

**PENKONTURAN GARIS SEMPADAN WAJAH MANUSIA  
MENGUNAKAN MODEL KONTUR AKTIF**

**HARYANTI BINTI SHAHLAN**

**Laporan projek ini dikemukakan  
sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat  
penganugerahan Ijazah Sarjana Sains (Sains Komputer)**

**Fakulti Sains Komputer dan Sistem Maklumat  
Universiti Teknologi Malaysia**

**APRIL, 2005**

*Istimewa buat suami  
dan keluarga disayangi*

## PENGHARGAAN

*Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Penyayang.*

Alhamdulillah, bersyukur ke hadrat Ilahi kerana dengan limpah kurnia dan kasih sayangNya, saya dapat menyiapkan laporan bagi projek ini mengikut masa yang telah ditetapkan dengan sebaiknya.

Jutaan terima kasih saya tujukan buat Prof. Madya Dr. Dzulkifli Bin Mohamad selaku penasihat dan penyelia bagi projek ini yang telah banyak memberi bimbingan dan tunjuk ajar berkenaan konsep pengekstrakan dan pengkonturan wajah di dalam komputer grafik sepanjang saya menjalankan projek ini.

Paling istimewa sekali, penghargaan ini saya rakamkan khusus buat kedua ibu bapa, mertua serta keluarga dikasihi yang tidak pernah jemu memberi sokongan dan nasihat yang berguna kepada saya. Tidak dilupakan suami tercinta yang banyak memberi dorongan dan semangat yang berterusan. Malah penghargaan ini juga ditujukan khas buat semua teman seperjuangan yang sentiasa memberi bantuan dan galakan yang tidak berbelah-bagi. Semoga segala pengorbanan dan bantuan yang anda semua berikan sama ada secara langsung mahupun tidak langsung akan mendapat keberkatan dan keredhaan serta rahmat dari Allah S.W.T di dunia dan juga di akhirat.

## ABSTRAK

Aplikasi ini dibina khusus untuk mengkonturkan garis sempadan wajah manusia dari sebuah imej wajah berskala kelabu dan berwarna. Kawasan sempadan wajah yang telah dikonturkan akan mengandungi ciri-ciri wajah seperti dahi, kening, mata, hidung, pipi, mulut dan dagu. Proses pengkonturan ini melibatkan penggunaan kaedah Model Kontur Aktif atau Pembentukan Snake (*Snake Deformable*). Aplikasi ini membenarkan pengguna memilih dua bidang vektor iaitu *Standard Vector Field (SVF)* dan *Gradient Vector Field (GVF)*. Kedua-dua bidang vektor ini menghasilkan bentuk output kontur yang berbeza. GVF dapat mengatasi masalah kelemahan jarak tangkapan yang dialami oleh SVF. Oleh itu masa yang diambil untuk meyelarkan kontur aktif adalah lebih minima. Walau bagaimanapun, hasil pengkonturan SVF adalah lebih baik berbanding dengan GVF. Aplikasi ini turut membenarkan pengguna untuk meletakkan sendiri garisan awalan kontur aktif serta memasukkan nilai parameter kontur aktif yang terdiri dari daya tegangan ( $\alpha$ ), daya tegasan ( $\beta$ ), langkah saiz ( $\gamma$ ), pemberat daya luaran ( $\kappa$ ), jarak maksimum titik ( $D_{max}$ ), jarak minimum titik ( $D_{min}$ ) dan jumlah lelaran kontur.

## ABSTRACT

The development of this application is especially to contour the human frontal face boundary from colour or grayscale level image. Facial boundary contoured includes facial features like forehead, eyebrows, eyes, nose, cheek, mouth and chin. The contouring process determine by adapting Active Contour Model or known as Snake Deformable. The application allows users to choose two vector field named as *Standard Vector Field* (SVF) and *Gradient Vector Flow* (GVF). These two vector field gives differential contour output form. GVF can improve the capture range of the image force that suffers by SVF. Thereby, it can reduce number of snake iterations. However, the result of SVF contour is much better than GVF. Users also allowed setting the initial active contour and key in active contour parametric value such as tension force ( $\alpha$ ), rigidity force ( $\beta$ ), step size ( $\gamma$ ), external force weight ( $\kappa$ ), maximum distance point ( $D_{max}$ ), minimum distance point ( $D_{min}$ ) and number of iterations.

## ISI KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>JUDUL</b>	
	<b>PENGAKUAN</b>	<b>ii</b>
	<b>DEDIKASI</b>	<b>iii</b>
	<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iv</b>
	<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
	<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
	<b>ISI KANDUNGAN</b>	<b>vii</b>
	<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>xii</b>
	<b>SENARAI GAMBARAJAH</b>	<b>xiii</b>
	<b>SENARAI GAMBAR</b>	<b>xvi</b>
	<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>xvii</b>
	<b>SENARAI ISTILAH</b>	<b>xviii</b>
	<b>SENARAI SIMBOL</b>	<b>xix</b>
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	<b>xx</b>
<b>BAB I</b>	<b>Pengenalan</b>	
	1.1 Pengenalan Projek	1
	1.2 Penyataan Masalah	3

1.2.1	Pengisytiharaan Garis Awalan	4
1.2.2	Kedudukan dan Bilangan Titik Vertis	5
1.2.3	Bilangan Lelaran yang Besar	6
1.2.4	Hasil Konturan yang Tidak diingini	6
1.2.5	Kombinasi Parameter Kontur Aktif	6
1.3	Matlamat Projek	7
1.4	Objektif Projek	7
1.5	Skop Projek	8
1.6	Perancangan Projek	8

## **BAB II      KAJIAN LITERATUR**

2.1	Pengenalan	9
2.2	Definisi Istilah-istilah di dalam Pengecaman Wajah	10
2.2.1	<i>Face Detection</i>	10
2.2.2	<i>Face Feature Detection</i>	10
2.2.3	<i>Face Contouring</i>	11
2.2.4	<i>Face Localization</i>	11
2.2.5	<i>Face Tracking</i>	11
2.2.6	<i>Face Verification</i>	11
2.2.7	<i>Face Recognition</i> atau <i>Face Identification</i>	12
2.3	Teknik Pengesanan Sisi dan Penambahan Sisi	12
2.3.1	Operator Gradient	13
2.3.2	Operator Laplacian	15
2.3.3	Proses Ambang ( <i>Thresholding</i> )	17
2.3.4	Operator Canny	18
2.4	Pengenalan Kontur Aktif	21
2.5	Kajian Imej Gambar	25
2.6	Kajian Aplikasi Sedia Ada	29

2.6.1	Pengkonturan Contoh Paleontologikal	29
2.6.1.1	Senibina Model-View Controller (MVC)	30
2.6.1.2	Antaramuka Pengguna Aplikasi Contoh Paleontologikal	32
2.6.2	Pengkonturan Bahagian Organ Dalaman	33
2.6.3	Pengkonturan Imej Telinga Tengah	35
2.6.4	Pengkonturan Kawasan Kepala ( <i>Snake Eyes</i> )	38

### **BAB III      PENGKONTURAN MENGGUNAKAN SNAKE**

3.1	Pengenalan	39
3.2	Model Snake Parametrik	41
3.2.1	Daya Dalaman ( <i>Internal Force</i> )	44
3.2.2	Daya Luaran ( <i>External Force</i> )	45
3.2.3	Daya Kekangan ( <i>Constraint Force</i> )	47
3.3	Snake Gradient Vector Flow	49
3.3.1	Peta Sisi ( <i>Edge Map</i> )	50
3.3.2	Gradient Vector Flow	50
3.3.3	Proses Re-Sampling	54
3.3.4	Parametrik Kontur Diskret	55

### **BAB IV      METODOLOGI**

4.1	Pengenalan	59
4.2	Metodologi Aplikasi	60
4.2.1	Proses Input	61
4.2.2	Proses Pengesanan Sisi dan Kaburan Imej	61



4.2.3	Proses Pengkonturan	62
4.2.4	Proses Output	66
4.3	Fasa Pembangunan Aplikasi	66
4.3.1	Fasa Penyiasatan Awal	67
4.3.2	Fasa Analisa dan Literatur	67
4.3.3	Fasa Rekabentuk Aplikasi	68
4.3.4	Fasa Implementasi dan Pengujian Aplikasi	69
4.3.5	Fasa Perbandingan dan Kesimpulan	69
4.4	Spesifikasi Imej Wajah	69
4.5	Keperluan Perisian dan Perkakasan	71
4.5.1	Spesifikasi Perisian	71
4.5.1.1	MATLAB	71
4.5.1.2	Microsoft Paint	72
4.5.1.3	Adobe Photoshop 5.5	72
4.5.1.4	Microsoft Project 2000	73
4.5.1.5	Microsoft Word 2002	73
4.5.2	Spesifikasi Perkakasan	73

## **BAB V REKABENTUK APLIKASI**

5.1	Pengenalan	75
5.2	Pembahagian Tetingkap Aplikasi	76
5.2.1	Tetingkap Pertama	76
5.2.2	Tetingkap Kedua	76
5.2.3	Tetingkap Ketiga	77
5.2.4	Tetingkap Keempat	77
5.3	Hirarki Tetingkap Aplikasi	78
5.4	Cartalir Tetingkap Aplikasi	79
5.5	Antaramuka Pengguna Tetingkap Aplikasi	84

## **BAB VI HASIL DAN IMPLEMENTASI**

6.1	Pengenalan	87
6.2	Pembangunan dan Pengaturcaraan Aplikasi	87
6.3	Implementasi Aplikasi Kontur Wajah	88
6.3.1	Pengesanan Sisi Imej Wajah	90
6.3.2	Parameter Sigma	90
6.4	Perbandingan Hasil Implementasi	93
6.4.1	Peta Daya Luaran	93
6.4.1.1	Peta Daya Luaran SVF	93
6.4.1.2	Peta Daya Luaran GVF	94
6.4.2	Parameter Kontur Aktif	97
6.4.3	Garis Awal Kontur Aktif	98
6.4.4	Contoh Pengujian Pengkonturan Snakes	98
6.4.4.1	Pengkonturan Snakes SVF	99
6.4.4.2	Pengkonturan Snakes GVF	103
6.5	Rumusan Pengkonturan SVF dan GVF	107
6.6	Perbandingan Aplikasi Kontur Wajah & Aplikasi Sedia Ada	109
6.6.1	Bilangan Titik Vertis	109
6.6.2	Kedudukan Garis Awal Kontur Aktif	110
6.6.3	Nilai Parametrik Kontur Aktif	110
6.6.4	Bilangan Lelaran Pengkonturan	111

## **BAB VII KESIMPULAN**

7.1	Kesimpulan	112
-----	------------	-----

<b>RUJUKAN</b>	<b>115</b>
----------------	------------

<b>LAMPIRAN</b>	
-----------------	--

## **SENARAI JADUAL**

<b>NO. JADUAL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
6.1	Jadual ringkas 5 contoh yang diuji ke atas SVF dan GVF	98
6.2	Perbandingan lelaran dan hasil bagi 5 contoh SVF dan GVF	107

## SENARAI GAMBARAJAH

NO. GAMBARAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Fungsian LOG (kiri) kedudukan penyilangan (kanan) intensiti fungsian imej	16
2.2	Carian minimum jiran setempat algoritma greedy	30
2.3	Senibina Model-View-Controller (MVC)	31
2.4	Senibina Model Terpisah	31
2.5	Antaramuka pengguna Aplikasi Contoh Paleontologikal	32
2.6	Hasil pengkonturan contoh paleontologikal (a) $\alpha = 0.2$ , $\beta = 0.8$ , $\gamma = 1.5$ dan (b) $\alpha = 0.4$ , $\beta = 0.6$ , $\gamma = 0.5$	32
2.7	Antaramuka pengguna memilih imej untuk dikonturkan	33
2.8	Paparan masukkan nilai parameter kontur aktif	34
2.9	(a) Garis awalan kontur aktif mengikut bentuk sempadan, (b) Proses pengkonturan dan (c) Hasil pengkonturan GVF organ dada	34
2.10	Imej dataset histologikal telinga tengah manusia	35
2.11	Kedudukan Malleus dan Incus dari imej histologikal	36
2.12	Perbandingan hasil pengkonturan gradient dan GVF bagi imej Malleus (a) Garis awalan kontur yang terletak jauh dari garis sempadan, (b) Hasil pengkonturan gradient yang gagal memusat ke garis sempadan dan (c) Hasil pengkonturan GVF yang berjaya memusat ke garis sempadan	36
2.13	Imej dataset MRM telinga tengah manusia	37

2.14	Hasil pengkonturan kawasan Cavity 3 (a) Garis awalan kontur warna putih, (b) Hasil kontur menggunakan Kontur Dinamik Diskret dan (c) Hasil kontur menggunakan Parametrik Kontur Aktif	37
2.15	Garis awalan kontur aktif Aplikasi <i>Snakes Eyes</i>	38
2.16	Hasil pengkonturan kawasan kepala manusia	38
5.1	Lakaran Antaramuka Tetingkap Pertama	84
5.2	Lakaran Antaramuka Tetingkap Kedua	85
5.3	Lakaran Antaramuka Tetingkap Ketiga	85
5.4	Lakaran Antaramuka Tetingkap Keempat	86
6.1	Hasil Antaramuka Tetingkap Pertama	88
6.2	Hasil Antaramuka Tetingkap Kedua	89
6.3	Kekotak Dialog buka Imej Wajah	89
6.4	(a) Imej wajah gradient dan (b) Imej wajah tanpa gradient	90
6.5	Contoh imej wajah gradient dengan nilai (a) $\sigma = 1$ , (b) $\sigma = 2$ dan (c) $\sigma = 3$	91
6.6	Contoh imej wajah tanpa gradient dengan nilai (a) $\sigma = 1$ , (b) $\sigma = 2$ dan (c) $\sigma = 3$	91
6.7	Hasil Antaramuka Tetingkap Ketiga	92
6.8	Hasil Antaramuka Tetingkap Keempat	92
6.9	Peta daya luaran SVF dengan (a) vektor normal, (b) vektor tidak normal; GVF dengan (c) vektor normal dan (d) vektor tidak normal	94
6.10	Peta vektor daya luaran yang dihasilkan oleh GVF dengan $\mu$ (a) 0.01, (b) 0.05 dan (c) 0.2	95
6.11	Peta vektor daya luaran yang dihasilkan oleh GVF dengan lelaran (a) 5, (b) 40, (c) 80 dan (d) 100	96
6.12	Contoh Pertama hasil SVF (a) Garisan awalan kontur aktif (b) Lelaran kali pertama (c) Lelaran kali kedua	99
6.13	Contoh Kedua hasil SVF (a) Garisan awalan kontur aktif, (b) Lelaran pertama, (c) Lelaran kedua, (d) Lelaran ketiga dan (e) Hasil kontur	100

6.14	Contoh Ketiga hasil SVF (a) Garisan awalan kontur aktif, (b) Lelaran pertama dan (c) Lelaran kedua	101
6.15	Contoh Keempat hasil SVF (a) Garisan awalan kontur aktif, (b) Lelaran pertama dan (c) Lelaran kedua	102
6.16	Contoh Kelima hasil SVF (a) Garisan awalan kontur aktif, (b) Lelaran pertama, (c) Lelaran kedua, (d) Lelaran ketiga dan (e) Hasil kontur	102
6.17	Contoh Pertama hasil GVF (a) Garisan awalan kontur aktif, (b) Lelaran kali pertama (c) Lelaran kali kedua	103
6.18	Contoh Kedua hasil GVF (a) Garisan awalan kontur aktif, (b) Lelaran pertama, (c) Lelaran kedua dan (d) Hasil kontur	104
6.19	Contoh Ketiga hasil GVF (a) Garisan awalan kontur aktif, (b) Lelaran pertama, (c) Lelaran kedua dan (d) Hasil kontur	105
6.20	Contoh Keempat hasil GVF (a) Garisan awalan kontur aktif dan (b) Lelaran pertama	105
6.21	Contoh Kelima hasil GVF (a) Garisan awalan kontur aktif, (b) Lelaran pertama, (c) Lelaran kedua, (d) Lelaran ketiga dan (e) Hasil kontur	106

## SENARAI GAMBAR

NO. GAMBAR	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Contoh hasil gradient Operator Sobel (a) Sebelum dan (b) Selepas	20
2.2	Contoh hasil Operator Laplace (a) Sebelum dan (b) Selepas	20
2.3	Contoh hasil Operator Canny (a) Sebelum dan (b) Selepas	20
2.4	Contoh hasil sebelum dan selepas proses ambang	20
2.5	Gambar wajah berukuran passport	25
2.6	Kualiti gambar yang kurang memuaskan	26
2.7	Gambar yang menyukarkan proses pengesanan mata (a) Rambut menutupi sebahagian kawasan mata dan (b) Kawasan mata dilindungi cermin mata	26
2.8	(a) Lakaran kartun yang tidak dianggap sebagai imej wajah manusia sebenar dan (b) Gambar alam semulajadi	27
2.9	Pelbagai wajah di sudut dan ragam yang berbeza	27
2.10	Pertindihan wajah di dalam sebuah gambar yang terdiri dari pelbagai wajah	28
2.11	Kedudukan wajah yang terlalu jauh dan terlindung	28
4.1	Contoh imej berwarna yang dibenarkan untuk pengkonturan (a) imej wajah lelaki dan (b) imej wajah wanita	70

## SENARAI RAJAH

<b>NO. RAJAH</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
4.1	Konsep Umum Metodologi	61
4.2	Cartalir Metodologi	64
5.1	Hirarki Aplikasi Kontur Wajah	78
5.2	Cartalir Tetingkap Pertama	80
5.3	Cartalir Tetingkap Kedua	81
5.4	Cartalir Tetingkap Ketiga	82
5.5	Cartalir Tetingkap Keempat	83



## SENARAI ISTILAH

2-D	-	Dua Dimensi
BMP	-	<i>Bitmap</i>
CPU	-	<i>Computer Processor Unit</i>
GB	-	<i>Gigabyte</i>
GIS	-	<i>Geographic Information System</i>
GPP	-	Gradient Plus Pressure
GVF	-	Gradient Vector Flow
KW	-	Kontur Wajah
LOG	-	Laplacian of Gaussian
MB	-	<i>Megabyte</i>
MRM	-	<i>Magnetic Resonance Microscopy</i>
PDF	-	<i>Probability Density Function</i>
PGM	-	<i>Portable Gray Magnitud</i>
PTT	-	Pengkonturan Telinga Tengah
SVF	-	Standard Vector Field

## SENARAI SIMBOL

$\alpha$	-	Tegangan
$\beta$	-	Tegasan
$\gamma$	-	Langkah saiz dalam satu proses lelaran
$\kappa$	-	Pemberat daya luaran
$\mu$	-	Parameter pemberat GVF
$\sigma$	-	Parameter pemberat kaburan Gaussian
$\nabla$	-	Operator Gradient
$\Delta$	-	Perubahan
$E$	-	Tenaga
$F$	-	Daya
$I$	-	Imej
$T$	-	Nilai ambang ( <i>thresholding</i> )
$G$	-	Gaussian
$d$	-	Jarak
$v$	-	Titik vertis
$s$	-	Kelengkungan ( <i>spline</i> )
$n$	-	Unit normal vektor
$t$	-	Masa
$mag$	-	Magnitud

## SENARAI LAMPIRAN

### LAMPIRAN

### TAJUK

- |   |  |
|---|--|
| A | Perancangan Projek Sarjana I   |
| B | Perancangan Projek Sarjana II  |
| C | Contoh Imej Input Wajah yang dibenarkan  |
| D | Contoh Imej Wajah yang Berjaya dikonturkan   |
| E | Hasil SVF dan GVF bagi Aplikasi PTT Berdasarkan<br>Bilangan Titik Vertis Garisan Kontur Aktif        |
| F | Hasil SVF Bagi Aplikasi PTT Berdasarkan<br>Kedudukan Garisan Awal Kontur Aktif                       |
| G | Jadual Perbezaan Bilangan Lelaran SVF dan GVF<br>Bagi Imej Malleus ( <i>Slice 196</i> ) Aplikasi PTT |

# **BAB I**

## **PENGENALAN**

### **1.1 Pengenalan Projek**

Pemrosesan imej digital dan video semakin hari semakin berkembang di dalam era maklumat multimedia. Malah penganalisaan visual yang paling mencabar ialah untuk memahami dan mengecam sesebuah objek. Pengekstrakan sempadan objek yang terdapat di dalam imej merupakan salah satu masalah penting dalam pemrosesan imej. Pelbagai pendekatan matematik dan pengkomputeran telah dicadangkan untuk menyelesaikan permasalahan segmentasi. Salah satu dari pendekatan tersebut ialah Model Kontur Aktif dan telah digunakan dalam membangunkan aplikasi ini. Kontur Aktif atau Snakes [11] merupakan teknik aras tinggi yang dapat mengatasi banyak masalah teknik pemrosesan imej aras rendah yang terhad dengan menggunakan maklumat sempadan sebagai sebahagian dari prosidur pengoptimuman. Kontur aktif adalah kontur meminimalkan tenaga yang secara umumnya melibatkan titik vertis yang bersambungan dan dikawal oleh terma tenaga. Terdapat terma daya yang berhubungan dengan terma tenaga ini iaitu daya dalaman dan daya luaran. Daya dalaman dihasilkan berdasarkan kepada bentuk setempat kontur yang akan memelihara kelicinan kontur. Daya luaran yang memandu kontur aktif ke sempadan pula adalah berdasarkan maklumat imej (yang diperolehi dengan menggunakan sebarang teknik pengesan sisi). Interaksi dengan terma daya menyebabkan kontur aktif untuk mengembang dari kedudukan awalnya (yang dilukis

oleh pengguna dengan tetikus) dan ia akan terus memusat ke kedudukan yang optima (contohnya sempadan) setelah daya-daya seimbang antara satu sama lain.

Kontur aktif telah digunakan secara meluas dalam bidang segmentasi imej dan pelbagai pendekatan alternatif telah diwartakan untuk mempertingkatkan lagi hasil yang bakal diperolehi seperti Model Pembentukan Geometri [20], Kontur Aktif Geometri [16], Kontur Dinamik Diskret [15] dan Gradient Vector Flow [26]. Kontur aktif telah digunakan dikebanyakan bidang antaranya permodelan imej perubatan seperti x-ray, angiografi dan ultra-bunyi. Tujuannya untuk mengesan dan visualisasi struktur anatomi seperti otak, jantung, hati, paru-paru dan sebagainya. Selain itu, kontur aktif juga telah diaplikasikan di dalam bidang geografi (seperti mengesan kawasan bentuk mukabumi contohnya tasik, sungai dan bukit bukau), bidang ketenteraan (mengesan kedudukan peluru berpandu), bidang astronomi (mengesan struktur dan kedudukan bintang-bintang baru dan komet) dan bidang pemprosesan imej grafik contohnya mengecap jari, mengesan kedudukan sempadan dan pelbagai bentuk imej seperti kunci, jarum, jam, kereta, bangunan dan sebagainya.

Aktif kontur yang digunakan di dalam pembangunan aplikasi ini menggunakan dua jenis daya luaran yang berbeza iaitu Standard Vector Field (SVF) dan Gradient Vector Flow (GVF). Snake tradisional atau SVF ialah bidang vektor yang menggunakan gradient sendiri sebagai faktor daya luaran bagi snake. Penggunaan gradient sahaja akan menyebabkan kontur menghadapi masalah jarak tangkapan yang lemah. Oleh itu GVF digunakan untuk memperbaiki kelemahan jarak tangkapan daya imej. GVF dapat mengurangkan masa lelaran yang banyak diambil oleh SVF ketika mendapatkan hasil pengkonturan. Penyelesaian vektor GVF melibatkan kombinasi Laplacian dan terma gradient di samping faktor pembentukan (*bending*) digunakan untuk mengawal perhubungan di antaranya.

Antara tujuan utama aplikasi ini selain dari membangunkan aplikasi yang dapat mengkonturkan garis sempadan wajah manusia yang dikehendaki, ialah untuk membuat kesimpulan melalui perbandingan hasil persembahan kontur aktif yang menggunakan SVF serta GVF.

## 1.2 Penyataan Masalah

Gambar individu atau berkumpulan yang diambil biasanya di dalam sudut dan bentuk ragam gaya yang pelbagai. Ini menyukarkan pihak tertentu untuk mengecam wajah individu yang dikehendaki walaupun dinilai secara mata kasar memandangkan gambar tersebut diambil terlalu jauh (*zoom-out*), terlalu dekat (*zoom-in*), imej wajah yang bertindih dengan wajah-wajah yang lain serta mempunyai kualiti yang tidak memuaskan ekoran dari kesan pencahayaan dan sudut orientasi. Berdasarkan permasalahan ini, sebuah prototaip aplikasi dibangunkan untuk memudahkan pihak tersebut mengekstrak ciri-ciri wajah individu manusia yang terdiri daripada kening, mata, hidung, mulut, pipi, dagu dan dahi.

Sebagai contoh, terdapat sebuah imej yang memuatkan wajah individu yang dikehendaki. Oleh kerana imej itu mempunyai kualiti yang tidak memuaskan, pihak yang terlibat sukar untuk membuat penganalisan terhadap imej tersebut. Ketika ini, teknik pengekstrakan boleh dilakukan dengan mengekstrak kawasan sempadan wajah yang dikehendaki. Hasil pengekstrakan yang diperolehi itu boleh dibaik pulih dan diperbesarkan mengikut saiz yang bersesuaian supaya imej menjadi lebih jelas dan ciri-ciri wajah didapati boleh diklasifikasikan. Terdapat pelbagai cara pengekstrakan menggunakan teknik-teknik yang berbeza. Antaranya ialah kaedah Pemisahan Ciri Bayesian [3], Adaptive Hough Transform [22], Teknik Eigenface [25] dan sebagainya. Hasil pengekstrakan teknik dan kaedah yang disebut ini biasanya dalam bentuk kekotak yang mengandungi ciri-ciri wajah.

Teknik pengkonturan Model Kontur Aktif [11] juga merupakan salah satu dari kaedah pengestrakan. Hasil yang diperolehi bukan dalam bentuk kekotak tetapi adalah garisan yang mengekori sempadan kawasan yang diinginkan. Garis sempadan boleh termasuk keseluruhan kepala manusia (pengkonturan luaran) atau hanya melibatkan kawasan raut wajah yang mengandungi ciri-ciri wajah (pengkonturan dalaman iaitu tidak termasuk rambut, telinga dan leher).

Pengkonturan Model Kontur Aktif atau Snake adalah sebuah teknik yang agak mudah jika dibandingkan dengan teknik atau kaedah yang lain. Secara umumnya, ia dikenali sebagai teknik meminimakan tenaga lengkungan (*spline*). Tenaga snake adalah bergantung kepada bentuk lengkungannya sendiri serta kedudukannya di dalam sesebuah imej. Secara tradisionalnya, snake tidak dapat menyelesaikan semua masalah dalam mencari kawasan yang hendak dikonturkan di dalam imej. Oleh itu, ia memerlukan bantuan mekanisma lain seperti interaksi antara pengguna dengan imej dan maklumat imej itu sendiri. Berikut adalah antara pernyataan masalah menggunakan Model Kontur Aktif secara tradisional:

### **1.2.1 Pengisytiharan Garis Awalan**

Snake tradisional memerlukan pengguna meletakkan terlebih dahulu garis awalan kontur aktif pada kawasan sempadan imej yang dikehendaki. Garis awalan ini boleh diletakkan ketika interaksi pengguna dengan antaramuka aplikasi. Pengguna akan memplotkan titik-titik vertis pada imej dan titik tersebut akan bersambungan membentuk garis awalan. Cara pemplotan ini amat bersesuaian sekiranya imej mempunyai bentuk yang tidak tetap dan pelbagai. Sekiranya imej-imej yang hendak dikontur mempunyai bentuk dan saiz yang tetap, pembangun boleh menetapkan bentuk garis awalan (seperti bentuk segiempat atau bulat) terlebih dahulu ketika pengaturcaraan aplikasi. Oleh itu, pengguna tidak perlu memplotkan titik vertis sebelum mengkonturkan imej.

Bagaimanapun bagi prototaip aplikasi yang dibangunkan ini, pembangun telah menyediakan kemudahan memplotkan garis awalan kontur pada imej. Ini adalah kerana, raut wajah manusia yang hendak dikonturkan mempunyai bentuk muka yang tidak sama. Ada wajah yang berbentuk bulat, bujur sireh dan juga bersegi. Oleh itu, adalah lebih baik pengguna meletakkan sendiri garis awalan berdekatan dengan sempadan yang dikehendaki. Dengan ini, pengkonturan dapat dilakukan dengan lebih baik dan hasil yang diperolehi juga tepat dan memuaskan.

### **1.2.2 Kedudukan dan Bilangan Titik Vertis**

Selain dari meletakkan garis awalan pada imej, perkara penting mengenai snake tradisional ialah kedudukan titik vertis garis awalan tersebut. Snake SVF akan memberikan hasil pengkonturan yang baik sekiranya titik vertis diplotkan berdekatan dengan garis sempadan yang dikehendaki. Sekiranya, garis tersebut diletakkan terlalu jauh atau bentuk garisannya yang tidak bersesuaian, snake tidak dapat membentuk dan memusat dengan sempurna. Di samping kedudukan garisan yang berhampiran sempadan, biasanya bilangan titik vertis yang diplotkan juga agak banyak supaya hasil yang diperolehi menjadi lebih licin. Akibatnya, keperluan ini melambatkan lagi proses pengkonturan.

Untuk menyelesaikan kedua-dua masalah ini, vektor Gradient Vector Flow (GVF) telah digunakan sebagai daya luaran bagi snake. Daya luaran GVF membolehkan snake mengkonturkan kawasan sempadan yang diinginkan berdasarkan bilangan titik vertis yang minima (bersesuaian dengan bentuk sempadan). Dengan GVF, snake juga boleh melentur dan membentuk ke kawasan yang diinginkan sekiranya garis awalan kontur diletakkan agak berjauhan atau melintasi garis sempadan yang dikehendaki.



### 1.2.3 Bilangan Lelaran yang Besar

Snake SVF memerlukan masa untuk melaksanakan proses pengkonturan. Ia bermaksud, bilangan lelaran yang diperlukan adalah banyak sebelum memperolehi hasil terakhir pengkonturan imej. Untuk mempercepatkan proses lelaran ini, GVF juga boleh digunakan sebagai vektor daya luaran snake. GVF dapat mempertingkatkan jarak tangkapan daya imej. Dengan ini, garisan awalan bukan sahaja boleh ditakrifkan jauh dari sempadan malah mengurangkan bilangan lelaran aktiviti pengkonturan.

### 1.2.4 Hasil Konturan yang Tidak diingini

Snake juga berkecenderungan untuk mengkonturkan kawasan sempadan yang tidak diingini. Ini berlaku kerana snake tidak dapat mengenal sisi sempadan yang dikehendaki dengan betul. Pengkonturan yang tidak sempurna menjadikan pengguna mendapat hasil yang tidak baik. Untuk mengatasi permasalahan ini, aktiviti pengesanan sisi (contohnya, pengesanan sisi operator Canny, operator gradient, *thresholding* dan sebagainya) dilaksanakan terlebih dahulu sebelum aktiviti pengkonturan digunakan. Aktiviti pengesanan sisi ini dapat mengesan dan mengecam sisi-sisi sempadan yang terdapat di dalam keseluruhan imej input. Dengan ini, snake dapat mengenal sisi sempadan dengan lebih baik dan aktiviti pengkonturan dapat dilakukan dengan lebih berkesan. Di dalam aplikasi ini, pembangun menawarkan aktiviti pengesanan sisi menggunakan operator gradient.

### 1.2.5 Kombinasi Parameter Kontur Aktif

Selain itu, kombinasi parameter kontur aktif yang baik dan sesuai juga salah satu faktor kejayaan pengkonturan. Terutamanya parameter  $\alpha$  (daya tegangan) dan  $\beta$  (daya

tegasan). Gabungan kedua-dua daya ini mestilah diberi nilai yang bersesuaian dengan imej input. Oleh itu, pembangun telah menyediakan ruangan pengisian nilai parameter dan pemberat aktif kontur secara manual di dalam prototaip ini. Dengan ini, pengguna dapat melihat sendiri hasil pengkonturan yang diperolehi berdasarkan masukkan input parameter yang berbeza.

### **1.3 Matlamat Projek**

Matlamat utama projek ini dibangunkan ialah untuk menghasilkan satu prototaip aplikasi pengkonturan garis sempadan wajah yang mengandungi ciri-ciri wajah individu manusia. Prototaip ini menawarkan Gradient Vector Flow (GVF) sebagai pendekatan alternatif daya luaran kontur aktif untuk menyelesaikan masalah jarak tangkapan yang dialami oleh Standard Vector Field (SVF).

### **1.4 Objektif Projek**

Berikut adalah objektif-objektif yang ingin dicapai dengan pelaksanaan projek aplikasi ini:

- i) Membangunkan sebuah prototaip pengkonturan garis sempadan wajah manusia menggunakan Snake atau Model Kontur Aktif.
- ii) Membuat perbandingan hasil pengkonturan snake menggunakan daya luaran Standard Vector Field (SVF) dan Gradient Vector Flow (GVF).

## 1.5 Skop Projek

Berikut adalah skop-skop projek yang dicadangkan:

- i) Terhad gambar individu perseorangan sahaja.
- ii) Gambar input di dalam piawai skala kelabu (*grayscale*) dan berwarna.
- iii) Imej wajah yang hendak digunakan mestilah di sudut pandangan hadapan dan bersaiz 180 X 180 piksel sahaja.
- iv) Model Kontur Aktif atau Snake Deformable digunakan untuk mengkonturkan garis sempadan wajah.
- v) Kedudukan garis awalan kontur aktif (*initial contour*) mestilah diletakkan di bahagian luar garis sempadan wajah yang dikehendaki.

## 1.6 Perancangan Projek

Sebelum sesuatu projek dibangunkan, perancangan projek perlu dibuat untuk memastikan projek dapat dibangunkan dalam masa yang telah ditetapkan. Perancangan projek sarjana ini melibatkan dua perancangan pelaksanaan, iaitu Perancangan Projek I yang terdiri daripada tiga fasa dan Perancangan Projek II yang terdiri daripada empat fasa. Kedua-dua carta perancangan pelaksanaan projek sarjana ini dilampirkan bersama-sama di **LAMPIRAN A** dan **LAMPIRAN B**.

## RUJUKAN

1. Canny, J. (1986). "A Computational Approach to Edge Detection." *IEEE Trans. on PAMI*. **8**(6). 679 – 698.
2. Caselles, V. (1995). "Geometric Models for Active Contours." *IEEE Proceedings of Int. Conf. on Image Processing*. **3**. 9 – 12.
3. Chengjun Liu (2003). "Bayesian Discriminating Features Method for Face Detection." *IEEE Trans. on PAMI*. **25**(6). 725 – 740.
4. Cohen, L. D. (1991). "On Active Contour Models and Balloons." *Computer Vision, Graphics and Image Processing: Image Understanding*. **53**(2). 211 – 218.
5. Cohen, I. and Cohen, L. D. (1993). "Finite-Element Methods for Active Contour Models and Balloons for 2-D and 3-D Images." *IEEE Trans. on PAMI*. **15**(11). 1131 – 1147.
6. Elder, J. H. and Johnston, L. A. (2002). "Contour Grouping with Prior Models." *IEEE Trans. on PAMI*. **25**(6). 661 – 674.
7. Feng, Y. and Gelenbe, E. (1998). "Adaptive Object Tracking and Video Compression with Dynamic Contours." *IEEE Proceedings of the 15<sup>th</sup> National Radio Science Conf. NRSC*. **1**. INV3/1 – INV326.

8. Gunn, S. R. and Nixon, M. S. (1996), "Snake Head Boundary Extraction using Global and Local Energy Minimisation." *IEEE Proceedings of Int. Conf. on Pattern Recognition*. 581 – 585.
9. Hatamzadeh, T. J. and Funnell, W. R. J. (2002). "Comparison of Gradient, Gradient Vector Flow and Pressure Force for Image Segmentation Using Active Contours." *Proc 27th Ann Conf. Can Med. Bio. Eng Soc*.
10. Kashyap, R. L. (1986), "Image Models." *Academic Press, Inc. on Pattern Recognition*. 281 – 308.
11. Kass, M., Terzopoulos, D. and Witkin, A. (1986). "Snakes: Active Contour Models." *International Journal of Computer Vision*. **3**. 321 – 331.
12. Kreyszig, E. (1993). "Advanced Engineering Mathematics." 7<sup>th</sup> ed. : John Wiley.
13. Leroy, B., Cohen, L. D. and Herlin, I. (1996). "Multi-Resolution Algorithms for Active Contour Models." *12<sup>th</sup> Int. Conf. Analysis and Optimization of Systems*. 58 – 65.
14. Lilian Ji and Hong Yan (2001). "Robust Topology-Adaptive Snakes for Image Segmentation." *Image and Vision Computing*. **20**. 147 – 164.
15. Lobregt, S. and Viergever, M. A. (1995). "A Discrete Dynamic Contour Model." *IEEE Trans. on Medical Imaging*. **14**(1). 12 – 24.
16. Malladi, R., Sethian, J. A. and Vemuri, B. C. (1995). "Shape Modelling With Front Propagation: A Level Set Approach." *IEEE Trans. on PAMI*. (17). 158 – 175.

17. Marr, D. and Sethian J. A. (1980). "Theory of Edge Detection." *Proc. R. Soc. London.* (207). 187 – 217.
18. McInerney, T. and Terzopoulos, D. (1996). "Deformable Models in Medical Image Analysis." *IEEE Proceedings of the Workshop on Mathematical Methods in Biomedical Image Analysis.* 171 – 180.
19. Menet, S., Medioni, G. and Saint-Marc, P. (1990). "B-Snakes: Implementation and Application to Stereo." *Proceeding of the DARPA Image Understanding Workshop.* 720 – 726.
20. Miller, J. V., Breen, D. E. and Wonzy, M. J. (1990). "Extraction Geometric Models Through Constraint Minimization." *IEEE Proceedings of the First Conference on Visualization.* **74**(82). 464 – 465.
21. Nevatia, R. (1986). "Image Segmentation." *Academic Press, Inc. on Pattern Recognition.* 215 – 231.
22. Nikolaidis, A. and Pitas, I. (2000). "Facial Feature Extraction and Pose Determination." *Pattern Recognition.* **33**. 1783 – 1791.
23. Staib, L. H. and Duncan, J. S. (1992). "Boundary Finding with Parametrically Deformable Models." *IEEE Trans. on PAMI.* **11**(14). 1061 – 1075.
24. Williams, Donna, J. and Shah, M. (1992). "A Fast Algorithm for Active Contours and Curvature Estimation." *CVGIP: Image Understanding.* **55**(1). 14 – 26.
25. Wong, K. W., Lam, K. M. and Siu, W. C. (2001), "An Efficient Algorithm for Human Face Detection and Facial Feature Extraction Under Different Conditions." *Pattern Recognition.* **34**. 1993 – 2004.

26. Xu, C. and Prince, J. L. (1997). "Gradient Vector Flow: A New External Force for Snakes." *IEEE Proceedings Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*. 66 – 71.