

ՀՀ ԳԱԱ ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱՅԻ ԵՎ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՄԱՆ ՊՐՈԲԼԵՄՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Կարապետյան Գևորգ Առաքելի

**ԹՎԱՑԻՆ ՊԱՏԿԵՐՆԵՐՈՒՄ ՎՆԱՄՎԱԾ ՏԻՐՈՒՅԹՆԵՐԻ ՔՈՂԱՐԿՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ
ՄՇԱԿՈՒՄԸ ԵՎ ԻՐԱԿԱՆԱՑՈՒՄԸ**

Ե.13.05 – «Մաթեմատիկական մոդելավորում, թվային մեթոդներ և ծրագրերի համալիրներ»
մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի
հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

Երևան – 2014

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ НАН РА

Карапетян Геворг Аракелович

**РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ СОКРЫТИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ ОБЛАСТЕЙ В
ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности**

05.13.05 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Ереван - 2014

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Ինֆորմատիկայի և ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար՝

Ֆիզ.մաթ.գիտ.դոկտոր Հ.Գ.Սարուխանյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

Ֆիզ.մաթ.գիտ.դոկտոր Ս.Ս.Աղայան
տեխ.գիտ.թեկնածու Ա.Ս.Պետրոսյան

Առաջատար կազմակերպություն՝

Հայաստանի պետական ճարտարագիտական
համալսարան

Պաշտպանությունը կայանալու է 2014թ. Մայիսի 30-ին, ժ. 15:00-ին ՀՀ ԳԱԱ Ինֆորմատիկայի և ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտում գործող 037 «Ինֆորմատիկա և հաշվողական համակարգեր» մասնագիտական խորհրդի նիստում հետևյալ հասցեով՝ Երևան, 0014, Պ. Սևակի 1:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ԻԱՊԻ գրադարանում: Սեղմագիրը առաքված է 2014թ. Ապրիլի 30-ին:

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



Հ. Գ. Սարուխանյան

Тема диссертации утверждена в Институте проблем информатики и автоматизации НАН РА

Научный руководитель:

доктор физ.мат.наук

А. Г. Саруханян

Официальные оппоненты:

доктор физ.мат.наук
кандидат тех. наук

С.С.Агаян
А.С.Петросян

Ведущая организация:

Государственный инженерный университет
Армении

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

Автореферат разослан 30-го апреля 2014г.

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



А. Г. Саруханян

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

ԹԵՄԱՅԻ ԱՐԴԻԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Թվային պատկերներում և տեսաշարերում անհայտ/աղավաղված տիրույթների քողարկումը իրենից ներկայացնում է մի գործընթաց, որի շնորհիվ այդ տիրույթները փոխարինվում են դիտարկողի աչքի համար հաճելի սինթետիկ տիրույթներով և կարևոր խնդիր է հանդիսանում թվային պատկերների և տեսաշարերի մշակման ոլորտում: Այն ունի բազմազան կիրառություններ, որոնցից է փոխանցման սխալների հետևանքով թվային պատկերներում առաջացող բլոկային կորուստների քողարկումը: Բժշկական պատկերների մշակման ոլորտում աղավաղված տիրույթների քողարկման մեթոդները օգտագործվում են պատկերների բարելավման համար: Կարևոր խնդիր է էնդոսկոպիկ պատկերներում հայելային արտացոլումների քողարկումը: Քողարկման մեթոդները կիրառելի են նաև թվայնացված հնամաշ պատկերների վերանորոգման, թվային պատկերներից և տեսաշարերից անցանկալի օբյեկտների հեռացման, վնասված մատնահետքերի բարելավման և այլ կարևոր խնդիրներում:

Քողարկման գործընթացը հիմնականում դիտարկվում է որպես հարևանային հայտնի տիրույթների օգնությամբ անհայտ տիրույթների մոտարկման խնդիր: Տվյալ խնդրի լուծումը կարող է որոշակի բարդություններ առաջացնել, քանի որ աղավաղված տիրույթները կարող են ունենալ տարբեր չափեր և ձևեր: Բացի այդ աղավաղված տիրույթները շրջապատող հարևանային տիրույթները կարող են բաղկացած լինել տարբեր համասեռության աստիճաններ ունեցող բաղադրիչներից: Հաճախ անհայտ կամ վնասված տիրույթների քողարկումը հայտնի մեթոդներով, որոնցում հաշվի չեն առնվում անհայտ և աջակցող տիրույթների բնութագրչները, տալիս է ոչ ճշգրիտ արդյունք: Քողարկման հետևանքով անհայտ տիրույթներում առաջանում են գունային արտեֆակտներ, երկրաչափական մարմինների ձևի աղավաղումներ և այլն:

Վերոհիշյալ պատճառներով թվային պատկերներում և տեսագրություններում անհայտ կամ վնասված տիրույթների քողարկման խնդիրները մինչ այսօր արդիական են և այդ ուղղությամբ կատարվում են բազմաթիվ հետազոտություններ: Անհրաժեշտություն է առաջանում մշակել թվային պատկերներում և տեսաշարերում անհայտ/աղավաղված տիրույթների քողարկման արագագործ և արդյունավետ մեթոդներ և ալգորիթմներ, նրանց հիման վրա ստեղծել համապատասխան ծրագրային համակարգեր: Վերջիններս պետք է նաև կիրառելի լինեն սահմանափակ հաշվողական ունակություններ ունեցող սարքերի վրա, մասնավորապես, խելացի հեռախոսների և տաբլետների վրա:

Ատենախոսության նպատակն է մշակել թվային պատկերներում և տեսաշարերում վնասված կամ աղճատված տիրույթների քողարկման արագագործ ալգորիթմներ, որոնք

հաշվի կառնեն անհայտ տիրույթների և նրան շրջապատող աջակցող տիրույթների բնութագրիչները: Մշակված ալգորիթմների հիման վրա ստեղծել թվային պատկերներում տարբեր բնույթի վնասված տիրույթների քողարկման արդյունավետ և արագագործ ծրագրային համակարգեր:

Հետազոտման մեթոդները. Ատենախոսության մեջ օգտագործվում են պատկերների մշակման և անհայտ տիրույթների քողարկման մեթոդներն ու ալգորիթմները: Հետազոտվել են թվային պատկերներում անհայտ և վնասված տիրույթների հայտնի մեթոդները և նրանց օգտագործմամբ ստացված փորձնական արդյունքները:

Արդյունքների գիտական նորությունը

- Մշակվել է հաճախականային ընտրովի էքստրապոլյացիայի մեթոդի արդյունավետ և արագագործ մոդիֆիկացված տարբերակ:
- Մշակվել է թվային պատկերներում կամայական եզրագծերով վնասված տիրույթների քողարկման հիբրիդային ալգորիթմ:
- Մշակվել են էնդոսկոպիկ պատկերներում հայելային արտացոլումների հայտնաբերման և քողարկման նոր մեթոդներ:
- Windows և Android օպերացիոն համակարգերի (ՕՀ) միջավայրում մշակվել են թվային պատկերներում աղավաղված տիրույթների քողարկման ծրագրային համակարգեր:
- էնդոսկոպիկ պատկերներում հայելային արտացոլումների հայտնաբերման և քողարկման համար մշակվել են Windows և Android ՕՀ-ի միջավայրում աշխատող ծրագրային համակարգեր:

Արդյունքների կիրառական նշանակությունը: Թվային պատկերներում վնասված տիրույթների քողարկման մշակված մեթոդները կարելի է օգտագործել փոխանցման սխալների քողարկման, թվային պատկերների բարելավման և վերանորոգման, օբյեկտների հեռացման, էնդոսկոպիկ պատկերներում հայելային արտացոլումների քողարկման և այլ նպատակներով: Մշակված ծրագրային ստատիկ գրադարանը կարելի է ներդնել ծրագրային ցանկացած համակարգում, որը հնարավորություն կունենա մուտքին տալ աղավաղումներ պարունակող թվային պատկերը և վնասված տիրույթները մատնանշող երկուական դիմակը: Ծրագրային համակարգը կարող է օգտագործվել նաև տարաբնույթ փորձագիտական նպատակներով:

Պաշտպանության ներկայացվող դրույթները

- Աղավաղված տիրույթների քողարկման ալգորիթմը, որը վերլուծում է անհայտ տիրույթները, տրոհում է դրանք բաղադրիչների և յուրաքանչյուրի համար ընտրում արդյունավետ աջակցող տիրույթ, ինչը նպաստում է քողարկման որակի բարելավմանը:

- Էնդոսկոպիկ պատկերներում հայելային արտացոլումների ավտոմատ հայտնաբերման և քողարկման ալգորիթմը:
- Թվային պատկերներում բլոկային կորուստների քողարկման արդյունավետ և արագագործ ծրագրային համակարգը:
- Շարժական սարքերի և ստացիոնար համակարգիչների համար մշակվել են ադալադված տիրույթների քողարկման ծրագրային համակարգեր:
- Շարժական սարքերի և ստացիոնար համակարգիչների համար Էնդոսկոպիկ պատկերներում հայելային արտացոլումների ավտոմատ հայտնաբերման և քողարկման ծրագրային համակարգերը:

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

Աշխատանքի արդյունքների ներդրումը

Մշակված Էնդոսկոպիկ պատկերներում հայելային արտացոլումների հայտնաբերման և քողարկման համակարգը ախտորոշման, բուժման և հետազոտման գործողություններին օժանդակելու նպատակով, ներդրվել է «Դիագնոստիկա» ԲՄ-ի գաստրոէնտերոլոգիայի բաժանմունքում:

Աշխատանքի ապրոքացիան. Ատենախոսության հիմնական արդյունքները գեկուցվել են.

- ՀՀ ԳԱԱ Ինֆորմատիկայի և ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտի և թվային ազդանշանների ու պատկերների մշակման լաբորատորիայի ընդհանուր և մասնագիտական սեմինարներում;
- Քոմիյուտերագիտության և տեղեկատվական տեխնոլոգիաների միջազգային 9-րդ գիտաժողովում, CSIT-13, Երևան;
- Փորձաքննությունների ազգային բյուրոյի կազմակերպած գիտաժողովում, 2013;
- Ինֆորմատիկայի համատեղ միջազգային գիտական միջոցառումների XVI-րդ գիտաժողովում, դեկտեմբերի 18-19, ITA 2013, Երևան;
- Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարանի 2011թ. գիտաժողովում:

Հրատարակումներ

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

Ատենախոսության կառուցվածքը

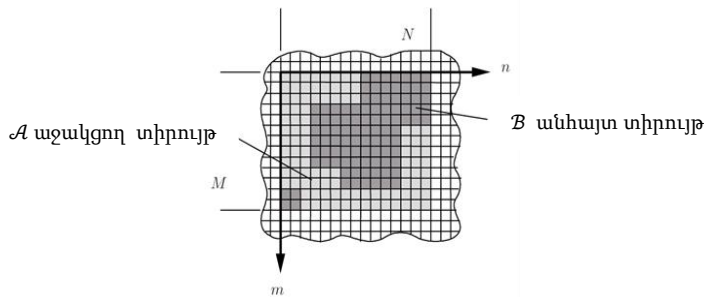
Աշխատանքը բաղկացած է առաջաբանից, որում հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, ձևակերպված են նպատակներն ու խնդիրները, ինչպես նաև պաշտպանությանը ներկայացվող հիմնական դրույթները: Նշված են ստացված արդյունքների գիտական նորույթը և նրանց գործնական արժեքը: Ատենախոսությունը

բաղկացած է առաջաբանից, հինգ գլուխներից, 77 անուն պարունակեղ գրականության ցանկից, 12 աղյուսակից և 65 նկարից: Աշխատանքի ընդհանուր ծավալը կազմում 115 էջ:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

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

Առաջին գլուխը նվիրված է թվային պատկերներում փոխանցման սխալների քողարկման մեթոդների վերլուծությանը: **1.1** պարագրաֆը ներածական բնույթ ունի, որում հակիրճ նկարագրվում և վերլուծվում են փոխանցման սխալների քողարկման երեք հայտնի մեթոդները՝ տարածական (spatial), ժամանակային (temporal) և տարածական-ժամանակային (spatiotemporal): Մենք հիմնականում դիտարկում ենք բլոկային կորուստների քողարկման տարածական մեթոդները: **1.2** պարագրաֆում նկարագրվում է թվային պատկերներում անհայտ տիրույթների քողարկումը թվային ազդանշանի էքստրապոլացիայի տեսանկյունից:



Նկար 1: Երկչափ դիսկրետ ազդանշանի /պատկերի/ հատված:

Նկար 1-ում պատկերված է անհայտ տիրույթներ պարունակող մի հատված: Ստվերագծված $L = A \cup B$ տիրույթը բաղկացած է B (մուգ մոխրագույն) անհայտ տիրույթից, որը պետք է գնահատվի իրեն շրջապատող A (բաց մոխրագույն) աջակցող տիրույթի օգնությամբ: Էքստրապոլացիայի խնդիրը կարելի է ձևակերպել հետևյալ եղանակով. աջակցող A տիրույթը էքստրապոլացվում է անհայտ B տիրույթը ստանալու համար: Պարագրաֆ **1.3-ում** նկարագրվում է երկչափ ազդանշանի հաճախականային ընտրովի էքստրապոլացիայի հայտնի մեթոդը, որի սկզբունքը կայանում է հետևյալում՝ $g[m, n]$ պարամետրական մոդելը իտերատիվ կերպով մոտարկում է A աջակցող տիրույթի նմուշները L տիրույթի վրա որոշված $\varphi_{k,l}[m, n]$ Ֆուրյեի երկչափ դիսկրետ ձևափոխության (ՖԴԶ) բազիսային ֆունկցիաների գծային կոմբինացիայով, որոնց տրված է կշիռ $c_{k,l}$

ընդարձակման գործակցով: Ստորև բերված է պարամետրական մոդելի v -րդ իտերացիայի տեսքը:

$$g^{(v)}[m, n] = \sum_{(k, l) \in K^{(v)}} c_{k, l}^{(v)} \varphi[m, n] \quad (1)$$

որտեղ K -ն մինչ v -րդ քայլը օգտագործված բազիսային ֆունկցիաների բազմությունն է: Քանի որ $g[m, n]$ -ը որոշված է ամբողջ L տիրույթի վրա, ապա A աջակցող տիրույթի մոտարկումը միաժամանակ գնահատում է B տիրույթի անհայտ նմուշները: A աջակցող տիրույթին պատկանող նմուշների արժեքները պարունակվում են $f[m, n]$ մուտքային ազդանշանում, $m = 0, 1, \dots, M-1$, $n = 0, 1, \dots, N-1$, և $f[m, n] = 0, \forall m, n \in B$: Հայտնի $f[m, n]$ ազդանշանի և մոտարկմամբ գնահատվող $g[m, n]$ ազդանշանի միջև մնացորդային սխալի էներգիան վերահսկում է մոտարկման որակը և գնահատվում է հետևյալ բանաձևով՝

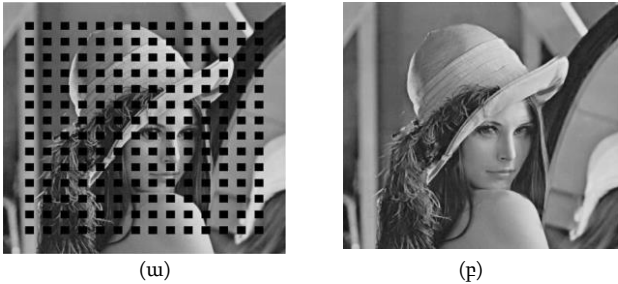
$$E_A^{(v)} = \sum_{(m, n) \in A} (f[m, n] - g^{(v)}[m, n])^2 :$$

Իտերացիոն գործընթացը դադարեցվում է, երբ մնացորդային սխալի էներգիան փոքր է դառնում նախապես որոշված շեմից, կամ իտերացիաների քանակը գերազանցում է նախապես որոշված քանակը: Այնուհետև $f[m, n]$ -ի այն էլեմենտները, որոնք պատկանում են A աջակցող տիրույթին մնում են անփոփոխ, և միայն B -ին պատկանող էլեմենտները փոխարինվում են $g[m, n]$ -ի իրենց համապատասխան էլեմենտներով:

Գլուխ 2-ում նկարագրվում է հաճախականային ընտրովի էքստրապոլյացիայի մեթոդի մոդիֆիկացված տարբերակը: **2.1** պարագրաֆում նկարագրում է աջակցող տիրույթի չափերի ընտրության գործընթացը և նրա ազդեցությունը մոտարկման որակի վրա: Հաճախականային ընտրովի էքստրապոլյացիայի կարևորագույն պարամետրերից է աջակցող տիրույթի չափը: Աջակցող տիրույթը իրենից ներկայացնում է անհայտ տիրույթի հարևան հայտնի պիքսելների խումբ, որոնք օգտագործվում են էքստրապոլյացիայի գործընթացում: Աջակցող տիրույթի չափը ազդում է էքստրապոլյացիայի որակի վրա: Երբ աջակցող տիրույթը ունի փոքր չափ, ապա հնարավոր չի լինում վերականգնել պատկերի տվյալ տիրույթի մանրամասնությունները, իսկ երբ այն ընտրվում է շատ մեծ և անհայտ տիրույթի գնահատվող ազդանշանը չունի ուժեղ կորելյացիա հարևանային տիրույթների հետ, ապա առաջանում են արտեֆակտներ: A.Kaup և այլոք¹ աշխատանքում դիտարկվել է այն դեպքը, երբ անհայտ տիրույթը գտնվում է աջակցող տիրույթի մեջտեղում: Աջակցող տիրույթը ստացվում է դիտարկվող անհայտ տիրույթից յուրաքանչյուր ուղղությամբ

¹ A. Kaup, K. Meisinger and T. Aach, “Frequency selective signal extrapolation with applications to error concealment in image communications”, *International Journal of Electronic Communication (AE)*, vol. 59, pp. 147–156, 2005.

հավասար քանակությամբ պիքսելներ վերցնելով: Կատարվել են փորձարկումներ բլոկային կորուստներ պարունակող թվային պատկերների վրա, որոնցում տարբեր չափերի աջակցող տիրույթների համար կիրառվել է հաճախականային ընտրովի էքստրապոլյացիայի ալգորիթմը (Տես Նկ. 2):



Նկար 2: (ա) Բլոկային կորուստներով պատկեր: (բ) Կորուստները քողարկված պատկեր:

Ունենալով նախնական պատկերը մենք հնարավորություն ենք ունենում յուրաքանչյուր բլոկը քողարկելուց հետո հաշվարկել PSNR-ը (peak signal to noise ratio)՝

$$PSNR=10lg\frac{255^2N_B}{\sum_{(m,n)\in B}(f[m,n]-g[m,n])^2},$$

որտեղ N_B -ն անհայտ B տիրույթին պատկանող

նմուշների քանակն է, $\{f[m,n]\}$ -ը և $\{g[m,n]\}$ -ը համապատասխանորեն պատկերի բնօրինակ և քողարկված տիրույթներն են: Մուտքային պատկերի յուրաքանչյուր անհայտ բլոկի համար հաջորդաբար կատարում ենք էքստրապոլյացիայի գործընթացը 1-ից մինչև 16 պիքսել ունեցող աջակցող տիրույթներով: PSNR-ի արժեքները բերված են Աղյուսակ 1-ում: Աղյուսակից հետևում է, որ յուրաքանչյուր բլոկի համար ենթաօպտիմալ տիրույթի ընտրությունը էապես բարելավում է էքստրապոլյացիայի որակը:

Աղյուսակ 1: PSNR-ի արժեքները ֆիքսած և նախընտրելի արժեքների համար

Support Area	3px	8px	16px	Preferable support area
PSNR	22.53dB	24.07dB	25.15dB	28.15dB

Գործնականում վերը նկարագրված մոտեցումը ենթաօպտիմալ տիրույթ գտնելու համար կիրառելի չէ, քանի որ մենք չունենք իրական պատկերը, մուտքին արդեն իսկ գալիս է անհայտ տիրույթներ պարունակող թվային պատկերը: Այդ պատճառով մենք հնարավորություն չենք ունենում հաշվել PSNR-ը:

2.2 պարագրաֆում բերված է մշակված աջակցող տիրույթի ադապտիվ որոշման մեթոդը, որի հիմքում ընկած է յուրաքանչյուր բլոկին հարակից տիրույթի համասեռության ուսումնասիրությունը: Հետագոտում է մուտքային պատկերի պատճենը, որի վրա

կիրառվում է եզրերի հայտնաբերման Կանիի հայտնի ալգորիթը, որը կատարվում է հետևյալ քայլերի միջոցով.

1. Հեռացնել թվային պատկերում առկա աղմուկները: Աղմուկների հեռացման համար օգտագործվում է Գաուսյան ֆիլտրը: Ստորև բերված է Գաուսյան ֆիլտրի միջուկի օրինակ, որի չափը 5 է՝

$$K = \frac{1}{159} \begin{bmatrix} 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{bmatrix}.$$

2. Այնուհետև կատարվում է թվային պատկերի ինտենսիվության գրադիենտի հաշվարկը, որի համար կատարում ենք հետևյալ քայլերը՝

ա) Փաթեթի /convolution/ դիմակի գույգը կիրառել x և y ուղղություններով;

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix}, \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix}.$$

բ) Հաշվարկվում է գրադիենտի արժեքն ու ուղղությունը: Ուղղությունը կլորացվում է դեպի մոտակա 0, 45, 90, 135 աստիճանը, $G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$, $\theta = \arctan(G_y / G_x)$,

3. Հեռացվում են այն պիքսելները, որոնք եզր լինելու թեկնածու չեն համարվում;
4. Ալգորիթը ավարտվում է եզրերի հայտնաբերմամբ, օգտագործելով երկու շեմ՝ վերին և ստորին:

ա) Եթե դիտարկվող պիքսելի գրադիենտը ավելի մեծ արժեք ունի քան վերին շեմը, ապա պիքսելը դիտարկվում է որպես եզր,

բ) Եթե դիտարկվող պիքսելի գրադիենտը փոքր է ստորին շեմից, ապա այն չի դիտարկվում որպես շեմ,

գ) Եթե դիտարկվող պիքսելի արժեքը ընկած է վերին և ստորին շեմերի միջև, ապա այն ընդունվում է որպես եզր միայն այն դեպքում, եթե դիտարկվող պիքսելը միացված է այն պիքսելին, որի գրադիենտի արժեքը մեծ է վերին շեմից:

Եզրերի հայտնաբերումից հետո ստանում ենք երկուական պատկեր: Սպիտակ պիքսելները ցույց են տալիս հայտնաբերված եզրերը, իսկ սևերը բարձր համասեռության տիրույթները: Աջակցող տիրույթի չափերի գնահատման համար հաշվարկվում ենք համասեռության գործակիցները (coefficient of homogeneity) հետևյալ բանաձևով

$$COH = \frac{\text{number of white pixels}}{\text{number of all pixels}} \cdot 100.$$

Յուրաքանչյուր քողարկվող տիրույթի համար հետազոտում ենք իրեն հարակից հայտնի տիրույթները: Հետազոտումը կատարվում է բոլոր ուղղություններով: Նկար 3-ում ցույց է

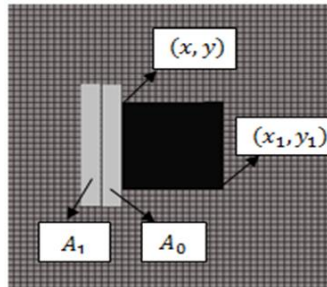
տրված անհայտ տիրույթը (սև բլոկ), որն ունի (x, y) և (x_1, y_1) կոորդինատները: Հարևանային տիրույթի հետազոտման համար օգտագործում ենք 4 տիպի պատուհան՝ մեկական յուրաքանչյուր ուղղության համար:

Ճախակողմյան պատուհան: $(x - (k+1)m, y - m), (x - km, y_1 + m);$

Աջակողմյան պատուհան: $(x_1 + km, y - m), (x_1 + (k+1)m, y_1 + m);$ (2)

Վերին պատուհան: $(x - m, y - (k+1)m), (x_1 + m, y_1 - km);$

Ստորին պատուհան: $(x - m, y_1 + km), (x_1 + m, y_1 + (k+1)m);$ $k = \overline{0,4}.$



Նկար 3: Անհայտ բլոկը (սև) իր հետազոտման տիրույթով:

Նկար 3-ում պատկերված է ճախակողմյան պատուհանի օրինակ, որտեղ A_0 -ին համապատասխանում է $k=0$, իսկ A_1 -ին՝ $k=1$: Աջակողմ տիրույթի յուրաքանչյուր կողմի համար հաշվարկում ենք երկու հարևանային պատուհանների համասեռության գործակցների տարբերությունը $\Delta = |COH(A_{k+1}) - COH(A_k)|$:

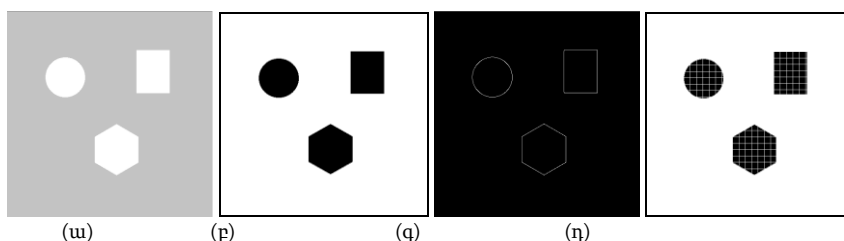
Եթե $\Delta \leq 5$, ապա հաշվարկում ենք Δ -ն A_{k+1} և A_{k+2} -ի համար: Գործընթացը շարունակում ենք մինչև $k=4$ կամ $\Delta > 5$: Նշենք, որ Δ -ի և k -ի արժեքները ընտրվել է փորձերի արդյունքում:

Տվյալ ուղղության աջակողմ տիրույթի չափի որոշումից հետո, անցնում ենք հաջորդ ուղղությանը: Աջակողմ տիրույթի չափը յուրաքանչյուր ուղղության համար հավասար է $(k+1)m$ -ի, որտեղ m -ը ֆիքսված թիվ է և ցույց է տալիս պատուհանի լայնությունը:

2.3 պարագրաֆում նկարագրվում է խոշոր տիրույթների քողարկման ընթացակարգը: Այս դեպքում անհայտ տիրույթները էքստրապոլացնելու համար անհրաժեշտ է նրանց բաժանել բաղադրիչների: Մահմանել բաղադրիչների քողարկման արդյունավետ հերթականությունը: Այնուհետև յուրաքանչյուր բաղադրիչի համար ընտրվում է ենթաօպտիմալ աջակողմ տիրույթ և իրականացվում է քողարկման գործընթացը: Այսպիսով, խոշոր տիրույթների քողարկման ընթացակարգը ունի հետևյալ տեսքը.

1. Նկար 4ա-ում պատկերված մուտքային պատկերից ստանում ենք երկուական դիմակը (Տես՝ Նկ. 4բ), որը բաղկացած 0 և 1 արժեքներից: Այնուհետև բինար դիմակի վրա կիրառվում է կոնտուրների հայտնաբերման Suzuki (Տես՝ Նկ. 4գ) ալգորիթմը:

2. Ըստ հայտնաբերված կոնտուրների քանակի, քողարկվող տիրույթը բաժանվում է աշխատանքային տիրույթների:
3. Յուրաքանչյուր աշխատանքային տիրույթ բաժանվում է նախապես որոշված չափի բաղադրիչների, որոնք պետք է հետագայում քողարկվեն (Տես՝ Նկ. 4դ):
4. Յուրաքանչյուր աշխատանքային տիրույթի համար քողարկվում են բոլոր այն բաղադրիչները, որոնք իրենց աջակցող տիրույթում ունեն չվնասված պիքսելներ՝ այսինքն երկուական դիմակում 1 արժեք ունեցող պիքսելներ: Մակերևույթին մոտ գտնվող բոլոր պիքսելները քողարկելուց հետո թարմացվում է բինար դիմակը՝ քողարկված բաղադրիչներին համապատասխանող պիքսելների 1 արժեք տալով: Այնուհետև կրկին քողարկվում են այն բաղադրիչները, որոնք ունեն 1 արժեք ունեցող պիքսել իրենց աջակցող տիրույթում: Գործընթացը շարունակվում է քանի դեռ չեն քողարկվել բոլոր բաղադրիչները:



Նկար 4: (ա) Մուտքային պատկեր՝ քողարկմանն ենթակա տիրույթներով: (բ) քողարկվող տիրույթների երկուական դիմակ: (գ) քողարկվող տիրույթների կոնտուրներ: (դ) քողարկվող տիրույթների տրոհումը բաղադրիչների:

Պարագրաֆ **2.4**-ում նկարագրվում է հաճախականային ընտրովի էքստրապոլյացիայի մոդիֆիկացիայի ալգորիթմը, որը ունի հետևյալ քայլերը.

1. Իրականացվում է 2.3 բաժնում նկարագրված ընթացակարգը և յուրաքանչյուր քողարկվող բաղադրիչի համար 2.2 բաժնում նկարագրված եղանակով ընտրվում է արդյունավետ աջակցող տիրույթը:
2. Անցնում ենք ազդանշանի էքստրապոլյացիայի գործընթացին՝

ա) Սկզբարժեքավորվում է պարամետրական մոդելը՝ $g^{(0)}[m, n] = 0, \quad \forall (m, n) \in L$.

Մնացորդային սխալը սկզբնարժեքավորվում է մուտքային ազդանշանի և պատուհանային ֆունկցիայի արտադրյալով

$$r^{(0)}[m, n] = f[m, n]w[m, n], \quad \forall (m, n) \in L,$$

որտեղ $w[m, n] = 0$, եթե $(m, n) \in B$ և $p[m, n]$ դրական արժեք, եթե $(m, n) \in A$

Քանի որ ալգորիթմը աշխատում է հաճախականային տիրույթում, ապա $g^0[m, n]$, $f[m, n]$ և $r^0[m, n]$ -ի վրա կիրառվում է ՖԴՁ արագ ալգորիթմը:

$$F[m, n] = DFT\{f[m, n]\}, \quad G^{(v=0)}[m, n] = DFT\{g^{(v=0)}[m, n]\}, \quad R^{(v=0)}[m, n] = DFT\{r^{(v=0)}[m, n]\}$$

բ) Այնուհետև հաշվարկվում է $\Delta E_A^{(v+1)}$ էներգիայի տարբերությունը v և $(v+1)$ իտերացիաների միջև. $\Delta E_A^{(v+1)} = E_A^{(v)} - E_A^{(v+1)}$.

գ) Ընտրվում է (u, v) ինդեքսով բազիսը, որի համար $\Delta E_A^{(v+1)}$ -ը ունի մաքսիմալ արժեք

$$(u, v) = \max_{(k, l)} \Delta E_A^{(v+1)}[k, l]$$

դ) Թարմացվում է $C_{k, l}^{(v+1)}$ ընդարձակման գործակիցը.

ե) Կատարում ենք բ)-դ) քայլերը մինչ $\Delta E_A^{(v+1)}$ դառնա փոքր նախապես որոշված շեմից, կամ իտերացիաների քանակը հասնի մաքսիմալ իտերացիաների քանակին, որը հավասար է 100-ի: Մաքսիմալ իտերացիաների քանակը որոշվել է, փորձնականորեն, դա այն թիվն է, որից հետո ավելի լավ մոտարկում չի ակնկալվում:

զ) Իտերացիաների ավարտից հետո $\{G^{(v)}[m, n]\}$ պարամետրական մոդելի վրա կիրառվում է Ֆուրյեի հակադարձ ձևափոխության ալգորիթմը՝ $g[m, n] = IDFT\{G^{(v)}[m, n]\}$:

է) $f[m, n]$ -ի այն տիրույթները, որոնք բինար դիմակում ունեն 0 արժեք, փոխարինվում են իրենց համապատասխան նմուշներով $g[m, n]$ -ից՝ $f[m, n] = g[m, n]$, որտեղ $[m, n] \in A$:

2.5 ներկայացվում է աջակցող տիրույթների ադապտիվ որոշման մեթոդի և ընտրովի էքստրապոլյացիայի դասական մոտեցման համեմատական վերլուծությունը: Քողարկման որակը գնահատվում է PSNR-ի օգնությամբ:

Դիտարկված թվային պատկերներում (Տես՝ Նկ. 5, 6) անհայտ տիրույթները իրենցից ներկայացնում են 16x16 չափի բլոկներ: (2) առնչություններում m -ի արժեքը հավասար է 3px: PSNR-ի արժեքները հաշվակվում են միայն քողարկված տիրույթների համար: Նկար 5-ում պատկերված է առաջարկված մեթոդի արդյունքը:



(ա)

(բ)

(գ)

(դ)

Նկար 5: (ա) Բլոկային կորուստներով պատկեր; (բ) Քողարկված պատկերը հաճախականային ընտրովի էքստրապոլյացիայի մեթոդով 8px աջակցող տիրույթով՝ **PSNR=23.13dB**; (գ) Քողարկված պատկերը հաճախականային ընտրովի էքստրապոլյացիայի մեթոդով 16px աջակցող տիրույթով՝ **PSNR=23.50dB**; (դ) Քողարկված պատկերը առաջարկված մեթոդով **PSNR=23.61dB**:

Աղապտիվ մեթոդի արդյունավետությունը առավել նկատելի է անհամասեռ տիրույթներում: Ստորև բերված է առաջարկված մեթոդի կիրառությունը անհայտ տիրույթի քողարկման համար, որը փակում է աչքի մի հատվածը (տես՝ Նկ. 6-ը, անհայտ տիրույթի հարևանային տիրույթը ոչ համասեռ է):



Նկար 6: (ա) Բլոկային կորուստներով պատկեր; (բ) Քողարկված պատկեր հաճախականային ընտովի էքստրապոլյացիայի մեթոդով ֆիքսված 16px աջակցող տիրույթով՝ **PSNR=21.53dB**; (գ) քողարկված պատկեր առաջարկված մեթոդով **PSNR=22.28dB**.

Կատարվել է մշակված մեթոդի համեմատությունը հայտնի Maximally smooth recovery, POCS, Spatial-domain interpolation, Sequential error concealment, 2-D frequency selective extrapolation մեթոդների հետ (Տես՝ Աղյուսակ 2):

Աղյուսակ 2: Փորձարարական արդյունքներ 16x16 չափի բլոկային կորուստների դեպքում

	Lena	Peppers	Baboon
Maximally smooth recovery	23.7 dB	24.2 dB	19.5 dB
POCS	22.3 dB	22.1 dB	18.9 dB
Spatial-domain interpolation	21.2 dB	23.3 dB	16.4 dB
Sequential error concealment	24.2 dB	26.9 dB	18.8 dB
2-D frequency selective extrapolation	24.2 dB	26.3 dB	18.8 dB
Proposed method	25.25 dB	26.1 dB	19.2dB

Գլուխ 3-ում նկարագրվում է նպատակային տիրույթների քողարկման ընթացակարգը սենսորային շարժական սարքերի համար: **3.1** և **3.2** պարագրաֆներում բերվում են շարժական սարքերում նպատակային տիրույթների քողարկման Բերտալմիոյի², Ալեքսանդրու Տելեայի³ և Նավիեր-Ստոկսի⁴ հայտնի մեթոդների նկարագրությունները: **3.3** պարագրաֆում նկարագրվում է մշակված նպատակային տիրույթների քողարկման ընթացակարգը, որը բաղկացած է երկու փուլից՝ առաջինը քողարկվող նպատակային տիրույթները մատնանշող բինար դիմակի ստացումն է, և երկրորդը նպատակային տիրույթների քողարկման ալգորիթմն է: Առաջարկված ընթացակարգում նպատակային տիրույթների քողարկումը իրականացված է հաճախականային ընտրովի էքստրապոլյացիայի մոդիֆիկացված մեթոդի օգնությամբ:

² M. Bertalmio, G. Sapiro, V. Caselles and C. Ballester, "Image Inpainting", Proceedings of SIGGRAPH 2000, New Orleans, USA, pp 417-424 (2000).

³ A. Telea, "An image inpainting technique based on the fast marching method", Journal of graphics tools 9.1 pp. 23-34 (2004).

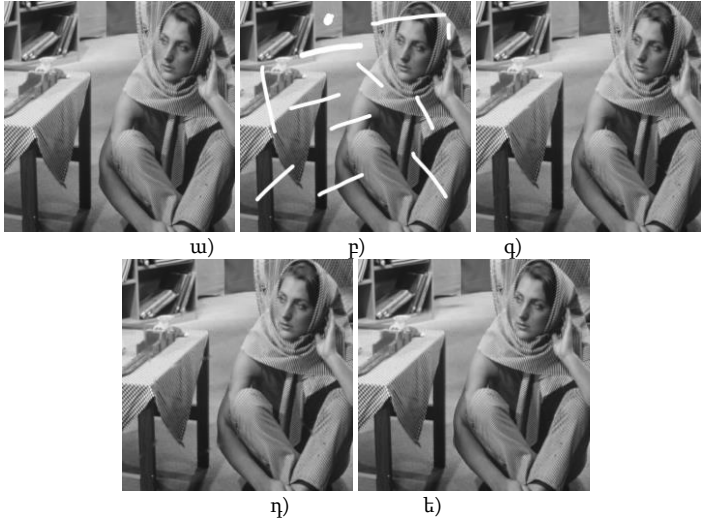
⁴ M. Ebrahimi, M. Holst, "The Navier-Stokes-Voight Model for Image Inpainting" arXiv:0901.4548 (2009)

Բինար դիմակի ստացումն իրականացվում է օգտագործողի միջամտությամբ, օգտագործելով շարժական սարքի էկրանի սենսորից ստացված ինֆորմացիան: Հաշվարկվում է օգտագործողի կողմից նշված տիրույթի հետագիծը: Շարժական սարքի սենսորին հաղելով ստանում ենք այդ կետի կոորդինատը $P_0(X_0, Y_0)$, այնուհետև շարժելով մատը սենսորի վրայով հաշվարկվում է ընթացիկ կետի հեռավորությունը սկզբնական կետից: Եթե հեռավորությունը մեծ է կամ հավասար նախապես որոշված սահմանից, ապա այդ կետի արժեքը պահպանվում է և նշանակվում է $P_1(X_1, Y_1)$: Նշենք, որ մեր փորձարկումներում հեռավորությունը 5 պիքսել է:

Այնուհետև, երբ օգտագործողը շարունակում է շարժել մատը, հաշվարկվում է $P_1(X_1, Y_1)$ կետի հեռավորությունը ընթացիկ կետից, և կրկին, երբ հեռավորությունը դառնում է մեծ կամ հավասար 5 պիքսելից, պահպանվում է P_2 կետի կոորդինատները: P_0, P_1, P_2 կետերը օգտագործվում են Բիզեի քառակուսային կորը $B(t) = (1-t)^2 P_0 + 2t(1-t)P_1 + t^2 P_2$, $t \in [0,1]$: Կորը կառուցելուց հետո այն պատկերվում է բինար դիմակում նախապես ընտրված հաստությամբ:

Բինար դիմակը ստանալուց հետո իրականացվում է տիրույթների քողարկումը մշակված հաճախականային ընտրովի էքստրապոլյացիայի մոդիֆիկացված մեթոդի օգնությամբ: **3.4** պարագրաֆում նկարագրվում է մշակված նպատակային տիրույթների քողարկման ընթացակարգի համեմատական վերլուծությունը: Համեմատություն է կատարվել մշակված նպատակային տիրույթների քողարկման մեթոդի և Navier-Stokes, Telea քողարկման մեթոդների միջև (Տես՝ Նկ.7):

Գլուխ 4-ը նվիրված է էնդոսկոպիկ պատկերներում հայելային արտացոլումների հայտնաբերման և քողարկման մեթոդի մշակմանը, որը բաղկացած է երկու մասից՝ առաջինը հայելային արտացոլումների արդյունավետ հայտնաբերման բաղադրիչն է, երկրորդը՝ արտացոլումների քողարկումը բարձր ճշգրտության ընտրովի էքստրապոլյացիայի մոդիֆիկացիայի ալգորիթմի օգնությամբ: **4.1** և **4.2** պարագրաֆներում նկարագրվում են էնդոսկոպիկ պատկերներում հայելային արտացոլումների բնույթը, նրանց առնչվող խնդիրները և հայելային արտացոլումների հայտնաբերման հայտնի մեթոդներից մի քանիսը: **4.3** պարագրաֆում նկարագրվում է մշակված հայելային արտացոլումների հայտնաբերման մեթոդը, որը բաղկացած է ընդհանուր և աղապսով շեմի որոշման, տիրույթների ընդարձակման, կոնտուրների վերլուծության փուլերից:



Նկար. 7. ա) Օրիգինալ պատկեր: բ) Աղավաղված պատկեր: գ) Navier-Stokes մեթոդով քողարկված պատկերը **PSNR=23.36, 2208ms**: դ) Telea մեթոդով քողարկված պատկերը **PSNR=23.19, 7676ms**: ե) Առաջարկված մեթոդով քողարկված պատկերը **PSNR=26.43, 11082ms**:

Ընդհանուր շեմի որոշման փուլերը

- RGB-ից անցումը YUV-ին, և Y բաղադրիչի h հիստոգրամի հաշվարկը:
- h հիստոգրամի վրա հաջորդաբար կիրառվում է 5 երկարության մեդիան և Գաուսյան միջինացման ֆիլտրերը:
- y_{peak} շեմի որոշում $y_{peak} = \max\{i | \hat{h}(i) - \hat{h}(i+1)\}$, որտեղ՝

$$\hat{h}(i) = \begin{cases} 1, & \text{if } h(i) - h(i+1) > 0, \\ 0, & \text{if } h(i) - h(i+1) \leq 0, i = 0, 1, 2, \dots, 255. \end{cases}$$

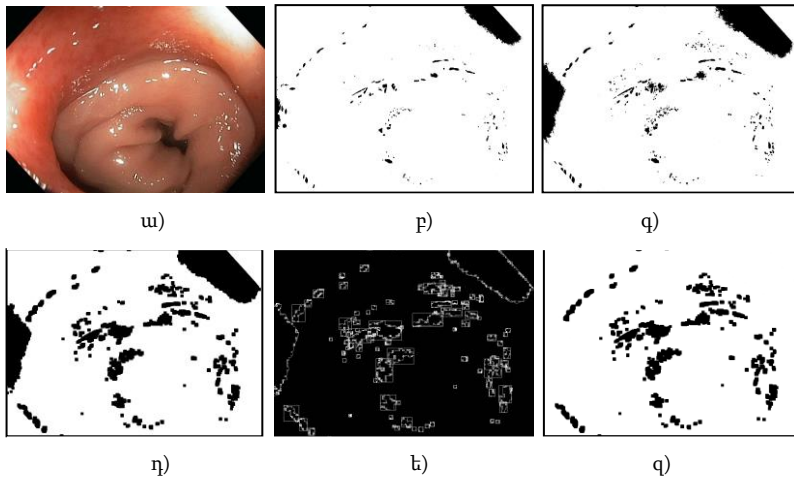
Ադապտիվ շեմի որոշման համար օգտագործում ենք նախապես որոշված չափի i -րդ պատուհան, որը սահելով մուտքային էնդոսկոպիկ պատկերի վրայով հաշվարկում է յուրաքանչյուր պատուհանի համար իր համապատասխան $y_{adp} = y_{peak}(i)$ ադապտիվ շեմը, կրկնելով ընդհանուր շեմը որոշելու գործողությունները:

Տիրույթների ընդարձակումը իրականացվում է օգտագործելով մորֆոլոգիական ընդարձակման օպերատորը էլիպսաձև ստրուկտուրային էլեմենտով:

Կոնտուրների վերլուծությունը իրականացվում է օգտագործելով Սուզուկիի⁵ հայտնի ալգորիթմը, որն առանձնացնում է կոնտուրները բինար պատկերից և թույլ է տալիս

⁵ Suzuki, S. and Abe, K., “Topological Structural Analysis of Digitized Binary Images by Border Following”. CVGIP 30 1, pp 32-46, 1985

ստանալ նրանց բնութագրող հատկանիշները (մակերեսը, եզրագիծը): Դիմակից հեռացվում են թույլատրելի չափից մեծ մակերես ունեցող հայելային արտացոլումների տիրույթները: Նկար 8-ում պատկերված են հայելային արտացոլումների հայտնաբերման փուլերը:



Նկար 8: Հայելային արտացոլումների հայտնաբերման փուլերը: (ա) մուտքային էնդոսկոպիկ պատկեր, որը պարունակում է հայելային արտացոլումներ (բ) Ստեփի մեթոդով հայտնաբերված բինար արտացոլումների երկուսական դիմակ⁶; (գ) Առաջարկված մեթոդով հայտնաբերված հայելային արտացոլումների երկուսական դիմակ; (դ) Բինար դիմակի տիրույթների ընդարձակում; (ե) Կոնտուրների հայտնաբերում; (զ) Խոշոր կոնտուրների հեռացում:

4.4 պարագրաֆում նկարագրվում է հայելային արտացոլումների քողարկման փուլը կիրառելով հաճախականային ընտրովի էքստրապոլացիայի մոդիֆիկացված մեթոդը: **4.5** պարագրաֆում նկարագրվում է հայելային արտացոլումների քողարկման մեթոդների համեմատական վերլուծությունը: Առաջարկված հայելային արտացոլումների քողարկման և El Meslouhi⁷ նկարագրված մեթոդների համեմատման նպատակով կատարվել է հետևյալ փորձը: Վերցրել ենք էնդոսկոպիկ պատկերի մի հատված, որը հայելային արտացոլումներ չի պարունակում և այդ պատկերի վրա գեներացրել ենք հայելային արտացոլումների նմանատիպ տիրույթներ, որոնք քողարկում ենք El Meslouhi-ի և առաջարկված մեթոդով: Միթեզած տիրույթների քողարկումը El Meslouhi-ի մեթոդի կիրառման արդյունքում PSNR-

⁶ C. Wengert, P. C. Cattin, J. M. Duff, C. Baur, and G. S'zekely, "Markerless endoscopic registration and referencing," in *Proceedings of the International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI '06)*, vol. 4190, pp. 816–823, 2006.

⁷ El Meslouhi, M. Kardouchi, H. Allali, T. Gadi, and Y. Benkaddour, "Automatic detection and inpainting of specular reflections for colposcopic images," *Central European Journal of Computer Science*, vol. 1, pp. 341–354, 2011.

ի միջին արժեքը ստացվել է **35,87dB**, մինչդեռ առաջարկված մեթոդով՝ **38,1dB** (Փորձարկումները կատարվել են 50 պատկերների վրա):

Գլուխ 5–ը նվիրված է մշակված թվային պատկերներում աղավաղումների քողարկման ծրագրային համակարգերի նկարագրմանը, որոնք հիմնված են երկրորդ գլխում նկարագրված հաճախականային ընտրովի էքստրապոլյացիայի մոդիֆիկացիայի մեթոդի վրա: Նկարագրվում են ծրագրային համակարգերի հիմնական գործառնությունները, օգտագործողի վիզուալ ինտերֆեյսը, ինչպես նաև փորձնական արդյունքներ, որոնք ստացվել են մշակված ծրագրային համակարգերի աշխատանքի արդյունքում: **5.1** պարագրաֆում նկարագրվում է Windows օպերացիոն համակարգի միջավայրում աշխատող փոխանցման սխեմայի (բլոկային կորուստներ) քողարկման ծրագրային համակարգը: իսկ Windows-ի միջավայրում աշխատող “errConcealment”-ը ունի 4.7 ՄԲ չափ: **5.2** պարագրաֆում նկարագրվում է Android օպերացիոն համակարգի միջավայրում աշխատող թվային պատկերներում նպատակային տիրույթների քողարկման ծրագրային համակարգը: Android ՕՆ-ի միջավայրում աշխատող “inpainting.apk”-ն ունի 3.7 ՄԲ չափ: **5.3** պարագրաֆում նկարագրվում է էնդոսկոպիկ պատկերների բարելավման համակարգը, որը իր մեջ ներառում է առաջարկված հայելային արտացոլումների ավտոմատ հայտնաբերման և քողարկման մեթոդները, ինչպես նաև հայտնի պատկերների բարելավման ֆիլտրեր: Համակարգը աշխատում է Windows և Android-ի միջավայրում: Android ՕՆ-ի միջավայրում աշխատող “edoscopicApp.apk”-ն ունի 3.5 ՄԲ չափ, իսկ Windows-ի միջավայրում աշխատող “edoscopicApp”-ը ունի 5.3 ՄԲ չափ: Ստորև բերված է մշակված էնդոսկոպիկ պատկերների բարելավման համակարգի օգտագործողի վիզուալ ինտերֆեյսը Android ՕՆ-ի միջավայրում:



ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ

- Թվային պատկերներում աղավաղված տիրույթների քողարկման համար մշակվել է հաճախականային ընտրովի էքստրապոլյացիայի մեթոդի մի մոդիֆիկացված տարբերակ: Առաջարկված մեթոդում անհայտ տիրույթների համար աղապատիվ ընտրվում է աջակցող տիրույթի չափը, ինչը նպաստում է էքստրապոլյացիայի ճշգրտության բարձրացմանը [4-6]:
- Մշակվել է թվային պատկերներում կամայական եզրագծերով նպատակային տիրույթների քողարկման արդյունավետ ընթացակարգ [3,4]:

- Մշակվել է էնդոսկոպիկ պատկերներում հայելային արտացոլումների ավտոմատ հայտնաբերման և քողարկման նոր մեթոդներ [1-3]:
- Մշակվել է Windows ՕՆ-ի միջավայրում աշխատող թվային պատկերներում բլոկային կորուստների քողարկման ծրագրային համակարգ [4-6]:
- Մշակվել է Android ՕՆ-ի միջավայրում աշխատող շարժական սարքերում նպատակային տիրույթների քողարկման ծրագրային համակարգ [4]:
- Մշակվել է Windows և Android ՕՆ-ի միջավայրում աշխատող էնդոսկոպիկ պատկերներում հայելային արտացոլումների հայտնաբերման և քողարկման ծրագրային համակարգեր [1-3]:

ՀՐԱՏԱՐԱԿՎԱԾ ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

- [1] G.Karapetyan, H.Sarukhanyan. “Automatic Detection and Concealment of Specular Reflections for Endoscopic Images” Ninth International Conference Computer Science and Information Technologies, Revised Selected Papers, IEEE Explore, 8 pages, 2013, [10.1109/CSITechnol.2013.6710353](https://doi.org/10.1109/CSITechnol.2013.6710353), **Print ISBN:** 978-1-4799-2460-8 **INSPEC Accession Number:** 14042615
- [2] G.Karapetyan, H.Sarukhanyan. “Automatic Detection and Concealment of Specular Reflections for Endoscopic Images”, Ninth International Conference Computer Science and Information Technologies (CSIT-13), Sept. 23-27, 2013, Yerevan, Armenia, pp.197-200.
- [3] G.Karapetyan, H.Sarukhanyan. «Concealment of Targeted Regions in Digital Images on Mobile Devices», Mathematical Problems of Computer Science, vol. 40, pp. 68-75, 2013
- [4] G.Karapetyan, H.Sarukhanyan, “On a modification of the frequency selective extrapolation method“, *Information Models and Analyses*, vol.1 pp.139-145, 2012.
- [5] G.Karapetyan, “Modification of FSE method based on coefficients of homogeneity“, *Mathematical Problems of Computer Science* , vol. 35, pp. 109-115, 2011.
- [6] Գ. Կարապետյան, “Թվային պատկերներում բլոկային կորուստների քողարկումն ընտրովի էքստրապոլացիայի մեթոդով”, Լրագրեր գիտական հոդվածների ժողովածու, Մաս 1, էջ 270-275, 2012:

Разработка и реализация методов сокрытия поврежденных областей в цифровых изображениях

Сокрытие неизвестных/поврежденных областей в цифровых изображениях и видеопотоках - это процесс, посредством которого соответствующие области заменяются на синтетические, приятные для глаза обозревателя. Сокрытие неизвестных/поврежденных областей является важной проблемой в сфере обработки цифровых изображений и имеет широкий спектр применений. Важным применением является сокрытие блочных потерь, которые возникают из-за ошибок при передаче цифровых изображений и видеопотоков по сети. В сфере обработки биомедицинских изображений, методы сокрытия поврежденных областей используются для улучшения изображений. Важной проблемой является сокрытие зеркальных отражений в эндоскопических изображениях. Методы сокрытия также применимы для реставрации оцифрованных старинных фотографий, удаления нежелательных объектов из цифровых изображений, улучшения поврежденных отпечатков пальцев, и т.д.

Процесс сокрытия неизвестных/поврежденных областей рассматривается главным образом как задача аппроксимации неизвестных/поврежденных фрагментов с помощью известных элементов окружающих областей. Решение этой задачи непростое, поскольку поврежденные фрагменты могут иметь различные формы и размеры. Кроме того, окружающие их области могут состоять из разных компонентов, которые имеют различную степень однородности. Часто, в результате сокрытия неизвестных/поврежденных фрагментов известными методами, в которых не учитываются специфические характеристики областей, конечные результаты аппроксимации бывают не точны. Как следствие образуются цветовые артефакты, возникает резкая потеря качества, искажение геометрических форм объектов. Кроме того известно, что большинство методов не применимы для устройств, имеющих ограниченные вычислительные возможности.

По вышеупомянутым причинам, сокрытие неизвестных/поврежденных областей в цифровых изображениях по сей день является актуальной проблемой и темой для многочисленных исследований.

Возникает необходимость в разработке методов и систем программного обеспечения для эффективного сокрытия неизвестных/поврежденных фрагментов в цифровых изображениях и видео. Разработанные методы и системы программного обеспечения должны быть применимы для работы на устройствах с ограниченными вычислительными возможностями.

Целью данной диссертации является разработка быстрых и эффективных методов и реализаций для сокрытия неизвестных/поврежденных фрагментов в цифровых изображениях и видеопотоках, которые учитывают особенности неизвестных/поврежденных фрагментов и окружающих их регионов.

Научная новизна

- Разработана эффективная и быстрая модификация метода частотной выборочной экстраполяции.
- Разработан гибридный алгоритм для сокрытия поврежденных регионов, имеющих произвольную форму.
- Разработаны новые методы для определения и сокрытия зеркальных отражений в эндоскопических изображениях.

- Создано программное обеспечение, реализованное на базе операционных систем Windows и Android, для сокрытия неизвестных регионов в цифровых изображениях
- Создано программное обеспечение, реализованное на базе операционных систем Windows и Android, для нахождения и сокрытия зеркальных отражений в эндоскопических изображениях.

Применяемость результатов

Разработанные методы сокрытия неизвестных/поврежденных областей в цифровых изображениях и видеопотоках можно использовать для сокрытия блочных потерь, которые возникают из-за ошибок при передаче цифровых изображений, для реставрации оцифрованных старых фотографий, удаления нежелательных объектов, сокрытия зеркальных отражений в эндоскопических изображениях и т.д. Разработана статическая библиотека для сокрытия поврежденных регионов может быть внедрена в любую программную систему, в которой есть задача восстановления/улучшения поврежденных областей в изображениях.

Положения, выносимые на защиту

- Алгоритм для сокрытия поврежденных областей в цифровых изображениях, который анализирует неизвестные/поврежденные области, разделяет их на компоненты и для каждого компонента выбирает эффективный вспомогательный регион.
- Алгоритм для нахождения и сокрытия зеркальных отражений в эндоскопических изображениях.
- Программное обеспечение, реализованное на базе операционных систем Windows и Android, для сокрытия целевых регионов в цифровых изображениях.
- Программное обеспечение, реализованное на базе операционных систем Windows и Android, для нахождения и сокрытия зеркальных отражений в эндоскопических изображениях.

Основные результаты диссертации

- Для сокрытия поврежденных областей в цифровых изображениях разработана эффективная и быстрая модификация метода частотной выборочной экстраполяции. В предлагаемом методе для неизвестных регионов выбирается адаптивная вспомогательная область, что способствует улучшению точности экстраполяции [4-6].
- Разработана эффективная процедура для сокрытия поврежденных регионов имеющих произвольную форму [3, 4].
- Разработаны новые методы для нахождения и сокрытия зеркальных отражений в эндоскопических изображениях [1-3].
- Разработано программное обеспечение, реализованное на базе операционной системы Windows, для сокрытия блочных потерь в цифровых изображениях [4-6].
- Разработано мобильное программное обеспечение, реализованное на базе операционной системы Android, для сокрытия целевых регионов в цифровых изображениях [4].
- Разработано программное обеспечение, реализованное на базе операционных систем Windows и Android, для нахождения и сокрытия зеркальных отражений в эндоскопических изображениях [1-3].

Development and implementation of methods for concealment of corrupted regions in digital images

Concealment of unknown/corrupted regions in digital images and video is process of replacing the targeted areas with synthetic regions pleasurable for human eye. Concealment of unknown/corrupted regions is important problem in field of digital images processing and has variety of applications. Important application is concealment of block loses occurred in digital images and video in result of erroneous transmission. In processing of biomedical images concealment methods are used for image enhancement. Important problem is concealment of specular reflections in endoscopic images. Concealment methods are also used for reconstruction of digitized old photographs, removing of unwanted objects from digital images and videos, enhancement of corrupted fingerprints, etc.

Concealment of unknown/corrupted regions in digital images is mainly considered as a problem of approximation of unknown/corrupted regions via surrounding known samples. The solution of this problem is not trivial, because the unknown/corrupted regions may have various shapes and sizes. Their support areas may be composed of various components, with different homogeneity levels.

Often concealment of targeted regions via known methods, which do not consider the characteristics of targeted regions and support areas, provides not accurate results. In result of concealment color artifacts, distortion of object's geometric shape, loss of quality occurs in concealed areas.

Considering the above mentioned concealment of unknown/corrupted regions in digital images and videos is still actual problem and it is topic for numerous researches. It is important and urgent to create methods and software systems for efficient concealment of unknown/corrupted regions in digital images and videos, which will take into consideration characteristics of unknown area and its neighboring regions. The developed methods and software systems should be suitable for devices with restricted computing capabilities, such as smartphones and tablets.

The aim of this thesis is to develop fast and efficient methods for concealment of unknown/corrupted regions in digital images and videos, taking into consideration characteristics of unknown areas and their support neighboring regions and to develop high performance software systems for concealment of different types of corrupted regions.

Scientific novelty

- Developed an efficient and fast modification of frequency selective extrapolation method.
- Developed a new hybrid algorithm for concealment of arbitrary shaped corrupted regions.
- Developed new methods for detection and concealment of specular reflections in endoscopic images.
- Developed Windows and Android OS based software system for personal computers and mobile devices respectively for concealment of targeted regions in digital images.
- Developed Windows and Android OS based software system for personal computers and mobile devices respectively for detection and concealment of specular reflections in endoscopic images.

Applicability of the results

The developed methods for concealment of unknown/corrupted regions in digital images can be applied for concealment of transmission errors in digital images, reconstruction of old photographs, unwanted object removal in digital images, concealment of specular reflections in endoscopic images, etc. Developed static library for concealment of corrupted regions with help of binary mask can be integrated in any software system which needs such functionality.

The following statements are presented for defense:

- Algorithm for concealment of corrupted areas, which analyzes the missed areas, separates into components then for each one chooses efficient size of support area.
- Algorithm for detection and concealment of specular reflections in endoscopic images.
- Software system for mobile devices and personal computers for concealment of unknown regions in digital images.
- Software system for mobile devices and personal computers for detection and concealment of specular reflections in endoscopic images

The main results of the thesis are:

- Developed fast and accurate modification of frequency selective extrapolation method for concealment of block loses in digital images [4-6].
- Developed an efficient procedure for concealment of arbitrary shaped targeted regions [3, 4].
- Developed new methods for detection and concealment of specular reflections in endoscopic images [1-3].
- Developed Windows based software system for concealment of block loses in digital images [4-6]
- Developed Android OS based mobile application for concealment of targeted regions in digital images, which allows users to select targeted regions [4].
- Developed Windows and Android OS based software systems for detection and concealment of specular reflections in endoscopic images [1-3]:

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