

**ՀՀ ԳԱԱ ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱՅԻ ԵՎ ԱՎՏՈՄՍԱՑՄԱՆ ՊՐՈՔԼԵՄՆԵՐԻ
ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ**

Մահակյան Արմեն Արամի

**ՄԱՍՈԳՐԱՖԻԱԿԱՆ ՊԱՏԿԵՐՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏ
ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄ ԵՎ ՀԱՄԱՊԱՏԱՍԽԱՆ ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ
ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԻՐԱԿԱՆԱՑՈՒՄ**

**Ե.13.05 “Մաթեմատիկական մոդելավորում, թվային մեթոդներ և ծրագրային
համակարգեր” մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների
թեկնածուի զիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության**

ՄԵՂՄԱԳԻՐ

Երևան – 2012

**ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ИНФОРМАТИКИ И
АВТОМАТИЗАЦИИ НАН РА**

Саакян Армен Арамович

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА МАМОГРАФИЧЕСКИХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ И РЕАЛИЗАЦИЯ СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ
ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ**

Автореферат

**диссертация на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности
05.13.05 – «Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ»**

Ереван – 2012

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Ինֆորմատիկայի և
ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար՝	Ֆ.մ.գ.դ.	Հ.Գ.Սարուխանյան
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝	Ֆ.մ.գ.դ.	Մ.Ե.Հարությունյան
	տեխ.գիտ.թեկ.	Վ.Գ.Մարկարով

Առաջատար կազմակերպություն՝ Ա.Բ.Ալիխանյանի անվան ազգային գիտական
լաբորատորիա (Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ) Հիմնադրամ

Ատենախոսության պաշտպանությունը կայանալու է՝ 2012թ. հունիսի 12-ին, ժամը
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
փ. 1:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ԻԱՊԻ-ի գրադարանում:

Մեղմագիրը առաքված է 2012թ. մայիսի 12-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:	д.ф.м.н.	А. Г. Саруханян
Официальные оппоненты:	д.ф.м.н.	М.Е.Арутюнян
	к.т.н.	В.Г.Маркаров

Ведущая организация: Национальная научная лаборатория имени А. И. Алиханяна
(Ереванский институт физики) фонд

Защита состоится 12 июня 2012г. в 15.00 часов на заседании специализированного
совета 037 “Информатика и вычислительные системы” Института проблем
информатики и автоматизации НАН РА по адресу: 0014, Ереван, ул. П. Севака 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИПИА НАН РА.

Автореферат разослан 12-го мая 2012г.

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



А. Г. Саруханян

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Թեմայի արդիականությունը

Կրծքագեղձի քաղցկեղը կանանց չարորակ նորագոյացությունների ընդհանուր կառուցվածքում վերջին երկու 10-ամյակներում կայուն կերպով գրավում է առաջին տեղը: Ըստ Առողջապահության Համաշխարհային Կազմակերպության տվյալների, այն միջին տարիքի կանանց մահացության հիմնական պատճառներից մեկն է: ԱՄՆ-ի "Breast Cancer Screening" ծրագրի տվյալներով (2002) կրծքագեղձի քաղցկեղը կազմում է կանանց չարորակ նորագոյացությունների 22% և իր հաճախականությամբ երկու անգամ գերազանցում է մյուս օրգանների չարորակ ուռուցքների ցուցանիշները: Համաձայն Առողջապահության Համաշխարհային Կազմակերպության (WHO - World Cancer Reports) 2020 թ.-ին երկրագնդում չարորակ ուռուցքներով հիվանդացության մակարդակը կկրկնապատկվի և կհասնի 15 մլն նոր դեպքերի մեկ տարում: Եվրոպական վիճակագրությունը վկայում է, որ յուրաքանչյուր 2,5 րոպեում արձանագրվում է կրծքագեղձի քաղցկեղով հիվանդացության նոր դեպք, իսկ յուրաքանչյուր 7 րոպեում մեկ մահ այդ հիվանդությունից: Հիվանդացության մակարդակը 4-6 անգամ բարձր է Եվրոպայում (տարեկան 180000 առաջնային հիվանդներ) և Հյուսիսային Ամերիկայում (տարեկան 130000 առաջնային հիվանդներ), համեմատած Ասիայի և Աֆրիկյան երկրների հետ: Կրծքագեղձի քաղցկեղով հիվանդացության ամենաբարձր ցուցանիշներն արձանագրվում են ԱՄՆ-ում՝ մոտ 30%, իսկ ամենացածրը՝ ճապոնիայում՝ մոտ 12,6%: Հիվանդացության մակարդակը բարձր է նաև Կանադայում, Կոլումբիայում, Շվեդիայում, Բալանիայում, Ֆինլանդիայում, Բրիտանական Կոլումբիայում և Կալիֆորնիայի նահանգում 100 հազ. կին բնակչի հաշվով հիվանդացության մակարդակը հասնում է անգամ 80-90 դեպքերի: Ըստ ԱՄՆ-ի Քաղցկեղի Ազգային Ինստիտուտի տվյալների (Seer-Program, 1994), ԱՄՆ-ում ամեն տարի արձանագրվում են կրծքագեղձի քաղցկեղով 182 հազար առաջնային հիվանդներ: Հաշվարկները ցույց են տվել, որ ԱՄՆ-ում յուրաքանչյուր 8-րդ կնոջ կյանքի ընթացքում սպառնում է կրծքագեղձի քաղցկեղով հիվանդանալու վտանգ, իսկ յուրաքանչյուր 38-րդին սպառնում է մահ այդ հիվանդությունից:

ՀՀ Առողջապահության նախարարության վիճակագրական վարչության տվյալներով 1997-2003 թթ. ժամանակահատվածում կրծքագեղձի քաղցկեղի տեսակարար կշիռը չարորակ ուռուցքների ընդհանուր կառուցվածքում տատանվել է 13,1-14,5% սահմաններում: Ամեն տարի մեր հանրապետությունում արձանագրվում են կրծքագեղձի քաղցկեղով 700-850 առաջնային հիվանդներ և նկատվում է հիվանդացության ցուցանիշի աճ: Այսպես՝ 1994թ.-ին հիվանդացության ինտենսիվ ցուցանիշը կազմել է 30,4, իսկ 2003 թ.-ին՝ 48,4:

Չնայած կրծքագեղձի քաղցկեղի վաղ ախտորոշման ռեալ հնարավորությանը, հիվանդների 30-50% մոտ առաջնային հայտնաբերման ժամանակ արձանագրվում է բարձիթող վիճակ: Հայաստանի Հանրապետությունում 1999-2004 թթ. ժամանակահատվածում կրծքագեղձի

քաղցկեղի բարձիթողությունը տատանվել է 33,4-45,3% սահմաններում՝ 1999 թ.-ին այն կազմել է 37,2% (277), իսկ 2002 թ.-ին՝ 43,4% (360):

Այսօրվա պատկերացումներով, նշված խնդրի լուծման միակ արդյունավետ եղանակը ռենտգեն - մամոգրաֆիան է, որը հնարավորություն է տալիս հայտնաբերել անգամ չռոշափվող, կլինիկորեն դեռևս չդրսևորված 2-5 մմ տրամաչափով գոյացությունները: Կրծքագեղձի քաղցկեղի բուժման արդյունավետությունը ուղիղ համեմատական է հիվանդության հայտնաբերման փուլից: Այսօր ամբողջ աշխարհում այս հիվանդությունը դասվում է բուժվող հիվանդությունների շարքում, եթե այն հայտնաբերվում է վաղ փուլում:

Կրծքագեղձի վնասվածքները ունեն յուրահատկությունների լայն տիրույթ, որոնք կարող են ցույց տալ չարորակ փոփոխությունները, բայց կարող են լինել նաև բարորակ փոփոխությունների մաս: Նրանք հաճախ չեն տարբերվում շրջակա հյուսվածքից, որը առավել մեծ չափով դժվարեցնում է կրծքագեղձի չարորակ ուռուցքի հայտնաբերումն ու ախտորոշումը: Վնասվածքների սխալ ախտորոշումը ճառագայթաբան-բժշկի կողմից կարող է բերել սխալ դրական եզրակացությունների: Չափազանց կարևոր է այնպիսի համակարգի մշակումը, որը հնարավորություն կընձեռի ճառագայթաբան-բժիշկներին առավել ճշգրիտ ախտորոշել կրծքագեղձի չարորակ գոյացությունների առկայությունը: Այդպիսի հնարավորություն կարող է տալ թվային մամոգրաֆիկական պատկերների մշակման մեթոդների ուսումնասիրությունն ու նրանց հիման վրա ծրագրային համակարգի ստեղծումը:

Այսպիսով, կրծքագեղձի քաղցկեղի բացահայտումն ու ախտորոշումը հիվանդության վաղ փուլում մեծացնում են հիվանդի հաջող բուժման ու ամբողջական վերականգնման հնարավորությունները և հանդիսանում է կարևոր արդիական խնդիր:

Աշխատանքի նպատակն ու խնդիրները

Աշխատանքի հիմնական նպատակն է մշակել թվային մամոգրաֆիկական պատկերների արդյունավետ վերլուծության ալգորիթմներ և դրանց հիման վրա ստեղծել համապատասխան ծրագրային համակարգ: Այդ նպատակով աշխատանքում մշակվել են՝ թվային մամոգրաֆիկական պատկերներում եզրագծերի հայտնաբերման, կրծքագեղձի սահմանի հայտնաբերման, կրծքագեղձի մկանի հայտնաբերման, կրծքագեղձի ընտրված հատվածների սեգմենտավորման, չարորակ զանգվածների առաձևացման արդյունավետ ալգորիթմներ և ստեղծվել է թվային մամոգրաֆիկական պատկերներում անոմալ գոյացությունների հայտնաբերման ծրագրային համակարգ:

Հետազոտման օբյեկտներ են թվային մամոգրաֆիկական պատկերների մշակման և զանգվածների հայտնաբերման խնդիրներին առնչվող թվային պատկերների մշակման մեթոդները:

Հետազոտման մեթոդները

Տեսական մեթոդների ուսումնասիրությունները հիմնվել են թվային պատկերների մշակման և ճանաչման մեթոդների, դիսկրետ ձևափոխությունների և համակարգչային վերլուծության վրա: Հետազոտման փորձնական մասը

հիմնվել է համակարգչի միջոցով պատկերների հաջորդական մշակման արդյունքում ստացված տվյալների և տեսողական գնահատականի վրա: Ծրագրային համակարգի իրականացման համար օգտագործվել են բարձր մակարդակի ծրագրավորման լեզուներ և ծրագրային համակարգերի ստեղծման մեթոդներ:

Արդյունքների գիտական նորույթ

Մամոգրաֆիական պատկերներում զանգվածների հայտնաբերման համար մշակվել են նոր և արդյունավետ ալգորիթմներ, որոնց հիման վրա ստեղծվել է ծրագրային համակարգ, որը հիվանդության ախտորոշման ժամանակ բժիշկ-ճառագայթաբանների համար կարող է ծառայել որպես լրացուցիչ գործոն: Ստեղծվել է նոր տիպի բարձր տարածական լուծողունակությամբ YAG:CE և GGG:CE մոնոքյուբեդների հիման վրա ռենտգենային արտապատկերման ընդունիչի ղեկավարման և սարքից պատկերները համակարգչին փոխանցելու ծրագրային համակարգ:

Ստացված արդյունքների կիրառական նշանակությունը

Ատենախոսության մեջ ստացված արդյունքները ունեն կիրառական մեծ նշանակություն: Կրծքագեղձի քաղցկեղի բացահայտումը հանդիսանում է կարևոր խնդիր մարդու առողջության համար: Մշակված ալգորիթմները և ծրագրային համակարգերը կարող են կիրառվել բժշկության և ֆիզիկայի ոլորտներում: Մասնավորապես, մամոգրամների մշակման ծրագրային համակարգը կարող է ընդգրկվել ՀՀ-ում ստեղծվելիք զանազան հիվանդությունների ախտորոշման մասնագիտացված կենտրոնների ցանցային կառուցվածքում:

Ներդրումներ

Ատենախոսության արդյունքների հիման վրա ստեղծված մամոգրաֆիական պատկերների վերլուծության ծրագրային համակարգը ներդրվել է ՀՀ Ուռուցքաբանության Ազգային Կենտրոնում: Ռենտգենյան արտապատկերման ընդունիչի ղեկավարման ծրագրային համակարգը ներդրվել է ՀՀ «Ա. Ալիխանյանի անվան Ազգային գիտական լաբորատորիա» հիմնադրամում:

Պաշտպանությանը ներկայացվում են հետևյալ դրույթները

- Թվային մամոգրաֆիկական պատկերներում եզրագծերի, կրծքագեղձի սահմանի և կրծքագեղձի մկանի հայտնաբերման, ինչպես նաև կրծքագեղձի ընտրված հատվածների սեգմենտավորման և չարորակ զանգվածների առաձևացման արդյունավետ ալգորիթմները;
- Մամոգրաֆիական պատկերների վերլուծության և նրանցում անոմալ գոյացությունների հայտնաբերման ծրագրային համակարգը:
- Նոր տիպի ռենտգենյան արտապատկերման ընդունիչի ղեկավարման և պատկերները համակարգչին փոխանցման ծրագրային համակարգը:

Ստացված արդյունքների ապրոբացիան և հրապարակումները

Ատենախոսության հիմնական արդյունքներն ու դրույթները քննարկվել և զեկուցվել են Ռենտգենյան արտապատկերման առաջավոր մեթոդներ միջազգային աշխատանքային գիտաժողովում (Advanced X-ray Imaging, Proceedings of ISTC International Workshop, Երևան-Օադկաձոր, Հայաստան,

հունիսի 16-18, 2009), Կոմպյուտերային գիտության և ինֆորմացիոն տեխնոլոգիաներ կոնֆերանսում CSIT 2011 (Երևան, Հայաստան,), ՀՀ ԳԱԱ ԻԱՊԻ Թվային ազդանշանների և պատկերների մշակման լաբորատորիայի և ՀՀ ԳԱԱ ԻԱՊԻ ընդհանուր սեմինարներում (2009-2012թթ.): Ատենախոսության թեմայով հրապարակված են 6 գիտական աշխատանքներ, որոնց ցանկը բերված է սեղմագրի վերջում:

Աշխատանքի կառուցվածքն ու ծավալը

Ատենախոսությունը բաղկացած է առաջաբանից, չորս գլուխներից, եզրակացությունից և օգտագործված գրականության ցանկից: Աշխատանքի ծավալը կազմում է 105 էջ, օգտագործված գրականության ցանկն ընդգրկում է 62 անուն:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Առաջաբանում հիմնավորվում է թեմայի արդիականությունը, հետազոտության նպատակն ու հիմնական խնդիրները, ձևակերպվում են ուսումնասիրման օբյեկտն ու մեթոդները, հետազոտությունների գիտական նորոյթն ու ստացված արդյունքների կիրառական նշանակությունը:

Առաջին գլխում քննարկվում են թվային պատկերների մշակման այն ալգորիթմները, որոնք անհրաժեշտ են մամոգրաֆիկական պատկերների մշակման և վերլուծության համար: Հիմնական շեշտը դրվում է կալցիֆիկատների գոյացումների հայտնաբերման ալգորիթմների վրա:

§1.1-ում բերված է զանգվածների խմբերի և տեսակների համառոտ նկարագրությունը: Նկարագրված է մամոգրաֆիկական թվային պատկերների մշակման հիմնական փուլերը և նրանց վերլուծության արդյունքների ներկայացման եղանակները:

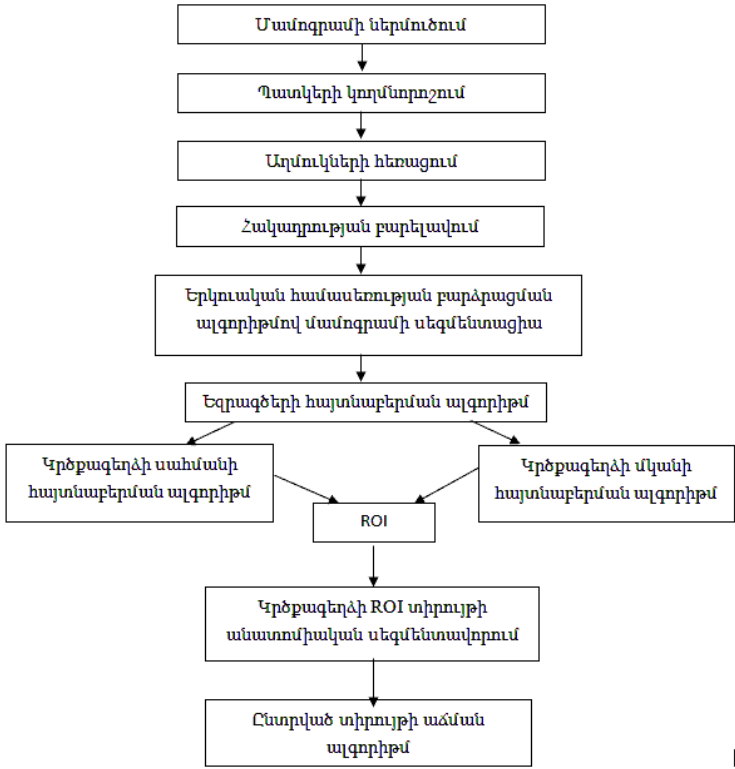
§1.2-ում համառոտ նկարագրված է զանգվածների հայտնաբերման հիմնական փուլերը: **§1.2.1-**ում նկարագրված է սեզմենտացիայի մեթոդը: Սեզմենտացիայի նպատակն է առանձնացնել բոլոր տիպի զանգվածներ պարունակող ROI (Region of Interest) տիրույթները և որոշել կասկածելի զանգվածներ պարունակող ROI տիրույթները: **§1.2.2-**ում բերված են շեմային մշակման գլոբալ և տեղային մեթոդները: **§1.2.3-**ում նկարագրված են եզրագծերի հայտնաբերման մեթոդները: Եզրագծերի հայտնաբերման մեթոդները հիմնված են պատկերների փիքսելների պայծառության մակարդակների անհամասեռության վրա: Եզրագծերի հայտնաբերումը հիմնված է գրադիենտի կամ ածանցյալների վրա, որոնք ցույց են տալիս պայծառությունների մակարդակների փոփոխությունները:

§1.3-ում նկարագրված են պատկերի սեզմենտացիայի հիմքիդ մեթոդները: Հիմքիդ մեթոդները օգտագործելով պատկերի տիրույթների վիճակագրական հատկությունները, պայծառության մակարդակները և կառուցվածքային առանձնահատկությունները, տրոհում են պատկերը ըստ նրանց կարևորության: **§1.3.1-**ում նկարագրված է պատկերի հատկանիշների առանձնացման և ընտրման փուլը: Այս փուլում հնարավոր է դառնում հաշվարկել տիրույթները բնութագրող

առանձնահատկությունները, դասակարգել այդ տիրույթները ըստ զանգվածի բարորակ կամ չարորակ հատկանիշների: §1.3.2-ում նկարագրված է սեզմենտացիայի ընթացքում կատարվող յուրահատկությունների դասակարգման փուլը: Այս փուլում կատարվում է ընտրված զանգվածների դասակարգում որպես բարորակ կամ չարորակ գոյացություններ:

§1.4-ում բերված է միկրոկալցիֆիկատների հայտնաբերման ընդհանուր ալգորիթմի սխեման: §1.4.1-ում բերված են վելվլետներով միկրոկալցիֆիկատների հայտնաբերման մեթոդները: §1.4.2-ում նկարագրված են հակադրության ուժեղացման մեթոդները: §1.4.3-ում նկարագրված են միկրոկալցիֆիկատների հայտանիշի դասակարգիչները:

Երկրորդ գլխում առաջարկվում է թվային մամոգրամներում ROI տիրույթների հայտնաբերման, նրանց առանձնացման և նրանցում կրծքագեղձի շեղումների հայտնաբերման նոր ընթացակարգ, որն ընդգրկում է պատկերի նախնական մշակման, նրա հետագա սեզմենտավորման ու շեղումների հայտնաբերման մեթոդները: Նկ. 1-ում ներկայացված է նկարագրվող մեթոդի իրականացման համար անհրաժեշտ փուլերի սխեման:



Նկար 1: Անումալ զանգվածների հայտնաբերման փուլերը:

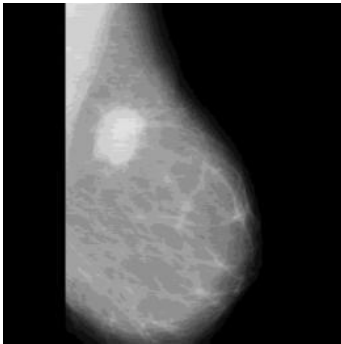
§2.2-ում նկարագրված են մամոգրամի նախնական մշակման փուլերը: Թվային մամոգրամների հետագա մշակումը պահանջում է նախապատրաստական փուլ: Այս փուլի նպատակն է բարելավել պատկերի որակը հեռացնելով նրանից ֆոնի անհարկի և անցանկալի մասերը: §2.2.1-ում որոշվում է պատկերի կողմնորոշումը: Մամոգրաֆիկական պատկերը փոխակերպվում է այնպես, որ կրծքավանդակի պատը, այսինքն պատկերի այն կողմը, որը պարունակում է կրծքի մկանային մասը, հայտնվի պատկերի վերին ձախ անկյունում: §2.2.2-ում կատարվում է պատկերից աղմուկների հեռացումը: Աղմուկները հեռացվում են երկչափ մեդիան գտիչով (2D Median Filtering) 3×3 պատուհանով: §2.2.3-ում կատարվում է պատկերի հակադրության բարելավում օգտագործելով սահմանափակ հակադրությամբ ադապտիվ հիստոգրամային հավասարեցման մետոդը (contrast-limited adaptive histogram equalization – CLAHE): §2.2.4-ում կատարվում է գաուսյան համահարթեցում² կիրառելով 7×7 չափանի գտիչ պատուհան:

§2.3-ում քննարկվում են մամոգրամի սեգմենտավորման և զանգվածների հայտնաբերման մեթոդները: Սեգմենտացիայի նպատակն է մեկուսացնել պատկերի ROI-ն կախված խնդրի դրվածքից: Պատկերի տրոհումը կատարվում է հաշվի առնելով ինտենսիվությունների այնպիսի կտրուկ փոփոխությունները, ինչպիսիք են պատկերի եզրերը: Կրծքագեղձի ROI տիրույթները ստանալուց հետո, անհրաժեշտ է տվյալ տիրույթները տարբերակել և առանձնացնել անատոմիական շրջանները: §2.3.1-ում ներկայացված է երկուական համասեռության բարձրացման ալգորիթմը (BHEA): Ըստ երկուական համասեռության բարձրացման մեթոդի վերցվում է առավելագույն տարբերության շեմային (maximum deference threshold - MDT) արժեքը: Այն հաստատուն է և նրա արժեքը որոշվում է դիտարկման միջոցով: Ընտրված շեմային արժեքը համեմատում ենք շարժվելով ձախից աջ և վերևից ներքև՝ հերթականությամբ անցնելով մամոգրամի բոլոր տողերով: Եթե համան որևէ արդյունք ավելի մեծ է քան MDT-ն, ապա տիրույթը պետք է տրոհել մեջտեղից երկու հավասար ենթատիրույթների, և երկու ենթատիրույթների առաջին և վերջին դիրքերը տեղադրել պահոցում: Հակառակ դեպքում ենթատիրույթի արժեքը պետք է տարածել բոլոր այլ փիքսելների արժեքների վրա՝ օգտագործելով համասեռ քվանտիզացման մեթոդը, բաժանելով այն 16 մակարդակի: Նույն գործընթացը կարելի է կրկնել պատկերի վերևից ներքև ուղղահայաց սկանավորման դեպքում՝ ուղեկցելով այն համասեռ գունային քվանտիզացմամբ: §2.3.2-ում ներկայացված է եզրագծերի հայտնաբերման ալգորիթմը (EDA): Ալգորիթմի առաջին քայլում կատարում ենք պատկերի հորիզոնական սկանավորում: Եթե դիտվում է որևէ փիքսելի ինտենսիվության փոփոխություն, ապա այն ցույց է տալիս եզրի հորիզոնական կետ և նշվում է

¹ S. M. Pizer, et al., "Adaptive histogram equalization and its variations," Computer Vision, Graphics, and Image Processing, vol. 39, pp. 355-368, 1987.

² Shapiro, L. G. & Stockman, G. C. "Computer Vision", page 137, 150. Prentence Hall, 2001.

որպես սև փիքսել: Գործընթացը շարունակում ենք բոլոր տողերի փիքսելների համար և գտնում ենք հորիզոնական եզրագծերի քարտեզը: Հաջորդ քայլում կատարում ենք ուղղահայաց սկանավորում: Շարունակելով պրոցեսը բոլոր սյուններով՝ ստանում ենք ուղղահայաց եզրագծերի քարտեզը: Այնուհետև հորիզոնական և ուղղահայաց եզրագծերի քարտեզների պատկերների տրամաբանական գումարման միջոցով ստանում ենք մամոգրամի եզրագծերի քարտեզը (նկ. 2):



(ա)

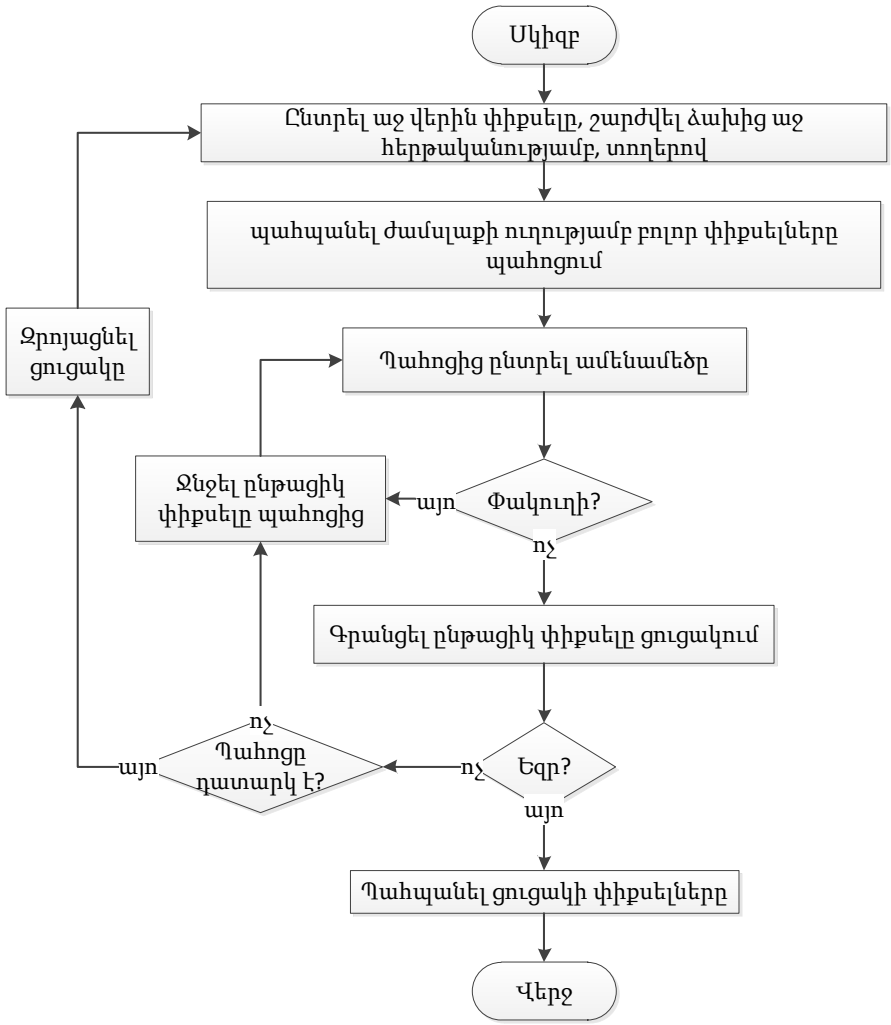


(բ)

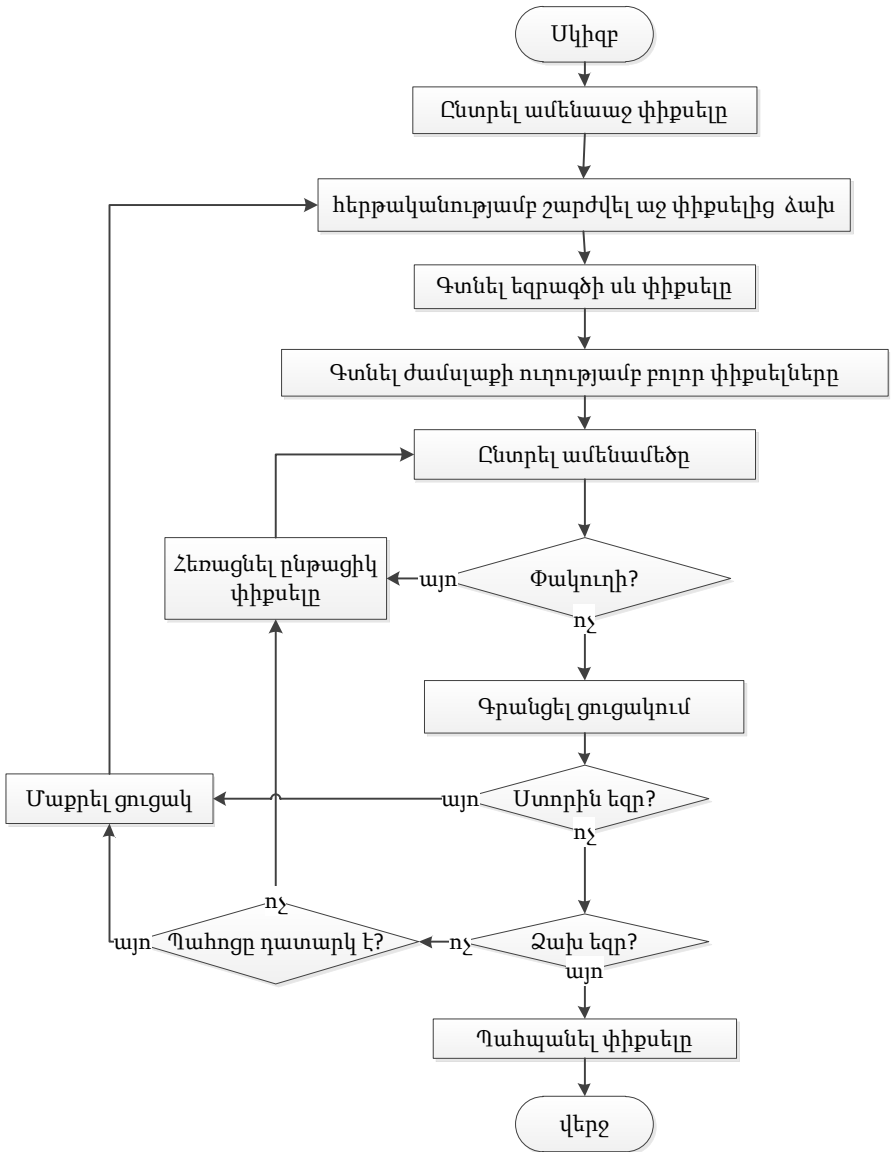
Նկար 2: (ա) BHEA մամոգրամ, (բ) EDA ալգորիթմի կիրառման արդյունքում ստացված մամոգրամ

§2.3.3-ում ներկայացված է կրծքագեղձի սահմանի հայտնաբերման ալգորիթմը (BBDA): Կրծքի շրջանը պարունակում է կրծքագեղձի տարբեր բաղադրիչներ, որոնք գտնվում են կրծքի սահմաններում և տարբերվում են կրծքի պատկերի ֆոնից: Հետագա մշակման համար շատ կարևոր է որոշել կրծքագեղձի եզրագիծը: Կրծքագեղձի եզրագծի հայտնաբերման ալգորիթմի քայլերը բերված են ստորև (նկ. 3): §2.3.4-ում ներկայացված է կրծքի մկանի հայտնաբերման ալգորիթմը (PMDA): Առաջարկված մեթոդով մամոգրամի եզրերի հայտնաբերումից հետո ստանում ենք մի պատկեր, որը պարունակում է կրծքագեղձի տիրույթը հստակ տարբերակված ֆոնից: Հետագա վերամշակման համար կարևոր է առանձնացնել կրծքագեղձի պատկերը՝ վերացնելով նրա մկանային տիրույթը: Կրծքամկանի մեկուսացման ալգորիթմն իրականացնելու համար անհրաժեշտ քայլերը բերված են նկ. 4-ում: §2.3.5-ում նկարագրված է կրծքագեղձի ROI տիրույթի անատոմիական սեգմենտավորումը (ASB): Կրծքագեղձի մկանի հայտնաբերման ալգորիթմի և կրծքագեղձի սահմանի հայտնաբերման ալգորիթմի միաձուլման արդյունքում ստանում ենք կրծքագեղձի ROI տիրույթը: Այժմ դիտարկենք միայն կրծքագեղձի ROI տիրույթին համապատասխանող գծապատկերը: Մամոգրամի գծապատկերում երևում են կրծքի շրջանում ընդգրկված տարբեր կառուցվածքներ, որոնք համապատասխանում են կրծքի տարբեր անատոմիական շրջաններին: Այս փուլում մեր խնդիրն է բացահայտել

մամոգրամի այդ տիրույթները, և հատկապես բացահայտել կրծքագեղձի շրջանում առկա որևէ անկանոնություն:



Նկար 3: Կրծքագեղձի եզրագծի հայտնաբերման սխեման:

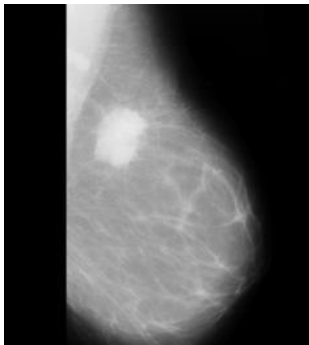


Նկար 4: Կրճաքանի մեկուսացման ալգորիթմի իրականացման սխեման

Կրճաքանի անատոմիական տիրույթների հայտնաբերման ալգորիթմն իրականացնելու համար անհրաժեշտ է կատարել հետևյալ քայլերը.

1. Կրծքագեղձի պատկերը դիտարկել ձախից և որոշել ամենաձախ փիքսելի տեղը:
2. Տանել մի ուղղահայաց գիծ այդ փիքսելով վերից վար, որը կներկայացնի ձախ բազային կամ սահմանային գիծը:
3. Կրծքագեղձի ամենաաջ փիքսելի տեղը որոշելու նպատակով, դիտարկել պատկերն աջ կողմից:
4. Տանել այդ փիքսելով անցնող ուղղահայաց գիծ վերից վար:
5. Տրոհել ստացված ուղղանկյունը 16 հորիզոնական շերտերի և դիտարկումը սկսել առաջին սեգմենտի առաջին տողից:
6. Դիտարկել սեգմենտը սկսելով առաջին տողից և աջից դեպի ձախ ուղղությամբ:
7. Գտնել սև փիքսելը, որը ցույց է տալիս որ եզրագծի կետ է, դիտարկել այդ փիքսելի հարևան բոլոր փիքսելները ժամսլաքի ուղղությամբ և ընտրել մեծագույն արժեքով փիքսելը:
8. Այն փիքսելները, որոնք շրջապատում են եզրագծի փիքսելը, բայց ունեն ավելի ցածր արժեքներ պահպանել "Հետադարձ" պահոցում, որն օգտագործվում է երբ շրջագայման գործընթացը հասնում է փակուղի:
9. Եթե փակուղային վիճակ է առաջացել "Հետադարձ" պահոցից դուրս բերել ավելի փոքր արժեք ունեցող փիքսելը և շարունակել շրջագայման գործընթացը:
10. Պահպանել Ուրվագծվածների ցուցակի փիքսելները հետագա գրաֆիկական պատկերման համար:
11. Շրջագայման գործընթացը շարունակել հաջորդ փիքսելի համար քանի դեռ այն չի հասել ձախ հիմնական գծին կամ պատկերի ստորին եզրին կամ հասել է սկզբնական դիրքին:
12. Եթե հատումները սպառվել են, ջնջել Ուրվագծվածների ցուցակը և անցում կատարել 7-րդ քայլին:
Հակառակ դեպքում գծել Ուրվագծվածների ցուցակի փիքսելը:
13. Շարունակել 6-րդ քայլը մինչ եզրագծի բոլոր սև փիքսելների դիտարկումը:
14. Անցնել դեպի հաջորդ հատվածի առաջին տողը և շարունակել կատարել 6-11 քայլերի աշխատանքը:

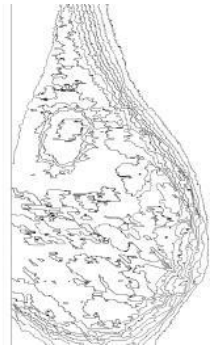
§2.3.6-ում ներկայացված է ընտրված տիրույթի աճման ալգորիթմը (SRGA): Սեգմենտացիայի գործընթացի իրականացումը գծապատկերի վրա տարբերակում է կրծքագեղձի զանազան տիրույթներ՝ կախված նրանց ինտենսիվության արժեքներից: Յուրաքանչյուր սեգմենտ ունի ինտենսիվության իր արժեքը: Կրծքագեղձում այնպիսի շեղումները, ինչպիսիք են զանգվածները, ուռուցքները կամ կալցիֆիկատները ունեն հստակորեն ինտենսիվության ավելի բարձր արժեքներ, քան նորմալ կրծքագեղձի հյուսվածքները: Այս փուլում անհրաժեշտ է դասակարգել բոլոր ստացված փակ տիրույթների ինտենսիվության արժեքները:



(ա)



(բ)



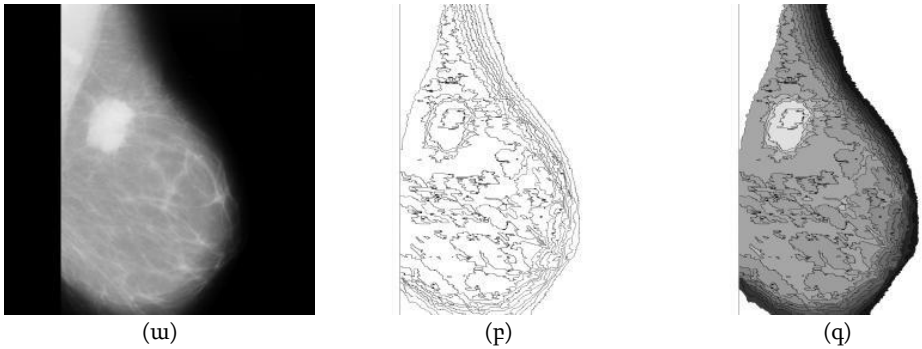
(գ)

Նկար 5: (ա) Բնօրինակ մամոգրամ, (բ) մամոգրամի եզրագծերի պատկերը կրծքագեղձի հետաքրքիր տիրույթով, և (գ) անատոմիական տիրույթների հայտնաբերման ալգորիթմի արդյունքը:

Ընտրված տիրույթի ընդարձակման ալգորիթմն իրականացնելու համար անհրաժեշտ է կատարել հետևյալ քայլերը.

1. 'Դիտարկել կրծքագեղձի ROI տիրույթը՝ սկսելով առաջին տողից աջից ձախ ուղղությամբ:
2. Եթե փիքսելը գունավորված չէ և եզրային փիքսել չէ, ապա դիտարկել այն որպես ներկման ենթակա բյուրեղ:
3. Պահպանել այդ փիքսելը Բյուրեղ պահոցում:
4. Դիտարկել վերևի, ներքևի և բյուրեղ փիքսելի երկու կողմերի փիքսելները:
5. Եթե փիքսելը ներկված չէ և եզրային կետ չէ, ապա այդ փիքսելը պահպանել Բյուրեղ պահոցում:
6. Բյուրեղ պահոցից դուրս հանել բյուրեղ փիքսելը և պահպանել այն փիքսելների Գունավոր ցուցակում:
7. Շարունակել քանի դեռ ոչ մի սպիտակ փիքսել չի մնացել տիրույթի եզրագծում և Բյուրեղ պահոցը չի դատարկարկվել, և անցնել 2-րդ քայլին:
8. Գունավոր ցուցակում վերջնական տիրույթը ստանալուց հետո սկանավորել սկզբնական մամոգրամը փիքսելների դիրքերը որոշելու համար:
9. Հաշվել ստացված փիքսելների թվաբանական Mode արժեքը:
10. Գունավորել այն փիքսելները, որոնք ներկայացնում են թվաբանական Mode արժեքի հնտենսիվության տիրույթը:
11. Մաքրել Գունավոր պահոցը և շարունակել գործընթացը մինչ կրծքագեղձի բոլոր տիրույթների գունավորումը, անցնել 1 քայլին:

§2.4-ում բերված են տարբեր տիպի մամոգրամների համար նկարագրված ալգորիթմների կիրառման արդյունքները: Նկ. 7-ում բերված է ալգորիթմի կիրառման արդյունքը նորմալ մամոգրամի համար:



Նկար 6: (ա) Բնօրինակ մամոգրամ, (բ) Անատոմիական տիրույթները, (գ) SRGA մեթոդով ստացված մամոգրամը, (դ) Ոչ նորմալ առաձնացված զանգվածները:

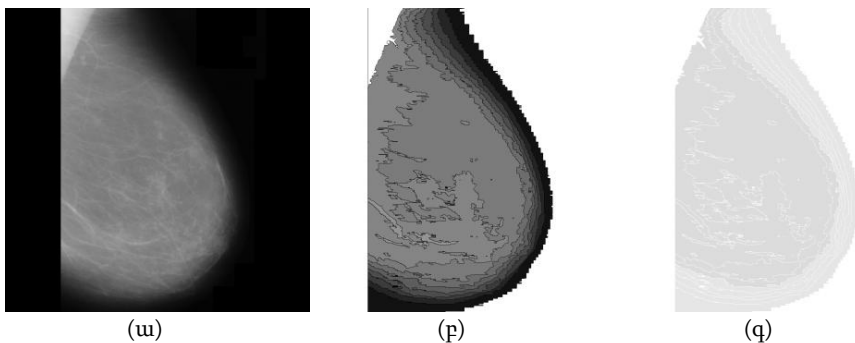
Դիտարկված մամոգրամը պարունակում է հիմնականում ճարպային և գեղձային հյուսվածքներ, որտեղ չկան անկանոնություններ, և չեն հայտնաբերվել զանգվածներ: Նկ. 8-ում բերված է ալգորիթմի կիրառման արդյունքը անկանոնություններով ճարպային հյուսվածքներ պարունակող մամոգրամի համար: Նկ. 9-ում բերված է ալգորիթմի կիրառման արդյունքը անկանոնություններով ճարպային և գեղձային հյուսվածքներ պարունակող մամոգրամի համար: Նկ. 10-ում բերված է ալգորիթմի կիրառման արդյունքը անկանոնություններով խիտ և գեղձային հյուսվածքներ պարունակող մամոգրամի համար:

§2.5-ում բերված են ճշգրտության գնահատականները: Մշակված մեթոդների ճշգրտությունը գնահատվում է քանակական չափանիշներով, որոնք ստացվում են սեզմենտավորված ոչ նորմալ զանգված ունեցող մամոգրամի և նրան համապատասխան էտալոնային «ուսկե չափանիշով» մամոգրամի համեմատության միջոցով: MIAS տվյալների բազայի անկանոնություններ ունեցող մամոգրաֆիկական պատկերների վրա մշակված ծրագրային համակարգի փորձարկումների ճշգրտության և սխալի մակարդակի արդյունքները բերված են ստորև

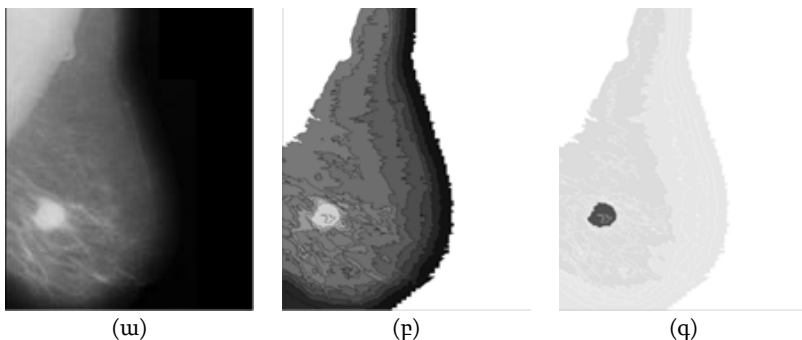
$$\frac{|TN| + |TP|}{|TN| + |TP| + |FP| + |FN|} = 0.9987,$$

$$\frac{|FP| + |FN|}{|FP| + |FN| + |TP| + |TN|} = 0.0012,$$

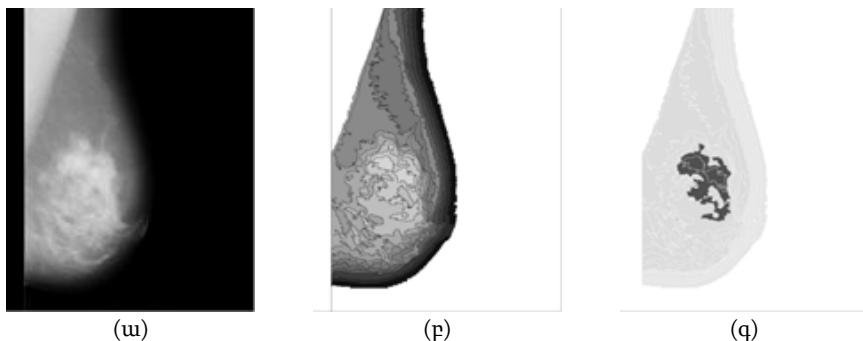
որտեղ TN - ճշմարիտ բացասական (True Negative), FP - կեղծ դրական (False Positive), FN - կեղծ բացասական (False Negative) և TP - ճշմարիտ դրական (True Positive) գնահատականներն են:



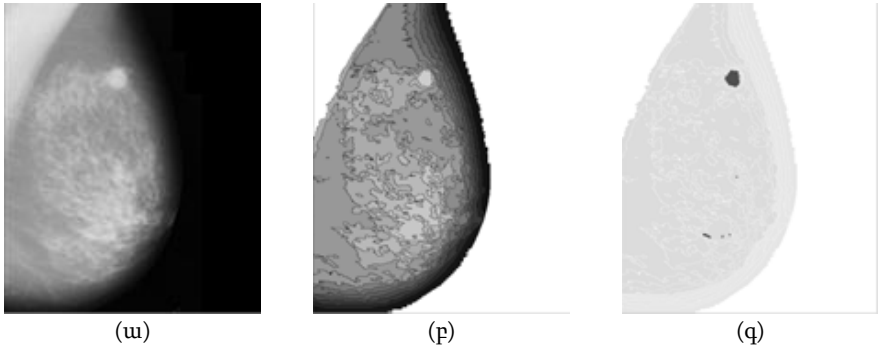
Նկար 7: (ա) Բնօրինակ մամոգրամ, (բ) Անատոմիական տիրույթները SRGA-ի կիրառումից հետո, (գ) Ոչ նորմալ տիրույթներից գերծ մամոգրամ:



Նկար 8: (ա) Բնօրինակ մամոգրամ, (բ) Անատոմիական տիրույթները SRGA-ի կիրառումից հետո, (գ) ոչ նորմալ տիրույթներով առկա մամոգրամ:



Նկար 7: (ա) Բնօրինակ մամոգրամ, (բ) Անատոմիական տիրույթները SRGA-ի կիրառումից հետո, (գ) Ոչ նորմալ տիրույթներով առկա մամոգրամ



Նկար 8: (ա) Բնօրինակ մամոգրամ, (բ) Անատոմիական տիրույթները SRGA-ի կիրառումից հետո, (գ) Ոչ նորմալ տիրույթներով առկա մամոգրամ

Երրորդ գլխում ներկայացված են թվային մամոգրաֆիկական պատկերների սեգմենտավորման և վերլուծության ծրագրային համակարգը, նրա աշխատանքի սկզբունքը և ստացված արդյունքները: Նախագծվել և իրականացվել է ծրագրային համակարգ, որը կատարում է թվային մամոգրաֆիկական պատկերների սեգմենտավորում և անոմալ զանգվածների հայտնաբերում: Ծրագրային համակարգն իրագործվել է ծրագրավորման C# և C++ լեզուներով՝ կիրառելով նրանց ստանդարտ գրադարանները: Աշխատանքի ընթացքում օգտագործվել է նաև ITK (Insight Segmentation and Registration Toolkit) open source ծրագրային ապահովման բաց փաթեթը³: Համակարգի փորձարկման ընթացքում որպես մուտքային տվյալ օգտագործվել են miniMIAS (Mammographic Image Analysis Society) թվային մամոգրաֆիկական պատկերների բազայից վերցված պատկերները⁴:

§3.1-ում նկարագրված է miniMIAS թվային մամոգրաֆիկական պատկերների բազան: Տվյալների բազան պարունակում է 322 թվայնացված ժապավեն: Այն նաև ներառում է ճառագայթաբան բժշկի <<ճշմարիտ>> (truth) նշանագծումները բոլոր հնարավոր առկա շեղումների տիրույթներում:

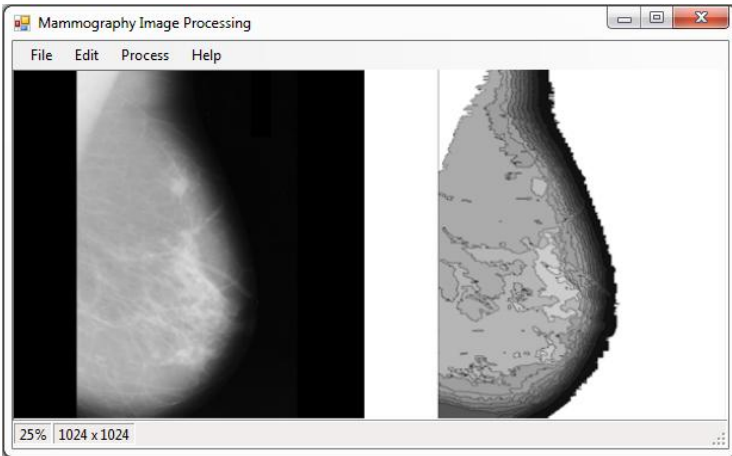
§3.2-ում նկարագրված է ITK (Insight Segmentation and Registration Toolkit) գրադարանը: Այն ծրագրային ապահովման գործիքների հավաքածու է, որը լայն հնարավորություններ է ընձեռում պատկերների հայտնաբերման և սեգմենտավորման գործընթացը ճիշտ կազմակերպելու և իրականացնելու համար:

§3.3-ում նկարագրված է ծրագրային համակարգի աշխատանքը: Ծրագրային համակարգը պարունակում է File, Edit, Process և Help մենյուները: Ծրագրային

³ Terry S. Yoo, Dimitris N., “Open science – combining open data and open source software: Medical image analysis with the Insight Toolkit”, Medical Image Analysis Volume 9, Issue 6, December 2005, Pages 503–506

⁴ “Mammographic Image Databases” <http://www.mammoimage.org/databases/> 2011

համակարգի հիմնական մենյուից Process>→Segmentation → Seeded Region Growing հրամանը ընտրելու դեպքում պատկերի վրա կիրառվում է կրծքագեղձի ընտրված տիրույթի աճման ալգորիթմը: Հրամանի կատարման արդյունքը բերված է նկ. 11-ում:



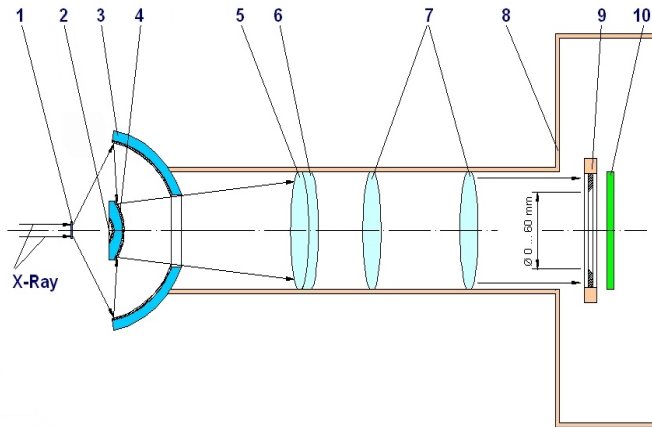
Նկար 9: Ընտրված տիրույթի աճման ալգորիթմի կիրառման արդյունքում ստացված պատկերը

Չորրորդ գլխում ներկայացված է ISTC համար A-1306 նախագծի շրջանակներում ՀՀ «Ա. Ալիխանյանի անվան Ազգային գիտական լաբորատորիա» հիմնադրամում ստեղծված նոր տիպի բարձր տարածական լուծողունակությամբ YAG:Ce և GGG:Ce մոնոբյուրեղների հիման վրա ռենտգենային արտապատկերման ընդունիչի ղեկավարման և սարքից պատկերները համակարգչին փոխանցելու համար ստեղծված ծրագրային համակարգը:

§4.1-ում նկարագրված է բարձր տարածական լուծողունակությամբ ընդունիչը: Այն կազմված է սցինտիլյատորից, լուսային մանրագնման օպտիկայից և լիցքային կապով սարքից (charge coupled device –CCD): Սցինտիլյատորն ունի խճանկարի ձև 4x5 մմ² մակերեսով և պարունակում է 1x1x0.3 մմ³ տարրեր, որոնք ստացվել են Y₃Al₅O₁₂:Ce (YAG:Ce) և Gd₃Ga₅O₁₂:Ce (GGG:Ce) բյուրեղյա զանգվածներից: Որպես CCD օգտագործվել է Dalsa FTF4052M մոդելը 4008x5344 փիքսելներով և 36.072 մմ x 48.096 մմ զգայունության մակերեսով:

Նկ.12-ում ցույց է տրված տեսախցիկի սխեմատիկ նկարը: Ռենտգենյան ֆոտոնները վերածվում են տեսանելի լույսի YAG:Ce (կամ GGG:Ce) սցինտիլիացիոն բյուրեղներում: Ռենտգենյան ճառագայթները ամբողջովին կլանվում են պղնձե արգելակչով: Տեսանելի լույսը փոխանցվում է CCD-ին մանրագնման օպտիկական համակարգի միջոցով: CCD-ի առջև տեղադրված է մեխանիկական փեղկը: CCD-ի էլեկտրոնիկան և այլ օժանդակ էլեկտրոնային տեխնիկական տեղադրված են ուղիղ CCD –ի ետևում՝ առանձին հատվածում: CCD-ից ազդանշանը համակարգչին փոխանցելու համար օգտագործվել է National

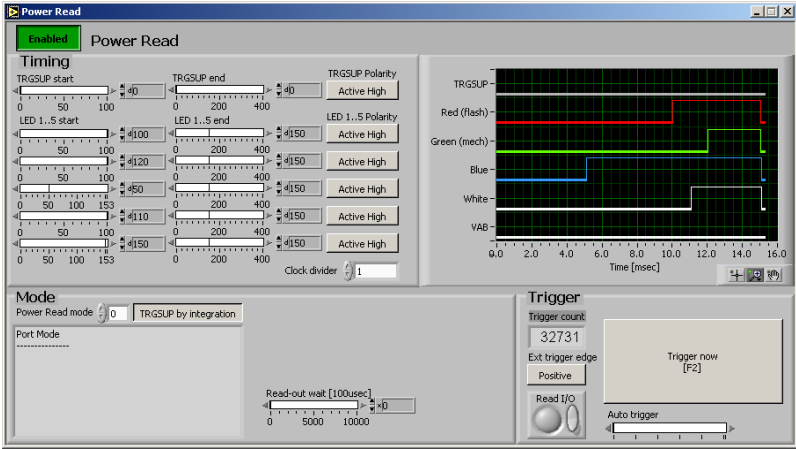
Instruments PCI-1424 թվային պատկերների էլեկտրոնիկան կառավարվում է համակարգչի միջոցով:



Նկար 10: Ընդունիչի ընդհանուր սխեման: 1) ռենտգենը լույսի ձևափոխող շերտ (սցինտիլյատոր), 2) պղնձե արգելափակիչ, 3) հիմնական հայելի, 4) երկրորդական հայելի, 5-7) ուսպնյակներ, 8) ֆոտոլիցիլ, 9) մեխանիկական փեղկ, 10) 4000x5000 փիքսել CCD:

§4.1.1-ում նկարագրված են YAG:Ce և GGG:Ce մոնոբյուրեղները: Դետեկտորի կառուցման մեջ օգտագործված եզակի բյուրեղները աճեցվել են հալեցման տեխնիկայով: YAG:Ce բյուրեղներն աճեցվել են հորիզոնական Բրիջմանի տեխնիկայով, մինչդեռ GGG:Ce բյուրեղներն աճեցվել են Չոխրալսկու տեխնիկայով: §4.1.2-ում նկարագրված է մանրազննման օպտիկական համակարգը: Առաջնային հայելու տրամագիծն է 90մմ, երկրորդական հայելունը՝ 30 մմ, կիզակետի հեռավորությունը՝ 59 մմ, էկրանավորման գործակիցը՝ 0.3 է, տեսադաշտ՝ $2W=4^\circ$, թվային բացվածքը (aperture)՝ 5.6, օպտիկական խոշորացումը՝ 12 անգամ և տարածական լուծողունակությունը՝ $1\mu\text{m}$. Մանրազննման օպտիկական համակարգի հատկանիշներն ուսումնասիրվել են լուսային պատկերներով: §4.1.3-ում նկարագրված է CCD-ն և էլեկտրոնիկան: Dalsa FTF4052M CCD-ն միագույն պատկերների ընկալիչ է նախագծված բժիշկության, գիտության և արդյունաբերության համար, որը ունի շատ ցածր մթնեցման հոսանք (dark current) և ավելի քան 12 իրական բիթ (true bit) զժային դինամիկ տիրույթ:

§4.2-ում նկարագրված է ընդունիչի ղեկավարման և պատկերների գրանցման «CamControl» ծրագրային համակարգը: Ծրագրային համակարգի իրականացման համար օգտագործվել են ծրագրավորման C# և C++ լեզուները: Համակարգի հիմնական պատուհանը ներկայացված է նկ. 13-ում:



Նկար 11: «CamControl» ծրագրի պատուհանը առաջին օգտագործման ժամանակ:

Ծրագիրը թույլ է տալիս ղեկավարել սրիզերի աշխատանքի ժամանակահատվածը, էլեկտրոնիկային միացված 5 լուսադիոդներից յուրաքանչյուրի վառման ժամանակահատվածները, ստացված ազդանշանը կարդալու ժամանակահատվածը:

«Trigger now» կոճակը կտտացնելուց ծրագիրը հրահանգ է ուղարկում ընդունիչի էլեկտրոնիկային, որն էլ իր հարթին աշխատեցնում է ընդունիչի ամբողջ համակարգը: Որպես արդյունք CCD-ն գրանցում է ազդանշան, որը փոխանցվում է համակարգիչ պատկերի տեսքով: Բացվում է նոր պատուհան, որը իր մեջ պարունակում է ստացված պատկերը: Ընտրացանկից File → Save հրամանը կանչելով կարելի է ստացված պատկերը պահել սկավառակատարի վրա: ISTC համար A-1306 նախագծի

Աշխատանքի վերջում ներկայացված է ISTC թիվ A-1306 նախագծի հիման վրա նախատեսվող «Հայաստանի մամոգրաֆիական կենտրոնների ցանց» նոր նախագծի համառոտ նկարագրությունը:

Հիմնական արդյունքներն ու եզրակացությունները

- Թվային մամոգրաֆիական պատկերներում եզրագծերի, կրծքագեղձի սահմանի և կրծքագեղձի մկանի հայտնաբերման, ինչպես նաև կրծքագեղձի ընտրված հատվածների սեգմենտավորման և չարորակ զանգվածների առաձևացման համար մշակվել են արդյունավետ ալգորիթմներ [3, 4, 5]:
- Մշակված ալգորիթմների հիման վրա ստեղծվել է մամոգրամների վերլուծության և նրանցում անոմալ գոյացությունների հայտնաբերման ծրագրային համակարգ, որը նախատեսված է բժիշկ-ճառագայթաբանների համար [5, 6]:

- Ստեղծվել է ծրագրային համակարգ նոր տիպի բարձր տարածական լուծողունակությամբ YAG:CE և GGG:CE մոնոբյուրեղների հիման վրա ռենտգենային արտապատկերման ընդունիչի ղեկավարման և սարքից պատկերները համակարգչին փոխանցելու համար [1, 2]:

Ատենախոսության թեմայի շրջանակներում հրատարակված աշխատությունները

1. K.Sh. Ohanyan, A.A. Sahakyan, "22M Full-Frame CCD Image Sensor Characteristics", Advanced X-Ray Imaging, Proceedings Of The OSTC International Workshop, pp.20-23, Yerevan, Armenia, June 16-18 2009.
2. A. Sahakyan, H. Sarukhanyan, M. Mkrtchyan, "3d Tomography for Medical Imaging", Advanced X-Ray Imaging, Proceedings Of The OSTC International Workshop, pp.20-23, Yerevan, Armenia, June 16-18 2009.
3. A. Sahakyan, "Segmentation of Mammography Images Enhanced by Histogram Equalization", Mathematical Problems of Computer Science 35, Armenia, pp. 109 - 115, 2011.
4. A. Sahakyan, H. Sarukhanyan, "Automatic Segmentation of the Breast Region in Digital Mammograms", Computer Science and Information Technologies, Proceedings of the Conference, pp. 386 - 389, Yerevan, Armenia, September 26-30, 2011.
5. A. Sahakyan, H. Sarukhanyan, "Segmentation of the Breast Region in Digital Mammograms and Detection of Masses", International Journal of Advanced Computer Science and Applications, pp. 102-105, Volume 3, Issue 2, February 2012
6. A. Sahakyan, "Digital Mammogram Segmentation and Abnormal Masses Detection System", Mathematical Problems of Computer Science 36, Armenia, pp. 41 - 50, 2012.

Armen Sahakyan

**Development of Efficient Processing Methods for Mammography Images and
Appropriate Software Implementation**

RESUME

According to Worldwide Health Corporation breast cancer is being No 1 of the fundamental reasons of the women's average age mortality. The National Cancer Institute estimates that one out of eight women develops breast cancer at some point during her lifetime. Year after the year indexes of the morbidity with breast cancer are growing. The same image is viewed in many countries: USA, European Union, Russian Federation and North America.

According to the statistical department of the RA Ministry of Health in 1997-2003 the ratio of breast cancer in malignant tumors is ranged from 13.1-14.5% of the overall structures. Each year 700-850 breast cancer patients are recorded and this number is growing.

The goal of mammography is to provide early detection of breast cancer through low-dose imaging of the breast. Mammography is considered to be the most efficient technique for identifying lesions when they are not palpable and when there are structural breast modifications. It shows to the physician differences in breast tissue densities and these differences are fundamental to a correct diagnosis. At present, there are no effective ways to prevent breast cancer, because its cause remains unknown. Detection of abnormal masses within the breast as well as breast image segmentation is a very important feature in image analysis. Detection of abnormal masses within the breast is an important factor which can improve clinical diagnosis of mammographic diseases. The accurate segmentation of the abnormal masses in mammogram is an essential step in the computerized analysis of mammograms. It allows the search for abnormalities to be limited to the anatomical region of the breast without undue influence from the background and other regions of the mammogram.

Urgency and importance of mammography image processing is obvious. Computer-Aided Detection and Diagnosis systems are continuously being developed aiming to help the physicians in early detection of breast cancer. These tools may call the physician's attention to areas in the mammography that may contain radiological findings.

Thus, the detection and diagnosis of disease in early stage breast cancer patients increases the chances of successful treatment and complete recovery and is an important and urgent task.

The goal and objectives of the thesis are:

- Develop edge detection, breast boundary detection, pectoral muscle detection, breast ROI segmentation and abnormal masses detection algorithms for mammography images.
- Develop appropriate mammography image processing and mass detection software based on these methods.

The main results are:

- Edge detection, breast boundary detection, pectoral muscle detection, breast ROI segmentation and abnormal masses detection algorithms are developed.
- Software for mammography image processing and mass detection based on suggested methods is created
- Image acquisition and control software for a new type of high spatial resolution x-ray image detector is created

**Разработка Эффективных Методов Анализа Мамографических Изображений и
Реализация Соответствующей Программной Системы**

РЕЗЮМЕ

Согласно Worldwide Health Corporation рак молочной железы первая фундаментальная причина женской смертности среднего возраста. Национальный Онкологический институт оценивает, что одна из восьми женщин получает рак молочной железы в некоторый момент ее жизни. Индекс заболеваемости раком молочной железы с каждым годом растет. Та же картина просматривается во многих странах: США, Европейский Союз, Российская Федерация, Северная Америка и др.

Согласно статистическому отделению Министерства здравоохранения РА в 1997-2003 доля рака молочной железы в злокачественных опухолях колеблется от 13,1 до 14,5 %. Каждый год регистрируются 700-850 новых больных раком молочной железы, и это число растет.

Цель маммографии состоит в том, чтобы обеспечить раннюю диагностику рака молочной железы посредством слабого облучения. Маммография, как полагают, является самым эффективным методом для идентификации поражений, когда они не осязаемы и когда есть структурные модификации груди. Маммография показывает врачу различия в плотности ткани молочных желез, и эти различия - основной принцип к корректному диагнозу. В настоящее время нет никаких эффективных способов предотвратить рак молочной железы, потому что его причина остается неизвестной. Обнаружение аномальных масс в груди, так же как сегментация изображения груди - очень важные функции в анализе изображения. Обнаружение аномальных масс в пределах груди - важный фактор, который может улучшить клинический диагноз маммографических болезней. Правильная сегментация аномальных масс в маммограмме - существенный шаг в компьютеризированном анализе маммограмм. Это позволяет поиску аномалии быть ограниченным анатомической областью груди без неуместного воздействия фона и других ненужных областей маммограммы.

Безотлагательность и важность обработки изображений маммографии очевидны. Автоматизированные системы обнаружения и диагноза непрерывно разрабатываются, стремясь помочь врачам в ранней диагностике рака молочной железы. Эти инструменты могут вызвать внимание врача к областям в маммографии, которые могут содержать радиологические аномалии.

Таким образом, обнаружение и диагноз болезни рака молочной железы в ранней стадии увеличивают возможности успешной обработки и полного восстановления больного и являются важной и неотложной задачей.

Цель работы:

- Разработка алгоритмов обнаружения краев, обнаружения границы груди, обнаружения грудной мышцы, сегментации областей интереса груди и обнаружения аномальных масс для изображения маммографии.
- Разработка соответствующей программы обработки и обнаружения аномальных масс в изображениях маммографии, основанной на этих методах.

Основные результаты:

- Разработаны алгоритмы обнаружения краев, обнаружения границы груди, обнаружения грудной мышцы, сегментации областей интереса груди и обнаружения аномальных масс.
- Создано программное обеспечение для обработки изображений маммографии и обнаружения масс, основанное на предложенных методах
- Создано программное обеспечение получения изображений и управления для нового типа детектора рентген изображений высокого пространственного разрешения.

