

UOT 004:681.3:629.73

G.G. ABDULLAYEVA, Ü.M. ƏLİZADƏ, N.H. QURBANOVA

ULTRASƏS MÜAYİNƏLƏRİNDƏ QAPALI TÖRƏMƏLƏRİN TANINMA VƏ İDENTİFİKASIYA SİSTEMİNİN İŞLƏNMƏSİ

Ultrasəs müayinəsinin obyektiv qiymətləndirilməsinə bir yanaşma təqdim olunur. Bunun üçün müasir informasiya texnologiyaları və paket şəklində riyazi üsullar toplusu təklif olunur. İşdə mürəkkəb təsvirlər üzərində qapalı altobyektin tanınması, alınmış surətin koordinatlarını, sahəsini və həcmi təyin edən identifikasiya sisteminin işlənməsinə həsr edilib. Sistemin səhihliyi insan orqanizminin daxili orqanlarının ultrasəs müayinəsindən alınmış təsvirlərində qapalı törəmələrin tanınması və identifikasiyası üzərində təsdiq edilir.

Açar sözlər: proqram paketi, süni intellekt, surətlərin tanınması, eroziya, ultrasəs şüaları, klassifikator, binar təsvir, məlumatlar bazası, qapalı törəmə

1. Giriş. Tibb sahəsində informasiya texnologiyaları diaqnostika, müalicə, monitoring məsələlərinin həllində müxtəlif istiqamətlər üzrə tətbiq olunur. Tibbi aparatlar, müalicəvi təsirlər, xəstənin müşahidəsi və nəzarəti, kompüterin tətbiqi, proqram təminatı tibb sahəsində informasiya texnologiyalarının tətbiqinin müəyyən aspektləridir. Diaqnozun qoyuluşu tibbdə mühüm, önəmli bir məsələ kimi səhv etmə ehtimalının az olması, düzgün istiqamətləndirmə kimi tələblərə cavab verməlidir. Əsrlərlə diaqnostika problemi dövrün inkişafı baxımından müxtəlif üsullarla həll edilmişdir. Müasir dövrdə isə elm və texnikanın nailiyyətləri bir sıra sahələrdə olduğu kimi tibbi diaqnostikada da öz əksini tapmışdır. Belə ki, müxtəlif texniki vasitələrin, o cümlədən diaqnostika üçün aparatların tətbiqi bu prosesi keyfiyyətə yeni səviyyəyə qaldırmışdır.

Təsvirlərin kompüterdə tanınması üçün universal həllin verilməsi demək olar ki, mümkün deyil. Lakin hər təsvirin xarakter əlamətləri onun müəyyən qanunauyğunluqlara tabe olduğunu aşkarlayır. Bu baxımdan tanıma üçün təqdim olunan təsvirin hazırlanması bir neçə mərhələdən ibarət olmalıdır. Mərhələlər emal, analiz, sintezi nəzərdə tutur. Təsvirlərlə işləmək üçün məsələlər bu üç sinifdən birinə aid edilir. Təsvirlərin analizi və emalı arasında sərhədlər dəqiq deyil. Bu baxımdan müəlliflər Qonsales R. və Vuds R. [1, s.23] təklif edirlər ki, məsələlər aşağı, orta və yüksək səviyyəyə bölünsünlər.

Təsvirlərlə işləmə tibb sahəsində geniş yayılmış istiqamətlərdəndir. Diaqnozun qoyuluşunda inkişaf etmiş metodikalardan istifadə ilə əlaqədar olaraq təsvirlərin təhlili xüsusilə aktualdır. Obrazların tanınması mərhələsi verilmiş təsvirin ayrılmış əlamətlər əsasında hər hansı bir sinfə aid edilməsidir. Bu mərhələləri realizə etmək üçün təsvirin kompüter emalı onun keyfiyyət təsvirindən kəmiyyətə keçməsinə imkan verir. Tibbi diaqnostika üçün iki səviyyədən istifadə edilir, birinci səviyyədə diaqnoz üçün instrumental vasitələr, rentgen, kardiografiya, ultrasəs, klinik laborator analizlər və s., ikinci səviyyədə isə orqanizmin vəziyyətini xarakterizə edən sözlə təsvirdən istifadə edilir.

Rəqəmsal təsvirlərin sərhədlərinin ayrılması üçün Sobel, Laplas və riyazi morfologiya (riyazi morfologiya eyni tip obyektlərin strukturunun araşdırılması üçündür) metodları təklif olunmuşdur [2, s.222]. Təsvirin sərhəddi ətrafında parlaqlığın sıçrayışla dəyişməsi müşahidə olunan piksellər toplusudur. Bu zaman təsvir funksiya kimi göstərilərək konturlarının eni ən azı bir piksel olan xətlərlə təsvir edilir. Bu zaman sərhədləri axtarmaq üçün uyğun metodlar tətbiq olunur. Məsələn, Sobel filtrindən istifadə etdikdə mərkəzi elementin yeni qiymətləri tapılır, sonra işçi pəncərə bir element sağa sürüldürülür (daha sonra soldan sağa və yuxarıdan aşağıya). Digər bir metoda görə SUSAN (Smallest Univalued Segment Assimilating Nucleus – nüvə ilə assimilyasiya olunan bircinsli seqment) bircinsli sahədə hər bir nöqtənin qonşu nöqtələri bir-birinə yaxın olan parlaqlığa malikdir, sərhədə yaxınlaşdıqca eyni parlaqlıqlı qonşuların sayı azalır və sərhəd aşkar edilir.

QRAFKAT alqoritminə görə təsvirin interaktiv seqmentasiyası təsvirin redaktəsi, tibbi verilənlərin analizi üçün istifadə olunur. Bu alqoritmədə bütün təsvirə bir qraf kimi baxılır. Qrafın təpələrinə iki təpə əlavə olunur və bunlar digərləri ilə birləşir. İstifadəçi obyektə və fona aid olan bir neçə pikseli göstərir. Qrafın təpələri xətlərin başlanğıc və sonu ilə birləşir. Sonra qrafda minimal kəsik tapılır, o, qrafı iki hissəyə bölür. Bir altqrafa düşən piksellər obyekt, qalan piksellər isə fon kimi qəbul edilir [3, s.50-52].

2. Məsələnin qoyuluşu. Tibbi təsvirlərlə diaqnostikanın qoyuluşu zamanı aparatlardan alınan orqanın görünüşünü dəqiqləşdirmək üçün müasir informasiya texnologiyaları, riyazi aparat və onun metodları tətbiq olunmalıdır. Bu, orqanın konturlarının səlis görünmədiyi halda, artefaktların müşahidə edilməsi fonunda xüsusilə aktualdır. Rentgen, ultrasəs müayinələrinin təsvirləri çox vaxt boz rəngin çalarları şəklində əks olunur. Hətta orqanı əhatə edən toxumalar belə boz rəngdə görünür. Bu sayda boz rəngin çalarları qarışığında orqanın seçilməsi və onun strukturunun diaqnostikası çətinlik törədir və həkimin səhv etmə ehtimalı artır. Burada diaqnozda son söz insana aiddir, subyektivlik isə arzu olunmayan faktorlarla müşayiət oluna bilər, belə ki, yorğunluq, diqqətsizlik, unutmamlıq, görmə yanlışlığı və s. də unutmaq olmaz.

Obrazların tanınması üçün klassik məsələ aşağıdakıları nəzərdə tutur (Tu, Qonsales):

–Tanınma obyektləri əlamətlər yığımı ilə verilir. Bir neçə etalon obyektlər məlumdur və onlar ilkin informasiyanı təşkil edir.

–Bu informasiya əsasında alqoritm işlənir, alqoritm yeni daxil olmuş obyektlərin hansı sonlu saylı siniflərə məxsus olduğunu müəyyənləşdirir.

Yuxarıda qeyd etdiklərimizi ümumiləşdirərək demək olar ki, mürəkkəb boz rəngli şəkillərdə qapalı konturların tanınma və identifikasiya məsələsini hələ də konkret məsələlərdə öz həllini gözləyir. Məsələn, Afina Universitetinin Radioloji şöbəsində yerinə yetirilən “Qalxanvari vəzin sonoqram təsvirlərinin kəmiyyət analizi” işində müəlliflər statistik analiz üsulları ilə vəzin toxumasının vəziyyətinin avtomatik tanınmasını təklif edirlər. Hər xəstə üçün DICOM formatında iki təsvir alınır. Alınmış matrislərə əsasən kontrast və bircinslik təyin edilə bilər. Lakin üsulun mənfi cəhətini qeyd edək. Bir tərəfdən tanınma üçün böyük sayda statistik məlumatın olması, digər tərəfdən parlaqlığına görə yaxın və uzaq məsafələri qiymətləndirmək tələb olunur.

Qeyd edək ki, tibb sahəsində USM təsvirlərinin avtomatik və yaxud avtomatlaşdırılmış tanınmasına xeyli sayda işlər həsr olunub. Lakin araşdırmaların analizi göstərir ki, daxili orqanlarda yaranan fəsadları aşkarlayan ümumi yanaşma və yaxud alqoritm mövcud deyil.

Məqalə insan orqanizminin ultrasəs müayinəsi təsvirlərində qapalı törəmələrin tanınma, identifikasiya və ölçü sisteminin yaradılma prinsiplərini yerinə yetirən avtomatlaşdırılmış diaqnostika sisteminin işlənməsinə həsr edilmişdir. Bunun üçün aşağıdakı altməsələlərin həlli tələb olunur:

- Ultrasəs müayinəsi (USM) və onun imkanları;
- USM vasitəsi ilə alınmış təsvirlərin toplanması, sistemləşdirilməsi, koordinatlarının təyin edilməsi;
- Verilənlər bazasının işlənməsi;
- Riyazi aparatın seçilməsi və əsaslandırılması;
- Sistemin arxitekturasının qurulması
- Proqram təminatının işlənməsi;
- Törəmənin sahəsinin və həcmnin hesablanması;
- Məlumatlar bazasının işlənməsi;
- Diaqnostika sisteminin testləşdirilməsi.

Burada boz rəngin bütün spektri görünür. Müayinə vaxtı bu mürəkkəb görüntünün dinamikasını müşayiət edən həkim qərar verir. Bu hallarda insan faktoru əsas rol oynayır. Yorğunluq, nəzərdən qaçırma, təcrübəsizlik və s. nəticəsində subyektiv nəticə alınma bilər. Məqalədə biz belə halları

aradan qaldırmaq məqsədi güdən, yəni obyektiv qiymət verə bilən sistemin qurulması prinsiplərini araşdırmış. [4, s.185-188] məqaləsində ortopediyada boz çalarlarla verilən rentgen şəkillərini tanımaq məqsədi ilə kompüterdə patoloji ocağın süni obrazı – fotorobotu yaradılıb və onun üzərində tələb olunan əməliyyatlar aparılıb. [5, s.292-293] məqaləsində isə müstəvidə mürəkkəb rəngli naxışların piksellərdən asılı rastgəlmə qrafiklərini quraraq təsvirlərin tanınmasını təmin edən dekompozisiya üsulları təklif edilir. Yuxarıda qoyduğumuz məsələyə bu yolların heç biri yaramır, çünki məqalə [4, s.189]-da fotorobot zədələnən sümüyün eskizini verir, [5, s.288-294]-də isə ölçülər vacib deyildir, orada naxışın özünü tanımaq kifayətdir. Bizim məqsədimiz düynü təyin edib onun maksimum düzgün ölçülərini verməkdir. Məsələn, çox kiçik (2mm qədər) düynülər olur ki, onlar qalxanvari vəzin həcmcə böyüməsinə gətirmir, lakin onlar əmələ gələcək şişlərin ilkin mərhələsi də ola bilərlər.

3. Instrumental vasitələr. Fizikada “ultrasəs” termini eşidilən tezlikləri aşan bütün səs dalğalarına aiddir (təxminən 20 kHs). Ultrasəs yüksək tezlikli dalğalardır. İnsan qulağı mühitdə saniyədə (Hs) 16000-ə qədər tezlikdə yayılan dalğaları qəbul edir, daha yüksək tezlikli rəqslər ultrasəsdır. Ultrasəs insan qulağının eşidə bilmədiyi 20000 hersdən artıq səs dalğalarının rəqsidir. Ultrasəs dalğalarının yayılma sürəti mühitin sıxlığından asılıdır. Ultrasəs bir sıra sahələrdə tətbiq edilir, məsələn, təbiətdə, tibbdə, hərbi məqsədlər üçün, fizikada, metalların işlənməsində və s.

Ultrasəs (US) dalğaları tibbdə geniş istifadə olunur. Tibbdə ultrasəs 50 ildən artıq tətbiq edilir. Tibbi-bioloji tədqiqatlarda US-in tətbiqini iki istiqamətə ayırmaq olar: təsir metodları (aşağı tezlikli və orta tezlikli) və diaqnostika metodları (yüksək tezlikli ultrasəs). Ultrasəs müayinəsində (USM) istifadə olunan dalğaların tezliyi 2-dən 18 MHs-ə qədər olur. Bu cür diapazon ultrasəs dalğalarının buraxma qabiliyyəti və onların təsir dərinliyindən asılıdır: kiçik tezlikli dalğalar kiçik buraxma qabiliyyətinə malikdir, lakin bu zaman orqanizmin daha xırda strukturları ötürülə bilər. Daha yüksək tezlikli dalğalar yüksək zəifləmə əmsalına malikdir, bu zaman onlar orqanizmin toxumaları tərəfindən daha tez udulur, bu isə ionların insan bədəninin dərinliyinə nüfuz etməsini məhdudlaşdırır. USM orqanizmin yumşaq toxumalarının müayinəsi üçün effektivdir. Orqanizmin səthi strukturları olan əzələ, vətər və s. üçün yüksək tezlikli dalğalardan (7-18 MHs) istifadə olunur. Orqanizmin daha dərin strukturları, qara ciyər, böyrəklər daha kiçik dalğalarla (1-6 MHs) müayinə olunur, lakin orqanizmin toxumalarına onlar daha dərinləndən nüfuz edirlər.

Ultrasəs aparatında vizual təsvir aşağıdakı kimi alınır: ultrasəs vericiləri impulslar göndərir və toxuma və orqanlardan əks olunmuş impulslar kompüter texnologiyaları ilə analiz edilir. Daxil edilmiş informasiyanın emalından sonra o təsvirə çevrilir və ultrasəs aparatının displeyinə çıxarılır. Alınmış təsviri həkim araşdıraraq müayinə olunanın vəziyyəti haqqında mühakimə yürüdür. Ultrasəs mama-ginekoloji, terapevtik, cərrahi klinikalarda istifadə edilir. Ultrasəsin köməyiylə törəmələrin, şişlərin olmasını təsdiqləmək olar, böyrək, qara ciyər, mədəaltı vəzi, qalxanvari vəzin ölçüsü və strukturunu araşdırmaq olar. Ultrasəs müayinəsi üçün əks göstəriş yoxdur.

Ultrasəs müayinəsinin üstünlükləri:

1. Radiyasızdır (heç bir şüalanma olmadan);
2. Real-time rejimdə işləməsidir (müayinə aparılan vaxt monitora canlı görüntünün alınması);
3. Noninvaziv olmasıdır (daxilə müdaxilə olmadan, ötürücünü dəriyə toxundurmaqla aparılır).

Müayinə aparılarkən ötürücü qoyulan dəri səthinə zərərsiz, iysiz, suda həll olan bir gel (ultrasəs üçün nəzərdə tutulan gel) sürülür. Müayinədən sonra gel dəri səthindən silinir. Yalnız prenatal exoqrafidə (dölün ana bətnində ultrasəs müayinəsi) oynadığı rola görə ultrasəs müayinəsini elmin əvəzolunmaz, önəmli bir icadı hesab etmək olar. USM aparatlarından ən geniş yayılmışları Aloka 256, Toshiba SAL-32B, Toshiba-SSA-24A, Toshiba-220, Jeneral Elektrik RT-500-dir. İşdə USM araşdırmaları Toshiba – SAL-32B və Toshiba – SSA-240 (tezliyi 7,5 MH) SM-705 aparatları ilə yerinə yetirilir.

4. Proqram paketi. Riyazi aparat dedikdə biz aşağıdakı proqram paketini təklif edirik:

➤ **"k-nearest neighbor"** ("k-yaxın qonşu") – metodun əsasını obyektlərin oxşarlığı təşkil edir. Bu mərhələdə klasterləşdirmə məsələsi həll olunur;

➤ 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.

- **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 məhdudiyyətli və çoxsəviyyəli binarizasiya yanaşmaları müxtəlif fraqmentlərin piksellərinin parlaqlığı ilə bağlıdır. Kenni operatoru (John F. Canny) kompüter görməsi sahəsində sərhədlərin aşkar edilməsi üçün tətbiq olunur.

- **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 hamarlaşma filtryasiyası; hər pikseldə parlaqlıq qradiyentinin tapılması; maksimal piksellərin tapılması; maksimal piksellərin filtrasiyası.

- **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.

- **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 alqoritmlərlə "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.

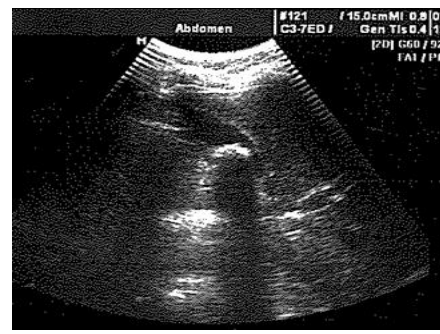
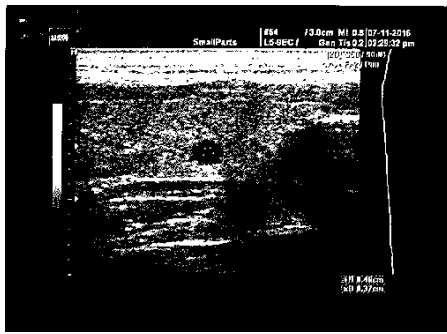
- **Grayscale image** (boz rəng çalarlarında təsvir). Boz rəng RGB modelinin rəng kubunda diaqonal boyunca yerləşir və onun hər bir tərkib hissəsi boz rəngin çalarına bərabər olan eyni qiymətlər alır. Boz (gray) rənglər onaltılıq #808080 koduna görə boz rəngin çalarlarıdır. RGB rəng modelində #808080 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.

- **Binary morphology** (binar morfolojiya). Morfolojiya sözü ilə forma və quruluşla 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.

• **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 qradiyentiinin 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.

5. Məsələnin həlli. İlk mərhələdə USM təsvirlərinin toplanması və sistemləşdirilməsi tələb olunur. Proses həkim-ekspertlə birlikdə keçirilir. Toplanma təsvirləri orqanlara görə nizamlayır, sistemləşdirmə isə törəmələrin növlərinə əsasən aparılır. Məsələn, şəkl.1-2-də müxtəlif orqanlara aid müxtəlif törəmələrin təsvirləri verilir. Bu informasiya verilənlər bazasının əsasıdır.



Şək.1. Qalxanvari vəzdə yaranan törəmələr Şək.2. Öd kisəsində yaranan törəmələr

Növbəti mərhələdə məlumatlar bazası <orqan – törəmənin varlığı – törəmənin növü – ölçüləri – sahəsi – kütlənin həcmi> əsasında formalaşmalıdır. Məsələnin həlli üçün müasir informasiya texnologiyaları və yuxarıda adları çəkilən riyazi üsulların məqsədyönlü tətbiqi tələb olunur.

Obyektin müstəvidə təsviri üçün riyazi morfolojiya nəzəriyyəsindən istifadə edək. Maraqlı odur ki, bu nəzəriyyənin ideologiyasına yaxın olan təsvirlərin tanınma nəzəriyyəsində istifadə olunan riyazi morfolojiya üsulu real məsələlərin həllində daha uğurlu üsul hesab edilə bilər. Bu üsulun əsası XX əsrin 70-ci illərində C.Materon və C.Sera tərəfindən təklif olunub. Sonralar bir neçə məktəb tərəfindən araşdırılıb və tətbiq olunub. Onların içindən uğurlularını qeyd etmək olar. Məsələn, L. Şapiro, C. Stokman, İ. Oqnev, N. Sidorovun və b. elmi araşdırmaları diqqətə layiqdir [6, s.170-173, s.401-410]. Belə ki, onlar riyazi 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 [7, s.40-43].

Həndəsi forma kimi struktur element ikilik təsvirdir. O, müxtəlif ölçüyə və struktura malikdir. Əksərən simmetrik elementlərdən istifadə olunur. Bu, düzbucaqlı və ya d diametrli çevrə ola bilər. Hər struktur element üçün bir məxsusi nöqtə seçilir ki, ona başlanğıc nöqtəsi (*origin*) deyilir. Bu nöqtə elementin ixtiyari yerində yerləşə bilər. Amma simmetrik elementlərdə bu nöqtə əksərən mərkəz piksel olur. Binar morfolojiyada qəbul olunmuş əsas əməliyyatlar dedikdə *Baza əməliyyatları* başa düşülür:

- a. Köçürülmə – $X_1 = \{x + t/x \in X\}$,
- b. Artırılma – $A \odot B = U_{b \in B} A_b$
- c. Eroziya – $A \ominus B = [z \in A/B_z \subseteq A]$,
- d. Qapanma – $A \cdot B = \{(A \odot B) \ominus B\}$
- e. Ayrılma (qapanmanın əksi) – $\{A \ominus B\} \odot B = A \cdot B$

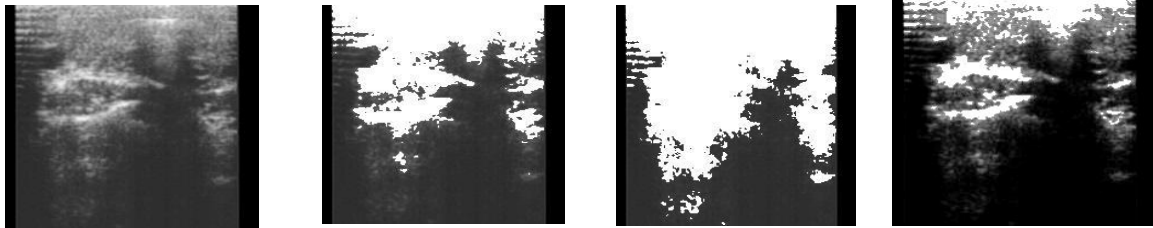
Beləliklə, alınan ikirəngli çoxluq müstəvinin alt çoxluğu olacaq və onu ikiölçülü (x, y) vektoru kimi qəbul edə bilərik. Vektorun koordinatları təsviri ağ-qara piksellərlə göstərir. Təsvirdə yarım tonlar olanda məsələ daha da mürəkkəbləşir. Bu halda parlaqlığın diskret əhəmiyyətini bildirən üçüncü koordinat əlavə edilir. Binar təsvirlərə tətbiq edilən riyazi morfoloji əməliyyatların əksəriyyəti yarımton rəngli təsvirlərin emalı zamanı istifadə edilir.

Təsvirin özünə nisbətən struktur elementi kifayət qədər kiçik götürülür. Adətən bu ölçüləri 3×3 , 4×4 , 5×5 olan yuxarıda qeyd etdiyimiz düzbucaqlı, disk yaxud halqa şəklində götürülür. Beləliklə, riyazi aparat dedikdə birləşmə, kəşimə, fərq, paralel köçürülmə, sürüşmə və s. üsullarla çoxluqlar üzərində aparılan əməliyyatlar başa düşülür. Morfoloji əməliyyatlardan isə yuxarıda qeyd etdiyimiz artırılma, eroziya, köçürülmə, qapanma və s. istifadə olunacaq [8, s.88-91]. Əməliyyatları bir təsvir üzərində nümayiş edək.

Binar morfoloji əməliyyatlara keçmək üçün tanınma müstəvisi 0-larla doldurulur. Sonra seçilmiş struktur elementi vasitəsi ilə piksel-piksel şəklində verilmiş təsvir zondlaşdırılır (probing) və ya skanerdən keçir. Binarizasiya əməliyyatı (yəni boz təsvir ağ-qaraya çevrilir) vasitəsi ilə binar təsvir alınır. Struktur elementi $d=5$ disk seçilərək qapanma üsulu tətbiq olunur:

```
public class Morphology {  
  
    public static int[][] square = {{1,1,1},{1,1,1},{1,1,1}};  
    public static int[][] square5 = {{1,1,1,1,1},{1,1,1,1,1},{1,1,1,1,1},{1,1,1,1,1},{1,1,1,1,1}};  
    public static int[][] disk = {{0,1,0},{1,1,1},{0,1,0}};  
    public static int[][] disk5 = {{0,0,1,0,0},{0,1,1,1,0},{1,1,1,1,1},{0,1,1,1,0},{0,0,1,0,0}};
```

Qaus süzgecindən istifadə edərək təsvir dilatasiya (artırılma) edilir.



a) USM təsviri

b) dilatasiya

c) eroziya

d) alınmış nəticə

Şək. 3. Qalxanvari vəzin USM təsvirinin emalının bir fraqmenti

Dilatasiya zamanı təsvir orijinala nisbətən böyüyür, çünki artırılma əməliyyatı zamanı U operatoru onları birləşdirir, lakin bu əməliyyat zamanı pikselin ətrafı da iştirakçıya çevrilir və təsvir böyüyür.

```
public static BufferedImage blur(BufferedImage image){  
  
    int width = image.getWidth();  
    int height = image.getHeight();  
    float rBlur = 0;  
    float gBlur = 0;  
    float bBlur = 0;  
    BufferedImage blurredImage = new BufferedImage(width, height, image.getType());  
  
    for(int i=1; i<height-1; i++){  
        for(int j=1; j<width-1; j++){  
  
            Color z1 = new Color(image.getRGB(j-1, i+1));  
            Color z2 = new Color(image.getRGB(j, i+1));  
            Color z3 = new Color(image.getRGB(j+1, i+1));  
            Color z4 = new Color(image.getRGB(j-1, i));  
            Color z5 = new Color(image.getRGB(j, i));  
            Color z6 = new Color(image.getRGB(j+1, i));  
            Color z7 = new Color(image.getRGB(j-1, i-1));  
            Color z8 = new Color(image.getRGB(j, i-1));  
            Color z9 = new Color(image.getRGB(j+1, i-1));  
            rBlur = (2*z1.getRed()+z2.getRed()+2*z3.getRed()+z4.getRed()+4*z5.getRed()+  
                z6.getRed()+2*z7.getRed()+z8.getRed()+2*z9.getRed())/16;  
            gBlur = (2*z1.getGreen()+z2.getGreen()+2*z3.getGreen()+z4.getGreen()+4*z5.getGreen()+  
                z6.getGreen()+2*z7.getGreen()+z8.getGreen()+2*z9.getGreen())/16;  
            bBlur = (2*z1.getBlue()+z2.getBlue()+2*z3.getBlue()+z4.getBlue()+4*z5.getBlue()+  
                z6.getBlue()+2*z7.getBlue()+z8.getBlue()+2*z9.getBlue())/16;  
            Color newColor = new Color(Math.round(rBlur), Math.round(gBlur), Math.round(bBlur));  
            blurredImage.setRGB(j, i, newColor.getRGB());  
  
        }  
    }  
    return blurredImage;  
}
```

Əlavə küyləri təmizləmək üçün eroziya əməliyyatını tətbiq edirik (hər iki əməliyyat eyni struktur elementi ilə aparılmalıdır). Eroziya isə onun əksi olaraq əlavələri silir, klassifikatordan kiçik elementlər yox olur, bu əməliyyatın nəticəsində axtarılan obyektin ölçüsü kiçilə bilər. Ona görə də bu iki əməliyyatı ardıcıl olaraq bir neçə dəfə edək. Qapanma və ayrılma yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi icra olunduqdan sonra müstəvidə qapalı əyrixətli fiqur alırıq. Şək.3-də d) bəndini almaq üçün dilatasiya/eroziya ardıcıl olaraq 11-ci addımda alınmışdır. Nəticənin dürüstlüyünü dəqiqləşdirmək məqsədi ilə proqram paketindən başqa bir üsul seçilir və şək.3-də verilmiş təsvirin yeni üsulla axtarışı aparılır.

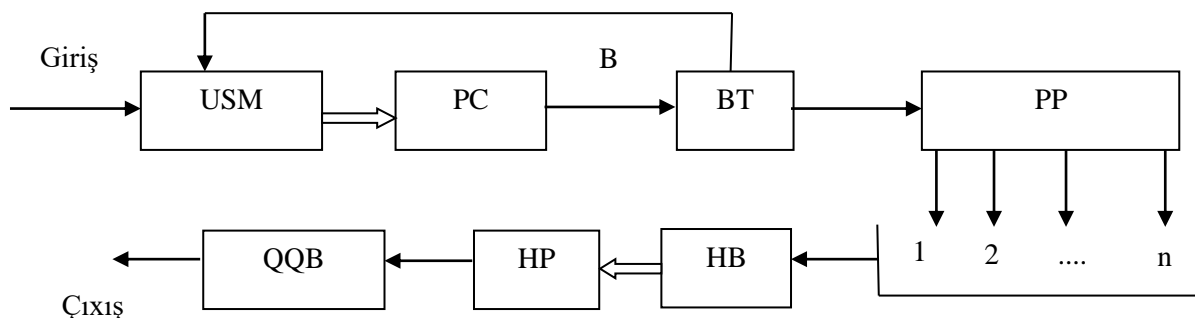
Proqram paketindən müxtəlif variantlarla istifadə etmək olan, mübahisəli hallarda isə tam paket işə salınır.

Beləliklə, tanınma prosesi başa çatdıqda artıq törəmənin koordinatları verilmiş sayılır. Artıq bu fiqurun ağırlıq mərkəzinin təyin edilməsinə və sahəsinin hesablanmasına keçmək mümkündür. Belə ki, riyazi morfolojiya üsulu ilə yeni müstəvidə alınmış fiqurun ilkin müstəvidə axtarılan fiqurla eyniliyini təyin etmək üçün hər iki fiqurun ağırlıq mərkəzini təyin edək [5, s.293-294; 9, s.79]. USM təsviri $N \times M$ ölçüdə verilir və eyni ölçüdə müstəviyə köçürülür. İxtiyari fiqurun ağırlıq mərkəzini aşağıdakı şərtlər daxilində hesablamaq mümkündür:

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

Bundan sonra məlum düsturlarla [5, s.293-294] USM təsvirində və yeni müstəvidə alınmış təsvirdə eyni koordinatları təsdiqləsə, [9, s.79] düsturu ilə onun kütləsini də hesablamaq olar.

Məsələnin konseptual modeli aşağıda şək.4. təsvir edilir.



Şəkl.4. USM təsvirlərində qapalı törəmələrin tanınma sisteminin konseptual modeli

Şəkində: USM – ultrasəs müayinəsi; PC – fərdi kompüter; B – binarizasiya; BT – binarizasiyadan alınmış yeni ağ-qara təsvir; PP – proqram paketi; HB – həlledici blok; HP – hesablama paketi; QQB – qərar qəbuletmə bloku.

Sistemin səhhiyyəsi insan orqanizminin daxili orqanlarının ultrasəs müayinəsindən alınmış təsvirlərdə qapalı törəmələrin tanınması və identifikasiyası üzərində bilavasitə ekspertlə işlənmiş və dəqiqliyi təsdiqlənmiş təsvirlərin üzərində yoxlanılmışdır. Çoxsaylı eksperimentlərin nəticəsində qərara alınmışdır ki, sistemin və ekspertin rəyi iki üsul üçün 94-95% üst-üstə düşərsə proqram paketində toplanmış üsulların hamısının yoxlanması məqsədəuyğun deyil və izafilik təşkil edir.

6. Nəticə. Məqalədə müstəvidə mürəkkəb təsvirlərin tanınması məsələsinə baxılır. Əyanilik məqsədi ilə insan orqanizminin daxili orqanlarının USM təsvirləri araşdırılır. Təsvirlərdə qapalı konturlarla əhatə olunan törəmələrin tanınması üçün proqram paketi və hesablama bloku təklif olunur. Bir təsvirin üzərində proses nümayiş etdirilir. İşlənmiş sistem çoxprofilli stasionarda testdən keçirilmiş və ekspertin rəyi ilə 91,17-96,23% arasında üst-üstə düşmüşdür.

Ədəbiyyat

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – Издание 3-е, исправленное и дополненное. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
2. Т.Т.Ч. Буй, В.Г. Спицын. Анализ методов выделения краев на цифровых изображениях Доклады ТУСУРа, № 2 (22), часть 2, декабрь 2010, 221 с.
3. Анисимов Б.В. Распознавание и цифровая обработка изображений: учеб. пособие / Б. В. Анисимов; под ред. З. Т. Тенковой. – М.: Высшая школа, 1983. – 295 с.
4. G.G. Abdullayeva, Ch.A. Ali-zadeh, Z.A. Hajiyev. Intelligent system of optimization of choice of sort of operating interference. SPIE, Medical Imaging, California, USA, 2004. <http://www.spie.org/vol.5371>.
5. G.G. Abdullayeva, A.K. Kazim-Zada. Recognition and identification of Plane Color Images in the Case of Carpet Designs// Automatic Control and Computer sciences. Allerton Press, Inc/ di-vision of PI.Publ.
6. Л. Шапира, Дж. Стокман. Компьютерное зрение. Изд.-М.,: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006, 752 с.
7. Н.Г. Федотов., Л.А. Шульга, А.С. Кольчугин, С.В. Романов, О.А. Смолькин, Д.А. Курынов. Предварительная обработка гистологических изображений в системе медицинской диагностики на основе стохастической геометрии // Мир измерений. – 2007. – №6. – С. 40–43.
8. И.В. Огнев, Н.А. Сидорова. Обработка изображений методами математической морфологии в ассоциативной осцилляторной среде //Технические науки. Информатика и вычислительная техника. 2007, №4, с.87-97.
9. Г.М.Фихтенгольц. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.3, М.: Физматлит. 2005, 728 с.

G.G. Abdullaeva, A.M. Alizade, N.G. Kurbanova

Developing the system of recognition and identification of closed neoplasms based on ultrasound images

The authors analyze one approach to objective evaluation of ultrasound investigation, proposing to this end the use of modern information technology, a computational tool and a software package. The objective is to develop a system for finding a closed contour (neoplasm) and isolating it as a sub-object, with the further determining of its coordinates, area and size. The reliability of the developed system is substantiated by numerous experiments conducted to identify closed neoplasms in internal organs based on ultrasound images.

Keywords: software package, artificial intelligence, pattern recognition, binary morphology, erosion, ultrasonic waves, classifier, database, closed neoplasms

УДК 004:681.3:629.73

Г.Г. Абдуллаева, У.М. Ализаде, Н.Г. Курбанова

**Разработка системы распознавания и идентификации замкнутых новообразований по снимкам
ультразвукового исследования**

Рассмотрен один подход объективного оценивания ультразвукового исследования. Для чего предлагается применение современных информационных технологий, вычислительный аппарат и пакет программ. Задача заключается в разработке системы нахождения замкнутого контура (новообразования) и выделения его как подобъекта, с дальнейшим определением его координат, площади и объема. Достоверность разработанной системы подтверждена проведенными многочисленными экспериментами по выявлению замкнутых новообразований во внутренних органах по снимкам УЗИ.

Ключевые слова: пакет программ, искусственный интеллект, распознавание образов, бинарная морфология, эрозия, ультразвуковые волны, классификатор, база данных, замкнутые новообразования

AMEA İdarəetmə Sistemləri İnstitutu

Təqdim olunub 28.02.2018