ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱՅԻ ԵՎ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՄԱՆ ՊՐՈԲԼԵՄՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Սիմոնյան Ռաֆֆի Արմենի

ՏԵՍԱՇԱՐՈՒՄ ՕԲՅԵԿՏՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ, ՃԱՆԱՉՄԱՆ ԵՎ ՏԵՂՈՐՈՇՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

Ե.13.05 – <<Մաթեմատիկական մոդելավորում, թվային մեթոդներ և ծրագրերի համալիրներ>> մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

Երևան – 2018

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Симонян Раффи Арменович

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ, РАСПОЗНАВАНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕО

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности Е.13.05 – “Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ”

Ереван - 2018

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Ինֆորմատիկայի և ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար՝	ֆիզ.մաթ.գիտ.դոկտոր	Հ. Գ. Սարուխանյան
Պաշտոնական ընդիմախոսներ՝	ֆիզ.մաթ.գիտ.դոկտոր	Մ. Ե. Հարությունյան
	տեխ.գիտ.թեկնածու	Մ.Ղ. Գյուրջյան
Առաջատար կազմակերպություն՝	Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան	

Պաշտպանությունը կայանալու է 2018թ. հունիսի 19-ին ժ. 15:00-ին ԳԱԱ Ինֆորմատիկայի և ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտում գործող 037 «Ինֆորմատիկա» մասնագիտական խորհրդի նիստում հետևյալ հասցեով՝ Երևան, 0014, Պ. Սևակի 1:
Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ԻԱՊԻ գրադարանում:
Սեղմագիրը առաքված է 2018թ. մայիսի 19-ին:

Մասնագիտական խորհրդի
գիտական քարտուղար, ֆիզ.մաթ.գիտ.դոկտոր Հ. Գ. Սարուխանյան

Тема диссертации утверждена в Институте проблем информатики и автоматизации НАН РА

Научный руководитель:	доктор физ.мат.наук	А. Г. Саруханян
Официальные оппоненты:	доктор физ.мат.наук	М.Е.Арутюнян
	кандидат тех.наук	М.К.Гюрджян
Ведущая организация:	Национальный политехнический университет Армении	

Защита состоится 19-ого июня 2018г. в 15:00 на заседании специализированного совета 037 «Информатика» 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 19-ого июня 2018г.

Ученый секретарь специализированного
совета, доктор физ.-мат.наук А. Г. Саруханян

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի արդիականությունը: Հետաքրքրություն ներկայացնող տարածքներն ընդգրկող տեսաշարերում օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և տեղորոշման խնդիրները ներկայումս լայն կիրառություն ունեն տեսահսկման, ռոբոտատեխնիկայի, պատկերների որոնման (համացանցում և մեծածավալ տվյալներում – big data), բժշկության, ստորջրյա սկանավորման և այլ ոլորտներում: Մասնավորապես.

- Օբյեկտների հայտնաբերումը և ճանաչումը կարևոր և լայն կիրառություն ունի տեսահսկման ոլորտում: Անվտանգության համակարգերում այն հնարավորություն է ընձեռնում նախապես հայտնաբերել, գնահատել իրավիճակը և ահազանգել անցանկալի երևույթի մասին:
- Ինքնակառավարվող ավտոմեքենաների համար (օր. Տեսլա) պատկերների վերլուծությունը կիրառվում է նրանցում ներդրված համակարգում տարբեր մարտահրավերներին լուծումներ տալու համար: Այդպիսի մարտահրավերներից են ճանապարհային սցենարի որոշումը և վարորդի զգոնության աստիճանի գնահատումը տեսախցիկից տվյալների հավաքագրման միջոցով: Ինքնակառավարվող ավտոմեքենաներում պատկերների վերամշակման ալգորիթմի հիմնական խնդիրներից մեկը շրջակա միջավայրի շարունակական վերլուծությունն է և հնարավոր փոփոխությունների կանխատեսումը:
- Պատկերների վերլուծությունը կիրառվում է նաև ռոբոտատեխնիկայում, թույլ տալով ռոբոտներին հայտնաբերել օբյեկտները, ճանաչել և որոշել հետագա գործողությունները օբյեկտի հետ, օրինակ՝ հավաքագրել և տեղափոխել մի վայրից մյուսը: Կիրառվում է նաև ավտոարտադրության մեջ:
- Բժշկության մեջ պատկերների վերլուծությունը օգտագործվում է x-ray պատկերներում չարորակ գոյակցությունների հայտնաբերման և մի շարք այլ գործընթացներում:
- Դեմքի նույնականացումը մեծ կարևորություն ունի անձի ինքնությունը ճշտելու համար:
- Կիրառություն ունի ինչպես համացանցում, այնպես էլ մեծածավալ տվյալներում (big data) և տեսանյութերում պատկերների որոնման համար: Այս ոլորտներում կարող է կիրառվել հետևյալ նպատակներով՝ հասկանալ պատկերի բովանդակությունը, դասակարգել պատկերները ըստ տեսակի, հայտնաբերել առանձին օբյեկտներ պատկերներում:

Ատենախոսության նպատակն է մշակել պատկերներում ու տեսաշարերում օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և տեղորոշման արագագործ ալգորիթմներ, և ստեղծել տեսաշարում օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և տեղորոշման ծրագրային համակարգ:

Հետազոտման մեթոդները. Հետազոտման մեթոդներ են հանդիսանում՝ ա/ տեսախցիկի միջոցով օբյեկտների հայտնաբերման մեթոդները, ինչպես շինությունների ներսում, այնպես էլ բաց տարածության մեջ՝ լույսի ինտենսիվության փոփոխման դեպքում; բ/ նմուշային համապատասխանեցմամբ օբյեկտների ճանաչման մեթոդները; գ/ տեսախցիկից օբյեկտների հեռավորության որոշման մեթոդը:

Աշխատանքի նպատակն ու խնդիրը: Նպատակն է մշակել օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և տեղորոշման համալիր համակարգ: Խնդիրը իրականացնելու համար հարկավոր է իրագործել հետևյալ կետերը.

- Մշակել հայտնաբերման մեթոդ, որը իր մեջ ներառում է՝ ա/ Տեսաշարում բազմաթիվ օբյեկտների արագագործ հայտնաբերում; բ/ թաքնված օբյեկտների հայտնաբերում; գ/ կեղծ թիրախների հայտնաբերում և ֆիլտրում; դ/ տեսահսկվող տարածքում լույսի ինտենսիվության փոփոխության խնդրի լուծում:
- Մշակել ճանաչման մեթոդ, ապահովել բարձր ճանաչման ճշտություն և արագագործություն՝ ա/ նույն դասին պատկանող բազմազան օբյեկտների դեպքում; բ/ տարատեսակ օբյեկտների դեպքում:
- Մշակել տեսահսկման համալիր համակարգ՝ ա/ իրականացնել տեղորոշում; բ/ օբյեկտները քարտեզում արտապատկերելու համար նախագծել քարտեզագրական գործիք:
- Վերը նշված բոլոր մեթոդների համար մշակել ծրագրային համակարգ:

Գիտական նորույթը:

- Մշակվել է տեսաշարերում օբյեկտների հայտնաբերման արագագործ տարբերակ՝ ֆոնային զատման մեթոդի մոդիֆիկացիայի շնորհիվ: Այն բավարար ճշգրտությամբ հայտնաբերում է ֆոնում թաքնված օբյեկտները, որոնք տեսանելի չեն անզեն աչքին:
- Մշակվել է կեղծ թիրախների հայտնաբերման նոր մեթոդ, որը թույլ է տալիս հետազոտել ֆոնը, հայտնաբերել հետաքրքրություն չներկայացնող օբյեկտները և հեռացնել:
- Օբյեկտների հայտնաբերման-ճանաչման արագագործ համակարգ՝ տեսաշարում տարատեսակ օբյեկտների առկայության դեպքում:

Արդյունքների կիրառական նշանակությունը:

Օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և տեղորոշման համակարգը կարող է օգտագործվել բազմաթիվ ոլորտներում՝ պատկերների և տեսանյութերի վերլուծության տարաբնույթ խնդրիների լուծման համար:

Ծրագրային համակարգը մասնավորապես կարող է օգտագործվել հետևյալ տեսահսկման տարածքի անվտանգության պահպանման համար:

Պաշտպանությանը ներկայացվող դրույթները:

- Օբյեկտների հայտնաբերման հայտնի մեթոդների հիման վրա մշակված հայտնաբերման նոր մեթոդը և նրա ծրագրային իրականացումը: Մեթոդը ներառում է ֆոնում կեղծ թիրախների հեռացման, թաքնված օբյեկտների հայտնաբերման և լույսի ինտենսիվության փոփոխության հաշվարկի մեթոդները:
- Նմուշային համապատասխանեցման մեթոդը, օբյեկտների հայտնաբերման-ճանաչման համակարգը և տեղորոշումը:
- Տեսաշարում օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և տեղորոշման նոր և արդյունավետ ծրագրային համակարգը, որը ներառում է վերը նշված բոլոր մեթոդները և նրանց ալգորիթմական իրականացումները:

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

Աշխատանքի ապրոբացիան: Ատենախոսության հիմնական արդյունքները ներկայացվել են՝ 1.Տեղեկատվական տեխնոլոգիաների 11-րդ CSIT 2017 միջազգային գիտաժողովում; 2.Կրթություն և կարիերա EXPO 2018 (Education and Career EXPO 2018) միջազգային մասնագիտացված ցուցահանդեսում, Երևանի մաթեմատիկական մեքենաների գիտահետազոտական ինստիտուտում: 3.Հայաստանի Ազգային Պոլիտեխնիկական Համալսարանի տարեկան գիտաժողովում 2015:

Աշխատանքի արդյունքների ներդրումը

Աշխատանքում մշակված օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և տեղորոշման ծրագրային համակարգը ներդրվել է «Վինետի ԷՅԷՄ» ՓԲԸ ամերիկյան ընկերության հայաստանյան մասնաճյուղի կողմից՝ տարածքի անվտանգության պահպանման համար:

Հրապարակումներ

Աշխատանքի հիմնական արդյունքները ներկայացված են 6 գիտական հոդվածներում, որոնց ցանկը բերված է սեղմագրի վերջում:

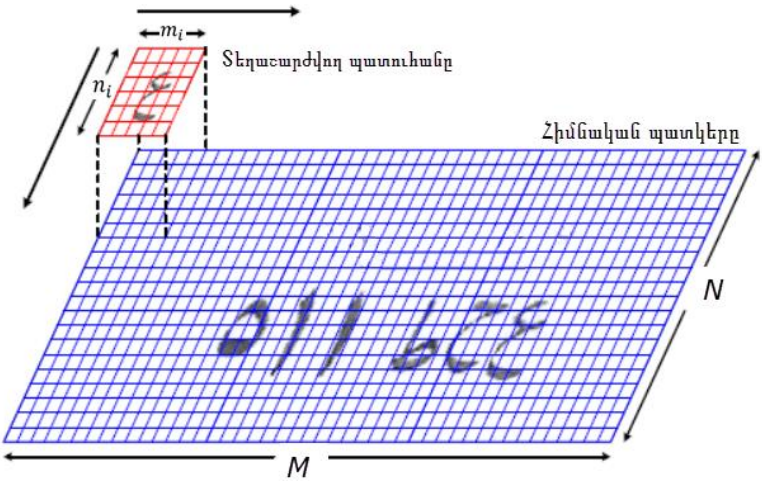
Ատենախոսության կառուցվածքը

Ատենախոսությունը բաղկացած է առաջաբանից, 3 գլխից, եզրահանգումից և օգտագործված գրականության ցանկից: Աշխատանքի ընդհանուր ծավալը կազմում է 115 էջ:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Աշխատանքի առաջաբանում հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, ձևակերպված են նպատակներն ու խնդիրները, ինչպես նաև պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները: Նշված են ստացված արդյունքների գիտական նորույթները:

Առաջին գլխում նկարագրված են թվային պատկերներում և տեսանյութերում օբյեկտների հայտնաբերման և ճանաչման հիմնական մեթոդները, ինչպես նաև տեսահսկման համակարգերը և նրանց հնարավորությունները: **1.1** պարագրաֆում քննարկվում են օբյեկտների հայտնաբերման մեթոդները: Դուրս է բերվում ալգորիթմի բարդության բանաձևը: Այնուհետև նկարագրվում է նշված մեթոդների փորձնական արդյունքները: Նշվում են նկարագրված մեթոդների առավելությունները և սահմանափակումները: **1.2** պարագրաֆում նկարագրվում է օբյեկտների ճանաչման մեթոդները: Մանրամասն հետազոտության են ենթարկվում մի շարք սկզբունքներ, այդ թվում նմուշի համապատասխանեցման մեթոդի հիման վրա օբյեկտների ճանաչումը: Քննարկվում են ալգորիթմերի արագագործության և ճշգրտության բնութագրերը, համեմատվելով միմյանց հետ: Նկար 1-ում բերված է նմուշի համապատասխանեցման մեթոդի հիման վրա օբյեկտների ճանաչումը:



Նկար 1: Նմուշի համապատասխանեցման մեթոդի հիման վրա օբյեկտների ճանաչումը

Ունենք $N \times M$ չափի պատկեր և $n_i \times m_j$ չափի k քանակի օբյեկտ փնտրման համար: Մեթոդի արագությունը կախված է (և ուղիղ համեմատական է) համեմատման արդյունքում կատարվող ընդհանուր պիքսելային ստուգումների C քանակից:

$$C = \sum_{i=1}^{k} NMn_i m_i, \quad i = \overline{1,k}$$

Այստեղից երևում է, որ ալգորիթմի արագագործությունը խիստ կախված է փնտրվող օբյեկտների քանակից: Ինչքան շատ են փնտրվող օբյեկտները, այդքան դանդաղ է աշխատում մեթոդը: Այս մեթոդը ապահովում է մեծ ճշտություն, սակայն փորձերը ցույց են տվել որ այն արդյունավետ է օբյեկտի ճանաչման այն խնդիրների լուծման դեպքում երբ փնտրվող օբյեկտը պատկերում մեկն է: Պետք է նաև նշել, որ այս դեպքում օբյեկտի տեսակը սահմանվում է նախօրոք և տեսահսկման համակարգը սպասում է պատկերում կոնկրետ օբյեկտի հայտնաբերմանը, այնուհետև օգտատիրոջը հայտնելով գտնված օբյեկտի մասին:
1.3 պարագրաֆում քննարկվում են տեսահսկման համակարգերը, նրանց տարատեսակները, դերը, կառուցվածքները, հնարավորությունները և կիրառման ոլորտները: Նշվում է ընդհանուր տեսահսկման համակարգերի առավելությունները և սահմանափակումները: Առաջին գլխի վերջում ամփոփվում է օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և համալիր տեսահսկման համակարգերի սահմանափակումները և չլուծված խնդիրները, որոնք հարկավոր է լուծել ատենախոսական աշխատանքում:

Երկրորդ գլուխը նվիրված է օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և տեղորոշման արդյունավետ մեթոդների և ալգորիթմների մշակմանը:
2.1 պարագրաֆում մշակվել է՝ ա/ հայտնաբերման արագագործ մեթոդ՝ տեսադաշտում բազմաթիվ օբյեկտների առկայության դեպքում, որը հայտնաբերում է նաև ֆոնում թաքնված (քողարկված) օբյեկտները; բ/ մեթոդ՝ տեսադաշտում լույսի ինտենսիվության փոփոխության արդյունքում առաջացած խնդրի լուծման համար; գ/ կեղծ թիրախների հայտնաբերման և հեռացման մեթոդ:

Օբյեկտների հայտնաբերման արագագործ մեթոդը: Առաջին գլխում դիտարկված տեսաշարում օբյեկտների շարժման հայտնաբերման ալգորիթմի բարդությունը C_1 է:

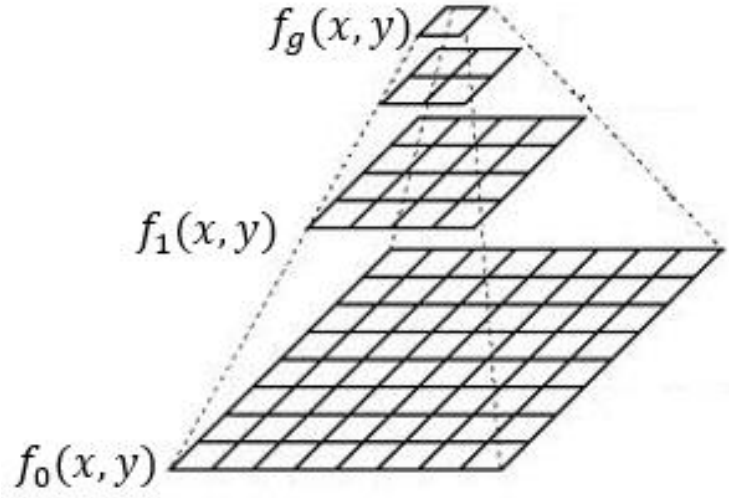
$$C_1 = NM + z \cdot nm$$

որտեղ z-ը ֆոնում առկա օբյեկտների քանակն է, $N \times M$ պատկերի չափերը, $n \times m$ նմուշի չափերը, իսկ C_1-ը ալգորիթմի բարդությունն է:
Ատենախոսական աշխատանքում իրականցվող խնդրի լուծման համար նշված ալգորիթմի արագությունը բավարար չէ, ուստի այս պարագրաֆում մշակվել է պատկերների ֆոնային զատման մեթոդի մի նոր տարբերակ: Ֆոնային զատման մեթոդի C_2 արագագործությունը հավասար է նախորդ հայտնաբերման մեթոդի արագությանը ($C_2 = C_1$):

Հայտնաբերման որակի և արագաործության բարձրացման համար իրագործվել է ֆոնային զատման մեթոդի ձևափոխություն: Իրականացվել են հետևյալ երեք փուլերը:

Պատկերների բուրգի կառուցումը. Բուրգի հիմք է հանդիսանում տեսաշարից վերցված օրիգինալ կադրը, որը ենթարվում է $\propto$-գործողության, ապա պատկերը փոքրացվում է s_l գործակցով մի քանի անգամ: Սա թույլ է տալիս զգալիորեն նվազեցնել պատկերում աղմուկը

և ֆոնային զատման միջոցով պատկերների համեմատման ժամանակ համեմատել փոքր պատկերներ, որն էլ իր հերթին կնպաստի ալգորիթմի արագագործությանը:



Նկար 2. Պատկերների բուրգը

Տեսաշարի ընթացիկ պատկերի մատրիցի ձևափոխության արդյունքում ստացված բուրգի հիմքը՝ $f_0(x,y)$ մատրիցն է.

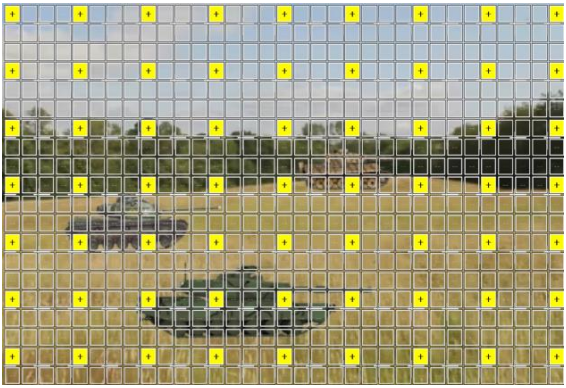
$$f_0(x,y) = \frac{1}{s_l}[\propto f(x,y)],\ s_l = 2^g,$$

իսկ պատկերի փոքրացման՝ բուրգի մի շերտից մյուսի անցման արդյունքում ստացված մատրիցի $f_i(x,y)$ տեսքը հաշվվում է հետևյալ բանաձևով.

$$f_i(x,y) = \frac{1}{s_l} f(x,y), i = \overline{1,g}$$

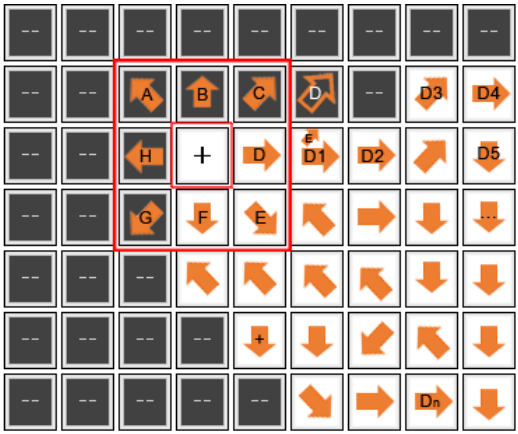
որտեղ $f(x,y)$-ը տեսաշարի ընթացիկ պատկերի մատրիցն է, $f_0(x,y)$-ը բուրգի զրոյական շերտն է՝ հիմքը, $\propto$ –ն պատկերի վրա կիրառվող գործողությունների գործակիցն է (grayscale, blur), g-ն բուրգի շերտերի քանակն է, s_l- պատկերի չափերի փոքրացման գործակիցն է:

Ցանցի կառուցումը բուրգի վերջին շերտում. Տեսահսկման ժամանակ պատկերում փոքր օբյեկտները հետաքրքրություն չեն ներկայացնում: Օգտատերը հնարավորություն ունի սահմանելու իրեն անհրաժեշտ չափը: Ֆոնում սահմանված $\frac{N}{r} \times \frac{M}{r}$ չափից փոքր օբյեկտները կանտեսվեն համակարգի կողմից: Չափը սահմանելուց հետո ցանցը կկառուցվում է ըստ նշված չափի (Նկար 3):



Նկար 3. Ցանցի կառուցումը պատկերում

Օբյեկտների հայտնաբերումը. Դիտարկվում է ցանցի յուրաքանչյուր կետ, եթե կետի գունային {R,G,B} արժեքը տարբերվում է ֆոնից, ապա այն հանդիսանում է օբյեկտի կետ: Տվյալ կետի համար դիտարկվում են 8 հարևան կետերը և համեմատվում ֆոնային պատկերի հետ (նկար 4):



Նկար 4. Օբյեկտի հայտնաբերման համար մշակված իտերացիոն մեթոդը

Մեթոդի արագագործությունը ուղիղ համեմատական է կատարվող ընդհանուր C_3 պիքսելային ստուգումների հետ:

$$C_3 = \frac{NM}{r^2} + (nm)\sum_{i=1}^{z} h, \quad i = \overline{1,z}, \quad h = \overline{1,8}$$

որտեղ z-ը ֆոնում առկա օբյեկտների քանակն է, h-ը մշակված մեթոդում յուրաքանչյուր պիքսելի համար A-H ստուգումների քանակն է, N × M-ը պատկերի չափերը, $n \times m$–ը նմուշի չափերը իսկ C_3-ը ալգորիթմի բարդությունն է, որը իրենից ներկայացնում է էտալոնային և ձևափոխված պատկերների միջև պիքսելային համեմատումների ընդհանուր քանակը: Բանաձևից երևում է, որ C_3 -ը զգալիորեն փոքր է քան C_1-ը և առաջին գլխում նկարագրված նմուշային համապատասխանեցման ալգորիթմի՝ C բարդությունը: Հետևաբար օբյեկտի հայտնաբերման համար մշակված իտերացիոն մեթոդը արագագործ է նախորդ մեթոդների համեմատ, որը հետագայում կապացուցվի նաև փորձերի միջոցով:

Լույսի ինտենսիվության փոփոխության չեզոքացման մեթոդը: Պարագրաֆում քննարկվում է բաց տարածության մեջ, տեսահսկում իրագործելիս հնարավոր են լույսի ինտենսիվության փոփոխություններ, որոնք կհանգեցնեն պատկերում պիքսելային գունային արժեքների (R,G,B) փոփոխության, արդյունքում բարդացնելով կամ անհնարին դարձնելով թիրախի որոնման գործընթացը: Առկա մեթոդները հիմնվում են սահմանված շեմային(շեղման) գործակցի վրա որը կարող է ճիշտ աշխատել միայն փոքր յույսի ինտենսիվության փոփոխության դեպքում: Այդ իսկ պատճառով մշակվել է մեթոդ, որը աշխատում է ավելի մեծ լույսի ինտենսիվության և եղանակային փոփոխությունների դեպքում:

Պարագրաֆում ցույց է տրվում թաքնված օբյեկտների հայտնաբերուման հնարավորությունը: Օբյեկտների քողարկումը մեծ նշանակություն ունի ռազմական ոլորտում: Քողարկված օբյեկտներին աչքով տարբերակելը բարդ է: Տեսահսկման ժամանակ այդպիսի օբյեկտները պատկերում թաքնված են: Այս պարագրաֆում քննարկվում է նաև հայտնաբերման մեթոդի ճշգրտության չափի մասին, որը թույլ է տալիս հայտնաբերել այն թաքնված օբյեկտները որոնք ունեն մեծ գունային նմանություն ֆոնային պատկերին և մարդու անզեն աչքին հասանելի չեն (նկար 5):

ա. բ. գ.

Նկար 5. ա) Տեսահսկվող տարածքը; բ) տարածքում առկա են երեք օբյեկտներ, որոնցից երկուսն են աչքին հասանելի (գնացքի վագոնները), իսկ երրորդը թաքնված է; գ) Հայտնաբերման արդյունքը

Կեղծ թիրախների որոնման և ֆիլտրման մեթոդը: Կեղծ թիրախների առկայությունը տեսադաշտում (ֆոնում) համակարգին կանգենցնում է որոշակի խնդրի առաջ: Քանի որ

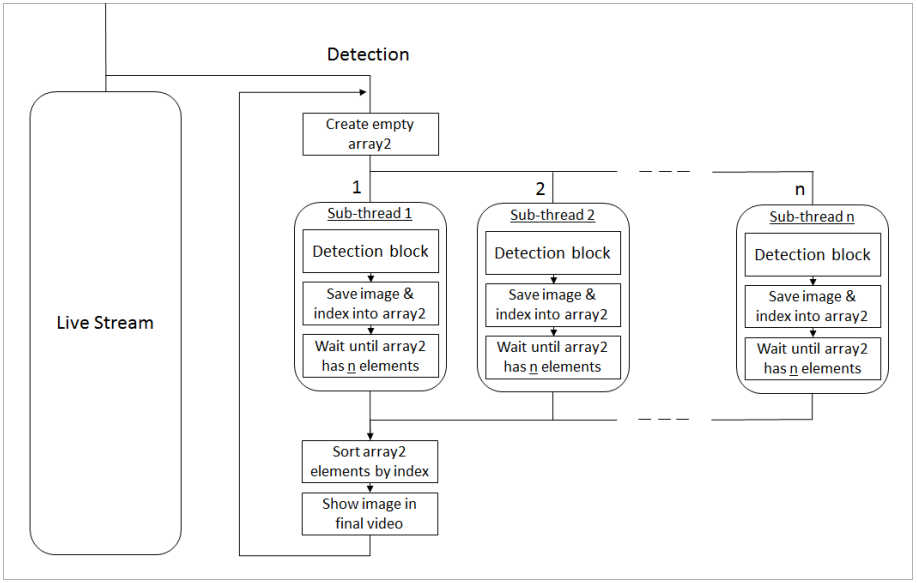
հայտնաբերման մեթոդը փնտրում է կադրերի միջև փոփոխություն, ապա ֆոնում առկա ծառերը, ամպերը, խոտը բնական կլիմայական պայմաններում գտնվելով շարժման մեջ կառաջացնեն կադրերի միջև պիքսելային փոփոխություններ: Սա համակարգի կողմից կդիտարկվի որպես նոր օբյեկտների առկայություն: Նշված նոր օբյեկտները կհանդիսանան կեղծ թիրախներ, որոնք դիտարկման համար հետաքրքրություն չեն ներկայացնում և խանգարում են իրական օբյեկտների հայտնաբերմանը: Այս պարագրաֆում քննարկվում է մշակված մեթոդը որը որոնում է ֆոնում կեղծ թիրախների առկայությունը և ֆիլտրում: Մեթոդը զերծ է պահում հայտնաբերման սխալ արդյունքից և ալգորիթմի ավելորդ ժամանակի ծախսից:

2.2 պարագրաֆում մշակվել է նմուշային համապատասխանեցման սկզբունքի հիման վրա օբյեկտների ճանաչման մեթոդը: Քննարկվում է նմուշների համապատասխանեցման մեթոդի հիման վրա օբյեկտների ճանաչումը, որը հայտնաբերման ալգորիթմի հետ ինտեգրելով կաշխատի առավել արդյունավետ, անկախ օբյեկտների քանակից:
Քննարկվում է նաև համակարգի աշխատանքի արագագործությունը տեսադաշտում տարատեսակ օբյեկտների առկայության դեպքում և անհայտ օբյեկտների հայտնաբերման խնդիրը:
Շատ դեպքերում տեսահսկվող տարածքում ակնկալվող օբյեկտների տարատեսակները կարող է լինել բազմաթիվ, օրինակ՝ 10 և ավելի: Հետևաբար բոլոր օբյեկտները ճանաչելու համար պետք է նախօրոք մշակվեն օբյեկտների տեսակներին համապատասխանող նմուշները:
Տեսահսկման ընթացքում տեսադաշտում մեծամասամբ հնարավոր է միաժամանակ տեսնել սահմանված նմուշներին համապատասխանող օբյեկտներից մի քանիսը, բայց ոչ բոլորը: Նկարագրված մեթոդների կիրառման դեպքում համակարգը յուրաքանչյուր օբյեկտի համար կիրականացնի բազայում առկա բոլոր նմուշների համապատասխանեցման (նույնականացման) տեխնիկան: Կծախսի t ժամանակ, որը ուղիղ համեմատական է պիքսելային համեմատումների քանակին՝ $C = \sum_{i=1}^{k} NMn_i m_i,\ i = \overline{1,k}$, $\mathrm{N} \times \mathrm{M}$-ը պատկերի իսկ $n_{\mathrm{i}} \times m_{\mathrm{j}}$ նմուշի չափերն են: Այս դեպքում ժամանակի կրուստը բավական մեծ է: Որպեսզի խուսափենք ժամանակի մեծ կորստից, աշխատանքում մշակվել է հայտնաբերման և ճանաչման այնպիսի համակարգ, որը կախված չէ տեսադաշտում առկա օբյեկտների քանակից: Մեթոդը հնարավորություն է ընձեռնում նախապես չսահմանել փնտրվող օբյեկտի տեսակը, համարելով նրանց անհայտ: Այսպիսով, հայտնաբերելով տեսադաշտում առկա ցանկացած օբյեկտ, կատարում է համեմատում բազայում առկա նմուշների հետ:

2.3 պարագրաֆում մշակվել է մեկ տեսախցիկի օգնությամբ օբյեկտների տեղորշման և քարտեզում արտապատկերման մեթոդ, որը կախված չէ տեսախցիկի տեսակից:
Մեծ տարածքում տարբեր տեսահսկման համակարգերի կամ առանձին տեսախցիկների կողմից իրականցվող գործողության արդյունքում՝ յուրաքանչյուրի կողմից հայտնաբերված իր օբյեկտը դիտարկվում է որպես առանձին միավոր: Այդպիսով տարածքի ամբողջական

պատկերը չի կառուցվում և մնում է անհայտ: Սակայն գոյություն ունեն խնդիրներ որոնց լուծման համար անհրաժեշտ է տեսնել ամբողջական պատկերը՝ դիտարկելով տարբեր տեսահսկման համակարգերի կողմից հայտնաբերված օբյեկտների փողկապակցվածությունը: Անհրաժեշտություն է առաջանում համախմբել բոլոր տեսախցիկների հայտնաբերած օբյեկտները մի համակարգում, որպեսզի հնարավորություն ունենալ դիտարկելու նրանց դիրքը միմյանց նկատմամբ, անալիզի ենթարկել և կատարել հաշվարկներ համախումբ համակարգում: Այսպիսով այս պարագրաֆում քննարկվում է նշված խնդրի ծրագրային իրականացումը:

Երրորդ գլուխը նվիրված է ծրագրային համակարգի նկարագրությանը, որը մշակվել է Python ծրագրավորման լեզվի միջոցով և ներառում է երկրորդ գլխում նկարագրված մեթոդների ալգորիթմական իրականացումը: Համակարգը բաղկացած է երեք հիմնական փուլերից՝ հայտնաբերում, ճանաչում և տեղորոշում: Մշակված ծրագրային համակարգը ընդգրկում է հիերարխիկ զուգահեռ հոսքերի սկզբունքով աշխատող հայտնաբերման և ճանաչման ալգորիթմ, որը բարձրացնում է ընդհանուր համակարգի արագագործությունը: Մշակվել են նաև բազում ֆունկցիոնալ բլոկներ, որոնցից են՝ ահազանգման և օբյեկտների քարտեզներում արտապատկերման մեթոդները: Օգտագործվել է օբյեկտ կողմնորոշված ծրագրավորման մեթոդները: Կատարվել են բազում փորձարկումներ:



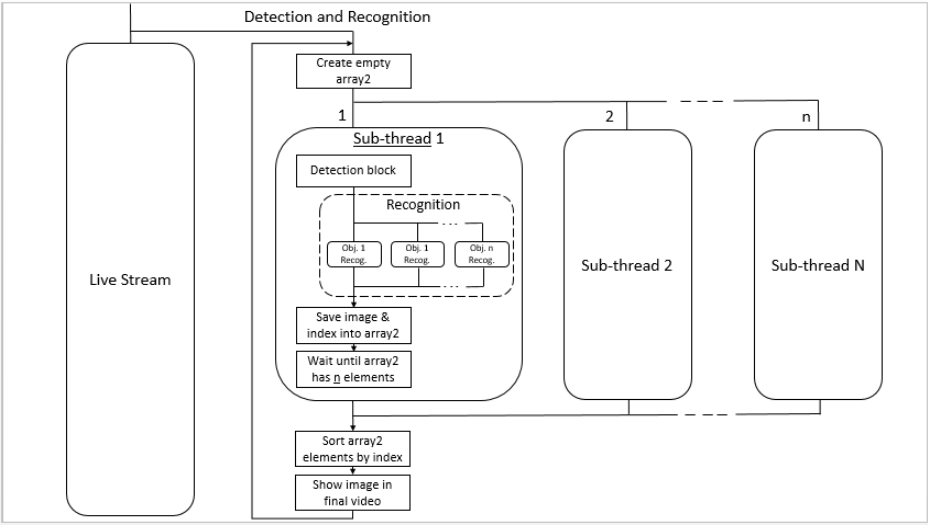
Նկար 6. <<Արտադրող և սպառող>> մոդելի ձևափոխված բլոկ սխեման:

Զուգահեռ հոսքերով աշխատող հայտնաբերման և ճանաչման մեթոդի արագագործության բարձրացման ալգորիթմի մշակման համար ձևափոխության է ենթարկվել <<Արտադրող և

սպառող>> մոդելը[1]: Առաջին փուլում իրականցվել է հոսքերի զուգահեռացում, որը պատասխանատու է օբյեկտների հայտնաբերման համար (նկար 6):

Երկրորդ փուլում օբյեկտների հայտնաբերման հոսքերը բաժանվել են ենթահոսքերի, ապահովելով ճանաչման գործընթացը, ընդ որում ենթահոսքերը գեներացվում են դինամիկ յուրաքանչյուր ցիկլի պտույտի ժամանակ, կախված հայտնաբերված օբյեկտների թվից: Այսպիսով յուրաքանչյուր ենթահոսք պատասխանատու է միայն մեկ օբյեկտի ճանաչման համար: Մշակված հիերարխիկ զուգահեռ հոսքերի ալգորիթմը ընդգրկում է ամբողջ ծրագրային համակարգի ալգորիթմական կոդը: Նկար 7-ում բերված է համալիր համակարգի բլոկ սխեման:

Երկրորդ փուլում օբյեկտների հայտնաբերման հոսքերը բաժանվել են ենթահոսքերի, ապահովելով ճանաչման գործընթացը, ընդ որում ենթահոսքերը գեներացվում են դինամիկ յուրաքանչյուր ցիկլի պտույտի ժամանակ, կախված հայտնաբերված օբյեկտների թվից: Այսպիսով յուրաքանչյուր ենթահոսք պատասխանատու է միայն մեկ օբյեկտի ճանաչման համար: Մշակված հիերարխիկ զուգահեռ հոսքերի ալգորիթմը ընդգրկում է ամբողջ ծրագրային համակարգի ալգորիթմական կոդը: Նկար 7-ում բերված է համալիր համակարգի բլոկ սխեման:



Նկար 7. Համալիր համակարգի ալգորիթմական բլոկ սխեման

Ծրագրային համակարգի տեսքը ներկայացված է նկար 8-ում:

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Producer–consumer_problem

Նկար 8. Ծրագրային համակարգի աշխատանքի արդյունքը

Փորձերի արդյունքները: Մշակված մեթոդների համար իրականացվել են բազում փորձեր, որպես համեմատման մեթոդներ են ընտրվել ոլորտում առկա օբյեկտների հայտնաբերման և ճանաչման կիրառություն գտած մեթոդները:
Աղյուսակ 1-ից և 2-ից երևում է որ առաջարկվող ալգորիթմը գրավում է մրցունակ դիրք առկա մեթոդների հետ մեկտեղ: Աղյուսակ 1–ում ճանաչման ճշտությունը՝ p-ն բացարձակ տարբերության շեղումն է արտահայտված տոկոսներով:

$$p = \frac{u}{n \times m} 100\ (\%)$$

որտեղ u-ն համընկած պիքսելների քանակն է, $n \times m$-ը նմուշի չափերը:

Աղյուսակ 1. Փորձերի արդյունքները. մեկ օբյեկտի հայտնաբերման և ճանաչման արագությունը և ճշգրտությունը (480 x 360 պիքսել կետայնությամբ տեսաշարի դեպքում):

Ալգորիթմ	**Ճանաչման միջին ժամանակը ***	**Ճանաչման ճշտությունը՝ p (%)**
Frame difference MOG/GMG[2]	0.069 վրկ*	67.5% (61-74)%
Առաջարկվող ալգորիթմ	**<u>0.043</u> վրկ**	**<u>84%</u> (72%-96%)**
Background subtraction[3]	**0.172 վրկ**	84.2%
Template matching method[4]	0.754 **վրկ**	96-98%

Աղյուսակ 2. Փորձերի արդյունքները. Օբյեկտի հայտնաբերման և ճանաչման արագությունը տարբեր կետայնությունների դեպքում

Ալգորիթմ	640 × 480	1280 × 720	1920 × 1080	3840 × 2160	3840 × 2160 հինգ օբյեկտի դեպքում
Frame difference MOG/GMG	0.14 վրկ	0.17 վրկ	0.1552 վրկ	0.27 վրկ	1.38 վրկ
Առաջարկվող ալգորիթմ	0.08 վրկ	0.11 վրկ	0.0967 վրկ	0.17 վրկ	0.86 վրկ
Background subtraction	0.35 վրկ	0.44 վրկ	0.38 վրկ	0.68 վրկ	3.44 վրկ
Template matching method	1.54 վրկ	1.96 վրկ	1.696վրկ	3.01 վրկ	15.08 վրկ

[2] https://link.springer.com/article/10.1007/s11760-017-1093-8, https://www.ripublication.com/irph/ijict_spl/ijictv4n15spl_10.pdf

[3] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574013715300459, https://en.wikipedia.org/wiki/Background_subtraction

[4] https://en.wikipedia.org/wiki/Template_matching, https://ieeexplore.ieee.org/document/7849615/

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ

- Մշակվել է տեսաշարերում օբյեկտների հայտնաբերման արագագործ տարբերակ՝ ֆոնային զատման մեթոդի մոդիֆիկացիայի շնորհիվ: Այն բավարար ճշգրտությամբ հայտնաբերում է ֆոնում թաքնված օբյեկտները, որոնք տեսանելի չեն անզեն աչքին [2]:
- Մշակվել է կեղծ թիրախների հայտնաբերման նոր մեթոդ, որը թույլ է տալիս հետազոտել ֆոնը, հայտնաբերել հետաքրքրություն չներկայացնող օբյեկտները և հեռացնել [3]:
- Մշակվել է օբյեկտների հայտնաբերման-ճանաչման արագագործ համակարգ՝ տեսաշարում տարատեսակ օբյեկտների առկայության դեպքում: [2,4]:
- Մշակվել է տեղորոշման մեթոդ [5]:
- Իրականացվել է օբյեկտների արտապատկերումը մի հարթակում՝ քարտեզում [1,6]:
- Վերը նշված բոլոր մեթոդների համար մշակվել է ծրագրային համակարգ:

ՀՐԱՏԱՐԱԿՎԱԾ ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

[1]. R. A. Simonyan, Web application for physical design of microsystems, “Lraber Scientific Articles Collection”, Annual Conference of NPUA, Volume 1, pp. 212-221, 2015

[2]. R. A. Simonyan, “Hidden and Unknown Object Detection in Video”, In International Journal of New Technology and Research (IJNTR) Volume 2, Issue 11, pp. 22-25, November 2016.

[3]. R. A. Simonyan, D. A. Simonyan, “Detection and ignorance method of false targets during object detection”, In Computer Science and Information Technologies (CSIT) Conference 2017, pp. 372-375

[4]. R. A. Simonyan, "Recognition Speed Increase Using Multithreading", International Journal of Science and Engineering Investigations, Volume 7, Issue 74, pp.95-99; March 2018

[5]. R. A. Simonyan, "Object Distance Detection from Surveillance Cameras", International Journal of Science and Engineering Investigations, Volume 7, Issue 74, pp. 104-106, March 2018

[6]. R. A. Simonyan, "Recognized Objects Visualization on Maps", International Journal of Science and Engineering Investigations, Volume 7, Issue 75, pp. 104-108, April 2018

Реализация системы обнаружения, распознавания и локализации объектов в видео
Раффи Симонян

Обнаружение, распознавание и позиционирование объектов в видео, в настоящее время широко используются в видеонаблюдении, робототехнике, сомоуправляющих автомобилях, поиске изображений (в интернете и больших данных), медицине, подводном зондировании и т.д. В частности:

- Обнаружение и распознавание объектов важно и широко используются в сфере видеонаблюдения. В системе безопасности она дает возможность заранее определить и оценить ситуацию, сообщая о нежелательном явлении.
- В сомоуправляющих автомобилях (например, Tesla) обработка изображений используется в их встроенных системах для обеспечения решения различных задач. Одной из проблем является определение дорожного сценария и степень бдительности водителя с помощью сбора данных с камеры. Одной из основных задач алгоритма обработки изображений в беспилотных автомобилях является постоянный анализ окружающей среды и прогнозирование изменений.
- Обработка изображений также используется в робототехнике, позволяющий роботам обнаруживать объекты, распознавать и определять будущие действия с объектом, например, для сбора и перемещения их из одного места в другое. Обработка изображений также используется в автомобилестроении.
- В медицине обработка изображений используется для выявления злокачественных новообразований в рентгеновских изображениях и в ряде других процессов.
- Распознавание лица имеет большое значение для идентификации личности человека.
- Он так же применим для поиска изображений в Интернете, в больших данных и видео. В этих областях его можно использовать для следующих целей: анализировать содержимое изображения, классифицировать изображения по типу и обнаруживать отдельные объекты в изображениях.

Целью данной диссертации является разработка высокопроизводительного метода обнаружения, распознавания и локализации объектов в изображениях и видео, а также создание программного обеспечения для видеонаблюдения на основе этих методов.

Научная новизна

- Разработан быстрый метод обнаружения объектов на основе метода вычитания фона в видео. Он обнаруживает скрытые объекты в видеокадре, которые невозможно разглядеть невооруженным глазом.
- Разработан метод обнаружения ложных целей, который позволяет исследовать фон, обнаруживать объекты не представляющие интереса и удалять их.

- Разработан эффективный метод обнаружения и распознавания объектов при наличии множества разнообразных объектов в видеокадрах.

Применяемость результатов

Система обнаружения, распознавания и локализации объектов может использоваться во многих областях для решения разнообразных проблем анализа с изображениями и видеопотоками. Система программного обеспечения может, в частности, использоваться для следующих целей: а) обепечение безопасности зоны видеонаблюдения; б) торможение беспилотного автомобиля или автомобиля с водителем в случае обнаружения внезапного появления велосипедиста или пешехода; в) в беспилотных автомобилях распознавание дорожных знаков для его правильного управления; г) разрешить рабочим роботам обнаруживать и распознавать необходимый объект с целью его перемещения; д) выполнение поиска объекта в видео и в больших данных.

Для защиты представлены следующие положения:

- Новый метод обнаружения объектов и его реализация на основе известных методов. Он включает в себя методы обнаружения и удаления ложных целей в фоне, обнаружения скрытых объектов и вычисления изменения интенсивности света в изображении.
- Метод сопоставления шаблонов, система обнаружения-распознавания и локализация расстояния объекта от видеокамеры.
- Новая и эффективная программная система для обнаружения, распознавания и локализации объектов, включая все вышеперечисленные методы и их алгоритмические реализации.

Основные результаты диссертации

- Модифицирован метод обнаружения объекта. Метод обеспечивает эффективность и быстродействие работы. Он так же обнаруживает скрытые объекты в изображении, которые невозможно разглядеть невооруженным глазом [2].
- Разработан метод обнаружения ложных целей в видеокадре или картинке, который позволяет исследовать фон, обнаруживать объекты, не представляющие интерес и удалять их [3].
- Разработан метод обнаружения и распознавания объектов, который эффективно работает в случае наличия множества объектов в видеокадрах [2,4].
- Разработан метод локализации объектов [5].
- Разработана система визуализации объектов, с целью отображения их на единой платформе - на картах [1,6].
- Разработано программное обеспечение для всех вышеперечисленных методов.

Development of the system of object detection, recognition and localization in videos
Raffi Simonyan

In videos involving areas of interest, object detection, recognition and positioning problems are currently widely used in video surveillance, robotics, self-driven cars, image search (on the web and big data), medicine, underwater sensing and more. Particularly:

- Detection and recognition of objects are important and widely used in video surveillance. In the security system, it provides an opportunity to detect and evaluate the situation in advance and to alert in case of undesirable phenomenon.
- In self-driven vehicles (e.g. Tesla), image processing is used in their embedded systems in order to provide solutions to different challenges. One of the challenges is the determination of the road scenario and the driver's vigilance rating through data capture from the camera. One of the main problems of the image processing algorithm in self-driven vehicles is the ongoing environmental analysis and predictable changes.
- Image processing is also used in robotics to allow robots to detect objects, identify and determine future actions with the object, for example, to collect and move from one place to another. It is also used in car manufacturing.
- In medicine images processing is used to detect malignant neoplasms in x-ray images and in a number of other processes.
- Face recognition is of great importance for the person's Identification.
- It is applicable for searching images in the web, in big data and videos. In this area it can be used for the following purposes: understand the content of the image, classify images by type and detect separate objects in the images.

The aim of this thesis is to develop high-performance methods for detecting, recognizing and positioning objects in images and videos, as well as creating a surveillance software application based on that methods.

Scientific novelty

- A fast variant of objects detection method was developed based on background subtraction method in videos. It accurately detects hidden objects in the background that are not visible to the eye.
- A method for detecting false targets has been developed allowing to explore the background, discover objects of non-interest and remove them.
- It was developed a fast object detection-recognition system in case of a variety of objects presence in video frames.

Applicability of the results

An object detection, recognition and positioning system can be used in many areas to solve a variety of images and video analysis problems. The software system may, in particular, can be used for the following purposes: a) ensure security of the video surveillance area; b) In self driven vehicle or a vehicle with a driver, detect a sudden road crossing of a cyclist or pedestrian and brake the car. c) In self driven cars identify road signs and guide the car; d) allow laborer robots to detect and recognize the necessary object in order to move it.

The following statements are presented for defense:

- New detection method and its implementation based on known methods of objects detection. Methods includes detecting and removal of false targets in the background, detecting hidden objects and calculating light intensity change in a picture.
- Template matching method, detection-recognition system and object localization.
- A new and effective software system for detecting, recognizing, and positioning objects, including all of the above methods and their algorithmic implementations.

The main results of the thesis are:

- A fast variant for detecting objects was developed based on the modification of the background subtraction method in video. Metod will also detect hidden objects in the picture that are not visible to the eye [2].
- It was developed a method for false targets detection in the background which allows to explore the background, discover objects of non-interest and remove them [3].
- Objects detection and recognition method has been developed which works effectively in case of a variety of objects presence in video frames [2,4].
- A method of objects localization has been developed [5].
- It was developed an object visualisation system in order to see them in a single platform - in maps [1,6].
- Software application was developed for the all above mentioned methods.