

ՀՀ ԳԱԱ ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱՅԻ ԵՎ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՄԱՆ ՊՐՈՔԼԵՄՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Կադյան Սահակ Իգորի

ՇԱՐԺԱԿԱՆ «ԽԵԼԱՑԻ» ՍԱՐՔԱՎՈՐՈՒՄՆԵՐԻ ՏՎԻՉՆԵՐԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄ ԵՎ ԻՐԱԿԱՆԱՑՈՒՄ

Ե.13.04 – «Հաշվողական մեքենաների, համալիրների, համակարգերի և ցանցերի մաթեմատիկական և ծրագրային ապահովում» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի զիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

Երևան – 2014

---

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ НАН РА

Кагян Саак Игоревич

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ ДАТЧИКОВ МОБИЛЬНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.04 – «Математическое и программное обеспечение математических машин, комплексов, систем и сетей»

Ереван - 2014

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Ինֆորմատիկայի և ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար՝  
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

Ֆիզ.մաթ.գիտ.դոկտոր Հ. Գ. Սարուխանյան  
Ֆիզ.մաթ.գիտ.դոկտոր Է.Մ.Պողոսյան  
տեխ.գիտ.թեկնածու Ռ.Վ.Բարսեղյան

Առաջատար կազմակերպություն՝

Հայաստանի պետական  
ճարտարագիտական համալսարան

Պաշտպանությունը կայանալու է 2014թ. մայիսի 30-ին, ժ. 16:00-ին ՀՀ ԳԱԱ Ինֆորմատիկայի և ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտում գործող 037 «Ինֆորմատիկա և հաշվողական համակարգեր» մասնագիտական խորհրդի նիստում հետևյալ հասցեով՝ Երևան, 0014, Պ. Սևակի 1:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ԻԱՊԻ գրադարանում:

Սեղմագիրը առաքված է 2014թ. ապրիլի 30-ին:

Մասնագիտական խորհրդի  
գիտական քարտուղար, ֆ.մ.գ.դ.



Հ. Գ. Սարուխանյան

---

Тема диссертации утверждена в Институте проблем информатики и автоматизации НАН РА

Научный руководитель:  
Официальные оппоненты:

доктор физ.мат.наук  
доктор физ.мат.наук  
кандидат тех.наук

А. Г. Саруханян  
Э.М.Погосян  
Р.В.Барсебян

Ведущая организация:

Государственный инженерный университет  
Армении

Защита состоится 30-го мая 2014г. в 15:00 на заседании специализированного совета 037 «Информатика и вычислительные системы» Института проблем информатики и автоматизации НАН РА по адресу: 0014, г. Ереван, ул. П. Севака 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИПИА НАН РА.

Автореферат разослан 30-го апреля 2014г.

Ученый секретарь специализированного  
совета, д.ф.м.н.



А. Г. Саруханян

## ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

### ԹԵՄԱՅԻ ԱՐԴԻԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Օբյեկտի, մասնավորապես մարդու, կողմից իրականացվող շարժումների ճանաչումը և դասակարգումը կարևոր խնդիր է, որի լուծմանը կարող են օգնել շարժական տեխնոլոգիաները: Ժամանակակից բջջային հեռախոսները հնարավորություն են տալիս մարդուն հասանելի լինել համարյա միշտ և ամենուրեք: Նրանց մեջ աշխատող ծրագրային ապահովությունները կիրառություններ են ստանում տարբեր բնագավառներում: Բժշկության բնագավառում առավել մեծ հետաքրքրություն առաջացնող խնդիրներից են հանդիսանում շարժական տեխնոլոգիաների կիրառումը հիվանդությունների ախտորոշման, կանխարգելման, խրոնիկ հիվանդությունների մոնիթորինգի խնդիրները: Հասկանալի է դառնում, որ մարդու ֆիզիկական վիճակի մոնիթորինգի և իրական ժամանակում հարկ եղած դեպքում օգնություն ցուցաբերելու հնարավորությունը խթան է հանդիսանում անհատականացված առողջապահության համակարգերի նախագծմանը, մշակմանը և ներդրմանը: Ժամանակակից բջջային սարքավորումները սկսել են օգտագործվել որպես օժանդակ գործիք պատկերների և ազդանշանների մշակման խնդիրներում: Շարժումների ճանաչման խնդիրը կարելի է լուծել տարբեր կերպ՝ դա կախված է և՛ տվիչների տեսակից, որոնց միջոցով իրականացվում է ազդանշանների հավաքագրման գործընթացը, և՛ շրջակա միջավայրից, որտեղ գտնվում է օբյեկտը: Տվիչներն էլ, իրենց հերթին, բաժանվում են տարբեր տիպերի՝ արտաքին միջավայրի, վիդեո և կրելի տվիչներ: Տիպերից յուրաքանչյուրի կիրառման դեպքում անհրաժեշտ է հաշվի առնել այն սահմանափակումները (ժամանակային, ճշգրտության, հիշողության ղեկավարման հետ կապված), որոնք դրվում են շարժումների ճանաչման խնդիրը լուծելիս:

Շարժումների ճանաչումը հիմնականում դիտարկվում է որպես ազդանշանների վերլուծության խնդիր, որի լուծումը կարող է որոշակի բարդություններ առաջացնել: Մասնավորապես, տվիչից ստացված ազդանշաններում առկա աղմուկների և նրանց հավաքագրման ցածր ինտենսիվության պատճառով կարող է նվազել ճանաչման ճշգրտությունը: Վիդեո կամ արտաքին միջավայրային տվիչներն իրենց հերթին ունեն կիրառման շառավղի սահմանափակումներ, ինչպես նաև տվյալների մեծ ծավալներ: Վերոհիշյալ պատճառներով շարժումների ճանաչման խնդիրը առ այսօր ամբողջական լուծված չէ:

Հաշվի առնելով վերոհիշյալ նկատառումները, անհրաժեշտություն է առաջանում մշակել շարժումների ճանաչման մի համակարգ, որն՝ օգտագործելով ազդանշանների (պատկերների) վերլուծության և ճանաչման հայտնի մեթոդները (մասնավորապես, մեքենայական ուսուցման մեթոդները), կկատարի մուտքային ազդանշանների հաջորդականությունների մշակում, աղմուկի գտում, ստացված տվյալների վերջնական վերլուծություն և ճանաչում, ընդ որում՝ արդյունավետ և արագ:

**Ատենախոսության նպատակն է** մշակել և իրականացնել շարժումների ճանաչման հայտնի ալգորիթմների վրա հիմնված առավել արագ և արդյունավետ մի նոր ընթացակարգ:

### **Հետազոտման մեթոդները**

Ատենախոսության մեջ օգտագործվում են պատկերների մշակման և ազդանշանների ճանաչման մեթոդներն ու ալգորիթմները: Հետազոտվում են շարժումների ճանաչման հայտնի մեթոդները և նրանց օգտագործմամբ ստացված փորձնական արդյունքները:

### **Գիտական նորությունը**

- Մշակվել է գուգահեռ հոսքերի հիման վրա աշխատող, չմշակված ազդանշանների հավաքագրման, պահպանման և նախնական մշակման գործընթաց:
- Մշակվել է վերոհիշյալ գործընթացն իրականացնող շարժական ծրագրային ապահովություն Android օպերացիոն միջավայրում: Ծրագրային համակարգը կանխում է օգտագործողի հետ համագործակցության ինտերֆեյսի «սառեցման» երևույթը և հավաքագրման ընթացքում ազդանշանների կորուստը:
- Մշակվել է հենքային վեկտորների մեթոդի և որոնումների ծառերի ալգորիթմների համակցված մի նոր տարբերակ (հիբրիդ ալգորիթմ):
- Հիբրիդ ալգորիթմի օգտագործմամբ մշակվել է մարդու շարժումների ճանաչման և դասակարգման մի ամբողջական ընթացակարգ, որը ներառում է մշակված բջջային ծրագրային համակարգը և ճանաչումն իրականացնող սերվերային համակարգը:

### **Արդյունքների կիրառական նշանակությունը**

Մշակված շարժումների ճանաչման համակարգը կարող է օգտագործվել տարբեր ոլորտներում մարդու կամ համապատասխան տվիչներով համարված օբյեկտի շարժումների ճանաչման, ինչպես նաև օբյեկտին հետևելու խնդիրների լուծման համար: Ծրագրային համակարգը կարող է օգտագործվել տարաբնույթ փորձնական նպատակներով: Մշակված ծրագրային համակարգը կարելի է օգտագործել զանազան ոլորտներում: ա/ բժշկական ոլորտում՝ հիվանդի բջջային հեռախոսի միջոցով իրական ժամանակում նրա կենսագործունեության մոնիթորինգ և դասակարգել նրա կատարած ֆիզիկական շարժումները; բ/ սպորտի ոլորտում՝ մարզիկների կատարված շարժումների եռաչափ մոդելավորում; գ/ ռազմական ոլորտում՝ իրական ժամանակում շարժվող օբյեկտների տարածական կողողինատների վերլուծության համար; դ/ արտակարգ իրավիճակների առաջացման ժամանակ արագ արձագանքման համակարգերում շտապ օգնության ծառայություններ մատուցելու նպատակով:

### **Պաշտպանությանը ներկայացվող դրույթները**

- Բջջային հեռախոսից տվյալների հավաքագրման, պահպանման և նախնական մշակման նոր ալգորիթմը և այն իրացնող ծրագրային համակարգը: Ալգորիթմը

հիմնված է գուգահեռ հոսքերի աշխատանքի մեխանիզմի վրա և հաշվի է առնում հեռախոսի տվիչից հավաքագրվող ազդանշանի ֆորմատը:

- Ազդանշանների մշակման նախնական գործընթացը հենց բջջային հեռախոսի վրա իրականացնելու արդյունքում հնարավոր է դարձել էապես ավելի փոքր ծավալով տվյալներ փոխանցել դեպի սերվեր:
- Խնդրի լուծման համար մշակված ճանաչման և դասակարգման նոր ալգորիթմ՝ հիմնված հենքային վեկտորների մեթոդի և որոնումների ծառերի վրա:
- Շարժումների ճանաչման նոր և արդյունավետ ծրագրային համակարգը, որը ներառում է վերը նշված ալգորիթմի օգտագործմամբ մշակված շարժումների ճանաչման ամբողջական ընթացակարգը:

**Աշխատանքի արդյունքների հավաստիությունը** հիմնավորվում է մշակված ծրագրային համակարգի կիրառմամբ ստացված մի շարք փորձնական արդյունքներով:

### **Աշխատանքի արդյունքների ներդրումը**

Աշխատանքում մշակված շարժումների ճանաչման ծրագրային համակարգը ներդրվել և օգտագործվում է «Նիկիտա Մոբայլ» ընկերության SOS Systems հավելվածում և գտնվում է պիլոտային թեստավորման փուլում արտակարգ իրավիճակների նախարարության (ԱԲՆ) 911 ճգնաժամային կառավարման կոմիտեի (ՃԿԿ) կողմից:

**Աշխատանքի ապրոբացիան.** Ատենախոսության հիմնական արդյունքները զեկուցվել են.

- ՀՀ ԳԱԱ ինֆորմատիկայի և ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտի ընդհանուր, ինչպես նաև թվային ազդանշանների և պատկերների մշակման լաբորատորիայի մասնագիտական սեմինարներում:
- Տեղեկատվական տեխնոլոգիաների 9-րդ միջազգային CSIT 2013 համաժողովում:
- Մուլտիմեդիայի և շարժական տեխնոլոգիաների միջազգային համաժողովում (SPIE Multimedia and Mobile Devices 2013), Բուլոյինգեյմ, Քալիֆորնիա, ԱՄՆ, 2013:
- Հայ-Ռուսական (Սլավոնական) համալսարանի 7-րդ տարեկան և միջազգային ասպիրանտական համաժողովներում (2013):

### **Հրատարակումներ**

Աշխատանքի հիմնական արդյունքները ներկայացված են 8 գիտական աշխատություններում, որոնց ցանկը բերված է սեղմագրի վերջում:

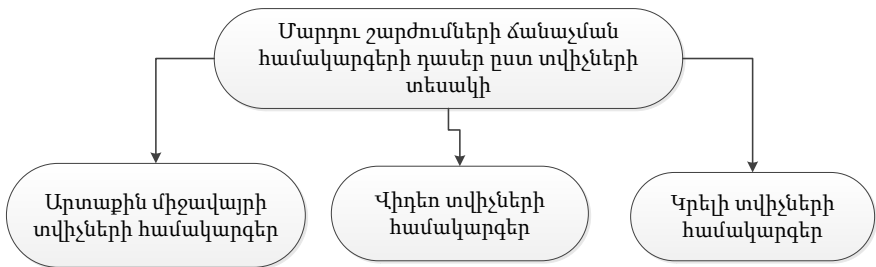
### **Ատենախոսության կառուցվածքը**

Ատենախոսությունը բաղկացած է առաջաբանից, երեք գլուխներից, 83 անուն պարունակող գրականության ցանկից, 18 աղյուսակից և 40+ նկարից: Աշխատանքի ընդհանուր ծավալը կազմում է 136 էջ:

## ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Աշխատանքի **առաջաբանում** հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, ձևակերպված են նպատակներն ու խնդիրները, ինչպես նաև պաշտպանությանը ներկայացվող հիմնական դրույթները: Նշված են ստացված արդյունքների գիտական նորույթը և նրանց կիրառման գործնական արժեքը:

**Առաջին գլուխը** նվիրված է շարժումների ճանաչման համակարգերի վերլուծության հարցին: **1.1** պարագրաֆում քննարկվում են մարդու շարժումների ճանաչման և դասակարգման մեթոդները, իսկ նրանց բաժանման ընդհանուր սխեման բերված է նկար 1-ում: Այնուհետև դիտարկվում են արտաքին միջավայրային տվիչները և վիդեո տվիչները շարժումների դասակարգման նպատակով, նշվում են այս 2 մոտեցումների կիրառման առավելությունները և սահմանափակումները: **1.2** պարագրաֆում նկարագրվում են կրելի տվիչները և նրանց տարատեսակները, մասնավորապես դիտարկվում են կրելի իներցիալ տվիչները (եռառանցք արտելեքոմետրը, գիրոսկոպը և մագնետոմետրը) և տեղորոշման տվիչը (GPS տվիչը) և տեղակայման կոորդինատների ստացման օժանդակ A-GPS (Assistive GPS) համակարգը: **1.3** և **1.4** պարագրաֆներում քննարկվում են կրելի իներցիալ տվիչները և վերլուծվում են նրանց կիրառմամբ իրականացված աշխատանքների արդյունքները: **1.5** պարագրաֆում ներկայացված են կրելի տվիչների օգտագործման առավելություններն ու թերությունները և կատարվում է շարժումների ճանաչման տարբեր ալգորիթմների արդյունավետության համեմատական վերլուծություն:



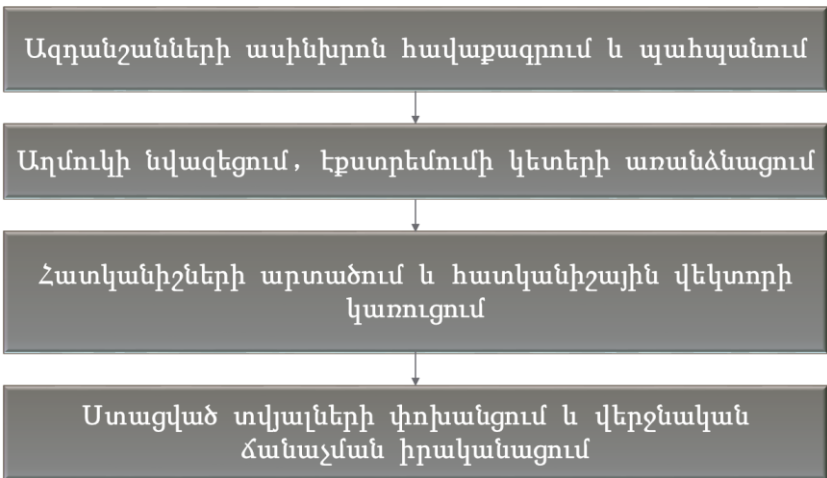
**Նկար 1:** Շարժումների ճանաչման և դասակարգման 3 մոտեցումների վրա հիմնված համակարգերը:

**Երկրորդ գլխում** մշակվել է շարժական սարքերի տվիչների միջոցով ստացված ազդանշանների հավաքագրման, նախնական մշակման և փոխանցման ալգորիթմ, որը հիմնված է գուգահեռ հոսքերի աշխատանքի վրա: Նշված մոտեցումը մի շարք առավելություններ.

- **Ազդանշանների փոխանցման ժամանակ կորուստների կանխարգելումը՝** եթե ժամանակի ընթացքում օգտագործողը /տվիչը/ դուրս գա ծածկույթից, ապա ոչ բոլոր ազդանշանները կհասնեն սերվերին:

- **Տվյալների ծավալի նվազեցումը՝** բջջային հեռախոսի վրա տվյալների նախնական մշակման գործընթացի իրականացման շնորհիվ սերվերին ուղարկվում է միայն ազդանշանների հաջորդականության նախնական վերլուծության արդյունքը: Այդ գործընթացի բաղկացուցիչ մասերն են *աղմուկի նվազեցումը, էքստրեմումի կետերի առանձնացումը, ժամանակային և հաճախականային հատկանիշների արտածումը, նրանց հիման վրա հատկանիշային վեկտորների կառուցումը*: Արդյունքում զգալիորեն նվազում է փոխանցվող տվյալների ծավալը:
- **Բջջային հեռախոսի «սառեցման» վիճակի կանխումը՝** ցածր հաճախակա-նությունների դեպքում բջջային հեռախոսը կարող է ժամանակ առ ժամանակ «կախվել» և հնարավորություն չունենալ ժամանակին արձագանքելու օգտագործողի հրամաններին:

**2.1** պարագրաֆում տրվում է խնդրի ընդհանուր ձևակերպումը: **2.2** պարագրաֆում նկարագրվում է բջջային հեռախոսի կիրառմամբ շարժումների դասակարգման ընդհանուր գործընթացը, որի սխեման պատկերված է Նկ. 2-ում: **2.3** պարագրաֆում նկարագրվում է բջջային հեռախոսի տվիչներից փոխանցվող ազդանշանների նախնական մշակման ողջ գործընթացը: Այն կազմնված է մի քանի փուլերից, որոնց մի մասի հետ անմիջականորեն կապված է օգտագործողը, մյուսներն էլ կատարվում են իրենից անկախ: Այստեղ բերվում է նաև բջջային ծրագրային ապահովության աշխատանքի նկարագրությունը: Սկզբնաթեքավորման փուլում օգտագործողը մուտք է գործում բջջային ապահովության համակարգ: Նա հնարավորություն ունի ղեկավարել իր անհատական տվյալները:



**Նկար 2:** Շարժումների ճանաչման ընդհանուր գործընթացի սխեման:

Կարգավորումների փուլում օգտագործողը ընտրում է այն տվիչը, և կատարում է ստացված ազդանշանների վերլուծություն: Կարգավորումների 2-րդ փուլից հետո իրականացվում է հավաքագրման փուլը, որի ընդհանուր գծապատկերը բերված է Նկ. 3-ում: Ամբողջ համակարգը աշխատում է երեք զուգահեռ հոսքերով: Առաջին հոսքը պատասխանատու է օգտագործողի աշխատանքի համար և իրականացնում է մնացած 2 հոսքերի աշխատանքը սկսելու կամ ավարտելու հրամանների կանչը: Երկրորդ հոսքը պատասխանատու է ազդանշանների հավաքագրման և սինխրոնիզացված տվյալների պահպանման համար (Նկ. 4): Երրորդ հոսքը աշխատում է առաջին հոսքից համապատասխան հրաման ստանալուց հետո (Նկ. 4) և աշխատում է այնքան, մինչ սինխրոնիզացված հերթի և հավաքագրման ժամանակի ավարտը: Ազդանշանների հավաքագրման փուլի ավարտից հետո սկսվում է ազդանշանների նախնական մշակման փուլը, որը նկարագրված է **2.4** պարագրաֆում: Այստեղ հերթականորեն կատարվում են հետևյալ գործողությունները.

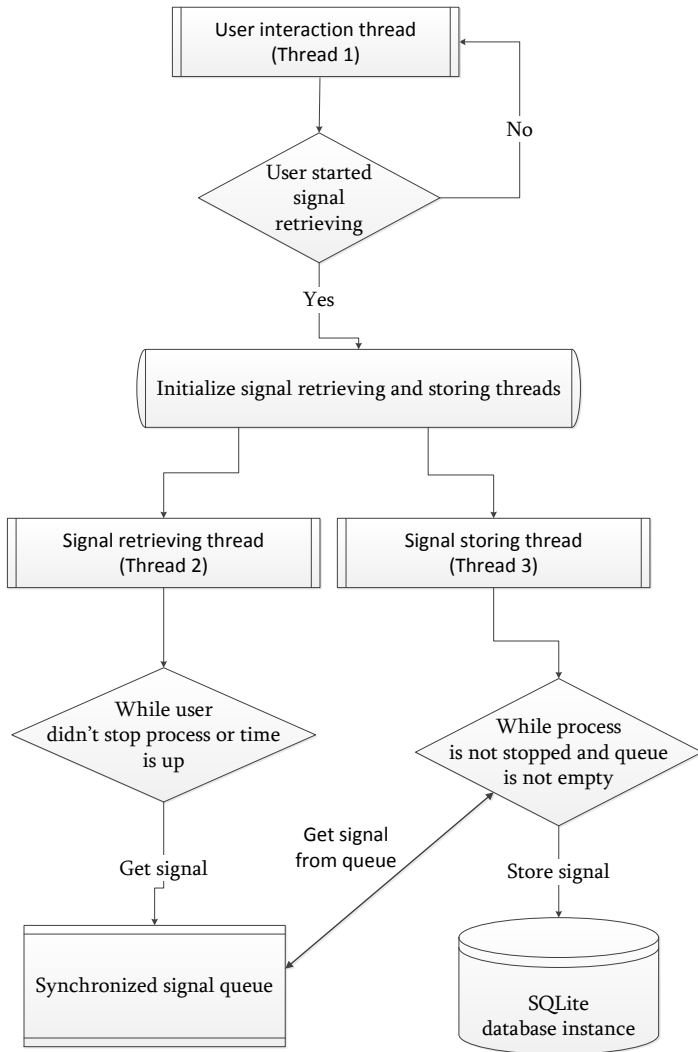
**Աղմուկի նվազեցում.** աղմուկի նվազեցման գործողության իրականացման արդյունքում տրված ազդանշանների  $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  հաջորդականությունից առանձնացվում և միջինացվում են այն կետերը, որոնք որոշակի իմաստով «շատ հեռու» են իրենց հարևաններից (Նկ. 5)

Որպես ալգորիթմ կիրառվել է  $k$ -պատիկ խաչաձև վավերացման ( $k$ -fold cross validation) ալգորիթմը  $k=10$  արժեքով: Կետերի միջև հաշվարկվում է էվկլիդյան հեռավորությունը: Եթե տրված կետի և նրա 2 հարևան կետերի միջև եղած հեռավորություններից յուրաքանչյուրը ավելի մեծ է, քան տվյալ միջակայքի համար միջին հեռավորության կրկնապատիկը, ապա տվյալ կետը համարվում է աղմուկ և այն միջինացվում է:

**Հատկանիշների արտաձուլ.** հատկանիշը, դա ազդանշանների տրված հաջորդականության վերաբերյալ ավելի բարձր մակարդակի տեղեկություն պարունակող մեծություն է /միջին արժեք, դիսպերսիա, կորելիացիա/: Ընդհանրապես, հատկանիշը կարող է ընդունել ինչպես թվային (կամ քանակական՝ 1, 5.8, -9.847), այնպես էլ վերջավոր պիտակավորված բազմության (կատեգորիալ՝ {կարմիր, կապույտ, սև}) արժեք:

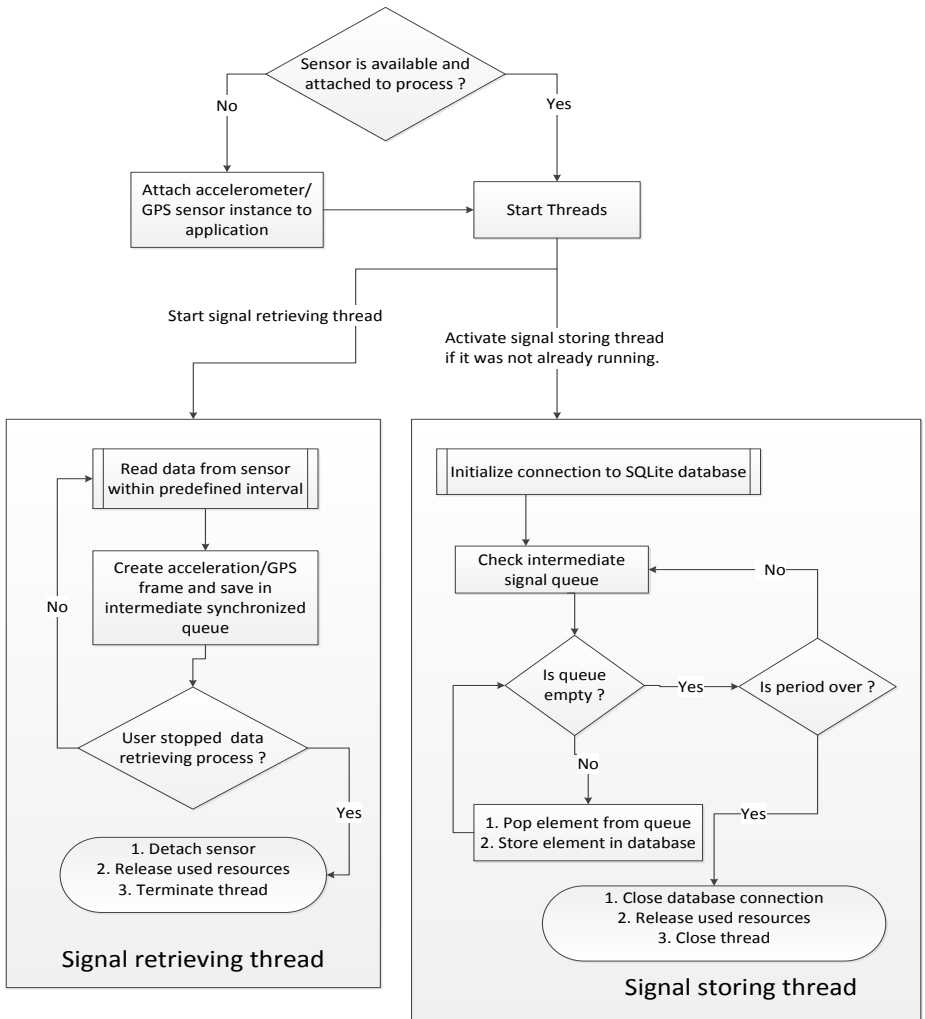
Հատկանիշների հիման վրա կառուցվում է տրված ժամանակահատվածում շարժումը բնութագրող հատկանիշային վեկտորը: Հատկանիշները բաժանվում են 2 դասի՝ ժամանակային և հաճախականային: Պետք է նշել, որ առաջին դասի տարրերը կախված չեն տվիչի ազդանշանների ֆորմատից: Ստորև կնկարագրենք քստելերոմետրի և GPS տվիչի հատկանիշների արտաձուլը: Աքստելերոմետրի հատկանիշների նկարագրությունն ավելի պարզ դարձնելու նպատակով նկարագրման համար կվերցնենք մեկ առանցք՝  $x$  և այդ առանցքից ստացված ազդանշանների հաջորդականության հիման վրա կբերենք հատկանիշների արտաձման համապատասխան բանաձևերը:



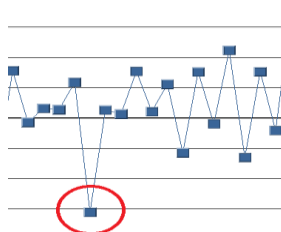


**Նկար 3:** Տվյալների հավաքագրման և պահպանման փուլի իրականացումը:

Դիտարկենք ժամանակային  $\Delta t$  միջակայքում գրանցված ազդանշանների հաջորդականություն և դիտարկենք  $x$ -րի առանցքի արժեքները: Դիցուք  $\Delta t$  ժամանակում հավաքագրված էլեմենտների քանակը հավասար է  $l$ -ի,  $l > 1$ : Հետևյալ հատկանիշները կօգտագործվեն վեկտորների կառուցման համար.



**Նկար 4:** Ազդանշանների հավաքագրման և պահպանման հոսքերի աշխատանքի սխեման:



**Նկար 5:** Աղմուկի նվազեցման գործողության իրականացում:

1. *Մինիմալ, մաքսիմալ և միջին արժեքներ (Min, Max, Mean)*՝ այս հատկանիշները վերադարձնում են տարրերի հաջորդականության մեջ նվազագույնի, առավելագույնի արժեքները և միջին թվաբանականը: Հակիրճ նշանակման համար կօգտագործենք  $\min_{Index}$ ,  $\max_{Index}$  և  $\mu_{Index}$  գրառումները: *Index* նիշը ցույց է տալիս առանցքին պատկանելիությունը  $Index \in \{x, y, z\}$ , իսկ GPS տվիչի հետ աշխատանքում նիշը համապատասխանում է լայնական կոորդինատներին, երկայնական կոորդինատներին, կամ բարձրությանը Երկրի մակերևույթի նկատմամբ  $Index \in \{ latitude, longitude, altitude \}$

$$\mu_x = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l x_i$$

2. *Ստանդարտ շեղում (Standard deviation)*. Հակիրճ նշանակման համար կօգտագործենք  $\sigma_{Index}$  գրառումը.

$$\sigma_x = \frac{1}{l-1} \sum_{i=1}^l (x_i - \mu_x)^2$$

3. *Կորելացիա (Correlation)*՝ այս հատկանիշը ցույց է տալիս կոորդինատական երկու առանցքների միջև կորելացիան:

$$\rho_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^l (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^l (x_i - \mu_x)^2 \sum_{i=1}^l (y_i - \mu_y)^2}}$$

4. *Միջինների հատում (Median crossing)*՝ այս հատկանիշը կիրառվում է պարբերական շարժումների հետ աշխատանքի ժամանակ և ցույց է տալիս թե քանի անգամ է տարրերի հաջորդականությունը հատել միջին արժեքին համապատասխանող առանցքը:

**Քայլ 1.** Հաջորդականության միջնակետի որոշում.

- 1.1. Դասավորել հաջորդականությունը էլեմենտների աճման կարգով: Դիցուք  $X$ -ը հանդիսանում է սկզբնական հաջորդականությունը: Մորտավորված հաջորդականությունը նշանակենք  $S_x = \text{Sort}(X)$ -ով, իսկ  $L_x = \text{Length}(X)$ -ով նշանակենք այդ հաջորդականության տարրերի քանակը:

- 1.2.  $median_x$ -ով նշանակենք այդ հաջորդականության միջնակետը, որը կախված է տարրերի տրված հաջորդականության  $L_x$  երկարության զույգ կամ կենտ լինելուց և հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևի միջոցով.

$$median_x = \begin{cases} \frac{1}{2}(S_{x1} + S_{x2}), \\ x1 = \left\lfloor \frac{L_x}{2} \right\rfloor, x2 = \left\lfloor \frac{L_x}{2} + 1 \right\rfloor, \text{ if } L_x \text{ array length is even} \\ \frac{1}{4}(S_{x1} + 2S_{x2} + S_{x3}), \\ x1 = \left\lfloor \frac{L_x}{2} - 1 \right\rfloor, x2 = \left\lfloor \frac{L_x}{2} \right\rfloor, x3 = \left\lfloor \frac{L_x}{2} + 1 \right\rfloor, \text{ otherwise} \end{cases}$$

**Քայլ 2.** Զրոների հատումների քանակի որոշում.

2.1. Սկզբնական  $X$  տվյալների զանգվածից հանել  $median_x$ -ի արժեքը և ստանալ նոր  $X_{Sub} = X - median_x$  տարրերի զանգված:

2.2. Հաշվել նոր հաջորդականության մեջ զրոների հատումների քանակը:

Այս հատկանիշները կիրառվելու են առանցքներից յուրաքանչյուրի նկատմամբ, քանի որ աքսելերոմետրից ստացվող տվյալներն առավել հարմար է վերլուծել ըստ առանձին առանցքների:

Այստեղ օգտագործվում են 3 ժամանակային հատկանիշ, որոնք կապված են կորորդինատների հաջորդականության մեջ հարևան կետերի գույգերի ստացման ժամանակների առավելագույն, նվազագույն և միջին արժեքների հետ:

5. *Շամանակային մինիմալ, մաքսիմալ և միջին արժեքներ (Time domain max, min and mean values)*՝ այս 3 հատկանիշների հաշվարկման համար օգտագործվում տարրերի հաջորդականության հարևան կետերը:  $\Delta t_{mean}$ -ով կնշանակենք միջին, իսկ  $\Delta t_{max}$  և  $\Delta t_{min}$ -երով՝ առավելագույն և նվազագույն արժեքները համապատասխանաբար: Նրանց արտածման բանաձևերը բերված են ստորև.

$$\Delta t_{mean} = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^{l-1} (\Delta t_{i+1} - \Delta t_i)$$

$$\Delta t_{max} = \max \{ \Delta t_{i+1} - \Delta t_i \mid i = 1, 2, \dots, l-1; l > 1 \}$$

$$\Delta t_{min} = \min \{ \Delta t_{i+1} - \Delta t_i \mid i = 1, 2, \dots, l-1; l > 1 \}$$

Ինչ վերաբերվում GPS տվիչի հատկանիշներին, ապա հաշվի առնելով նրա բաղադրիչները՝ երկայնական, լայնական կորորդինատներ, Երկրի մակերևույթի նկատմամբ բարձրությունը, կատարվում է հատկանիշների առանձնացում բաղադրիչներից յուրաքանչյուրի համար (ինչպես դա արվում էր աքսելերոմետրի դեպքում):

6. *Տեղափոխություն (Transition)*՝ այս հատկանիշը հաշվարկում է երկու հարևան աշխարհագրական կետերի միջև եղած հեռավորությունը և թույլ է տալիս ստանալ  $\Delta t = \Delta t_1 - \Delta t_2$  ժամանակահատվածում օբյեկտի անցած ճանապարհը: Դիցուք օբյեկտը կատարել է տեղափոխություն  $G_1=(long_1, lat_1)$  կոորդինատներով կետից  $G_2=(long_2, lat_2)$  կետը: Տեղափոխությունը կնշանակենք  $S$  սիմվոլով, իսկ հատկանիշի հաշվարկման բանաձևը տրվում է հետևյալ կերպ.

$$\Delta lat = \frac{\pi}{180}(lat_2 - lat_1), \quad \Delta long = \frac{\pi}{180}(long_2 - long_1)$$

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos\left(\frac{\pi}{180} \cdot lat_1\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{180} \cdot lat_2\right) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta long}{2}\right)$$

$$c = 2 \cdot \arctg 2(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$

$$S = R \cdot c$$

որտեղ  $R$  մեծությունը Երկրի շառավիղի երկարությունն է (որը կարող է արտահայտված լինել կիլոմետրերով՝ 6371 կմ, մղոններով՝ 3960 մղ և այլն), իսկ  $\arctg 2$ -ը հատուկ ֆունկցիա է 2 փոփոխականից, որը կիրառվում է ծրագրավորման մեջ և հաշվի է առնում արգումենտների նշանները և տալիս է ավելի բարձր ճշգրտությամբ արժեք (ի տարբերություն ստանդարտ մեկ պարամետր ընդունող  $\arctg$  ֆունկցիայի):

7. *Միջին արագություն (Mean velocity)*: Ստանալով բոլոր միջակայքերում շարժման արագությունները, հնարավոր է դառնում հաշվել ողջ գործընթացի արդյունքում շարժման միջին արագությունը: Այս հատկանիշը կնշանակենք  $\Delta v$  -ով և կհաշվարկենք ստորև բերված բանաձևի միջոցով.

$$\Delta v = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^{l-1} \frac{S_i}{\Delta t_i}$$

**Հատկանիշային վեկտորի կառուցում.** նկարագրված հատկանիշների հիման վրա կառուցվում է տվիչներից յուրաքանչյուրի բնութագրիչ վեկտորը՝  $\{p_1, p_2, \dots, p_k\}$ : Աքսելերոմետրի դեպքում օգտագործվում են մինիմալ, մաքսիմալ և միջին արագացումների արժեքներն ըստ ամեն մի առանցքի, օգտագործվում են ժամանակահատվածները, շեղումները, կորեկացիան առանցների բոլոր գույգերի համար: GPS տվիչի համար ևս օգտագործվում են բոլոր ժամանակային հատկանիշները, ինչպես նաև տեղափոխությունը և միջին արագությունը: Արդյունքում, կառուցված հատկանիշային վեկտորները փոխանցվում են սերվերային մաս, որտեղ վեկտորի տիպից ելնելով կատարվում է համապատասխան գործողություն. եթե վեկտորը ուսուցողական է, ապա նրա հիման վրա կատարվելու է դասակարգում, հակառակ դեպքում՝ վեկտորի նկատմամբ իրականացվում է ճանաչման գործընթացը:

Աշխատանքի **երրորդ գլխում** նկարագրվում է ճանաչման համար մեր կողմից առաջարկվող ալգորիթմը՝ հիբրիդ ալգորիթմը, որը հիմնված է հենքային վեկտորների մեթոդի (Support vector machines, SVM) և որոնումների ծառերի (Search trees, ST) համադրության վրա: **3.1** պարագրաֆում նկարագրվում են վերը նշված 2 ալգորիթմերը և  $k$ -րդ ամենամոտ հարևանի ալգորիթմը: Հենքային վեկտորների մեթոդը տրված 2 ուսուցողական բազմությունների համար կառուցում է նրանց բաժանող, յուրաքանչյուր բազմությունից մաքսիմալ շեմ ունեցող բաժանող հիպերհարթություն և ստանում նրա հավասարումը (Նկ. 7ա).

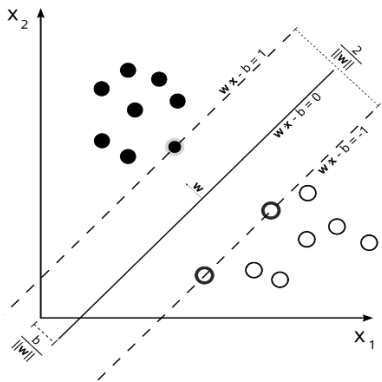
$$w = \sum_{i=1}^{|P|} \alpha_i y_i x_i$$

Եթե բազմությունները հնարավոր չէ իրարից գծորեն բաժանել, ապա կիրառվում է այսպես կոչված միջուկի հնարքը, որի էությունը կայանում է հետևյալում. ուսուցողական բազմություններին համապատասխանող տարածության չափողականությունը մեծացվում է այնքան ժամանակ, մինչև բազմությունները չդառնան գծորեն բաժանվող և նոր տարածության մեջ ստացվող հիպերհարթության հավասարումը (Նկ. 7բ), այնուհետև հետ է բերվում սկզբնական տարածության մեջ համապատասխան բաժանող մակերևույթի հավասարմանը.

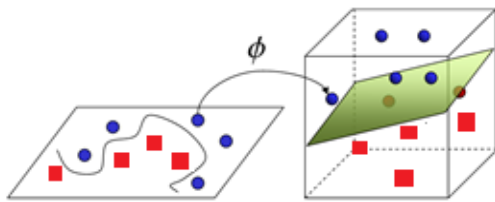
$$w = \sum_{i=1}^{|P|} \alpha_i y_i \phi(x_i), \quad \phi: S \rightarrow H, \quad \dim |S| < \dim |H|$$

**3.2** պարագրաֆում տրվում է մեր կողմից առաջարկվող հիբրիդ ալգորիթմի նկարագրությունը: Այն հիմնված է հատկանիշային վեկտորում առաջնային և երկրորդային կարևորության տարրեր ունենալու հասկացողությունների վրա: Առաջնային կարևորության տարրերը կիրառվում են որոնումների ծառերում անհայտ շարժումը նկարագրող վեկտորի նկատմամբ նախնական գտում կատարելու նպատակով (Նկ. 8): Ծառը կառուցված է հետևյալ կերպ. անհայտ վեկտորի առաջնային կարևորության յուրաքանչյուր տարր համեմատվում է համապատասխան պրեդիկտորի հետ, համեմատման արդյունքում բոլոր հնարավոր շարժումների ցուցակը քայլ առ քայլ գտվում է և համեմատությունների արդյունքում կամ՝ ծառի տերևը համապատասխանում է վերջնականորեն դասակարգված շարժմանը, կամ՝ էլ պարունակում է 2 թեկնածու բազմություններ, որոնց նկատմամբ աշխատանքն է իրականացնում SVM ալգորիթմը: Հենքային վեկտորների մեթոդն աշխատում է երկրորդային, այսինքն՝ որոշումների ծառում հաշվի չառնված տարրերով պայմանավորված բազմությունների հետ և տալիս է վերջնական պատասխանը:

**Չորրորդ գլխում** տրվում է մշակված շարժումների ճանաչման և դասակարգման ծրագրային համալիրի նկարագրությունը, ինչպես նաև ալգորիթմի վերլուծական համեմատությունը և ստացված հիմնական արդյունքները:

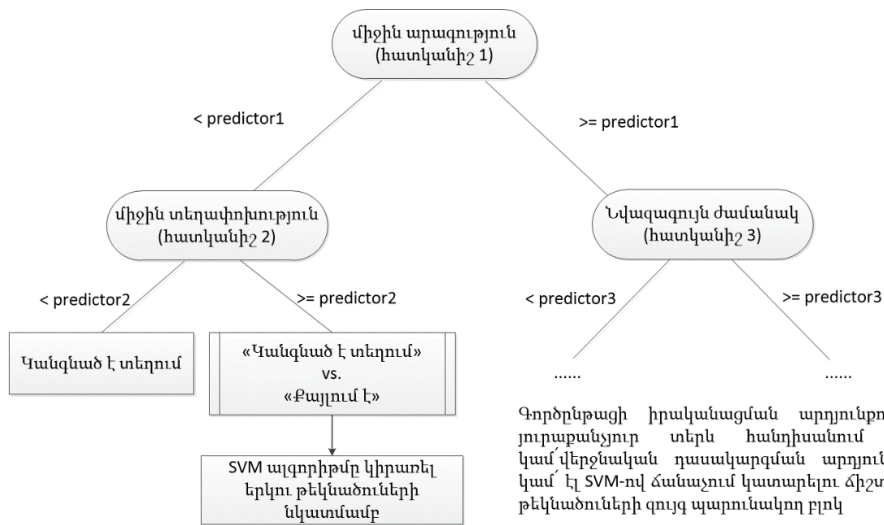


ա)



բ)

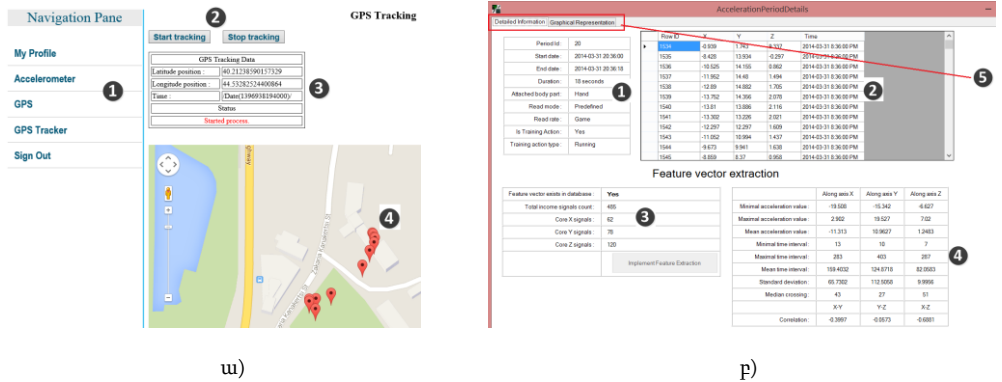
**Նկար 7:** ա) հիպերհարթության բծորեն բաժանվող բազմություններ; բ) միջուկի հնարք;



**Նկար 8:** Հիբրիդ ալգորիթմի աշխատանքի բնութագիրը

**4.1** պարագրաֆում տրվում են ծրագրային համակարգի գործառնությունները, կիրառվող ալգորիթմները և օգտագործված տեխնոլոգիաները: **4.2** պարագրաֆում նկարագրվում են մուտքագրման և անհատական տվյալների ղեկավարման բաղադրիչները, **4.3** և **4.4** պարագրաֆներում բացատրվում է, թե ինչպես աշխատել արքելեյրոմետր և GPS սովիչներից ստացված հատկանիշային վեկտորների հետ, իրական ժամանակում հետևել մարդու տեղափոխություններին (Նկ. 9 ա,բ): **4.5** պարագրաֆում տրվում է առաջարկվող ալգորիթմի աշխատանքի համեմատական վերլուծությունը հարակից աշխատանքների հետ, ինչպես նաև նշվում է ստացված ալգորիթմի կիրառության ստեղծված ծրագրային համակարգի

# ուժեղ և թույլ կողմերը, աշխատանքի առանձնահատկությունները և սահմանափակումները:



ա)

բ)

**Սկար 9:** ա) Իրական ժամանակում GPS տվիչի կորդինատների ստացում բջջային հեռախոսից և նրանց դիտում սերվերային մասում (ASP .NET MVC վեբ ինտերֆեյս); բ) Ծրագրային համակարգ (Windows Forms ինտերֆեյս), արքելերմետրի հատկանիշային վեկտորի վերլուծման արդյունքների դիտման մաս:

Սերվերային մասում աշխատող ծրագրային ապահովությունն իրականացվել է Windows օպերացիոն համակարգի ներքո, այն նախագծվել և մշակվել է C# ծրագրավորման լեզվի և ASP .NET MVC 4 ցանցային տեխնոլոգիայի միջոցով, Windows Forms ինտերֆեյսի օգնությամբ, իսկ որպես ծրագրավորման միջավայր օգտագործվել է Microsoft Visual Studio 2010 ծրագրային փաթեթը: Բջջային հեռախոսի Android օպերացիոն համակարգում աշխատող ծրագրային ապահովության մշակման համար օգտագործվել է Eclipse ծրագրավորման միջավայրը և Java ծրագրավորման լեզուն:

## ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ

- Իրականացվել է շարժումների ճանաչման և դասակարգման համակարգերի ընդհանուր վերլուծություն, որի արդյունքում հայտնաբերվել են ներկայումս օգտագործվող մոտեցումների ուժեղ և թույլ կողմերը [5, 6]:
- Մշակվել է շարժումների ճանաչման և դասակարգման արագագործ նոր ալգորիթմ, նրա հիման վրա ստեղծվել է շարժումների ճանաչման սերվերային ծրագրային համակարգ [1-4]:
- Մշակվել է գուգահեռ հոսքերի հիման վրա աշխատող, չմշակված ազդանշանների հավաքագրման, պահպանման և նախնական մշակման գործընթաց [2, 3]:
- Մշակվել է վերոհիշյալ գործընթացն իրականացնող շարժական ծրագրային ապահովություն Android օպերացիոն միջավայրում [1, 7, 8]:



## ՀՐԱՏԱՐԱԿՎԱԾ ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. S. Kaghyan, H. Sarukhanyan, “Time Domain Feature Extraction and SVM Processing for Activity Recognition using Smartphone Signals”, *Mathematical Problems of Computer Science*, vol. 40, pp. 44-54, Institute for Informatics and Automation Problems of NAS RA, Yerevan, Armenia, 2013.
2. S. I. Kaghyan, “Asynchronous Signal Retrieving, Storing and Feature Extraction Methods for Smartphone Sensors”, *“Вестник” Journal, Armenian-Russian (Slavonic) University*, vol. 2, pp. 24-37, Yerevan, Armenia, 2013
3. S. Kaghyan, H. Sarukhanyan, “Accelerometer and GPS Sensor Combination Based System for Human Activity Recognition”, *IEEE transactions of 9<sup>th</sup> International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT-2013)*, pp. 1-9, Yerevan, Armenia, 2013, ISBN: 978-1-4799-2460-8, DOI: [10.1109/CSITechnol.2013.6710352](https://doi.org/10.1109/CSITechnol.2013.6710352),  
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6710352>
4. S. Kaghyan, “Accelerometer and GPS Sensor Combination Based System for Human Activity Recognition”, *CSIT 2013 – 9<sup>th</sup> International Conference on Computer Science and Information Technologies*, pp. 193-196, Yerevan, Armenia, 2013.
5. S. Kaghyan, “Human Activity Recognition from Mobile Device”, *Международный аспирантский форум “Современная наука: тенденции развития, проблемы и перспективы”*, pp. 15-19, Armenian-Russian (Slavonic) University, Yerevan, Armenia, 2013. ISBN: 978-9939-67-082-9
6. S. Kaghyan, H. Sarukhanyan, D.Akopian, “Human Movement Activity Classification Approaches that use Wearable Sensors and Mobile Devices”, *IS&T/SPIE Electronic imaging symposium, Conference on Multimedia and Mobile Devices*, vol. 8667, Burlingame, California, USA, 2013, DOI: 10.1117/12.2007868, [http://spie.org/x648.html?product\\_id=2007868](http://spie.org/x648.html?product_id=2007868)
7. S.I. Kaghyan, “About One Method of Data Retrieving from Tri-axial Accelerometer of Mobile Device”, *7<sup>th</sup> Annual Scientific Conference*, pp. 78-84, Armenian-Russian (Slavonic) State University, Yerevan, Armenia, 2013.
8. S. Kaghyan, H. Sarukhanyan, “Activity Recognition Using K-Nearest Neighbor Algorithm on Smartphone with Tri-axial Accelerometer”, *International Journal “INFORMATION MODELS AND ANALYSES”*, vol.1, pp. 146-156, Varna, Bulgaria, 2012, <http://www.foibg.com/ijima/vol01/ijima01-2-p06.pdf>

## **Разработка и реализация эффективных методов обработки и анализа данных датчиков мобильных интеллектуальных устройств**

Распознавание движений, которые в течение времени совершает объект (в частности, человек), является важной задачей, решаемой в области распознавания и анализа сигналов. Одновременно, мобильный телефон представляет собой то устройство, с помощью которого человек становится достижим почти всегда и везде. Современные мобильные программные обеспечения уже активно применяются в финансовой, социальной, медицинской и многих других сферах. В медицине наибольший интерес представляют концепции, в которых мобильные технологии используются для выявления и мониторинга хронических заболеваний, и решение подобных задач способствует разработке персонализированных здравоохранительных систем.

Задачу распознавания движений можно решить несколькими способами, применение которых зависит как от типов датчиков, так и от окружающей среды. Сами же датчики можно условно разделить на три категории: датчики внешней среды, видео и нательные /носимые/. Необходимо учитывать все те ограничения, которые ставятся при решении конкретной задачи распознавания, помнить о сложностях, возникающих из-за присутствующих шумов при сборе сигналов или их низкой интенсивности получения. При одновременном использовании нескольких нательных датчиков человек может ощущать некоторый дискомфорт или не иметь возможности полноты движений. Датчики окружающей среды и видео датчики, в свою очередь, имеют ограничения радиуса действия и большой объем передаваемых необработанных данных. Поэтому, задача распознавания движений по сей день не решена полностью. Возникает необходимость в разработке и реализации такой системы распознавания движений, которая, используя известные методы распознавания сигналов (образов), в частности, алгоритмов машинного обучения, будет производить обработку последовательностей входных сигналов, уменьшения шума, а также конечное распознавание на основе предварительно обработанных данных, причем делать все перечисленные операции быстро и эффективно.

Целью данной диссертации является разработка более быстрого и эффективного процесса распознавания движений, основанного распределенной модели на получения и предварительной обработке сигналов датчиков мобильного устройства, ее последующем распознавании, реализация соответствующего программного комплекса.

### **Научная новизна**

- Разработан процесс сбора, хранения и предварительной обработки исходных данных сигналов датчиков, основанный на принципе работы параллельных потоков.
- Создано мобильное программное обеспечение, реализованное на базе операционной системы Android и осуществляющее вышеуказанный процесс. Данное программное обеспечение предотвращает потерю сигналов на этапе их сбора.
- Разработан новый алгоритм (гибридный алгоритм), совмещающий в себе комбинированное использование метода опорных векторов и деревьев поиска.
- На основе гибридного алгоритма и было создано серверное программное обеспечение, осуществляющее распознавание движений, а также реализован целостный программный комплекс, осуществляющий весь процесс от сбора последовательностей сырых сигналов до их конечного анализа.

## **Применяемость результатов**

Разработанная комплексная система может применяться для распознавания движений человека, или, в общем случае, объекта, оснащенного соответствующими датчиками. Кроме того, данная система может применяться в решении задач, связанных с анализом передвижений объекта в режиме реального времени. Разработанный программный комплекс классификации движений может также применяться для различных экспериментальных целей. Программное обеспечение может быть применено в самых разных сферах /областях/: а) медицинская область – для осуществления мониторинга жизнедеятельности пациента, б) область спорта – трехмерное моделирование движений спортсменов, в) военная отрасль – анализ геолокационных координат передвижений объекта в реальном времени, г) для предоставления соответствующих услуг вызова помощи в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

### **Для защиты представлены следующие положения:**

- Новый алгоритм сбора, хранения и предварительной обработки последовательностей сигналов, получаемых от датчиков мобильных устройств. Также реализовано соответствующее мобильное программное обеспечение.
- За счет реализации процесса предварительной обработки сигналов на мобильном устройстве стала возможной передача существенно меньшего количества данных через сеть на сервер.
- Новый алгоритм распознавания, который основан на комбинированном использовании деревьев поиска и метода опорных векторов.
- Целостная комплексная система классификации движений и анализа передвижений человека в режиме реального времени, в которую включены вышеуказанные алгоритмы предварительной обработки сигналов и конечного распознавания.

### **Основные результаты диссертации**

- Реализован общий анализ современных систем распознавания и классификации движений, на основании которого были выявлены сильные и слабые стороны существующих подходов [5, 6].
- Разработан новый быстродействующий алгоритм распознавания, на базе которого было разработано соответствующее серверное программное обеспечение [1-4].
- Разработан метод считывания, хранения и предварительной обработки сигналов датчиков мобильного устройства [2, 3].
- На основе вышеуказанного метода создано мобильное программное обеспечение, работающее под управлением операционной системы Android [1, 7, 8].

### **Внедрение**

Результаты работы были внедрены в мобильное программное обеспечение «SOS Systems» компании «Никита Мобайл», находящееся на стадии пилотного тестирования в комитете по чрезвычайным ситуациям (КЧС) 911 Министерства по Чрезвычайным Ситуациям Республики Армения (МЧС РА).

## **Intelligent sensor data processing, communication and implementation using mobile devices**

Object, particularly, human activity recognition and classification is an important and urgent task. Nowadays the Internet and personal computer are most common ways to connect people, allowing them to exchange information between each other. On the other side, none of these is able to reach each person anywhere and anytime like the cell phone does. Moreover, what concerns to mobile technologies in general, now they are becoming ubiquitous all over the world, changing the way we communicate, conduct commerce, and provide care and services. Certainly some of the most compelling benefits of mobile technologies are in the areas of disease prevention, chronic disease management and improving healthcare delivery. For all the advances, that occur in mobile health (mHealth), its full potential for one very large group of beneficiaries – older adults and the persons who support them – is only starting to emerge. The ability to monitor physical state of a person takes us to the concept of personalized healthcare systems implementation. Such systems will allow to decrease the number of people, suffering from different diseases and to save life (in proper cases of emergency).

Modern smartphones are starting to be used as an auxiliary tool in signal and image processing tasks. Generally, the activity recognition task can be solved in different ways, where the solution depends on sensor that gives the signal sequences, as well as the environment. The sensors themselves divide into 3 categories, i.e. environmental, video and wearable. In addition, we must consider the limitation during usage of each type of sensor (time, minimal accuracy and hardware resource limitations). Moreover, it is necessary to remember about the problems that occur during different stages of signal processing.

Activity recognition is mainly considered as signal processing task. During signal retrieving stage, we face with different noises that occur and low frequency of signal retrieving can have bad effect on classification accuracy. Besides, the simultaneous usages of different sensors, attached to different parts of human body, may limitate the movements and make the movements uncomfortable for human. What relates to video and external environmental sensors usage, in that aspect we face with problems of big size of signal transferring and limited range of work difficulties. Therefore, these are the main problems why the activity classification task is not completely solved until now.

Considering the above mentioned, it is necessary to implement activity recognition system, that will use modern state-of-art signal (image) processing algorithms (particularly, based on machine learning) and will do processing of input sensor signal sequences, will do noise reduction and final classification, at the same time fast and efficiently.

**The aim** of this thesis is to develop a process of activity recognition, which does asynchronous signal processing and final classification using signals from sensors of mobile device and new (hybrid) classification algorithm, based on support vector machines method and search trees combination.

### **Scientific novelty**

- A new process, which does sensor signal collecting, storing and preliminary processing, is proposed.
- Based on the above mentioned, an Android OS based mobile application is implemented. Current mobile application prevents signal losses and user interaction interface freezing problems.

- A new algorithm (hybrid algorithm) for activity recognition, based on combined usage of support vector machines method and search trees, is proposed.
- Based on all mentioned above, an activity recognition system was implemented. That system includes mobile application and server side application (where the final classification does).

### **Applicability of the results**

The developed fingerprint recognition system can be applied in different sectors for person activity recognition and classification, real time object tracking. The main branches where such system can be integrated are: a) medical branch for patient activity monitoring; b) sport sphere for sportsmen motions 3D modeling, c) military branch for real time object movement geolocation coordinates analysis; and d) for the provision of emergency services in respective cases.

### **The following statements are presented for defense:**

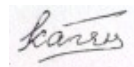
- The new sensor signal asynchronous collecting, storing and preliminary processing algorithm, based on multithreading mechanism and which takes into account signal format, incoming from sensor.
- As result implementation of algorithm, mentioned above, it became possible to decrease in times the amount of data, transferred to the server through the network.
- The new recognition algorithm based on combined usage of support vector machines algorithm and search trees.
- Complete human activity recognition complex, which includes mobile application for preliminary signal sequence processing, as well as the server side application for final classification and real time geolocation coordinate analysis.

### **The main results of the thesis are:**

- Analysis of modern activity classification and recognition systems, which allowed find out strong and weak sides of modern approaches [5, 6].
- Development of a new activity classification algorithm (hybrid algorithm), implementation of respective server side web application [1-4].
- Development of a new signal retrieving, storing and preliminary processing algorithm [2, 3].
- Development of Android OS based mobile application that implements the algorithm, mentioned above [1, 7 and 8].

### **System implementation:**

Developed activity recognition and classification algorithm was implemented in “SOS Systems” mobile application of “Nikita Mobile” company. Currently the 911 Crisis Management Committee (CMC) of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Armenia (MES RA) exploits application in probation period.



Ծավալը՝ 24 էջ: Տպաքանակը՝ 100:  
ՀՀ ԳԱԱ ԻԱՊԻ կոմպյուտերային պոլիգրաֆիայի լաբորատորիա:  
Երևան, Պ. Սևակի 1