

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ  
ԱԿԱԴԵՄԻԱ ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱՅԻ ԵՎ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՄԱՆ  
ՊՐՈԲԼԵՄՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Րաֆֆի Սիմոնյան Արմենի

ՏԵՍԱՇԱՐՈՒՄ ՕԲՅԵԿՏՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ, ՃԱՆԱԶՄԱՆ  
ԵՎ ՏԵՂՈՐՈՇՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

Ե.13.05 – «Մաթեմատիկական մոդելավորում, թվային մեթոդներ և  
ծրագրերի համալիրներ» մասնագիտությամբ

Տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի  
հայցման

Ատենախոսություն

Գիտական ղեկավար՝  
Ֆիզ.մաթ.գիտ.դոկտոր  
Հ. Գ. Սարուխանյան

Երևան – 2018

# ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ՑԱՆԿ

<b>ԱՌԱՋԱԲԱՆ .....</b>	<b>3</b>
<b>1. ՕՐՅԵԿՏՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ, ՃԱՆԱԶՄԱՆ ԵՎ ՏԵՂՈՐՈՇՄԱՆ ՀԱՅՏՆԻ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ .....</b>	<b>7</b>
1.1. Օբյեկտների հայտնաբերման մեթոդը.....	7
1.2. Օբյեկտների ճանաչման մեթոդը .....	15
1.3. Տեսահսկման համակարգերը և օբյեկտների տեղորոշումը.....	22
1.4. Ամփոփում.....	47
<b>2. ՕՐՅԵԿՏՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ, ՃԱՆԱԶՄԱՆ ԵՎ ՏԵՂՈՐՈՇՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ .....</b>	<b>52</b>
2.1. Օբյեկտների հայտնաբերման մեթոդի մշակումը .....	53
2.1.1. Տեսաշարում՝ անհայտ և թաքնված օբյեկտների հայտնաբերումը .....	53
2.1.2. Կեղծ թիրախների որոնման և զտման մեթոդը.....	65
2.2. Օբյեկտների ճանաչման մեթոդի մշակումը .....	73
2.3. Օբյեկտների տեղորոշման մեթոդի մշակումը .....	79
2.3.1. Հայտնաբերված և ճանաչված օբյեկտի հեռավորության որոշումը տեսախցիկից.....	79
2.3.2. Օբյեկտների արտապատկերումը քարտեզներում.....	85
<b>3. ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆԸ .....</b>	<b>96</b>
3.1. Զուգահեռ հոսքերով աշխատող համակարգի ալգորիթմը .....	96
3.2. Փորձերի արդյունքները.....	106
<b>ԵԶՐԱՀԱՆԳՈՒՄ .....</b>	<b>108</b>
<b>ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ .....</b>	<b>109</b>

## ԱՌԱՋԱԲԱՆ

**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 ընձեռում 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:

**Հետազոտության և իրականացման մեթոդներ:** Հետազոտության է ենթարկվել ընդհանուր պատկերների վերլուծության ոլորտը, որը իր մեջ ներառում է օբյեկտների հայտնաբերումը, ճանաչումը և տեղորոշումը:

Պատկերների վերլուծության ոլորտում հետազոտվել է՝

- Պատկերների մաթեմատիկական ներկայացումը,
- Ոլորտում առկա պատկերների մաթեմատիկական մատրիցների հետ աշխատելու մեթոդները,

- Տեսահսկման համակարգերը:

Օբյեկտների հայտնաբերման համար հետազոտվել և իրականացվել է՝

- Պատկերում լույսի ինտենսիվության փոփոխության արդյունքում առաջացրած խնդիրները,

- Անհայտ օբյեկտների հայտնաբերման մեթոդները,
- Թաքնված օբյեկտների հայտնաբերման մեթոդները,
- Կեղծ թիրախների որոնման և ֆիլտրման մեթոդները:

Օբյեկտների ճանաչման համար հետազոտվել և իրականացվել է՝

- Նմուշի համապատասխանեցման հիման վրա աշխատող ճանաչման մեթոդները,
- Ճանաչման արագագործության բարձրացման մեխանիզմները:

Օբյեկտների տեղորոշման համար հետազոտվել և իրականացվել է՝

- Տարբեր չափի օբյեկտների համար տեսախցիկից հեռավորության որոշման մեթոդները,

- Օբյեկտներին քարտեզներում արտապատկերման մեթոդները:

Ծրագրավորման բնագավառում հետազոտվել և իրականացվել է՝

- Նշված մեթոդների իրականացման համար անհրաժեշտ ալգորիթմները,

- Զուգահեռ հոսքերով աշխատող ալգորիթմները և մոդելներ,
- Օբյեկտ կողմնորոշված ծրագրավորման մեթոդները:

**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՝

• Արագագործ հայտնաբերման մեթոդ՝ պատկերում բազում օբյեկտներին հայտնաբերելու նպատակով

• Թաքնված օբյեկտների հայտնաբերուման մեթոդ

• Կեղծ թիրախների ֆիլտրման մեթոդ

• Տեսահսկվող տարածքում լույսի ինտեսնսիվության փոփոխության խնդրի լուծման մեթոդ

Մշակել ճանաչման մեթոդ, ապահովել բարձր ճանաչման ճշտություն և արագագործություն՝

• Նույն տեսակի բազում օբյեկտների դեպքում

• Տարատեսակ օբյեկտների դեպքում

Մշակել տեսահսկման համալիր համակարգ՝

• Իրականացնել տեղորոշում մեկ տեսախցիկի միջոցով

• Օբյեկտները քարտեզում արտապատկերելու համար նախագծել քարտեզագրական գործիք

• Տեսահսկման համակարգում ինտեգրել օբյեկտների ճանաչման ալգորիթմը

**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 խնդիրների լուծման համար:

Ծրագրային համակարգը մասնավորապես կարող է օգտագործվել տեսահսկման տարածքի անվտանգության պահպանման համար՝ հնարավորություն ընձեռելով գնահատել իրավիճակը տարածքում և ահազանգել անցանկալի երևույթի մասին:

# 1. ՕԲՅԵԿՏՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ, ՃԱՆԱԶՄԱՆ ԵՎ ՏԵՂՈՐՈՇՄԱՆ ՀԱՅՏՆԻ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ուսումնասիրվել են օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և տեղորոշման բազում մեթոդներ, ինչպես նաև տեսահսկման համակարգեր որոնցում օգտագործվում են նշված մեթոդները: Կքննարկենք վերջին տարիներին առաջարկված աշխատանքների, նրանցում օգտագործվող մեթոդների և ալգորիթմների մասին: Կնշենք նրանց առավելությունները և թերությունները:

## 1.1. Օբյեկտների հայտնաբերման մեթոդը

Տեսաշարերում և պատկերներում օբյեկտների հայտնաբերման հայտնի մեթոդներից է միջկադրային տարբերության հիման վրա աշխատող շարժվող օբյեկտների հայտնաբերման մեթոդը:

Չնայած այն փաստին, որ շարժվող օբյեկտների հայտնաբերման մի քանի մեթոդներ են առաջարկվել, շարժվող օբյեկտների տարանջատումը ֆոնից դեռևս հիմնասյունային կարևորություն ներկայացնող խնդիր է տեսահսկման ոլորտում: Առօրյայում տեսահսկումը կարող է իրականացվել այնպիսի տարածքներում, որտեղ ֆոնում առկա են բազում օբյեկտներ և, հաշվի առնելով դա, դեռևս հնարավոր են սխալ հայտնաբերման դեպքեր և օբյեկտների բացթողում տեսահսկման համակարգի կողմից: Այս խնդիրները կարող են առաջանալ թերի հայտնաբերված օբյեկտի պիքսելային ներկայացման սնամեջ տարածքների առկայության պատճառով: Շարժվող օբյեկտների թերի հայտնաբերման խնդիրը լուծելու համար այս աշխատանքի մեջ առաջարկվում է մի մեթոդ, որը կադրերի միջև տարբերություն բարելավված մեթոդի և Գոսյան խառը ֆոնային զատման մեթոդի համակցությունն է (միավորումն է): Շարժվող օբյեկտների հայտնաբերումը ավելի ճշգրիտ և ամբողջական դարձնելու նպատակով այս ենթագլխում նկարագրված մեթոդի մեջ կիրառվում են պատկերի վերանորոգման(վերականգնման) և մորֆոլոգիական վերամշակման տեխնիկաները, որոնք պատկերում սնամեջ տարածքների պիքսելային լրացման միջոցներ են: Փորձագիտական արդյունքները ցույց են տալիս, որ այս մեթոդը կարող է արդյունավետ աշխատել՝ պատկերից վերացնելով աղմուկը և լրացնելով շարժվող

օբյեկտների սնամեջ տարածքները պիքսելներով: Համեմատած այս չորս մեթոդների՝ GMM, VIBE, կադրերի միջև փոփոխության հայտնաբերման և գրականության մեջ առաջարկվող մեթոդների հետ, այս մեթոդը բարելավում է հայտնաբերման ճշգրտությունը և արդյունավետությունը:

Ներկայումս շարժվող օբյեկտի հայտնաբերումը արդիական խնդիր է, որը պահանջում է տեսանյութի բարդ վերլուծություն: Շարժվող օբյեկտների հայտնաբերման երկարաժամկետ ուսումնասիրության բազմաթիվ մեթոդներ են առաջարկվել, ներառյալ միջկադրային տարբերություն [1], օպտիկական հոսք [2] և ֆոնային զատում [3]:

Վերջերս շարժվող օբյեկտների հայտնաբերման համար կիրառվող կադրային տարբերության և ֆոնային զատման արդյունքում ստացված պատկերների միավորումը մեծ ուշադրության արժանացավ: Առաջարկվում է ֆոնային մոդելի և միջկադրային տարբերության վրա հիմնված օբյեկտների հայտնաբերման բարելավված մեթոդը [4, 5], որը նվազեցնում է Գոսյան ֆոնային զատման և կադրերի միջև փոփոխության հայտնաբերման մեթոդների կիրառման արդյունքում ստացած օբյեկտի սնամեջ տարածքները և ուրվագծերը, արդյունքում արդյունավետ հայտնաբերում շարժվող օբյեկտները՝ ֆոնային մուտացիաների պայմաններում: Այնուամենայնիվ, բարդ միջավայրում հայտնաբերումը ճշգրիտ չէ: Գրականության [6] մեջ գույություն ունի շարժվող օբյեկտների հայտնաբերման նոր մեթոդ, որը հաշվարկել է օպտիկական հոսքի ինֆորմացիան՝ ընտրելով պատկերը ներկայացնող Հարիսի անկյունային հայտնաբերման մեթոդը: Վերջինս նաև պարզեցրել է օպտիկական հոսքի հաշվարկը: Եռակադր տարբերության մեթոդը ներկայացվել է որպես հավելված, մինչդեռ օպտիկական հոսքի ինֆորմացիայի հաշվարկը ավելի բարդ էր: Գրականությունը [7] ներկայացրել է մի տեխնիկա, որը բարելավել է կադրերի միջև փոփոխության հայտնաբերման մեթոդը՝ առաջին հերթին դասակարգելով բլոկները կադրում որպես ֆոն՝ այնուհետ մնացածը օգտագործելով փոխկապակցվածության գործակիցը:

Այս աշխատանքում քննարկվում է շարժվող օբյեկտների հայտնաբերման մեթոդ, որը պարունակում է ֆոնային զատման և միջ-կադրային տարբերություն մեթոդների



կիրառման արդյունքում ստացված պատկերների միավորում: Վերջինս ունի հետևյալ առանձնահատկությունները.

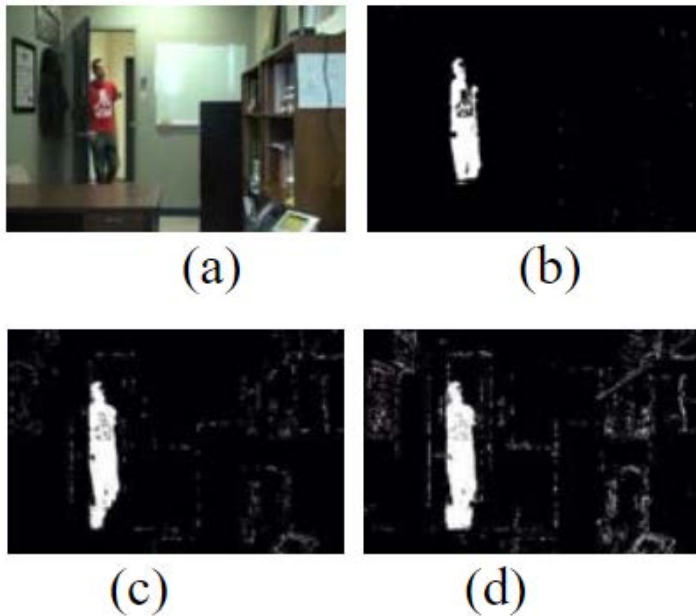
1. Մեթոդը պիքսելներով լրացնում է առաջնային պլանում հայտնված օբյեկտի սնամեջ տարածքները և նվազեցնում է աղմուկը պատկերում: 2. Կիրառում է պատկերների միավորման ալգորիթմը: 3. Ինչպես նաև իրագործում է պատկերի վերամշակման և մորֆոլոգիական մշակման տեխնիկաները՝ թերի հայտնաբերված շարժվող օբյեկտներն վերականգնելու նպատակով:

**Մեթոդի նկարագրությունը:** Այս աշխատանքում առաջարկվում է օբյեկտի հայտնաբերման համար օգտագործվող կադրերի միջև տարբերություն մեթոդի լավարկում: Բանաձևը հետևյալն է (բանաձև 1.1):

$$D(x, y, \Delta t) = |f(x, y, t) - f(x, y, t - 1)| \oplus |f(x, y, t + 1) - f(x, y, t - 1)| \quad (1.1)$$

որտեղ  $f(x, y, t - 1)$ -ը,  $f(x, y, t)$ -ը և  $f(x, y, t + 1)$ -ը հաջորդական պատկերներ են տեսաշարում, իսկ տարբերության պատկերը  $D(x, y, \Delta t)$ -ն է: Կադրերի միջև փոփոխության հայտնաբերման լավարկված մեթոդը լիովին օգտագործելով կադրերի միջև փոփոխության հայտնաբերման մեթոդի և դիսկրետ կադրերի միջև փոփոխության հայտնաբերուման մեթոդի առավելությունները կարող է բարձրացնել շարժվող թիրախի հայտնաբերման որակը և փոքրացնել շրջակա միջավայրում առկա խանգարող գործոնների և աղմուկի ազդեցությունը:

GMM ֆոնային մոդելի մեջ առաջնային պլանում գտնվող օբյեկտի հայտնաբերման որակը մեծամասամբ կախված է ֆիքսված շեմային արժեքից: Բարձր շեմը կարող է առաջ բերել առաջնային պատկերի մասնատվածության, մինչդեռ ցածր շեմը՝ մեծ աղմուկի առկայության, որը կհանգեցնի կեղծ օբյեկտների հայտնաբերման: Տարբեր կադրերի համար համապատասխան շեմ ընտրելը շատ դժվար է և բայց կիրառելի: Այս աշխատանքում մենք ներկայացնում ենք տարբեր շեմեր՝երեք պատկեր ստանալու համար, որոնց արդյունքը ներկայացված է նկար 1.1-ում:



**Նկար 1.1.** Հայտնաբերված օբյեկտը տարբեր շեմային արժեքների դեպքում.

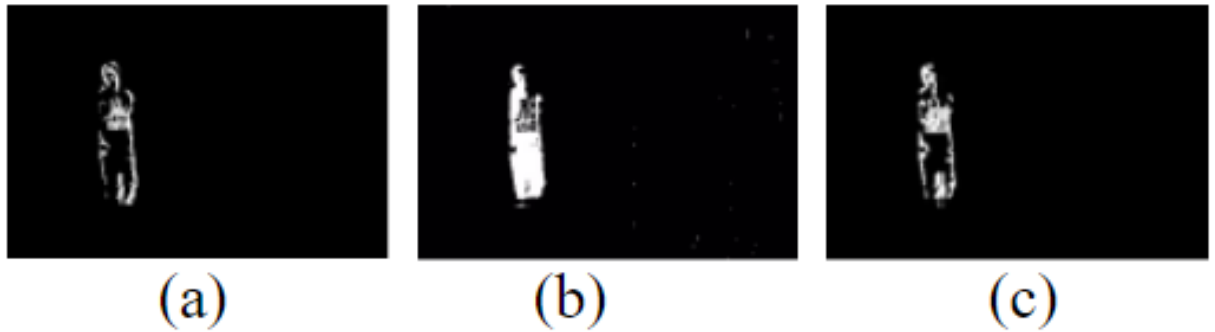
(a) տեսանյութի բնօրինակը, (b) SP, (c) SS1, (d) SS2:

Որտեղ (a)-ն տեսանյութի բնօրինակն է, (b)-ն առաջնային պատկերն է, որն ունի SP կոչվող բարձր շեմ, (c)-ն SS1-ն է, որն ունի ցածր շեմ և (d)-ն SS2-ն է, որն ունի ավելի ցածր շեմ քան SS1-ը:

Նկար 1.1-ը ցույց է տալիս, որ SP-ն հիմնականում կազմված է առաջնային պատկերից և որոշ հատվածներից, SS1-ը և SS2-ը պարունակում են ավելի մանրակրկիտ տեղեկատվություն պատկերի մասին: Այս աշխատանքում կադրերի տարբերության լավարկված մեթոդի կիրառման արդյունքում առաջացած առաջնային պատկերը(օբյեկտը) նշանակենք F-ով:

Նախկին աշխատանքներից շատերում կադրերի տարբերության և ֆոնային զատման արդյունքում ստացված պատկերների միավորումը հիմնված է պարզ AND կամ OR բինար գործողության վրա՝ առաջնային պատկերը ստանալու համար: Այնուամենայնիվ, կախված տեսահսկման տարածքից այն հարմար չի կրառել, ֆոնում շատ աղմուկ պարունակելու պատճառով: Պատկերների միավորման ալգորիթմը օգտագործվում է վերոնշյալ խնդրի լուծման համար: Այն ամփոփված է ալգորիթմ 1-ում: F-ը և SP-ն պարունակում են կարևոր ինֆորմացիա առաջնային պատկերի վերաբերյալ:

Նախ կօգտագործենք ալգորիթմ 1-ը՝ F-ը և SP-ն միավորելու համար, ինչպես որ ցուցադրված է նկար 1.2-ում, որտեղ FSP-ն F-ի և SP-ի միավորման արդյունքն է:



**Նկար 1.2.** Միավորված պատկերը, (a) F, (b) SP, (c) FSP:

Ալգորիթմ 1. Պատկերների միավորման ալգորիթմը

- Մուտքային տվյալներ. Երկու RGB պատկերներ, մեկն օգտագործված է որպես հիմնական պատկեր, մյուսը՝ որպես ֆոնային,

- Ելքային տվյալ. Համախմբված(միավորված) պատկեր,

- Քայլ 1. Փոխարկել գունավոր պատկերը զանգավծի

(i) փոխարկել գունավոր պատկերը  $L^*a^*b$  գույնի,

(ii) փոխարկել հիմնական պատկերը  $X_0$  զանգավծի.

$$X_0 = \{(x_1, x_2 \dots), (x_k, x_k + 1 \dots), \dots\},$$

Ֆոնայինը՝  $X_1$  զանգավծի.

$$X_1 = \{(y_1, y_2 \dots), (y_k, y_k + 1 \dots), \dots\},$$

- Քայլ 2. Նախնական ելքային զանգավծը՝  $X_2$ -ը կլինի հետևյալը.

$$X_2 = \{(0, 0 \dots), (0, 0 \dots), \dots\},$$

- Քայլ 3. Համեմատել  $X_0$  զանգավծի բոլոր սպիտակ պիքսելները  $X_1$  զանգավծի համապատասխան պիքսելների հետ՝  $3 \times 3$  մատրիցային տարածքում, եթե գտնվի 0-ից տարբեր արժեք  $X_1$ -ում, ապա համապատասխան պիքսելի արժեքը  $X_2$ -ում նշանակել 255-ով:

- Քայլ 5. Որպես արդյունք փոխարկել  $X_2$ -ը պատկերի:

Չնայած որ FSP-ն նվազեցրել է աղմուկը և ուրվագծերը, այնուամենայնիվ կան ակնհայտ սնամեջ տարածքներ: Այդ իսկ պատճառով անհրաժեշտ է օգտագործել

պատկերի վերականգնումը առաջնային օբյեկտների հետագա վերամշակման համար: FPS-ն վերականգնման համար օգտագործվում են այն պատկերները, որոնք պարունակում են ավելի հարուստ դետալներ՝ խիտ պիքսելներով լցված և առանց սնամեջ տարածքների: FPS-ը նախ վերականգնվում է SS1-ով, այնուհետ բարելավվում է SS2-ով, արդյունքում ստանում ենք վերանորոգված պատկերը: Վերանորոգման գործընթացը հիմնված է ալգորիթմ 1-ի վրա:

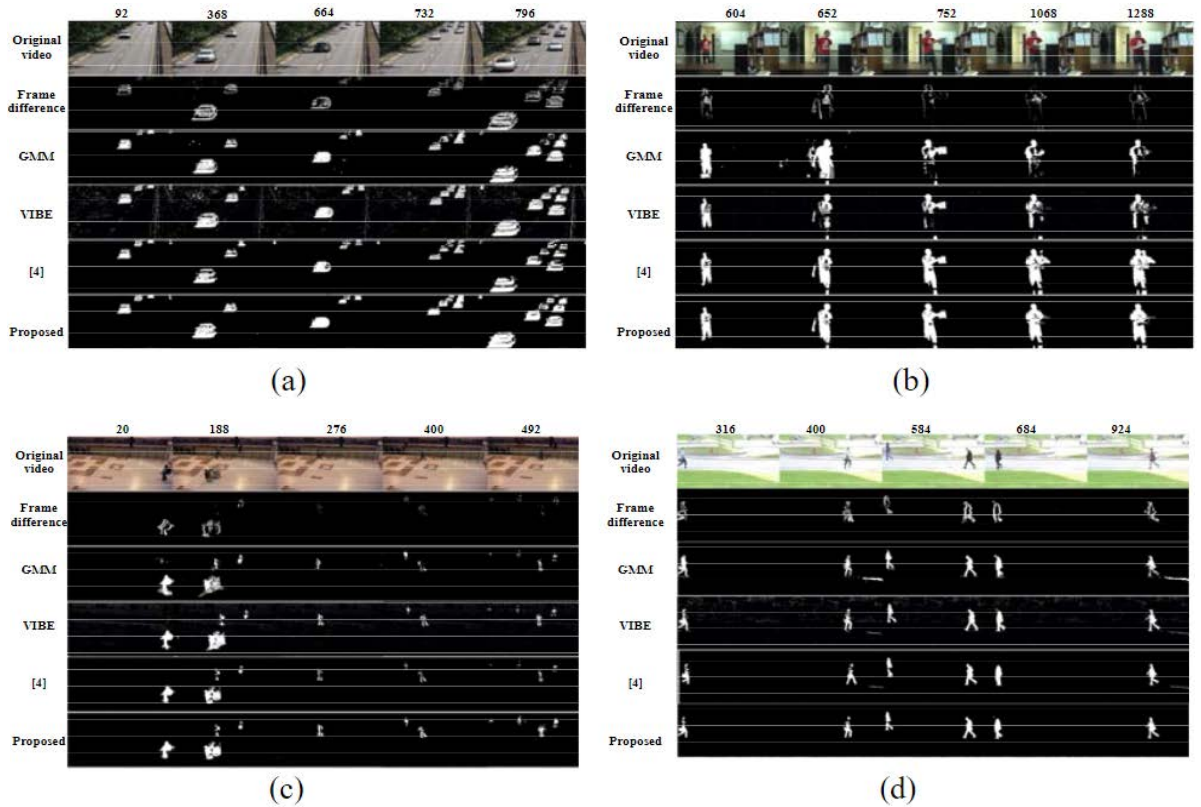
Պատկերի վերականգնումից հետո դեռևս մնում են սնամեջ տարածքներ: Կիրառվում է պիքսելային ընդլայնման գործընթաց մորֆոլոգիական տեխնիկայի միջոցով՝ հիմնվելով աղմուկի նվազեցման բազիսի վրա՝ նվազեցնելու սնամեջ տարածքները: Արդյունքը ցուցադրված է նկար 1.3-ում, որտեղ (a)-ն վերանորոգված պատկերն է, (b)-ն պիքսելային ընդլայնման գործընթացի արդյունքը:



**Նկար 1.3.** Պիքսելային ընդլայնման գործընթացը. (a) վերանորոգված պատկերը (b) ընդլայնման գործընթացի արդյունքը:

**Փորձարկման արդյունքները:** Այս աշխատանքում մշակված մեթոդի արդյունավետությունը ստուգելու համար փորձեր են կատարվել չորս տեսանյութների հետ: Տեսանյութները վերցված են CAVIAR տվյալների բազայից: Առաջարկված մեթոդը կհամեմատենք GMM, VIBE կադրերի միջև փոփոխության հայտնաբերման և գրականության մեջ առաջարկված մեթոդի հետ [4]: Համեմատության արդյունքները ցուցադրված են նկար 1.4-ում, որտեղ (a)-ն մայրուղին է, (b)-ն՝ գրասենյակ, (c)-ն PETS2006-ը և (d)-ն հետիոտներն են: Արդյունքները ցույց տալու համար յուրաքանչյուր տեսանյութից ընտրվել են հինգ կադրեր: Նկար 1.4-ի (a)-ի, առաջին շարքում օրիգինալ տեսանյութն է, երկրորդում՝ կադրերի միջև փոփոխության հայտնաբերում մեթոդի կիրառման արդյունքն է, երրորդում՝ GMM-ի արդյունքն է, չորրորդում՝ VIBE-ի,

հինգերորդում [4]-ի արդյունքներն են, իսկ վերջին շարքում առաջարկված մեթոդի արդյունքներն են, նույնը (b)-ի, (c)-ի և (d)-ի համար:



**Նկար 1.4.** Հայտնաբերման արդյունքը. (a)մայրուղի, (b)գրասենյակ, (c) PETS2006, (d) հետիոտներ:

Նկար 1.4-ը ցույց է տալիս որ առաջարկված մեթոդը ավելի լավ է աշխատում քան մնացած մեթոդները: Չնայած GMM-ը և VIBE-ը կարող են ճշգրիտ կերպով հայտնաբերել թիրախը շատ դեպքերում, այնուամենայնիվ շատ դժվար է հայտնաբերել այն օբյեկտը, որը դանդաղ է շարժվում, քանի որ օբյեկտային պիքսելներից մի քանիսը դառնում են ֆոնի մի մասը, իսկ առաջնային պատկերի որակը մեծամասամբ կախված է ֆիքսված շեմային գործակցից: Կադրերի միջև փոփոխության հայտնաբերման մեթոդը կարող է հայտնաբերել շարժվող թիրախը ավելի լավ, բայց զգալի սնամեջ տարածքների առկայությամբ: [4]-ը կատարում է հասարակ AND բինար գործողություն կադրերի միջև փոփոխության և ֆոնային զատման արդյունքների միջև, որը կհանգեցնի պատկերի մեջ աղմուկի և ուրվագծերի առաջացման: Այս աշխատանքում առաջարկվող մեթոդը ոչ միայն կարող է հայտնաբերել դանդաղ

շարժվող օբյեկտը, այլ նաև նվազեցնել աղմուկը և ուրվագծերը, լրացնելով սնամեջ տարածքները արդյունավետ կերպով:

**Եզրակացություն.** Քննարկեցինք միջկադրային տարբերության հիման վրա աշխատող շարժվող օբյեկտների հայտնաբերման մեթոդը, ներառյալ՝ ֆոնային զատման, օպտիկական հոսքի և կադրերի միջև փոփոխության հայտնաբերման տեխնիկաները: Ինչպես նաև քննարկեցինք վերջին տարիներին մի քանի աշխատություններ օբյեկտների հայտնաբերման գործընթացի բարելավման հետ կապված: Նկարագրված մեթոդը ներառում է պատկերի վերականգման և մորֆոլոգիական մշակման գործընթացները: Բերվեցին նկարագրված մեթոդի բազմաթիվ փորձարկումներ, որոնց արդյունքները ցույց են տալիս, որ մեթոդը, նվազեցնելով աղմուկը և լրացնելով սնամեջ տարածքները պիքսելներով, հայտնաբերում է օբյեկտները պատկերներում և տեսաշարերում:

Նկարագրված մեթոդի ալգորիթմական բարդությունը բերված է բանաձև 1.2-ում:

$$C_1 = NM + z \cdot nm \quad (1.2)$$

որտեղ  $N \times M$  պատկերի չափերն են,  $z$ -ը ֆոնում առկա օբյեկտների քանակն է, իսկ  $n \times m$ -ը նմուշի չափերն են:

## 1.2. Օբյեկտների ճանաչման մեթոդը

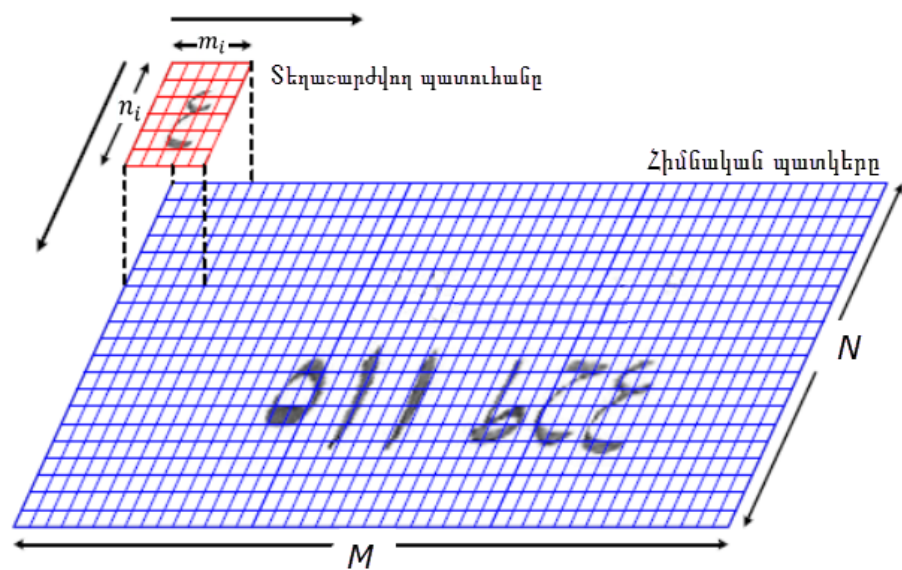
Այս ենթազվխում կքննարկենք պատկերների վերլուծության ոլորտում նմուշների համապատասխանեցման բազմաթիվ հայտնի մեթոդները [8]:

Պատկերների վերլուծության հիմնական խնդիրներից է հանդիսանում օբյեկտների ճանաչումը: Պատկերում օբյեկտների ճանաչումն ամենահայտնի մեթոդներից է հանդիսանում նմուշային համապատասխանեցման մեթոդը: Ներկայումս այն ունի լայն կիրառություն: Վերջինս իրենից նեկայացնում է նմուշի միջոցով օբյեկտի համապատասխանության որոշումը պատկերում առկա օբյեկտների հետ, երբ դիտարկվող թիրախի մասշտաբը, դիրքը ու անկյունը անհայտ է պատկերում: Նմուշը որոշ դեպքերում հանդիսանում է ամբողջական պատկերի կամ օբյեկտի ենթամաս, որի համապատասխանությունը որոշելու նպատակով այն պետք է համեմատել ամբողջովին տարբեր օբյեկտների հետ: Նմուշների համապատասխանեցման տեխնիկաները ճկուն են ու հիմնականում՝ հեշտ կիրառելի, ինչի շնորհիվ այն օբյեկտի դիրքի որոշման ամենահայտնի ստրատեգիաներից մեկն է: Նմուշների համապատասխանեցման մեթոդը կիրառվում է բազմաթիվ ոլորտներում, ինչպիսիք են օրինակ պատկերի վերլուծություն, ազդանշանների վերլուծություն, տեսագրությունների սեղմում և հատկանիշային ճանաչում (pattern recognition): Այս ենթավերնագրում կքննարկենք ոլորտում առկա և վերջին տարիներին կիրառվող այն մեթոդները և ծրագրային հավելումները, որոնց մեջ կիրառվում է նմուշների համապատասխանեցման մեթոդը:

**Ներածություն:** Նմուշների համապատասխանեցումը բարձր մակարդակի մեքենայական տեսողության (computer vision) մեթոդ է, որը հաշվարկում է օբյեկտի բաղադրիչների համապատասխանությունը նախապես սահմանված նմուշի հետ:

Պատկերների վերլուծության ոլորտում նմուշների համապատասխանեցումը թվային մեթոդ է նմուշային պատկերին համապատասխանող օբյեկտի փոքր բաղադրիչների հայտնաբերման [9, 10]: Հիմնական նպատակը նմուշի համապատասխանեցման որոշումն է պատկերի հետ, այն դեպքում երբ նմուշը հանդիսանում է ամբողջական պատկերի ենթամաս, որն ունի այն ֆորման, որն ուզում

ենք փնտրել: Նկար 1.5-ում  $m_i \times m_j$  չափսի կարմիր պատուհանը հաղնիսանում է նմուշի մատրիցը, որը սկզբից տեղադրվում է  $N \times M$  չափի պատկերի առաջին պիքսելի վրա՝ այնպես, որ նմուշի առաջին պիքսելը համընկնում է պատկերի առաջին պիքսելի հետ, կատարվում է համեմատում վերադրված հատվածների միջև, ապա նմուշի մատրիցը տեղադրվում է 2-րդ պիքսելի, 3-րդ պիքսելի և այդպես շարունակ: Այս տեխնիկան կրկնվում է պատկերի բոլոր պիքսելների համար այնքան ժամանակ, մինչև գտնվում է այն կետը, որը ցույց է տալիս առավելագույն համապատասխանությունը նմուշի հետ:



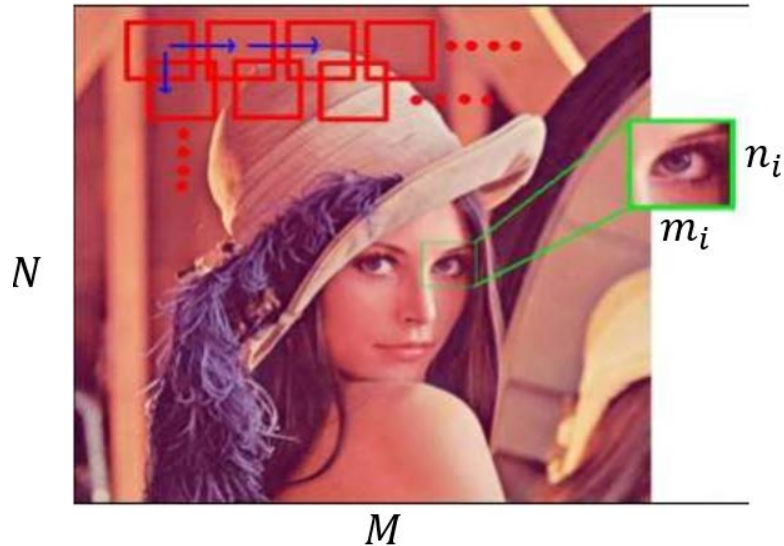
**Նկար 1.5.** Նմուշի համապատասխանեցման մեթոդը:

Որպես նմուշներ կարող են հանդիսանալ տառերի, նիշերի տեսակները, թվերը և այլ փոքր օբյեկտներ: Այն կարելի է նաև օգտագործել օբյեկտին եզրերագծերը հայտնաբերելու և օբյեկտին ֆոնից տարանջատելու համար: Որպեսզի հայտնաբերենք պատկերում նմուշին համապատասխանող տարածքները, երկու առանցքային սեգմենտներ են պահանջվում՝ նմուշային պատկերը (T) և սկզբնական պատկերը (I) (պատկերը, որի ներսում փնտրում ենք համապատասխանություն նմուշային պատկերի հետ):

Այնս ենթավերնագրում կքննարկենք նմուշային համապատասխանեցման տարբեր տեխնիկաներ, կփորձենք գտնել ամենաարդյունավետ տեխնիկան՝ ամենամեծ համապատասխանություն ունեցող կետը գտնելու համար:



Նմուշային համապատասխանեցման մեթոդը հաշվարկում է ոչ միայն պատկերների միջև նույնությունը, այլ նաև անհամապատասխանությունը՝ հիմնվելով բացարձակ տարբերության շեղման հաշվարկի [11] կամ միջին քառակուսային շեղման հաշվարկի վրա:



**Նկար 1.6 .** Նմուշի համապատասխանեցման օրինակ:

Նկար 1.6-ում բերված է նմուշի համապատասխանությամբ աչքի հայտնաբերման օրինակ: Ակնհայտ է, որ նմուշը փոխկապակցված է դիմանկարի բացարձակապես հատկանշական հատվածների հետ [12]: Դեմքի այն հատվածը, որ առավելագույն փոխկապակցվածություն ունի նմուշի հետ, աչքի հատվածն է: Մեթոդի արագագործությունը կախված է (և ուղիղ համեմատական է) համեմատման արդյունքում կատարվող ընդհանուր պիքսելային համեմատումների  $C$  քանակից:  $C$ -ն հանդիսանում է այս մեթոդի ալգորիթմի բարդությունը (1.3):

$$C = \sum_{i=1}^z NMn_i m_i, \quad i = \overline{1, z} \quad (1.3)$$

որտեղ  $z$ -ը նմուշների ընդհանուր քանակն է,  $N \times M$ -ը պատկերի չափերը, իսկ  $n_i \times m_i$ -ը նմուշի չափերը:

Դիտարկենք նմուշային համապատասխանեցման մի քանի հայտնի մոտեցումներ:

**Հատկանիշների վրա հիմնված համապատասխանեցման մոտեցումը (Feature based approach<sup>1</sup>):** Հատկանիշների վրա հիմնված համապատասխանեցման մեթոդը կիրառելի է, երբ սկզբնական պատկերի և նմուշի հատկանիշները և հիմնական կառուցվածքային կետերը բավարար փոխկապակցված են միմյանց հետ՝ ճանաչման գործընթացի իրականացման համար: Հատկանիշ են հանդիսանում կետերը, մակերեսի մոդելը, որը պետք է համապատասխանեցնել, և կորությունները: Այսպիսով, այս մոտեցման նպատակն է տեղորոշել փոխկապակցված հատկանիշների համադրման կետը սկզբնական պատկերի և նմուշի միջև՝ հիմնվելով նրանց տարածական առանձնահատկությունների և հատկանիշային նկարագրերի վրա [13]:

**Տարածության վրա հիմնված համապատասխանեցման մոտեցումը (Area-based approach):** Ընդհանուր առմամբ տարաքության վրա հիմնված համապատասխանեցման մեթոդներ ասելով՝ հասկանում ենք փոխկապակցվածության մեթոդները (correlation like methods) կամ նմուշների համապատասխանեցման մեթոդները, այսինքն՝ հատկանիշների համապատասխանեցման, հատկանիշների հայտնաբերման, օբյեկտների շարժման հետևելու (motion tracking), դժվար տեսանելի օբյեկտի ճանաչման (occlusion handling) և այլ մեթոդների համակցություն: Տարածության վրա հիմնված մեթոդը համախմբում է իր մեջ նմուշային համապատասխանեցման և հատկանիշների հիման վրա համապատասխանեցման մեթոդները: Տարածության վրա հիմնված համապատասխանեցման մոտեցումը պատկերների միջև համապատասխանություն գնահատելու համար օգտագործում է նախապես սահմանված չափսով պատուհան(windows):

**Նմուշի համապատասխանեցման վրա հիմնված մոտեցումը (Template-based approach<sup>2</sup>):** Նմուշի վրա հիմնված նմուշային համապատասխանեցման մոտեցման համար պահանջվում է հսկայական քանակով պիքսելների պարզեցում: Պիքսելների այդ քանակը հնարավոր է կրճատել նվազեցնելով փնտրվող օբյեկտի և նմուշ պատկերների չափսերը, ընդ որում՝ երկուսինն էլ նույն չափսով (պատկերների բուրգի կառուցման շնորհիվ): Որից հետո, կառուցելով փոքրացված նմուշի պատուհանը,

<sup>1</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Template\\_matching#Feature-based\\_approach](https://en.wikipedia.org/wiki/Template_matching#Feature-based_approach)

<sup>2</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Template\\_matching#Template-based\\_approach](https://en.wikipedia.org/wiki/Template_matching#Template-based_approach)

կտեղաշարժվի փոքրացված պատկերների պիքսելների վրայով մինչ գտնվի է այն կետը, որը ցույց կտա առավելագույն համապատասխանությունը նմուշի հետ:

**Օբյեկտների շարժման հետևումը և դժվար տեսանելի օբյեկտի ճանաչումը (Motion Tracking and Occlusion Handling<sup>3</sup>):** Այն նմուշների դեպքում, որոնք չեն կարող ակնթարթային համապատասխանեցում ապահովել, կարելի է օգտագործել Eigen spaces<sup>4</sup> մեթոդը, որը տեսադաշտի բազմաթիվ պայմանների դեպքում տալիս է պատկերի համապատասխանեցման մանրամասներ ճիշտ համապատասխանեցման դիրքերի և գունային կոնտրաստի մասին ինֆորմացիա: Օրինակ՝ եթե մարդը փորձում է որոնել ինչ-որ տեսակի նմուշ, Eigen spaces-ը կարող է պարունակել նմուշը տեսախցիկի նկատմամբ ամբողջովին տարբեր բազմաթիվ դիրքերով տարբեր լուսավորման պայմաններում: Հնարավոր է, որ փնտրվող օբյեկտը իրեն նման (իրեն հետ ասոցիացվող) առարկայի միջոցով ծածկված լինի կամ շարժման արդյունքում նրա տեսքը անորոշ կամ երկիմաստ լինի, որը կհանգեցնի խնդիրի: Դրա հնարավոր լուծումներից մեկը կարող է լինել նմուշի մասնատումը մեկից ավելի ենթապատկերների և դրանց միջոցով համապատասխանեցում իրականացնելը:

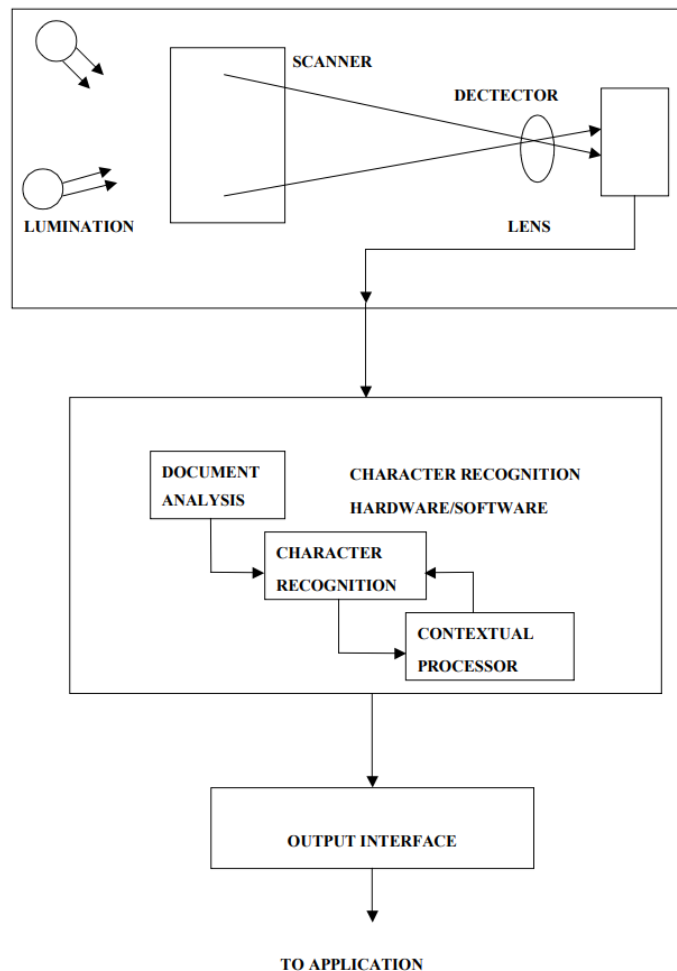
**Նմուշային համապատասխանեցմամբ նիշերի ճանաչում:** Նիշերի ճանաչման ալգորիթմը իրենից ներկայացնում է երկու կարևոր մեթոդ՝ հատկանիշների հայտնաբերում և դասակարգում [14]: Հատկանիշների անալիզը որոշում է նկարագրման բաղադրիչների կամ հատկանիշների խումբը, որը օգտագործվում է բոլոր նիշերի նկարագրման համար: Կախված նիշի տեսակից հատկանիշների հայտնաբերման ֆունկցիան ստանում է նիշը նկարագրող հատկությունները պատկերից: Այնուհետև ստացված հատկանիշները հանդես են գալիս որպես մուտքային տվյալներ որոնք օգտագործվում են նիշերի հետագա դասակարգման համար: Նմուշային համապատասխանեցումը կամ մատրիցային համապատասխանեցումը հանդիսանում է ամենատարածված դասակարգման մեթոդներից: Որպես հատկանիշ օգտագործվում են պատկերի առանձին պիքսելները: Դասակարգումը իրականացվում է համեմատման ճանապարհով և որպես մուտքային տվյալ՝ կարելի է օգտագործել JMI 13 բազան, որը պարունակում է նմուշների խումբ բոլոր տեսակի նիշերի համար: Ցանկացած

<sup>3</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Template\\_matching#Motion\\_tracking\\_and\\_occlusion\\_handling](https://en.wikipedia.org/wiki/Template_matching#Motion_tracking_and_occlusion_handling)

<sup>4</sup> <https://www.cliffsnotes.com/study-guides/algebra/linear-algebra/eigenvalues-and-eigenvectors/eigenspaces>

համեմատման արդյունք իրենից ներկայացնում է մուտքային նիշի և նմուշների խմբի միջև նմանության չափանիշի (գործակցի) հաշվարկը: Նմանության չափանիշը (գործակիցը) մեծանում է այն դեպքում, երբ ուսումնասիրվող մուտքային նիշի պքիսելը ճիշտ նույնն է, ինչ նմուշային պատկերում առկա համապատասխան պիքսելը: Այն դեպքում, երբ պիքսելները տարբերվում են, նմանության չափանիշը փոքրանում է:

Բոլոր նմուշների համեմատությունից հետո նիշի ինքնությունը վերագրվում է ամենամեծ նմանություն ունեցող նմուշին: Նմուշային համապատասխանեցումը ուսուցողական գործընթաց է, քանի որ նմուշային նիշերը կարող են փոփոխվել:



**Նկար 1.7.** Նմուշային համապատասխանեցմամբ նիշերի ճանաչում բլոկ-սխեման<sup>5</sup>:

Նիշերի սխալ դասակարգումը կախված է երկու հիմնական պայմաններից՝ պատկերի ցածր որակի և վատ տարբերակման հատկությունից: Վատ որակի

<sup>5</sup> <https://pdfs.semanticscholar.org/c1b5/dcd918da02f72a9579ed5eeeab111da3c7cb.pdf>

պատկերի դեպքում պատկերի սկանավորուման և նախնական վերամշակուման դեպքում հանգում ենք նիշի վատ որակին: Նշված դեպքերում նիշերի ճանաչման մեթոդը շատ դեպքերում չի կարող վերադարձնել ճշգրիտ պատասխան: Նմանատիպ պայմաններում բարդ է հաղթահարել և խուսափել սխալ արդյունքից, քանի որ ճանաչման գործընթացը ունի իր սահմանափակումները և բազայում առկա նմուշները չեն կարող իդեալականապես նման լինել բոլոր տեսակի նիշերին: Ճանաչման ճշտության տոկոսը կարող է ձգտել 99%-ի մեքենայակն կերպով հավաքված նիշերի համար, բայց ոչ ձեռագիր նիշերի, քանի որ ամեն մարդ ունի իր ձեռագիրը, որը տարբերվում է մյուսներից: Սա էլ հենց հանգեցնում է սխալ դասկարգմանը:

### 1.3. Տեսահսկման համակարգերը և օբյեկտների տեղորոշումը

**I. Ներածություն:** Տեսահսկման համակարգերի գործունեությունը կայանում է հետևյալում՝ ա/ տեսագրություն և տեսանյութի նախնական մշակում, բ/ տեսանյութի սեղմում և փոխանցում սենսորային ցանց, գ/ տեսանյութի վերլուծություն ընդունիչ կետում:

Բազմաթիվ հետազոտություններ են կատարվել՝ նվիրված անլար տեսահսկման տեխնոլոգիաների բնագավառին, քանի որ օրեցօր աճում է դրանց անհրաժեշտությունը: Այս ենթավերնագրում համապարփակ ձևով արծարծվել են անլար տեսահսկման համակարգում գոյություն ունեցող և դրանց համար ստեղծված ժամանակակից տեխնոլոգիաները, համակարգում առկա խնդիրներն ու պահանջները: Ենթավերնագրում մասնավորապես վերլուծվել են ցանցային ենթակառուցվածքը և անլար ալիքի միջոցով տեսագրված նյութի փոխանցման հետ կապված մի շարք հարցեր: Ներկայացվել են նաև տեսագրության տեխնոլոգիաների նմուշներ և քննարկվել տեսագրված նյութերի տեսանելիության ապահովման հետ կապված հիմնահարցեր: Հիմնական խնդիրը տեսանյութի սեղմված տարբերակի հաղորդման ժամանակ որակի ապահովումն է առկա սակավ միջոցներով: Սխեմաները դասակարգվել են հետևյալ կերպ՝ 1) Սխալի բացառում (պաշտպանություն); 2) Առաձգական սխալներ; 3) Լայնաձավալ վիդեոկոդավորում; 4) Բաշխված վիդեոկոդավորում; 5) Խաչաձև մակարդակային հսկողություն:

Խաչաձև հսկողությունը անհրաժեշտ է համակարգային մակարդակով միջոցների օպտիմալ բաշխման համար: Ընդունիչ կետում ստացված տեսանյութը ենթարկվում է հետագա մշակման՝ ավելի բարձր տեսանելիության (կանխատեսման) խնդիրների լուծման համար: Համակարգի անվտանգությունը և ինֆորմացիայի ապահովման հետ կապված հարցերը քննարկվել են ենթավերնագրում:

Տեսահսկումն անլար սենսորային ցանցով (WSNs) լայնորեն ընդունվել է զանազան կիրքեր-ֆիզիկական համակարգերում, այդ թվում թրաֆիկի վերլուծության, առողջապահության, հասարակական անվտանգության, վայրի կենդանական աշխարհի և շրջակա միջավայրի/եղանակի վերահսկման համակարգերում: Անլար հանգուցային կապի սարքավորումն անլար սենսորային ցանցերում ունենում են

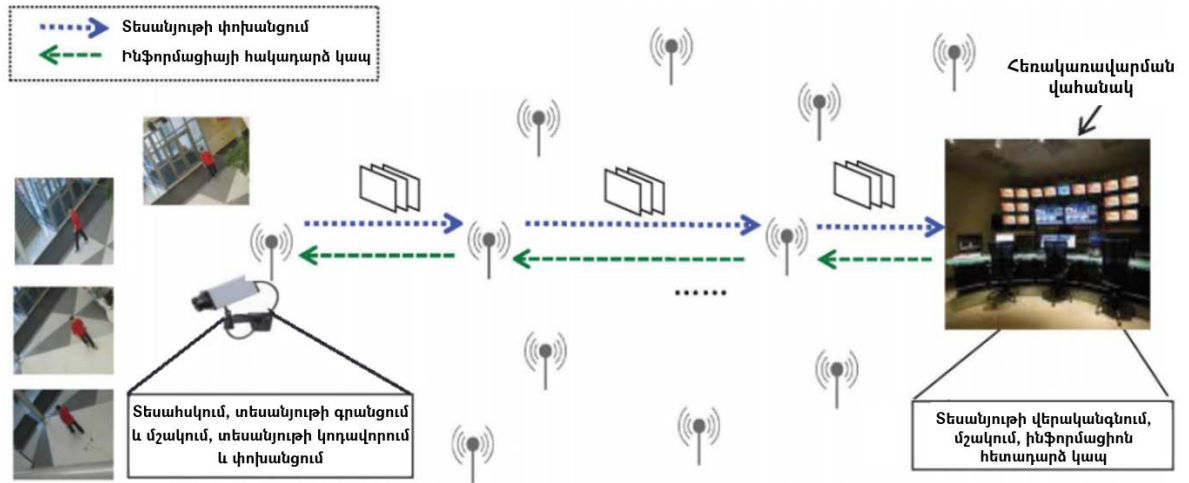
որոշակի բնորոշ խնդիրներ տվյալները փոխանցելիս: Դրանցից են՝ տեսադաշտի խափանումը, ազդանշանի մարումը և խանգարումները, տվյալների անվտանգությունը, տեսահոսքի թողունակությունը և հզորության սահմանափակումը: Մեծ թվով գիտական աշխատություններ են ներկայացվել՝ այս խնդիրների լուծմանն ուղղված, որոնցից շատերը հաջողությամբ կիրառվել են պրակտիկայում՝ դառնալով արտադրական ստանդարտներ: Այնուամենայնիվ, տեսահսկման համակարգերի հատկապես ուղիղ հեռարձակման ժամանակ տվյալների մշակումն ու փոխանցումը յուրաքանչյուր անլար հանգույցում մեծ ծավալի տեսանյութի դեպքում մնում է խնդրահարույց:

Ժամանակակից զարգացած անլար տեսահսկման համակարգերում, յուրաքանչյուր աղբյուրի հանգույցը սովորաբար հագեցված է մեկ կամ ավելի տեսախցիկներով, միկրոպրոցեսորով, պահպանման բլոկով, ռադիոհաղորդիչով և հոսանքի մատակարարմամբ: Յուրաքանչյուր հանգույցի գործառույթը իր մեջ ներառում է տեսագրություն, տեսանյութի սեղմում և տվյալների փոխանցում:

Տեսագրության վերլուծության գործընթացը, վերահսկման տարբեր նպատակներից ելնելով, իրականացվում է կա՛մ ուղարկողի, կա՛մ ստացողի կողմից՝ կախված յուրաքանչյուրի հաշվողական հնարավորությունից: Հեռակառավարման սարքը ընդունիչ կետում նույնպես կարող է օգտակար տեղեկություններ հաղորդել ուղարկողին համակարգի աշխատունակության բարձրացման համար: Տեսահսկման համակարգի գլխավոր գործառույթային մոդուլները ներկայացված են նկար 1.8-ում:

Գոյություն ունեցող ԱՍՑ տեխնոլոգիաները օգտագործվում են բոլոր տեսակի անլար տեսահսկման կիրառություններում: Մեկ կարևոր կիրառություն երթևեկության վերլուծությունն է: Օրինակ՝ երթևեկության ազդանշանի համակարգը, որը կիրառվում է տրանսպորտի դեպարտամենտի կողմից Իրվինգ քաղաքում, Տեխաս (Irving, 2004) [15], որը ներմուծել է ռոբոտացված կառավարման համակարգի (PTZ) CCTV (կաբելային հեռուստատեսություն) տեսախցիկներ, որը ծածկում է մոտ երկու հարյուր հատումներ: Մեկ խելացի տեսախցիկ, որն ունակ է իրականացնել video codec and video over IP ֆունկցիաները, տեղադրվել է յուրաքանչյուր երթևեկության վայրում ռադիոանտենա սարքի հետ միասին: Կայքի ազդանշանը փոխանցվում է բազային կայանին, որը աշխատում է 100 Մբ/վ անլար ցանցի արտոնագրված հաճախությունների 18-23 Գհց

տիրույթում: Երթևեկության մշտադիտարկման համակարգը Մինեսոթայի համալսարանում (UMN, 2005) [16], և Հյուսիսային Տեխասի համալսարանում (UNT, 2011) [17] տեղ են գտել երթևեկության անլար տեսահսկման այլ օրինակների մեջ:



**Նկար 1.8.** Անլար տեսահսկման համակարգը:

**Աղյուսակ 1.1.** Անլար տեսահսկման համակարգ.

Տեսահրսկման համակարգ	Տեսահրսկման միջավայր	MAC գրանցում	Կրիչի հաճախ.	Մաքսիմալ թողունակ.	Ցանցի տոպոլոգ.	Խցիկի քանակ	Խցիկի հսկում	Տեսանյութի առաքում
Panoptes, 2003 [22]	ներքին	802.11	2.4Գհց	12ՄԲ/վ	աստղ	բազմակի	ֆիքսված	մեկ հասցեով
PRISMATIC A, 2003 [21]	ներքին /արտաքին	802.11	2.44Գհց		աստղ	բազմակի	ֆիքսված	մեկ հասցեով
Irving 2004 [15]	մայրուղի	802.11a 802.16	5.4, 18, 24/23Գհց	20-60ՄԲ/վ տեղում և 100 ՄԲ/վ մագիստրալի համար	աստղ, շրջան	բազմակի	PTZ	մեկ հասցեով
UMN,2005[16]	մայրուղի	802.16	5.4Գհց	3/30ՄԲ/վ	աստղ	բազմակի	ֆիքսված	միաժամանակյա
FireWxNet, 2006 [18]	բնություն	802.11	924Մհց	10 ՄԲ/վ	ծառ	բազմակի	PTZ	մեկ հասցեով
MeshEye, 2007 [23]	ներքին /արտաքին	802.15.4	2.4Գհց	11ԿԲ/վ	կետ-առ-կետ	բազմակի	ֆիքսված	միաժամանակյա
Tsinghua, 2009 [24]	ներքին	802.15.4	900Մհց	19.2ԿԲ/վ	աստղ, ծառ, ցանց	բազմակի	ֆիքսված	մեկ հասցեով
UML, 2010 [6]	ներքին	802.11b/g	2.4Գհց	54ՄԲ/վ	ծառ	բազմակի	ֆիքսված	մեկ հասցեով
SCNS, 2011 [5]	երկաթուղի	802.11g 802.11j	2.4, 5Գհց	20ՄԲ/վ	ցանց	բազմակի	Ֆիքսված, PTZ	մեկ հասցեով
UNT, 2011 [3]	համալսարան	802.11a/n	5.4, 5.8 Գհց	20ՄԲ/վ	շղթա	բազմակի	PTZ	մեկ հասցեով



Տեսահսկումը այլ անլար հաղորդակցման կիրառություններում նույնպես մեծապես ուսումնասիրվում է, օրինակ՝ եղանակի հեռակա մշտադիտարկման համակարգը (FireWxNet, 2006), որը սկզբնապես մշակվել էր Այդահոյի Բիթերրոյթ ազգային անտառի հրշեջների համար՝ կայծակի հարվածից առաջացած անտառային հրդեհը մշտադիտարկելու նպատակով [18], խելացի տեսախցիկային ցանցի համակարգը (SCNS, 2011), որն օգտագործվում էր երկաթուղային կայարանում անվտանգության դիտարկման համար [19] և ներքին տեսահսկման համակարգը՝ Մասաչյուսեթ-Լոուելի համալսարանի բազմահարկ շենքում [20]: Այս համակարգերում դիտարկված ընդհանուր խնդիրները ներառում են սենսորների օգտագործումը և համակարգի կոնֆիգուրացիան տեսահաղորդակցման համար:

Ընդարձակ հասարակական տարածքում, ինչպիսին է մայրաքաղաքը, տեսահսկման համար սենսորների օգտագործումն ավելի բարդ է: Դրանց օրինակն է Քինգսթոն համալսարանում մշակված բազմասենսոր բաշխված համակարգը, որոնք կոչվում են ակտիվ ինտեգրման համակարգեր անվտանգությունը կառավարելու համար տեխնոլոգիական ինստիտուցիոնալ և հաղորդակցական աջակցությամբ (PRISMATICA, 2003) [21]: Թե լարով և թե անլար տեսողական և լսողական ենթահամակարգերը միավորվել են կենտրոնացված ցանցային կառույցում: Տվյալների մշակման մոդուլը օպերատիվ կենտրոնում ստացված տեսանյութի հիման վրա ապահովում էր բազմակի ընթացիկ ինտելեկտուալ ծառայությունները, ինչպիսիք են վրածածկը և գերբեռնվածությունների հայտնաբերումը՝:

Էլեկտրաէներգիայի արդյունավետության խնդիրը մեկ այլ մեծ մտահոգություն է մի շարք անլար տեսահսկման կիրառություններում: [22] –ում նկարագրված (Panoptes, 2003) համակարգում մի կենտրոնական հանգույց ստանում էր տվյալներ մյուս հաճախորդ-հանգույցներից և ամբողջացնում էր տեսանյութը՝ հայտնաբերելու համար անսովոր իրադարձություններ: Հաճախորդ-հանգույցի կողմից կիրառվող էներգախնայողության ռազմավարությունը ներառում էր տվյալների զտումը, հավաքումը, և հաղորդագրությունների ադապտիվ օտարումը: [23] –ում ներկայացված աշխատանքում նախագծվել է հիբրիդային թողունակության խելացի տեսախցիկի տվիչ (MeshEye, 2007)՝ սենսորի հանգույցում ստերեոհսկում իրականացնելու համար

էներգիայի ցածր ծախսերով: Թիրախավորված առարկայի տեղը նախ գնահատվել է պատկերի տվյալներով՝ ստացված երկու ցածր-թողունակության տեսախցիկներից: Հետո բարձր թողունակության տեսախցիկը նշեց դիրքը իր պատկերի հարթության մեջ և փոխանցեց միայն տեսանյութի տվյալները թիրախ տարածքի ներսում: Բազմաթողունակության ռազմավարությունը նույնպես կիրառվում էր բազմաչափ թիրախային տեսահսկման համակարգում, որը մշակվել է Տսինգուայի համալսարանում (Tsinghua, 2009) [24]:

Տեսահսկման այս համակարգերը կառուցված են գոյություն ունեցող անլար տեսահաղորդակցման տեխնոլոգիաների, հատկապես ԱՄՑ ինֆրակառուցվածքի և վիդեո կոդեկի հիման վրա: Լարային կապի ավանդական համակարգերի համեմատությամբ ցանցային շարժունության առավելությունը մեծապես նպաստում է համակարգի օգտագործման արդյունավետությանը և ընդարձակմանը: Այս համակարգերի որոշ տեխնիկական պարամետրեր նշված են Աղյուսակ 1.1-ում:

Մինչ լավ կայացած ԱՄՑ ինֆրակառուցվածքը և տեսահաղորդակցման ստանդարտները կարող են օգտագործվել տեսահսկման համակարգում, առաջարկվել են շատ նոր տեխնոլոգիաներ՝ տեսահսկման կիրառություններին ներկայացվող հատուկ պահանջները բավարարելու համար, ինչպիսիք են թիրախ օբյեկտին հետևելը, ռեսուրսների բաշխումը ըստ բովանդակության և ուշացումը կամ էներգիայի սահմանափակման պայմաններում տեսակողավորումը և փոխանցումը: Այս ենթավերնագիրը ներկայացնում է այս առաջարկությունների դիտարկումը՝ հիմնված առկա համակարգերի տեխնիկական մարտահրավերների վերլուծության վրա, հատկապես տեսանյութի առաքման մասի վրա, անլար փոխանցման անկայուն միջավայրում՝ նպատակ ունենալով ապահովել որոշ օգտակար պատկերացումներ հետագա զարգացման համար: Ենթավերնագրի մնացած մասը շարադրված է հետևյալ կերպ: Երկրորդ մասը ներկայացնում է ցանցի ինֆրակառուցվածքը անլար տեսահսկման համակարգի համար՝ ներառելով ստանդարտ ուղու ռեսուրսը և ցանցի տոպոլոգիան: Երրորդ մասը նկարագրում է տեսանյութի գրանցման և նախնական տեսանելիության խնդիրների որոշ օրինակներ, որոնք կարող են գործողության մեջ դրվել սենսորի հանգույցի միջոցով: Չորրորդ մասն ամփոփում է մի շարք

տեսակողավորման և փոխանցման մեթոդներ՝ նվիրված սխալի բացառմանը, սխալի նկատմամբ կայունությանը և տվյալների լայնամասշտաբ և բաշխված մշակմանը: Խաչաձև մակարդակային հսկողության մեխանիզմը ներկայացվում է որպես արդյունավետ ձև ռեսուրսների օպտիմալ բաշխման համար: Հինգերորդ մասը համառոտ ներկայացնում է տեսանյութի վերլուծության մի քանի ալգորիթմ՝ նախատեսված մեկ կամ բազմակի տեսախցիկերով անլար տեսահսկման համակարգերի համար: Վեցերորդ մասը քննարկում է անվտանգության և գաղտնիության հարցերը, և վերջում արվել են եզրահանգումները:

**II. Ցանցի ինֆռակառուցվածքը:** Անլար տեսահսկման համակարգում տվյալների փոխանցումը կարգավորվում է անլար հաղորդակցման նորմերով: Նախքան ցանցի օգտագործումը անհրաժեշտ է անցկացնել կայքի համապարփակ հետազոտություն՝ ազդանշանների խանգարումներից և սարքավորումների անհամատեղելիությունից խուսափելու համար: Այս հատվածը քննարկում է ուղիների ռեսուրսը (հնարավորությունը) և ցանցի տոպոլոգիան անլար տեսահսկման համակարգի կոնֆիգուրացիայի համար: Սենսորների ցանցի օգտագործման ընթացակարգի մանրամասն իրականացումը տեղ է գտել [17]-ում:

**Ա. Ուղիների ռեսուրսը:** Ռադիո-սպեկտրի կարգավորման և օգտագործման պատասխանատուներից է Հաղորդակցման Ֆեդերալ Հանձնաժողովը (FCC) [25]: Ամենաշատ կիրառվող հաճախության գոտին ժամանակակից անլար հսկման համակարգերում ներառում է 900ՄՀց, 2,4 ԳՀց, և 5,8ԳՀց տիրույթները: 4,9 ԳՀց հաճախության գոտին վերապահվում է Intelligent Transportation Systems (ITS)-ին՝ հասարակական անվտանգության և այլ քաղաքային ծառայությունների համար [26]: Սահմանված են հաղորդակցման հատուկ պարամետրեր ստանդարտների մի քանի խմբում՝ ներառյալ IEEE 802.11/WiFi, IEEE 802.16/WiMax, IEEE 802.15.4/ZigBee և այլն: Հաճախությունների այս գոտիների գործողության հատկությունները ամփոփված են Աղյուսակ 1.2-ում: Բարձր հաճախության գոտին ցույց է տալիս տիրույթի և խանգարումների ավելի մեծ արդյունավետություն թափանցիկության ավելի ցածր կարողությամբ:

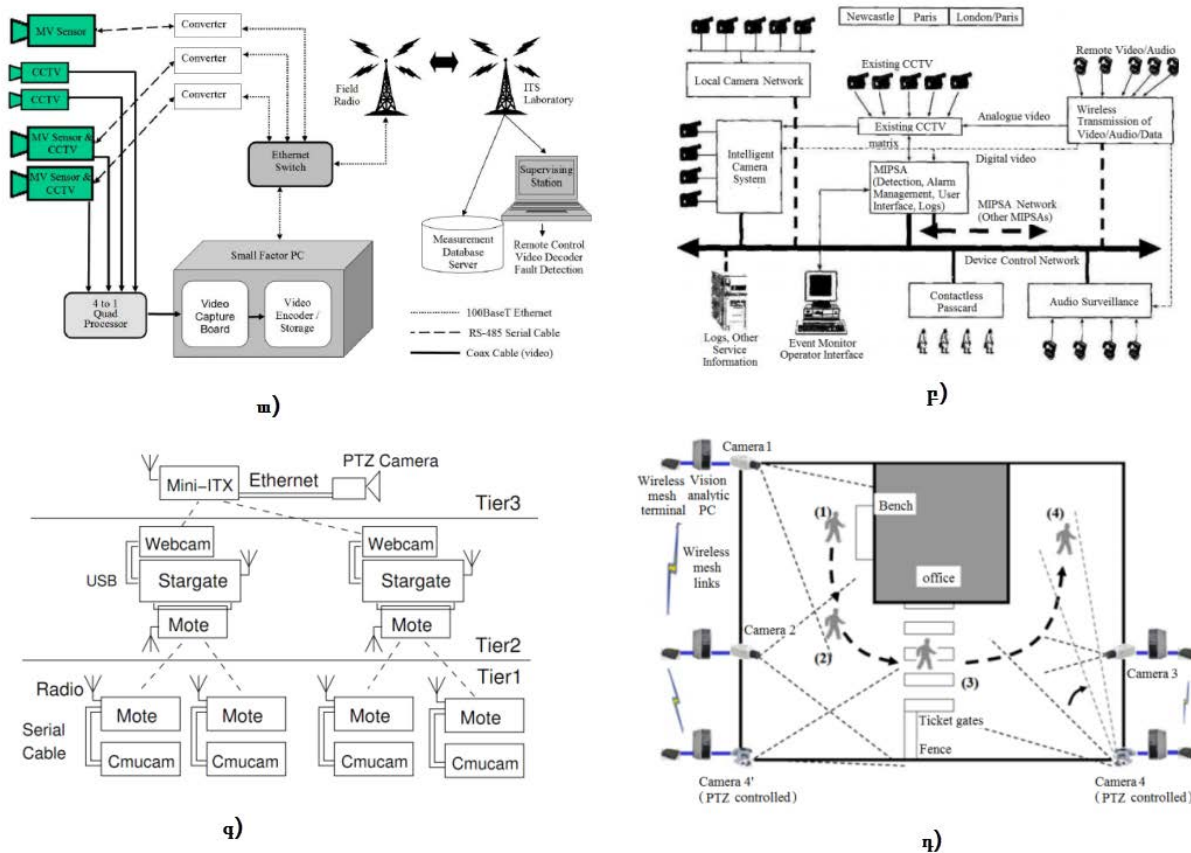
**Աղյուսակ 1.2.** Անլար տեսահսկման համար կիրառվող ռադիո հաճախությունները.

Հաճախության տիրույթը	Արտոնված	Տեսողության գիծ	Առավելություն	Թերություն
900 Մհց	չարտոնված	չի պահանջվում	թափանցում է ծառերի և չոր պատի միջով,	տեսանյութի ցածր թողունակություն՝ համեմատած այլ տիրույթների հետ
2.4Գհց	արտոնված	պահանջվում է	ավելի լավ թափանցում քան 5Մհց,	Միջամտություն հաճախորդ սարքերի կողմից
4.9Գհց	չարտոնված	պահանջվում է	կիրառվում է հանրային անվտանգության համար, պակաս միջամտություն	Պահանջում է հաճախությունների կորդիինացիա այլ գործակալությունների հետ
5 Գհց	չարտոնված	պահանջվում է	ավելի լավ տիրույթ և պակաս միջամտություն	Ավելի ցածր թափանցում քան 2.4 Գհց-ը:

**Բ. Ցանցի տոպոլոգիան:** Ինչպես ԱՄՑ-երում, ցանցի տոպոլոգիան անլար տեսահսկման համակարգում կարող է լինել մեկ հպումով կամ անջատիչով կետից կետ միացում մեկ պատկերի տեսահաղորդման համար, կամ շղթայական, աստղաձև, ծառանման, կամ վանդակային կառուցվածք՝ բազմապատկերային հսկման համար: Ցանցի տոպոլոգիան կախված է կիրառությունից: Տեսահսկման միջավայրի ռեսուրսների սահմանափակությունը, ծախսերի խնայողությունը, ինչպես նաև տեղանքի բնապահպանական պայմանները այն գործոններից են, որոնք դիտարկվում են համապատասխան տոպոլոգիայի կիրառման ժամանակ:

Համալսարանի երթևեկության մշտադիտարկման համակարգում (UMN, 2005) [16], հսկման միջավայրը համեմատաբար փոքր էր և տեսանյութի ընթացիկ փոխանցումը առաջնահերթ մտահոգության առարկա էր: Հետևաբար, կետից կետ հաղորդակցումն իրականացվում էր բազմակի սինխրոն տեսահաղորդականությունների միաժամանակյա հաղորդումներով հեռահար բազային կայանին՝ իրական ժամանակում դիտարկելու համար, ինչպես ցույց է տրված նկար 1.9ա-ում: Հասարակական ավելի մեծ տարածքում հսկում իրականացնելու համար անհրաժեշտ է տեղադրել տարբեր տեսակների սենսորներ տարբեր հեռավորությունների վրա, և այս պատճառով նախապատվություն է տրվում կենտրոնացված աստղաձև կառուցվածքին, ինչպիսին է նկար 1.9բ-ում պատկերված

PRISMATICA համակարգը (PRISMATICA, 2003) [21]: Կենտրոնական ցանցի միացումն առաջացնում է բարձր թողունակություն կենտրոնական հանգույցում, որը պետք է բավարարի և՛ արդյունավետության, և՛ կայունության խիստ պահանջները:



**Նկար 1.9.** Ցանցի տոպոլոգիաները. ա) կետից կետ (UMN, 2005); բ) աստղաձև (PRISMATICA, 2003); գ) ծառաձև (SensEye, 2005); դ) ցանցային (SCNS, 2011):

Եթե էներգիայի խնայողությունը գլխավոր նկատառումն է, սենսորները պետք է տեղակայվեն ավելի արդյունավետ ձևով: [24]-ում ներկայացված աշխատանքը փորձարկել է հսկման համակարգը տարբեր ԱՄՑ տոպոլոգիաների դեպքում և ցույց տվել, որ, երբ պահանջվում է համագործակցություն տարբեր սենսորների հանգույցների միջև, ծառատիպ կամ վանդակատիպ ցանցը կարող է ապահովել համակարգի ավելի մեծ արդյունավետություն՝ համեմատած աստղաձև համակարգի հետ էներգախնայողության և տվյալների թողունակության առումով: Նկար 1.9գ-ն ցույց է տալիս SensEye-ի աստղաձև կառուցվածքը [27], մի բազմամակարդակ տեսահսկման համակարգ՝ տվյալների մշակման էներգասպառման տարբեր սխեմաներով՝ ստեղծված

ծառի յուրաքանչյուր մակարդակի վրա: Ավելի ցածր մակարդակների սենսորների հանգույցները, որոնք բաղկացած են ցածր հզորության սարքերից, աշխատում էին ավելի երկար աշխատանքային ցիկլով, քան վերին մակարդակների հանգույցները, որոնք սպառում էին ավելի շատ հզորություն և կատարում էին ավելի բարդ գործառույթներ միայն ավելի ցածր մակարդակներում գտնվող իրենց փոքր հանգույցներից ազդանշաններ ստանալու դեպքում:

Եթե ֆունկցիոնալությունը և հաշվողական կարողությունը հավասարապես են բաշխված սենսորների հանգույցների միջև, ավելի հարմար է վանդակաձև ցանցը: Բազմատեսք առարկայի հսկման համակարգի SCNS [19] վանդակաձև կառուցվածքը, որն օգտագործում է Ad-hoc ըստ պահանջի՝ հեռավորության վեկտոր (On-Demand Distance Vector) (AODV) երթուղային արձանագրությունը ցուցադրված է նկար 1.9-ում: Այս համակարգում յուրաքանչյուր հանգույց կարող էր հաղորդակցվել մյուսների հետ թիրախի դիրքը որոշելու և օբյեկտի վերահսկման ամենամոտ տեսախցիկն ընտրելու համար:

Ցանցի արդյունավետ տոպոլոգիա նախագծելիս մեկ այլ հետաքրքիր հարց է, թե ինչպե՞ս է ընտրվում հսկման հանգույցների անհրաժեշտ քանակը՝ շարժվող թիրախի ամբողջական տեսքն ընդգրկելու համար: Տեսախցիկի ընդգրկույթի արգելքը գոյություն ունեցող ցանցի գործարկման ժամանակ վերլուծվել է [28] և [29]-ում: Տեսանյութի գրանցման համար ընտրվել է տեսախցիկի սենսորների օպտիմալ ենթախումբ, իսկ տեսախցիկի և թիրախի միջև եղած հեռավորությունը բավականաչափ փոքր է, ինչպես նաև տեսախցիկի դիտման ուղղության և թիրախի դեմքի ուղղության միջև եղած անկյունը ընդունելի սահմաններում է: [30]-ում ներկայացված աշխատանքն ուսումնասիրել է ակտիվ տեսախցիկներով ընդգրկման խնդիրը: Տեսախցիկի ընդհանուր և չափափոխման պարամետրերը ձևափոխվել են, որպեսզի ընդգրկվի ամբողջ պատկերը՝ ընտրված փոքրաթիվ հանգույցներով: Ընդգրկման ժամանակացույցը հանգեցնում է ցանցի ռեսուրսների առավել արդյունավետ օգտագործմանը: Անլար տեսահսկման համակարգում, տեսախցիկների ընտրության ընթացակարգում անհրաժեշտ է նաև դիտարկել այլ կարևոր հարցեր՝ ներառյալ

թիրախի տեղի արդյունավետ որոշումը, և օդում սենսորների բաշխման կոորդինացումը սահմանափակ ռեսուրսներով:

### **III. Տեսանյութի գրանցումը և նախնական տեսողական խնդիրները:**

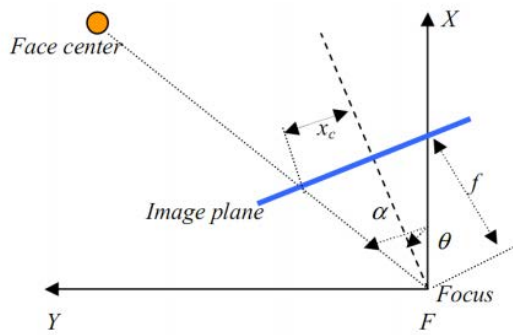
Հսկվող տեսանյութը գրանցվում է մոնիտորի կայքում սենսորի հանգույցի միջոցով տվյալների հետագա մշակման և փոխանցման համար: Կարող են լուծվել նախնական տեսանելիության որոշ խնդիրներ խելացի տեսախցիկով կամ մշակման ինտեգրացված սարքով սենսորի հանգույցում:

Ֆիքսված տեսախցիկներ օգտագործող հսկման համակարգերի համար, օբյեկտների հայտնաբերումը և տեղայնացումը ամենատարածված գործառույթներից են, որոնք կատարվում են սենսորների հանգույցներում: Ֆիքսված տեսախցիկով օբյեկտների հայտնաբերումը հաճախ օգտագործում է անշարժ ֆոնի առավելությունը: Սովորաբար օգտագործվող մեթոդը ֆոնի հեռացումն է: Ֆոնային պատկերը կարող է ստացվել գրանցված տվյալների պարբերական թարմացմամբ [23], [31] կամ ֆոնի ադապտիվ մոդելավորմամբ, որը հիմնված է Գաուսյան բաշխումների խառնուրդ (Gaussian Mixture Model GMM)-ը ուսումնասիրելու վրա [32], [33]: Սովորելու այս ժամանակավոր գործընթացը մոդելավորում է պիկսելի տարբեր պայմանները որոշակի դիրքում՝ որպես Գաուսյան բաշխումների խառնուրդ: Գաուսյան յուրաքանչյուր մոդելի կշռի, միջին և փոփոխվող արժեքները կարող են թարմացվել առցանց, և այն պիկսելները, որոնք չեն համապատասխանում ֆոնի որևէ մոդելին, արագորեն հայտնաբերվում են: Ադապտիվ սովորելու հատկությունը այս մեթոդն ավելի հարմար է դարձնում իրական ժամանակում կիրառությունների համար, և մշակվում են հայտնաբերման բազմաթիվ մեթոդներ, որոնք միավորում են տարածաժամանակային մշակման այլ մեթոդներ [24], [34], [35]: Երկու կամ ավելի տեսախցիկներով ապահովված օբյեկտների հայտնաբերման արդյունքներով կարելի է տեղայնացնել 3D օբյեկտի դիրքը տեսանելիության վերլուծության միջոցով՝ օգտագործելով տեսախցիկի կարգաբերված պարամետրերի և օբյեկտի բնութագրերի հարաբերակցությունը [19], [23], [24], [31]:

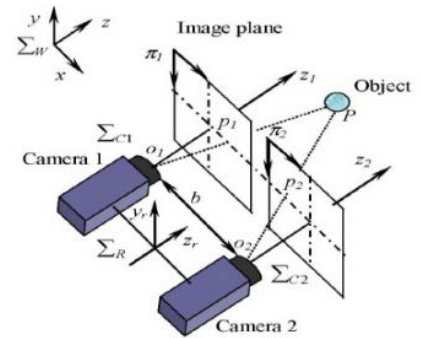
Երբ սենսորային հանգույցների թիվը սահմանափակվում է, pan-tilt սարքը (PTU) կամ PTZ տեսախցիկն ապահովում է պատկերի ավելի ճկուն ընդգրկում, քան անշարժ տեսախցիկը: PTU տեսախցիկը ընդունակ է կատարել ընդհանուր (pan) և փոփոխվող (tilt) շարժումներ ֆիքսված ֆոկուսային դիրքով: Տեսախցիկի կառավարումը կարող է կատարվել ձեռքով՝ հեռակա ընդունիչով տեղեկության վերադարձով [15], [16], [17] կամ ավտոմատ ձևով աղբյուրի հանգույցով՝ հիմնված ինտեգրացված մշակող սարքով տեսանելիության վերլուծության վրա [19], [36], [37]: Հյուսիսային Տեխասի համալսարանի կողմից մշակված երթևեկության հսկման համակարգը [17] ուներ «Axis 231PTZ» տեսախցիկ և ռադիոսարքավորում՝ տեղադրված երեք կառավարման կենտրոններից յուրաքանչյուրում հաջորդական միացված ցանցի միջոցով: Կառավարման կենտրոնի օպերատորը կարող էր կարգավորել PTZ տեսախցիկի շարժումը և կիզակետային երկարությունը և գնահատել փոխադրամիջոցի արագությունը պատկերի հարթությանը զուգահեռ ճանապարհի վրա:

Ավտոմատ կառավարումը տեսախցիկով սերտորեն կապված է տեսանելիության խնդրի հետ, որն իրականացվում է մշակող սարքով: Օրինակ՝ օբյեկտի հայտնաբերումը հաճախ միավորվում է տեսախցիկի կառավարման պրոցեսի հետ: Նկար 1.10ա-ում ցույց է տրված [36]–ում նկարագրված PTU տեսախցիկի կառավարման ալգորիթմը՝ օբյեկտին հետևելու համար:  $O$  ֆոկուսը ցույց է տալիս պրոյեկցիայի կենտրոնը: Պատկերի հարթությունը տեսանելի է նրա  $Y$  առանցքի երկայնքով և պրոյեկտվում է ունիվերսալ  $X$ - $Y$  հարթության վրա,  $\alpha$ -ն հայտնաբերված օբյեկտի և  $X$  առանցքի միջև եղած անկյունն է,  $\theta$ -ն տեսախցիկի անկյունն է պատկերի կենտրոնի և  $X$  առանցքի միջև,  $f$ -ը կիզակետային երկարությունը, և  $x_c$ -ն՝ պրոյեկտված օբյեկտի կենտրոնի և պատկերի կենտրոնի միջև հեռավորությունը պատկերի առանցքի  $X$  հարթության երկայնքով: Նկարում ցուցադրված է միայն ընդհանուր (pan) կառավարման ալգորիթմը: Այն կիրառվում է նմանապես փոփոխվող (tilt) կառավարման դեպքում:





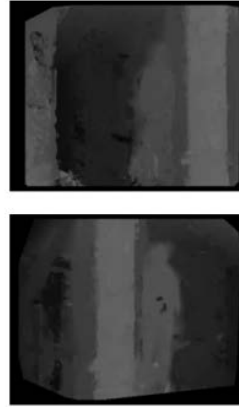
ա)



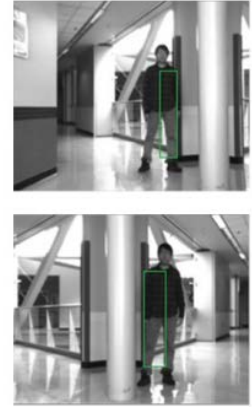
բ)



գ)



դ)



**Նկար 1.10.** Օբյեկտներին հետևող PTU տեսախցիկը. ա) PTU տեսախցիկի կառավարումը; բ) հեռավորության բինոկուլյար չափումը; գ) բինոկուլյար PTU տեսախցիկները; դ) անհամապատասխանության գնահատումը և պատուհանի չափերի կարգավորումը:

Տեսախցիկով հսկման գործընթացում տեսախցիկի  $\theta$  անկյունը թարմացվում է ժամանակի յուրաքանչյուր պահին՝ նպատակ ունենալով նվազագույնի հասցնել  $x_c$  – ն և օբյեկտի գնահատվող արագության և օբյեկտի փաստացի արագության միջև եղած տարբերությունը, որը չափվում է Mean Shift ալգորիթմն օգտագործող տեղային հսկիչի միջոցով [37]: Ընդհանուր (pan) և փոփոխվող (tilt) (ձեռքի-աչքի կարգաբերում) շարժումների հետ կապված արտաքին տեսախցիկի պարամետրերը հետազոտվել են [38]-ում ներկայացված տեսանելիության բինոկուլյար համակարգում: Հետևանքն արոցեսում օգտագործվել են երկու PTU տեսախցիկներ համալսարանի հեռավոր վայրերը չափելու համար; Երթևեկության տեսանյութը փոխանցվել է հայտնաբերված օբյեկտի և պատկերի հարթության միջև տեղակայված հեռակա սարքին, ինչպես ցույց

է տրված նկար 1.10բ-ում: Հսկման տարածքը մասշտաբավորվում է՝ համաձայն գնահատված հեռավորության հայտնաբերման հաջորդ գործընթացում՝ օգտագործելով Continuously Adaptive Mean Shift Algorithm (CAMShift) ալգորիթմը [39]: Հեռավորության մասին ավելի լավ տեղեկություն ստանալու համար [40] –ում նկարագրված տեսանյութի հսկման մեր բինոկուլյար համակարգում ստեղծվել է խորության քարտեզ ամբողջ կադրի համար՝ օգտագործելով անհամապատասխանության արագ գնահատման ալգորիթմը: Նկար 1.10գ-ն և 1.10դ-ն ցույց են տալիս PTU բինոկուլյար տեսախցիկները և հսկման պատուհանի կարգավորումը՝ օգտագործելով ձևավորված խորքային ինֆորմացիան: Ստացված 3D տեսանյութի տվյալները կարող են փոխանցվել ընդունիչին հետագա մշակման համար:

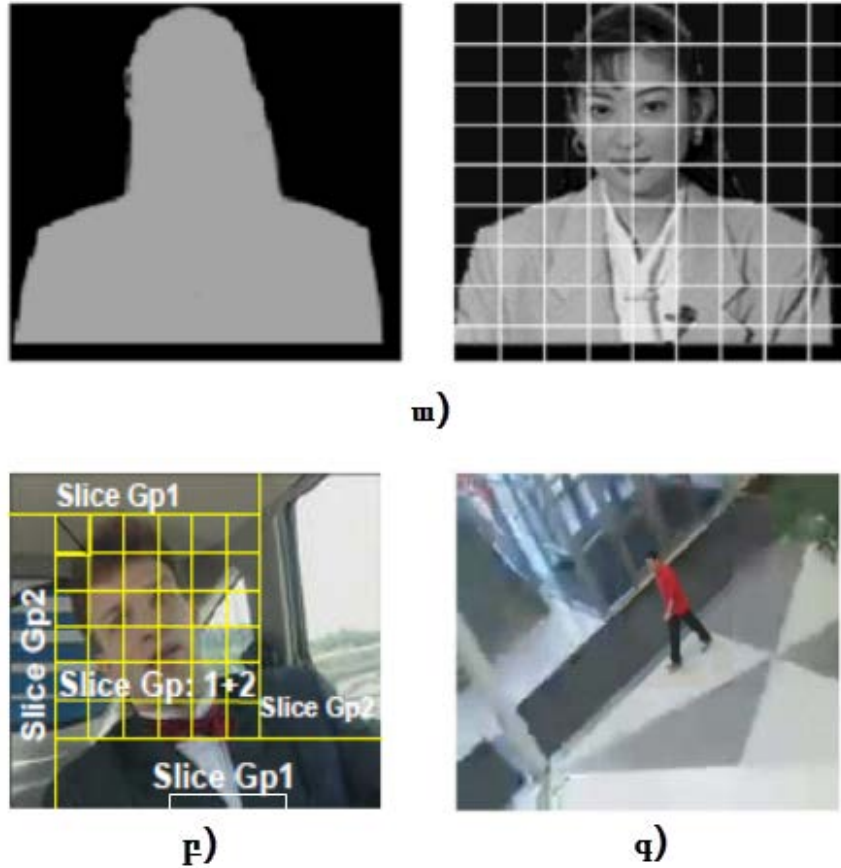
PTU/PTZ տեսախցիկը սովորաբար թանկ է և էներգատար [27]: Արժեքը և տեխնիկական բարդությունը նվազեցնելու համար հսկման որոշ համակարգեր օգտագործում էին նաև միավորված ֆիքսված և PTU/PTZ տեսախցիկներ՝ տեսանյութը գրանցելու և օբյեկտները հսկելու նպատակով [19], [27], ինչպիսիք են նկար 1.9գ և 1.9դ –ում պատկերված համակարգերը: Որոշ հանգամանքներում, կարող են կիրառվել հատուկ ուսանյակներ՝ տեսախցիկների թվի հետագա կրճատման համար: Օրինակ, Fisheye and Panomorph գերլայն անկյունով ուսանյակներն օգտագործվում են համայնապատկերային կամ կիսագնդային դիտարկման համար: Աղավաղված պատկերները կարող են ուղղվել՝ օգտագործելով տեսախցիկի պարամետրերը: Գրանցված պատկերները մշակելու համար հաշվողական և հաղորդակցական լրացուցիչ հնարավորությունների օգտագործումը չպետք է անտեսվի անլար տեսահսկման համակարգ նախագծելիս:

**IV. Տեսանյութի կոդավորումը և փոխանցումը:** Անլար տեսահսկման համակարգում գրանցված տեսատվյալները կոդավորվում են և հաղորդվում սխալվելու ենթակա անլար ուղիով: Ժամանակակից համակարգերի մեծ մասը օգտագործում են տեսանյութի միահասցե կամ բազմահասցե միաժամանակյա հաղորդում, ինչպես ցույց է տրված Աղյուսակ 1.1-ում: Յուրաքանչյուր տեսախցիկի ելքային նյութը կոդավորվում է անկախ ձևով՝ օգտագործելով պատկերի կամ տեսանյութի կոդավորման լայնորեն

ընդունված ստանդարտներ, ներառյալ JPEG, JPEG2000, motion JPEG (MJPEG), MPEG և H.26x: Հսկման բնորոշ կիրառություններին ավելի լավ հարմարվելու համար, առաջարկվել է մեթոդների բազմազանություն ԱՍՑ-ում տեսանյութի կոդավորման և հաղորդման համար:

**Ա. Օբյեկտի վրա հիմնված անհավասար սխալից պաշտպանությունը:** Երբ հաղորդակցման հնարավորությունները սահմանափակ են, ծանր սեղմման այլընտրանք կարող է լինել անհավասար սխալից պաշտպանությունը (UEP) տեսանյութի տվյալների տարբեր մասերի համար: UEP-ի գաղափարը ավելի շատ ռեսուրսներ հատկացնելն է տեսանյութի այն հաջորդականությանը, որն ունի ավելի մեծ ազդեցություն տեսանյութի որակի վրա՝ միաժամանակ ավելի քիչ ռեսուրսներ օգտագործելով այն մասերի վրա, որոնք պակաս կարևոր են [41]: Հսկվող տեսանյութում շարժվող թիրախ-օբյեկտը ավելի մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում, քան ֆոնը: Հետևաբար, հետաքրքրություն ներկայացնող մասը (ՀՆՄ - ROI)՝ հիմնված UEP մեխանիզմի վրա, բնական ձև է ռեսուրսների բաշխումն օպտիմալացնելու համար: Օբյեկտի վրա հիմնված աղբյուր-ուղու համատեղ կոդավորման մեթոդը (JSCC)՝ ըստ ցանցային դիֆերենցված ծառայության, ներկայացված է [41]-ում: Համակարգի պլանավորողը դիտարկել է էներգիայի ընդհանուր սպառումը և փոխանցման ուշացումը որպես ուղու ռեսուրսների սահմանափակումներ տեսանյութի կոդավորման և փոխանցման գործընթացի համար: Ձևի փաթեթների և պատկերի փաթեթների նկատմամբ կիրառվել են MPEG-4 ֆորմատով դիֆերենցիալ կոդավորման որոշումներ տեսաօբյեկտների կոդավորման ժամանակ, ինչպես ցույց է տրված նկար 1.11ա-ում: Փաթեթները ընտրողաբար փոխանցվել են սպասարկման ուղիների տարբեր խմբերով այնպես, որ արժեքի աղավաղման օպտիմալ վիճակին հասել են էներգիայի և ուշացման սահմանափակումների պայմաններում: [42]–ում ներկայացված ROI-ի վրա հիմնված անլար տեսահոսքի համակարգը օգտագործել է սխալների նկատմամ կայունության մի շարք սխեմաներ տվյալների պաշտպանության համար: ROI-ի տարածքին հատկացվել է ավելի շատ ռեսուրսներ, քան այլ տարածքներին՝ ներառյալ սխալների ուղղակի ուղղման (FEC) ավելի բարձր աստիճան և ավտոմատ կրկնակի հարցում (ARQ):

Օրինակ՝ նկար 1.11բ-ում ցուցադրված հաջորդականության պրոցեսում ROI տարածքում շախմատի տախտակի հաջորդականությունը իրականացվել է ավելի մեծ արագության կողով և սխալի ավելի լավ քողարկումով՝ համեմատած ֆոնային հատվածում շերտավոր հաջորդականությամբ սխալի քողարկման սխեմայի հետ:



**Նկար 1.11.** Սխալի բացառում, ա) աջ պատկերի և ձախ ձևի, բ) հաջորդականություն, գ) թիրախի տարածք:

[43]-ում առաջարկված համակարգը, որը նախագծված է սենսորների և անջատիչների անլար ցանցով (ՍԱԱՑ) տեսանյութի առաքման համար, ընդարձակել է UEP մեխանիզմը մուտքային տվյալների մշակումից մինչև ցանցի կառավարումը: Սենսորների յուրաքանչյուր միջանկյալ հանգույց՝ ընտրված փոխանցման ուղու վրա, թիրախային փաթեթները տեղադրում է բոլոր ֆոնային փաթեթներից առաջ՝ հերթի մեջ: Այսպիսով, թիրախային փաթեթը ուներ փաթեթի կորստի ավելի փոքր արագություն (PLR), քան ֆոնային փաթեթը, երբ սենսորի հանգույցը սկսեց դուրս հանել ակնկալված ավելի մեծ սպասման ժամանակով փաթեթները, քան փաթեթի

ուշացման սահմանն է: Ստացված վերակառուցված կադրի վիզուալ արդյունքը կարելի է տեսնել նկար 1.11գ-ում:

Տեսակողավորման ժամանակակից ստանդարտները ապահովում են ROI տվյալների մշակման տարբեր ինտերֆեյսներ: Օրինակ, տեսանյութի օբյեկտային ներկայացումը ուղեկցվում է MPEG-4 ստանդարտով և ավելի արդյունավետ է, եթե այն ընդգրկված է արագության խաթարման գնահատման մեթոդում [44]:

Գոյություն ունի առանց կոնտուրի օբյեկտի ձևի կողավորման մեթոդը, որը համատեղելի է SPIHT <sup>6</sup>(Set Partition In Hierarchical Trees) կոդեկի հետ: ROI –ի որոշման համար վերջին՝ H.264 / AVC ստանդարտում կարող են օգտագործվել մի քանի գործիքներ սխալների նկատմամբ կայունության ապահովման համար, ինչպիսին են Մակրոբլոկների ճկուն դասավորում (Flexible Macroblock Ordering (FMO)) և Շերտերի կամավոր դասավորում (Arbitrary Slice Ordering (ASO)). Այս ինտերֆեյսները հնարավորություն են տալիս օբյեկտի վրա հիմնված UEP մեխանիզմին հաջողությամբ նեառվել կողավորման պրոցեսում:

**Բ. Կայունությունը սխալների նկատմամբ:** Անլար ուղու վրա ազդանշանների աղավաղումը հաղթահարելու համար լայնորեն ուսումնասիրվել է սխալների նկատմամբ կայունությունը, որպեսզի պաշտպանվի տվյալների փոխանցումը ԱՍՑ-ով: Որոշ տարածված մեթոդներ ներառում են FEC, ARQ ադապտիվ մոդուլյացիան և կողավորումը (AMC) և ուղու հաշվառմամբ ռեսուրսների բաշխումը: Մինչ ավանդական մեթոդները հիմնականում կենտրոնանում են ուղիների աղավաղման վրա և կախված չեն տեսանյութի կողավորման գործընթացից, սխալների նկատմամբ կայունության ավելի զարգացած մեթոդները դիտարկում են տվյալների միջանցիկ աղավաղումը որպես օժանդակ ինֆորմացիա կողավորման և/կամ փոխանցման վերաբերյալ որոշում կայացնելու համար, ինչպես օրինակ JSCC մեթոդը, խաչաձև մակարդակային հսկումը և բազմակի նկարագրության կողավորումը: Վիդեո կոդեկի H.263 և MPEG-4 ստանդարտներում սխալների հանդեպ կայունության բազմաթիվ տեխնոլոգիաներ են ընդունվել:

<sup>6</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Set\\_partitioning\\_in\\_hierarchical\\_trees#General\\_description](https://en.wikipedia.org/wiki/Set_partitioning_in_hierarchical_trees#General_description)

JSCC մեթոդը որոշում է կոդավորման պարամետրերը՝ գնահատելով տեսանյութի միջանցիկ աղավաղումը: Տեսանյութի փաթեթային փոխանցումը անլար ցանցերով, տեսանյութի սեղմումը և փաթեթների կորուստը տվյալների աղավաղման երկու գլխավոր պատճառներն են, որոնք դիտվում են ընդունիչի կողմից: Ցույց է տրվել, որ փաթեթի կորստի մասին ինֆորմացիայի ընդգրկումը միջանցիկ աղավաղման գնահատման գործընթացում հանդիսանում է արդյունավետ միջոց կոդավորման էֆեկտիվությունը բարձրացնելու համար: Գոյություն ունի, ըստ պիկսելի օպտիմալ գնահատման, ռեկուրսիվ մեթոդը (ROPE) կոդավորման ռեժիմի որոշման համար բլոկային կոդավորման պրոցեսում: Այս վիճակագրական մոդելը ցույց է տվել կոդավորման լուծումները կարգավորելու նոր ձև՝ համաձայն սկզբնական կոդի և ուղու աղավաղման: Գոյություն ունի մեկ այլ JSCC մեթոդ, որը ընդունում է պատահական ներթարմացումը սխալների հանդեպ կայունության համար: Սկզբնական կոդի աղավաղումը մոդելավորվել է որպես թարմացման արագության ֆունկցիա մակրոբլոկի (MB) ներսում, մինչդեռ ուղու աղավաղումը հաշվարկվել է ռեկուրսիվ կերպով: Այս մեթոդը հաշվի էր առնում նաև ուղու կոդավորման արագությունը և FEC-ը արագության աղավաղման (rate-distortion, RD) մոդելում: Ուղու հաշվառմամբ WSN մեթոդների ավելի զարգացած տեսակները, որոնք համարվում են էֆեկտիվ փաթեթներ կորստի տեսակետից, իրականացվում են խաչաձև մակարդային հսկման միջոցով: Թե՛ աղբյուրի կոդավորման պարամետրերը, թե՛ փոխանցման պարամետրերը կորդինացվում են խաչաձև մակարդակային հսկիչի կողմից՝ միջանցիկ օպտիմալ արդյունավետության հասնելու համար: Խաչաձև մակարդակային հսկման մեխանիզմի վերաբերյալ ավելի մանրամասն կներկայացվի IV-E բաժիններում: Այս մեթոդները կարող են կառուցվել ժամանակակից ցանցային գրանցումների հիման վրա, որոնք ապահովում են տեսանյութի հոսքը, ինչպիսիք են՝ TCP <sup>7</sup>(Transmission Control Protocol), UDP <sup>8</sup>(User Datagram Protocol), RTP <sup>9</sup>(Real-time Transport Protocol) / RTCP (RTP control protocol) և RSVP (Resource ReSerVation Protocol<sup>10</sup>).

<sup>7</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Transmission\\_Control\\_Protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol)

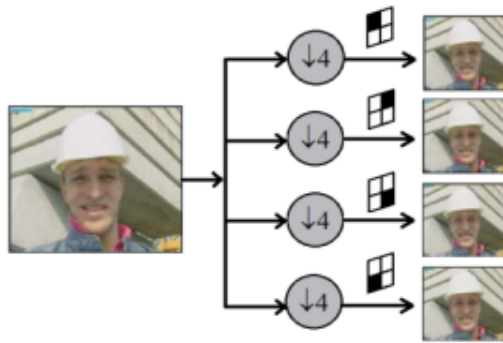
<sup>8</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/User\\_Datagram\\_Protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol)

<sup>9</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Real-time\\_Transport\\_Protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_Transport_Protocol)

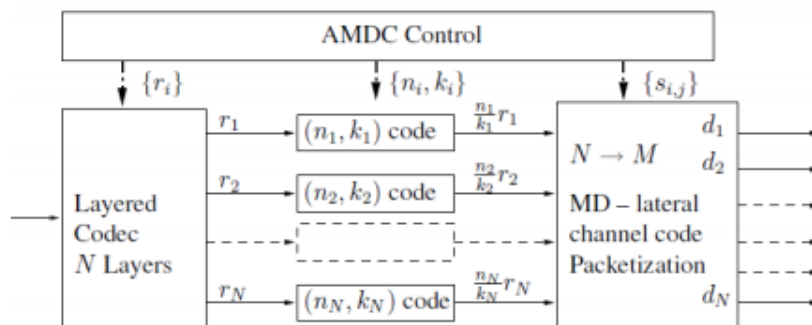
<sup>10</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Resource\\_Reservation\\_Protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/Resource_Reservation_Protocol)

Սխալների հանդեպ կայունության մեկ այլ դասի մեթոդ, որը սերտորեն կապված է տեսանյութի կոդավորման պրոցեսի հետ, բազմակի նկարագրության կոդավորումն է (MDC): (MDC)-ի հիմնական հայեցակարգը մի քանի անկախ նկարագրությունների ստեղծումն է, որոնք նպաստում են նախնական ազդանշանի մեկ կամ ավելի բնութագրերին՝ տարածական կամ ժամանակային թողունակություն, ազդանշան-աղմուկ հարաբերակցություն (SNR) կամ հաճախականային բովանդակություն: Տեսանյութի կոդավորման համար ենթաբաժանումը սովորաբար կատարվում է տարածական տիրույթում կամ ժամանակային տիրույթում, ինչպիսին է կենտ և զույգ համարակալված կադրերի բաժանումը, շախմատի տախտակի տարածական MB տարրալուծումը [42] և տարածաժամանակային շերտավոր հաջորդականությունը: Նկարագրությունները կարող են ձևավորվել այնպես, որ յուրաքանչյուր նկարագրություն հավասարապես կարևոր լինի վերակառուցված բովանդակության համար: Չորս բալանսավորված նկարագրությունների կառուցման օրինակը, օգտագործելով տարածական դեպի ներքև ընտրությունը զույգ/կենտ տողերի և սյունակների տարանջատման համար, ցույց է տրված նկար 1.12ա-ում: Նկարագրությունը կարող է նաև կառուցվել անհավասար կարևորությամբ կամ UEP-ով; Ասինխրոն MDC (AMDC) սխեման, որը օգտագործել է բազմաշերտ կոդավորում՝ համասեռ ցանցում տարբեր տիրույթներով և կորուստների բնութագրերով մի քանի հասանելի ուղիների համար չբալանսավորված նկարագրություն ստեղծելու նպատակով: Տվյալների նկարագրման օպտիմալ երկարությունը և FEC կոդի արագությունը յուրաքանչյուր ուղու դեպքում որոշվել է AMDC հսկիչի կողմից, ինչպես ցույց է տրված նկար 1.12բ-ում:

MDC-ն համարվում է արդյունավետ միջոց՝ փաթեթների պոռթկումային կորուստների դեմ պայքարելու համար: Նրա դիմացկունությունը կայանում է նրանում, որ անհավանական է, որ նկարի նույն մասին համապատասխանող նկարագրությունների ամբողջ կոմպլեքսի մասերից բոլորը փչանան փոխանցման ժամանակ: Յուրաքանչյուր նկարագրություն կարող է վերծանվել անկախաբար, և տեսանելիության որակը կատարելագործվում է, երբ ստացվում են ավելի շատ նկարագրություններ:



(a)



(b)

**Նկար 1.12.** Բալանսավորված և չբալանսավորված MDC. ա) Տարածական նվազեցումը, բ) Չբալանսավորված նկարագրությունները:

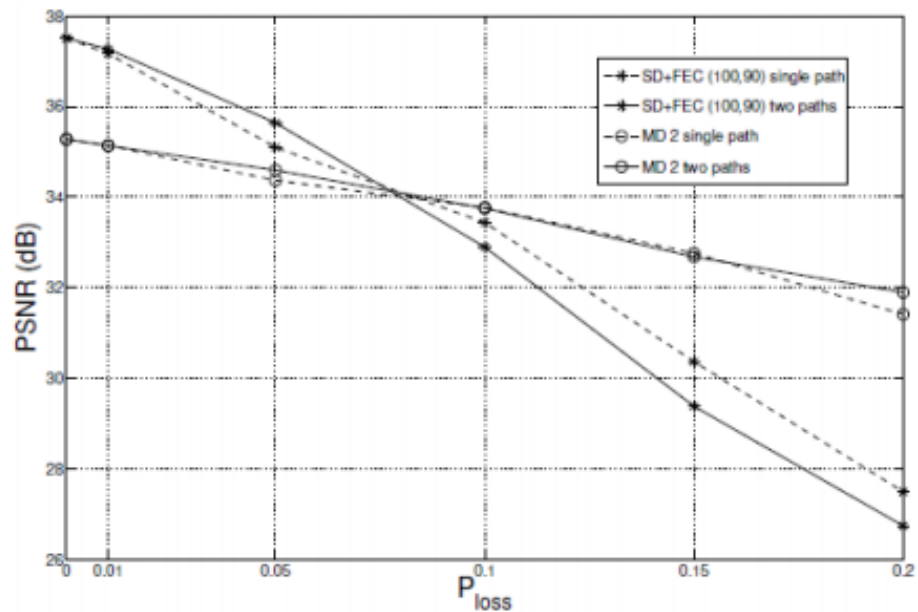
MDC-ի սեղմման արդյունավետության վրա ազդում է յուրաքանչյուր նկարագրության մեջ ավելորդությունների կրճատումը: Ավելցուկ մասերը մեծապես անտեսվում են, երբ բարդ ուղիների կոդավորման սխեմաները կամ բարդ հաղորդակցման գրանցումները պետք է կիրառվեն բարձր PLR-ի առկայությամբ: MDC կոդավորման երկու նկարագրությունների արդյունավետության համեմատությունը՝ MD2 կոդավորումը և միանգամյա նկարագրության կոդավորումը Reed-Solomon code (SD+FEC) տվյալների նույն արագության դեպքում (*Foreman, CIF, 30 fps, 850 kbps*) ցույց է տրված նկար 1.13-ում:

Երբ միջին պռոթկումային երկարությունը փոքր է և PLR-ը բարձր է, MDC սխեմաները ավելի լավ են աշխատում, քան FEC սխեմաները:

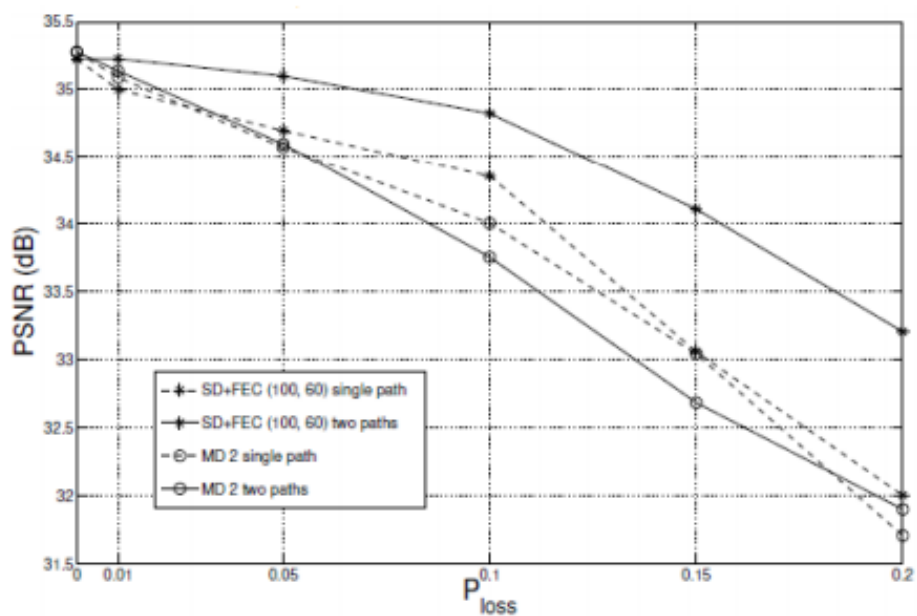
Շատ առավելությունների շնորհիվ MDC-ն հաջողությամբ կիրառվում է կոդավորման զարգացած հայեցակարգերում՝ ներառյալ տեսանյութի մասշտաբավորված կոդավորումը (SVC) և տեսանյութի բաշխված կոդավորումը (DVC): Կոդավորման այս



մեթոդները կարող են մեծացնել անլար տեսահսկման համակարգերի հարմարվողականությունը, հատկապես երբ բազմակի տեսախցիկներ արձանագրում են միաժամանակ և ուղու հնարավորությունը խիստ սահմանափակ է:



(a)



(b)

**Նկար 1.13.** MDC-ի և (SD+FEC) –ի համեմատությունը. ա) միջին պոռթկումային երկարությունը D 10 փաթեթներ. բ) միջին պոռթկումային երկարությունը D 20 փաթեթներ:

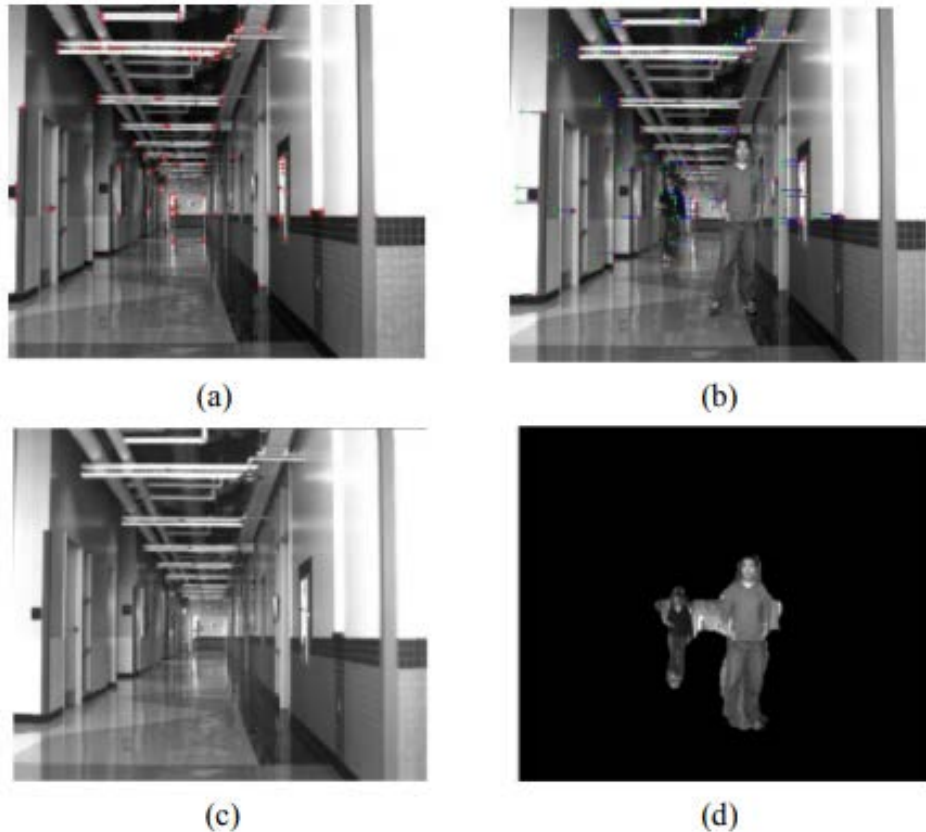
**V. Տեսանյութի վերլուծությունը:** Կորստաբեր ուղիով փոխանցվելուց հետո տեսանյութի տվյալները վերականգնվում են ստացողի կողմից հսկման և հետագա վերլուծության համար: Ժամանակակից տեսահսկման համակարգերում երկու լայնորեն ուսումնասիրված կիրառություններն են օբյեկտի հայտնաբերումը և օբյեկտին հետևելը: Մշակվել են բազմաթիվ մեթոդներ՝ դրնաց հետ կապված տեսանելիության խնդիրների լուծման համար: Օրինակ՝ ֆիքսված տեսախցիկների դեպքում օբյեկտի հայտնաբերումը օգտագործում է անշարժ ֆոնը: Տարածված մեթոդ է ֆոնի վերացումը Գաուսյան խառնուրդի մոդելով [32]: Այս արագ սովորելու պրոցեսը մոդելավորում է պիկսելի տարբեր պայմաններ տարբեր դիրքերի դեպքում որպես Գաուսյան բաշխումների խառնուրդ: Գաուսյան յուրաքանչյուր մոդելի կշռի միջին և փոփոխական արժեքները կարող են առցանց թարմացվել, և այն պիկսելները, որոնք չեն համապատասխանում որևէ ֆոնային մոդելի, արագ հայտնաբերվում են: Ադապտիվ սովորելու հատկությունը այս մեթոդը դարձնում է հարմար իրական ժամակաի կիրառությունների համար [34], [35]: Հայտնաբերման այլ մեթոդները ներառում են տեղանքի սեգմենտացիայի վրա հիմնված գրաֆիկական հատումը, եզրերի հայտնաբերման վրա հիմնված փոփոխության մակարդակի համալիրը և սեղմման զգայնությունը:

Ակտիվ տեսախցիկներով, օրինակ PTZ տեսախցիկներով հայտնաբերման մեթոդը պետք է հաշվի առնի փոփոխվող ֆոնը գրանցվող տեսանյութում: Բնութագրական կետերի համեմատման ալգորիթմը լայնորեն ուսումնասիրվել է օբյեկտի հուսալի հայտնաբերման և հետևելու համար՝ ներառյալ հատկությունների մասշտաբային անփոփոխ ձևափոխությունները և միջուկի ֆիլտրման ալգորիթմը: Կետերի համեմատման այս մեթոդների իրականացումը թանկ է և, հետևաբար, հարմար չէ իրական ժամանակի կիրառությունների համար: RANSAC<sup>11</sup> (RAN-dom SAmple Consensus) ալգորիթմը հաճախ կիրառվում է կետերի համեմատության պրոցեսի արագ իրականացման համար: Տեսաօբյեկտի հայտնաբերման սխեմայում, շարժվող թիրախը հայտնաբերվում է homography-RANSAC<sup>12</sup> ալգորիթմով սինթեզված ֆոնային պատկերը հանելով, որը հիմնված է PTU տեսախցիկի շարժման

<sup>11</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Random\\_sample\\_consensus](https://en.wikipedia.org/wiki/Random_sample_consensus)

<sup>12</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Homography\\_\(computer\\_vision\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Homography_(computer_vision))

առանձնահատկության վրա: Օբյեկտի հայտնաբերմա պրոցեսը պատկերված է նկար 1.14-ում:



**Նկար 1.14.** Օբյեկտի հայտնաբերման պրոցես: ա) բնութագրիչ կետի հայտնաբերումը նախօրոք բռնված ֆոնային պատկերի վրա բ) բնութագրիչ կետի համապատասխանությունը գրանցված պատկերին homography-RANSAC -ով; գ) ֆոնայինն սինթեզ, օգտագործելով գնահատված հոմոգրաֆիան; դ) օբյեկտի սեգմենտացիան ֆոնի վերացումով հաստատված մակարդակի կոնտուրով:

Դինամիկ տեսարանի դեպքում շարժման հայտնաբերման մեկ այլ հայտնի մեթոդ է օպտիկական հոսքը: Հաջորդական կադրերի միջև աֆինային ձևափոխությունը գնահատվում է այնպես, որ առանձնանում է ձևափոխմանը չհամապատասխանող տարածքը: Իրական ժամանակում օպտիկական հոսքի հաշվարկը ներկայացվել է [45]-ում: [46]-ում անհամապատասխանության մասին ինֆորմացիան միացվել է օպտիկական հոսքին՝ բինոկուլյար տեսքի օբյեկտները հսկելու համար: Դինամիկական օբյեկտներին հետևելու այլ տարածված մեթոդներ են

Lucas-Kanade-Tomasi tracker<sup>13</sup>, Mean Shift<sup>14</sup> [38], Level set contour<sup>15</sup>-ը և այլ մեթոդները, որոնք միավորում են տեսատվյալների մի քանի հատկություններ: Բազմատեսարան օբյեկտի հայտնաբերման /հսկման դեպքում, տարբեր ռակուրսներով օբյեկտի համապատասխանության խնդիրը քննարկվել է [31]-ում: Օբյեկտի հայտնաբերման արդյունքի վրա հիմնված տեսախցիկի կառավարման ալգորիթմը նույնպես ճշգրտորեն ուսումնասիրվել է ակտիվ տեսախցիկներով հսկման համար [36]:

Տեսողական այլ տեխնոլոգիաներ, ինչպիսիք են գերթողունակությունը, տեսքերի սինթեզը և 3D մոդելի վերակառուցումը, կարող են հավանաբար կիրառվել տեսանյութի հսկման համակարգում: Այնուամենայնիվ, այս տեխնոլոգիաների մեծ մասը հիմնված է կա՛մ չաղավաղված տեսատվյալների վրա, կա՛մ կախված չեն հաղորդիչում սխալների հսկման պրոցեդուրայից: Տեսանյութի սեղմման ազդեցությունը RD-ի գործողության վրա դիտարկվել է մի քանի տեսողական կիրառություններում՝ հաղորդիչների վրա՝ աղբյուրի օպտիմալ կողավորման որոշումների կայացման համար, ներառյալ տեսքի սինթեզը, օբյեկտին հետևելը և գերթողունակությունը: Որոշ JSCC սխեմաներ մտցվել են կողավորման կառուցվածքի մեջ ռեսուրսների օպտիմալ բաշխման համար՝ հիմնված միջանցիկ աղավաղման գնահատման վրա [41]: Ուղու աղավաղման մոդելը ավելի բարդ կիրառությունների համար մնում է հետազոտության դժվար թեմա:

**VI. Այլ հարցեր:** Տվյալների անվտանգությունը կարևոր հարց է գաղտնի հաղորդակցություններում սենսորային ցանցերում: Տեսատվյալների համար, ծածկագրումը կարող է կատարվել սեղմված բիտհոսքի հիման վրա՝ լավ մշակված ծածկագրման ալգորիթմներով, ինչպիսիք են ներկառուցված նույնականացումը և AES (Advanced Encryption Standard) ծածկագրումը՝ սահմանված IEEE 802.16/WiMax ստանդարտում: Մեծ քանակությամբ տեսատվյալների համար, անվտանգության պաշտպանության համար հատկացված ռեսուրսը պետք է հավասարակշռվի սխալի

<sup>13</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Kanade%E2%80%93Tomasi\\_feature\\_tracker](https://en.wikipedia.org/wiki/Kanade%E2%80%93Tomasi_feature_tracker)

<sup>14</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Mean\\_shift](https://en.wikipedia.org/wiki/Mean_shift)

<sup>15</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Level\\_set](https://en.wikipedia.org/wiki/Level_set)

կառավարման գործողությունների հետ, որն օժանդակվում է հաղորդակցման անլար համակարգով՝ ապահովելու համար օպտիմալ միջանցիկ գաղտնիությունը:

Ծածկագրումը կարող է նաև կատարվել կոդավորման պրոցեսում՝ օգտագործելով տեսանյութի ծածկագրման մեթոդը, առանց սխալների հանդեպ կայունության վրա բացասական ազդեցության: Ավելին, պարզվել է, որ տեսանյութի ջրանշումը արդյունավետ միջոց է WSN-ներում տվյալների պաշտպանության և նույնականացման համար: Անվտանգության այս միջոցները հաճախ ուղեկցվում են կոդավորման արդյունավետության նվազմամբ և սխալների քողարկման ավելի առաջավոր մեթոդների պահանջով՝ վնասված տեսանյութի վերականգնման համար:

Գաղտնիությունը մեկ այլ խնդիր է, որը ավելի ու ավելի մեծ ուշադրություն է գրավում տեսահսկման համակարգերում: Սրա հետ կապված հիմնական խնդիրն այն է, որ տեսանյութի որոշ նյութեր, ինչպիսիք են մարդկանց անձնական տվյալները, պատշաճ կամ օրինական չէ ուղղակիորեն ցույց տալ լսարանին: Այս հարցին վերաբերող ներկայիս մեթոդները հիմնված են օբյեկտի հայտնաբերման մեթոդների վրա, հատկապես դեմքի ճանաչման մեթոդի: Բովանդակային կոդավորման մեթոդը օգտագործել է JPEG XR (JPEG extended range) կոդեկի տարածական մասշտաբավորման հատկությունները՝ դեմքը ծածկելու համար: Դեմքի հատվածները հայտնաբերվել և ծածկագրվել են ձևափոխման տիրույթում: Ձևի կոդավորման մեկ այլ սխեմայում օբյեկտի տարածքը ծածկագրվել է անկախաբար՝ SPIHT-ի հիման վրա կատարվող կոդավորման պրոցեսում, կոդավորման ավելի մեծ արդյունավետությամբ՝ համեմատած MPEG-4-ում կատարվող contour based բլոկային կոդավորման հետ: Գաղտնիության միջոցների իրականացումը իրական ժամանակում տեսահսկողության կիրառության մեջ կարող է լինել շատ դժվար, քանի որ զգայուն նյութի նույնականացման կամ անսովոր իրադարձության հայտնաբերման նախադրյալը ինքնին բարդ խնդիր է:

**Եզրակացություն.** Անլար տեսահսկումը շատ տարածված է տեսահաղորդակցության տարբեր կիրառություններում: IMS-ի ուսումնասիրությունը կանխատեսել է, որ տեսահսկման կիրառություններում օգտագործվող անլար ենթակառուցվածքային

սարքերի համաշխարհային շուկան 2011-2016թ. ընկած ժամանակահատվածում կրկնապատկվի: Ենթավերնագրում ներկայացված է այն տեխնոլոգիաների հետազոտությունը, որոնք նվիրված են տեսահսկման համակարգի տարբեր ֆունկցիոնալ մոդելներին: Համակարգի համապարփակ նախագծման համար պահանջվում է բազմաճյուղ ուսումնասիրություն, որպեսզի տարբեր մոդուլները հավասար ընդգրկվեն համակարգային մակարդակի ռեսուրսների բաշխման օպտիմալ շրջանակում: Մինչ WSN առաջավոր ինֆրակառուցվածքը ապահովում է տեսահսկման համակարգերի աշխատանքը, առաջանում են նոր խնդիրներ մեծ ծավալի տեսանյութի սեղմման և փոխանցման համար իրական ժամանակի և շարժական սարքերի էներգիայի խնայողության պահանջների առկայությամբ: Մեկ այլ ուղղություն է այդ բնագավառում 3D ազդանշանների մշակման տեխնոլոգիան ավելի առաջադեմ բազմատեսարան տեսահսկման համակարգերում: Անլար հաղորդակցական միջավայրը մեծ դժվարություններ է առաջացնում այս տեսակի կիրառությունների համար: Ընդունիչ կետում աղավաղման գնահատումը առաջադրված վիզուալ խնդրի լուծման համար՝ օգտագործելով տեսատվյալների սեղմումը և քողարկումը, կարևոր խնդիր է համակարգի աշխատանքի համար:

## 1.4. Ամփոփում

Այսպիսով՝ առաջին գլխում դիտարկեցինք վերջին տարիներին կատարված աշխատանքները օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և համալիր տեսահսկման համակարգերի համար: Չնայած նարագրված մեթոդների բոլոր առավելություններին՝ կան նաև թերություններ և չլուծված խնդիրներ: Ատենախոսական աշխատանքի նպատակն է մշակել օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և տեղորոշման արդյունավետ, արագագործ և անսխալ աշխատող համալիր համակարգ: Համակարգի արագագործությունը և արդյունավետ աշխատանքը ապահովելու համար հարկավոր է մշակել այնպիսի մեթոդներ, որոնք կտան այդ խնդիրների լուծումները: Հետևյալ բոլոր խնդիրների լուծումը առաջարկվում է 2-րդ գլխում:

**Հայտնաբերման ալգորիթմի արագագործությունը տեսադաշտում բազում օբյեկտների առկայության դեպքում:** Խնդիրներից մեկը ալգորիթմի արագագործությունն է բազում օբյեկտների դեպքում: Ալգորիթմը օբյեկտներին հայտնաբերելու նպատակով անցնում է բոլոր պիքսելների վրայով՝ դիտարկելով պիքելային փոփոխությունները, այս դեպքում անլգորիթմի բարդությունը  $C_1 = NM + znm$  էր (1.2), որտեղ որտեղ  $N \times M$  պատկերի չափերն են,  $z$ -ը ֆոնում առկա օբյեկտների քանակն է, իսկ  $n \times m$ -ը՝ նմուշի:

Ատենախոսական աշխատանքում իրականացվող խնդրի լուծման համար նշված ալգորիթմի արագությունը բավարար չէ և հարկավոր է մշակել պատկերների ավելի արագ համեմատման մեթոդ, ընդ որում ապահովելով հայտնաբերման աշխատանքի մեծ ճշտություն:

**Կեղծ թիրախների առկայությունը տեսադաշտում:** Նկարագրված մեթոդի 2-րդ խնդիրը կեղծ թիրախների առկայությունն է տեսադաշտում (ետին պլանում):

Քանի որ հայտնաբերման մեթոդը մասն է գալիս կադրերի միջև փոփոխություն, ապա ֆոնում(ետին պլանում) առկա ծառերը, ամպերը, խոտը, բնական կլիմայական պայմաններում գտնվելով շարժման մեջ, կառաջացնեն կադրերի միջև պիքելային փոփոխություններ, որը 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:

Նկարագրված մեթոդը հաշվի չի առնում ֆոնում(ետին պլանում) կեղծ թիրախների առկայությունը, որը կհանգեցնի հայտնաբերման սխալ արդյունքի և ալգորիթմի ավելորդ ժամանակի ծախսի:

**Լույսի ինտենսիվության փոփոխությունը բաց տարածության մեջ:** Դրսում՝ բաց տարածության մեջ, տեսահսկում իրագործելիս հանարավոր են լույսի ինտենսիվության կտրուկ փոփոխություններ, որոնք կհանգեցնեն պատկերում պիքսելային արժեքների (R, G, B) փոփոխության՝ արդյունքում բարդացնելով կամ անհնար դարձնելով թիրախի որոնման գործընթացը: Նկարագրված մեթոդը հիմնվելով սահմանված շեմային գործակցի վրա, կարող է ճիշտ աշխատել միայն փոքր լույսի ինտենսիվության փոփոխության դեպքում: Այսպիսով՝ հարկավոր է լավարկել այդ մեթոդը կամ մշակել նորը:

**Թաքնված օբյեկտների հայտնաբերումը:** Օբյեկտների քողարկումը մեծ նշանակություն ունի ռազմական ոլորտում: Քողարկված օբյեկտներին աչքով տարբերակելը բարդ է: Տեսահսկման ժամանակ այդպիսի օբյեկտները պատկերում կլինեն թաքնված:

Հարկավոր է մշակել այնպիսի հայտնաբերման մեթոդը, որը կաշխատի մեծ ճշտությամբ և պատկերում կհայտնաբերի անգամ այն թաքնված օբյեկտները, որոնք ունեն մեծ գունային նմանություն ֆոնային պատկերին, որոնք մարդու աչքին հասանելի չեն:

**Ճանաչման ալգորիթմի ժամանակի ծախսը տեսադաշտում բազում նույնատիպ օբյեկտների առկայության դեպքում:** Նկարագրված ճանաչման մեթոդների մեծ մասի կիրառությունը օգտակար կլինի մեկ կամ մի քանի օբյեկտի հայտնաբերման դեպքում: Սակայն տեսադաշտում բազում օբյեկտներ ունենալու դեպքում, կիրառելով նկարագրված ճանաչման մեթոդներից ցանկացածը, կծախսենք բավականաչափ շատ ժամանակ, որը անթույլատրելի կլինի այնպիսի համակարգերում, որտեղ հարկավոր է կիրառել օպերատիվ տեսահսկում, և անգամ վայրկյանների տարբերությունը մեծ կարևորություն ունի:



Նկարագրված մեթոդները հանդիսանում են ինչպես ճանաչման, այնպես էլ հայտնաբերման մեթոդներ: Քանի որ հիմնական գործողությունը պատկերի որոշակի հատվածի համապատասխանեցումն է նմուշային օբյեկտի հետ, որն էլ իրենից ներկայացնում է նմուշային օբյեկտի հայտնաբերումը պատկերում: Կոչվում է նաև ճանաչման մեթոդ քանի որ նմուշը նախօրոք սահմանված է օգտատիրոջ կողմից: Ընտրելով նկարագրված մեթոդներից ամենարագը՝ (մեկ օբյեկտի հայտնաբերման և ճանաչման արագությունը նշանակենք  $S$ -ով) կկիրառենք պատկերում առկա՝ դիտարկման համար անհրաժեշտ, մի քանի օբյեկտների համար, ապա  $n$  օբյեկտի դեպքում կծախսենք  $S \times n$  ժամանակ: Բանաձևից երևում է, որ ինչքան մեծ լինի  $n$ -ը, այնքան կդանդաղի ընդհանուր ճանաչման գործընթացը: Ատենախոսական աշխատանքի նպատակն է մշակել այնպիսի մեթոդ, որը տեսադաշտում կհայտնաբերի և կճանաչի օբյեկտները՝ անկախ նրանց թվից: Ալգորիթմի արագությունը պետք է լինի կայուն՝ անկախ օբյեկտների քանակից:

**Համակարգի աշխատանքի արագագործությունը տեսադաշտում տարատեսակ օբյեկտների առկայության դեպքում: Անհայտ օբյեկտների հայտնաբերման խնդիրը:** Նկարագրված բոլոր մեթոդների համար օբյեկտի տեսակը սահմանվում է նախօրոք, այսպիսով՝ տեսահսկման համկարգը սպասում է կոնկրետ օբյեկտի հայտնաբերմանը պատկերում՝ այնուհետև օգտատիրոջը հայտնելով գտնված օբյեկտի տարատեսակը:

Շատ դեպքերում անկնկալվող օբյեկտների տարատեսակների քանակը, որոնք կարող են հայտնվել տեսահսկվող տարածքում, կարող է լինել 10 և ավել: Հետևաբար, բոլոր օբյեկտները ճանաչելու համար պետք է մշակվեն բոլոր օբյեկտների տեսակներին համապատասխանող նմուշները:

Տեսահսկման ընթացքում տեսադաշտում մեծամասամբ հնարավոր է միժամանակ տեսնել սահմանված նմուշներին համապատասխանող օբյեկտներից մի քանիսը բայց ոչ բոլորը: Նկարագրված մեթոդներից յուրաքանչյուրի կիրառման դեպքում համկարգը յուրաքանչյուր օբյեկտի համար կիրականացնի բոլոր նմուշների համապատասխանեցման տեխնիկան: Ալգորիթմի բարդությունը հետևյալն է  $C = \sum_{i=1}^z NMn_i m_i$ ,  $i = \overline{1, z}$  (1.3), որտեղ  $z$ -ը նմուշների ընդհանուր քանակն է,  $N \times M$ -ը՝

պատկերի չափերը, իսկ  $n_i \times m_i$ -ը՝ նմուշի չափերը: Այս դեպքում ժամանակի ծախսը բավականին մեծ է, և ակնհայտ է դառնում, որ այն հանդիսանում է խնդիր բազմաքանակ նմուշներով հայտնաբերման գործում:

Որպեսզի խուսափենք նմանատիպ մեծ ժամանակի ծախսից, հարկավոր է մշակել հայտնաբերման և ճանաչման այնպիսի համախումբ համակարգ, որը կախված չի լինի  $t$ -ից: Հարկավոր է պատկերում հայտնաբերել օբյեկտները՝ նախապես չսահմանելով նմուշը, համարելով դիտարկվող օբյեկտներին անհայտ: Այսպիսով՝ հարկավոր է մշակել անհայտ օբյեկտների հայտնաբերման մեթոդ: Արդեն հայտնաբերված օբյեկտները նմուշի հետ համեմատվիս ժամանակի ծախսը զգալիորեն կնվազեցվի:

Այսպիսով՝ հայտնաբերման և ճանաչման այդպիսի համախումբ համակարգ կլուծի նշված խնդիրը, քանի որ ատենախոսական աշխատանքը նպատակաուղղված է կիրառվելու այնպիսի տեսահսկման տարածքներում, որտեղ օբյեկտների տարատեսակները կարող են լինել 10 և ավել:

**Տեղորոշումը տեսախցիկի միջոցով:** Ինչպես նկարագրված էր տեսահսկման համակարգերի հետազոտության մեջ, տեղորոշում իրականացվում էր երկու և ավել տեսախցիկներով օբյեկտի 3D մոդելը կառուցելուց հետո: Վերջինիս համար օգտագործվում էր PTU/PTZ տեսակի տեսախցիկներ, որոնք թանկ են և էներգատար: Օբյեկտների ճանաչման գործընթացը իրագործելու շնորհիվ պարզում ենք օբյեկտի տեսակը: Հաշվի առնելով այդ փաստը՝ հարկավոր է մշակել այնպիսի տեղորոշման մեթոդ, որը կիրառործվի մեկ տեսախցիկի միջոցով և կլինի տեսախցիկի տեսակից անկախ: Այս կերպ կախում չենք ունենա հատուկ տեսակի տեսախցիկներից և կխուսափենք համեմատաբար մեծ էլեկտրատեղափայլի ծախսից, որը կբերի ֆինանսական ծախսերի խնայմանը: Այն կարևոր է լայնամաշտաբ օգտագործման համար և կբավարարի ատենախոսական աշխատանքի պայմաններին:

**Օբյեկտների արտապատկերումը մի հաթակում՝ քարտեզներում:** Մեծ տարածքում տարբեր տեսահսկման համակարգերի կամ առանձին տեսախցիկների կողմից իրականացվող 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 փոխկապակցվածությունը:

Անհրաժեշտություն է առաջանում համախմբել բոլոր տեսախցիկների հայտնաբերած օբյեկտները մի համակարգում, որպեսզի հանարավորություն ունենալ դիտարկելու նրանց դիրքը միմյանց նկատմամբ, անալիզի ենթարկել և կատարել հաշվարկներ համախումբ համակարգում:

## **2. ՕՐՅԵԿՏՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ, ՃԱՆԱԶՄԱՆ ԵՎ ՏԵՂՈՐՈՇՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ**

Առաջին գլխում հետազոտության ենթարկվեցին վերջին տարիներին կատարված աշխատանքները՝ օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և համալիր տեսահսկման համակարգերի համար: Չնայած նարագրված մեթոդների բոլոր առավելություններին կատարված հետազոտության արդյունքում նկարագրվեցին մի շարք խնդիրներ: Խնդիրները հետևյալն են.

1. Ապահովել հայտնաբերման ալգորիթմի արագագործությունը՝ տեսադաշտում բազում օբյեկտների առկայության դեպքում :
2. Լուծել լույսի ինտենսիվության փոփոխություն խնդիրը բաց տարածության մեջ տեսահսկում իրագործելիս:
3. Ապահովել հայտնաբերման մեծ ճշտություն՝ ֆոնում թաքնված օբյեկտների հայտնաբերումը ապահովելու նպատակով:
4. Մշակել տեսադաշտից կեղծ թիրախների զատման մեթոդ:
5. Լուծել ճանաչման ալգորիթմի ժամանակային ծախսի խնդիրը՝ տեսադաշտում բազում նույնատիպ օբյեկտների առկայության դեպքում:
6. Ապահովել համակարգի աշխատանքի արագագործությունը տեսադաշտում տարատեսակ օբյեկտների առկայության դեպքում՝ օգտվելով անհայտ օբյեկտների հայտնաբերման սկզբունքից:
7. Մեծացնել համալիր համակարգի արագագործությունը՝ մշակել զուգահեռ հոսքերի(բազմահոսքության) սկզբունքով աշխատող ալգորիթմ:
8. Մշակել օբյեկտների տեղորոշման մեթոդ մեկ տեսախցիկի միջոցով:
9. Իրականացնել օբյեկտների արտապատկերում մի հաթակում՝ քարտեզում:

Ատենախոսական աշխատանքը նպատակաուղղված է մշակել օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և տեղորոշման համակարգ որում կտրվի նշված բոլոր խնդիրների լուծումը: Այս գլխում կքննարկենք այն բոլոր մշակված մեթոդները որոնք հարկավոր են նշված խնդիրների լուծման համար, ինչպես նաև նրանց ալգորիթմական իրականացումները:

## 2.1. Օբյեկտների հայտնաբերման մեթոդի մշակումը

### 2.1.1. Տեսաշարում՝ անհայտ և թաքնված օբյեկտների հայտնաբերումը

Առաջին գլխում դիտարկված տեսաշարում օբյեկտների շարժման հայտնաբերման ալգորիթմի բարդությունը  $C_1 = NM + z \cdot nm$  է, որտեղ  $z$ -ը ֆոնում առկա օբյեկտների քանակն է,  $N \times M$ -ը պատկերի չափերը, իսկ  $n \times m$ -ը՝ նմուշի:

Առաջարկվող մեթոդը հիմնված է պատկերների ֆոնային զատման մեթոդի վրա որն էլ իր հերթին աշխատում է կադրերի միջև բացարձակ շեղման տարբերության հաշվարկի միջոցով: Վերջինս իրագործում է պատկերների միջև XOR բիթային համեմատություն: Մշակված մեթոդը հայտնաբերում է թե՛ շարժվող, թե՛ անշարժ թաքնված օբյեկտները տեսաշարում [47]:

Մշակված մեթոդը հայտնաբերում է մեծ ճշտությամբ, հայտնաբերում է անգամ այն թաքնված օբյեկտները, որոնք ունեն մեծ գունային նմանություն ֆոնային պատկերին, որը մարդու աչքը ի վիճակի չի նկատել: Հայտնաբերելուց առաջ հարկավոր չէ սահմանել կամ նկարագրել փնտրվող օբյեկտը, մինչդեռ գոյություն ունեն օբյեկտների հայտնաբերման մի շարք համակարգեր, որոնց դեպքում նախապես սահմանում են փնտրվող օբյեկտը կամ օբյեկտները [8], [48, 49]: Իսկ մշակված մեթոդը չի սահմանափակում փնտրվող օբյեկտները ըստ տեսակի: Ալգորիթմը մշակված է հայտնաբերելու ցանկացած տեսակի և չափի օբյեկտ:

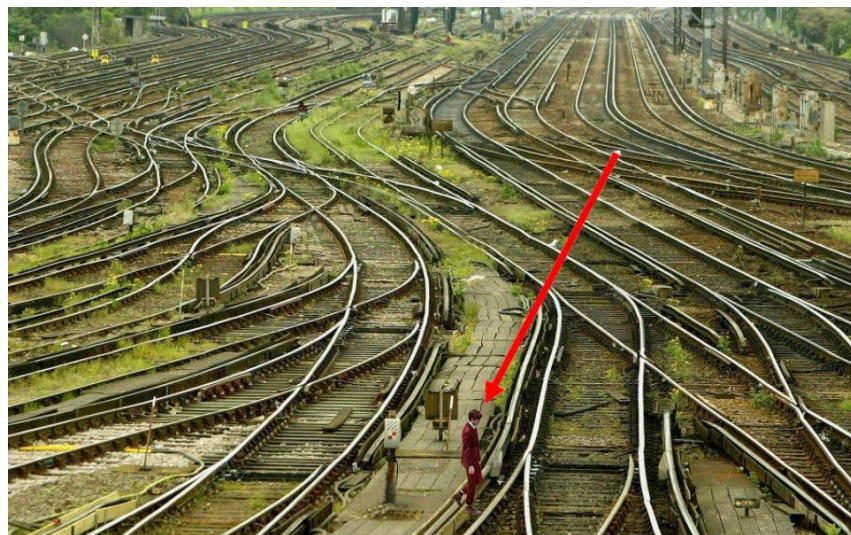
Այն հաշվարկված է այնպես, որ աշխատի եղանակային փոփոխությունների դեպքում ևս, ինչպես նաև օրվա ցանկացած ժամին՝ անկախ արևի պայծառությունից (որը բերում է լույսի ինտենսիվության շատացմանը կամ քսեցմանը պատկերում), այսպիսով՝ մեթոդը աշխատում է դինամիկորեն: Մեթոդի կիրառման համար մշակվել է համակարգ: Վերահսկելու նպատակով տեսախցիկը տեղադրում ենք այնպիսի տարածքում, որտեղ օբյեկտի ներթափանցումը խստիվ արգելված է և վտանգավոր, օրինակ՝ երկաթուղային հանգույցում: Տեսախցիկը տեղադրելուց, միացնելուց հետո անմիջապես սկսում է աշխատել ալգորիթմը ուղիղ ռեժիմով, նկարահանմանը զուգահեռ: Ալգորիթմը անմիջապես պահպանում է սկզբնական(առաջին) պատկերը:

Պատկերը պահպանվում է միայն մեկ անգամ՝ ալգորիթմը աշխատացնելու սկզբում (Նկար 2.1):



**Նկար 2.1.** Սկզբնական պատկերը:

Նկարահանման ընթացքում յուրաքանչյուր վայրկյան անց վերցվում է նոր պատկեր և համեմատվում սկզմնական պատկերի հետ: Ենթադրենք նկարահանումը սկսելուց 30 վայրկյանն անց երկաթուղային հանգույցում հայտնվել է օբյեկտ (Նկար 2.2):



**Նկար 2.2.** Օբյեկտի առկայությունը արգելված տարածքում:

Քանի որ այգորիթմը աշխատում է ուղիղ ռեժիմով նկարահանմանը զուգահեռ, այն կստանա նոր պատկերը, որում առկա է օբյեկտը և կկիրառի XOR բիթային

համենատարբեր սկզբնական պատկերի նկատմամբ: Հետևաբար, կատանանք Նկար 2.3-ում բերված արդյունքը, որը ցույց կտա օբյեկտի առկայությունը:

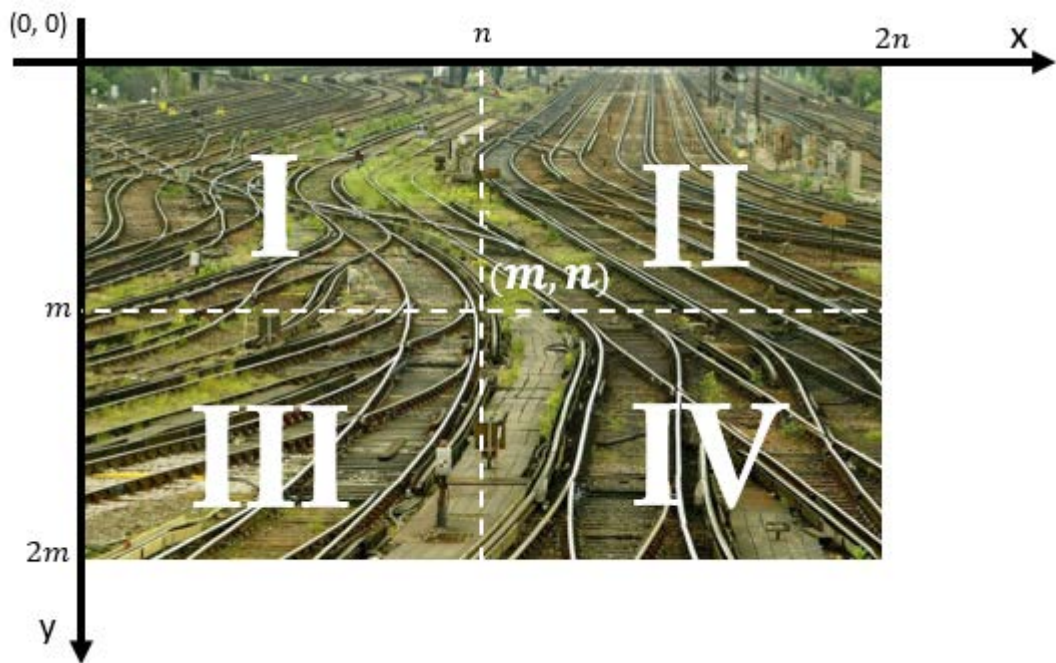


**Նկար 2.3.** XOR բիթային համենատարբեր արդյունքը:

Ինչպես գիտենք, բիթային XOR-ը կատարում է համենատարբերությունը երկու պիքսելների(բիթերի) միջև՝ արդյունքում վերադարձնելով 1, եթե երկու բիթերը տարբեր են, և 0, եթե դրանք նույնն են: Նկար 2.3-ում XOR բիթային համենատարբեր արդյունքում վերադարձված 1-ը արտահայտված է սպիտակ գույնով, իսկ 0-ն՝ սև:

Դիտարկենք այն դեպքը, երբ օբյեկտը հայտնվում է պատկերում նկարահանումը սկսելուց ոչ թե սկզբում, այլ երկար ժամանակ անց(օր. 4 ժամ անց), երբ պատկերում արևի պայծառության փոփոխության պատճառով բոլոր պիքսելների գունային արժեքները փոխված են: Այս դեպքում XOR բիթային համենատարբեր արդյունքում վերադարձվում է 0 բոլոր պիքսելների համար, և արդյունքը կստացվի լիովին սև պատկեր, օբյեկտը չի հայտնաբերվի: Այսպիսով՝ ցանկացած եղանակային փոփոխություն դեպքում մեթոդը չհայտնաբերելով օբյեկտը, չի ծառայի իր նպատակին: Այդ իսկ պատճառով մշակվել է հետևյալ մեթոդը, որը կաշխատի անկախ լույսի կամ եղանակային փոփոխություններից հիմնված XOR բիթային համենատարբեր վրա:

**Մշակված մեթոդի նկարագրությունը:** Օբյեկտը մեծ ճշտությամբ ճանաչելու նպատակով պատկերը բաժանում ենք 4 մասի, ինչպես պատկերված է Նկար 2.4-ում: Պատկերի չափերը նշանակենք  $N \times M$ -ով, իսկ մասերի չափերը՝  $n \times m$ -ով:



Նկար 2.4. Սկզբնական պատկերը բաժանված 4 մասի:

Պատկերը բաղկացած է պիքսելներից, որը կարելի է ներկայացնել որպես թվային մատրից [50]: Սկզբնական պատկերը նշ. լատինատառ A տառով: A-ն սկզբնական պատկերի թվային մատրիցն է, որի յուրաքանչյուր տարր իրենից ներկայացնում է 1 պիքսել՝ եռաչափ վեկտոր (բանաձև 2.1):

$$a_{i,j} = (r_{i,j}, g_{i,j}, b_{i,j}) \quad (2.1)$$

որտեղ  $i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$ .

$r, g, b \in (0, 255)$  և  $r, g, b$ -ին համապատասխանաբար կարմիր, կանաչ, կապույտ գույների ինտենսիվությունն է:

Քանի որ պատկերը տրոհել ենք 4 մասի, յուրաքանչյուր հատվածի համար կունենանք մեկ մատրից՝ համապատասխանաբար  $A^{(1)}, A^{(2)}, A^{(3)}, A^{(4)}$ :

Սկզբնական պատկերի յուրաքանչյուր՝ հատվածի համար հաշվարկում ենք 3 առանձին մեծություն՝ կարմիր, կանաչ և կապույտ գույների ինտենսիվության գործակիցները (օր.  $r_{amid}^{(1)}, g_{amid}^{(1)}, b_{amid}^{(1)}$ ): Յուր. գործակից որոշվում է տվյալ հատվածում բոլոր պիքսելների համապատասխան գույնի(օր. կարմիրի) թվային արժեքների միջին թվաբանականով (բանաձև 2.2-2.5): Այլ կերպ ասած գործակիցը ցույց է տալիս հատվածում գույնի միջին ինտենսիվությունը:



1-ին հատվածի համար բոլոր երեք գույների ինտենսիվության գործակիցները կստանանք բանաձև 2-ի միջոցով, 2-րդի համար՝ բանաձև 3-ի, 3-րդի համար՝ բանաձև 4-ի և 4-րդ հատվածի համար՝ բանաձև 5-ի միջոցով:

$$a_{mid}^{(1)} = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (2.2)$$

$$a_{mid}^{(2)} = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=n}^{2n} a_{ij} \quad (2.3)$$

$$a_{mid}^{(3)} = \frac{1}{mn} \sum_{i=m}^{2m} \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (2.4)$$

$$a_{mid}^{(4)} = \frac{1}{mn} \sum_{i=m}^{2m} \sum_{j=n}^{2n} a_{ij} \quad (2.5)$$

Պատկերի համար կախված տեղանքից և հնարավոր եղանակային փոփոխություններից՝ որոշվում է  $\sigma$  ընդհանուր շեմային գործակիցը տեսախցիկը առաջին անգամ տեղադրելիս:

Վիդեոնկարահանման ընթացքում մեկ վայրկյան պարբերությամբ վերցվում է ընթացիկ պատկերը: Ընթացիկ պատկերը կնշանակենք  $E$  տառով:  $E$  պատկերում հնարավոր է արևի պայծառության փոփոխության պատճառով բոլոր պիքսելների գունային արժեքները փոխված լինեն, այդ իսկ պատճառով փորձում ենք  $C$ -ում գունային ինտենսիվությունը հնարավորինս մոտեցնել  $A$  պատկերի գունային ինտենսիվությանը, որը հնարավորություն կտա կիրառել  $E$  և  $A$  պատկերների պիքսելային XOR համեմատությունը և որոշել՝ արդյոք պատկերում հայտնվել է օբյեկտ, թե ոչ (ստրեն նկարագրված է մեթոդը):

Վերը նկարագրված ալգորիթմը ախատեցվում է  $E$  պատկերի համար և հաշվարկվում են  $e_{mid}^{(1)}, e_{mid}^{(2)}, e_{mid}^{(3)}, e_{mid}^{(4)}$  գործակիցները (2.6): Այնուհետև հաշվարկում ենք ընթացիկ և սկզբնական պատկերների գունային արժեքների տարբերությունները յուրաքանչյուր հատվածի համար (2.7):

$$e_{mid}^{(k)} = (r_{s\ mid}^{(k)}, g_{s\ mid}^{(k)}, b_{s\ mid}^{(k)}), \quad k = \overline{1, 4} \quad (2.6)$$

$$d^{(k)} = e_{mid}^{(k)} - a_{mid}^{(k)} \quad (2.7)$$

$a^{(k)}$ -ն եռաչափ վեկտոր է (բանաձ 2.8):

$$a^{(k)} = (r_{diff}^{(k)}, g_{diff}^{(k)}, b_{diff}^{(k)}) \quad (2.8)$$

$r_{diff}^{(k)}$  -ը կարմիր գույնի միջին ինտենսիվության թվային արժեքների տարբերությունն է E և A պատկերների միջև: Այսպիսով՝  $a^{(k)}$ -ի վեկտորները ցույց են տալիս, թե ինչ արժեքով է ընթացիկ պատկերում գույնը փոխվել սկզբնականի համեմատ [51, 52]: Ընթացիկ պատկերում օբյեկտի հայտնաբերման ալգորիթմի բլոկսխեման բերված է ստորև (Նկար 2.5):

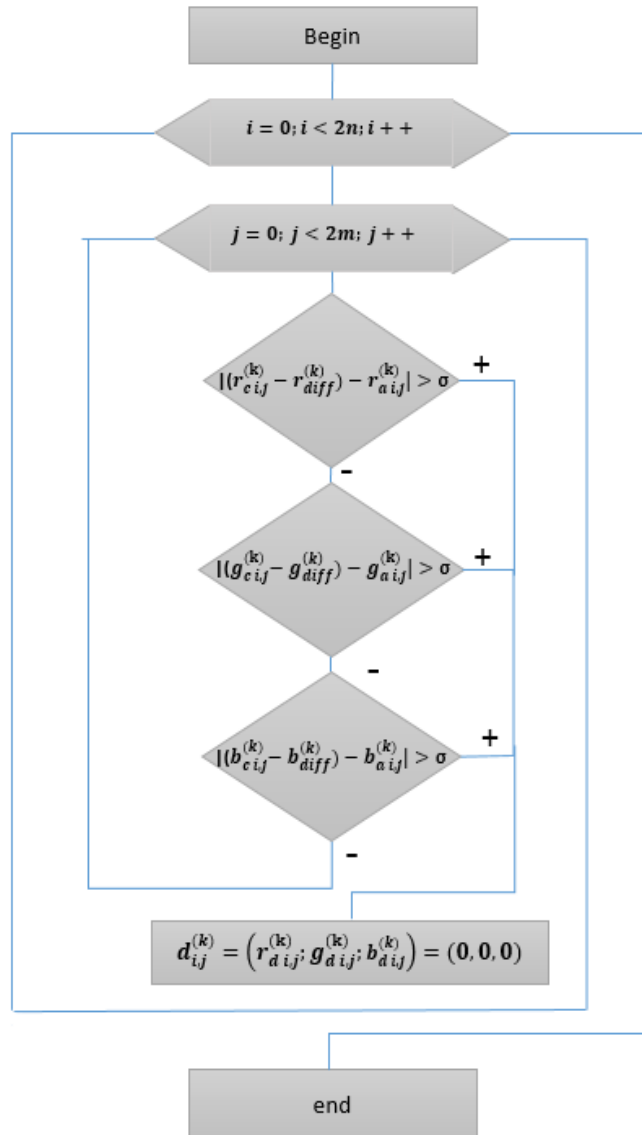
Վերցվում է 3-րդ պատկերը, որը սպիտակ է (Նշ. D տառով): Նոր հայտնված օբյեկտը կպատկերենք 3-րդ պատկերում սև գույնով: Ընթացիկ E պատկերի յուրաքանչյուր պիքելի արժեքից հանելով  $a^{(k)}$  տարբերության գործակիցը  $(e_{i,j}^{(k)} - a^{(k)})$ ՝ կստանանք  $E'$  պատկերը, որը գունային ինտենսիվությամբ շատ մոտ է A պատկերին:  $E'$ -ում յուրաքանչյուր պիքսել արժեքով շատ մոտ է համապատասխան պիքսելին A պատկերում:

$E'$  պատկերում օբյեկտի առկայությունը կբերի տվյալ հատվածի պիքսելների ավելի մեծ փոփոխությանը A պատկերի նկատմամբ, քան  $E'$  -ի մնացած պիքսելները, անգամ այն դեպքում, եթե օբյեկտը ունի մեծ գունային նմանություն ֆոնային E պատկերին և անհասանելի է անզեն աչքին:  $E'$ -ում այդ փոփոխված պիքսելների առկայությունը հայտնաբերելու նպատակով հաշվարկվում է բանաձև 9-ում բերված անհավասարությունը:

$$|(e_{i,j}^{(k)} - a^{(k)}) - a_{i,j}^{(k)}| > \sigma \quad (2.9)$$

Եթե անհավասարությունը բավարարվում պայմանին, այսինքն՝ անհավասարության ձախ մասը մեծ է  $\sigma$  գործակցից, ապա E-ի i,j պիքսելը ունի զգալի շեղում A-ի i,j պիքսելից, որը և նշանակում է, որ այդ պիքսելը հանդիսանում է հայտնված օբյեկտի պիքսել: Այդ i,j պիքսելին համապատասխան պիքսելը D պատկերում ստանում է 0, 0, 0 արժեքը ( $a_{i,j}^{(k)} = (0, 0, 0)$ ), այսինքն՝ սևացվում է:

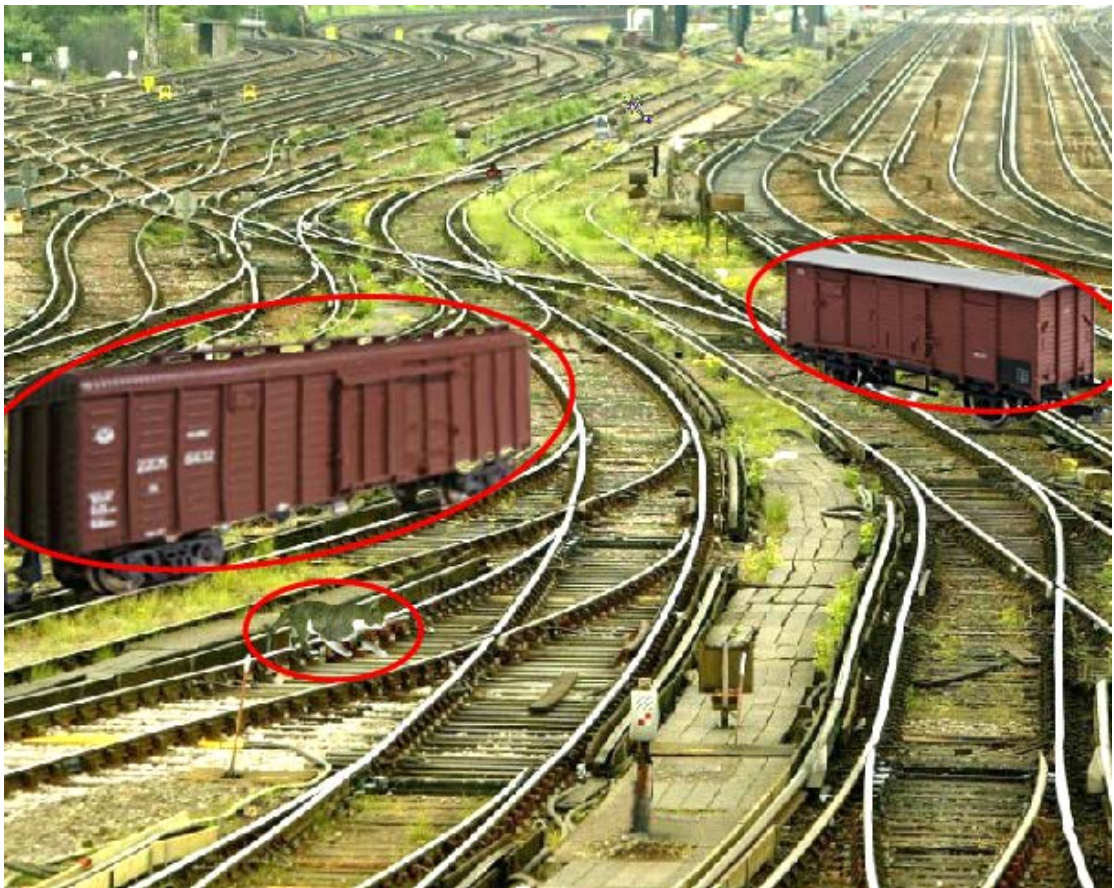
Սևացված պիսե՛լների համախումբը ցույց կտա օբյեկտի առկայությունը, արդյունքը կարտապատկերվի D պատկերում (Նկար 2.8): Այսպիսով եթե պատկերում հայտնվել է օբյեկտ, ապա նրան համապատասխան պիքսելները սևացվում են ըստ ալգորիթմի, օբյեկտը հայտնաբերվում է: Նկար 2.5-ում պատկերված է օբյեկտի հայտնաբերման ալգորիթմական բլոկ սխեման:



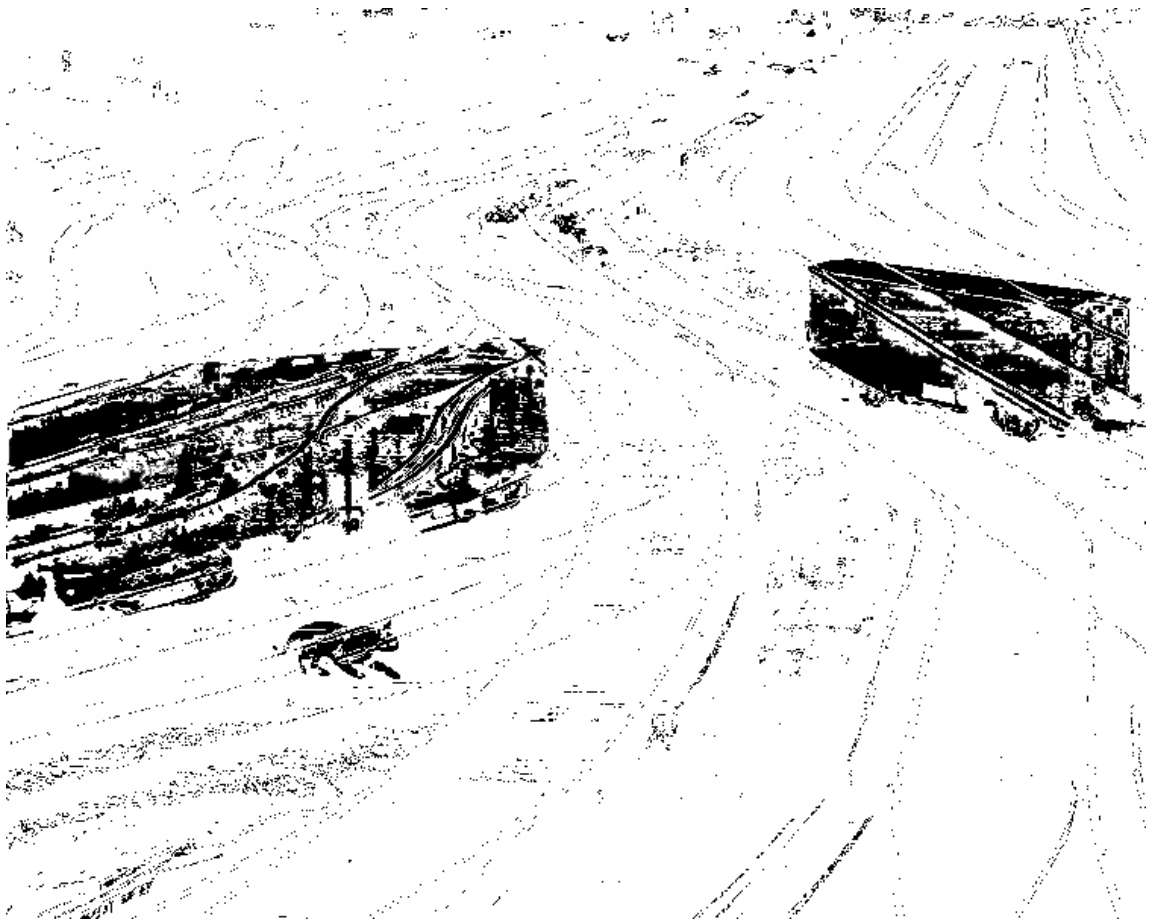
**Նկար 2.5.** Օբյեկտի հայտնաբերման ալգորիթմական բլոկ-սխեման:



**Նկար 2.6.** Երկրորդ պատկերում առկա երեք օբյեկտները, որոնցից միայն երկուսն է աչքին հասանելի (ավտոմեքենաները), իսկ երրորդը թաքնված է (որը փոքր կենդանի է):



**Նկար 2.7.** Երեք օբյեկտների առկայությունը ներկայացված կարմիր շրջանակներում,  $\mathcal{E}'$  պատկերում:

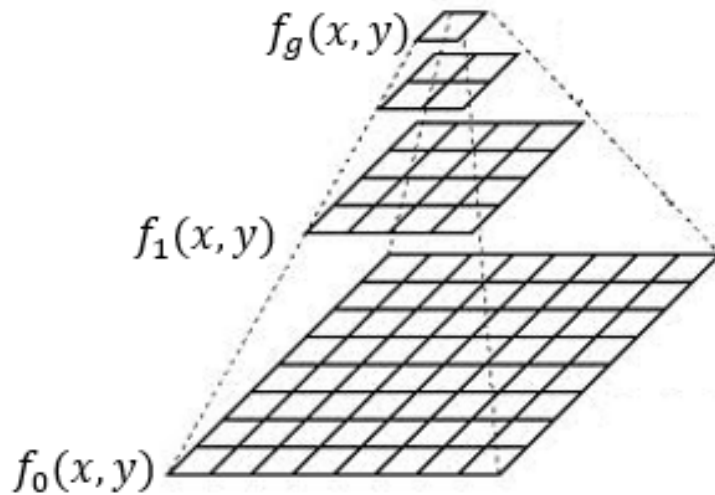


**Նկար 2.8.** D պատկերը որում սև գույնով արտահայտված երևում է հայտնաբերված օբյեկտը:

Ֆոնային զատման այս մեթոդի  $C_2$  արագագործությունը հավասար է Գլուխ 1-ում նկարագրված հայտնաբերման մեթոդի արագությանը ( $C_2 = C_1$ ):

Հայտնաբերման որակի և արագագործության 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  $\alpha$ -գործողության, ապա պատկերը փոքրացվում է  $s_i$  գործակցով մի քանի անգամ (Նկար 2.9): 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 2.9.** Պատկերների բուրգը:

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

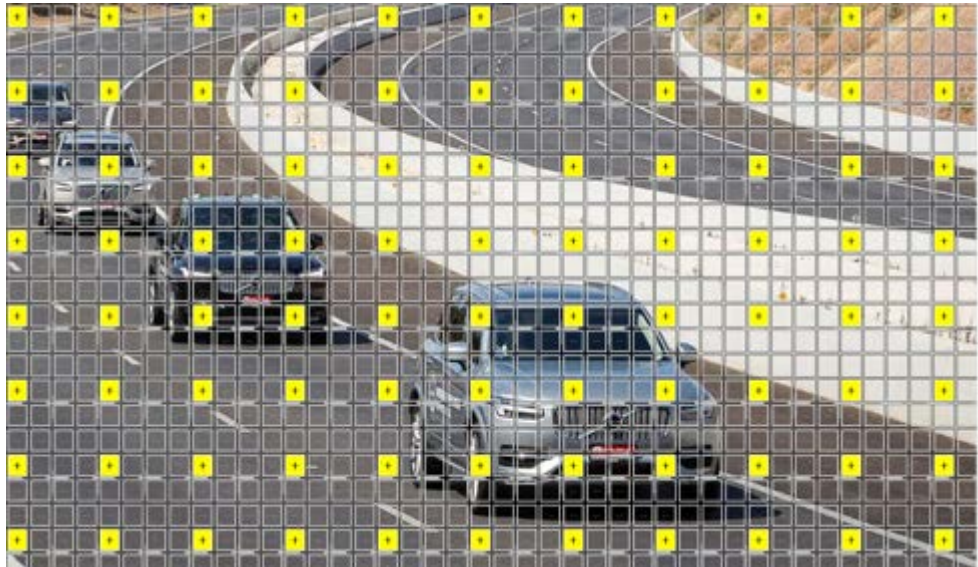
$$f_0(x, y) = \frac{1}{s_1} [\alpha f(x, y)], \quad s_1 = 2^g \quad (2.10)$$

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

$$f_i(x, y) = \frac{1}{s_i} f(x, y), \quad i = \overline{1, g} \quad (2.11)$$

որտեղ  $f(x, y)$ -ը տեսաշարի ընթացիկ պատկերի մատրիցն է,  $f_0(x, y)$ -ը բուրգի զրոյական շերտն է՝ հիմքը,  $\alpha$  –ն պատկերի վրա կիրառվող գործողությունների գործակիցն է (grayscale, blur),  $g$ -ն բուրգի շերտերի քանակն է,  $s_i$ - 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  $\frac{M}{r} \times \frac{M}{r}$  չափից փոքր օբյեկտները կանտեսվեն համակարգի կողմից: Չափը սահմանելուց հետո ցանցը կկառուցվում է ըստ նշված չափի (Նկար 2.10):



**Նկար 2.10.** 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 2.11):



**Նկար 2.11.** Օբյեկտի հայտնաբերման համար մշակված իտերացիոն մեթոդը:

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

$$C_3 = \frac{NM}{r^2} + (nm) \sum_{i=1}^z h_i, \quad i = 1, z, \quad h_i = \overline{1,8} \quad (2.12)$$

որտեղ  $z$ -ը ֆոնում առկա օբյեկտների քանակն է,  $h$ -ը մշակված մեթոդում յուրաքանչյուր պիքսելի համար A-H ստուգումների քանակն է,  $N \times M$ -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:

**Եզրակացություն.** Այսպիսով՝ մշակվել է մեթոդ, որը տեսաշարում հայտնաբերում է օբյեկտները, որոնք կարող են լինել թաքնված (մարդու աչքի համար աննկատ և ֆոնային պատկերին մեծ գունային նմանություն ունեցող) և անհայտ (նախապես չսահմանված): Ընդ որում՝ օբյեկտը կարող է լինել թե՛ անշարժ, թե՛ շարժման մեջ:

Մշակված մեթոդը հայտնաբերում է մեծ ճշտությամբ՝ հաշվի առնելով հանարավոր լույսի կամ եղանակի փոփոխությունը նկարահանման ընթացքում: Ալգորիթմը չի սահմանափակում փնտրվող օբյեկտները ըստ տեսակի:



## 2.1.2. Կեղծ թիրախների որոնման և զտման մեթոդը

Տեսահսկման համակարգերում շատ հաճախ տեսախցիկի տեսադաշտում հայտնվում են դիտարկվող օբյեկտներից (թիրախներից) զատ այլ օբյեկտներ (անվանենք կեղծ թիրախներ), որոնք դիտարկման համար հետաքրքրություն չեն ներկայացնում և խանգարում են իրական օբյեկտների հայտնաբերմանը: Ատենախոսական աշխատանքի նպատակներից մեկն է նախօրոք հաշվի առնել կեղծ թիրախների հնարավոր առկայությունը՝ այնուհետև դրանց պատկերից զատելու(անտեսելու) նպատակով:

Այս ենթավերնագրում ներկայացվում է կեղծ թիրախների զտման ընդհանուր մշակման քայլերն ու հիմնական որոշման կանոնները վերը նշված տեսահսկման մասնավոր համակարգերի համար [53]:

Կեղծ թիրախների առկայությունը հանգեցնում է հայտնաբերման սխալ արդյունքի և ալգորիթմի ավելորդ ժամանակի ծախսի: Տվյալ մեթոդը նպատակաուղղված է իրագործել հետևյալ կետերը.

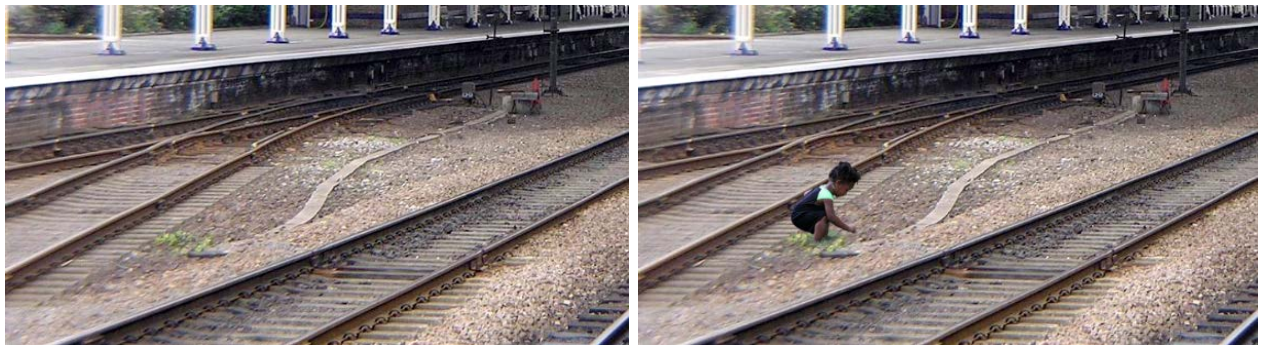
- Որոնել կեղծ թիրախները:
- Նախատեսել պոտենցյալ կեղծ թիրախների առաջացումը (օգտվելով պատկերների Կերնել մատրիցային եղանակից):
- Զատել կեղծ թիրախները, իրական թիրախի հայտնաբերման ժամանակ:

Մասնավոր տարածքներում, որտեղ օբյեկտի ներթափանցումը արգելված է, տեղադրված են անվտանգության տեսախցիկներ, որոնց միջոցով վերահսկվում է տարածքը: Այսպիսի տարածքներում կարող են ներթափանցել տարբեր օբյեկտներ, օրինակ՝ մարդ, կենդանի, ավտոմեքենա, տրակտոր և այլ օբյեկտներ: Այսպիսի դեպքերում նախապես հնարավոր չի կանխատեսել և տարանջատել ներթափանցող օբյեկտի տեսակը: Նախորդ ենթագլխում՝ 2.1.1-ում, նկարագրված մեթոդի միջոցով հնարավոր է հայտնաբերել ցանկացած օբյեկտ, որը կհայտնվի տարածքում, քանի որ ալգորիթմը ֆիքսում է ցանկացած փոփոխություն տեսախցիկի տեսադաշտում [47]: Բաց վերահսկվող տարածքներում, ինչպիսիք են բակերը, ֆերմաները, հնարավոր է այնպիսի օբյեկտների առկայություն, որոնք բնական կլիմայական պայմաններում կարող են շարժվել: Օրինակ՝ վերահսկվող տարածքում հանրավոր է ծառի

առկայություն, որը կարող է տատանվել քամու առաջացման դեպքում: Տանտանման արդյունքում ծառի առաջացրած շարժումը կբերի պատկերի պիքսելների փոփոխության: Փոփոխությունը անմիջապես ֆիքսվելով ալգորիթմի կողմից, կբերի նոր օբյեկտի առկայության նախանշանի: Փոփոխված տարածքը կճանաչվի որպես օբյեկտ: Սա կկանգնեցնի երկու խնդրի առաջ:

- Ավելորդ օբյեկտների հայտնաբերումը կհանգեցնի սխալ արդյունքի
- Ալգորիթմի ժամանակի ավելորդ ծախսի

Դիտարկենք մի օրինակ, որի դեպքում անվտանգության տեսախցիկի միջոցով վերահսկվում է այնպիսի տարածք, որտեղ օբյեկտի ներթափանցումը արգելված է (Նկար 2.12ա):



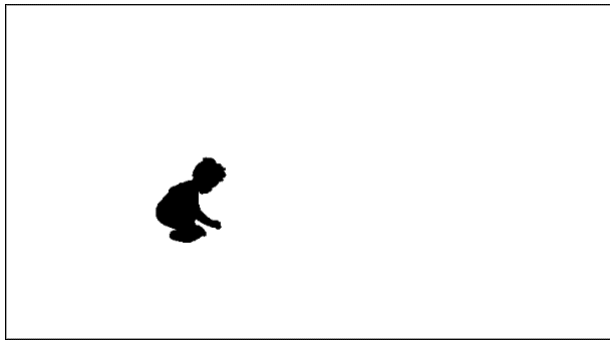
ա.

բ.

**Նկար 2.12.** ա) վերահսկվող տարածքը, բ) օբյեկտի առկայությունը վերահսկվող տարածքում:

Վերահսկվող տարածքում կարող է ներթափանցել ցանկացած օբյեկտ, և տարածքի վերահսկողության պատասխանատու անձը կամ խումբը նախօրոք չի կարող կանխատեսել, թե ինչպիսի օբյեկտ կներթափանցի տարածք: Նկար 2.12ա-ում պատկերված երկաթուղային կայարանում օբյեկտի հայտնաբերումը խիստ կարևոր է: Քանի որ վերահսկվող տարածքը բաց է, ապա օրվա ընթացքում արևի դիրքից կամ այլ եղանակային փոփոխությունից հնարավոր է լույսի ինտենսիվության փոփոխություն պատկերում, նույն ժամանակ ներթափանցող օբյեկտը անորոշ է, ապա կիրառելով հայտնաբերում, ինչպես նկարագրված է նախորդ՝ 2.1.1 ենթավերնագրում կհայտնաբերենք ցանկացած օբյեկտի [47]:

Նկար 2.12ա-ի և 2.12բ-ի միջև ալգորիթմը կիրառելուց օբյեկտը կհայտնաբերվի, ինչպես պատկերված է նկար 2.13-ում:



**Նկար 2.13.** Օբյեկտի հայտնաբերումը վերահսկվող տարածքում:

Սակայն դիտարկենք մի տարածք, որում առկա է շարժում առաջացնող օբյեկտ, օրինակ՝ ծառ (Նկար 2.14): Օրվա ընթացքում անգամ մեղմ քամու առկայության դեպքում վերահսկվող տարածքում գտնվող ծառը կշարժվի:

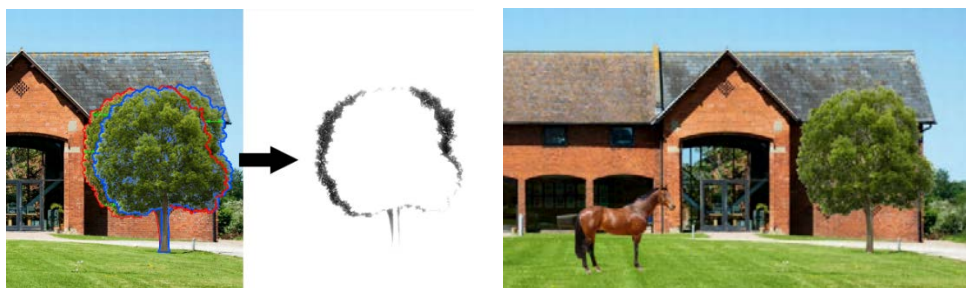


ա.

բ.

**Նկար 2.14.** ա) վերահսկվող տարածքը, բ) ծառը տատանման պահին: ծառի առկայության դեպքում:

Նկար 2.14բ-ում պատկերված է ծառը քամու ազդեցության տակ տատանման պահը: Ծառի տատանման արդյունքում պատկերում առաջանում է պիքսելների փոփոխություն: Սկզբնական պատկերը, որտեղ ծառը գտնվում էր անշարժ վիճակում, համեմատենք ընթացիկ պատկերի հետ XOR բիթային համեմատության սկզբունքով:



ա.

բ.

**Նկար 2.15 .** ա) համեմատության արդյունքը, բ) օբյեկտի առկայությունը տեսահսկվող տարածքում:

Արդյունքում կստանանք նկար 2.15-ում ցույց տրված սև տարածքը: Ինչպես երևում է նկար 2.15ա-ից, ստացանք սև պիքսելներ, որոնք միասին կազմում են փոքր

սև տարածքներ, վերջինս կանվանենք շեղումային տարածքները (որոնք մեր պարագայում հանդիսանում է կեղծ թիրախներ):

Ենթադրենք տեսախցիկի միջոցով նկարահանումը սկսելուց որոշ ժամանակ անց պատկերում հայտնվում է օբյեկտ, որը կենդանի է, օրինակ՝ ձի (Նկար 2.15բ):

Ինչպես համոզվեցինք նախորդ օրինակից, ծառի բացակայության դեպքում, համեմատությունից հետո դիտարկվող օբյեկտը՝ ձին, միանգամից կհայտնաբերվեր: Ծառի առկայության դեպքում որպես արդյունք ձիու սև պատկերի հետ մեկտեղ կստանանք նշված շեղումային սև տարածքները (Նկար 2.16):



**Նկար 2.16.** Շեղումային տարածքների առկայությունը օբյեկտի հայտնաբերման դեպքում:

Ինչպես տեսանք, հայտնվում են ավելորդ տարածքներ, որը բերում է՝ առաջին հերթին օբյեկտների հայտնաբերման ավգորիթմի սխալ աշխատանքի և երկրորդ, ժամանակի ավելորդ կորուստի:

Ակնհայտ է, թե ինչ կենսական նշանակություն կարող է ունենալ օբյեկտի արագ և ճշտորեն հայտնաբերումը մարդկային կյանքին սպառնացող վտանգների կանխման տեսանկյունից, այնպիսի վայրերում, ինչպիսիք են, օրինակ՝ երկաթուղային ճանապարհները և կայարանները:

**Առաջարկվող մեթոդը:** Մշակվել է շեղումային տարածքների (կեղծ թիրախների) հայտնաբերման և զատման մեթոդ՝ օբյեկտների հայտնաբերման անսխալ աշխատանքը ապահովելու համար: Պատկերում կեղծ թիրախներն ընդկրկող տիրույթը կանվանենք սխալանքի տիրույթ: Պարզ է, որ սխալանքի տիրույթի հայտնաբերումը կարևոր դեր ունի, քանի որ նկարների համեմատման ժամանակ այն զատելու շնորհիվ միայն հնարավոր կլինի գտնել իրական օբյեկտը:

**Կեղծ թիրախների հայտնաբերումը:** Բաց տարածության մեջ անգամ քանու բացակայության դեպքում պոտենցիալ տատանում ստեղծող օբյեկտները բոլորովին անշարժ չեն մնում, օրինակ՝ ծառի դեպքում տերևները փոքրինչ շարժվում են:

Առաջին անգամ անվտանգության տեսախցիկը տեղադրելիս ավտոնոմ կերպով ֆիքսվում է առաջին պատկերը, որը որպես սկզբնական պատկեր կպահպանվի համակարգի կողմից:

Հայտնաբերման մեթոդը կիրառելիս նկարահանման ընթացքում յուրաքանչյուր վայրկյան անց վերցվում է նոր պատկեր և համեմատվում սկզբնական պարտկերի հետ : Նպատակն է գտնել շեղումային տարածքները և ամեն անգամ համեմատություն կիրառելու ընթացքում անտեսել այդ տարածքները:

Սկզբնական պատկերը պահպանելուց հետո նկարահանումը շարունակվում է 30 րոպե (նշված ժամանակը նախատեսված է կոնֆիգուրացիա իրագործելու համար) և համակարգի կողմից դիտարկվում են պատկերում պոտենցիալ տատանում առաջացնող օբյեկտները, որոնք կարող են առաջացնել շեղումային տարածքներ: Դիտարկման գործընթացի ընթացքում 1 վայրկյան պարբերությամբ վերցվում և պահպանվում է պատկերը: Փորձում ենք գտնել և ֆիքսել շեղումային տարածքը առաջացնող օբյեկտը իր ամենամեծ տատանման պահին: Դիտատրկումը ավարտելուց հետո պահպանված պատկերները մեկ առ մեկ համեմատվում են սկզբնական պատկերի հետ, որը հենց կօգնի գտնել ամենամեծ շեղում ունեցող պատկերը: Համեմատության համար օգտագործվում է նախորդ՝ 2.1.1 ենթավերնագրում նկարագրված համեմատություն մեթոդը [47]: Այն պատկերը, որը կպարունակի ամենաշատ սև պիքսելները, այն էլ կլինի ամենամեծ շեղում ունեցող պատկերը: Վերջինս կրկին ավտոնոմ կերպով կընտրվի համակարգի կողմից: Այն կանվանենք սխալանքի պատկեր: Սխալանքի պատկերի թվային մատրիցը կնշանակենք լատինատառ W տառով:

**Սխալանքի տիրույթը մեծացնելու սկզբունքը:** Քանի որ տարբեր եղանակային պայմաններում քանու առկայությունը կարող է բերել ծառի ավելի մեծ ամպլիտուդով տատանման (վերջինս կբերի սխալանքի տիրույթի մեծացման), և կարճաժամկետ դիտարկմանն արդյունքում հնարավոր չէ մեծ ճշտությամբ որոշել սխալանքի

տիրույթը, ապա հաջորդ կարևոր քայլը կլինի սխալանքի տիրույթի մեծացումը: Սա կօգնի համակարգին նախատեսել ապագա հնարավոր շեղման տիրույթը:

Սխալանքի տիրույթը մեծացնելու համար կաշխատեցնենք հետևյալ մատրիցային եղանակը  $W$  մատրիցի համար:

Սա արվում է պատկերների համեմատման ընթացքում սխալի գործոնը փոքրացնելու նպատակով: Դա կնպաստի հետագայում տարածք ներթափանցած իրական օբյեկտի ավելի ճշգրիտ հայտնաբերման գործում:

**Մատրիցի եղանակը:** Պատկերների վրա «Blur» իրագործելու ավգորիթմի հիմքում ընկած է Կերնելի մատրիցի կիրառման սկզբունքը: Սխալանքի տիրույթը մեծացնելու համար կիրառում ենք նմանատիպ սկզբունք: Հնարավոր է վերցնել ցանկացած չափի Կերնելի մատրից, սակայն այս օրինակում պարզության համար դիտարկենք  $3 \times 3$  չափի մատրից:

Անցնելով համակարգի կողմից պահպանված սխալանքի պատկերի ( $W$  մատրիցի)՝ յուրաքանչյուր պիքսելի վրայով կատարում ենք ստուգում՝ տվյալ պիքսելը հանդիսանում է սև՞, թե՞ սպիտակ: Եթե պիքսելը սև է, ապա կիրառում ենք մատրիցային եղանակը (Նկար 2.17):

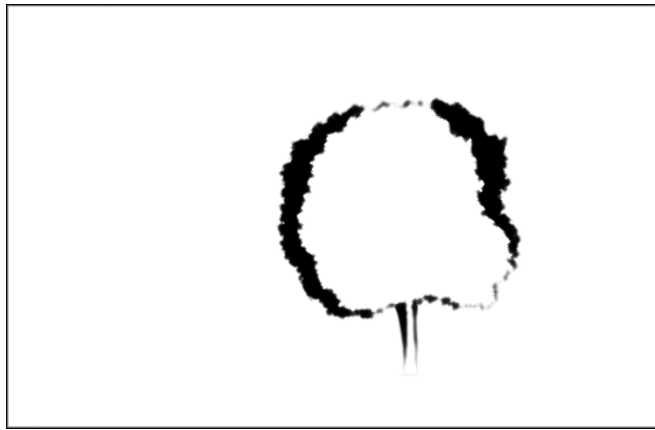
$i-1, j-1$	$i-1, j$	$i-1, j+1$
$i, j-1$	$i, j$	$i, j+1$
$i+1, j-1$	$i+1, j$	$i+1, j+1$

**Նկար 2.17.** Պիքսելի շրջակայքը սև պիքսելներով լրացնելու մատրիցային եղանակը:

$i, j$ -ին համարում ենք  $W$  մատրիցի ընթացիկ պիքսելի դիրքը, և շրջակայքի  $(i-1; j-1), (i-1; j), (i-1; j+1), (i; j-1), (i; j+1), (i+1; j-1), (i+1; j), (i+1; j+1)$  պիքսելները սևացնում ենք:

Նոր ստացված տիրույթի արժեքները պահպանում ենք նոր  $W'$  մատրիցում:

Բոլոր սև պիքսելների շուրջը գտնվող սպիտակ պիքսելները փոխարինելով սև պիքսելներով՝ սև տիրույթը մեծանում է (Նկար 2.18):



**Նկար 2.18.** Մեծացված տիրույթը:

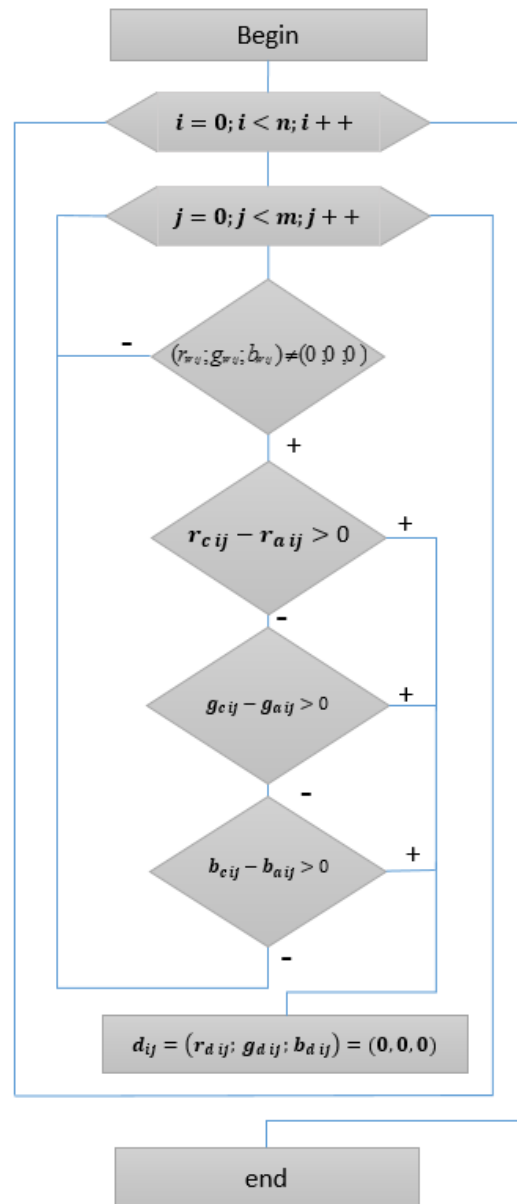
Այնուհետև ընթացիկ պատկերում փորձելու ենք գտնել օբյեկտ՝ անտեսելով նախօրոք հայտնաբերած սխալանքի տիրույթը ( $w'$  մատրիցի սև պիքսելները):

Նկարահանումը սկսելուց համակարգի կողմից անմիջապես պահպանվում է սկզբնական պատկերը: Այն կնշանակենք լատինատառ  $A$  -ով, իսկ ընթացիկ պատկերը՝  $C$ -ով:  $A$  մատրիցը  $n, m$  չափանի մատրից է: Ակնհայտ է, որ  $C$  և  $w'$  մատրիցների չափսերը նույնպես կլինին  $n, m$ :

$w'$  մատրիցի ցանկացած ( $i; j$ ) պիքսել իրենից ներկայացնում է եռաչափ վեկտոր (2.13):

$$W'_{ij} = (r_{w'_{ij}}; g_{w'_{ij}}; b_{w'_{ij}}) \quad (2.13)$$

Բլոկ-սխեմայում բերված է սխալանքի տիրույթի անտեսման միջոցով պատկերի համեմատման ալգորիթմը (Նկար 2.19):



**Նկար 2.19.** Սխալանքի տիրույթի անտեսման միջոցով պատկերների համեմատման ալգորիթմական բլոկ-սխեման:

**Եզրակացություն.** Այսպիսով՝ այս փուլում մշակվել է կեղծ թիրախների որոնման և անտեսման մեթոդ [53]: Մեթոդը հավելում է հանդիսանում նախորդ՝ 2.1.1 ենթավերնագրում նկարագրված հայտնաբերման մեթոդի համար:

Մեթոդի իրականացման համար մշակվել են հետևյալ քայլերը՝ 1) կեղծ թիրախների որոնումը, 2) ալորիթմ՝ պոտենցյալ կեղծ թիրախների առաջացումը հաշվի առնելու համար և 3) կեղծ թիրախների անտեսման ալգորիթմը:

Մշակված մեթոդը նպաստում է տեսահսկման հմակարգի անսխալ և համեմատաբար ավելի արագ աշխատանքին:



## 2.2. Օբյեկտների ճանաչման մեթոդի մշակումը

**Ներածություն:** Այս ենթավերնագրում քննարկում ենք օբյեկտների ճանաչման գործընթացը՝ հիմնված Լավագույն ԱՄԲ(<<Արհեստական մեղուների բնակավայր>>) մոտեցման վրա [54-57], որն էլ իր հերթին հիմնված է ձևանմուշների համապատասխանեցման վրա՝ օգտագործելով թիրախ օբյեկտին և ձևանմուշի օբյեկտին համապատասխանող RGB մակարդակի հիստագրի միջև եղած տարբերությունը: Հետազոտությունը նպատակ ունի կատարելագործելու լուծման որակը, որը չափվում է՝ ելնելով թիրախ օբյեկտի հայտնաբերման ճշգրտությունից և օպտիմալացնելու այն ժամանակը, որն օգտագործվում է խնդիրը լուծելու համար:

Ճանաչման գործընթացը տարբեր տեսահսկման միջավայրերում ապահովելու համար ստեղծվել են հիմնական օբյեկտների տեսակներին համապատասխան ձևանմուշներ: Մշակվել է նաև ծրագրային ֆունկցիոնալ բլոկ, որը որպես մուտքային տվյալ վերցնելով թվային պատկերը, վերածում է համապատասխան ֆորմատով ձևանմուշի, որը կարող է օգտագործվել ճանաչման գործընթացում:

Մշակվել է նաև մեթոդ, որը թույլ է տալիս համակարգից օգտվողին կատարել ձևանմուշների կոնֆիգուրացիա: Այսինքն՝ օգտատերը հնարավորություն կունենա ձևանմուշները դասավորել ըստ նախապատվության՝ ելնելով տեսահսկվող տարածքի առանձնահատկությունից: Օրինակ՝ քաղաքային տարածքներում փողոցի տեսահսկման համար առաջինը նախապատվությունը կտրվի ավտոմեքենաներին, մոտոցիկլերին, մարդկանց, ապա՝ մյուս հնարավոր օբյեկտներին: Եթե ունենք 10 նմուշ, թիրախն ավտոմեքենա լինելու դեպքում համակարգը առաջինը կհամեատի ամենամեծ նախապատվություն ունեցող նմուշի՝ ավտոմեքենայի հետ, կճանաչի թիրախը և կավարտի աշխատանքը՝ չհամեմատելով մյուս նմուշների հետ: Այս կերպ կխուսափենք ավելորդ ժամանակի ծախսից:

Առաջին հերթին կխոսենք ձևանմուշի համապատասխանեցման ֆունկցիայի մասին, այնուհետև՝ թե ինչպես կարելի է լավագույն ԱՄԲ-ն կիրառել օբյեկտների հայտնաբերման համար:

**Ձևանմուշի համապատասխանեցման ֆունկցիան:** Այս աշխատանքում, թիրախ օբյեկտին համապատասխանող RGB մակարդակի հիստագրերը և ձևանմուշի օբյեկտի

միջև եղած տարբերությունը ներկայացվում է որպես համապատասխանության չափի ֆունկցիա (matching measure function):

RGB եռաչափ վեկտորի անկախ կանալների արժեքների վրա կառուցված գրաֆիկները համեմատվել են յուրաքանչյուր տոնային արժեքի պիքսելների քանակի հետ, արդյունքում հաշվարկվել են թիրախի և նմուշի պատկերների հիստագրերը:

Նշանակենք  $HI_i^x$  -ը թիրախ օբյեկտի հիստագիրը,  $HJ_i^x$  -ը՝ ձևանմուշի օբյեկտի հիստագիրը, որտեղ  $i$ -ն կարող է ընդունել արժեք 0-ից մինչև 255-ը: Վերջինս RGB-ի յուրաքանչյուր ուղու մակարդակի արժեքն է, և  $x=(R,G,B)$ .

Այսպիսով՝

$$HI_i^x = \sum_{m=r}^M \sum_{n=c}^N g_{m,n}$$

որտեղ

$$g_{m,n} = \begin{cases} 1, & \text{եթե արժեքը } x \text{ կանալի } (m, n) - \text{ում հավասար է } i \\ 0 & \text{հարակ դեպքում,} \end{cases} \quad (2.14)$$

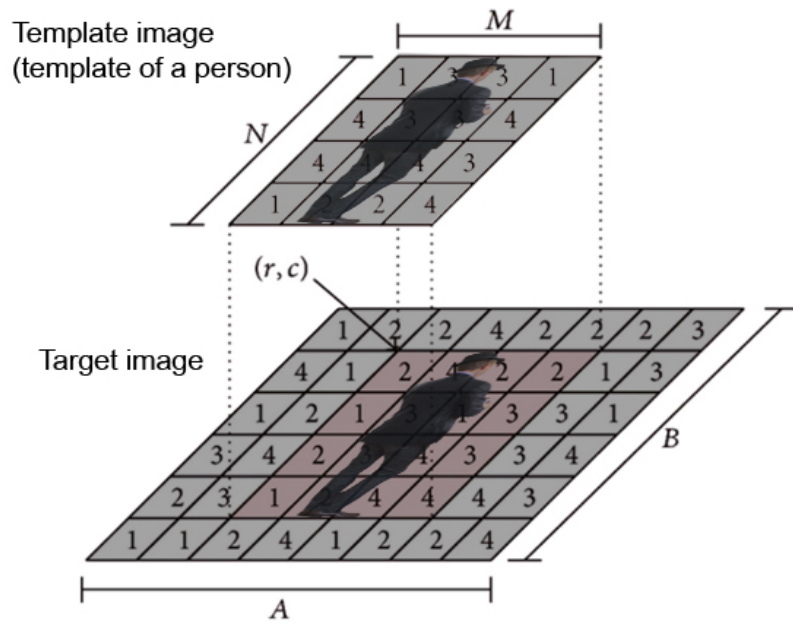
$$HJ_i^x = \sum_{m=0}^M \sum_{n=0}^N g_{m,n}$$

որտեղ

$$g_{m,n} = \begin{cases} 1, & \text{եթե արժեքը } x \text{ կանալի } (m, n) - \text{ում հավասար է } i \\ 0 & \text{հարակ դեպքում,} \end{cases}$$

որտեղ  $(r,c)$ -ը ցույց են տալիս ձևանմուշի պատկերի վերին ձախ անկյան  $M \times N$  չափի հարթության կորդինատները՝ թիրախ օբյեկտի պատկերի նկատմամբ: Եթե թիրախ պատկերն ունի  $A \times B$  չափը, ապա  $0 \leq r \leq A - M$  և  $0 \leq c \leq B - N$ :

Ավելի պարզ, Նկար 2.20-ը ցույց է տալիս, թե ինչպես պետք է ստանալ պատկերի հիստագիրը թիրախի նմուշից, որն ունի  $8 \times 6$  պիկսել մեծություն և ձևանմուշը պիկսելների չափով, որտեղ Նկար 2.20-ը ներկայացնում է յուրաքանչյուր պիկսելի արժեքը թիրախի և ձևանմուշի պատկերներում:



**Նկար 2.20.** Թիրախային և նմուշային պատկերների յուրաքանչյուր փիքսելի արժեքը:

Ելնելով այն ենթադրությունից, որ համապատասխանեցման արդյունքը թիրախ օբյեկտի և ձևանմուշի օբյեկտի հիստագրերի միջև պետք է բարելավվի, եթե դիտարկենք գունային բոլոր գոտիները (կարմիր, կանաչ և կապույտ), դրանք կիսատոն գոտու վերածելու փոխարեն՝ ներկայացված Hsu-ի և Dai -ի կողմից [58], կարող ենք ստանալ այն հավասարումը, որն օգտագործվում է թիրախ օբյեկտին և ձևանմուշի օբյեկտին համապատասխանող յուրաքանչյուր գույնի մակարդակի հիստագրի միջև եղած տարբերությունը հաշվարկելու համար հետևյալ կերպ.

Կարմիր խմբի համար.

$$D_R = \sum_i^{255} (HI_i^R - HJ_i^R)^2 \quad (2.15)$$

կանաչ խմբի համար.

$$D_G = \sum_i^{255} (HI_i^G - HJ_i^G)^2 \quad (2.16)$$

կապույտ խմբի համար.

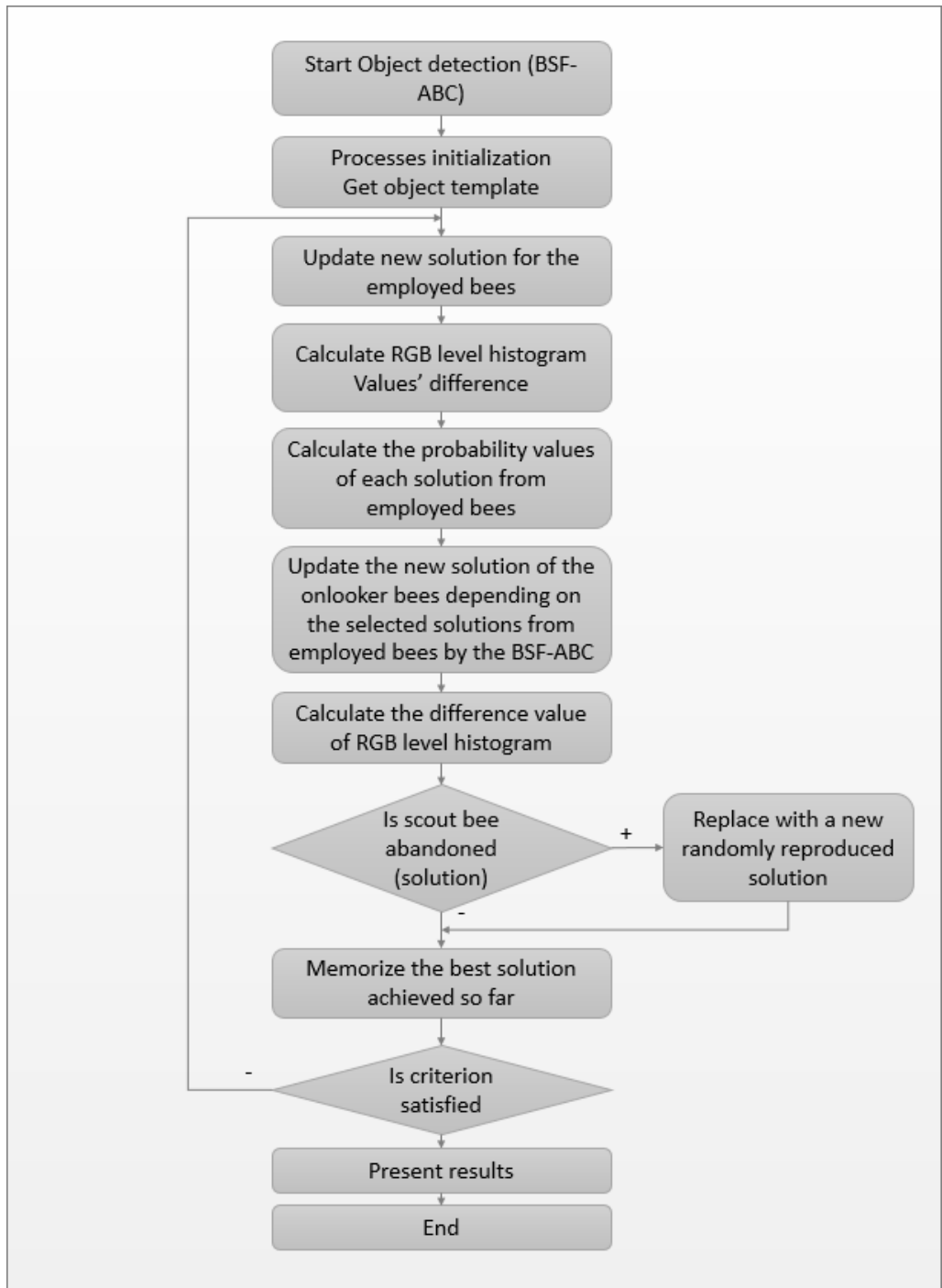
$$D_B = \sum_i^{255} (HI_i^B - HJ_i^B)^2 \quad (2.17)$$

Վերջում որոշում ենք թիրախ օբյեկտի և ձևանմուշի օբյեկտի RGB մակարդակի հիստագրի միջև եղած տարբերությունը, ինչպես ցույց է տրված բանաձև (2.18)-ում՝ հաշվարկելով թիրախ օբյեկտին և ձևանմուշի օբյեկտին համապատասխանող

յուրաքանչյուր գույնի մակարդակի հիստագրի միջև եղած տարբերությունների գումարը՝ արտացոլված բաբաձներ (2.15)-ից (2.17)-ում և նորմալացնելով այն՝ օգտագործելով նրանց քառակուսի արմատի արժեքների գումարը: Լավագույն համապատասխանեցված պատկերը կարող է որոշվել ֆունկցիայի նվազագույն արժեքը գտնելով:

$$D_B = \left( \sum_i^{255} (HI_i^R - HJ_i^R)^2 + \sum_i^{255} (HI_i^G - HJ_i^G)^2 + \sum_i^{255} (HI_i^B - HJ_i^B)^2 \right) \cdot \left( \sqrt{\sum_i^{255} (HI_i^R - HJ_i^R)^2} + \sqrt{\sum_i^{255} (HI_i^G - HJ_i^G)^2} + \sqrt{\sum_i^{255} (HI_i^B - HJ_i^B)^2} \right)^{-1} \quad (2.18)$$

**Լավագույն ԱՄԲ-ի կիրառությունը օբյեկտի հայտնաբերման և ճանաչման համար:** Լավագույն ԱՄԲ ալգորիթմը կիրառվել է օբյեկտի ճանաչման համար՝ հիմնված ձևանմուշի համապատասխանեցման վրա: Նպատակն է գտնել համապատասխանության (նմանության) չափի գլոբալ օպտիմալացումը: Այլ կերպ ասած, փորձում ենք գտնել հնարավոր լուծում, որն իրենից ներկայացնում է ձևանմուշի պատկերի վերին ձախ անկյան կոորդինատները թիրախ պատկերի նկատմամբ, որը կնվազեցնի RGB մակարդակի հիստագրի տարբերության արժեքը բանաձև (2.15)-ում: Կիրառված ալգորիթմը ցուցադրված է Նկար 2.21-ում:



Նկար 2.21. Օբյեկտների հայտնաբերումը՝ հիմնված Լավագոյն ԱՄԲ մեթոդի վրա:

Նկար 2.21-ում գեներացված են սկզբնական լուծումները: Այս պարամետրերը վերցվել են որպես «սննդի աղբյուր» օգտագործվող «մեղուների» համար: Յուրաքանչյուր լուծում օգտագործվում է ձևանմուշի պատկերը դեպի թիրախ պատկերի բոլոր հնարավոր դիրքեր շարժելու համար: Ապա հաշվարկում ենք թիրախ պատկերի և տեղաշարժված ձևանմուշի պատկերի միջև RGB մակարդակի հիստագրի

տարբերության արժեքը: Այնուհետև, <<դիտորդ մեղուները>> կընտրեն այն լուծումները, որոնք հիմնված են Լավագույն ԱՄԲ մեթոդի վրա: Պրոցեսը կկրկնվի այնքան անգամ, մինչև RGB մակարդակի հիստագրի տարբերության արժեքը հասնի 0-ի: Այն լուծումները, որոնք չեն կարող նվազեցնել RGB մակարդակի հիստագրի տարբերության արժեքը որոշակի ժամանակահատվածում, բաց կթողնվեն և կստեղծվեն նոր լուծումներ «հետախույզ մեղվի» կողմից:

**Եզրակացություն.** Այս ենթավերնագրում առաջարկվել է օբյեկտների ճանաչման մեթոդ՝ հիմնված ձևանմուշի համապատասխանեցման վրա՝ օգտագործելով Լավագույն ԱՄԲ-ն: Ներկայացվել է թիրախ օբյեկտին և ձևանմուշի օբյեկտին համապատասխանող RGB մակարդակների հիստագրերի միջև տարբերությունը՝ որպես համապատասխանության չափի ֆունկցիա: Ինչպես նաև առաջարկվել է հնարավորություն համակարգից օգտվողին դասակարգել նմուշները ըստ նախապատվության՝ ելնելով տարածքի առանձնահատկությունից: Այսպիսով՝ օգտատերը կարող է հեշտությամբ կոնֆիգուրացնել օբյեկտների ճանաչման համակարգը:

Լավագույն ԱՄԲ-ի արագագործությունը RGB հիստագրային մեթոդի հիման վրա, համեմատվել է նախորդ աշխատանքների հետ, այդ թվում՝ ՄՊՕ-ն ըստ RGB հիստագրային մեթոդի, ՄՊՕ-ն՝ ըստ կիսատոն հիստագրի մեթոդի և ՄՊՕ-ն ըստ նորմալացված փոխկապակցման մեթոդի: Հայտնաբերման ճշգրտությունը և հաշվարկման ժամանակը, որոնք օգտագործվում են օբյեկտները հայտնաբերելու համար առաջադրվել են որպես խնդիրներ հայտնաբերման այս գործընթացում:

Առաջարկված մեթոդներից ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ RGB հիստագրով Լավագույն ԱՄԲ-ն կարող է ավելի արդյունավետ հայտնաբերել օբյեկտները, քան նախկինում առաջարկված մյուս մոտեցումները՝ հաշվի առնելով համակարգի կոնֆիգուրացման հնարավորության փաստը: Այսպիսով՝ կարող ենք եզրակացնել, որ Լավագույն ԱՄԲ-ն RGB պատկերի հիստագրային համապատասխանեցումը արդյունավետ է թե՛ լուծման որակի, թե՛ ալգորիթմի աշխատանքի տեսանկյունից՝ համակարգչային ընկալման համակարգում պատկերների մեջ իրական օբյեկտները ճանաչելու համար:

## 2.3. Օբյեկտների տեղորոշման մեթոդի մշակումը

### 2.3.1. Հայտնաբերված և ճանաչված օբյեկտի հեռավորության որոշումը տեսախցիկից

Ներածություն: Ներկայումս մեծ նշանակություն ունի օբյեկտների հայտնաբերումը և ճանաչումը պատկերում [47, 53], որը մեծ կիրառություն ունի տեսահսկման, բժշկության, բուժման բազում ընթացակարգերում (գործընթացներում), ստորջրյա սկանավորման և այլ ոլորտներում:

Մեծ դեր ունի պատկերում կամ տեսախցիկի միջոցով հսկվող տարածքում հայտնաբերված օբյեկտի տեղորոշումը: Տեղորոշումն իրենից ներկայացնում է պատկերում օբյեկտի խորության որոշման միջոցով տեսախցիկից հեռավորության հաշվարկումը [59]: Տեղորոշումն իրականացնելուց հետո հնարավոր կլինի հեշտությամբ հաշվարկել օբյեկտի աշխարհագրական կոորդինատները: Կոորդինատների որոշումը տեսահսկողին կընձեռի մեծ հնարավորություններ, օրինակ՝ մեծ քաղաքներում, որտեղ բոլոր փողոցները տեսահսկվում են, ոստիկանության կողմից հնարավոր կլինի որոշել հետապնդվող մեքենայի ստույգ կոորդինատները: Եթե մեքենան շարժան մեջ է, ապա անընդհատ ստանալով նոր կոորդինատները և արտապատկերելով քարտեզի վրա՝ ոստիկանությունը հնարավորություն կունենա տեսնել շարժումը և կիրառել համապատասխան կանխարգելիչ գործողություններ:

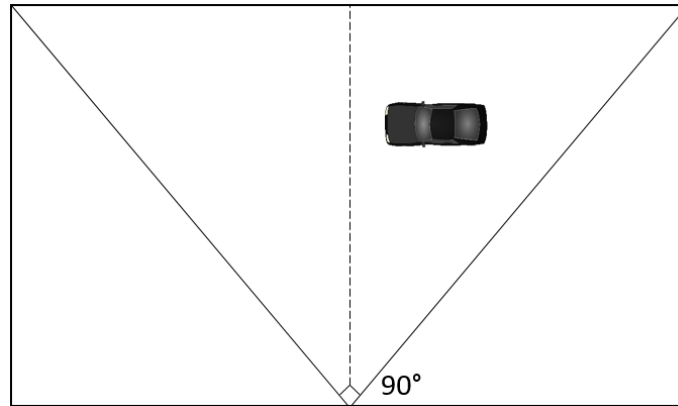
Առհասարակ տեղորոշումն ակտուալ է շատ այլ խնդիրների լուծման համար նույնպես [60, 61]: Այս ենթավերնագրում կքննարկենք պատկերներում տեղորոշման մեթոդի նկարագրման, կատարված փորձերի և տեխնիկական լուծումների մասին:

**Մեթոդի նկարագրությունը:** Տարբեր տեսախցիկներ ունեն տարբեր նկարահանման անկյուններ (90°, 120°, 180°), ըստ որի՝ որոշվում է պատկերում տեսախցիկին հասանելի տեսադաշտը:

Մշակված մեթոդը ակտուալ է բոլոր տեսախցիկների՝ բոլոր տեսադաշտերի անկյունների համար:

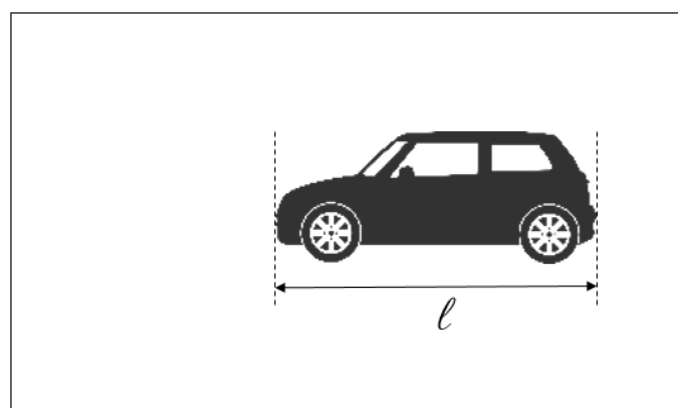
Տեսախցիկի տեսակից ելնելով՝ նկարահանման անկյունը միշտ ակնհայտ է: Օրինակի համար կվերցնենք  $90^\circ$  անկյուն ունեցող տեսախցիկ և փորձերը կիրականացնենք նրա համար:

Նկար 2.22-ում պատկերված է որևէ տարածքի տոպոլոգիան, որում ցուցադրված է տեսախցիկի տեսադաշտը:



**Նկար 2.22.** Տարածքի տոպոլոգիան և տեսախցիկի տեսադաշտը տարածքում:

Նկար 2.22-ի դեպքում օբյեկտի տեսքը պատկերում կլինի պրոֆիլից (Նկար 2.23): Պատկերված օբյեկտն ունի լայնություն, որը կարելի է չափել պիքսելներով (օբյեկտը հայտնաբերելուց՝ ֆոնից առանձնացնելուց հետո, պատկերի պիքսելների քանակը նույնպես հայտնի է): Օբյեկտը ճանաչելուց հետո կարելի է ասել, որ այն ավտոմեքենա է՝ նախապես ունենալով վերջինիս (template-ը) նմուշը:

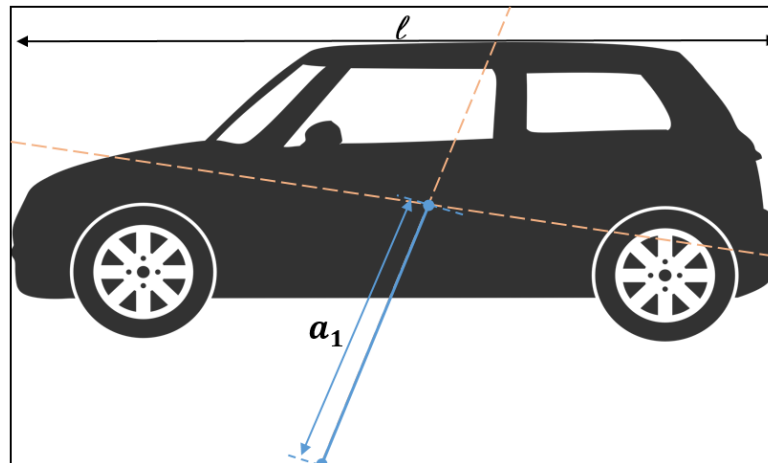


**Նկար 2.23.** Օբյեկտի տեսքը պրոֆիլից:

Դիտարկենք մեկ նմուշի օրինակ՝ ավտոմեքենայի: Նախ կվերցնենք  $l$  լայնությամբ ավտոմեքենան և կտեղադրենք տեսախցիկից  $\alpha_1$  հեռավորության վրա

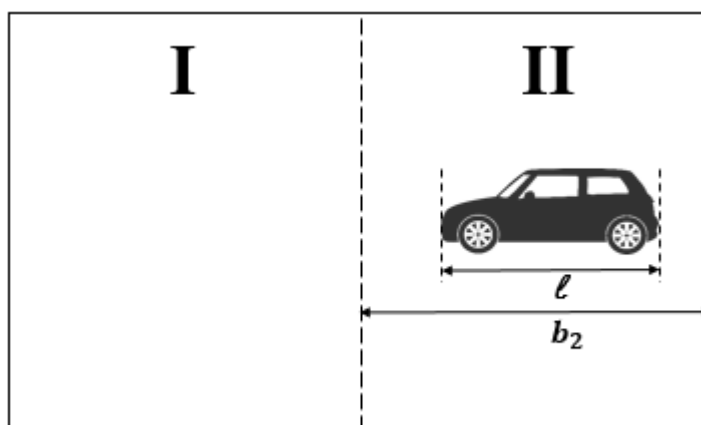


(Նկար 2.24): Ընդ որում՝  $\alpha_1$  հեռավորությունն ընտրված է այնպես, որ ավտոմեքենայի սկիզբը և վերջը գտնվում են պատկերի ծայրերին հարակից հատվածում, պատկերի լայնությունը հավասար է  $l$ -ի:



**Նկար 2.24.** Ավտոմեքենայի նմուշը:

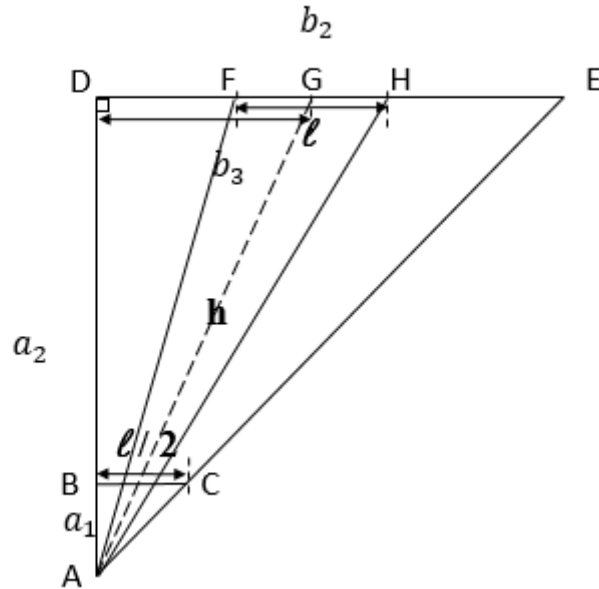
Նկար 2.24-ում  $\alpha_1$ -ը ցույց է տալիս խորությունը՝ ավտոմեքենայի ֆոտոխցիկից հեռավորությունը: Դիտարկենք օրինակ, որի դեպքում տարածքի տեսահսկման ժամանակ  $h$  անհայտ հեռավորության վրա հայտնաբերվում է օբյեկտ [47], [53], որը ճանաչելուց հետո համընկնում է նախորդ օրինակում նկարագրված ավտոմեքենայի հետ (Նկար 2.25):



**Նկար 2.25.** Հայտնաբերված ավտոմեքենան  $h$  հեռավորության վրա:

Տեսախցիկի տեսադաշտը կիսենք երկու հատվածի՝ I և II: Նկատենք, որ ավտոմեքենան հայտնաբերվել է II հատվածում: Դիտարկենք պատկերի տոպոլոգիան

II հատվածի համար (նկար 2.26): Նկար 2.26-ում  $h$  հեռավորության վրա հայտնաբերված  $l$  երկարությամբ ավտոմեքենան պատկերված է FH հատվածում: Եթե վերցնենք նկար 2.24-ում պատկերված մեքենայի նմուշը, ապա II հատվածը կպատկերի ավտոմեքենայի կեսը, որը կունենա  $\frac{l}{2}$  երկարությունը: Վերջինս կպատկերենք BC հատվածում՝ նկար 2.26-ում:



**Նկար 2.26.** Պատկերի II հատվածի տոպոլոգիան:

Հնարավոր է գտնել AG հեռավորությունը (որը հենց  $h$ -ն է), որը հանդիսանում է այս աշխատանքի հիմնական նպատակը: Կիրառելով Պյութագորասի թեորեմը՝ կարելի է հաշվել AG-ն  $DG_1$ , AD կողմերի միջոցով (2.19):

$$AG = \sqrt{AD^2 + DG^2} \quad (2.19)$$

Սակայն DG-ն և AD-ն անհայտ են: Առաջին հերթին կհաշվարկենք AD-ն՝ օգտվելով երկու եռանկյունների նմանության օրենքից: Դիցուք, ABC-ն և ADE-ն նման եռանկյուններ են  $a_1, b_1, c_1$  և  $a_2, b_2, c_2$  կողմերով: BC-ն  $\frac{l}{2}$ -ն է:

$$\frac{BC}{DE} = \frac{AB}{AD} \quad (2.20)$$

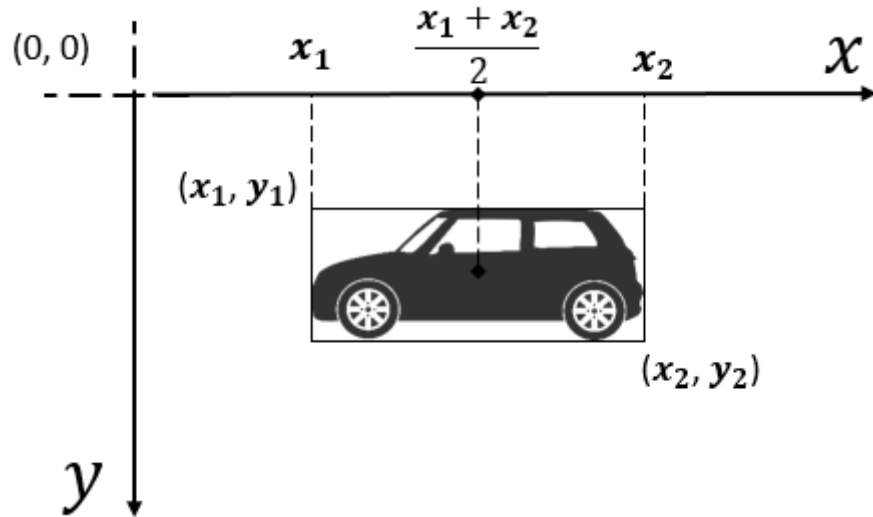
որտեղից՝

$$AD = \frac{AB \cdot DE}{BC} \quad (2.21)$$

Բանաձև 3-ում AB-ն և BC-ն հայտնի մեծություններ են: Գտնենք DE-ն ( $b_2$ -ը): Նկար 2.25-ից կարելի է հաշվարկել, թե քանի պիքսելի է համապատասխան

ավտոմեքենայի  $l$  երկարությունը:  $l$  հատվածում պիքսելների քանակը նշանակենք  $l'$  - ու,  $b_2$ -ում՝  $b_2'$ -ով:

Օբյեկտները հայտնաբերելուց հետո հայտնի են դառնում նրանց  $x_1, y_1$  և  $x_2, y_2$  պիքսելային կոորդինատները պատկերում (Նկար 2.27):



**Նկար 2.27.** Հայտնաբերված օբյեկտի պիքսելային կոորդինատները:

$l'$  - ը կհաշվարկենք հետևյալ կերպ (2.22):

$$l' = x_2 - x_1 \quad (2.22)$$

Նույն կերպ կարելի է գտնել  $b_2'$ -ը՝ վերցնելով պատկերի միջնակետի և պատկերի աջ ծայրի  $X$  կոորդինատը: Բանաձև 2.24-ի միջոցով էլ կհաշվարկենք  $b_2$ -ը, որն էլ հենց  $DE$  կողմն է:

$$\frac{b_2}{b_2'} = \frac{l}{l'} \quad (2.23)$$

$$b_2 = b_2' \cdot \frac{l}{l'} \quad (մ) \quad (2.24)$$

Վերջինս տեղադրելով (2.21)-ում՝ կստանանք  $AD$ ՝  $a_2$  կազմը (բանաձևեր 2.25 և 2.26):

$$a_2 = 2 \cdot \frac{a_1}{l} \cdot b_2' \cdot \frac{l}{l'} \quad (2.25)$$

$$a_2 = 2a_1 \cdot \frac{b_2'}{l'} \quad (2.26)$$

Գտնենք  $DG$  կողմը, որը  $b_3$ -ն է: Ինչպես  $b_2$ -ի համար, այնպես էլ  $b_3$ -ի համար (2.27)

$$b_3' = \frac{x_1 + x_2}{2} \quad (2.27)$$

որտեղ  $\frac{x_1+x_2}{2}$  -ը հայտնաբերված օբյեկտի միջնակետի X կոորդինատն է:

Օգտվելով բանաձևեր 2.23-ից և 2.24-ից՝ կարելի է հեշտությամբ գտնել  $b_3$ -ը (DG-ն) (բանաձև 2.28):

$$b_3 = b_3' \frac{l}{l'} \quad (2.28)$$

DG-ն և AD-ն տեղադրելով բանաձև 1-ում կստանանք AG-ն (բանաձև 2.29):

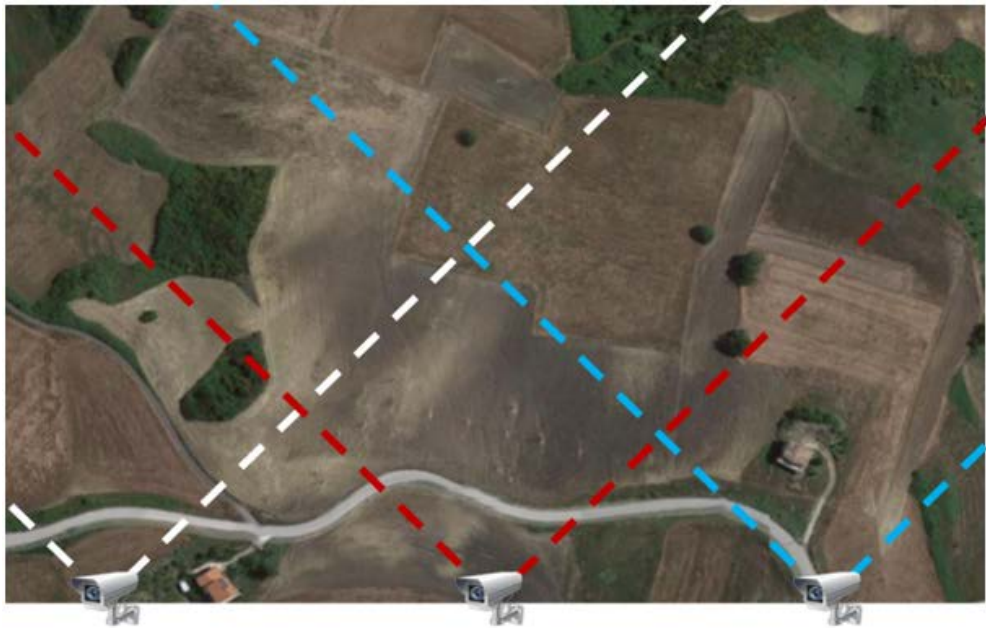
$$h = \sqrt{4 \left( a_1 \frac{b_3'}{l'} \right)^2 + \left( b_3' \frac{l}{l'} \right)^2} \quad (2.29)$$

**Եզրակացություն.** Ստեղծվել են օբյեկտների նմուշներ: Օգտագործելով ստեղծված նմուշները կատարվել են բազում փորձեր տարբեր չափսի, դիրքի օբյեկտների հետ, նրանց տեղադրելով տեսախցիկից տարբեր հեռավորությունների վրա: Արդյունքում մշակվել է մեթոդ, որը թույլ է տալիս որոշել պատկերում արդեն հայտնաբերված և ճանաչված օբյեկտի հեռավորությունը նկարահանման կետից՝ տեսախցիկից [62]: Տարբեր տեսախցիկներ ունեն տարբեր նկարահանման անկյուններ (ըստ որի որոշվում է պատկերում տեսախցիկին հասանելի տեսադաշտը), մշակված մեթոդը ակտուալ է բոլոր տեսախցիկների և բոլոր տեսադաշտերի անկյունների համար: Մեթոդի իրականացման համար օգտագործվել է երկրաչափության եռանկյունների նմանության օրենքը:

Մշակված մեթոդը էֆեկտիվ է և ճշտորեն հաշվարկում է տարբեր օբյեկտների հեռավորությունը տեսախցիկից:

### 2.3.2. Օբյեկտների արտապատկերումը քարտեզներում

**Ներածություն:** Մեծ տարածքում տարբեր տեսահսկման համակարգերի կամ առանձին տեսախցիկների կողմից իրականացվող գործողության արդյունքում յուրաքանչյուրի կողմից հայտնաբերված իր օբյեկտը դիտարկվում է որպես առանձին միավոր [47], [53]: Այդպիսով՝ տարածքի ամբողջական պատկերը չի կառուցվում և մնում է անհայտ (Նկար 2.28): Սակայն ատենախոսական աշխատանքի խնդիրներից մեկն է տեսնել ամբողջական պատկերը՝ դիտարկելով տարբեր տեսահսկման համակարգերի կողմից հայտնաբերված օբյեկտների փոխկապակցվածությունը:



**Նկար 2.28.** Տարբեր տեսախցիկների կողմից դիտարկվող տարածքները:

Անհրաժեշտություն է առաջանում համախմբել բոլոր տեսախցիկների հայտնաբերած օբյեկտները մի համակարգում, որպեսզի հանարավորություն ունենալ դիտարկելու նրանց դիրքը միմյանց նկատմամբ, անալիզի ենթարկել և կատարել հաշվարկներ համախումբ համակարգում [63, 64]: Ստեղծելով փոխկապակցվածություն տեսախցիկների կամ տեսահսկման համակարգերի միջև՝ կստանաք տեսահսկման մեծ ծածկույթ (Նկար 2.29):



**Նկար 2.29.** Տեսահսկման մեծ ծածկույթ համախումը դիտարկելու դեպքում:

Տվյալ ենթավերնագրում նկարագրված է նշված խնդրի լուծման համար ընտրված մեթոդը և ծրագրային իրագործումը:

Այսպիսով՝ նպատակն է օբյեկտների համախումբը ցուցադրելու(մոնիթորինգ) մեկ հարթակում, որը կարող է լինել տոպոլոգիական քարտեզ [64]: Ինչպես նաև պահպանել օբյեկտների տեղաշարժի մասին ինֆորմացիան՝ հետագայում ունենալու նախորդ օրերին օբյեկտների տեղաշարժման հետազիծը, պատմությունը: Սա օգտակար կլինի օբյեկտներին հետագա ուսումնասիրության և անալիզի ենթարկելու համար: Ինչպես նաև տեսախցիկի միջոցով հայտնաբերված օբյեկտների սինխրոն ցուցադրություն քարտեզագրական հարթակում [65, 66]՝ մոնիթորինգ ուղիղ միացմամբ (ուղիղ եթերում):

Խնդրի լուծման համար անհրաժշտ է մշակել մեթոդ, որը պետք է ունենա հետևյալ ֆունկցիաները.

1. Արտապատկերել օբյեկտները մեկ տոպոլոգիական հարթակում՝ քարտեզում ըստ կոորդինատների:
2. Իրագործել ուղիղ միացմամբ մշտադիտարկում (ուղիղ եթերի մոնիթորինգ):
3. Պահպանել օբյեկտների դիրքը քարտեզում՝ որպես նախագիծ(project):
4. Բեռնել նախկինում պահպանված նախագծերը:

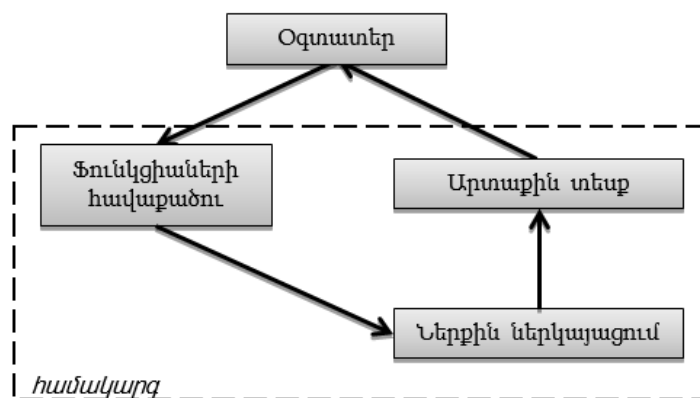
5. Կատարել փոփոխություն նախագծում (օբյեկտները տեղաշարժել, ջնջել, ավելացնել նորը, մեծացնել և այլն):

«Միկրոսխեմաների ֆիզիկական նախագծման ցանցային ծրագրային գործիք» աշխատանքում առաջարվել է 3-5 կետերի իրագործումը, որը կօգտագործքենք տվյալ աշխատանքում [67]: Համախումբ համակարգը պետք է պարունակի նշված բոլոր՝ 1-5 կետերը, որոնք իրականացնելու համար նախագծվել և ստեղծվել է կոնֆիգուրացվող ծրագրային գործիք: Ծրագրային գործիքը կոնֆիգուրացվող լինելու շնորհիվ կարող է հեշտությամբ ձևափոխվել (օրինակ՝ նոր ֆունցիոնալ բլոկի ավելացում) օգտատիրոջ կողմից:

Անդրադառնալով 1 և 2 կետերին՝ պետք է ասել, որ համակարգին առաջին հերթին պետք է՝ էկրան և էկրանում օբյեկտի արտապատկերման միջոց:

**Համակարգի նկարագրությունը:** Ինչպես նշվեց, համակարգը պետք է ունենա էկրան՝օբյեկտների արտապատկերման համար, կոճակներ՝ էկրանում գործողություններ կառավարելու համար, ինչպես նաև հնարավորություն՝ ստեղծված նախագիծը պահպանելու, բեռնելու: Քննարկենք համակարգի կառուցվածքը և հնարավորությունները:

Համակարգը բաղկացած է 3 մասից՝ ներքին ներկայացում, ֆունկցիաների հավաքածու, արտաքին տեսք (Նկար 2.30):



**Նկար 2.30.** Համակարգի ընդհանուր կառուցվածքը:

Համակարգն աշխատում է հետևյալ կերպ. օգտատերը տեսնում է համակարգի «Արտաքին տեսք»-ը, այնուհետև գործողություններ կատարելու համար դիմում է «Ֆունկցիաների հավաքածու»-ին, վերջինս իր հերթին կապ է հաստատում «Ներքին

ներկայացման» հետ, որը իրագործելով գործողություններ, արդյունքը արտապատկերում է «Արտաքին տեսք»-ում: «Ներքին ներկայացում»-ը և «Ֆունկցիաների հավաքածու»-ն կազմում են ամբողջ ծրագրի կողը:

Կոճակների միջոցով իրագործվում են գործողությունները, էկրանը ցույց է տալիս բոլոր գործողությունների ընթացքը և դրանց արդյունքները:

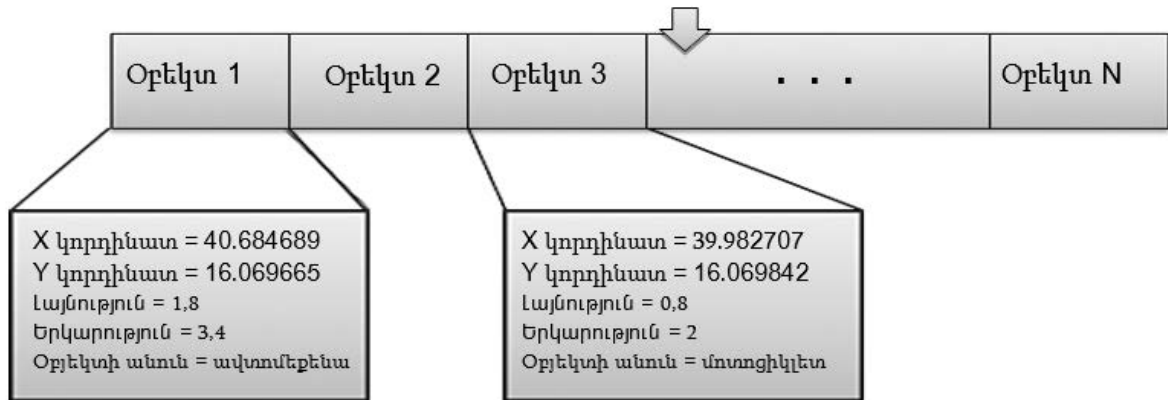
Ծրագրային գործիքում մշակվել են հրամաններ: Յուրաքանչյուր հրաման նրկայացնում է առանձին ալգորիթմ: Առաջնային հրամանը հետևյալն է՝ գծել/ավելացնել օբյեկտը ըստ կոորդինատների:

Իսկ նախագծում փոփոխություն կատարելու համար մշակվել են բազում հրամաններ, օրինակ՝ ավելացնել հավելյալ օբյեկտներ, վերջինս ներկա օբյեկտի համեմատ դիտարկելու, հաշվարկներ իրագործելու և անալիզ ենթարկելու նպատակով: Նշված հավելյալ հրամանները հետևյալն են՝ ավելացնել հավելյալ օբյեկտ (add), տեղաշարժել (move), ձգել (stretch/transform), պատճենել (copy), ջնջել (delete), ընդգծել (Select), շրջել (Rotate), տեքստ ավելացնել (add text), կետերի կամ ցնացի տեղադրում (place grid), փոփոխել միջկետային հեռավորությունը (grid size change), գծել քանոն (ruler), էկրանից ամեն ինչ ջնջել (delete all):

Հավելյալ օբյեկտներ էկրանում ավելացնելու համար համակարգում առկա են ստանդարտ օբյեկտների նմուշներ, որոնք հնարավոր է ավելացնել կամ պակասեցնել ծրագրային գործիքում:

Դիտարկենք էկրանում օբյեկտների արտապատկերման ֆունկցիան: Օբյեկտ ավելացնելու (add) հրամանը, որն աշխատում է հետևյալ կերպ. օբյեկտը ընտրելուց հետո գծելու պահին(էկրանում դեռ չի արտապատկերվում նոր օբյեկտը), կոդում ֆիքսվում են օբյեկտի հետևյալ պարամետրերը՝ x,y կոորդինատները, լայնությունը, բարձրությունը և գույնը, ապա այս պարամետրերով ձևավորվում է օբյեկտ և մուտքագրվում այն զանգվածի մեջ, որտեղ արդեն պահվում են էկրանում գծված օբյեկտների օբյեկտները (Նկար 2.31):





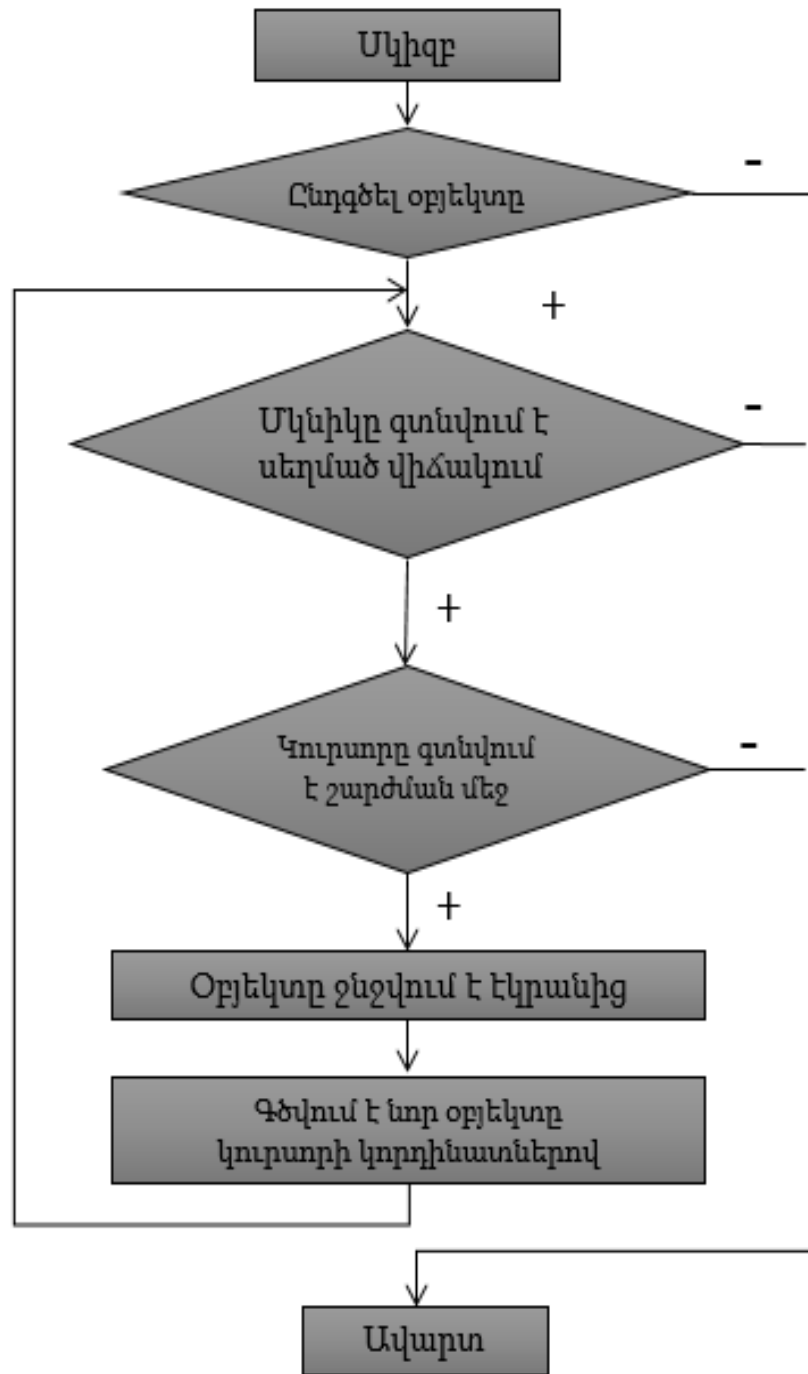
**Նկար 2.31.** Էկրանում օբյեկտի ավելացման ծրագրային ներկայացումը:

Ակնթարթորեն տեղի է ունենում հետևյալ գործողությունը. Էկրանից ջնջվում են օբյեկտները, և օբյեկտը ավելացնող ֆունկցիան ցիկլի միջոցով կարդում է զանգվածի բոլոր տարրերը և գծում էկրանի վրա:

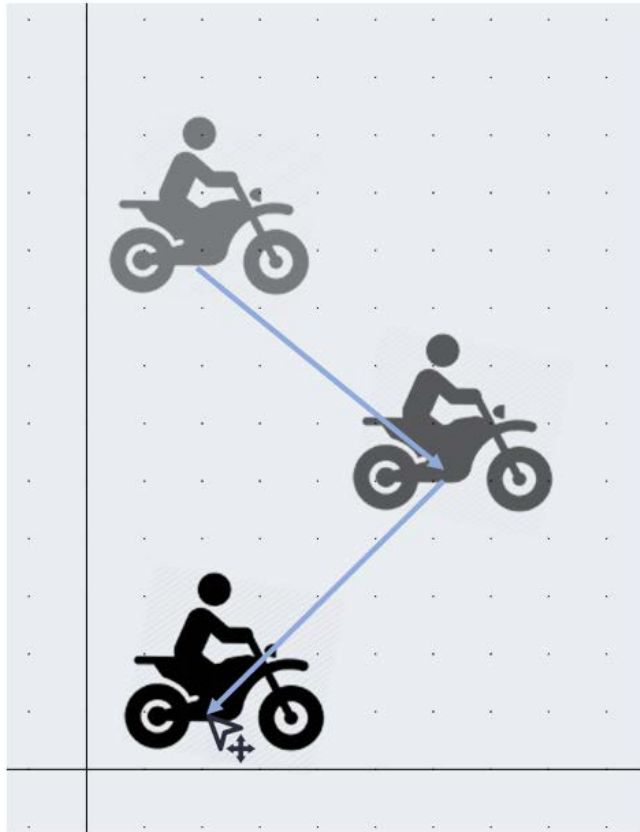
Քանի որ համակարգը թույլ է տալիս օգտատիրոջը կատարել գործողություններ օբյեկտների հետ, քննարկենք դրանցից մի քանիսը:

Հիմնական հրամանների մեջ են մտնում օբյեկտի տեղաշարժումը(move) և պատճենումը (copy):

Օբյեկտը տեղաշարժելու համար մշակված ալգորիթմը հետևյալն է՝ ընդգծել օբյեկտը, մինչ մկնիկը գտնվում է սեղմված վիճակում, և կուրսորը գտնվում է շարժման մեջ, օբյեկտը ջնջվում է էկրանից և գծվում է նոր օբյեկտը՝ ըստ կուրսորի կոորդինատների(Նկար 2.32): Դա տեղի է ունենում անընդհատ, շատ փոքր ինտերվալով (մոտ 20մվրկ), քանի դեռ կուրսորը շարժման մեջ է: Այդ ժամանակահատվածի մեծությունը կամայական է, սակայն պետք է լինի շատ փոքր, որպեսզի չնկատվի օբյեկտի բացակայությունը: Արդյունքում օբյեկտը տեղաշարժվում է էկրանում (Նկար 2.33):

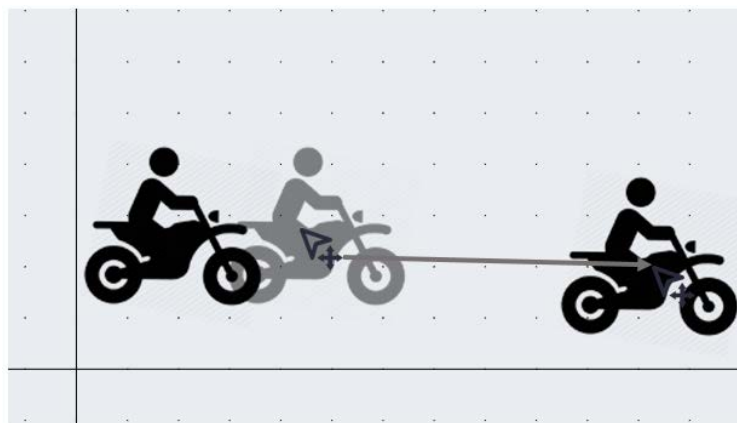


**Նկար 2.32.** Օբյեկտների տեղաշարժման ֆունկցիոնալ բլոկի ալգորիթմական բլոկ-սխեման:



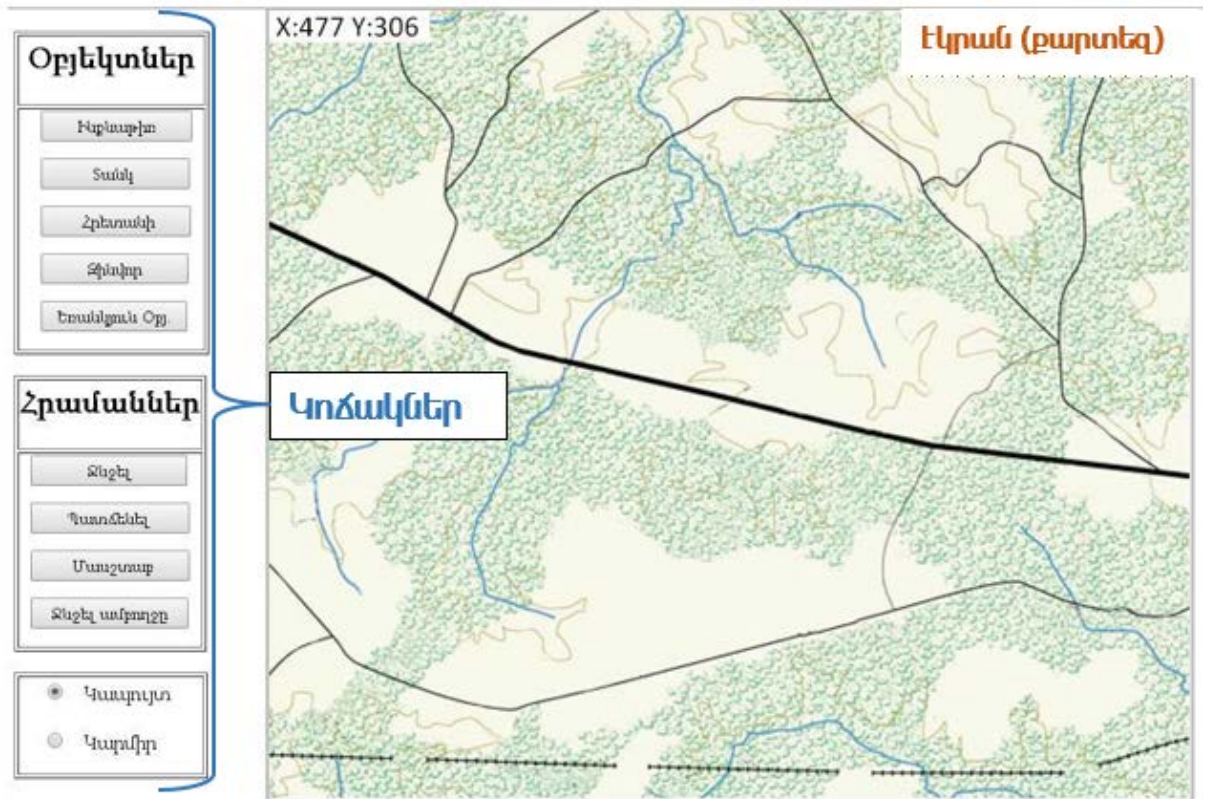
**Նկար 2.33.** Օբյեկտի տեղաշարժը էկրանում:

Օբյեկտը պատճեննելու դեպքում ստեղծվում է ընդգծված օբյեկտի կրկնօրինակը (ավելացման(add) ֆունկցիայի միջոցով), որը ոչինչով չի տարբերվում նախորդից: Պատճենման ֆունկցիայի կանչից հետո ակտիվանում է նաև տեղաշարժման(move) ֆունկցիան, որի միջոցով կրկնօրինակը կարելի է տեղաշարժել: Նկար 2.34-ում բերված օրինակում պատճենված օբյեկտը կուրսորի 1 դիրքից տեղափոկվել է կուրսորի 2 դիրքը:



**Նկար 2.34.** Պատճենված օբյեկտը և նրա տեղաշարժումը:

**Ծրագրային գործիքի ինտերֆեյսի կառուցվածքը:** Կառուցվածքում առկա են կոճակները և Էկրանը (Նկար 2.35): Էկրանում տեղադրվում է քարտեզը: Էկրանը արտապատկերում է օբյեկտները՝ ըստ կոորդինատների: Իսկ կոճակների միջոցով Էկրանում ավելացվում են հավելյալ օբյեկտներ և իրագործվում գործողություններ օբյեկտների հետ: Էկրանը ցույց է տալիս բոլոր գործողությունները և դրանց արդյունքները:



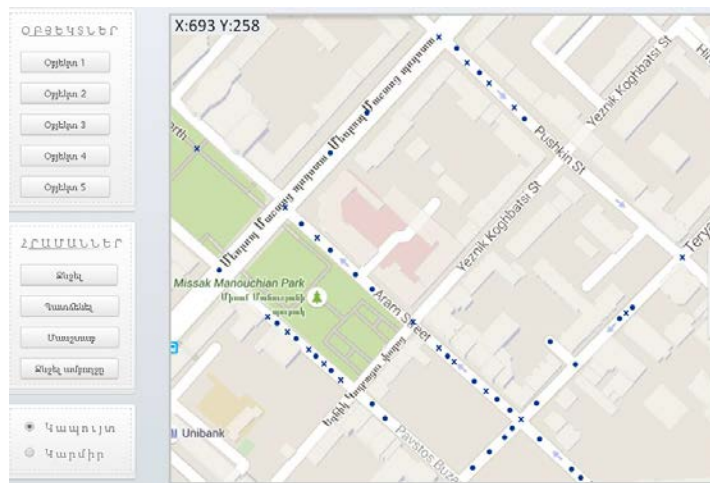
**Նկար 2.35.** Ինտերֆեյսի կառուցվածքը:

Իսմբագրիչը նախատեսված է աշխատելու տարբեր նպատակներով քարտեզագրում իրագործելու համար: Դիտարկենք մի քանի տարատեսակ:

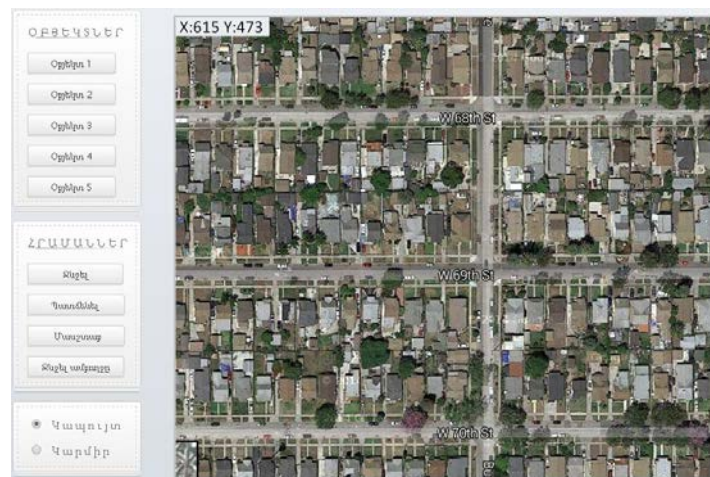
- Աշխարհագրական տեղանքի քարտեզագրում (Նկար 2.36):
- Քաղաքի քարտեզագրում (նկարներ 2.37 և 2.38):
- Գործարանային կամ հատուկ նշանակության տարածքի քարտեզագրում (Նկար 2.39):
- Անիմացիոն քարտեզագրում (Նկար 2.40):
- Ընդհանուր քարտեզագրման օրինակ (Նկար 2.41):



**Նկար 2.36.** Աշխարհագրական տեղանքի քարտեզագրում:



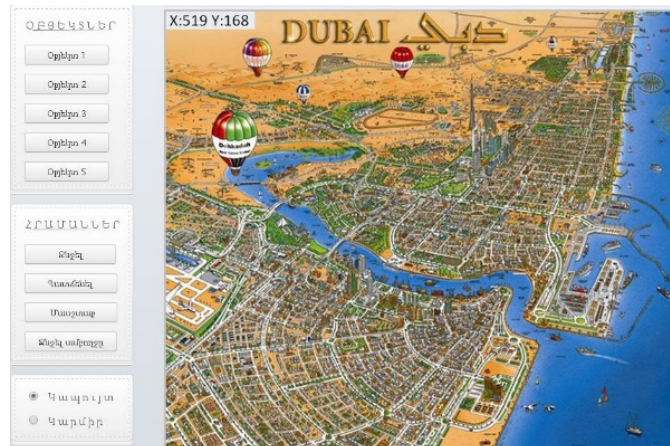
**Նկար 2.37.** Քաղաքի քարտեզագրում:



**Նկար 2.38.** Քաղաքի քարտեզագրման օրինակ:



**Նկար 2.39.** Գործարանային կամ հատուկ նշանակության տարածքի քարտեզագրման օրինակ:



**Նկար 2.40.** Անիմացիոն քարտեզագրում:



**Նկար 2.41.** Ընդհանուր քարտեզագրման օրինակ:

Ծրագրային գործիքում մշակվել է ֆունկցիա նախագծի պահպանուման և բեռնման համար: Վերջինիս ծրագրային իրականացման համար օգտագործվել է MS SQL տվյալների բազա և Python ծրագրավորման լեզու: Նախագիծը պահպանելու համար անհրաժեշտ է մուտքագրել «Project Name», այնուհետև «Պահպանել» կոճակի միջոցով գրաֆիկական մոդելների ինֆորմացիան հաճախ հարցման միջոցով ուղարկվում է սերվերին որտեղ և մուտքագրվում է բազա: Ստեղծվել է հնարավորություն արդեն իսկ պահպանված նախագիծը բեռնել տվյալների բազայից, որը նույնպես կատարվում է հաճախ հարցման միջոցով, հարցումից հետո բազայից նշվում է նախագծի ամբողջ ինֆորմացիան և հետ ուղարկվում «client»-ին, որտեղ և արտապատկերվում է էկրանին «browser»-ի միջոցով: Մշակվել է միջանկյալ փուլ, որը թույլ է տալիս օգտատիրոջը բեռնման ժամանակ՝ նախքան էկրանում նախագծի ցուցադրումը, տեսնել նախագիծը տեքստային ֆորմատով, փոփոխել այն, ապա բեռնել էկրանում:

**Եզրակացություն.** Այսպիսով՝ մշակվել է մեթոդ, որը թույլ է տալիս համախմբել բոլոր տեսահսկման համակարգերի և առանձին տեսախցիկների հայտնաբերած օբյեկտները մի համակարգում, այն է՝ արտապատկերել օբյեկտները մեկ տոպոլոգիական հարթակում՝ քարտեզում [68]: Իրագործել ուղիղ միացմամբ մշտադիտարկում (ուղիղ եթերի մոնիթորինգ), պահպանել օբյեկտների դիրքը քարտեզում՝ որպես նախագիծ, բեռնել նախկինում պահպանված նախագծերը և կատարել փոփոխություն նախագծում (օբյեկտները տեղաշարժել, ջնջել, ավելացնել նորը, մեծացնել և այլն):

Մշակված ծրագրային գործիքը ունի կոնֆիգուրացիոն ֆայլեր: Վերջինիս փոփոխման շնորհիվ կաելի է հեշտությամբ ձևափոխվել ծրագրային գործիքը:

### 3. ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Մշակվել է ծրագրային համակարգ Python ծրագրավորման լեզվի միջոցով, որը 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 արագագործությանը: Մշակվել են նաև բազում ֆունկցիոնալ բլոկներ, որոնցից են ահազանգման և օբյեկտների քարտեզներում արտապատկերման մեթոդները: Օգտագործվել է օբյեկտ կողմնորոշված ծրագրավորման մեթոդները:

#### 3.1. Զուգահեռ հոսքերով աշխատող համակարգի ալգորիթմը

**Ներածություն:** Այս ենթավերնագրում կխոսենք մշակված զուգահեռ հոսքերով աշխատող համակարգի ալգորիթմի մասին, որը ապահովում է օբյեկտների հայտնաբերման-ճանաչման գործընթացի արագագործությունը [69-71]:

Օբյեկտների արագ ճանաչումը կարևոր է, քանի որ շատ դեպքերում օբյեկտի մասին արագ ինֆորմացիա ստանալը մեծ նշանակություն ունի:

Զուգահեռ հոսքերը կամ բազմահոսքությունը (multithreading) կենտրոնական պրոցեսորի միավորի (CPU) կամ բազմակողմանի պրոցեսորներից բաղկացած մեկ միջուկի՝ մի քանի պրոցեսների կամ հոսքերի միաժամանակյա կատարումն է, որը համապատասխան կերպով աջակցվում է օպերացիոն համակարգի կողմից: Բազմահոսքությունը (multithreading) նպատակ ունի ընդլայնել մի միջուկի օգտագործումը՝ օգտագործելով հոսքային մակարդակի (thread-level), ինչպես նաև հրահանգների մակարդակի (instruction-level) զուգահեռականություն: Եթե մի հոսքը ստանում է բազմաթիվ քեշային (cache) բացթողումներ, ապա մյուս հոսքերը կարող են շարունակել օգտվել չօգտագործված հաշվարկային ռեսուրսներից [72], ինչը կարող է հանգեցնել ավելի արագ ընդհանուր կատարման, քանի որ այդ ռեսուրսները կլինեին պարապ, եթե միայն մեկ հոսք աշխատեցվեր: Բացի այդ, եթե մի հատվածը չի կարող



օգտագործել CPU- ի բոլոր հաշվարկային ռեսուրսները (քանի որ հրահանգները կախված են միմյանց արդյունքից), այլ հոսքով աշխատելը կարող է կանխել այդ ռեսուրսների անգործությունը:

**Մեթոդի նկարագրությունը:** Տեսահսկման ժամանակ տեսախցիկը նկարում է 24 կադր վայրկյան հաճախականությամբ, իսկ օբյեկտների հայտնաբերման ալգորիթմը ունի որոշակի արագություն: Եթե տեսահսկման ընթացքում վերցնենք յուրաքանչյուր կադր և աշխատեցնենք հայտնաբերման ալգորիթմը, ապա 1 վայրկյանում 24-ից յուրաքանչյուր կադրի համար կունենանք 1 վայրկյան ալգորիթմի ծախսի ժամանակ, այսինքն՝ մեկ ռեալ վայրկյանը կտևի 24 վայրկյան: Այսպիսով՝ կիրառելով օբյեկտների հայտնաբերման ալգորիթմը՝ կընկնենք ժամականից հետո, որը նպատակահարմար չէ տեսահսկման դեպքում, որտեղ կարևոր է ամիջապես օբյեկտների հայտնաբերումը:

Տեսահսկման ժամանակ տեսանյութը իրենից ներկայացնում է հոսք, որը հոսում է իրական ժամանակում: Նշված խնդիրների լուծման համար կազմակերպում են բազմահոսքության միջոցով աշխատող ալգորիթմ:

Կքննարկենք բազմահոսքության միջոցով աշխատող տեսահսկման միջոցով օբյեկտների հայտնաբերման հայտնի մեթոդներից մեկի մասին և այնուհետև առաջարկվող մեթոդի և նրա առավելությունների մասին:

Բազմահոսքության միջոցով աշխատող ալգորիթմը առաջին հերթին կապ է հաստատում տեսախցիկի հետ և ստանում է տեսախցիկից ստացած ինֆորմացիան՝ հետագայում մշակման համար անհրաժեշտ ֆորմատով: Այնուհետև ալգորիթմը կազմակերպում է այնպես, որ ունենա երկու հոսք, որոնք համակարգիչը կաշխատեցնի զուգահեռ և միաժամանակ (Նկար 3.1): Կստեղծենք բուֆերային զանգված, որում կպահպանվի տեսահսկման ժամանակ ստացված կադրերից յուրաքանչյուրը հետագա մշակման համար: Առաջին հոսքով ալգորիթմական կողը կարդում է տեսախցիկից ստացած ինֆորմացիան, այն է՝ բոլոր կադրերը ըստ հաջորդականության և պահպանում է նշված բուֆերային զանգվածում: Այս գործընթացը շարունակվում է այնքան ժամանակ, քանի դեռ տեսախցիկը գտնվում է աշխատանքային ռեժիմում: Հետևալվարար, ամեն վայրկյանում առաջին հոսքով կազմակերպված ալգորիթմը

պահպանում է 24 կադր բուֆերային զանգվածում: Այսպիսով՝ զանգվածի վերջին տարրը ժամանակաի ցանկացած պահին համապատասխանում է տեսախցիկի հաղորդած վերջին կադրին: Վերջին կադրը ունենալով՝ կստանանք հասանելիություն ներկա պահին տեղի ունեցող իրադարձության մասին ինֆորմացիան:

Երկրորդ հոսքով կաշխատեցվի օբյեկտների հայտնաբերման ալգորիթմը [47, 53], որը կդիմի բուֆերային զանգվածին և կվերցնի այնտեղից կադրը մշակման համար: Քանի որ առաջին և երկրորդ հոսքերը աշխատանքը սկսում են միաժամանակ, ապա հնարավոր է դեպք երբ երկրորդ հոսքով կազմակերպված օբյեկտների հայտնաբերման ալգորիթմը կարող է ավելի արագ սկսել իր աշխատանքը, քան առաջինը կհասցնի պահպանել տեսախցիկից ստացած առաջին կադրը: Սա համակարգին կկանգնեցնի խնդրի առաջ: Այդ իսկ պաճառով երկրորդ հոսքը դիմում է բուֆերային զանգվածին և ցիկլով ստուգում կատարում կադրի առկայությունը: Երկրորդ հոսքի օբյեկտների հայտնաբերման բլոկը կսկսի աշխատել այն պահից սկսած, երբ առաջին հոսքը կպահպանի առաջին կադրը բուֆերային զանգվածում:

Այսպիսով՝ հայտնաբերման բլոկը, վերցնելով կադրը զանգվածից, համակարգին կվերադարձնի հայտնաբերված օբյեկտները, ապա, ավարտելով իր աշխատանքը, կրկին կդիմի բուֆերային զանգվածին և կվերցնի նրանից պահպանված վերջին կադրը և կրկին կիրականցնի հայտնաբերումը: Այս գործընթացը անվերջանալի ցիկլով կիրականացվի այնքան ժամանանկ, ինչքան տեսախցիկը գտնվում է աշխատանքային ռեժիմում:

Բազմահոսքության այս մոդելը կոչվում է <<արտադրողի և սպառողի խնդիր>> (Producer-consumer problem): Վերջինիս վրա փորձեր իրականացնելու, ինչպես նաև ժամանակային հաշվարկներ կատարելու նպատակով իրականացվել է ծրագրային մասը՝ ալգորիթմական կոդը: Նկար 3.1-ում պատկերված է ալգորիթմի բլոկ-սխեման:

Հարկավոր է նշել, որ այս մոդելում առաջին հոսքի արագությունը պետք է մեծ լինի երկրորդի արագությունից, որպեսզի համակարգի աշխատանքը լինի օպտիմալ: Հակառակ դեպքում առաջին հոսքը ավելի դանդաղ պահպանելով կադրերը բուֆերային զանգվածում կթողնի երկրորդ հոսքին պարապ, այսինքն սպասման մեջ, քանի որ երկրորդ հոսքը վերցնելով կադրը զանգվածից, ավելի արագ է կատարում

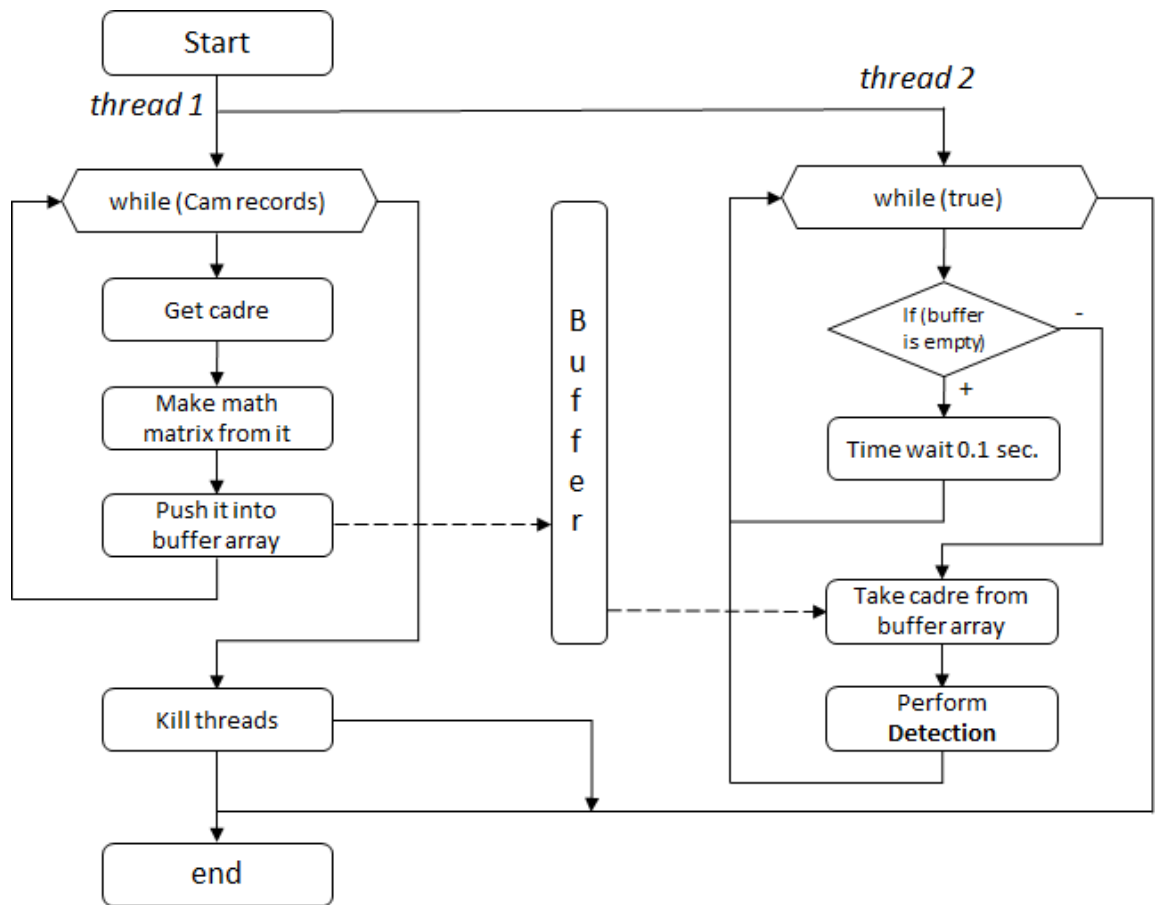
հայտնաբերում՝ դատարկելով զանգվածը: Նկարագրված ոչ օպտիմալ աշխատանքից խուսափելու համար հաճախ օգտագործում են փոքր ժամանակահատվածով (օրինակ 100մվ) ալգորիթներ կանգնեցնող ֆուլցիաներ: Այս դեպքում կօգտագործվի երկրորդ հոսքի համար հայտնաբերումը անմիջապես իրականացնելուց հետո:

Արտադրող և սպառող խնդրի մոդելը (Producer-consumer model) տեսահսկման ժամանակ օբյեկտների հայտնաբերման և ճանաչման համար օգտագործելիս համակարգին վերը նշված խնդրի առաջ չի կանգնեցնի [73], քանի որ հայտնաբերման կամ ճանաչման ժամանակը (հայտնաբերման ժամանակը նշանակենք  $t_2$ -ով) միշտ ավելի մեծ է, քան տեսախցիկից կադրի ստացածումը և պահպանումը բոֆերային զանգվածում (նշ.  $t_1$ -ով): Դրան հակառակ՝ հայտնաբերման ժամանակը շատ ավելի մեծ է քան՝ կադրի զանգվածում պահպանման (բանաձև 1):

$$t_2 \ll t_1 \quad (3.1)$$

Այսպիսով՝ առաջին հոսքը մեծ արագությամբ աշխատելով լցնում է բուֆերային զնագվածը իսկ երկրորդը հասցնում է վերցնել զանգվածում առկա կադրերի միայն փոքր մասը: Ավելի կոնկրետ փորձերը ցույց են տվել, որ երկրորդ հոսքը օգտագործում է զանգվածում առկա կադրերի 5-25%-ը, որը նշանակում է, որ առաջին հոսքը աշխատում է 4-20 անգամ ավելի արագ, քան երկրորդը: Երկրորդ հոսքի փոքր արագությունը սահմանափակում է առաջին հոսքի տրամադրած կադրերի մեծամասնության օգտագործումը: Սա կկանգնեցնի օգտատիրոջը խնդրի առաջ, օրինակ՝ երկրորդ հոսքի արագությունը առաջինից 20 անգամ դանդաղ լինելու դեպքում համակարգը ի վիճակի կլինի տեսանյութի ճանաչել ամեն 20-րդ կադրը, որը մոտավոր հավասար է 1վ/կադր հաճախականության: Այս դեպքում կարող է պատահել այնպես, որ օբյեկտը հայտնվելով այդ միջանցիկ չդիտարված ժամանակահատվածում կմնա անտեսված:

Որպեսզի լուծենք այս խնդիրը, հարկավոր է մշակել այնպիսի մեթոդ, որը կմեծացնի կադրերի վերցնելու և մշակելու հաճախականությունը, որը կբերի ավելի մեծ քանակով կադրերում օբյեկտի հայտնաբերմանը:



**Նկար 3.1.** «Արտադրող և սպառող» մոդելի (Producer-consumer model) բլոկ սխեման, տեսահսկման ժամանակ օբյեկտների հայտնաբերման դեպքում:

**Լավարկված մեթոդի նկարագրությունը:** Այսպիսով՝ տեսահսկման ժամանակ օբյեկտների հայտնաբերման և ճանաչման խնդրի լուծման համար մշակվել է բազմահոսքության ավելի օպտիմալ ալգորիթի՝ հիմնվելով «Արտադրող և սպառող խնդրի» մեթոդի վրա:

Նկարագրված «Արտադրող և սպառող խնդրի» դեպքում արտադրողի (հոսք 1) և սպառողի (հոսք 2) քանակը մեկ է: Նոր մեթոդի դեպքում երկրորդ հոսքը կբաժանենք մեկից ավելի հոսքերի, հետևաբար կունենաք մեկ արտադրող և մի քանի սպառող:

Այս մեթոդը ենթադրում է, որ սպառողների կատարած զուգահեռ աշխատանքը կմեծացնի հայտնաբերման հաճախականությունը տեսանյութում:

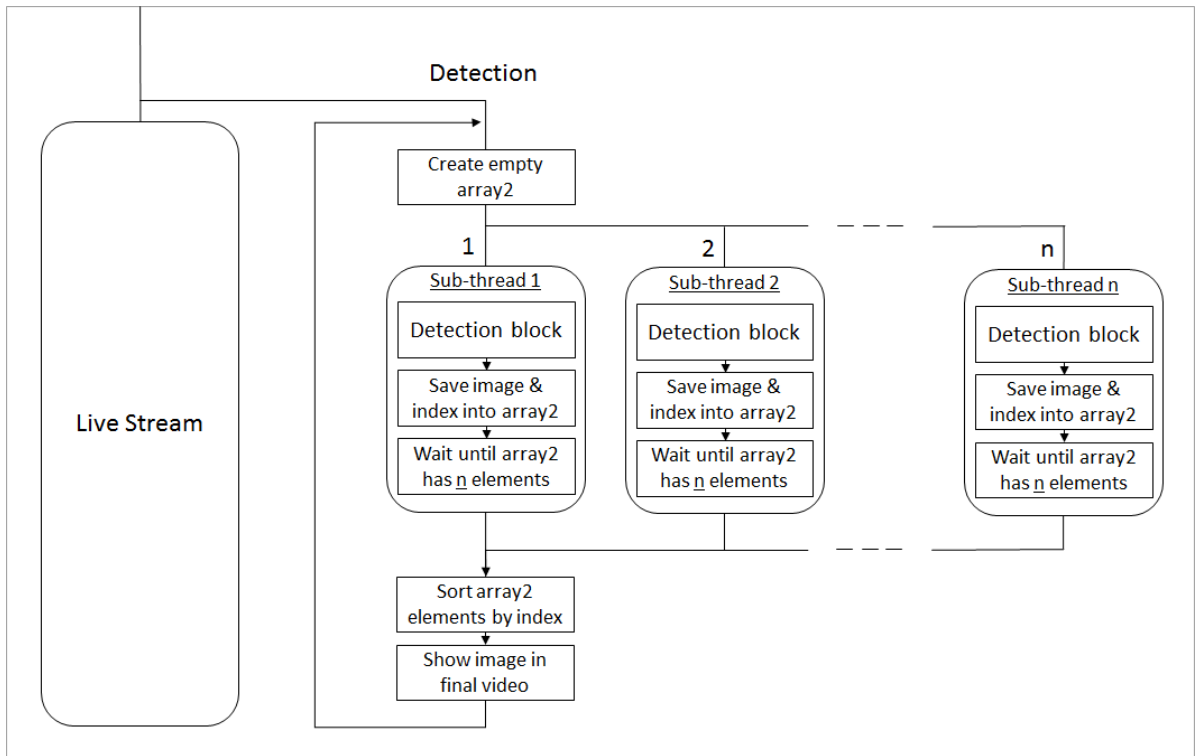
Սպառողների հնարավոր առավելագույն քանակը որոշելու համար ստեղծվել է մեթոդ, որը դիմում է և ստանում է համակարգում առկա ազատ հոսքերի քանակը: Քանակը որոշվում է այնպես, որ զուգահեռ աշխատող հոսքերը իրագործեն

գործողությունները մաքսիմալ հավասար ժամանակահատվածում, հակառակ դեպքում զուգահեռ հոսքերի մեծ քանակը կբերի համակարգչի միջուկի գերձանրաբեռնվածության, և ծրագրային կողը աշխատի ավելի դանդաղ քան կաշխատեր առանց բազմահոսքույան՝ հաջորդաբար:

Երկրորդ հոսքի ալգորիթմական ներկայացումը տեղադրում ենք առանձին ֆունկցիայի մեջ, որը կարող է կանչվել սպառողների զուգահեռ աշխատող հոսքերի կողմից [74, 75]:

Բազմահոսքությունը կկազմակերպենք այնպես, որ երկրորդ հոսքը կաշխատեցնի ենթահոսքերի (subthreads), որոնք կհանդիսանան սպառողների բազմությունը:

Այսպիսով ամեն սպառող հանդիսացող ենթահոսք կաշխատեցնի օբյեկտների հայտնաբերման ալգորիթմական կողը՝ հետևաբար վերցնելով բուֆերային զնագավծից վերջին կադրը: Հոսքերը աշխատում են զուգահեռ, բայց իդեալականորեն ոչ հավասար ժամանակահատվածում, այսինքն՝ հոսքերի աշխատաժամանակի մեջ կորոլ է լինել չնչին՝ միլիվայրկյանների տարբերություն: Այս ասինխրոնությունը կարող է կանգնեցնել խնդրի առաջ: Խնդիրը պատկերացնելու համար եկեք դիտարկենք հետևյալ օրինակը: Համակարգի աշխատանքի որոշակի պահին բուֆերային զանգվածում առկա է 7 կադր, ընդ որում՝ առաջին հոսքը հանդիսանում է արտադրողը, իսկ երկրորդ հոսքի I, II, III ենթահոսքերը՝ սպառողները (Նկար 3.2): II ենթահոսքը, սկսելով իր աշխատանքը փոքր ինչ արագ քան I-ը, կվերցնի զանգվածից վերջին՝ 7-րդ կադրը, իսկ I ենթահոսքը III-ից արագ սկսելով, կվեցնի նախավերջին՝ 6-րդ կադրը: Այնուհետև II ենթահոսքը հայտնաբերում կիրառելուց հետո (ընդգծելով հայտնաբերված օբյեկտները կադրում) վերջնական տեսանյութում կպատկերի 7-րդ կադրը, I ենթահոսքը՝ 6-րդ, իսկ III ենթահոսքը՝ 5-րդ: Կունենանք հետևյալ կադրերի հաջորդականությունը 7, 6, 5, այնինչ պետք է ունենալ կադրերի 5, 6, 7 հաջորդականությունը: Հաջորդականությունը կխախտվի, օգտատերը էկրանին կտեսնի կադրերի խառը հերթականությունից կազմված տեսանյութ:



**Նկար 3.2.** Ձևափոխված <<Արտադրող և սպառող>> մոդելի (Producer-consumer model) բլոկ սխեման, կազմակերպված ենթահոսքերի միջոցով:

Այս խնդրից խուսափելու համար առաջին հերթին կփոփոխենք այն ծրագրային բլոկը, որը պատասխանատու է հայտնաբերման ընթացքում բուֆերային զանգվածից կադրը վերցնելու համար: Նշված ծրագրային բլոկը կադրի հետ մեկտեղ բուֆերային զանգվածից կփոխանցի կադրի ինդեքսը, ընդ որում՝ զանգվածից կադրը չի հեռացվի: Ինդեքսը ցույց է տալիս զանգվածում կադրի դիրքը, օրինակ 27-րդ կադրի ինդեքսը 27 է: Այս ինդեքսը թույլ կտա սպառողների կատարած գործողություններից հետո պահպանել յուրաքանչյուրի կադրի ժամանակագրական հերթականությունը:

Բազմահոսք հայտնաբերման ընթացքում որևէ ենթահոսք առաջինը կավարտի աշխատանքը՝ օբյեկտի հայտնաբերումը: Այնուհետև ենթահոսքը կպահպանի կադրը, և ինդեքսը նոր զանգվածում որպես զույգ փոփոխական (tuple variable), և կսպասի մյուս ենթահոսքերի աշխատանքի ավարտին: Նույն կերպով մյուս բոլոր ենթահոսքերը կաշխատեն՝ սպասելով ամենավերջին ենթահոսքի աշխատանքի ավարտին: Սա կարելի է կազմակերպել հետևյալ ստուգման միջոցով՝ նոր զանգվածի տարրերի քանակը համեմատել նախապես հայտնի ենթահոսքերի քանակի հետ: Այս կերպ

կատիպենք բոլոր ենթահոսքերին աշխատել հավասար արագությամբ, հետևաբար աշխատաժամանակը հավասար կլինի ամենադանդաղ ենթահոսքի արագությանը:

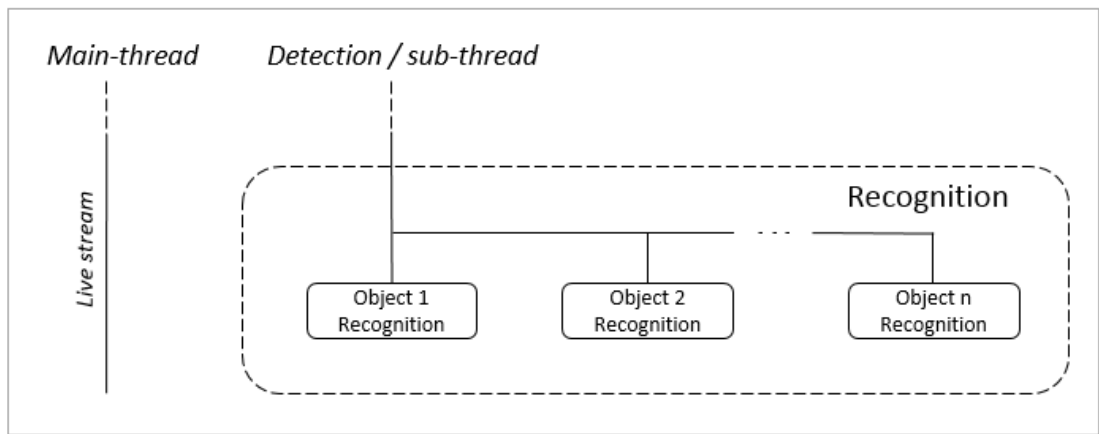
Յուրաքանչյուր ենթահոսք դիմելով բուֆերային զնգվածի տարրին, արգելափակում է(lock) նրան, որպեսզի մյուս ենթահոսքերը չօգտվեն այդ տարրից:

Նոր զանգվածում տարրերը բաշխված են կամայական հերթականությամբ: Կօգտագործենք դասակարգման (sort) ալգորիթմ՝ ըստ ինդեքսների, որի արդյունքում զանգվածում կադրերը դասավորված կլինեն ճիշտ ժամանակագրական հերթականությամբ: Այս կերպ հաջորդականությունը չի խախտվի, և օգտատերը էկրանին կտեսնի կադրերի ճիշտ հերթականությունից կազմված տեսանյութ: Նոր ստացված զանգվածը զրոյացվում է մյուս ցիկլի պտույտի համար:

Ինչպես գիտենք, օբյեկտների ճանաչման գործընթացում առաջին փուլը օբյեկտների հայտնաբերումն է, և նկարագրված հայտնաբերման մեթոդի շնորհիվ շահում ենք արագություն, որը կնպաստի ընդհանուր ճանաչման գործընթացի արագացմանը:

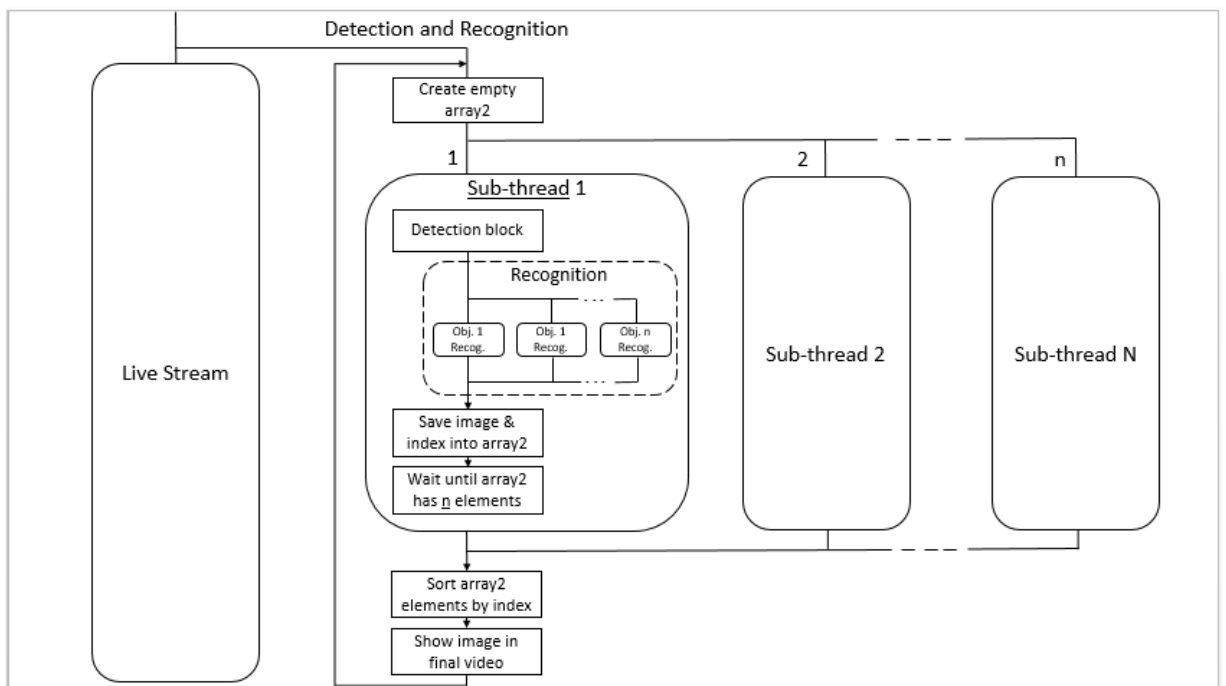
Խոսեցինք հայտնաբերման գործընթացի արագացման մասին, քննարկեցինք նաև ճանաչման գործընթացի արագացման համար մշակված մեթոդի մասին: Ակնհայտ է, որ պատկերում կարող է առկա լինել մեկից ավել օբյեկտ: Ընդհանուր առմամբ ճանաչման ալգորիթմները կազակերվում են այնպես, որ հայտնաբերելուց հետո առանձնացվում են օբյեկտները և յուրաքանչյուր օբյեկտի համար առաձին-առաձին կիրառում ճանաչման ալգորիթմը հաջորդաբար: Ճանաչման ալգորիթմները պատասխանատու են միաժամանակ միայն մեկ օբյեկտի հայտնաբերման համար: Այսինքն՝ ճանաչում է առաջինը, վերջացնելով անցնում է երկրորդին և այդպես շարունակ:

Այս գործընթացը արագացնելու համար ենթահոսքերը կկազմակերպենք այնպես, որ յուրաքանչյուրն իր հերթին կբաժանվի փոքր ենթահոսքերի, ընդ որում յուրաքանչյուրն իր հերթին կաշխատեցնի ճանաչման կողը: Ամեն անգամ փոքր ենթահոսքերը կգեներացվեն հայտնաբերված օբյեկտների քանակով, հետևաբար յուրաքանչյուրը պատասխանատու կլինի մեկ օբյեկտի հայտնաբերման համար (Նկար 3.3):



**Նկար 3.3.** Ճանաչման բլոկը և փոքր ենթահոսքերը:

Ճանաչման գործընթացը զուգահեռ կազմակերպելով՝ մոտվոր ծախսում ենք այնքան ժամանակակ, ինչքան կպահանջվեր մեկ օբյեկտի ճանաչման համար: Ենթահոսքը կբաժանվի ճանաչման փոքր ենթահոսքերի հայտնաբերում իրականացնելուց անմիջապես հետո, այսինքն հայտնաբերման բլոկից հետո, որին կհաջորդի նոր ստեղծված զանգվածում պատկերի և ինդեքսի պահպանման համար պատասխանատու ալգորիթմը, այնուհետև նրան հաջորդող համապատասխան գործողությունները և այս ամենից հետո ցկլը կկրկնվի (Նկար 3.4):



**Նկար 3.4.** Հայտնաբերման և ճանաչման ինտեգրալ ալգորիթմի բլոկ սխեման:

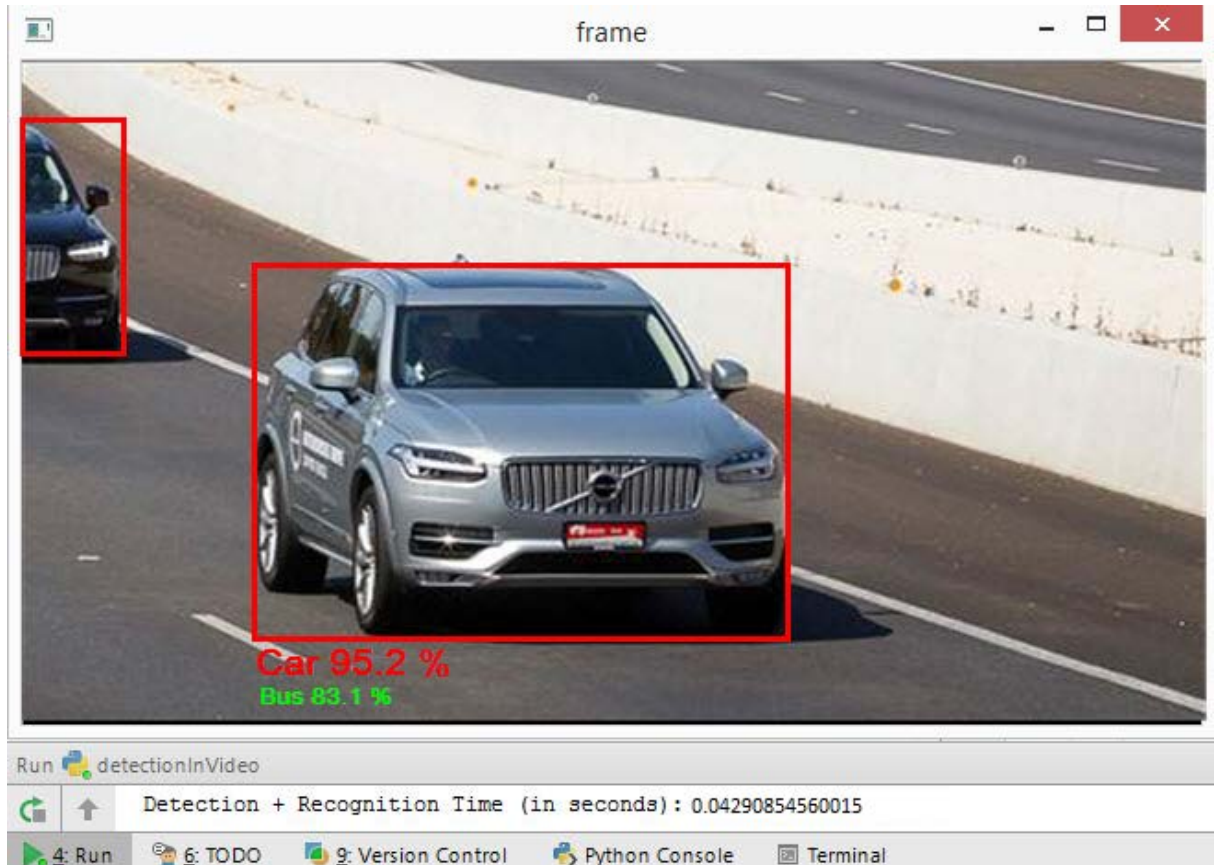


Մշակված մեթոդի շնորհիվ տեսանյութում օբյեկտներ հայտնաբերման և ճանաչման գործնառն զգալիորեն արագանում է:

**Եզրակացություն:** Այսպիսով՝ մշակվել է զուգահեռ հոսքերի (բազմահոսքության) միջոցով աշխատող ալգորիթմ, որը ապահովում է համակարգի հայտնաբերման-ճանաչման գործընթացի արագագործությունը: Ալգորիթմը մշակելու համար ուսումնասիրվել է <<Արտադրող և սպառող>> մոդելը, նրա առավելությունները և թերությունները: Արագագործության բարձրացման համար <<Արտադրող և սպառող>> մոդելը ձևափոխվել է: Առաջին փուլում մշակվել է օբյեկտների հայտնաբերման ալգորիթմի արագագործության բարձրացման ալգորիթմը, որն իր մեջ ներառում է ենթահոսքերի, ցիկլի և նոր զանգվածի գործողությունների կազմակերպումը, իսկ երկրորդ փուլում՝ ճանաչման գործընթացի արագագործության բարձրացումը: Կատարվել են փորձեր, որոնց արդյունքները ցույց են տվել, որ ձևափոխված մեթոդի արագագործությունը զգալիորեն ավելի բարձր է, քան նախկին մեթոդինը:

### 3.2. Փորձերի արդյունքները

Ծրագրային համակարգի աշխատանքի արդյունքը ներկայացված է նկար 3.5-ում:



**Նկար 3.5.** Ծրագրային համակարգի աշխատանքի արդյունքը:

Մշակված մեթոդների համար իրականացվել են բազում փորձեր, որպես համեմատման մեթոդներ են ընտրվել ոլորտում առկա օբյեկտների հայտնաբերման և ճանաչման կիրառություն գտած մեթոդները:

Աղյուսակ 3.1-ից և 3.2-ից երևում է, որ առաջարկվող ալգորիթմը գրավում է մրցունակ դիրք առկա մեթոդների հետ մեկտեղ: Աղյուսակ 3.1-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, իսկ  $n \times m$ -ը՝ նմուշի չափսերը:

**Աղյուսակ 3.1.** Փորձերի արդյունքները. մեկ օբյեկտի հայտնաբերման և ճանաչման արագությունը և ճշգրտությունը (480 x 360 պիքսել կետայնությամբ տեսաշարի դեպքում).

Ալգորիթմը	Ալգորիթմի բարդությունը	Ճանաչման միջին ժամանակը *	Ճանաչման ճշտությունը՝ p (%)
Frame difference MOG/GMG <sup>16</sup>	$C_1 = NM + \varepsilon \cdot n_1 m_1$	0.069 վրկ	67.5% (61-74)%
<b>Առաջարկվող ալգորիթմ</b>	$C_3 = \frac{1}{2^p} \left( \frac{NM}{r^2} + (nm) \sum_{i=1}^k h_i \right)$ $i = \overline{1, z}, h = \overline{1, 8}$	<b>0.043 վրկ*</b>	<b>84% (72%-96%)</b>
Background subtraction <sup>17</sup>	$C_2 = NM + \varepsilon \cdot n_2 m_2$	0.172 վրկ	84.2%
Template matching method <sup>18</sup>	$C = \sum_{i=1}^z NM n_i m_i, i = \overline{1, z}$	0.754 վրկ	96-98%

**Աղյուսակ 3.2.** 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
<b>Առաջարկվող ալգորիթմ</b>	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	1.696 վրկ	3.01 վրկ	15.08 վրկ

<sup>16</sup> <https://link.springer.com/article/10.1007/s11760-017-1093-8>,  
[https://www.ripublication.com/irph/ijict\\_spl/ijictv4n15spl\\_10.pdf](https://www.ripublication.com/irph/ijict_spl/ijictv4n15spl_10.pdf)

<sup>17</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574013715300459>,  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Background\\_subtraction](https://en.wikipedia.org/wiki/Background_subtraction)

<sup>18</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Template\\_matching](https://en.wikipedia.org/wiki/Template_matching), <https://ieeexplore.ieee.org/document/7849615/>

## ԵԶՐԱՀԱՆԳՈՒՄ

Այսպիսով՝ մշակվել է տեսաշարում օբյեկտների հայտնաբերման, ճանաչման և տեղորոշման համակարգ: Համակարգը մշակելու համար իրականացվել են հետևյալ քայլերը.

Մշակվել է տեսաշարերում օբյեկտների հայտնաբերման արագագործ տարբերակ՝ ֆոնային զատման մեթոդի մոդիֆիկացիայի շնորհիվ: Այն բավարար ճշգրտությամբ հայտնաբերում է ֆոնում թաքնված օբյեկտները, որոնք տեսանելի չեն անզեն աչքով [47]: Բաց տարածության համար տեսահսկում իրականացնելու դեպքում հայտնաբերման մեթոդի արդյունավետ աշխատանքը ապահովելու համար տրվել է լույսի ինտենսիվության փոփոխման խնդրի լուծում:

Մշակվել է կեղծ թիրախների հայտնաբերման նոր մեթոդ, որը թույլ է տալիս հետազոտել ֆոնը, հայտնաբերել հետաքրքրություն չներկայացնող օբյեկտները և հեռացնել [53]:

Մշակվել է օբյեկտների հայտնաբերման-ճանաչման արագագործ համակարգ տեսաշարում տարատեսակ օբյեկտների առկայության դեպքում [47, 53, 69]:

Մշակվել է մեկ տեսախցիկի միջոցով օբյեկտի հեռավորության հաշվարկման ալգորիթմ՝ հիմնվելով ճանաչված օբյեկտի իրական և պիքսելային չափերի վրա [62]:

Մշակվել է բոլոր տեսահսկման համակարգերի և առանձին տեսախցիկների հայտնաբերած օբյեկտները մի համակարգում համախմբման մեթոդ, որը թույլ է տալիս արտապատկերել օբյեկտները մեկ տոպոլոգիական հարթակում՝ քարտեզում [67, 68]:

Մշակվել է ծրագրային համակարգ, որը համախմբում է վերը նշված բոլոր մեթոդները:

Արդյունքում ձևավորվել է տեսահսկման համակարգ, որը ապահովում է հայտնաբերան, ճանաչման և տեղորոշման բարձր արագագործություն և բավարար ճշգրտություն ֆոնում անգամ բազմաթիվ օբյեկտների առկայության դեպքում:

Նշված որակական ցուցանիշների ճշգրտությունը ապացուցվել է տարատեսակ փորձերի միջոցով:

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

- [1] M. E. Rashid, V. Thomas, "A Background Foreground Competitive Model for Background Subtraction in Dynamic Background", In Procedia Technology 25, pp. 536 – 543, 2016
- [2] Y. Xin, J. Hou, L. Dong, L. Ding, "A self-adaptive optical flow method for the moving object detection in the video sequences", In Optik - International Journal for Light and Electron Optics, Volume 125, Issue 19, pp. 5690-5694, October 2014
- [3] Dr. S. K. Deb, R. K. Nathr, "Vehicle Detection Based on Video for Traffic Surveillance on road", In International journal of computer science & emerging technologies (IJCSET), Volume 3, No 4, pp. 121-137, August 2012.
- [4] H. Liu, J. Dai, R. Wang, H. Zheng, B. Zheng, "Combining background subtraction and three-frame difference to detect moving object from underwater video", In IEEE conf. OCEANS 2016 - Shanghai, pp. 1-5, 2016
- [5] Y. Lan, Z. Ji, J. Gao, W. Yaowei, "Robot fish detection based on a combination method of three-frame-difference and background subtraction", In The 26th Chinese Control and Decision Conference (CCDC), pp. 3905-3909, 2014.
- [6] Y. Zhou, J. Ji, K. Song, "A Moving Target Detection Method Based on Improved Frame Difference Background Modeling", In The Open Cybernetics & Systemics Journal, 8, pp. 970-975, 2014.
- [7] Y. Guo-wu, C. Zhi-qiang, et al., "A Moving Object Detection Algorithm Based on a Combination of Optical Flow and Three-Frame Difference", In Journal of Chinese Computer Systems, pp. 668-671, 34.3(2013-03).
- [8] P. Swaroop, N. Sharma, "An Overview of Various Template Matching Methodologies in Image Processing", In International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), Volume 153 – No 10, pp. 8-14, November 2016
- [9] T. Mahalakshmi, P. Swaminathan and R. Muthaiah, "An Overview of Template Matching Technique in Image Processing", Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 4(24), pp. 5469-5473, 2012.

- [10] N. Perveen, I. Bhardwaj, D. Kumar. "An Overview on Template Matching Methodologies and its Applications", International Journal of Research in Computer and Communication Technology, Volume 2, Issue 10, pp. 988-995, October 2013.
- [11] Nadir Nourain Dawoud, Josefina Janier, Brahim Belhaouari Samir. "Fast Template Matching Method Based Optimized Sum of Absolute Difference Algorithm for Face Localization", In International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 18, No.8, pp. 30-34, March 2011.
- [12] Nilamani Bhoi, Mihir Narayan Mohanty. "Template Matching based Eye Detection in Facial Image", International Journal of Computer Applications (0975-8887), Volume 12, No.5, pp. 15-18, December 2010.
- [13] S. Bianco, M. Buzzelli, R. Schettin, "Object Detection Using Feature-based Template Matching", In Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 8661:86610C, 8 pages, March 2013
- [14] S. Sharma, R. Sharma, "Character Recognition using Image Processing", In International Journal Of Advancement In Engineering Technology, Management and Applied Science (IJAETMAS), ISSN: 2349-3224, Volume 03, Issue 09, pp. 115-122, September 2016
- [15] S. Leader. (2004). "Telecommunications handbook for transportation professionals The basics of telecommunications", Federal Highway Administration, Washington, DC, USA, Tech. Rep. FHWA-HOP-04-034 [Online]. Available: [http://ops.fhwa.dot.gov/publications/telecomm\\_handbook/telecomm\\_handbook.pdf](http://ops.fhwa.dot.gov/publications/telecomm_handbook/telecomm_handbook.pdf)
- [16] J. Hourdakis, T. Morris, P. Michalopoulos, and K. Wood. (2005). "Advanced portable wireless measurement and observation station", Center for Transportation Studies in Univ. Minnesota, Minneapolis, MN, USA, Tech. Rep. CTS 05-07 [Online]. Available: <http://conservancy.umn.edu/bitstream/959/1/CTS-05-07.pdf>
- [17] N. Luo, "A wireless traffic surveillance system using video analytics", M.S. thesis, Dept. Comput. Sci. Eng., Univ. North Texas, Denton, TX, USA, 2011 [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/54a2/e9f320ff43ec8e8fbdf49830f79b00b488a.pdf>
- [18] C. Hartung, R. Han, C. Seielstad, and S. Holbrook, "FireWxNet: A multi-tiered portable wireless system for monitoring weather conditions in wildland re environments", in Proc. 4th Int. Conf. Mobile Syst., Appl. Services, pp. 28-41, 2006.

- [19] A. Kawamura, Y. Yoshimitsu, K. Kajitani, et al., "Smart camera network system for use in railway stations", in Proc. Int. Conf. Syst., Man, Cybern., pp. 85 90, 2011.
- [20] N. Li, B. Yan, G. Chen, P. Govindaswamy, and J. Wang, "Design and implementation of a sensor-based wireless camera system for continuous monitoring in assistive environments", J. Personal Ubiquitous Comput., vol. 14, no. 6, pp. 499 510, Sep. 2010.
- [21] B. P. L. Lo, J. Sun, and S. A. Velastin, "Fusing visual and audio information in a distributed intelligent surveillance system for public transport systems", Acta Autom. Sinica, vol. 29, no. 3, pp. 393 407, 2003.
- [22] W. Feng, B. Code, M. Shea, and W. Feng, "Panoptes: A scalable architecture for video sensor networking applications", in Proc. ACM Multimedia, pp. 151 167, 2003.
- [23] S. Hengstler, D. Prashanth, S. Fong, and H. Aghajan, "MeshEye: A hybrid-resolution smart camera mote for applications in distributed intelligent surveillance", in Proc. Int. Symp. Inf. Process. Sensor Netw., pp. 360 369, 2007.
- [24] X. Wang, S. Wang, D. Bi, "Distributed visual-target-surveillance system in wireless sensor networks", IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. B, Cybern., vol. 39, no. 5, pp. 1134-1146, 2009.
- [25] Electronic Code of Federal Regulations [Online]. Available: [http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&sid=1143b55e16daf5dce6d225ad4dc6514a&tpl=/ecfrbrowse/Title47/47cfr15\\_main\\_02.tpl](http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&sid=1143b55e16daf5dce6d225ad4dc6514a&tpl=/ecfrbrowse/Title47/47cfr15_main_02.tpl)
- [26] M. Intag. (2009). Wireless Video Surveillance Challenge or Opportunity?. [Online] Available: <http://www.bicsi.org/pdf/conferences/winter/2009/presentations/Wireless%20Security%20and%20Surveillance%20-%20Challenge%20or%20Opportunity%20-%20Mike%20Intag.pdf>
- [27] P. Kulkarni, D. Ganesan, P. Shenoy, and Q. Lu, "SensEye: A multi-tier camera sensor network", in Proc. 13th Annu. ACM Multimedia, pp. 229 238, 2005.
- [28] Y. Wang and G. Cao, "On full-view coverage in camera sensor networks" in Proc. IEEE INFOCOM, Apr. 2011, pp. 1781 1789.
- [29] Y. Wang and G. Cao, "Barrier coverage in camera sensor networks", in Proc. 12th ACM Int. Symp. Mobile Ad Hoc Network. Comput., pp. 1 10, 2011.

- [30] M. Johnson and A. Bar-Noy, "Pan and scan: Configuring cameras for coverage", in Proc. IEEE INFOCOM, pp. 1071-1079, Apr. 2011.
- [31] T. J. Ellis and J. Black, "A multi-view surveillance system", in Proc. IEE Symp. Intell. Distrib. Surveill. Syst., London, U.K., pp. 11/1-11/5, Feb. 2003.
- [32] C. Stauffer and W. Grimson, "Learning patterns of activity using real-time tracking", IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 22, no. 8, pp. 747-757, Aug. 2000.
- [33] M. Xu and T. J. Ellis, "Illumination-invariant motion detection using color mixture models", in Proc. BMVC, Manchester, U.K., pp. 163-172, Sep. 2001.
- [34] S. Babacan and T. Pappas, "Spatiotemporal algorithm for background subtraction", in Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Process., pp. I-1065-I-1068, Apr. 2007.
- [35] J. Gallego, M. Pardas, and G. Haro, "Bayesian foreground segmentation and tracking using pixel-wise background model and region based foreground model", in Proc. Int. Conf. Image Process., pp. 3205-3208, Nov. 2009.
- [36] P. Petrov, O. Boumbarov, and K. Muratovski, "Face detection and tracking with an active camera", in Proc. 4th Int. Conf. Inf. Syst., pp. 14-34 - 14-39, Sep. 2008.
- [37] T. W. Yang, K. Zhu, Q. Q. Ruan, "Moving target tracking and measurement with a binocular vision system", in Proc. Int. Conf. Mech. Mach. Vis. Pract., pp. 85-91, Dec. 2008.
- [38] D. Comaniciu, V. Ramesh, and P. Meer, "Kernel-based object tracking", IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 25, no. 5, pp. 564-577, May 2003.
- [39] G. R. Bradski, "Computer vision face tracking for use in a perceptual user interface", in Proc. IEEE Workshop Appl. Comput. Vis., pp. 214-219, Oct. 1998.
- [40] Y. Ye, S. Ci, Y. Liu, H. Wang, A. K. Katsaggelos, "Binocular video object tracking with fast disparity estimation", in 10th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance, pp. 183-188, Aug. 2013.
- [41] H. Wang, F. Zhai, Y. Eisenberg, and A. K. Katsaggelos, "Cost-distortion optimized unequal error protection for object-based video communications", IEEE Trans. Circuits Sys. Video Technol., vol. 15, no. 12, pp. 1505-1516, Dec. 2005.
- [42] R. Chakravorty, S. Banerjee, and S. Ganguly, "MobiStream: Error-resilient video streaming in wireless WANs using virtual channels", in Proceedings IEEE INFOCOM 2006. 25TH IEEE International Conference on Computer Communications, pp. 1-14, Apr. 2006.



- [43] D. Wu, S. Ci, H. Luo, Y. Ye, and H. Wang, "Video surveillance over wireless sensor and actuator networks using active cameras", *IEEE Trans. Autom. Control*, vol. 56, no. 10, pp. 2467-2472, Oct. 2011.
- [44] K. Katsaggelos, L. P. Kondi, F. W. Meier, J. Ostermann, "MPEG-4 and rate-distortion-based shape-coding techniques", *Proc. IEEE*, vol. 86, no. 6, pp. 1126-1154, Jun. 1998.
- [45] Bruhn, J. Weickert, C. Feddern, T. Kohlberger, "Real-time optical flow computation with variational methods", in *Proc. Int. Conf. Images Patterns*, pp. 222-229, 2003.
- [46] T. Dang, C. Hoffmann, and C. Stiller, "Fusing optical flow and stereo disparity for object tracking", in *Proc. Int. Conf. Intell. Transp. Syst.*, pp. 112-117, 2002.
- [47] 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.
- [48] R. G. Cinbis, S. Sclaroff, "Contextual Object Detection using Set-based Classification", pp. 15-64, 2012.
- [49] F. Schwenker, A. Sachs, G. Palm, H.A. Kestler, "Orientation histograms for face recognition", In Schwenker F. and Marinai S., editors, *Artificial neural Networks in Pattern Recognition*, volume 4087 of *LNAI*, pp. 253-259, Berlin Heidelberg New York, 2006.
- [50] S. Lazebnik, C. Schmid, J. Ponce, "Beyond bags of features: Spatial pyramid matching for recognizing natural scene categories", In *Proceedings of 2006 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Vol. 2, pp. 2169-2178. IEEE Computer Society Press, June 2006.
- [51] R. Poli, "Genetic programming for feature detection and image segmentation", In T. C. Fogarty, editor, *Evolutionary Computing*, number 1143 in *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 110-125. Springer-Verlag, University of Sussex, UK, 1-2 April 1996.
- [52] M. Zhang, V. Ciesielski. "Using back propagation algorithm and genetic algorithm to train and refine neural networks for object detection", pp. 626-635, (*LNCS* Vol. 1677), 1999.
- [53] 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

- [54] T. Chen, R. Xiao, "Enhancing Artificial Bee Colony Algorithm with Self-Adaptive Searching Strategy and Artificial Immune Network Operators for Global Optimization", *The Scientific World Journal*, Article ID 438260, 12 pages, 2014.
- [55] T. Chen and C. Ju, "A novel artificial bee colony algorithm for solving the supply chain network design under disruption scenarios", *International Journal of Computer Applications in Technology*, vol. 47, no. 2-3, pp. 289–296, 2013.
- [56] D. Karaboga and B. Basturk, "A powerful and efficient algorithm for numerical function optimization: artificial bee colony (ABC) algorithm", *Journal of Global Optimization*, vol. 39, no. 3, pp. 459–471, 2007.
- [57] D. Karaboga and B. Basturk, "On the performance of artificial bee colony (ABC) algorithm", *Applied Soft Computing Journal*, vol. 8, no. 1, pp. 687–697, 2008.
- [58] Hsu and G.-T. Dai, "Multiple object tracking using particle swarm optimization", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, no. 68, pp. 41–44, 2012.
- [59] Dr. A. Rahman, Abdus Salam, Mahfuzul Islam, Partha Sarker, "An Image Based Approach to Compute Object Distance", In *International Journal of Computational Intelligence Systems*, Volume 1 - Issue 4, pp. 304-312, 2008.
- [60] Kuan-Wen Chen, Shen-Chi Chen, Kevin Lin, Ming-Hsuan Yang, Chu-Song Chen, Yi-Ping Hung, "Object Detection for Neighbor Map Construction in an IoV System", In *IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and Green Computing and Communications (GreenCom)*, pp. 300 – 303, 2014.
- [61] R. Hamid, Stephen O'Hara, Mark Tabb, "Global-scale object detection using satellite imagery", In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-3, pp. 107 - 113, 2014.
- [62] 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.
- [63] P. Muukkonen, J. Heiskanen, "Biomass Estimation Over a Large Area Based on Standwise Forest Inventory Data and ASTER and MODIS Satellite Data: A Possibility to Verify Carbon Inventories", *Remote Sensing of Environment*, 107, 4, pp.617-624, 2007.

- [64] H. Bohmand, F. Siegert, "Remote Sensing Verification by Aerial Surveys and Ground Truth Campaigns 1997 and 1998 in Central Kalimantan, Indonesia-Peat Swamp Forest, Mega-Rice-Project and Fires", Workshop on Tropical Forest and Remote Sensing, 1999.
- [65] B. Wu, J. Yang, J. Chen, J. Chen, J. Wu, "A Method of Obtaining Accurate Active Area of Remote Sensing Image and Application in Mosaicking", 2nd International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering, pp. 1-4, 2012.
- [66] R. Collins, A. Lipton, "Introduction to the special section on video surveillance", IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. 22, no. 8, pp. 745-746, August 2000.
- [67] R. A. Simonyan, "Web application for physical design of microsystems", Lraber Scientific Articles Collection, Annual Conference of NPUA, Volume 1, pp. 212-221, 2015
- [68] R. A. Simonyan, "Recognized Objects Visualization on Maps", International Journal of Science and Engineering Investigations, Vol. 7, Issue 75, pp. 104-108, April 2018
- [69] R. A. Simonyan, "Recognition Speed Increase Using Multithreading", International Journal of Science and Engineering Investigations, Vol. 7, Issue 74, pp. 95-99; March 2018
- [70] N. Saaidon, W. Sediono, "Multicolour object detection using multithreading", In IEEE Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE), 2015, pp. 48 - 52.
- [71] S. K. Mahapatra, S. K. Mohapatra, S. Mahapatra, "A Proposed Multithreading Fuzzy C-Mean Algorithm for Detecting Underwater Fishes", 2016 2nd International Conference on Computational Intelligence and Networks (CINE), 2016, pp. 102 - 105
- [72] L. Fan, "A Graph-Based Framework for Video Object Segmentation and Extraction in Feature Space", In IEEE International Symposium on Multimedia (ISM), pp. 266-271, 2015
- [73] Basel A. Mahafzah, "Parallel multithreaded IDA\* heuristic search: algorithm design and performance evaluation", In International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems, pp. 61-82, Dec 2010
- [74] E. S. Fraga, "Symmetric multiprocessing algorithm for conceptual process design", In Computer Aided Chemical Engineering, Volume 8, pp. 637-642, 2000
- [75] Khaled El-Fakih, Gerassimos Barlas, Mustafa Ali, Nina Yevtushenko, "Parallel algorithms for reducing derivation time of distinguishing experiments for nondeterministic finite state machines", In International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems, pp. 197-210, Mar 2017