

# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

*Əlyazması hüququnda*

## MÜSTƏVIDƏ MÜRƏKKƏB TƏSVİRLƏRİN TANINMASI ÜÇÜN METOD VƏ ALQORİTMLƏRİN İŞLƏNMƏSİ (USM TƏSVİRLƏRİ NÜMUNƏSİNDƏ)

İxtisas: 3338.01 – “Sistemli analiz, idarəetmə və informasiyanın işlənməsi”

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Ülkər Mehmanəli qızı Əlizadə**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün  
təqdim edilmiş dissertasiyanın

### **AVTOREFERATI**

**BAKI - 2022**

Dissertasiya işi AMEA-nın İdarəetmə Sistemləri İnstitutunun “İnformasiyanın intellektual emalı sistemləri” laboratoriyası nəzdində yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
**Gülçin Gülhüseyn qızı Abdullayeva**

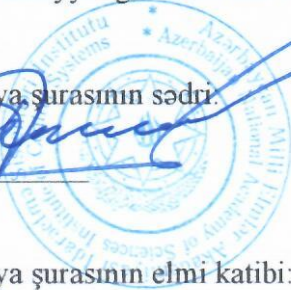
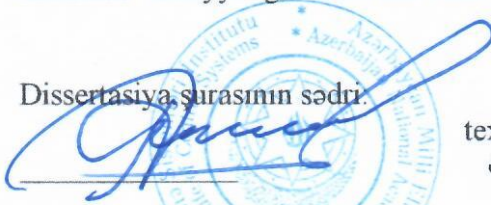
Rəsmi opponentlər: AMEA-nın müxbir üzvü,  
texnika elmləri doktoru, professor  
**Əminəğa Bəhmən oğlu Sadıqov**

texnika elmləri doktoru, professor  
**Ələkbər Əli Ağa oğlu Əliyev**

texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
**İradə Hatəm qızı Mirzəzadə**

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının AMEA-nın İdarəetmə Sistemləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.20 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya şurasının sədri:



akademik,

texnika elmləri doktoru, professor  
**Əli Məhəmməd oğlu Abbasov**

Dissertasiya şurasının elmi katibi:



texnika elmləri doktoru, professor  
**Nailə Fuad qızı Musayeva**

Elmi seminarın sədri:



texnika elmləri doktoru, dosent  
**Fəhrad Heydər oğlu Paşayev**

## GİRİŞ

**Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi.** Müasir dövrdə bir sıra problemlərin həllinə texnologiyaların tətbiqi ilə fərqli baxış və yanaşmalar formalaşmışdır. Yeni texnologiyaların tətbiqi insan amilinin imkanını xaricində çətin formalizə oluna bilən məsələlər üçün böyük əhəmiyyət daşıyır. Məsələlərin araşdırılması üçün ənənəvi üsullarla yanaşı öz təsdiqini tapmış yanaşmalar bir sıra problemlərin həllində qərar qəbul etməyə yeni səviyyədə baxmağa imkan verir. Bu isə keyfiyyətin, səhvetmə ehtimalının, operativ qərar qəbul etmənin effektivliyinin təminatçısıdır.

Tibb sahəsini bir çoxlarından fərqləndirən cəhətlər subyektin rolunun əhəmiyyətli olması, çətin formalizə olunan problemlərin çoxluğu, operativ qərarqəbul etmə, səhvetmə ehtimalının minimuma endirilməsi və s. müasir texnologiyaların metod və vasitələrinin tətbiqinin zəruri şərtlərindəndir. Diaqnostikada istifadə olunan metod və vasitələr həkimin təcrübəsi və peşəkarlığı ilə yanaşı bu prosesdə yeni texnologiyaların istifadəsi nəticəsində mühüm həllər almağa imkan verir. Hal-hazırda həyat keyfiyyətinin yaxşılaşması səhiyyənin qarşısında duran əsas məsələlərdəndir. Bu baxımdan həkim-diaqnostun işinin böyük əhəmiyyəti vardır. Vaxtında və düzgün qoyulmuş diaqnoz insan sağlamlığının qorunmasında önəmlidir. Bu istiqamətdə erkən diaqnostikanın çox böyük əhəmiyyəti vardır. Erkən diaqnostikanın problemlərindən biri bəzən həkimin nəzərdən qaçırdığı və ya subyektiv səbəblərdən kənar problemin aşkar oluna bilməməsidir. Bu baxımdan texnologiyaların üsul və vasitələrinin istifadəsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Xüsusilə, ultrasəs müayinəsində insanın imkanları xaricində olan və ya həkimin müəyyən səbəblərdən nəzərdən qaçırdığı yeni törəmələrin, düyünlərin, qapanmaya meyli konturların vaxtında aşkar edilməsi və onun dinamikada izlənilməsi gələcəkdə baş verə biləcək bir çox fəsadların qarşısını ala bilər.

Erkən diaqnostikada ultrasəs müayinəsində mürəkkəb təsvirlərin analizi zamanı ölçüsü kiçik olan törəmələrin aşkar edilməsi üçün informasiya texnologiyalarının metod və vasitələrinin tətbiqi prosesin gedişinə yeni istiqamətlərdən yanaşma təqdim edir.

Mürəkkəb formalı konturların aşkar edilməsi riyazi metodlar, informasiya texnologiyaları vasitələrinin müştərək istifadəsi ilə həyata keçirilir. Prosesin dinamikada izlənilməsi törəmədə dəyişiklik olub-olmadığını təsdiqləməklə diaqnostika prosesinin müəyyən zamanlardan bir təkrar olunmasının zəruri olduğunu sübut edir. Təkrar baxış zamanı prosesin gedişində texnologiyaların tətbiqindən alınmış nəticələr həkimə diaqnostikanın zamanını tənzimləmək üçün yardımçı olur. Lakin informasiya texnologiyaları, riyazi metodların tətbiqi ilə təqdim olunmuş nəticələrdə törəmədə baş verən ciddi dəyişiklik aşkar olunarsa həkim bu halda digər müayinələr aparmaq haqqında əlavə tədbirlərin görülməsinə qərar verir. Bu cür hallarda riyazi metodlar, informasiya texnologiyaları erkən diaqnostikada xüsusilə, mürəkkəb təsvirlərin tanınması, identifikasiyası zamanı və ümumiyyətlə diaqnoz qoyuluşunda həkimi onun imkanlarını artıracaq dərəcədə yeni vasitələrlə təmin edir.

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq, **dissertasiya işinin əsas məqsədi** ultrasəs müayinəsində mürəkkəb təsvirlərin tanınmasında, kiçik ölçülü qapalı konturların (törəmələrin) aşkar edilməsi və onların inkişaf dinamikasını izləyərək erkən diaqnostika mərhələsində həkimə əlavə məsləhətçi alət təqdim etməkdir.

**Tədqiqat obyektı:** Dissertasiya işində tədqiqat obyektı kimi ultrasəs müayinəsinin mürəkkəb təsvirlərində törəmələr, kiçik ölçülü qapalı və qapanmaya meyilli konturlar.

Qoyulan məqsədə nail olmaq üçün dissertasiya işində **yerinə yetirilmiş tədqiqatların əsas məsələləri** aşağıdakılardır:

- USM mürəkkəb təsvirlərinin təhlili əsasında erkən diaqnostikanın aparılması;
- kiçik ölçülü törəmələrin, qapanan və qapanmaya meyilli konturların aşkar edilməsi və tanınması;
- 2D müstəvi fiqurların küylərdən təmizlənməsi, filtrasiyası, sərhədlərin ayrılması;
- riyazi morfologiya metodlarının tətbiqi;
- rəng modellərinin USM təsvirlərinin təhlilində istifadəsi;
- müstəvi fiqurların ağırlıq mərkəzinin müəyyən olunması;
- USM təsvirləri üçün verilənlər bazasının işlənməsi.

**Tədqiqat metodları.** Dissertasiya işində alınan nəticələrdə informasiya texnologiyaları vasitələri, süni intellekt nəzəriyyəsi, obrazların tanınması, riyazi morfologiya metodları, filtrasiya metodları, proqram təminatının işlənməsi və tətbiqindən istifadə olunmuşdur.

**Tədqiqatın elmi yeniliyi:**

1. Ultrasəs müayinəsi zamanı alınmış mürəkkəb təsvirlərin təhlili nəticəsində kiçik ölçülü törəmələrin, qapanmış və ya qapanmaya meyli konturların aşkar edilməsi;
2. 2D fiqurların küylərdən təmizlənməsi, filtrasiyası, sərhəd və konturlarının ayrılması onların tanınmasında qiymətləndirilmişdir;
3. USM təsvirlərində kiçik ölçülü qapalı və ya qapanmaya meyli konturların tanınması üçün üç predindikatorlardan ibarət (əyrixətli fiqurun sahəsi, ağırlıq mərkəzi, rəng modeli) prediktor təklif edilmişdir.
4. Müstəvidə mürəkkəb təsvirlərin tanınması üçün proqram paketi işlənmişdir.
5. Ultrasəs müayinəsindən alınmış təsvirlərin təhlili nəticəsində qapalı və qapanmaya meyli konturun aşkar edildiyi hallarda ona nəzarət üçün monitorinqin təşkili.

**Nəticələrin dürüstlük dərəcəsi.** Dissertasiyada alınmış nəticələr eksperimentlərlə sübut edilmiş (138 klinik hallar təhlil edilmişdir), klinikada tətbiqlərlə təsdiq edilmişdir. İşin nəticələri AMEA-nın İdarəetmə Sistemləri İnstitutunun, İnformasiyanın intellektual emalı laboratoriyasının elmi-tədqiqat işlərində istifadə olunmuşdur.

Dissertasiya işində yerinə yetirilən tədqiqatların **praktiki əhəmiyyəti** ondan ibarətdir ki, mürəkkəb təsvirlərdə simptomuz kiçik ölçülü törəmələrin aşkar edilmə prosesinə erkən diaqnostikada bir vasitə kimi baxıla bilər.

Həmçinin aparılan nəzəri və praktik tədqiqatların nəticələri həkimin iş praktikasında tətbiq edilmişdir. Proqram paketində toplanan üsullar ümumiyyətlə müstəvi üzərində müxtəlif tanınma məsələlərində istifadə edilə bilər (əlyazmalar, izlər və s.)

**Müəllifin şəxsi töhfəsi.** Dissertasiya işində qarşıya qoyulan elmi məsələlər və əldə edilmiş əsas nəticələr bilavasitə müəllif tərəfindən müstəqil olaraq alınmışdır. Mürəkkəb təsvir formasında olan kiçik ölçülü törəmələrin aşkar edilməsi və tanınması üçün filtrasiya, riyazi morfologiya metodları tətbiq edilmişdir. Klinik hallar üçün verilənlər bazası və diaqnostika sisteminin arxitekturası işlənmişdir. Tanıma üçün proqram təminatı hazırlanmış və USM təsvirlərinin təhlilində onların tətbiqi təklif edilmiş, eksperimentlər aparılmışdır.

**İşin aprobasiyası.** Dissertasiya işinin əsas müddəaları və nəticələri aşağıda göstərilən elmi konfranslarda və elmi seminarda məruzə olunmuş və müzakirə edilmişdir:

- Межд. Симп. «Симметрии: теоретические и методические аспекты». Россия, Астрахань-2014;
- I Respublika elmi-praktiki konfransı “Elektron tibbin multidissiplinar problemləri” 24 may 2016-cı il;
- Proceedings of the 6th International Conference on Control and optimization with industrial applications, – Baku, Azerbaijan: - 11-13 July 2018.
- Azərbaycan və Türkiyə Universitetləri: təhsil, elm, texnologiya” I Beynəlxalq elmi-praktiki konfrans, 2019;
- Proceedings of the 7th International Conference on Control and optimization with industrial applications. 26-28 August 2020;
- Respublika elmi-praktiki konfransı “Heydər Əliyev və Azərbaycanın inkişaf strategiyası”, Bakı, 2021.

**Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı:** Dissertasiya işinin əsas nəticələri AMEA-nın İdarəetmə Sistemləri İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

**İşin nəticələrinin dərc olunması.** Dissertasiya işinin məzmununu əks etdirən tədqiqatlar və onların nəticələrinə dair ölkə və xarici elmi-texniki nəşrlərdə 12 elmi iş çap olunmuşdur. Onlardan 6 məqalə (1 məqalə DOI: <http://dx.doi.org/10.14201/ADCAIJ2019837993>), 4 Beynəlxalq və 2 Respublika konfrans materialları.

**İşin strukturu və həcmi.** Dissertasiya işi girişdən, dörd fəsildən, nəticədən, 103 addan ibarət ədəbiyyat siyahısından, 2 əlavədən ibarətdir. Dissertasiya işinə kompüterdə yazılmış 113 səhifəli mətn, 41 şəkil və 1 cədvəl daxildir. Dissertasiya işinin ümumi və struktur bölmələrinin işarə ilə həcmi təqribi olaraq aşağıdakı qaydada paylanmışdır:

- Ümumi – 192199 işarə
- Mündəricat – 1339 işarə
- Giriş – 16128 işarə
- Birinci fəsil – 49179 işarə
- İkinci fəsil – 61949 işarə
- Üçüncü fəsil – 26974 işarə
- Dördüncü fəsil – 34124 işarə
- Nəticə - 2506 işarə

## İŞİN MƏZMUNU

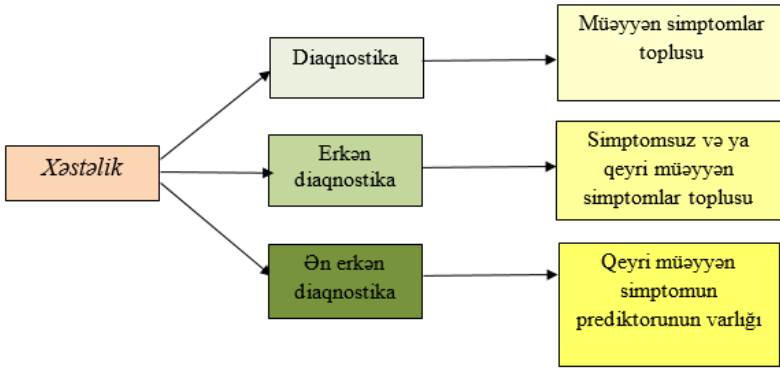
**Girişdə** tədqiqatın predmet və məsələləri verilmiş, tədqiqat mövzusunun aktuallığı göstərilmişdir. İşin məzmunu qısa şərh olunmuşdur, aparılan tədqiqatın nəticələri sadalanmış, işin nəticələrinin aprobeiasyası və praktiki istifadəsi haqqında məlumatlar verilmişdir.

**Birinci fəsildə** informasiya texnologiyaları, onun müasir dövrdə inkişafı, müxtəlif sahələrdə tətbiqi istiqamətləri göstərilmişdir. İnformasiya texnologiyalarının tərkib hissələrindən biri kimi süni intellekt nəzəriyyəsi çərçivəsində obrazların tanınması məsələsinin metod və alqoritmləri verilmişdir. Obrazların tanınmasında etalonlar çoxluğu metodu, k-yaxın qonşular metodu, statistik metodlar, struktur metodlar, riyazi morfologiya metodları araşdırılmışdır.

2016-cı ildə Stenford universitetinin (ABŞ) əməkdaşlarının apardığı tədqiqatın nəticəsi haqqında etdikləri məruzədə süni intellektin bir sıra sahələrdə istifadəsi və perspektivi haqqında qeydlər edilmiş, o cümlədən səhiyyə və tibb sahəsində indiki və

gələcək vəziyyət şərh edilmişdir. Gələcəkdə tibb sahəsində süni intellektin tətbiqi xəstənin şikayətləri əsasında diaqnozun qoyuluşu və müalicənin təyini olmalıdır. Həkim isə nəzarətçi qismində prosesdə iştirak edir. Tibb sahəsində informasiya texnologiyalarının tətbiqi xüsusilə diaqnostika kimi çox vacib və əhəmiyyətli prosesdə düzgün qərarların verilməsində böyük rol oynayır.

İnformasiya texnologiyaların (İT) tətbiq edildiyi istiqamətlərdən biri süni intellekt metodlarının köməyi ilə tibbi təsvirlərin müstəvi fiqurlar kimi analiz edilərək erkən mərhələdə informativ əlamətlərin aşkar edilməsi, prediktorların araşdırılmasıdır. Tibbdə diaqnostika dedikdə xəstəliyin növü, simptomları və onların əlamətləri başa düşülür (şək.1).



**Şəkil 1. Xəstəliyin diaqnostikasının növləri**

Erkən diaqnostika simptomsuz vəziyyətdə xəstəliyin erkən əlamətlərini təyin etməkdir. Biz ən erkən diaqnostika dedikdə isə hər hansı əlamətlərin aşkarlanmasına baxmayaraq bilavasitə hansı patologiyaya aid olduğunu dəqiqliklə təsdiqləməyən halları aid edirik. Bunun üçün əvvəldən diaqnostikanın mahiyyətini təyin etmək lazımdır. Belə ki, diaqnostika əməliyyatını üç pilləli bir proses kimi qəbul etmək olar. Burada əsas vurğu ən erkən diaqnostika pilləsinə yönəldilmişdir. Yəni bu elə pillədir ki, bu məqamda konkret heç bir simptom dəqiq aşkarlanmayıb, lakin US əməliyyatı nəticəsində qeyri-müəyyən qapalı konturun varlığı təsdiqlənib və onun mahiyyəti haqqında heç bir mülahizə mövcud deyil. Bizim məqsədimiz yaranan



törəmələri təyin edib onun maksimum düzgün ölçülərini verməkdir. Məsələn, çox kiçik (2mm qədər) düyünlər olur ki, onlar orqanın həcmcə böyüməsinə gətirmir, lakin onlar əmələ gələcək şişlərin ilkin mərhələsi də ola bilərlər. Kistaşəkilli törəmələr isə (kiçik ölçülü, yəni 5 mm-ə qədər) bir neçə aydan sonra inkişaf edə bilərlər.

Bu baxımdan insan orqanizminin ultrasəs müayinəsi təsvirlərində qapalı törəmələrin tanınma, identifikasiya və ölçü sisteminin yaradılma prinsiplərini yerinə yetirən avtomatlaşdırılmış diaqnostika sisteminin işlənməsinə ehtiyac duyulur. Bunun üçün işdə aşağıdakı altməsələlərin həlli tələb olunur:

- Ultrasəs müayinəsi (USM) və onun imkanları;
- USM vasitəsi ilə alınmış təsvirlərin toplanması, sistemləşdirilməsi, koordinatlarının təyin edilməsi;
- İlkin bazanın işlənməsi;
- Riyazi aparatın seçilməsi və əsaslandırılması;
- Proqram təminatının işlənməsi;
- Prediktorun işlənməsi;
- Sistemin arxitekturasının qurulması;
- Məlumatlar bazasının işlənməsi;
- Monitorinqin təşkili;
- Təvsiyələrin işlənməsi;
- Diaqnostika sisteminin testləşdirilməsi.

**İkinci fəsildə** mürəkkəb müstəvi təsvir üzərində işləmək üçün kompüterə qədər olan mərhələ kimi USM aparatı və onun imkanları təhlil edilmişdir. İnsanın yumşaq toxumalarından yaxşı yayılmasına, rentgen şüaları ilə müqayisədə az zərərli olmasına görə, maqnit-rezonans tomoqrafi ilə müqayisədə sadə olmasına görə ultrasəs insanın daxili orqanlarının vizualizasiyası, xüsusilə qarın və çanaq boşluğunun müayinəsi üçün geniş tətbiq olunur. USM kompüter rentgenoloji müayinə, tomoqrafiya, skrininq, maqnit-rezonans tomoqrafiyası ilə müqayisədə nisbətən ucuz və zərərsiz müayinə vasitəsidir, xüsusilə dinamikada müayinə üçün məqsədəuyğundur. USM aparatının xarakteristikası, tətbiq edilə biləcəyi sahələr müayinənin aparılması üçün önəmlidir. Ultrasəsin əsas parametrləri orqanın exogenlik strukturu olduğu üçün alınmış təsvirlərdə şüanın əks olunması və rənglənmə xarakterinə görə müəyyən mülahizələr

irəli sürülə bilir. Ultrasəs müayinəsinin aparılması üçün bir neçə rejimlərdə işləyən, 2D və 3D təsvirlərinin diaqnostikası üçün aparatlar vardır. 2D təsvirlərinin tədqiq edilməsi üçün Toshiba tipli aparatlardan istifadə olunmuşdur. Toshiba NEMIO XG SSA-580A aparatı ultrasəs müayinəsi üçün sistemin tam rəqəmsal arxitekturası yüksək ayırdetmə qabiliyyətli və həssaslığa malik keyfiyyətli təsvirin alınmasını təmin edir. Vizualizasiya metodu B-rejimində səliss təsvirlərin alınmasına, həmçinin yüksək həssaslı dopler rejimində ölçmələrə imkan verir. İstifadəçi ölçmələri üçün universal proqram dəsti sistemin cəld və dəqiq işləməsinə imkan verir. Toshiba-SAL-38B (Sonolayer) ultrasəs aparatı elektron və mexaniki yüksək tezlikli skanerləmə vericiləri (PLB-505, 5 Mhs) ilə təchiz olunmuşdur. B- , B+M, M rejimlərində işləyə bilər. Diaqnostik dərinlik 20 sm-dir, məsafə, sahə, böyümənin ölçülməsi üçün istifadə olunur. 2D təsvirlərinin ultrasəs vasitəsilə müayinəsi üçün istismarda olan əksər ultrasəs aparatları tətbiq oluna bilər. Dissertasiya işində yuxarıda verilmiş iki aparatdan istifadə edilmişdir və göstərilmişdir ki, onların imkanları 2D təsvirlərinin analizi üçün kifayətdir.

Aparat vasitələri ilə yanaşı informasiya texnologiyaları vasitələri ilə USM-dən alınmış təsvirlərin kompüterdə tanınmasını, təsnifat məsələsini həyata keçirmək üçün bir sıra riyazi metodlar tətbiq olunur və proqram paketi işlənmişdir. *K*-yaxın qonşu metoduna əsasən təsnifat məsələsi həll olunur, təsvirin hissələrə bölünməsi, sərhəd metodları (threshold) ilə təsvirin konturlarının və daxili sahənin ayrılması məsələsi həll olunur. Bu məqsədlə seqmentasiya, Kenni operatoru (Canny) (canny edge detection), qradient metodu, Sobel alqoritmı, Watershed (su bölgüsü) metodu tətbiq edilir. Təsvir emal edilərkən onun hissələrə ayrılmasından sonra filtrlənməsi, təsvirin küylərdən təmizlənməsinə keçid baş verir. Müxtəlif filtrasiya metodları, o cümlədən, Qaus filtri tətbiq edilir. USM təsvirlərinin fərqləndirici cəhətlərindən biri də onların piksellərinin rəng modellərinin boz rəng şkalasında ifadə edilməsidir. Riyazi morfologiya əməliyyatlarından istifadə etməklə təsvirin komponentləri ayrılır. Morfoloji emal zamanı təsvirin xarakter hissələri axtarılır. Riyazi morfologiyada ilkin binar təsvir ikilik qara-ağ nöqtələrin (piksellərin) və 0 və 1-lərin çoxluğundan ibarətdir.

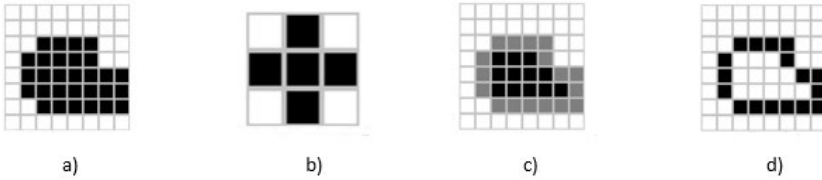
İlkin verilənlər kimi ikilik təsvir götürülür. İlkin hissə primitivlə təsvir olunur, morfoloji emaldan sonra bütün təsvirdə bu hissələri ayırmaq və silmək olar. Morfoloji emalın əsas üstünlüklərindən biri onun sadəliyidir: morfoloji emaldan sonra həm girişdə, həm də çıxışda binar təsvir alınır. Riyazi morfolojiyada qabaqcadan və sonda emal mərhələsində istifadə olunan filtrasiya, naziltmə (qalınlaşdırma) metodları istifadə olunur. Riyazi morfolojiya təsvirin bəzi komponentlərinin aşkara çıxarılması üçün istifadə olunan alətdir. Təsvirin komponentləri kimi kontur, çərçivə, qabarıqlıq və s. ola bilər.

Binar təsvirin (yalnız 0 və 1-lərdən ibarət olan ikilik) bütün qara piksellərinin çoxluğu onun morfoloji təsvirinin variantlarından biridir. Riyazi morfolojiya aparatı üçün giriş verilənləri kimi iki təsvir olur: emal olunan və əməliyyatın növündən və həll olunan məsələdən asılı olaraq xüsusişdirilmiş. Bu cür xüsusi təsvir primitiv və ya struktur elementi adlanır və ikilik təsvir kimi (həndəsi) göstərilir. Bu element emal olunan təsvirdən kiçik olur və istənilən struktur və ölçüyə malik ola bilər. Hər hansı bir formalı sahənin təsviri struktur element hesab edilə bilər. Əsasən simmetrik elementlər istifadə olunur. Təsvirlərin emalı paketlərində geniş yayılmış struktur elementlərin xüsusi adları vardır: BOX[H,W] – verilmiş ölçülü düzbucaqlı, DISK[R] — verilmiş ölçülü disk, RING[R] – verilmiş ölçülü halqa.

Morfoloji emalın nəticələri ilkin təsvirin ölçüsü, konfigurasiyası və struktur primitivdən asılıdır. Struktur elementin ölçüsü 3\*3, 4\*4, 5\*5 piksel olur. Binar morfolojiyada əməliyyatlar zamanı təsvirin səthi 0-larla örtülür, tam ağ təsvir olur. Sonra ilkin təsvir piksel-piksel struktur elementlərlə skanerlənir. Təsvirin üzərinə struktur element bütün sahə və başlanğıc nöqtələrlə yerləşdirilir. Daha sonra struktur elementin pikselləri ilə təsvirin nöqtələrinin uyğunlaşması yoxlanılır. Əgər şərt ödənirsə son təsvirdə uyğun hissədə 1 qoyulur.

Binar morfolojiyada əsas əməliyyatlar köçürülmə, artırılma, eroziya, qapanma və qırılmadır. Binar obyektin sərhədlərini ayırmaq üçün morfoloji əməliyyatlardan istifadə olunur. Sərhəd obyektin tam, bütöv, yığcam təsvir formasıdır. Sərhəd qiymətlərində öz ətrafında

ən azı bir fon pikseli olur. Struktur elementlə eroziya əməliyyatını tətbiq etməklə sərhəd nöqtələrini silmək olar. Onda sərhəd ilkin təsvirlə eroziya nəticəsində alınan təsvirin çoxluqlarının fərq əməliyyatı nəticəsində alınə bilər. Morfoloji əməliyyatlardan sonra binar obyektin sərhədləri ayrılır. Morfoloji əməliyyatlardan çoxluqlar üzərində əməliyyatlara ekvivalent olan birləşmə, kəsişmə, fərq əməliyyatları istifadə edilir (şək.2).



**a) ilkin təsvir; b) struktur element; c) təsvir eroziyadan sonra; d) obyektin sərhədləri**

**Şəkil 2. Təsvirin sərhəddinin alınması**

**Üçüncü fəsil**də ultrasəs müayinəsindən alınmış təsvirlərin tanınması əsasında diaqnostika sisteminin işlənməsi yerinə yetirilmişdir. Diaqnostika sisteminin əsas təyinatı orqanlarda baş verən patologiyaların, dəyişikliklərin, törəmə və düyünlərin, o cümlədən onların ölçülərinin aşkar edilərək təhlilinin aparılmasıdır. Lakin USM zamanı orqanlarda çox kiçik ölçülü törəmələrin, qapanan və ya qapanmaya meyli olan konturların ayırd edilməsi zamanı obyektiv və subyektiv səbəblərdən yanlışlıq ola bilər. Bu problemin həll yollarından biri kimi informasiya texnologiyaları, süni intellektin əsas qollarından olan sürətlərin tanınması və riyazi metodların müstəqil istifadəsidir. USM mütəxəssisinin prosesdə önəmli rolunu azaltmadan ən erkən diaqnostikada həkimlə bərabər prosesdə informasiya texnologiyaları üsul və vasitələrinin tətbiq edilməsi səhsiz qərar qəbul edilməsində böyük rol oynayır.

Təsvir üzərində fəsil 2-də verilmiş əməliyyatlar aparıldıqdan sonra qapalı və qapanmaya meyli 2D müstəvi fiqurun təhlili əsasında informativ əlamətlər aşkar edilir. Bu əlamətlərə təsvirin həndəsi ölçüləri, rəng modeli aiddir. Ən erkən diaqnostikada qapalı

və ya qapanmaya meyilli konturun aşkarlanması üçün informativ əlamətlər əsasında prediktor işlənmişdir. Prediktor üç informativ əlaməti birləşdirir: rəng, sahə, ağırlıq mərkəzi .

Ağırlıq mərkəzi aşağıdakı şərtlər daxilində hesablanır:

- Təsvir müstəvi üzərindədir;
- Bütün nöqtələrin kütləsi bir-birinə bərabərdir;
- Fiqur səthinin sıxlığı sabitdir (yəni vahid sahə kütləsi sabitdir).

$OXY$  koordinat oxunda kütlələri  $m_1, m_2, \dots, m_n$  olan  $A_1(x_1, y_1); A_2(x_2, y_2); \dots, A_n(x_n, y_n)$  nöqtələrlə təsvir olacaq. Onda ağırlıq mərkəzinin koordinatları aşağıdakı düstur ilə hesablanacaq:

$$X_0 = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2 + \dots + x_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

$$Y_0 = \frac{y_1 m_1 + y_2 m_2 + \dots + y_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Fiqurun sahəsinin hesablanması üçün müəyyən inteqral, həmçinin düzbucaqlılar, trapesiya və Monte-Karlo metodlarından istifadə etməklə hesablanıla bilər. Rəng modeli ideal fiqurun bütün səthi boyunca dəyişməzdir. Lakin praktikada real obyektlərdən alınmış təsvirlərdə obyektə rəngin paylanması ideal olmur, rənglərin çalarları dəyişir. Fiqurun baza rəngi onun informativ əlamət kimi müəyyən edilməsində və fiqurun bircinsliyinin ayırd edilməsində vacibdir.

Təsvirin formalaşması zamanı US dalğalarının müxtəlif toxumalar tərəfindən müxtəlif cür keçiriciliyi nəzərə alınaraq bəzi toxumalar onları tam əks edir, digərləri yayır. Hal-hazırda exo-siqnalın “boz şkala” prinsipinə görə təsvir olunması üsulu geniş yayılmışdır. Burada daha güclü siqnallar (müxtəlif mühitlərin sərhədlərindən) ağ rənglə, daha zəif siqnallar (öyrənilən mühitlərin daxili strukturlarından) boz rəngin müxtəlif çalarları ilə ağdan qara rəngə qədər təsvir olunur. Bu rəng çalarları emal edilərək ölçmələr

aparılır. Qaus normal paylanma qanununa əsasən konturun nöqtələrinin (boz rəngin çalarları) rəng palitrası və göstəriciləri müəyyən edilir. Qapalı konturun rənginin ( $M \pm m$ ) parametrləri burada müəyyən zaman ərzində baş verən dəyişiklikləri izləməyə imkan verir və təsvirin informativ əlamətlərindən biri kimi fiksə olunur.

Fiqurun təşkil edildiyi nöqtələr rəngli olduğundan paylanma sıxlığı nöqtələrin rənglərinin orta qiymətləri və orta qiymətin xətası məlum olduqda müəyyən edilir. Fiqurun qapalı konturunun rəng palitrasına görə hər hansı rəngin tezliyi əsasında orta çəkili hesabı qiymət hesablanır:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

burada  $f$  -  $x$  qiymətlərini alan kəmiyyətlərin sayıdır (tezlik),  $M = \bar{X}$ .

Orta hesabı çəkili qiymət qapalı konturun daxilində olan rəngli nöqtələrin rastgəlmə tezliyi əsasında hesablanır.  $X$  nöqtələrinin qruplaşdığı halda çəkili dispersiya hesablanır:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2 f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

Hər bir nöqtənin rənginin ümumi orta çəkili qiymətdən meylətməsi orta çəkili kvadratik meyl əsasında hesablanır:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2 * f_i}{\sum f_i}}$$

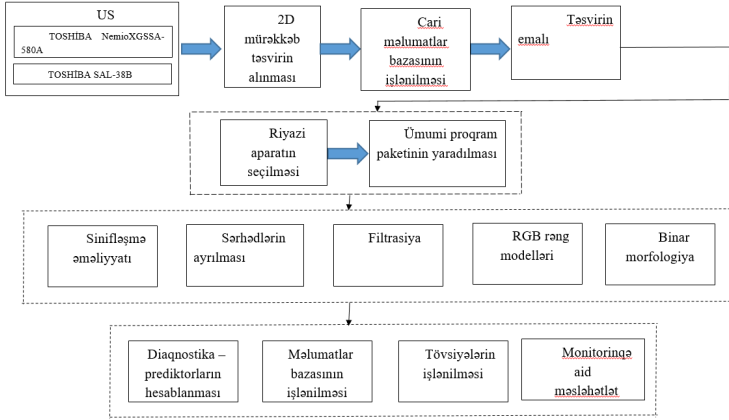
Orta qiymətin xətası

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

burada  $\sigma$  - orta kvadratik meyl,  $n$  – variantların sayıdır.

USM-dən alınmış təsvirdə qapalı və ya qapanmaya meyilli törəmə formasının tanınması əsasında ən erkən diaqnostikanın

aparılması üçün işlənmiş sistemin arxitekturası (şək.3) onun ardıcılıqla işləmə rejimini əks etdirir.



**Şəkil 3.** İntellektual-informasiya sisteminin arxitekturası

Təsvirin emalının nəticələri orqanda törəmələrin aşkarlanmasıdır. Törəmənin aşkar edilmədiyi halda sistemin işi dayandırılır. Törəmə aşkar edildikdə onun əlamətləri sistemə daxil edilir.

Diaqnostika sisteminin tərkibində olan verilənlər bazasının təyinatı USM-dən sonra emal edilmiş konkret təsvirin göstəriciləri haqqında informasiyanın formalaşmasıdır. Müayinə olunan haqqında yaş, cins, orqan, törəmənin olub-olmaması, törəmə olduqda onun sayı, ölçüsü, sahəsi, rəngi kimi informasiyalar verilənlər bazasına əks olunur. Törəmə aşkar olunduğu halda o, öz xarakteristikası ilə verilənlər bazasında fiksə olunur. Sistemdə son qərarı – diaqnozu həkim qoyduğu üçün verilənlər bazasına daxil edilmiş informasiya və USM-nin təsviri ona təqdim edilir. Həkim verilən informasiya və USM-dən alınmış təsviri interpretasiya edərək öz qərarını verir. Bu qayda ilə verilənlər bazası müəyyən orqanlar haqqında, burada baş verən patologiyalar, onların emalı nəticələri ilə zənginləşir.

Təsvirlərin tanınmasında bir sıra metodlar tətbiq olunur. Onların hər birinin müəyyən spesifik xüsusiyyətləri vardır. Təsvirlərin emalı və tanınması məsələsində metodların çoxluğunu

onların üstün və çatışmayan cəhətlərini analiz etməklə seçilməsini əsaslandıraraq. Təsvirlərin emalı üçün proqram paketi təklif edirik:

- *K*-yaxın qonşu (*k*-nearest neighbor algorithm, KNN) metodunun əsasını obyektlərin oxşarlığı təşkil edir. Bu metoda görə *k* məlum obyektlər arasında yeni, qabaqcadan naməlum obyektə oxşar olan seçmələr aparılır və təsnifat məsələsi həll edilir. Bu cür yanaşmada “*k*-yaxın qonşu” termini (“*k*-nearest neighbour”) istifadə olunur. Bu terminə görə “yaxın qonşular” çoxluğu kimi *k* qonşular (yaxın) seçilir. Yaxın qonşular sinifləri əsasında yeni obyekt haqqında qərar qəbul edilir. Burada əsas məsələ *k* əmsalının (yaxın hesab edilən yazılar üçün) seçilməsidir. Lakin çox zaman bütün verilənləri yadda saxlamaq məqsədəuyğun deyil, bu səbəbdən “tipik” hadisələr çoxluğu yadda saxlanır. Bu halda istifadə olunan metod analogiyalara görə mühakimə (Case Based Reasoning, CBR) və ya presedentlər üzrə mühakimə adlanır.
- Image processing (təsvirlərin emalı) – bu texnologiyada biz aşağıda adları çəkilən üsulları nəzərdə tutmuşuq:
  - **Threshold** (sərhəd metodları) - sərhəd qiymətlərinə əsaslanaraq təsvirin iki və daha çox hissələrə bölünməsidir. Baza kimi iki metod hesab edilir: qlobal sərhədli metod və adaptiv sərhədli metod. Qlobal sərhədli metod sadə metoddur. Qlobal sərhəd seçildikdən sonra bütün təsvirin elementlərlə yoxlanması aparılır. Adaptiv sərhədli metod işıqlanma qeyri-bərabər olduqda daha yaxşı nəticələr verir.
  - **Canny edge deflection** (sərhədlərin aşkar edilməsi). Sərhədlərin müəyyən edilməsi diskriminant meyar əsasında həll edilir. Təsvirin sərhəd emalı müxtəlif üsullarla aparılır. Aşağı sərhədlə binarizasiya ən sadə əməliyyatdır, iki məhdudiyətli və çoxsəviyyəli binarizasiya yanaşmaları müxtəlif fraqmentlərin piksellərinin parlaqlığı ilə bağlıdır. Kenni operatoru (John F. Canny) kompüter görməsi sahəsində sərhədlərin aşkar edilməsi üçün tətbiq olunur. Sərhəd təsvirdə olan ayrılardır.



- **Gradient** metod (qradiyent metodu). Qradiyent metodu sərhəd piksellərinin vektoru istiqamətində lokal maksimumun tapılmasıdır. Qradiyent əsasında sərhədlərin tapılması alqoritmi aşağıdakı əməliyyatlar ardıcılığının köməyi ilə yerinə yetirilir: Qaus hamaralama filtryasiyası; hər pikseldə parlaqlıq qradiyentinin tapılması; maksimal piksellərin tapılması; maksimal piksellərin filtrasiyası. Qaus funksiyası hamarlanma və ya yayılmanı diskret Qaus nüvəsi ilə  $X$  və  $Y$  oxları üzrə standart meyllə aparır. Nüvənin eni və hündürlüyü müsbət və cüt saylı olmalıdır. O, küyün səviyyəsinin azaldılması üçün istifadə olunur. Bu zaman təsvirdə sərhədlərin kəskinliyi azalır, təsvir bir qədər yayılmış olur. Qaus filtri aşağı tezlikli siqnallar üçün istifadə olunur. Bu filtr nöqtə ətrafında piksellərin Qaus qanununa görə ortalanmasıdır. Qonşu nöqtələrin rəng komponentlərinin qiymətləri ortalanır və onlar arasında kontrastlıq azalır. Diskret filtr üçün nüvənin ölçüsü önəmlidir. Bu zaman  $X$  və  $Y$  istiqamətlərində Qaus paylanması standart meyllini və nüvənin ölçüsünü seçmək lazımdır. Qaus filtri ilə hamaralama zamanı simmetrik “massiv” istifadə olunur. Riyazi xüsusiyyətlərinə görə kvadratın ölçüsünü üç  $\sigma$  kimi seçmək lazımdır. Burada mərkəzi element ən böyük qiymətə malikdir. Massiv ardıcıl olaraq üfuqi və şaquli hamarlanmalarda istifadə olunur. Təsvirin hər bir pikselinin yeni qiyməti pikselin özünün və onun yaxın “qonşularının” xətti kombinasiyası kimi (çəki əmsallarına uyğun olaraq) hesablanır. Qausa görə hamarlanmada təsvirin hər bir pikseli qonşu piksellərlə “sürüşmə pəncərəsinin” çəki əmsallarına uyğun olaraq “ortalanır”, birinci keçiddə qonşularla ortalama “üfuqi”, ikinci keçiddə “şaquli” istiqamətdə olur. Qaus hamarlanması adətən sərhədlərin aşkar edilməsi filtrlərindən öncə istifadə olunur.

Təsvirin yayılması, o cümlədən bəzi hissələrinin yayılması təsvirdən spesifik qüsurların (cıziqlar, toz, həddən artıq detallarşdırma) aradan qaldırılmasına yönəlmişdir.

- **Watershed** (suyun ayrılma üsulu), Watershed metodu üç baza konsepsiyasını daxil edir: parçalanmaların aşkar edilməsi və aradan götürülməsi; sərhəd emalı; sahələrin emalı. Bu konsepsiyalara uyğun olaraq watershed metodu seqmentasiya üçün daha stabil nəticələr (o cümlədən sahələrin kəsilməz sərhədlərini) almağa imkan verir. Watershed metodunda əsas məsələ təsvirdə arakəsmələrin aşkar edilməsi və ayrılmasıdır.
- **Saussion blur** (küydən təmizlənmə üsulu). təsvirdə küyün azaldılması və aradan götürülməsi təsvirin filtrlənməsi deməkdir, bu isə təsvirin istənilən emal prosedurasını nəzərdə tutur. Bu zaman girişə rastr təsviri verilir, çıxışda da rastr təsviri formalaşır. Lakin çox vaxt təsvirin küydən filtrlənməsi lazım gəlir. Küyün filtrlənməsi real təsvir üzərində müəyyən alqortimlərlə “təmizləmə” aparıldıqdan sonra öz xarakteristikaları ilə “küylənməmiş” ilkin təsvirə yaxın olan təsvir almaqdır. “Küylənmə” real obyektlərin təsvirində təhriflərin alınmasıdır.
- **Sobel** method (sərhədlərin ayrılması). Sobel alqoritmi təsvirlərin emalı sahəsində sərhədlərin ayrılması üçün istifadə olunur. O, çox vaxt daha mürəkkəb və dəqiq Kenni metodunun addımlarından biri kimi tətbiq olunur. Bu metoda görə hər bir nöqtənin qradientinin parlaqlığının dəyişməsinə görə sərhəd ayrılır. Belə ki, sabit qalan parlaqlıqlar və dəyişən parlaqlıqlar qeydə alınır. Müxtəlif parlaqlıqlı sahələrin sərhədini kəsən vektor yerləşir.
- **Grayscale image** (boz rəng çalarlarında təsvir). Boz şkala təsvirin boz rəngin qradasiyalarında rəng modelinə çevrilməsi üçün istifadə olunur. Boz rəng RGB modelinin rəng kubunda diaqonal boyunca yerləşir və onun hər bir tərkib hissəsi boz rəngin çalarına bərabər olan eyni qiymətlər alır. Boz (gray) rənglər onaltılıq #808080 koduna görə boz

rəngin çalarlarıdır. RGB rəng modelində #808080 50,2% qırmızı, 50,2% yaşıl və 50,2% mavi rəngdir. HSL rəng fəzasında #808080 0 dərəcəli çalar, 0% dolğunluq və 50,2% açıqlıqdan ibarətdir. Bu rəngin dalğa uzunluğu təxminən 620 nm-dir. Bu rəng həmçinin Gray, Gray və Trolley Grey, Chrysler Vapor Steel Gray və Volkswagen Polar Gray oxşar rənglər kimi məlumdur. Boz şkala neytral-boz sahələrin optik sıxlıqlarının bərabər paylanmış sırasının təsviridir.

- ***Kenni Non-Maximum Suppression*** (maksimumların yatırılması). Kenni Non-Maximum Suppression (maksimumların yatırılması) anlayışını daxil edərək göstərmişdir ki, sərhəd pikselləri qradiyent vektoru istiqamətində olan qradiyentin lokal maksimumuna çatan nöqtələrdir. Sərhəddin konturunda təsvirin qradiyentinin maksimum nöqtələri qalır, sərhəddin yanında olan nöqtələr silinir. Bu zaman sərhəddin istiqamətləri üzrə informasiya istifadə olunur ki, sərhəddin yaxınlığında olan nöqtələri silmək və lokal maksimumlar yaxınlığında sərhəddin özünü parçalamaq lazım gəlməsin. İki sərhəddən istifadə etməklə zəif sərhədlər pozulur.
- ***Binary morphology*** (binar morfolojiya). Morfolojiya sözü ilə forma və quruluşa məşğul olan sahələr adlandırılır. Maşın görməsi kontekstində “morfolojiya” termini təsvirin formasının xüsusiyyətlərinin verilməsinə aiddir. Riyazi morfolojiya təsvirin bəzi komponentlərinin çıxarılması üçün istifadə olunan alətdir. Morfolojiyadan alət kimi istifadə edərək, onun vasitəsi ilə hər hansı bir təsvirdən elə komponentləri aşkarlamağa çalışırlar ki, bu komponentlərin köməyi ilə təsviri tam tanımaq mümkün olsun. Komponentlər kontur, qabarıq örtüklər, gövdə və s. ola bilər. Riyazi morfolojiyada çoxluqlar nəzəriyyəsinin dili istifadə olunur. Bu nəzəriyyədə çoxluq dedikdə təsvir üzərində yerləşən hər hansı obyektlər başa düşülür. Məsələn, qara piksellər çoxluğu vasitəsi ilə binar təsvirin tam morfoloji şəklini almaq olur. Binar morfolojiya dedikdə nizamlanmış

ağ-qara 0 və 1 nöqtələrdən (*piksel*) ibarət ikilik təsvir başa düşülür. Təsvir oblastı dedikdə verilmiş təsvirin nöqtələrdən ibarət alt çoxluğu başa düşülür. İkilik morfolojiyada hər əməliyyat bu alt çoxluq üzərində aparılır. Onda ilkin verilənlər hər hansı  $A$  təsvirinin binar morfolojiyadakı ikilik təsvirindən və əvvəldən seçilmiş  $S$  struktur elementdən ibarət olacaq. Belə halda əməliyyatın nəticəsi də ikilik təsvir şəklində alınacaq.

Orqanda törəmənin aşkar olunması halında monitorinqin aparılmasına qərar verilir və məlumatlar bazasında həkim tərəfindən təyin edilən ilkin monitorinq vaxtı qeyd edilir.

Monitorinqə ehtiyac bir neçə səbəbdən yarana bilər. Onlardan:

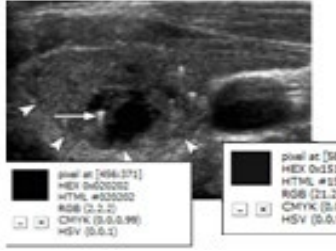
1. Təsvirin aydınlaşdırılması tələb olunur;
2. Təsvirdə erkən diaqnostik əlamətlərin çatışmaması;
3. Prediktorun varlığı.

Birinci hal üçün orqanın US vasitəsi ilə yeni təsviri alınır və müqayisə olunur. İkinci və üçüncü hallar üçün isə vəziyyətdən asılı olaraq monitorinq tezliyi təyin edilir. Belə ki, vəziyyətdən asılı olaraq o, monitorinq tezliyini təyin edir və tövsiyələr işləyir. Həkim tərəfindən təyin olunmuş monitorinq tezliyi pasiyentin məlumatlar bazasına daxil edilir.

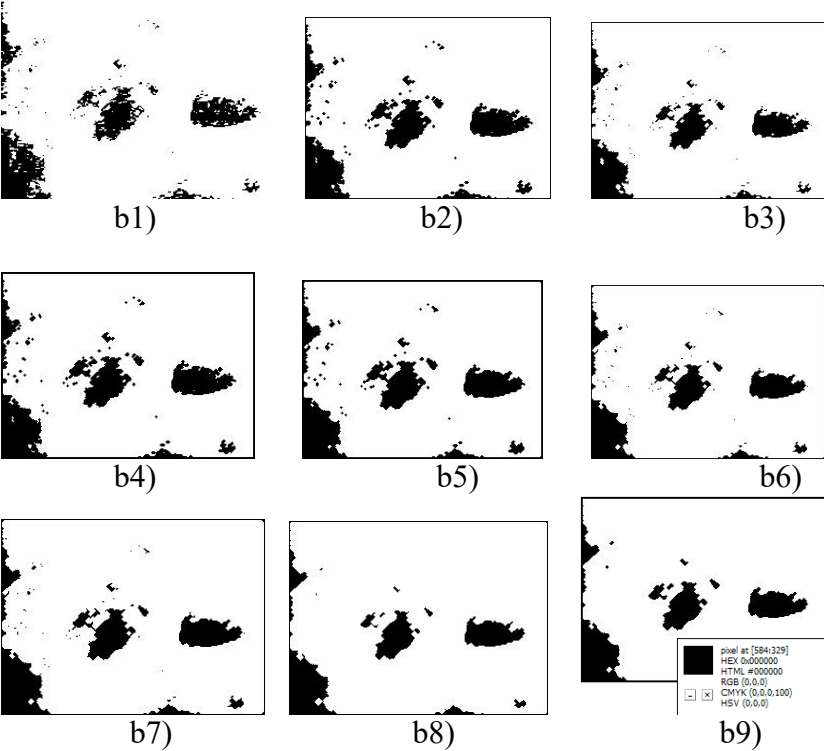
**Dördüncü fəsildə** tibbi təsvirlərin emal edilməsi əsasında diaqnozun qoyulması üçün ən ilkin mərhələdən son nəticə alınana qədər gedən proseslərin nümayişi, sistemin işinin testləşdirilməsi və qiymətləndirilməsi üçün aparılmış çoxlu sayda eksperimentlərin nəticələri araşdırılmışdır. Təsvir üzərində fəsil 2-də göstərilmiş əməliyyatların realizə edilməsi üçün proqram təminatı işlənmişdir.

Eksperimentlərin gedişi bir neçə orqanda (böyrək, uşaqlıq, qalxanvari vəzi) aparılmış USM-nin nəticələri üzərində araşdırmışdır.

Məsələn, qalxanvari vəzidə USM-də 2 törəmə aşkar edilmişdir (şək.4 a). Onların boz şkalada rəngləri RGB(2, 2, 2) və RGB(21, 21, 21) verilmişdir. Bu təsvirə riyazi morfolojiya metodları tətbiq edilmiş, artırılma, eroziya və qapanma əməliyyatları ardıcıl olaraq icra edilmişdir. Təsvir ağ rəngdə olan müstəviyə qara nöqtələrlə köçürülmüşdür.



Şəkil 4. Qalxanvari vəzin USM təsviri (a)



Şəkil 4. Qalxanvari vəzin USM təsvirinin binar morfolojiya əməliyyatları ilə emalı (b1-b9)

Hər bir icra edilmiş iterasiyadan sonra törəmələrin təsvirləri daha dolğun və bircinsli olmuşdur (şək.4, b1-b9). Filtirləmədən sonra küylər təmizlənilib və klassifikator DİSK (4x4) ölçüdə seçilib. Bundan

sonra binar morfolojiya üsulu tətbiq edilib və doqquz iterasiyadan sonra alınan cavab həkim diaqnozu ilə üst-üstə düşüb. İterasiyanın sona çatması ( $\varepsilon = 10^{-4}$ ) dəqiqliklə davam edir.

Aparılan çoxlu sayda eksperimentlər riyazi morfolojiya əməliyyatlarının tətbiqindən alınmış təsvirlərin USM-nin təsvirləri ilə identik olduğunu göstərir. Ölçüsündən asılı olmayaraq orqanın ümumi təsvirindən ixtiyari törəmənin görünüşü alınır. Bu isə verilən alqoritmin hətta kiçik ölçülü törəmələrin aşkar edilməsi üçün mümkün olmasını göstərir. Alınmış törəmələrin tanınması üçün təsvirlərin fəsil 3-də verilmiş parametrləri hesablanır. Eksperimentlərdə törəmənin ilkin rənginin qeyd edilməsi onun müəyyən dövrdən bir dinamikada izlənilməsi üçün əhəmiyyətlidir. Belə ki, həkim müəyyən dövrdən bir təkrar USM-ni tövsiyə edərkən törəmənin ölçüsü ilə yanaşı onun rənginin dəyişməsini izləyə bilər. Hətta törəmənin ölçüsü dəyişmədiyi halda onun rəngində müşahidə olunan dəyişiklik burada hər hansı prosesin baş verdiyini göstərir.

Cari məlumatlar müayinə olunan orqanın US təsviri, proqram paketinin hissə-hissə və ya bütövlükdə istifadəsi nəticəsində alınan qapalı konturlarla əhatə olunmuş sahələr, sistem vasitəsi ilə aparılan hesablamalardan alınan informativ əlamətlər verilənlər bazasına daxil edilir. Bu məlumat USM həkiminin və sistemin aldığı cavabların müqayisəsini, yəni dürüslüyünü açıqlayır. Verilənlər bazası sistemdə pasiyentin USM-lə əlaqədar xəstəlik tarixçəsidir. Burada müraciətlər, USM təsvirləri, onların açıqlamaları, sistemin və həkimin qoyduğu ilkin diaqnoz öz əksini tapır.

Törəmə aşkar edildiyi halda onda baş verən dəyişikliklərə nəzarət etmək üçün həkim tərəfindən bərabər zamanlardan bir (3, 6 aydan bir və s.) monitorinq təyin edilir. Lakin müəyyən hallarda monitorinqin tezliyinə düzəliş etmək lazım gəlir. Bunun üçün statistik qiymətləndirmədən istifadə edilmişdir. Dürüslüyün  $p < 0,05$  səviyyəsində ölçmələr arasında fərq statistik əhəmiyyətli sayılır və xəstənin növbəti müayinə vaxtı əvvəlki təcrübəyə əsaslanaraq müəyyən edilir. Bu zaman müayinə tezliyi nisbətən tezləşdirilir. Dürüslük səviyyəsi  $p > 0,05$ -dən çox olduqda ölçmələr arasında fərq əhəmiyyətli sayılmadığından xəstənin növbəti müayinəsi cari vaxta

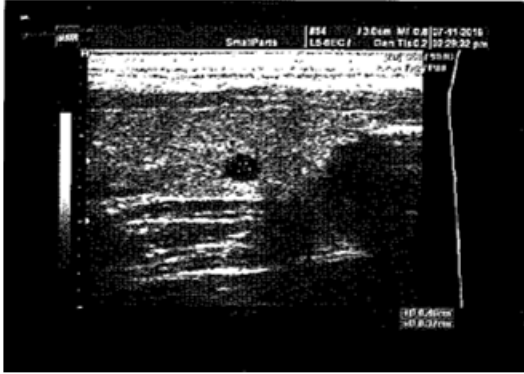


Lakin çox zaman orqanizmdə baş verən proseslər və patologiyalar unikal olduqları üçün əlamətlərin aşkar edilərək onlara görə müqayisə və təsnifatın aparılması bir sıra hallarda özünü doğrultmur. Bu baxımdan hər bir aşkar edilmiş törəmə ayrıca bir obraz şəklinə (öz ölçüləri ilə) əlamət təşkil edir.

Təsvirin tanınması mürəkkəb obrazların emal edilməsi məsələsidir. Bu hallarda çox mürəkkəb alqoritmlərin tətbiq edilməsi məsələnin həllini daha da çətinləşdirir. Mürəkkəbdən sadəyə doğru prinsipi üzrə tam bir obrazı ayrı-ayrı hissələrə bölərək sadə alqoritmlər tətbiq etmək özünü doğruldur. Riyazi morfologiya alqoritmləri ilə orqanlarda olan bir və ya bir neçə törəmələrin aşkar edilərək ayrılması obrazların emalı kimi mürəkkəb məsələni sadələşdirməyə imkan verir.

Aparılan çoxlu sayda eksperimentlər verilmiş əməliyyatların təsvirlərinin USM-nin təsvirləri ilə identik olduğunu göstərir. Ölçüsündən asılı olmayaraq orqanın ümumi təsvirindən ixtiyari törəmənin, qapalı və ya qapanmaya meyilli konturun görünüşü alınır. Bu işə verilən alqoritmin ən erkən diaqnostikada hətta kiçik ölçülü törəmələrin, qapalı və qapanmaya meyilli konturların aşkar edilməsi üçün tətbiq edilməsinə əsas verir. Hesab edirik ki, işdə təklif olunan prediktorun xassələrindən birində dəyişiklik aşkar edilərsə konturun əhatə etdiyi sahəyə nəzarət artmalıdır. Prosesin hansı mərhələdə başa çatması qoyulmuş dəqiqliklə müəyyən edilir. Hər bir morfologiya əməliyyatından sonra alınmış təsvir əvvəlki ilə müqayisə edilir və iterasiya davam edir. Təsvirlərin müqayisəsinin davam etməsi və prosesin başa çatması üçün dəqiqlik ( $\varepsilon = 10^{-4}$ ) müəyyən edilmişdir. Təsvirlərin müqayisəsi  $\varepsilon$ -dan böyük olana qədər davam etdirilir. İterasiyanın sona çatması sonrakı təsvirlə əvvəlki təsvir arasında fərqin  $\varepsilon$ -dan kiçik və ya bərabər olduqda baş verir. Bu səbəbdən müxtəlif cür törəmələrin ayırd edilməsinin idarə olunması üçün iterasiyaların sayı müxtəlifdir. İterasiyaların sayı törəmələrin formalarının müxtəlifliyi, mürəkkəbliyi ilə əlaqədardır.





Nö	Tələb olunan məlumat	Təsvirdən alınan məlumat
1	Məlumatlar bankında qeydiyyat nömrəsi	XXXXXXXXXXXX
2	AAS	C
3	Xəstənin yaşı:	32
4	Cinsi	kişi
5	Orqan:	qalxanvari vəzi
6	Törəmənin olması:	<b>var</b> yox
7	Törəmənin sayı:	bir
8	Törəmənin ölçüsü :	d=4x3,7
9	Törəmənin sahəsi:	S = 13,2
10	Törəmənin ağırlıq mərkəzi:	(2,2)
11	Törəmənin rəngi RGB modelində:	30± 0,04
12	Həkim tərəfindən verilən son nəticə:	Qalxanvari vəzidə d=4x3,7 mm-lik miomatoz düyün
13	Sistem tərəfindən verilən son nəticə:	Qalxanvari vəzidə sahəsi 13,2 mm <sup>2</sup> ölçüdə miomatoz düyün
14	Dürüstlüyün əmsalı	
15	Monitorinq tezliyi:	3 aydan sonra təkrar USM
16	Tarix	15.11.2018
17	USM həkimin AAS	XXXXXXXXXXXX

Protokolda həm USM, həm də sistemin aldığı nəticələr verilir. Onların əsasında həkim monitorinqin zəruriliyini və tezliyini təyin edir.

## NƏTİCƏ

1. Ultrasəs müayinəsi vasitəsi ilə diaqnostika prosesinin mərhələləri araşdırılmış və üçpilləli model təklif edilmişdir. Prediktor anlayışı daxil edilmiş və onun tərifı verilmişdir.
2. Müstəvidə alınmış mürəkkəb təsvirlərdə qapalı konturların tanınması üçün proqram paketi təklif edilmişdir. Buraya daxil edilən üsullar vasitəsi ilə təsvir küylərdən təmizlənilir, filtrlənmə əməliyyatları yerinə yetirilir, sərhədlər dəqiqləşir və seçilmiş klassifikatorlardan istifadə edərək riyazi morfologiya üsulu ilə tanınma başa çatır.
3. Qapalı konturların sahəsi hesablanır, rəng palitrası təyin edilir və qapalı fiqurun ağırlıq mərkəzi təyin edilir. Sahənin hesablanması əyri xətlə sərhədlə əhatə olunmuş sahə düsturu ilə hesablandığına görə daha dəqiq cavab verir. Qapalı konturun daxili rənginin ( $M \pm m$ ) parametrləri burada müəyyən zaman ərzində baş verən dəyişiklikləri izləməyə imkan verir və təsvirin informativ əlamətlərindən biri kimi fiksə olunur. Fiqurun ağırlıq mərkəzinin təyin edilməsi riyazi morfologiya üsulu ilə yeni müstəvidə alınmış fiqurun ilkin müstəvidə axtarılan fiqurla eyniliyini müəyyən etmək üçün tətbiq edilir. Mərkəzin müxtəlifliyi fiqurların müxtəlifliyi deməkdir.
4. Çoxmodullu sistemin arxitekturası yaradılmış və proqram təminatı işlənmişdir. Birinci modulda US cihazı seçilir, orqanın 2D təsviri alınır, cari məlumatlar bazasına daxil edilir və emala göndərilir. İkinci modulda yaradılmış proqram paketi vasitəsi ilə sinifləşdirmə, küylərdən təmizləmə, sərhədlərin ayrılması, filtlemə, klassifikatorun seçilməsi, qapalı konturların ayrılması başa çatır. Eyni zamanda bu modulda fiqurun informativ əlamətləri - prediktorları təyin edilir.
5. Növbəti modulda üçpilləli model əsasında diaqnostika məsələsi öz həllini tapır, alınmış nəticənin dürüstlüyü hesablanır. Nəticə məlumatlar bazasına (pasiyentlərin xəstəlik tarixinə USM təsvirlərinin toplusu şəklində) daxil edilir,

müvafiq hal üçün tövsiyə işlənilir və monitorinq tezliyi təyinləşdirilir. Xüsusi diqqət yönəldilir erkən və ən erkən diaqnostika vəziyyətlərinə, yəni qapalı və ya qapanmaya meyilli konturların varlığına, mövcud olduğu halda prediktorlar hesablanır.

6. Sistemin iş qabiliyyəti bilavasitə USM təsvirləri üzərində yoxlanışdan keçmiş (138 hadisə araşdırılıbdır), diaqnostika səviyyəsində nəticə 98,8% təşkil etmiş; erkən diaqnostika səviyyəsində 90,03% olmuşdur; ən erkən diaqnostika səviyyəsində 2 hadisə 2019-ci ildə qeydə alınmışdır və monitorinqin tezliyi təyin edilmişdir.

**Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsindən alınan nəticələr  
aşağıdakı nəşrlərdə əks olunmuşdur**

1. Абдуллаева Г.Г., Ализаде У.М. Распознавание сложных структурных изображений на плоскости (на примере снимков УЗИ) // - Россия, Астрахань: Межд. Симп. «Симметрии: теоретические и методические аспекты», - 2014, - с.8-15.
2. Абдуллаева Г.Г., Ализаде У.М. Распознавание сложных изображений на плоскости // Мультидисциплинарный научный журнал «Достижения и проблемы современной науки» - Санкт-Петербург, – 2015, - с. 65-70.
3. Əlizadə Ü.M. Tibbi araşdırmalarda mürəkkəb surətlərin tanınması //- Bakı: Bakı Universitetinin Xəbərləri, - 2015, №-4, - s.121-129.
4. Abdullayeva A.A., Əlizadə Ü.M. Tibbi araşdırmalarda mürəkkəb surətlərin tanınması // I Respublika elmi-praktiki konfransı “elektron tibbin multidissiplinar problemləri” – Bakı: - 24 may 2016, - s. 69-71.
5. Həsənova N.Ə., Əlizadə Ü.M., Nəbiyev S.A. Paylanmış informasiya sistemlərində Z-39.50 Protokolu // BDU Kitabxanaşünaslıq və informasiya, - 2017, - s.55-62.
6. Hasanova N.A., Alizadeh U.M. Security problems in distributed systems / // COIA-2018. Proceedings of the 6th International Conference on Control and optimization with industrial applications, – Baku, Azerbaijan: - 11-13 July 2018, Volume II, - p.144-146.
7. Ализаде У.М. Пакет программ распознавания и идентификации замкнутых контуров на сложных изображениях (на примере снимков УЗИ) // - Hungary: The scientific heritage, -2018, Vol1, №20, - s.39-42.
8. Abdullayeva G.G., Qurbanova N.H., Əlizadə Ü.M. Ultrasəs müayinələrində qaralı törəmələrin tanınma və identifikasiya sisteminin işlənməsi // – Bakı: AMEA-nın Xəbərləri, - 2018, №3, - s.36-44.

9. Əlizadə Ü.M. Mürəkkəb təsvirlərin keyfiyyətini yaxşılaşdıran proqram paketinin işlənməsi // Azərbaycan Texniki Universiteti, 18-20 dekabr 2019-cu il, Azərbaycan və Türkiyə Universitetləri: təhsil, elm, texnologiya” I Beynəlxalq elmi-praktiki konfrans III hissə. - 2019, - s. 212-215.
10. Abdullayeva G.G., Alizadeh U.M. An information technology-based approach to early diagnosis // ADCAIJ: Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal Regular Issue, - 2019, Vol. 8 N.3, - p.79-93.
11. Abdullayeva G.G., Alizadeh U.M. An information technology-based approach to early diagnosis // PROCEEDINGS of the 7th International Conference on Control and optimization with industrial applications, – Baku, Azerbaijan: - 26-28 august 2020, Volume II, - p.26-28.
12. Əlizadə Ü.M. Süni intellekt və obrazların tanınması //«Heydər Əliyev və Azərbaycanın inkişaf strategiyası» adlı respublika elmi-praktiki konfransı – Bakı: - 07 may 2021, - s..493-495.



Dissertasiyanın müdafiəsi 08 aprel 2022-ci il tarixində saat 13:00-da AMEA-nın İdarəetmə Sistemləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.20 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan.: AZ.1141, Bakı şəh., B.Vahabzadə 68

Dissertasiya ilə AMEA-nın İdarəetmə Sistemləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları AMEA-nın İdarəetmə Sistemləri İnstitutunun rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 28 fevral 2022-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 11.02.2022

Kağızın formatı: A5

Həcm: 37778 işarə

Tiraj: 100



