

29440



LAPORAN AKHIR GERAN JANGKA PENDEK

REKABENTUK SISTEM ULTRASOUND BERWARNA KOS RENDAH BERASASKAN KOMPUTER

PROF. MADYA UMI KALTHUM BT. NGAH
PROF. MADYA DR. MOHD. YUSOFF MASHOR
PUAN NAFIZA SAIDN

Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik & elektrik
Universiti Sains Malaysia
Kampus Kejuruteraan
14300 Nibong Tebal
Seberang Perai Selatan
Pulau Pinang

SISTEM ULTRASOUND KOS RENDAH BERASASKAN KOMPUTER PERIBADI

1. PENDAHULUAN

Ultrasound merupakan suatu teknologi pengimejan yang tidak melibatkan radiasi mengion dan tidak mengganggu fungsi fisiologi tisu (non-invasive). Ia digunakan untuk pelbagai aplikasi klinikal merangkumi ginekologi, obstetrik, kardiologi, pengimejan abdomen dan pengimejan vaskular. Ultrasound konvensional dengan perkakasan digital dan analog menghasilkan resolusi imej yang baik tetapi rekabentuknya yang kompleks menjadikan harganya tinggi iaitu di antara RM70 000 hingga RM300 000 ke atas. Sekarang ini hospital dan kemudahan kesihatan memikirkan penjimatan kos, termasuklah perbelanjaan untuk peralatan perubatan. Tinjauan yang dilakukan menunjukkan kuantiti atau bilangan ultrasound perlu dihadkan di hospital-hospital memandangkan kosnya yang agak tinggi. Keadaan ini akan menambahkan masa menunggu pesakit sebelum pengimbasan dapat dilakukan.

Sememangnya telah diketahui kebanyakan pengimej ultrasound yang digunakan di hospital-hospital memaparkan imej paras kelabu (gray-level). Terdapat juga pengeluaran di luar negara yang mengeluarkan mesin ultrasound berwarna. Mesin ultrasound berwarna tersebut memapar penvisualan imej ultrasound yang menarik dengan satu warna serta mempunyai jumlah intensiti sama seperti imej ultrasound paras kelabu. Walaubagaimana pun ia dipasarkan dengan harga yang terlalu tinggi. Oleh itu, penggunaan mesin ultrasound berwarna ini adalah terbatas di Malaysia disebabkan kos yang tinggi. Imej paras kelabu adalah terhad kepada lar (luminance) atau ton-ton paras kelabu iaitu daripada 0 hingga 255. Permasalahan yang sering timbul ialah imej ultrasound tersebut mempunyai perbezaan luminositi yang amat kecil. Para doktor perlu lebih berhati-hati dalam membuat penafsiran imej berdasarkan perbezaan intensiti paras kelabu yang begitu kecil ini. Keadaan ini menyebabkan terdapat kesukaran dalam menentukan perbezaan galangan (impedance) bagi tisu-tisu yang berbeza serta boleh menyebabkan salah tafsiran.

Ultrasound digunakan dalam bidang perubatan terutamanya bagi membezakan ketumbuhan sista dan pejal dan juga bagi membezakan samada ketumbuhan tersebut beningna atau malignan. Namun untuk mencirikan jenis-jenis tumor memerlukan kemahiran doktor dalam menafsirkan imej ultrasound tersebut. Realiti pengimejan ultrasound sebenarnya adalah sukar membezakan ciri-ciri beningna dan malignan kecuali imej yang diambil menunjukkan ciri-ciri beningna dan malignan yang begitu jelas. Terdapat imej ultrasound yang menunjukkan ciri yang samar-samar antara beningna dan malignan. Tambahan lagi imej ultrasound mempunyai taburan paras kelabu yang tertumpu pada penghujung kosong pada spektrum paras kelabu. Keadaan ini menjadikan imej ultrasound kelihatan gelap pada pandangan mata kasar manusia dan mempunyai kontras yang rendah. Sedangkan sistem penglihatan manusia hanya boleh membezakan kira-kira 30 bentuk paras kelabu pada imej paras kelabu.

Oleh itu pemprosesan imej amat diperlukan untuk memperjelaskan imej ultrasound. Pemprosesan imej dilakukan bertujuan untuk membantu memudahkan para doktor dalam diagnosis imej ultrasound. Secara umumnya, dalam kebanyakan pemerhatian terhadap imej, mata manusia lebih sensitif kepada perubahan warna berbanding perubahan intensiti paras kelabu. Sebelum ini, terbatasnya aplikasi pengimejan ultrasound berwarna disebabkan kos yang tinggi dan tahap pemprosesan maklumat tambahan yang rendah. Peningkatan dalam teknologi komputer hari ini dapat menangani sebahagian daripada permasalahan tersebut. Penyelidikan ini mencadangkan pendekatan pewarnaan-pseudo bagi meningkatkan ciri-ciri imej ultrasound serta memudahkan pembezaan luminosity paras kelabu. Teknik pewarnaan-pseudoyang diperkenalkan ini akan memperjelaskan kawasan pejal dan sista yang terdapat pada imej ultrasound. Dalam penyelidikan ini, teknik pewarnaan-pseudo diaplikasikan ke atas imej ultrasound dengan mengambil kira ciri corak gema imej ultrasound tersebut. Selain itu, kombinasi pewarnaan-pseudo dengan teknik-teknik peningkatan imej yang lain seperti penyebaran kontras, pertumbuhan kawasan secara titik benih, penghadan linear, penyebaran cerah, penyebaran gelap dan penyebaran separa turut diperkenalkan. Kombinasi pewarnaan-pseudo dengan teknik-teknik peningkatan imej yang lain diharapkan agar lebih membantu memperjelaskan imej ultrasound sebelum pewarnaan-pseudodiaplikasikan.

2. PEMROSESAN IMEJ BERWARNA

Pemrosesan imej berwarna dapat meningkatkan perbezaan galangan yang mana sukar dibezakan menerusi imej paras kelabu. Ini akan memperbaiki kontras imej serta memudahkan kerja-kerja diagnosis. Penggunaan teknik pewarnaan-pseudo merupakan teknik tiruan bagi menukarkan imej paras kelabu kepada imej berwarna. Pewarnaan-pseudo ini berguna bagi mendapatkan penglihatan dan perbezaan kawasan (sel) yang bersambungan dengan lebih baik, terutamanya apabila nilai kawasan kejiranan yang dilabelkan adalah berdekatan antara satu dengan yang lain. Kaedah ini menggunakan algoritma bagi membezakan persekitaran gema yang berbeza-beza. Teknik ini pernah digunakan semenjak Februari 1994 (Murillo, 1996). Terdapat pelbagai pendekatan bagi memberikan warna kepada imej paras kelabu, antaranya dengan memberikan satu warna kepada setiap paras kelabu yang mempunyai spesifikasi tertentu dan memberikan bentuk warna yang berbeza kepada paras kelabu yang memenuhi spesifikasi tertentu yang lain. Idea ini dilaksanakan dengan menukarkan satu paras kelabu tertentu kepada tiga warna masukan (merah, hijau dan biru) atau dipanggil model RGB.

Komputer membolehkan setiap komponen warna memilih 256 bentuk bagi setiap warna merah, hijau dan biru, disebabkan ia menggunakan 8 bit memori ($2^8 = 256$) bagi setiap komponen warna. Kombinasi ketiga-tiga komponen warna boleh memberikan hampir 2^{24} atau kira-kira 16.7 juta warna. Terdapat dua keperluan utama dalam grafik komputer dan pemrosesan imej iaitu warna yang ditentukan adalah bersesuaian dengan perkakasan yang digunakan dan keputusan yang dikeluarkan adalah komprehensif kepada pengguna (Lehmann, *et al.*, 1997). Dua sebab utama imej perlu divisualkan menggunakan pewarnaan-pseudo ialah (Levkowitz, *et al.*, 1993):

1. Sungguhpun mata manusia boleh membezakan 10^{13} nilai luminositi tetapi dalam keadaan sebenar pencerahan (illumination), kurang daripada 50 luminositi boleh dibezakan secara serentak. Walaubagaimanapun ciri-ciri fisiologi mata mempunyai lebih sensitiviti kepada warna.
2. Data asal dalam perubatan biasanya mengandungi 4096 paras kelabu (12 bit), manakala 'adapter' grafik warna sebenar (24 bit) yang digunakan untuk

memaparkan imej yang di 'quantize' setiap arah kiub RGB dengan resolusi 8 bit, menghasilkan hanya 256 paras kelabu yang berbeza.

Oleh itu perwarnaan-pseudo digunakan untuk memperjelaskan struktur di dalam imej paras kelabu. Imej berwarna dapat memaparkan lebih banyak maklumat berbanding imej paras kelabu. Ini disebabkan imej paras kelabu terhad kepada satu warna dengan 256 paras kelabu sahaja sedangkan imej berwarna dapat mengadakan 256 paras kelabu tersebut dengan pelbagai warna bagi meningkatkan resolusi kontras. Sistem penglihatan manusia hanya boleh membezakan kira-kira 30 bentuk paras kelabu pada imej paras kelabu, tetapi pada imej berwarna, ia dapat membezakan sehingga beratus-ratus bentuk imej berwarna. Selain itu juga, warna memainkan peranan dalam memberikan gambaran analisis imej.

3. PENAFSIRAN IMEJ ULTRASOUND

Sebelum teknik pewarnaan-pseudodiaplikasikan ke atas imej ultrasound terlebih dahulu penafsiran imej ultrasound terutamanya bagaimana gema terhasil dan jenis-jenis corak gema ultrasound perlu diselidiki. Pemahaman ini adalah penting dan amat membantu dalam pencirian corak gema menggunakan pewarnaan-pseudo.

Pada dasarnya, kesemua ultrasound yang digunakan secara klinikal adalah bergantung kepada pengimejan gema. Ciri-ciri gema yang dihantar balik semula ke transduser memberikan maklumat jenis-jenis interaksi antara gelombang akustik dengan tisu-tisu biologi. Ultrasound dapat menggambarkan perbezaan permukaan antara struktur-struktur tisu lembut yang mempunyai densiti yang berbeza. Sebagai contoh, ia dapat membezakan sista yang berisi cairan daripada tumor pejal disebabkan corak gema yang dihasilkan adalah berbeza. Hampir semua gelombang bunyi akan melepasi sista yang berisi cairan manakala pada tumor pejal, gelombang bunyi ini akan dipantulkan balik.

Pundi kencing yang berisi adalah penting serta bertindak sebagai tetingkap akustik. Gelombang bunyi lebih mudah bergerak menerusi cairan daripada menerusi tisu dan udara. Hasilnya pundi kencing yang berisi memudahkan penghantaran gelombang bunyi

serta membolehkan organ uterus dan ovari yang terletak di belakangnya kelihatan. Denyut ultrasound dijana oleh prob dan dihantar kepada pesakit pada kawasan yang hendak diimbas. Gema akan dihasilkan oleh sempadan-sempadan antara tisu. Gema ini akan dipantulkan balik ke prob. Prob akan mengesan dan memaparkan imej pada skrin monitor sistem ultrasound.

Ultrasound mengenakan denyut bunyi berfrekuensi tinggi. Apabila gelombang ultrasound bertemu dengan permukaan yang mempunyai galangan yang berbeza, gelombang ini akan dipantulkan, dibiaskan dan disusutkan. Hanya gelombang bunyi yang dipantulkan balik oleh tisu-tisu badan iaitu gema, yang akan diterima oleh transduser dan diproses oleh mesin ultrasound bagi memaparkan ciri-ciri imej ultrasound. Gelombang ultrasound merambat ke medium di sekitarnya pada halaju 1540 m/s. Intensiti ultrasound semakin menyusut apabila ia bergerak menjauhi transduser disebabkan pelencongan, penyerapan, penyelerakan dan pantulan gelombang oleh permukaan tisu. Faktor-faktor ini mempengaruhi intensiti gema yang balik ke transduser.

Kekuatan gelombang bunyi yang dipantulkan balik bergantung kepada perbezaan galangan akustik bagi struktur-struktur yang berdekatan. Galangan akustik tisu adalah berkaitan dengan densiti tisu tersebut. Semakin tinggi perbezaan galangan antara dua tisu yang bersentuhan, maka sempadan antara kedua-dua tisu tersebut akan memantulkan lebih banyak gema. Permukaan yang paling banyak memantulkan gema ialah permukaan antara tisu dan tulang dan juga permukaan antara tisu dan udara. Pantulan yang banyak ini menyebabkan hanya gema yang lemah terhasil daripada tisu-tisu yang terletak di bawahnya serta menghalang pengimejan tisu-tisu tersebut. Bunyi bergerak pada tisu yang berbeza dengan kadar yang berbeza. Bunyi bergerak melalui lemak, air dan tisu lembut dengan perbezaan halaju yang kecil, tetapi hampir empat kali ganda lebih pantas jika dibandingkan dengan halajunya apabila melalui udara. Dalam tulang pula, bunyi bergerak kira-kira 10 kali lebih pantas jika dibandingkan dengan halajunya apabila melalui udara.

Frekuensi ultrasound juga mempengaruhi kualiti imej yang terhasil. Gelombang ultrasound yang mempunyai frekuensi yang lebih tinggi mempunyai lapangan dekat yang

lebih panjang dan mengurangkan lencongan lapangan jauh. Ia menghasilkan resolusi imej yang lebih baik. Walaubagaimanapun lebih tenaga akan diserap dan diselerakkan oleh tisu-tisu menyebabkan kadar penembusan semakin berkurang. Frekuensi yang lebih rendah memberikan kedalaman penembusan yang lebih baik tetapi imejnya mempunyai resolusi yang kurang baik.

Di antara istilah-istilah yang digunakan untuk menerangkan corak gema yang berkaitan dengan penafsiran ultrasound ialah:

1. '*Echogenicity*' – merupakan tahap gema gelombang ultrasound yang dipantulkan oleh tisu-tisu (biasanya diukur sebagai darjah/tahap kecerahan). '*Echogenicity*' ini berkait rapat dengan ciri-ciri tisu yang memantulkan gelombang ultrasound. '*Echogenicity*' rendah akan memaparkan kawasan tisu kehitaman manakala echogenicity tinggi akan memaparkan kawasan tisu yang putih.
2. '*Anechoic*' – kawasan ini menunjukkan tiada gema dalaman disebabkan tisu-tisu (cairan) yang tidak memantulkan gelombang ultrasound. Kawasan '*anechoic*' akan kelihatan gelap atau hitam. Tisu yang terletak di belakang kawasan '*anechoic*' ini akan kelihatan '*hyperechoic*' disebabkan peningkatan akustik.
3. '*Hypoechoic*' –Kawasan pada imej ultrasound yang memperlihatkan kurang gema disebabkan tisu-tisu atau struktur yang memantulkan hanya sedikit gelombang ultrasound. Ia kelihatan lebih gelap daripada tisu-tisu di sekitarnya.
4. '*Iso-echoic*' – Kawasan ini kelihatan sekan-akan tisu-tisu normal di sekitarnya.
5. '*Hyperechoic*' – peningkatan gema disebabkan tisu-tisu yang memantulkan hampir keseluruhan gelombang ultrasound. Kelihatan lebih cerah daripada tisu-tisu di sekitarnya. Penghantaran gelombang ultrasound akan disekat oleh objek '*Hyperechoic*' menyebabkan terdapat bebayang akustik terbentuk di belakang objek tersebut.

Tulang, gas dan sesetengah tisu seperti tisu serat serta lemak menunjukkan gema cerah '*Hyperechoic*' dengan bebayang akustik dibelakangnya. Tisu-tisu lembut yang lain seperti otot adalah kurang cerah (echogenic). Cairan menunjukkan gema '*anechoic*'. Cairan yang mengandungi partikel-partikel akan kelihatan '*moderately echoic*'. Gema '*Hypoechoic*' biasanya ditunjukkan oleh nanah dengan kehadiran cairan viskus, sista

dengan sel debris, hematoma dan sesetengah neoplasma. Corak gema yang kompleks, melibatkan kombinasi kawasan '*Hyperechoic*' dan kawasan '*Anechoic*' atau '*Hypoechoic*', biasanya menandakan kehadiran neoplasia. Sempadan-empadan bagi ketumbuhan boleh terdiri daripada sempadan yang mudah dikenalpasti atau sempadan tidak teratur dan sukar dikenalpasti. Sista yang berisi cecair biasanya mempunyai sempadan yang licin, mudah dibezakan dan mudah dikenalpasti. Abses, granuloma dan neoplasma biasanya mempunyai sempadan yang tidak teratur, sukar dikenalpasti dan kadang-kalanya terdapat kehadiran kapsul '*hyperechoic*'.

Penafsiran bagi sebarang penyakit adalah bergantung kepada kecekapan dan pengetahuan para doktor atau jurugambar ultrasound bagi membezakan perbezaan tekstur berdasarkan corak gema samada homogeneous atau heterogenous dan juga tahap '*echogenicity*'. Pemprosesan imej adalah bertujuan bagi membantu para doktor atau jurugambar ultrasound. Pemprosesan ini dilakukan terhadap imej yang diperolehi daripada sistem ultrasound (post-processing). Setelah corak gema dikenalpasti, keputusan akan dibuat samada tisu-tisu adalah normal atau tidak normal (berpenyakit) dan dapat meramalkan apakah jenis penyakit yang ditunjukkan oleh corak gema tersebut bagi sesetengah kes. Tetapi bagi kebanyakan kes atau bagi kes-kes yang kompleks, prosedur-prosedur diagnosis yang lain perlu dilalui. Prosedur-prosedur tersebut adalah bertujuan untuk pengenalpastian ketidaknormalan terutamanya jika kes tersebut mempunyai kebarangkalian menjadi kanser.

Ultrasound merupakan teknik pengimejan yang amat sesuai bagi mengimej tisu-tisu lembut terutamanya dalam membezakan struktur pejal dan sista. Semasa penghantaran ultrasound, terdapat ciri-ciri yang membantu membezakan struktur pejal dan struktur sista. Struktur pejal membenarkan sedikit penghantaran atau langsung tidak membenarkan penghantaran ultrasound. Manakala struktur sista membenarkan penghantaran ultrasound dengan baik.

Terdapat perkaitan antara tisu serat dan penyusutan gelombang ultrasound. Tisu serat akan menyusutkan gelombang ultrasound, manakala cecair tidak menyusutkan atau pun

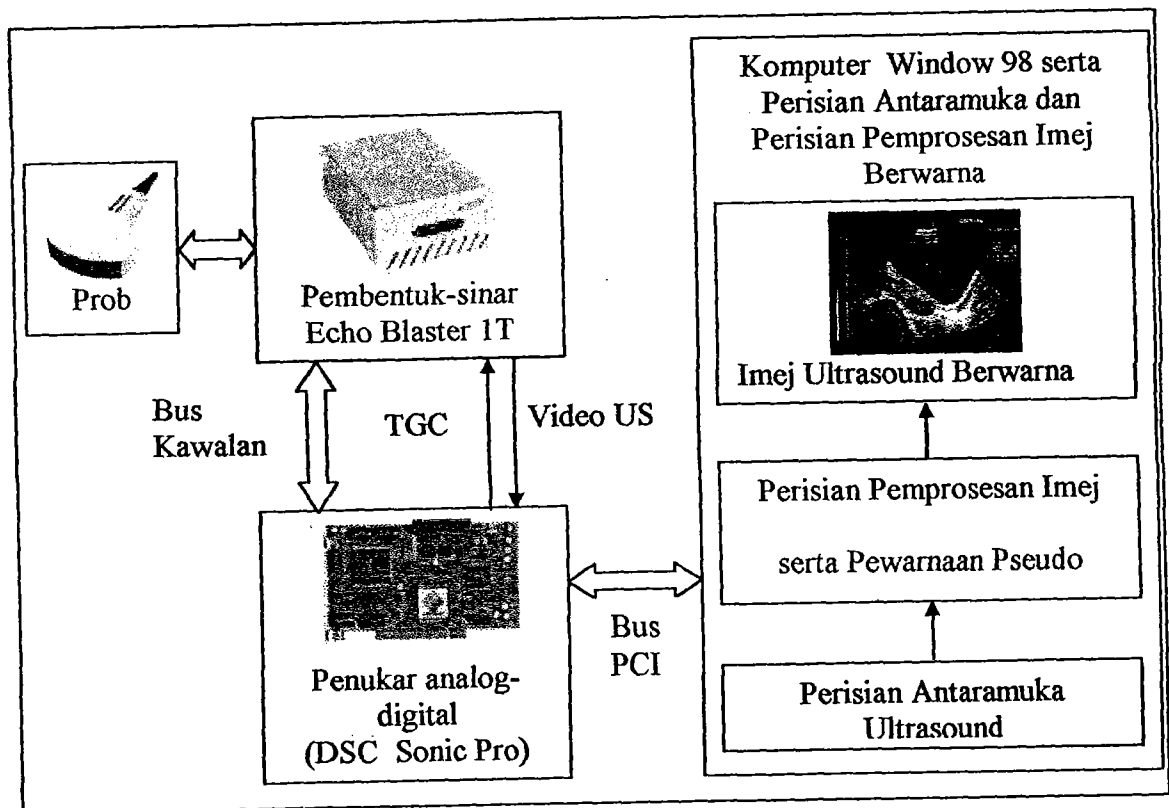
hanya menyusutkan sedikit gelombang ultrasound. Bentuk imej ultrasound bagi ketumbuhan boleh dibahagikan kepada tiga kategori berdasarkan darjah penyusutan gelombang ultrasonik. Penyusutan gelombang ultrasonik yang tinggi menerusi tisu menyebabkan gema posterior yang lemah terbentuk. Penyusutan gelombang ultrasonik yang rendah menerusi tisu menyebabkan peningkatan gema posterior terbentuk manakala penyusutan gelombang ultrasonik yang sederhana menyebabkan gema yang seakan-akan serupa dengan tisu normal terbentuk.

4. SISTEM ULTRASOUND YANG DIBANGUNKAN

Penyelidikan ini bertujuan untuk membangunkan satu sistem ultrasound kos rendah yang dilengkapi dengan perisian pemprosesan dan pewarnaan imej ultrasound. Pengurangan kos ini dapat dicapai dengan membangunkan sistem ultrasound berasaskan komputer peribadi. Sistem ultrasound berwarna kos rendah berasaskan komputer peribadi yang akan dibangunkan terdiri daripada penukar analog/digital, pembentuk-alur, prob dan komputer peribadi desktop. Kad antaramuka penukar analog-digital (DSC Sonic Pro) dimasukkan pada slot PCI, manakala pembentuk-alur diletakkan pada bekas CD ROM. Prob disambungkan ke pembentuk-alur. Komputer yang digunakan untuk projek ini ialah komputer IBM, Pentium III 600MHz dengan 64MB RAM, 20GB ruang kosong pada pemacu keras (hard disk) dan sistem pengoperasian Windows 98. Perisian bagi perisian antaramuka pemprosesan imej yang dibangunkan menggunakan bahasa pengaturcaraan Borland C++ Builder.

Tidak seperti rekabentuk sistem ultrasound berasaskan perkakasan biasa, sistem ultrasound berasaskan komputer membolehkan penggunaan perisian-perisian lain selain perisian antaramuka ultrasound bagi melaksanakan pelbagai operasi atau pemprosesan terhadap imej ultrasound. Perisian-perisian pada sistem boleh direka untuk tugas-tugas tertentu dan ia akan diproses oleh unit pemprosesan pusat (CPU). Sistem ultrasound yang berasaskan komputer ini juga membolehkan sistem ini dilengkapi dengan sistem multimedia seperti internet dan e-mail. Kemudahan ini akan membolehkan pengguna untuk mendapatkan data imej ultrasound daripada stesyen kerja (workstation) ataupun

internet serta bagi mendapatkan maklumat atau khidmat perundingan melaluinya. Dalam penyelidikan ini, suatu perkakasan dan perisian antaramuka ultrasound paras kelabu telah digabungkan dengan satu antaramuka sistem perisian pemprosesan imej ultrasound dengan kemudahan peningkatan dan pewarnaan imej. Rajah 1 menunjukkan sistem ultrasound berasaskan komputer beserta perisian antaramuka ultrasound paras kelabu yang digabungkan dengan satu antaramuka sistem perisian pemprosesan imej. Sistem yang dibangunkan ini menyediakan kemudahan mendapatkan imej ultrasound paras kelabu yang biasa digunakan dalam perubatan secara masa nyata dan juga suatu perisian pemprosesan bagi mendapatkan imej ultrasound berwarna sebagai imej alternatif bagi imej ultrasound paras kelabu asal.



Rajah 1 Sistem ultrasound berasaskan komputer peribadi dan perisian antaramuka ultrasound dan pemprosesan imej

Daripada perisian antaramuka ultrasound ini, terdapat satu butang aplikasi bagi memautkan perisian antaramuka ultrasound ini dengan perisian pemprosesan imej dan pewarnaan-pseudo. Perisian pemprosesan imej boleh melakukan pemprosesan imej bagi

imej daripada sistem ini sendiri, imej yang diperolehi daripada stesyen kerja, imej yang diperolehi daripada internet dan juga imej daripada mesin ultrasound lain yang diperolehi dengan menggunakan kamera digital dan penangkap bingkai atau pengimbas (scanner). Selain pemprosesan imej berwarna, sistem ini juga dilengkapi dengan sistem pemprosesan imej paras kelabu bagi peningkatan imej, terutamanya bagi imej yang diperolehi selain daripada sistem yang dibangunkan. Ini adalah kerana imej-imej ini lebih terdedah dengan penurunan kualiti imej. Di antara teknik peningkatan imej paras kelabu yang digunakan ialah penghadan kontras, penyebaran kontras, penyebaran cerah, penyebaran gelap, penyebaran separa dan pertumbuhan kawasan berasaskan titik benih.

Sistem ultrasound ini disesuaikan agar memenuhi keperluan penggunaannya dalam bidang perubatan, khususnya bagi kegunaan Ginekologi. Oleh itu prob yang dipilih ialah prob transabdominal jenis konvek dengan frekuensi 3.5MHz yang sesuai bagi kegunaan dalam ginekologi iaitu bagi mendapatkan imej ultrasound bagi kawasan uterus, ovari dan organ adneksa bagi pesakit perempuan. Perisian pemprosesan imej ultrasound juga lebih memfokuskan kegunaannya dalam Ginekologi. Pemeriksaan menggunakan ultrasound bagi aplikasi ginekologi perlu dijalankan jika pesakit menunjukkan simptom-simptom terdapatnya ketumbuhan pelvik semasa pemeriksaan klinikal. Melalui imej ultrasound ini dapat dikenalpasti samada terdapat sebarang ketidaknormalan atau ketumbuhan samada kanser, fibroid atau sista bergantung kepada ciri-ciri imej.

5. SISTEM ULTRASOUND DAN PEMROSESAN IMEJ BERWARNA

Para doktor dilatih untuk menafsirkan imej dalam paras kelabu. Dalam sistem yang dibangunkan, terdapat antaramuka bagi memaparkan imej paras kelabu asal. Selain itu, hanya dengan menekan butang pemprosesan imej, suatu antaramuka lain bagi pemprosesan imej berwarna akan dipaparkan. Imej yang hendak diproses perlu dimuatkan ke dalam perisian pemprosesan imej untuk dipseudowarnakan. Imej ultrasound berwarna ini bertindak sebagai kaedah penvisualan imej alternatif bertujuan memperjelaskan perbezaan galangan di antara tisu-tisu yang sukar dikenalpasti menggunakan imej paras kelabu asal. Perisian ini bukan sahaja menerima imej daripada sistem yang dibangunkan, tetapi juga daripada sumber-sumber yang lain seperti imej

yang diperolehi daripada stesyen kerja, mesin-mesin ultrasound yang lain serta imej-imej yang diperolehi daripada internet. Selain itu, antaramuka pemprosesan imej ini dilengkapi juga dengan teknik-teknik peningkatan imej yang lain bertujuan memperbaiki mutu imej sebelum dipseudowarnakan. Teknik-teknik peningkatan imej ini digunakan terutamanya bagi imej yang diperolehi oleh sumber-sumber yang lain selain daripada sistem ultrasound yang dibangunkan. Ini adalah kerana imej-imej ini terdedah kepada penurunan kualiti imej seperti penurunan kontras, gangguan hingar dan juga habuk. Teknik-teknik peningkatan imej ini penting bagi memperolehi imej dengan kontras yang optimum sebelum proses pewarnaan-pseudo diaplikasikan ke atas imej-imej tersebut.

6. TEKNIK PEWARNAAN-PSEUDO BAGI IMEJ ULTRASOUND

Terdapat dua fakta utama yang menyokong pemprosesan imej berwarna. Pertama, warna dapat bertindak sebagai pembeza atau pembanding dalam pengenalanpastian objek. Kedua, manusia mempunyai lebih keupayaan untuk membezakan ribuan bentuk warna dan intensiti, sebaliknya hanya dapat membezakan 30 bentuk paras kelabu.

Penggunaan warna bagi mewakili nilai paras kelabu imej merupakan suatu aspek penting dalam pemprosesan imej. Dengan cara ini, ciri-ciri tertentu imej dapat diperlihatkan dengan mudah. Mata manusia lebih sensitif dengan variasi warna berbanding variasi paras kelabu. Contohnya dalam penggunaan paparan maklumat pergerakan dalam Doppler ultrasound, menggunakan prosedur pewarnaan-pseudo ini arteri yang tersumbat dalam sistem peredaran darah manusia dapat dikesan dengan cepat. Dalam penyelidikan ini, teknik ini akan diperluaskan penggunaannya bagi pewarnaan imej ultrasound mod-B. Terdapat beberapa model warna yang boleh digunakan sebagai analisis warna dalam pemprosesan imej. Dalam penyelidikan ini, model warna RGB digunakan dalam pewarnaan-pseudo bagi imej ultrasound mod-B.

Pewarnaan-pseudo bermaksud mewarnakan semula pixel dengan nilai warna sebagai fungsi nilai paras kelabu imej paras kelabu asal. Pewarnaan-pseudo digunakan disebabkan terhadnya sistem visual manusia bagi membezakan julat nilai kecerahan.

Pewarnaan-pseudo merupakan teknik asas bagi mewarnakan imej paras kelabu. Teknik ini adalah lebih baik daripada memilih warna RGB daripada palet bagi mewarna komponen-komponen secara berasingan, sebaliknya menukarkan keseluruhan mod warna daripada sumber kepada imej sasaran dengan menyesuaikan maklumat lar (luminance) dan tekstur imej.

Tugas pewarnaan imej paras kelabu melibatkan penandaan nilai tiga-dimensi pixel kepada suatu imej yang hanya mempunyai satu dimensi. Warna yang berbeza berkemungkinan mempunyai lar yang sama tetapi mempunyai jenis warna (hue) atau ketepuan (saturation) yang berbeza. Permasalahan dalam Pewarnaan-pseudo ialah ia tidak mempunyai perwarisan penyelesaian yang tepat. Ini bermakna terdapat lebih daripada satu pilihan dan manusialah yang berperanan dalam proses pewarnaan ini. Pilihan bagi pemetaan warna daripada nilai lar (luminance) kepada nilai warna ini, secara automatik, biasanya bergantung kepada keputusan yang dibuat oleh manusia. Pratt (1991) menyifatkan kaedah ini sebagai teknik peningkatan imej disebabkan ia digunakan untuk meningkatkan pengesanan imej secara detail.

Imej ultrasound berwarna melalui pewarnaan-pseudo memaparkan warna yang berbeza bagi kawasan tekstur yang berbeza. Oleh itu perbezaan galangan antara tisu dengan mudah dapat ditentukan. Penyelidikan ini membincangkan pemilihan warna bagi mewakili 256 paras kelabu imej ultrasound. Bentuk ruang-warna RGB bagi 256 warna digunakan bagi menggantikan imej paras kelabu ultrasound.

6.1 Pewarnaan-pseudo

Teknik yang digunakan untuk melaksanakan penukaran imej paras kelabu ke imej berwarna ialah dengan menggunakan algoritma pewarnaan-pseudo iaitu:

$$C(x,y) = T(f(x,y)) \quad \text{(Persamaan 1)}$$

$f(x,y)$ adalah imej paras kelabu asal. Pikel dengan nilai yang rendah menunjukkan paras kelabu gelap manakala piksel dengan nilai yang tinggi menunjukkan paras kelabu yang cerah. $C(x,y)$ merupakan keluaran imej berwarna. Setiap paras kelabu imej akan dipetakan kepada set warna merah, hijau dan kuning (Pitas, 1999, Gonzalez & Wood,

2002, Silvaa, *et al.*, 2002). $C(x,y)$ adalah keputusan vektor warna untuk tiga jalur warna iaitu merah, hijau dan biru (RGB) dan ia biasanya dinyatakan dalam bentuk $C = (C_R, C_G, C_B)$. Keputusan yang dihasilkan adakah gabungan imej di mana kandungan warnanya adalah bergantung kepada fungsi penukaran atau transformasi warna yang dilakukan. Warna biasanya dipilih secara subjektif. Fungsi penukaran T menghasilkan tiga saluran keluaran bagi mempseudowarnakan imej paras kelabu.

Terdapat dua kaedah bagi mendapatkan transformasi warna dalam pewarnaan-pseudo. Kaedah pertama adalah berdasarkan pengkuantuman intensiti (lihat persamaan 2). N merupakan jumlah kawasan dengan warna yang berbeza dan L ialah jumlah bilangan paras kelabu.

$$T(f(k,l)) = \begin{cases} c_i & \text{jika } i \frac{L}{N} \leq f(k,l) < (i+1) \frac{L}{N}, i=0,1,\dots,N-2 \\ c_{N-1} & \text{jika } (N-1) \frac{L}{N} \leq f(k,l) < L \end{cases} \quad (\text{Persamaan 2})$$

Kaedah kedua pula adalah berdasarkan pemilihan nilai ambang secara rawak (lihat persamaan 3). Kaedah pewarnaan-pseudo ini merupakan suatu pembaikan atau pengubahsuaian intensiti imej. Mempertimbangkan nilai ambang yang berbeza-beza f_i , dan rona (hue) yang berbeza c_i , ditunjukkan bagi setiap kawasan $i = 1, \dots, N-1$, akan ditentukan. Fungsi penukaran bagi pewarnaan-pseudo ialah T manakala $f(k,l)$ merupakan intensiti imej paras kelabu asal dan L merupakan jumlah bilangan intensiti paras kelabu. Penukaran ini merupakan operator tidak linear.

$$T(f(k,l)) = \begin{cases} c_0 & 0 \leq f(k,l) < f_1 \\ c_i & f_i \leq f(k,l) < f_{i+1}, 1 \leq i \leq N-2 \\ c_{N-1} & f_{N-1} \leq f(k,l) < L \end{cases} \quad (\text{Persamaan 3})$$

Pewarnaan-pseudo bagi imej ultrasound merupakan hasil algoritma yang diprogramkan dan diaplikasikan ke atas imej ultrasound. Teknik ini mempunyai tanggapan bahawa intensiti paras kelabu di dalam imej mewakili pekali penyerapan linear elemen-elemen di dalam tisu. Teknik ini mengumpulkan piksel-piksel yang mempunyai paras kelabu yang bersamaan yang sekaligus mewakili pekali penyerapan yang bersamaan ke dalam suatu

kawasan, dengan satu warna bagi mewakili kawasan tersebut. Dalam pengkajian ini, kaedah kedua teknik pewarnaan-pseudo telah digunakan. Kaedah kedua dipilih memandangkan setiap corak gema ultrasound mempunyai julat paras kelabu yang berbeza. Sedangkan kaedah pertama hanya digunakan sekiranya setiap corak gema ultrasound mempunyai julat intensiti yang sama. Selain itu, kaedah pewarnaan-pseudokedua ini membolehkan pembaikan atau pengubahsuaian intensiti imej. Oleh itu, untuk mengadaptasikan kaedah kedua ini dengan imej ultrasound, maka nilai-nilai ambang bagi kaedah ini dipilih berdasarkan jenis-jenis corak gema imej ultrasound. Intensiti yang paling tinggi merupakan nilai ambang yang tertinggi manakala intensiti yang paling rendah merupakan nilai ambang yang terendah. Ini adalah memandangkan penafsiran ultrasound yang dilakukan pada imej paras kelabu adalah berdasarkan intensiti paras kelabu. Oleh itu, lar bagi keluaran imej berwarna juga disesuaikan agar meningkat sejajar dengan peningkatan intensiti imej paras kelabu. Dengan itu, perkaitan intensiti yang terkandung dalam imej paras kelabu asal dapat dikekalkan.

Fokus dalam teknik pewarnaan ini adalah untuk memperjelaskan perbezaan antara kawasan 'anechoic' dan 'hyperechoic'. Peningkatan lar imej keluaran berwarna adalah berkadar dengan intensiti imej paras kelabu. Adalah penting untuk mengekalkan lar antara kawasan anechoic dan kawasan hypoechoic disebabkan imej ultrasound ditafsirkan berdasarkan intensiti. Pseudo 2 menggunakan konsep yang sama seperti Pseudo 1 di mana rona (hue) yang bersamaan mewakili corak gema. Manakala Pseudo 3 dan 4 menggunakan warna yang berbeza bagi mewakili kawasan 'anechoic' dan 'hypoechoic' berbanding dengan kawasan-kawasan yang lain. Teknik pewarnaan-pseudoini didemonstrasikan ke atas fantom dan imej abnormal uterus dan ovari.

7. KEPUTUSAN

Pemprosesan ini adalah bertujuan untuk menunjukkan keputusan imej ultrasound setelah dipseudowarnakan. Keputusan ini merangkumi keputusan bagi imej yang diperolehi daripada sistem dan juga imej yang diperolehi daripada internet.

Permasalahan yang dihadapi semasa mendapatkan data-data imej ultrasound daripada sistem yang dibangunkan ialah:

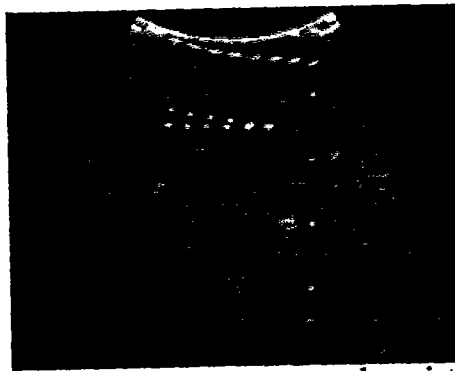
1. Kebanyakan imej-imej yang diperolehi adalah bagi kes-kes yang sama iaitu bagi sista ovari, endometriosis dan fibroid. Kes-kes yang lain sukar untuk diperolehi. Terdapat kes-kes tertentu yang melibatkan penggunaan prob transvaginal. Walaubagaimana pun pengambilan imej daripada sistem yang dibangunkan ini adalah terbatas bagi imej ginekologi secara pemeriksaan transabdominal sahaja.
2. Prob yang ada pada sistem yang dibangunkan hanyalah prob transabdominal. Dalam kebanyakan pemeriksaan ultrasound, kombinasi kedua-dua jenis pemeriksaan iaitu pemeriksaan transabdominal dan pemeriksaan transvaginal adalah diperlukan. Keadaan ini telah menghadkan pemeriksaan ultrasound menggunakan sistem yang dibangunkan.
3. Terdapat imej ultrasound tertentu yang tidak dapat ditentukan kesahihan jenis penyakit ginekologi tersebut oleh para doktor, melainkan setelah ujian-ujian atau prosedur-prosedur diagnosis dan rawatan lanjutan dilakukan. Oleh itu, imej untuk pelbagai jenis penyakit ginekologi sukar diperolehi dan memerlukan jangkamasa yang panjang bagi mengumpulkan maklumat. Walaubagaimana pun, analisis bagi pelbagai jenis penyakit ginekologi dapat dilakukan dengan mengambil imej yang diperolehi daripada internet bagi imej yang telah jelas jenis penyakitnya.

Imej-imej ginekologi daripada sistem yang dibangunkan hanya dapat diambil oleh para doktor. Pengambilan imej daripada sistem yang dibangunkan ini, dilakukan oleh doktor-doktor daripada Klinik Pakar 1 dan Wad 4, di Jabatan Obstetrik dan Ginekologi Hospital Seberang Jaya untuk kes-kes dalam ginekologi. Tetapi bagi tujuan pemeriksaan resolusi ultrasound, terlebih dahulu sistem ini diaplikasikan ke atas fantom (phantom). Fantom ini diperolehi daripada Jabatan Radiologi Hospital Universiti Sains Malaysia Kubang Krian. Fantom yang digunakan ialah fantom multi-tisu bagi kegunaan umum (General Purpose Multi-Tissue) Model 040. Imej sebenar yang diperolehi daripada sistem mempunyai saiz 512 x 512 piksel. Tetapi bagi tujuan penulisan tesis ini, imej ini telah dkecilkan bagi tujuan penjimatan ruang dan juga bagi mempermudah perbandingan dibuat. Imej-imej

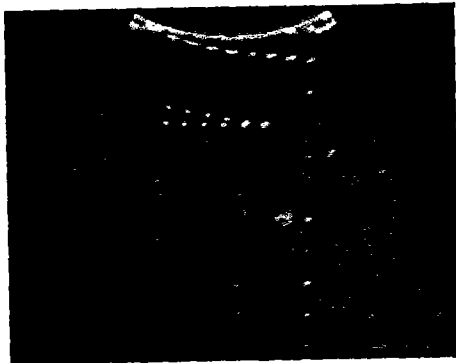
phantom ini diproses menggunakan pewarnaan-pseudo. Terdapat beberapa teknik pewarnaan-pseudoyang digunakan iaitu pseudo 1, pseudo 2, pseudo 3 dan pseudo 4.

7.1 Keputusan Imej Ultrasound ke atas Fantom

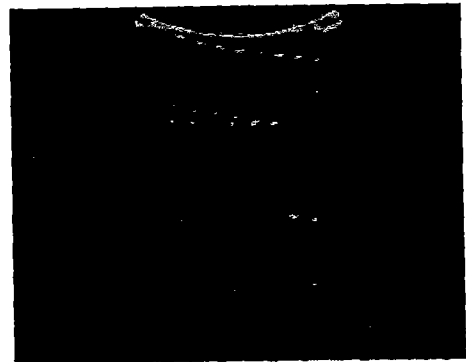
Imej-imej yang ditunjukkan bagi kedua-dua sistem memaparkan kualiti imej yang hampir sama. Perbezaan resolusi yang kecil ditunjukkan di antara sistem berasaskan komputer kos rendah dan mesin ultrasound SIEMENS yang mempunyai kos yang lebih tinggi. Meskipun mesin ultrasound SIEMENS memaparkan imej dengan resolusi yang lebih baik sedikit, tetapi harganya adalah jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan sistem berasaskan komputer. Sistem ultrasound berasaskan komputer tidak menyukarkan pengesanan kawasan yang berlainan densiti seperti kawasan *anechoic* dan kawasan *hyperechoic* walaupun terdapat sedikit kekurangan resolusi. Imej ultrasound ke atas phantom yang diperolehi daripada sistem berasaskan komputer ditunjukkan pada Rajah 2 manakala imej ultrasound bagi mesin ultrasound SIEMENS ditunjukkan pada Rajah 3.



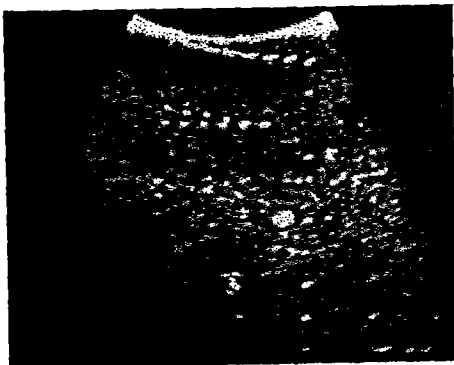
Rajah 2 (a) Imej ultrasound ke atas fantom menggunakan sistem ultrasound berkomputer.



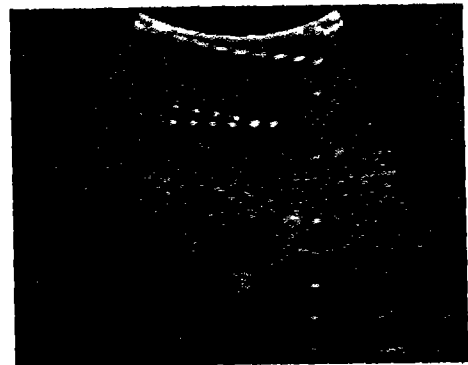
Rajah 2 (b) Imej phantom daripada sistem ultrasound berkomputer dipseudo-warnakan menggunakan Pseudo 1.



Rajah 2 (c) Imej phantom daripada sistem ultrasound berasaskan komputer dipseudo-warnakan menggunakan Pseudo 2.

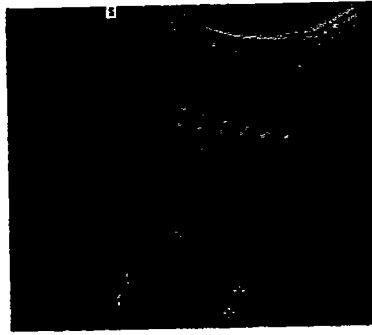


Rajah 2 (d) Imej phantom daripada sistem ultrasound berkomputer dipseudo-warnakan menggunakan Pseudo 3.

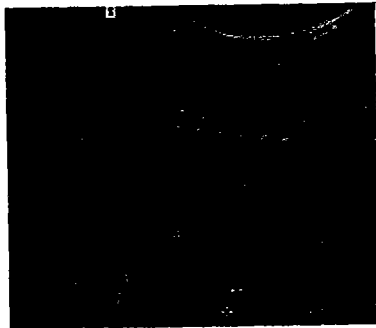


Rajah 2 (e) Imej phantom daripada sistem ultrasound berasaskan komputer dipseudo-warnakan menggunakan Pseudo 4.

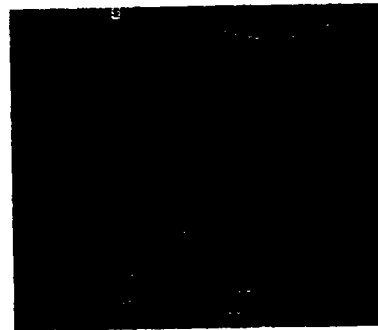
Rajah 2 Imej paras kelabu bagi fantom yang diperolehi oleh sistem ultrasound yang dibangunkan dan imej yang diperolehi setelah dipseudowarnakan.



Rajah 3 (a) Imej ultrasound ke atas fantom menggunakan mesin ultrasound SIEMENS.



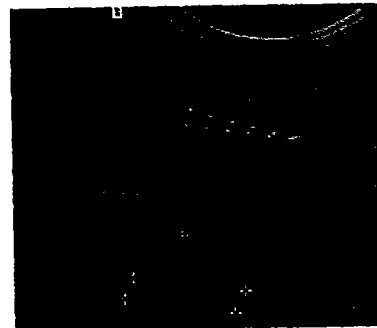
Rajah 3 (b) Imej phantom daripada mesin ultrasound SIEMENS dipseudo-warnakan menggunakan Pseudo 1.



Rajah 3 (c) Imej phantom daripada mesin ultrasound SIEMENS dipseudo-warnakan menggunakan Pseudo 2.



Rajah 3 (d) Imej phantom daripada mesin ultrasound SIEMENS dipseudo-warnakan menggunakan Pseudo 3.



Rajah 3 (e) Imej phantom daripada mesin ultrasound SIEMENS dipseudo-warnakan menggunakan Pseudo 4.

Rajah 3 Imej paras kelabu bagi fantom yang diperolehi oleh sistem ultrasound yang SIEMENS dan imej yang diperolehi setelah dipseudowarnakan.

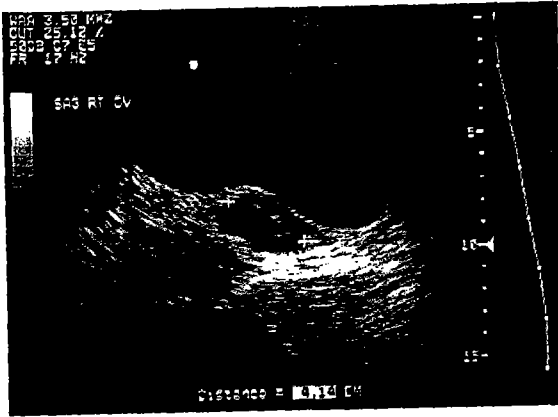
7.2 Keputusan Imej Ultrasound Dalam Ginekologi

Bagi imej ultrasound dalam ginekologi samada yang diperolehi daripada sistem atau internet, terlebih dahulu perlu ditentukan samada pra-pemprosesan imej paras kelabu perlu dilakukan ke atas imej tersebut atau pun tidak sebelum pewarnaan-pseudodiaplikasikan ke atas imej tersebut. Langkah pertama yang dilakukan bagi mendapatkan gambaran kualiti imej sebelum teknik-teknik peningkatan diaplikasikan ke atas imej ultrasound ialah melihat histogram bagi imej ultrasound tersebut. Melalui histogram kontras sesuatu imej dapat diketahui. Kontras yang ditunjukkan oleh histogram menentukan samada sesuatu imej perlu dilakukan pra-pemprosesan atau pun tidak. Imej yang mempunyai kontras imej yang baik tidak perlu dilakukan pra-pemprosesan. Manakala bagi imej yang mempunyai kontras imej yang kurang baik, histogram dapat memberikan garis panduan pemilihan teknik-teknik peningkatan imej yang sesuai semasa pra-pemprosesan. Teknik-teknik peningkatan yang di gunakan semasa pra-pemprosesan ini ialah penyebaran kontras, pertumbuhan kawasan secara titik benih, penghadan linear, penyebaran cerah, penyebaran gelap dan penyebaran separa. Kemudian, barulah pewarnaan-pseudo diaplikasikan ke atas imej ultrasound tersebut.

Histogram juga digunakan bagi membantu penentuan ciri-ciri tekstur kawasan yang disyaki. Kawasan yang disyaki biasanya ditentukan dengan menggunakan teknik pertumbuhan kawasan secara titik benih berdasarkan perbezaan paras kelabu antara kawasan titik benih dengan kawasan sekitarnya. Semua piksel yang bersamaan paras kelabu dengan piksel titik benih akan diletakkan dalam kawasan yang sama. Pertumbuhan kawasan merupakan salah satu daripada teknik peruasan. Melalui pertumbuhan kawasan secara titik benih, imej dapat diklasifikasikan kepada kawasan-kawasan yang homogenous. Ini adalah berdasarkan ciri-ciri seperti paras kelabu, corak gema, tekstur dan bentuk. Kaedah pertumbuhan kawasan secara titik benih ini berjaya mengesan pinggir bagi kebanyakan ketumbuhan sista. Namun bagi ketumbuhan yang kompleks, kaedah ini kurang berjaya mengesan pinggir ketumbuhan tersebut. Ketumbuhan yang tidak mempunyai pinggir yang jelas serta kehadiran hingar dalam imej ultrasound menyebabkan sempadan-sempadan titik benih terputus-putus atau tidak bersambungan. Kesannya, teknik pertumbuhan kawasan secara titik benih gagal mencari

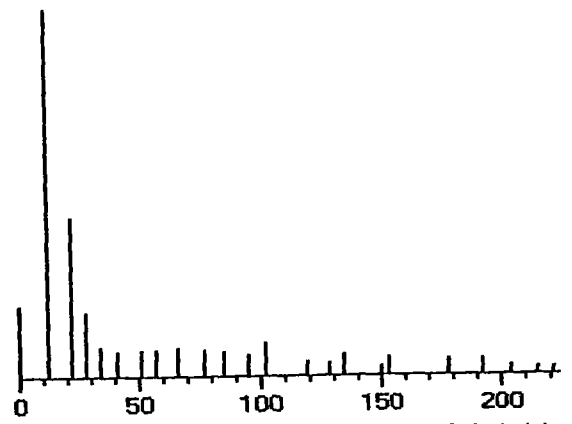
sempadan kawasan yang disyaki atau turut mengesan sempadan bagi kawasan yang tidak disyaki. Walaupun terdapat sesetengah ketumbuhan yang tidak dapat ditentukan pinggirnya, tetapi pewarnaan-pseudo telah banyak membantu bagi membezakan kawasan sista dan pejal dan sekaligus teknik ini turut memberikan sempadan warna di antara gema yang berbeza. Sebagai contoh, kawasan hyperechoic dapat dibezakan dengan kawasan yang selainnya menggunakan warna. Jika imej ultrasound mempunyai kontras yang rendah, sebelum teknik pewarnaan-pseudo diaplikasikan, terlebih dahulu teknik peningkatan imej seperti penyebaran kontras (contrast stretching) diaplikasikan bagi meningkatkan kontras imej. Oleh itu, permasalahan imej ultrasound yang mempunyai kontras yang berbeza-beza dapat diatasi.

Teknik pewarnaan-pseudodidemonstrasikan ke atas imej ultrasound bagi sista ovari. Rajah 4 (a) menunjukkan sista ovari dilihat sebagai suatu kawasan hitam dan tisu disekitarnya kelihatan lebih cerah. Kawasan hitam (anechoic) adalah menunjukkan kehadiran cairan manakala tisu-tisu serat akan kelihatan cerah. Rajah 4 (b) menunjukkan histogram bagi imej ultrasound organ ovari. Histogram menunjukkan paras kelabu imej ultrasound lebih tertumpu pada penghujung spektrum sebelah paras kelabu rendah. Ini menunjukkan imej ultrasound kebanyakannya adalah gelap. Keputusan imej ultrasound bagi ovari setelah dipseudowarnakan menggunakan pseudo 1 hingga 4 ditunjukkan oleh Rajah 4 (c) hingga Rajah 4 (f).

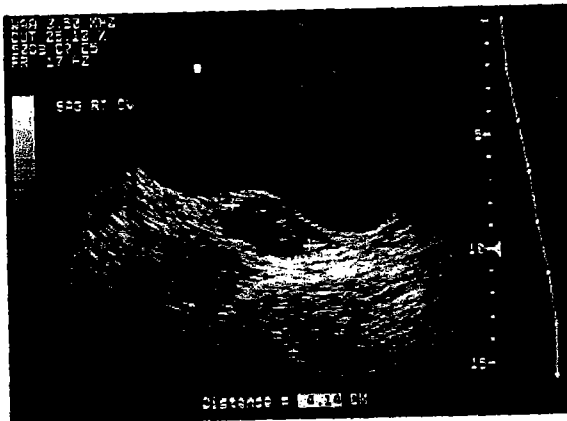


(a) Imej paras kelabu bagi sista ovari.

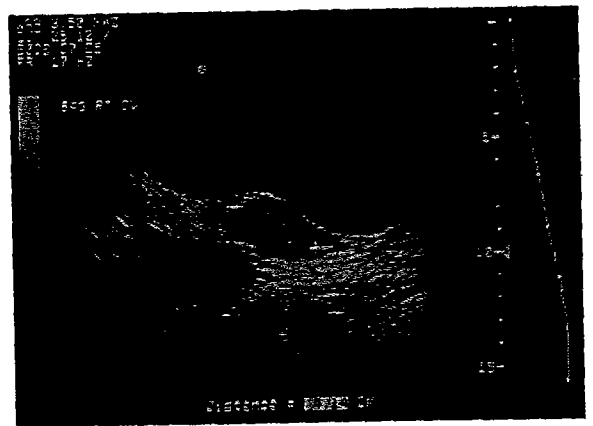
Maximum Histogram = 40577 at Gray Level =



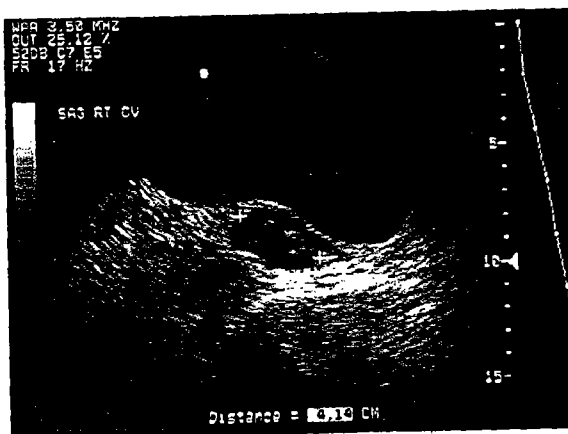
(b) Histogram bagi imej dalam Rajah 1 (a)



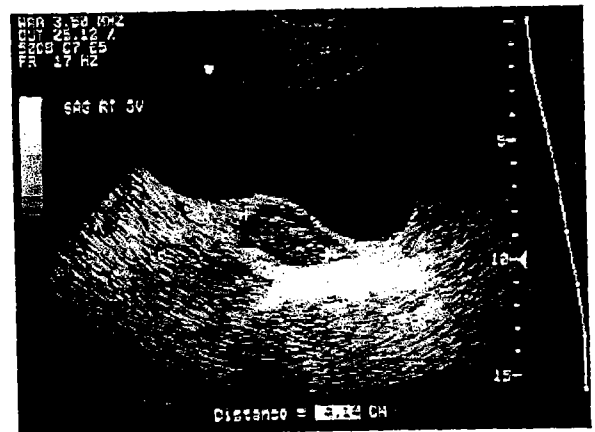
(c) Imej sista ovari dipseudowarnakan menggunakan Pseudo 1.



(d) Imej sista ovari dipseudowarnakan menggunakan Pseudo 2



(e) Imej sista ovari dipseudowarnakan menggunakan Pseudo 3.

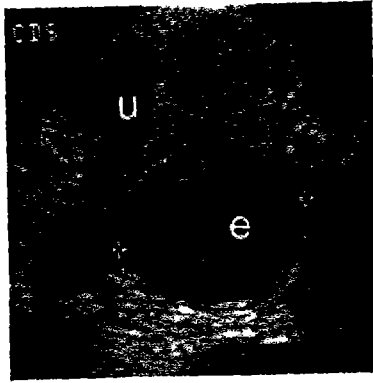


(f) Imej sista ovari dipseudowarnakan menggunakan Pseudo 4.

Rajah 4 Imej paras kelabu dan imej yang dipseudowarnakan bagi sista ovari.

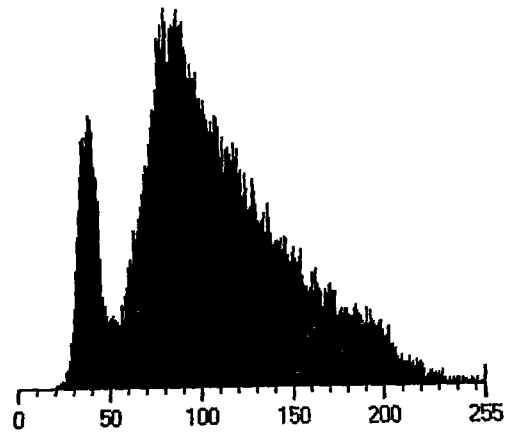
7.3 Keputusan pewarnaan-pseudo diaplikasikan bersama-sama dengan teknik-teknik peningkatan imej yang lain.

Rajah 5 (a) menunjukkan imej ultrasound bagi endometriomas yang terletak dibahagian belakang uterus. Ketumbuhan sista ini kelihatan bulat dan mengandungi partikel-partikel seperti darah dan darah beku. Partikel-partikel darah kelihatan gelap (hypoechoic) manakala darah beku yang kelihatan 'echogenic'. Rajah 5 (b) merupakan histogram bagi imej pada Rajah 5 (a) menunjukkan kontras imej tersebut yang kurang baik. Oleh itu, kaedah penyebaran kontras digunakan sebagai langkah pembaikan kontras. Rajah 5 (d) merupakan histogram yang menunjukkan peningkatan kontras imej yang telah diproses. Imej yang telah terproses menggunakan penyebaran kontras ini (lihat Rajah 5 (c) kemudiannya dipseudowarnakan menggunakan Pseudo 3. Menggunakan pewarnaan-pseudo (lihat Rajah 5 (e)), partikel-partikel darah yang kelihatan agak gelap (hypoechoic) dapat dibezakan daripada bahagian darah beku yang 'echogenic' dengan menggunakan warna yang berbeza.

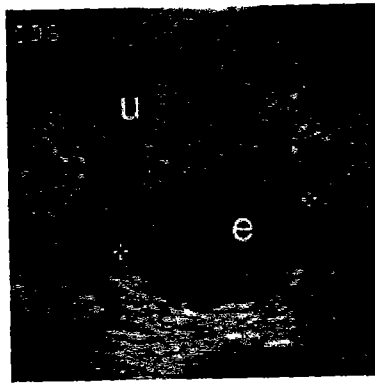


Rajah 5 (a) Imej asal bagi endometriomas yang teretak di belakang (posterior) uterus.

Maximum Histogram = 486 at Gray Level = 82

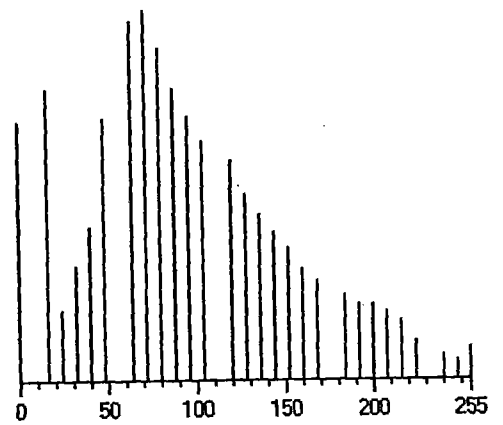


Rajah 5 (b) Histogram bagi imej asal endometriomas dalam Rajah 2 (a)

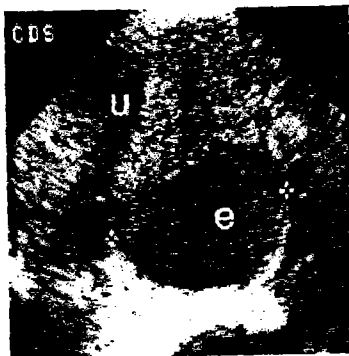


Rajah 5 (c) Image diproses menggunakan Penyebaran Kontras

Maximum Histogram = 3265 at Gray Level = 72



Rajah 5 (d) Histogram bagi imej yang diproses menggunakan Penyebaran Kontras



Rajah 5 (e) Imej diproses menggunakan Penyebaran Kontras dan diikuti dengan pewarnaan pseudo.

Rajah 5 Imej paras kelabu dan imej yang dipseudowarnakan bagi endometriomas.

8. KESIMPULAN

Ringkasnya, sistem berasaskan komputer turut boleh digunakan dalam aplikasi klinikal. Sistem ultrasound dan antaramuka pemprosesan imej berwarna pula membolehkan peningkatan dan pewarnaan imej. Pewarnaan telah berjaya dilakukan ke atas imej ultrasound yang diperolehi daripada sistem dan juga imej yang diperolehi daripada stesyen kerja bagi fantom multi-tisu bagi kegunaan umum. Secara praktikal pemprosesan warna ini dapat diaplikasikan ke atas imej klinikal khusus bagi aplikasi ginekologi daripada imej yang diperolehi daripada sistem ultrasound yang dibangunkan dan juga daripada internet. Sistem ultrasound berasaskan komputer tidak menyukarkan pengesanan kawasan yang berlainan densiti seperti kawasan '*anechoic*' dan kawasan '*hyperechoic*'.

Pewarnaan-pseudo merupakan suatu teknik yang sukar untuk diaplikasikan ke atas imej ultrasound. Ini disebabkan imej ultrasound mempunyai taburan intensiti yang berterabur berbanding imej bagi sinat-X dan Tomografi berbantu komputer. Tambahan lagi teknik ini cuba di aplikasikan ke atas imej ginekologi uterus dan ovari yang mempunyai struktur yang berubah-ubah sepanjang kitaran haid. Oleh itu suatu pemetaan yang teliti telah cuba dilakukan dengan mengekalkan pertambahan lar (luminance) imej berwarna sejajar dengan pertambahan intensiti imej paras kelabu. Dengan itu, kehilangan maklumat asal dapat dielakkan.

Tujuan pengkajian ini adalah untuk menilai keberkesanan pewarnaan-pseudo ke atas imej ultrasound bagi organ ovari dan uterus. Lebih banyak peningkatan kontras diperhatikan dalam imej berwarna berbanding imej paras kelabu. Peningkatan ini akan membantu pemerhati yang terdiri daripada para doktor dan ahli radiologi bagi mengenalpasti struktur organ samada normal atau abnormal. Tumpuan diberikan dalam membezakan kawasan '*anechoic*' dan '*hypoechoic*' daripada kawasan-kawasan lain seperti '*echogenic*', '*moderately echogenic*', '*echogenic*' (*iso-echogenic*) dan '*hyperechoic*'. Intensiti atau lar bagi imej keluaran dipetakan agar meningkat sejajar dengan peningkatan intensiti imej paras kelabu masukan bagi mengelakkan kehilangan maklumat. Pewarnaan ini bukan sahaja bertujuan bagi pencirian jenis-jenis gema dalam imej ultrasound agar

memperjelaskan perbezaan galangan antara tisu-tisu yang berbeza, tetapi juga bagi tujuan peningkatan penvisualan. Ini memandangkan terdapat kajian yang menunjukkan mata manusia mempunyai lebih sensitiviti terhadap imej berwarna berbanding dengan paras kelabu.

Pewarnaan-pseudo membolehkan kawasan 'hyperechoic' dibezakan daripada kawasan 'anechoic' dengan menggunakan warna yang berbeza, serta membantu bagi membezakan kawasan sista dan kawasan bukan sista. Kombinasi pewarnaan-pseudo dengan teknik-teknik peningkatan imej yang lain dapat membantu memperjelaskan imej ultrasound sebelum pewarnaan-pseudo diaplikasikan. Pertumbuhan kawasan secara titik benih sukar diaplikasikan ke atas sista kompleks yang heterogenous, tidak mempunyai pinggir yang jelas dan mempunyai taburan intensiti yang tidak teratur. Ini disebabkan jika teknik ini diaplikasikan ke atas sista kompleks ini, ia akan turut mengesan sempadan bagi kawasan yang tidak disyaki. Oleh itu, bagi kes sebegini penggunaan pewarnaan-pseudo adalah memadai kerana corak gema yang berbeza dapat dibezakan dengan warna yang berbeza.

RUJUKAN

Gonzalez, R. C. & Wood, R. E. (2002), *Digital Image Processing*, Prentice Hall, Pearson Education International.

Lehmann, T. M., Kaser, A. & Regges, R. (1997). A simple parametric equation for pseudocoloring grey scale images keeping their original brightness progression. *Image and Vision Computing*, 15251-257.

Levkowitz, Herman, H. & G. T., (1993), "GLHS: A generalized lightness, Hue, and Saturation color model", *CVGIP: Graphical Models Image Process* 55 (4), 271-285.

Murillo, G. E. D. (1996). High Tech Medical Projects: Ultrasound Color Processing and tissue characterization Color Based Ultrasound CAD (Computer Aided Detection System). URL <http://www.drgdiaz.com/index.shtml>

Parker, J. R. (1994), *Practical Computer Vision using C*, John Wiley & Sons.

Pitas, I. (1999). *Digital Image Processing Algorithms and Application*, New York: John Wiley & Sons, Inc., 166-167.

Pratt, W. K. 1991. *Digital Image Processing*. New York: John Wiley & Sons.

Rusev, R. (2003). A Module for Visualisation and Analysis of Digital Images in DICOM File Format. *International Conference on Computer Systems and Technologies – CompSysTech'2003*.

Silva, A. C., Carvalho, P. C. P. & Gattas, M. (27 May 2002). Visualization of density variation in Lung nodules. *Preprint submitted to Medical Image Analysis - Elsevier Science*.



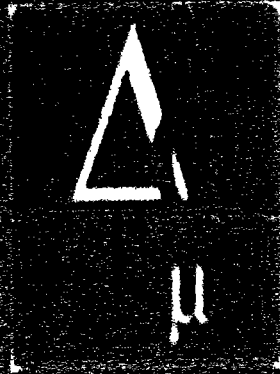
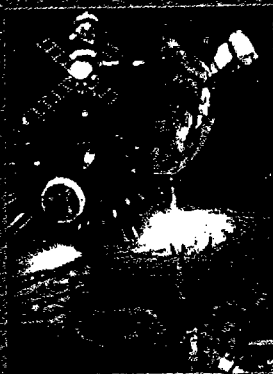
MALAYSIAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CONGRESS 2003

SOUVENIR PROGRAMME AND ABSTRACTS

THEME:

"MALAYSIA: REGIONAL HUB FOR S&T EXCELLENCE"

Technical Programme comprises the following Modules:



Biology
Chemistry
Physics
Mathematics



Medical Sciences
Engineering Sciences

ICT
Agricultural Sciences
Earth Sciences



DATE :
23- 25
SEPTEMBER 2003

VENUE :
CITITEL,
MIDVALLEY,
KUALA LUMPUR



Organised by
Confederation of Scientific and Technological Associations in Malaysia (COSTAM)



Supervised by
Ministry of Science, Technology, and the Environment Malaysia (MESTE)

in collaboration with
Ministries and other Government Institutions, Universities and Institutes of Higher Learning, Research and Development Institutes, Professional Scientific and Technological Associations, and the Corporate Sector.