

## ԿԱՐԾԻՔ

**Մինաս Սերգեյի Ասլանյանի «Մարդու Շարժողական Վարքագծի Ավտոմատացված Վերլուծության Բանականային Միջավայրի Մշակում» թեմայով Ե.13.04 «Հաշվողական մեքենաների, համալիրների, համակարգերի և ցանցերի մաթեմատիկական և ծրագրային ապահովում» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության վերաբերյալ:**

Մ. Ս. Ասլանյանի ատենախոսությունը նվիրված է բջջային սարքերի վրա մարդու կեցվածքի և շարժողական վարքագծի իրական ժամանակում ավտոմատացված վերլուծությանը, ինչպես նաև շարժման որակը գնահատող և օգտատիրոջը հետադարձ կապ տրամադրող խելացի միջավայրի կառուցմանը:

### 1. Աշխատանքի արդիականություն

Առաջարկվող թեման արդի է և ունի գործնական նշանակություն: Ոլորտում առկա տեխնիկական բարդություններից է այն, որ հուսալի գնահատում պետք է իրականացվի սահմանափակ պայմաններում՝ մեկ տեսախցիկի, սահմանափակ հաշվողական ռեսուրսների, փոփոխական լուսավորության և մարմնի մասնակի տեսանելիության դեպքում: Ատենախոսի կողմից մշակված լուծումները հաղթահարում են այս սահմանափակումները՝ մասնավորապես հասանելի դարձնելով օբյեկտիվ կենսամեխանիկական գնահատականը մասնագիտացված լաբորատորիաներից դուրս: Հետևաբար, ուսումնասիրության առարկան ներկայացնում է ինչպես ընդհանուր գիտական հետաքրքրություն, այնպես էլ անմիջական կիրառական արժեք:

### 2. Ատենախոսության կառուցվածքը և բովանդակությունը

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, յոթ գլուխներից, եզրակացությունից և 72 անուն գրականության ցանկից: Ատենախոսության ընդհանուր ծավալը կազմում է 127 էջ:

- **Ներածությունում** հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, ձևակերպված են հետազոտության նպատակը, խնդիրները, մեթոդները, գիտական նորույթը և գործնական նշանակությունը:
- **Հիմնական գլուխներում** հաջորդաբար դիտարկվում են իրական ժամանակում 3D կեցվածքի գնահատումը, շարժման ապարատային գրանցումը և իներցիալ (IMU) տվիչների համեմատականը համակարգչային տեսողության վրա հիմնված համակարգերի նկատմամբ: Ներկայացված է կմախքի վերլուծության վրա հիմնված գործողությունների ճանաչուման և շարժման վերլուծությունը՝ օգտագործելով ժամանակի դինամիկ տրանսֆորմացիայի (Dynamic Time Warping) և հիստերեզիսով զրոյական հատման ալգորիթմը:

- **Ծրագրային իրականացման և փորձարարական գնահատման** հատվածներում նկարագրված է C#, Flutter և Unity տեխնոլոգիաների ինտեգրմամբ բջջային հավելվածի մշակումը և համակարգի փորձարկումը օգտատերերի խմբի վրա:
- **Եզրափակիչ գլխում** ամփոփված են հիմնական գիտական և մեթոդաբանական ներդրումները և ուրվագծված են հետագա աշխատանքի ուղղությունները:

### 3. Գիտական ներդրումը

Աշխատանքի շրջանակում ստեղծվել է մարդու շարժողական վարքագծի վերլուծության ամբողջական համակարգ, որը միավորում է կեցվածքի գնահատման, շարժման ժամանակային մեկնաբանման, սխալների կենսամեխանիկական չափման և ինտերակտիվ ուղղորդման մեթոդները:

Աշխատանքում.

1. Առաջարկվել է կեցվածքի վերակառուցման հիբրիդային մոտեցում, որը խորը կոնվոլյուցիոն ցանցերի հատկանիշերի արտահանումը զուգակցում է երկրաչափական ու կինեմատիկ սահմանափակումների հետ՝ ապահովելով կայունություն մասնակի ծածկման, տեսանկյան փոփոխության և բջջային սահմանափակ ռեսուրսների պայմաններում:
2. Մշակվել է շարժման ժամանակային սեգմենտացիայի մեթոդ, որը կրկնությունների սահմանները և վարժության փուլերը առանձնացնում է հոդերի հետագծերից՝ սահմանափակ օպտիմիզացիայի և պարբերական օրինաչափությունների հայտնաբերման միջոցով՝ թույլ տալով անցում սեանս-մակարդակից դեպի կրկնություն-մակարդակի հետադարձ կապ:
3. Կառուցվել է IMU տվիչներով ստացված էտալոնային շարժումների գրադարան, որը քարտեզագրվում է եռաչափ վիրտուալ մարզչին և ծառայում է որպես գնահատման կենսամեխանիկական չափորոշիչ:
4. Առաջարկվել է բազմամոդալ հետադարձ կապի փակ օղակ, որ համաժամանակեցնում է վիրտուալ մարզչի ցուցադրումը, իրական ժամանակի ձայնային սինթեզը (TTS) և վիզուալ ազդանշանները՝ հայտնաբերված սխալների հիման վրա:
5. Իրականացվել է մոդելի սեղմում (pruning և INT8 քվանտացում)՝ ապահովելով ցածր հապաղմամբ աշխատանք միջին հզորության սարքերի վրա, առանց ամպային կախվածության:

### 4. Գործնական արժեքը

Աշխատանքի արդյունքներն ունեն ուղղակի կիրառական նշանակություն և անցել են փորձարկում իրական պայմաններում: Մշակված միջավայրը ներդրվել է որպես սպառողական բջջային հավելված և հրապարակվել App Store հարթակում՝ հասանելի դառնալով վերջնական օգտատերերին առանց հատուկ սարքավորման կամ լաբորատոր պայմանների: Համակարգը կիրառելի է ինչպես տնային ինքնուրույն մարզումների, այնպես էլ

վերականգնողական վարժությունների ուղղորդման համար՝ իրական ժամանակում հայտնաբերելով կեցվածքի սխալները և նվազեցնելով հենաշարժողական վնասվածքների ռիսկը: Հավելվածը փորձարկվել է ինչպես սիրողական մարզվողների, այնպես էլ հենաշարժողական վնասվածքներից ապաքինվող բուժառուների խմբերի կողմից՝ ցույց տալով չափելի դրական ազդեցություն վարժությունների կատարման որակի և մարզման հետևողականության վրա:

## **5. Հրապարակումներ և սեղմագրի համապատասխանություն**

Ատենախոսը ունի 4 հրատարակված գիտական աշխատություն միջազգային վարկանիշ ունեցող հարթակներում: Արդյունքները նաև զեկուցվել են մի շարք գիտական սեմինարների և համաժողովների ժամանակ: Սեղմագիրը լիովին արտացոլում է ատենախոսության բովանդակությունը:

## **6. Դիտողություններ**

1. Աշխատանքի ներածության մեջ հստակ առանձնացված չեն լուծվող խնդիրները, ստացված արդյունքները և պաշտպանության հանվող նորույթը: Դրանք հայտնվում են ավելի ուշ, ինչը որոշակիորեն դժվարեցնում է աշխատանքի ընթեռնելիությունը:
2. Աշխատանքում ներկայացված են բազմաթիվ տեխնոլոգիական բաղադրիչներ, սակայն միշտ չէ, որ հստակ է՝ որն է հեղինակի ինքնուրույն գիտական ներդրումը, և որն է գոյություն ունեցող մեթոդների ինտեգրումը: Նորույթի ձևակերպումները երբեմն կրում են զուտ ինժեներական բնույթ:
3. Չնայած գրականության ակնարկը բավական ծավալուն է, առաջարկվող մոտեցումների արդյունավետությունը ոչ միշտ է համեմատվում ժամանակակից առաջատար մեթոդների հետ՝ նույն տվյալաշարերով և գնահատման չափանիշներով, ինչի արդյունքում դժվար է գնահատել առաջարկված լուծման իրական առավելությունը:
4. Համակարգի արդյունավետությունը վերականգնողական կիրառություններում չի գնահատվել ֆիզիոթերապևտների կամ կլինիկական մասնագետների անմիջական մասնակցությամբ, ինչը սահմանափակում է դրա կիրառելիության ապացուցողական բազան բժշկական ոլորտում:
5. Նպատակահարմար կլիներ ավելի մանրամասն ներկայացնել տարբեր սմարթֆոնների վրա հաշվարկային բարդության, մարտկոցի սպառման, հիշողության օգտագործման և երկարատև աշխատանքի ազդեցության արդյունքները:
6. Առաջարկված սխալների գնահատման չափանիշը փորձարկվել է հիմնականում ընտրված վարժությունների վրա: Դրա կիրառելիությունը տարբեր տեսակի շարժողական ակտիվությունների, սպորտային վարժությունների և վերականգնողական սցենարների համար ունի լրացուցիչ ուսումնասիրության կարիք:

Նշված դիտողությունները սկզբունքային բնույթ չեն կրում և չեն նվազեցնում աշխատանքի կարևորությունն ու արժեքը: Իր նորույթով և գիտագործնական նշանակությամբ ատենախոսությունը բավարարում է Հայաստանի Հանրապետության Բարձրագույն որակավորման կոմիտեի (ԲՈԿ) կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին: Հաշվի առնելով աշխատանքի գիտական նորույթը, տեսական և փորձարարական արդյունքների հիմնավորվածությունը, արդյունքների գործնական ներդրումը և հրապարակումների որակը, գտնում եմ, որ Համբարձում Դավիթի Մինասյանի ատենախոսությունը լիովին բավարարում է Ե.13.04 «Հաշվողական մեքենաների, համալիրների, համակարգերի և ցանցերի մաթեմատիկական և ծրագրային ապահովում» մասնագիտությամբ թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, իսկ հեղինակը արժանի է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Ֆ. մ. գ. դ. Սևակ Մենիկի Սարգսյան  
26 հունիս 2026թ.

with 3

Մ. Չարսյանի անդամությամբ  
հասարակական

ՀՀ ՏԻՖԼԻՍԻՆ

T.S.P. *Yusuf Yusuf*

