Մարզվելու գործընթացը բաղկացած է ծրագրային համակարգի ներկայացման մասից (անգլ.՝ «frontend»), որը արտապատկերվում է համակարգչի էկրանի վրա օգտատիրոջը հասանելի ձևաչափով և որը պարունակում է բոլոր անհրաժեշտ հաշվարկները, և օգտատիրոջից թաքնված մասից (անգլ.՝ «backend»):

Հավելվածի էկրանը բաժանված է երեք մասի՝ ձախ, կենտրոնական և աջ:

25 Մարզվելու գործընթացն օգտատիրոջ (3) համար սկսվում է անհատական ներկառուցված կամ վեբ-տեսախցիկով (4) համակարգչի (2) արջև դիրք գրավելուց: Օգտատիրոջը մարզումների ժամանակ հագուստի ձևի վերաբերյալ որևէ պահանջ չի ներկայացվում:

Ներկառուցված կամ վեր-տեսախցիկը իրականացնում է օգտատիրոջ նույնականացում, կարդում է օգտատիրոջ բիոմետրիկական տվյալները և կազմում ու առաջարկում է օգտատիրոջ ներկայիս ֆիզիոլոգիական վիճակին համապատասխանող մարզումների ալգորիթմ և վարժությունների կոմպլեքս: Էկրանի աջ կողմում հայտնվում է էտալոնային անալոգը (1), որը ցույց է տալիս վարժության կատարման ձևը:

Էկրանի ձախ կողմում (7) առկա են տեխնիկական տվյալներ՝ վարժության կատարման ժամանակը վայրկյաններով, որը հաշվարկվում է ծրագրում ներկառուցված վայրկյանաչափով և չափվում է թայմերով, ավարտված վարժությունների քանակությունը, հաջողված կրկնությունների քանակությունը, որոնք հաշվարկված են հատուկ հաշվիչով, որը հետևում է, թե քանի անգամ է ցուցադրվել վարժության վերջնական դիրքը աջ մասում, և ընթացիկ սեսիայի ժամանակը: Եթե օգտատերը կատարում է վարժությունը անբավարար ճշգրտությամբ, համակարգը չի ճանաչում մուտքային վիդեոհոսքը որպես ավարտված գործընթաց, և օգտատերը, համակարգի կողմից վարժությունները ավելի ճշգրիտ կատարելու համար առաջարկած ցուցումների հիման վրա (6), պետք է վերադառնա այն պահին, երբ կատարման որակը իջել է ընդունելի շեմից:

Էկրանի կենտրոնական մասը պատկանում է օգտատիրոջը: Այնտեղ ցուցադրվում է օգտատիրոջ պատկերը (5), որը կարդացվում և նույնականացվում է ներկառուցված համակարգչային կամ վեր-տեսախցիկով, որի վրա նշված են կմախքի կետերը:

Կետերի գույնի փոփոխությունը պայմանավորված է օգտատիրոջ կատարած վարժությունների որակով՝ «լուսաֆոր» համակարգի սկզբունքով: Կարմիր գույնը խորհրդանշում է վարժության ոչ ճիշտ կատարումը, դեղին գույնը՝ վարժության կատարումը միջին մակարդակով: Կանաչ գույնը խորհրդանշում է կատարած վարժության լիարժեք համապատասխանությունը վիրտուալ անհատական էտալոնային անալոգին: Համակարգը նախատեսում է նաև հեռակառավարվող հրամանների հնարավորություն: Օրինակ՝ անցնել «հանգստի» ռեժիմին, որի ժամանակ թայմերը կանգ է առնում, օգտատիրոջ կողմից ձեռքը կադրի վրա որոշակի տիրույթի մոտեցման միջոցով՝ ներկառուցված համակարգչային կամ վեր-տեսախցիկով տեղեկատվությունը

կարդալու համար: Կամ համակարգը նախատեսում է հեռավար կառավարման հնարավորություն՝ տեսախցիկով ժեստերի ընկալման միջոցով: Օրինակ, եթե օգտատերը 2 վայրկյանների ընթացքում «հավանություն տալով» բարձրացնում է իր աջ ձեռքի բութ մատը, տեսախցիկը դա կարդում է որպես օգտատիրոջ՝ վարժությունն ավարտելու մտադրություն:

Օգտատիրոջից թաքնված մասը (ահգլ.՝ «backend») տեխնոլոգիապես բաղկացած է երկու մասից:

Առաջին մասը ներառում է այն տվյալները, որոնք հաշվարկվում են մոդելի «ուսուցման» փուլում և չեն վերահաշվարկվում օգտատիրոջ կողմից վարժությունների կատարման ընթացքում: Նման տվյալների օրինակ է հոդերի տարբեր անկյունները վարժության էտալոնային տարբերակում:

Երկրորդ մասը, որն իրականացնում է ստացված ցուցանիշների հավաքագրում և մշակում, բաղկացած է այն տվյալներից, որոնք հաշվարկվում են առցանց ռեժիմում՝ ներկառուցված համակարգչային կամ վեբ-տեսախցիկից մուտքային պատկերը գծանշելիս՝ ստացված տեղեկատվության հիման վրա: Նման տվյալների օրինակ է օգտատիրոջ կմախքի համապատասխան կետերի և էտալոնային անալոգի միջև հեռավորությունը՝ երբ օգտատերը կրկնում է վարժությունը:

Վարժության ավարտին ծրագիրը տեղեկացնում է օգտատիրոջը ձեռք բերված արդյունքի մասին, ցուցադրում է վարժության կատարման որակի միջին գնահատականը և ավտոմատ կերպով ընտրված առաջարկությունները՝ առավել խնդրահարույց հատվածների շտկման վերաբերյալ:

Օպտիմալացման արդյունքում ստեղծվում է վարժության կատարման ճշտության չափանիշների թվային նկարագրություն: Այդ չափանիշների հիման վրա հաշվարկվում է օգտատիրոջ կատարած վարժության ընդհանուր որակը տվյալ պահին և մեկ սեանսի համար: Ստացված արդյունքներն օգտագործվում են հետագա անհատականացված առաջարկությունների ընտրության համար:

Վարժությունների ցուցադրական տարբերակներով ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ խոշոր շարժունակության վարժությունների համար, որոնցում որոշ հոդերի անկյունների փոփոխությունը (ուսի, արմունկի, ազդրի, ծնկի) առնվազն 15-20 աստիճան է, վարժության կատարման որակի գնահատականը երեք բալանոց սանդղակով (կարմիր, դեղին, կանաչ) կազմում է առնվազն 95%:

Այս արդյունքների շնորհիվ ընդլայնվում է համակարգով աջակցվող և ճանաչվող վարժությունների սպեկտրը: Բարելավվում է վարժությունների կատարման որակի վերլուծության դետալիզացիան (մանրամասնում): Բարելավվում է մեծ թվով «հասարակ» վարժություններից բաղկացած կոմպլեքսային վարժությունների հետ աշխատանքի որակը, որոնք կատարման ողջ ընթացքում ազդում են խստորեն սահմանված բիոմեխանիկական ցուցանիշների վրա:

Շարունակվում է մանր շարժունակության շարժումները (մատների մարմնամարզություն, պարանոցի վարժությունների կոմպլեքս և այլն) ճանաչող մոդելի մշակումը: Բացահայտվում են օգտատիրոջ կողմից վարժությունների կատարման որակի ինտուիտիվ հասկանալի որոշման լրացուցիչ եղանակները:

Այսպիսով, հայտարկված եղանակը բազմանպատակային համակարգ է, որն աջակցում է օգտատիրոջ ֆիզիկական ակտիվության զարգացմանը: Իրականացվում է վարժությունների անհատական ընտրություն, որոնք համապատասխանում են օգտատիրոջ ընթացիկ առողջական վիճակին:

Անհատականացումը տեղի է ունենում օգտատիրոջ առողջության անձնական ցուցանիշների հիման վրա, որոնք կանոնավոր կերպով թարմացվում են վարժությունների կոմպլեքսի կատարման ընթացքում: Օգտատիրոջ վիճակի նախնական ցուցանիշները որոշվում են մի շարք բիոմեխանիկական ցուցանիշների չափման միջոցով:

Հնարավորություն է ընձեռնվում առցանց ռեժիմով վերահսկել վարժությունների կատարման ճշտությունը և ստանալ մանրակրկիտ մտածված առաջարկություններ, որոնք ուղղված են ինչպես տվյալ վարժության արդյունքի, այնպես էլ ընդհանրապես առողջական վիճակի բարելավմանը:

Որակի ցուցանիշներն ունեն օգտատիրոջ համար հասկանալի կառուցվածք. վարժության կատարման ճշտությունը կախված է օգտատիրոջ համար տեսանելի գործոնների համախմբությունից, ինչպիսիք են էտալոնային անալոգի կետերի և 5 օգտատիրոջ կմախքի պարզեցված մոդելի կետերի միջև եղած հեռավորությունը, օգտատիրոջ գծանշված կետերի անկյունների և կետերի միջև հեռավորությունների ընկնումը՝ էտալոնային անալոգի անկյունների և հեռավորությունների նշված միջակայքում:

10 Մարզվելու ընթացքում օգտատիրոջը ցուցադրվում են տվյալ պահին կատարած ամենաէական սխալները: Դրանք ուղղելուց հետո նշվում են միջին կարևորության ասպեկտները և այլն: Հաջող ճշգրտումից հետո նշվում են այն գոտիները, որոնցում առկա խնդիրները կոնկրետ օգտատիրոջ համար տվյալ պահին ավելի քիչ վտանգավոր են:

15 Մարզումների ծրագրի իրականացման համար նախատեսված են գրաֆիկներ, որոնք ցուցադրում են օգտատիրոջ առաջընթացը ժամանակի ընթացքում, ինչպես նաև օգտատիրոջ արդյունքների և նվաճումների անձնական օրագիրը, որում նշվում են վարժությունների բոլոր սեանսների մասին հաշվետվությունները: Տվյալ համակարգը թույլ է տալիս ոչ միայն ավելի հստակ ցույց տալ բնութագրերի աճը, այլև վերահսկել առաջարկությունների դինամիկան:

20 Ծրագիրը նախատեսում է վարժությունների կոմպլեքսի և դրանց գնահատման համակարգերի մշակում, որոնք չեն դնում էական սահմանափակումներ օգտատիրոջ մասնագիտացված սարքավորումների վրա: Շատ վարժություններ կարելի է կատարել սեփական քաշով, միջին վիճակագրական բնակարանի սովորական սենյակում, ինչը զգալիորեն բարձրացնում է եղանակի կիրառման հարմարավետության աստիճանը:

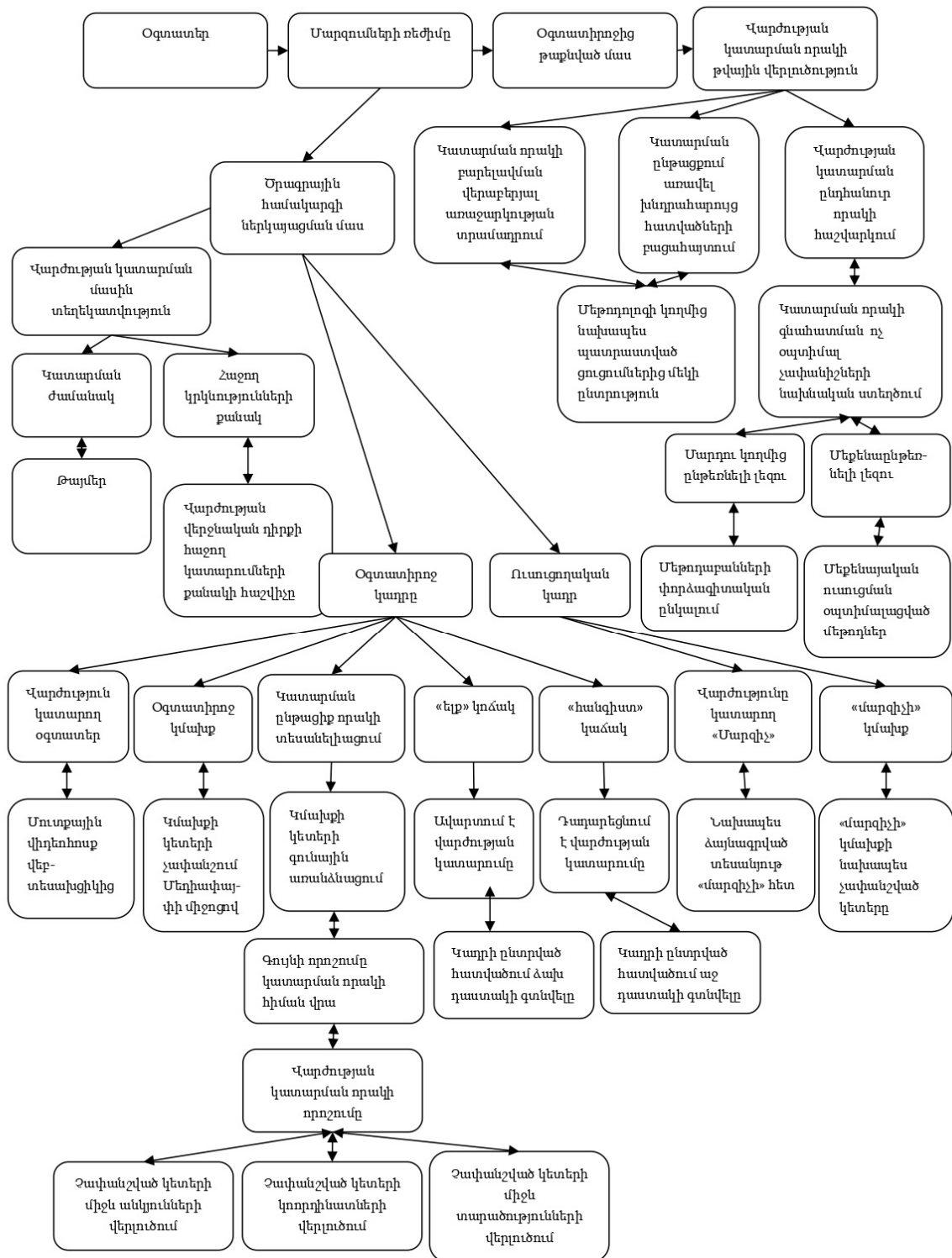
## Տեղեկատվության աղբյուրներ՝

1. Тренер. digital — Цифровой фитнес-тренер (xn--e1aaxkdh.digital)
2. www.bodybuddy.ru
- 5 3. RU2587946, A61B 5/00, G06F 19/001, 2016. «Способ автоматизированного обследования человека перед проведением оздоровительных программ»
4. Способ определения поз пользователя в реальном времени в трех измерениях и классификация поз с помощью системы машинного обучения Медиапайп (Mediapipe) и языком программирования Питон (Python)
- 10 (https://bleedai.com/introduction-to-pose-detection-and-basic-pose-classification)
5. RU2733870, A63B24/00, 2020, «Способ организации тренировочного процесса и система для его осуществления»



### Հավակնության սահմանում

Ֆիզիկական ակտիվության գործընթացի անհատական կազմակերպման եղանակ, ըստ որի իրականացնում են օգտատիրոջ նույնականացում, նախապես չափում են օգտատիրոջ ցուցանիշները, ապա իրականացնում են ստացված ցուցանիշների հավաքագրում և մշակում, կազմում են մարզումների ալգորիթմը, պարբերաբար չափում են օգտատիրոջ ցուցանիշները մարզումների ալգորիթմի կատարման ընթացքում, որից հետո առաջարկություններ են անում հետագա գործողությունների իրականացման վերաբերյալ. *տարբերվում է նրանով*, որ նախապես ձայնագրում են տեսանյութ, որում վարժությունը կատարվում է մարզիկի կամ մասնագետ-մեթոդիկի կողմից, ստեղծում են էտալոնային անալոգ, կադր առ կադր կատարում են էտալոնային անալոգի մարմնի կետերի չափանշում, չափանշման հիման վրա կադր առ կադր հաշվարկում են մարդու մարմնի բիոմեխանիկական ցուցանիշները՝ կետերի միջև հեռավորությունները և անկյունները, կետերի դասավորության ընդհանուր սխեման, օգտատիրոջ նույնականացումից հետո, մարզվելու վարժությունների կատարման մեկնարկից առաջ տեսախցիկի միջոցով կարդում են օգտատիրոջ բիոմեխանիկական տվյալները, համակարգի միջոցով ընտրում են համապատասխան վարժությունները, վարժության կատարման ընթացքում գնահատում են օգտատիրոջ բիոմեխանիկական ցուցանիշների նմանությունը էտալոնային անալոգի հետ, մարզվելու ավարտից հետո օգտատիրոջը ցուցադրում են վարժության կատարման որակի միջին գնահատականը և ամենախնդրահարույց հատվածների հետ աշխատելու առաջարկությունները:



նկ. 1

