

PENGECAMAN GAYA JALAN DAN TINGKAH LAKU BAGI KES REMBIT
BERASASKAN JELMAAN SONGSANG PANTAS FOURIER DAN HISTOGRAM
BERORIENTASIKAN KECERUNAN

SITI ZAHARAH BINTI ABD.RAHMAN

DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH
SARJANA TEKNOLOGI MAKLUMAT

FAKULTI TEKNOLOGI DAN SAINS MAKLUMAT
UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
BANGI

2018

PENAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

29 March 2018

**SITI ZAHARAH BINTI
ABD. RAHMAN
P75888**

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang Maha Pemurah dan Maha Mengasihani. Bersyukur ke hadrat Ilahi di atas segala petunjuk dan kemudahan yang diberikan dalam menyiapkan tesis ini.

Setinggi-tinggi penghargaan buat penyelia yang telah memberi tunjuk ajar bimbingan dan kesabaran yang tinggi dalam menyelia saya sepanjang pengajian ini, Prof Madya Dr. Siti Norul Huda Sheikh Abdullah.

Terima kasih juga buat pihak Universiti Kebangsaan Malaysia yang membantu dalam membiayai yuran pengajian saya menerusi program Zamalah dan pihak fakulti dalam menyediakan tempat penyelidikan.

Buat kedua ibubapa saya, saya ingin merakamkan ucapan terima kasih tidak terhingga buat Asimah binti Atan dan Abd. Rahman bin Abu Bakar diatas doa dan dorongan serta bantuan kewangan yang telah diberi, buat keluarga saya, yang sentiasa yakin dengan saya iaitu Along, Angah, Abang, Aminah, Khadijah, Rahim, Aisyah, Hakim, Muiz, Maryam dan Nabila juga buat sahabat-sahabat yang sama-sama berjuang dan saling bantu-membantu dalam memberi dan bertukar-tukar pendapat, Farah, Husna, Izyani, Abbas, Uzair, Lazim dan Nuruddin, semoga sama-sama berjaya.

Ucapan ribuan terima kasih juga pada semua rakan siswazah yang lain dan sahabat-sahabat yang membantu secara langsung mahupun tidak dalam saya menyiapkan penyelidikan ini. Terima Kasih.

ABSTRAK

Pengecaman individu dan pengecaman tingkah laku pergerakan manusia berdasarkan gaya jalan menggunakan perwakilan imej tenaga iaitu purata imej bayangan dalam satu kitaran lengkap menjadi garis dasar dalam bidang pendekatan penampakan. Namun begitu, gaya jalan adalah peka terhadap sebarang perubahan. Kebanyakan tahap pencapaian terkini dalam bidang penyarian fitur, kaedah perwakilan imej berkecerunan spasial masih kurang efisien apabila mengendalikan keadaan kes berkovariat seperti membawa beg dan memakai kot. Sungguhpun penggunaan kaedah Histogram berorientasikan Kecerunan (HiK) dalam mengesan pejalan kaki dan individu merupakan kaedah paling berkesan, namun ketepatan pengecaman masih rendah apabila ia diuji pada set data bagi kes kovariat. Selain itu, walaupun banyak kamera litar tertutup yang dipasang dalam bandar, namun sistem pengawasan berpusat yang mengandungi berbilang skrin masih bergantung kepada pemerhatian kasar oleh pihak berkuasa apabila pengecaman tingkah laku pergerakan manusia bagi kes gaya rempit. Ini menyukarkan pihak berkuasa untuk menjalankan siasatan dan tangkapan dengan lebih tangkas. Selain itu, Polis DiRaja Malaysia hanya akan dapat mengesan aktiviti rempit atau kesalahan menunggang motorsikal yang membabitkan perlawanan di jalan raya setelah menerima aduan daripada masyarakat dan membuat rondaan pada kawasan terbabit. Justeru, kajian ini mencadangkan satu gabungan fitur frekuensi dan spasial berasaskan berbasaskan jelmaan Songsang Pantas Fourier dan Histogram berorientasikan Kecerunan bergelar jSFG-HiK bagi pengecaman gaya jalan dan satu kerangka kerja mengecam tingkah laku pergerakan manusia bagi kes gaya rempit dengan menggunakan kaedah fitur usulan jSFG-HiK. Kajian ini merangkumi tiga fasa utama iaitu fasa pemprosesan imej, fasa penyarian fitur dalam penghasilan perwakilan imej baru dan fasa pengelasan. Fasa pertama terdiri daripada proses penduaan imej dan penjanaan imej tenaga menggunakan purata imej gaya jalan dalam satu kitaran. Dalam fasa kedua pula, kaedah usulan jSFG-HiK digunakan sebagai penyarian fitur selepas penjanaan imej tenaga. Selain itu, kaedah usulan jSFG-HiK turut ditambahbaik dengan menggunakan jarak Chebyshev bagi mengira magnitud kecerunan bagi meningkatkan kadar ketepatan pengecaman. Akhir sekali, menggunakan kaedah pengelas k-Jiran Terdekat (K-NN) dengan nilai $k=1$ digunakan untuk pengelasan individu dalam fasa ketiga. Sebanyak 124 individu dalam set data CASIA B telah diuji menggunakan kaedah usulan jSFG-HiK. Ia menunjukkan prestasi yang lebih baik dalam pengkelasan imej tenaga individu dengan nilai purata kejituan bagi set data normal, membawa beg dan memakai kot adalah sebanyak 96.7%, 93.1% dan 99.6% berbanding kaedah HOG sebanyak 94.1%, 85.9% dan 96.2%. Kaedah usulan jSFG-HiK juga menggunakan masa pengkomputeraan yang rendah. Di samping itu, kajian ini juga menunjukkan kaedah usulan jSFG-HiK memberi prestasi yang baik dalam pengecaman tingkah laku pergerakan manusia bagi kes gaya rempit dengan ketepatan 75.1% berbanding dengan kaedah HOG sebanyak 73.1%.

GAIT AND *REMPIT* BEHAVIOUR RECOGNITION BASED ON INVERSE FAST FOURIER TRANSFORM AND HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENT

ABSTRACT

Individual and human movement behaviour recognition based on gait using the energy image representation of the average silhouette image in one complete cycle becomes a baseline in model-free approaches research. Nevertheless, gait is sensitive to any changes. Up to date in the area of feature extraction, image feature representation method based on spatial gradient is still lacking in efficiency especially for the covariate case like carrying bags and wearing coat. Although the use of Histogram of orientation Gradient (HOG) method in pedestrian detection is the most effective method but its accuracy is still consider low after testing on covariate dataset. For human behaviour movement recognition for case motorcycle hooligans' activities involving a competition on the road, colloquially known as *Rempit*, despite of many installed closed-circuit cameras in town, centralized surveillance system equipped with multiple screens is still relying on eagle observation by the authorities. This causes difficulty for authorities to conduct agile investigation and arrestment. Furthermore The Royal Malaysia Police will only be able to detect *Rempit* activities after receiving complaints from the public and patrolling in the certain areas. Thus this research proposed a combination of frequency and spatial features based on Inverse Fast Fourier Transform and Histogram of oriented Gradient (IFFTG-HoG) for gait recognition and a framework of recognition of *Rempit* style using the proposed method. It consists of three phases, namely image processing phase, feature extraction phase in the production of a new image representation and the classification. The first phase comprises of image binarization process and energy image generation using gait average image in one cycle. In the second phase, the IFFTG-HoG method is used as a features extraction after generating energy image. Here, the IFFTG-HoG method has also been improved by using Chebyshev distance to calculate the magnitude of the gradient to increase the rate of recognition accuracy. Lastly, K-Nearest Neighbour (k=NN) classifier with k=1 is employed for individual classification in the third phase. A total of 124 people from CASIA B dataset were tested using the proposed IFTG-HoG method. It performed better in gait individual classification as the value of average accuracy for the normal dataset, carrying bag and wearing coat were 96.7%, 93.1% and 99.6% compared to HoG method by 94.1%, 85.9% and 96.2% in order. The proposed IFFTG-HoG also required low computation time approximately 52 seconds compared to state of the art method namely HOG with 64 seconds. The study also shows that the proposed method gives a better performance in '*Rempit*' style detection system with accuracy 75.1% compared to HOG by 73.1%.

ISI KANDUNGAN

		Halaman
PENGAKUAN		ii
PENGHARGAAN		iii
ABSTRAK		iv
ABSTRACT		v
ISI KANDUNGAN		vi
SENARAI JADUAL		ix
SENARAI ILUSTRASI		xi
SENARAI SINGKATAN		xiv
SENARAI ALGORITHMMA		xv
BAB I	PENDAHULUAN	
1.1	Latar belakang kajian	1
1.2	Penyataan masalah	3
1.3	Objektif Kajian	6
1.4	Kepentingan Kajian	6
1.5	Skop Kajian	7
1.6	Metodologi Kajian	7
1.7	Organisasi Tesis	9
BAB II	KAJIAN KESUSASTERAAN	
2.1	Pengenalan	11
	2.1.1 Pengecaman Tingkah Laku Pergerakan Manusia	11
	2.1.2 Pengecaman Gaya Jalan	12
	2.1.3 Jenis Pendekatan Gaya Jalan	15
2.2	Penyarian Fitur	20
	2.2.1 Perwakilan Penyarian Fitur Gaya Jalan	22
	2.2.2 Penyarian Fitur dalam Pengecaman dan Pengesanan Pergerakan Objek	29
	2.2.3 Penurasan Imej	33
	2.2.4 Penggunaan Kaedah Histogram Berorientasikan Kecerunan Dalam Perwakilan Fitur Gaya Jalan	34

2.3	Pengecaman Tingkah Laku Pergerakan Manusia Bermotosikal Dan Gejala Masalah Rempit	35
2.4	Teknik Pengkelasan	37
	2.4.1 KNN	37
	2.4.2 Kaedah Pengesahsahihan Silang	37
2.5	Kesimpulan	38
BAB III	KERANGKA KERJA KAJIAN	
3.1	Pengenalan	40
3.2	Fasa Metodologi Kajian	40
	3.2.1 Fasa Pemahaman Teori dan Aplikasi	42
	3.2.2 Fasa Kajian Awal dan Rangka Kerja	42
	3.2.3 Fasa Pelaksanaan dan Uji Kaji	48
	3.2.4 Fasa Analisis Penghasilan Keputusan	54
3.3	Kaedah Usulan Penyarian Fitur	55
	3.3.1 Penambahan Fitur Frekuensi	57
	3.3.2 Penambahbaikan Kaedah HOG berasaskan jarak Chebyshev Yang Digelar HiK	58
3.4	Set Data	61
3.5	Kesimpulan	69
BAB IV	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	Pengenalan	70
4.2	Persediaan Uji Kaji	70
4.3	Analisis Prestasi jSFG-HiK	73
	4.3.1 Pengiraan Magnitud Kecerunan dan Penggunaan saiz sel imej	74
	4.3.2 Penggunaan fitur Jelmaan Songsang Pantas Fourier (jSF)	79
	4.3.3 Penggunaan Turasan	81
4.4	Analisis Prestasi jSFG-HiK bagi Pengecaman Gaya Jalan dan Rempit	85
	4.4.1 Perbincangan pengecaman Gaya Jalan	85
	4.4.2 Pengecaman Gaya Rempit	87
4.5	Kekangan Kajian	89
4.6	Kesimpulan	89

BAB V	KESIMPULAN	
5.1	Perbincangan Umum	91
5.2	Sumbangan Tesis	92
5.3	Cadangan Kajian Masa Hadapan	93
RUJUKAN		94

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
Jadual 2.1	Kaedah berasaskan pemodelan	18
Jadual 2.2	Kajian yang dilakukan secara sejagat	18
Jadual 2.3	Antara kajian perwakilan fitur imej sedia ada	23
Jadual 2.4	Kajian pengesanan atau pengecaman gaya jalan menggunakan kaedah HOG	34
Jadual 2.5	Kajian yang membincangkan masalah rempit	36
Jadual 3.1	Keputusan kadar ketepatan pengecaman gaya jalan normal mengikut nilai kejiranan, k dalam K-NN	52
Jadual 3.2	Keputusan kadar ketepatan pengecaman gaya jalan membawa beg mengikut nilai kejiranan, k dalam K-NN	52
Jadual 3.3	Keputusan kadar ketepatan pengecaman gaya jalan memakai kot mengikut nilai kejiranan, k dalam K-NN	52
Jadual 3.4	Keputusan kadar ketepatan pengecaman gaya jalan normal mengikut nilai lipatan, k dalam pengesahsahihan silang	53
Jadual 3.5	Keputusan kadar ketepatan pengecaman gaya jalan membawa beg mengikut nilai lipatan, k dalam pengesahsahihan silang	53
Jadual 3.6	Keputusan kadar ketepatan pengecaman gaya jalan memakai kot mengikut nilai lipatan, k dalam pengesahsahihan silang	53
Jadual 3.7	Jadual kaedah kepersisan kadar ketepatan	55
Jadual 3.8	Keputusan kadar ketepatan pengecaman gaya jalan normal bagi penggunaan sigma dalam Gaussian	57
Jadual 3.9	Keputusan kadar ketepatan pengecaman gaya jalan membawa beg bagi penggunaan sigma dalam Gaussian	57
Jadual 3.10	Keputusan kadar ketepatan pengecaman gaya jalan memakai kot bagi penggunaan sigma dalam Gaussian	58
Jadual 3.11	Keputusan kadar ketepatan pengecaman gaya jalan memakai kot bagi penggunaan bin	60
Jadual 4.1	Penyediaan kajian pengecaman pergerakan gaya manusia	71
Jadual 4.2	Keputusan kadar ketepatan pengecaman gaya jalan normal berdasarkan penggunaan saiz sel imej	74

Jadual 4.3	Keputusan kadar ketepatan pengecaman gaya jalan membawa beg berdasarkan penggunaan saiz sel imej	74
Jadual 4.4	Keputusan kadar ketepatan pengecaman gaya jalan memakai kot berdasarkan penggunaan saiz sel imej	75
Jadual 4.5	Contoh Imej tampak fitur mengikut saiz sel bagi imej normal, membawa beg dan memakai kot	76
Jadual 4.6	Keputusan pengiraan magnitud menggunakan jarak Euclidian (HOG), Chebyshev dan Manhattan bagi gaya jalan normal	78
Jadual 4.7	Keputusan pengiraan magnitud menggunakan jarak Euclidian (HOG), Chebyshev dan Manhattan bagi gaya jalan membawa beg	78
Jadual 4.8	Keputusan pengiraan magnitud menggunakan jarak Euclidian (HOG), Chebyshev dan Manhattan bagi gaya jalan memakai kot	78
Jadual 4.9	Keputusan penambahan fitur jSF	80
Jadual 4.10	Keputusan penggunaan turasan bagi gaya jalan normal	81
Jadual 4.11	Keputusan penggunaan turasan bagi gaya jalan membawa beg	81
Jadual 4.12	Keputusan penggunaan turasan bagi gaya jalan memakai kot	81
Jadual 4.13	Keputusan prestasi (%) kaedah HOG dan kaedah jSFG-HiK	83
Jadual 4.14	Keputusan perbandingan kaedah jSFG-HiK dengan kaedah lain dalam pengecaman gaya jalan	86
Jadual 4.15	Keputusan pengecaman gaya rempit bagi nilai $K=15$ bagi kaedah pengesahsahihan silang	87
Jadual 4.16	Keputusan pengecaman gaya rempit bagi nilai $K=17$ bagi kaedah pengesahsahihan silang	88
Jadual 4.17	Keputusan pengecaman gaya rempit bagi nilai $k=10$ bagi kaedah pengesahsahihan silang	88

SENARAI ILUSTRASI

No. Rajah		Halaman
Rajah 1.1	Garis masa perkembangan teknologi biometrik	2
Rajah 1.2	Kajian pengecaman tingkah laku pergerakan dan gaya jalan adalah di bawah kajian pengesanan dan pengecaman manusia	2
Rajah 1.3	Skrin bagi sistem pengawasan yang berbilang yang dikawal oleh beberapa penguatkuasa	5
Rajah 1.4	Fasa-fasa yang terlibat dalam metodologi kajian ini	8
Rajah 1.5	Proses yang terlibat dalam kajian penyelidikan pengecaman tingkah laku pergerakan manusia	9
Rajah 2.1	Pengenalan pengguna teknologi biometrik	12
Rajah 2.2	Kitaran lengkap gaya jalan	14
Rajah 2.3	Fasa kitaran melangkah gaya jalan	15
Rajah 2.4	Skop pengecaman gaya jalan	16
Rajah 2.5	Tubuh badan bagi set data CAESAR dan titik mercu tanda sebagai pembentukan pemodelan bagi kajian pendekatan model	17
Rajah 2.6	Imej (a) imej asal, (b) imej frekuensi dan (c) imej spatial	21
Rajah 2.7	Prestasi pengecaman gaya jalan bagi penampakan	24
Rajah 2.8	Imej GEI	25
Rajah 2.9	Imej AEI	26
Rajah 2.10	Imej GHEI	26
Rajah 2.11	Imej DEI (kiri) dan FDEI (kanan) yang diperolehi daripada beberapa gugusan DEI	27
Rajah 2.12	Imej GHEI	28
Rajah 2.13	Imej GHEI	29
Rajah 2.14	Contoh penyarian fitur aras rendah bagi fitur sejagat.	30
Rajah 2.15	Pengiraan histogram kecerunan berpandukan arah kecerunan imej dan mengambil nilai kecerunan imej	32
Rajah 2.16	Fitur daripada penggunaan HOG	32

Rajah 2.17	Imej (a) apabila menggunakan turasan <i>motion</i> dan (b) apabila menggunakan turasan <i>disk</i> , (c) imej <i>prewitt</i> dan (d) adalah imej asal	34
Rajah 3.1	Fasa dalam metodologi penyelidikan	41
Rajah 3.2	Proses yang terlibat dalam kajian pengecaman gaya jalan. Kajian menumpukan pada proses penyarian fitur	43
Rajah 3.3	Rangka kerja pengecaman gaya jalan berasaskan kaedah usulan dalam penyarian fitur	44
Rajah 3.4	Rangka kerja pengecaman gaya rempit menggunakan kaedah usulan dalam penyarian fitur	45
Rajah 3.5	Contoh Imej purata bagi satu individu yang sama untuk imej gaya jalan (a) normal, (b) membawa beg dan (c) memakai kot.	47
Rajah 3.6	Imej paling kanan adalah merupakan imej purata dalam satu kitaran bagi imej bukan gaya rempit	48
Rajah 3.7	Imej paling kanan adalah merupakan imej purata dalam satu kitaran bagi imej gaya rempit	48
Rajah 3.8	Proses pemprosesan imej bagi set data CASIA set B	49
Rajah 3.9	Proses pemprosesan imej bagi set data Rempit	50
Rajah 3.10	Kesimpulan gambaran gabungan fitur frekuensi dan fitur spasial	56
Rajah 3.11	Imej (a) imej asal (b) imej fitur frekuensi (jSFG) dan (c) imej gabungan fitur frekuensi dan spasial (jSFG-HiK)	58
Rajah 3.12	Kecerunan imej dan orientasi bagi kaedah penyarian fitur	59
Rajah 3.13	Pengiraan magnitud bagi kecerunan imej menggunakan jarak chebyshev	61
Rajah 3.14	Set Data casia B bagi a) NM, b) BG dan c) CL	62
Rajah 3.15	Set Data casia B bagi c) subjek 1, d) subjek 2 dan e) subjek 3 f) subjek 4 bagi gaya normal	63
Rajah 3.16	Set Data casia B bagi c) subjek 1, d) subjek 2 dan e) subjek 3 f) subjek 4 bagi gaya (a) membawa beg dan (b) memakai kot	64
Rajah 3.17	Gaya motosikal normal (a) pada padangan sisi dan (b) pada padangan hadapan	65
Rajah 3.18	Imej purata gaya motosikal normal (a) pada padangan sisi dan (b) pada padangan hadapan	66
Rajah 3.19	Gaya motosikal rempit (a) meniarap diatas motosikal, (b) berdiri di atas motosikal dan (c) mengangkat motosikal	67

Rajah 3.20	Gaya rempit bagi gaya meniarap diatas motosikal dimana (a) adalah imej purata, (b) imej fitur frekuensi (jSFG) dan (c) imej gabungan fitur frekuensi dan spasial (jSFG-HiK)	67
Rajah 3.21	Gaya rempit bagi gaya berdiri diatas motosikal dimana (a) adalah imej purata, (b) imej fitur frekuensi (jSFG) dan (c) imej gabungan fitur frekuensi dan spasial (jSFG-HiK)	68
Rajah 3.22	Gaya rempit bagi gaya mengangkat motosikal dimana (a) adalah imej purata, (b) imej fitur frekuensi (jSFG) dan (c) imej gabungan fitur frekuensi dan spasial (jSFG-HiK)	68
Rajah 4.1	Imej asal sebelum melalui proses imej purata	72
Rajah 4.2	Imej purata (a) saiz sel 64x64 dan (b) saiz sel 240x240	72
Rajah 4.3	Ringkasan penyediaan ujikaji	73
Rajah 4.4	Graf kadar ketepatan mengikut saiz sel	75
Rajah 4.5	(a) imej purata bagi dan imej fitur bagi (b) saiz sel 2x2 dan (c) saiz cel 6x6	77
Rajah 4.6	Graf kadar ketepatan pengiraan magnitud menggunakan jarak Euclidian (HOG), Chebyshev dan Manhattan	79
Rajah 4.7	Graf keputusan penambahan fitur jSF	80
Rajah 4.8	a) Imej purata b) imej fitur jelmaan Fourier dan c) imej fitur jelmaan songsang pantas Fourier	81
Rajah 4.9	Graf kadar ketepatan penggunaan turasan	82
Rajah 4.10	Imej purata bagi imej mebawa beg selepas menggunakan turasan a) Gaussian b) Disk c) Motion c) Prewitt	83
Rajah 4.11	Graf kadar ketepatan bagi kaedah HOG dan penambahbaikan serta kaedah usulan jSFG-HiK	84
Rajah 4.12	Graf kadar ketepatan bagi kaedah HOG dan penambahbaikan serta kaedah usulan jSFG-HiK dalam pengecaman gaya rempit	88

SENARAI SINGKATAN

HOG	Histogram berorientasikan Kecerunan
GEI	Imej tenaga gaya jalan
GHEI	Imej tenaga gaya jalan histogram berorientasikan kecerunan
CCTV	Sistem televisyen litar tertutup
PDRM	Polis DiRaja Malaysia
GHEI	Imej tenaga gaya jalan histogram berorientasikan kecerunan
HIK	Histogram berorientasikan Kecerunan berasaskan pengiraan magnitud kecerunan menggunakan jarak Chebyshev
JSFG-HIK	Gabungan kaedah frekuensi dan spatial berasaskan jelmaan Songsang Pantas Fourier dan Histogram berorientasikan Kecerunan
CASIA	The Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences

SENARAI ALGORITMA

No. Algoritma		Halaman
Algoritma 3.1	Pemprosesan Imej Purata	51
Algoritma 3.2	Pengelasan menggunakan KNN	54
Algoritma 3.3	Kaedah jSFG-HiK	58
Algoritma 3.4	Kaedah HiK	60

BAB 1

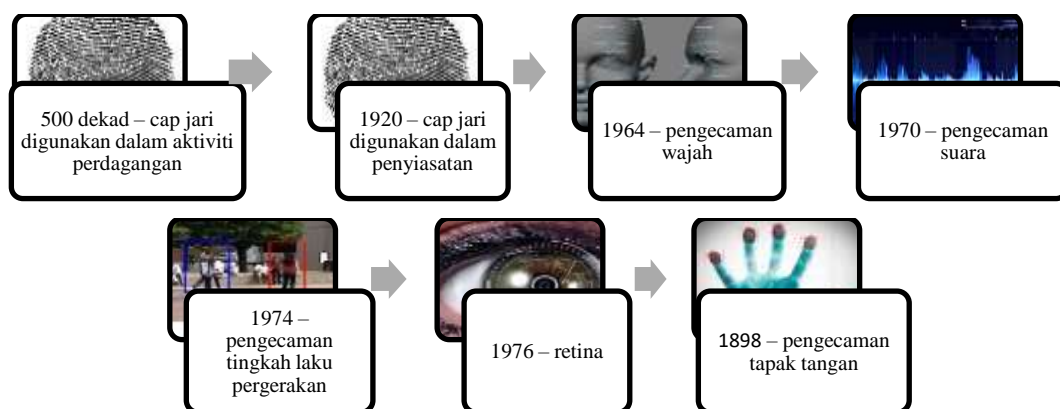
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG KAJIAN

Pengecaman pola atau corak merupakan salah satu cabang daripada pembelajaran mesin yang memberi tumpuan kepada mengenal pasti kelaziman pola dalam bentuk data (Ahmed Medjahed 2015; Cui et al. 2012). Data tersebut kemudian melalui proses latihan dan ujian samaada di bawah pengawasan atau tanpa pengawasan menggunakan algoritma pengelasan seperti *Support Vector Machine*, *Neural Network* dan *K- Nearest Neighbour* bergantung kepada bentuk dan jenis data yang diperolehi. Algoritma pengecaman pola mengambil kira perubahan statistik data input dan membuat perbandingan dengan mengambil kira kemungkinan besar persamaan corak dengan output yang telah ditentukan yang dikenalpasti sebagai sasaran pengelasan. Secara amnya, pengecaman pola mempunyai tiga proses asas iaitu pemprosesan imej, penyarian fitur dan akhir sekali proses pengelasan data. Ketiga- tiga proses ini saling berkait rapat dan proses yang paling kritikal dan penting ialah penyarian fitur imej kerana membantu dalam membezakan fitur antara data (Bataineh et al. 2012). Oleh kerana yang demikian, kaedah penyarian fitur yang baik hendaklah digunakan dan dibina bagi membolehkan imej dikenalpasti dengan mudah dan cepat.

Teknologi keselamatan biometrik merupakan aplikasi yang menggunakan teknologi kecerdasan buatan. Teknologi ini menggunakan kaedah pengecaman pola yang mula digunapakai dalam kehidupan seharian. Antara penyelidikan awal yang telah wujud dalam bidang keselamatan biometrik adalah pengecaman muka pada tahun 1973 yang diusulkan oleh Kanade dengan menggunakan kaedah sistem automasi iaitu sistem yang pertama diperkenalkan. Gambar Rajah 1.1 di bawah menunjukkan garis masa teknologi ini yang bermula dengan teknologi cap jari seterusnya berkembang sehingga pengecaman tapak

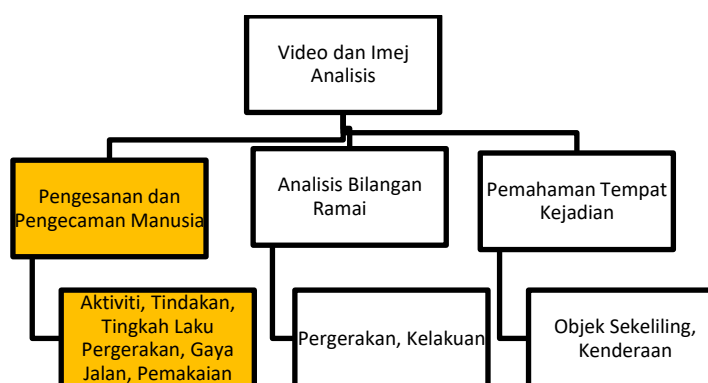
tangan (Liu & Silverman 2001; O’Gorman & Chatham 1999; Unar, J.A. Seng, Woo Chaw Abbasi 2014).



Rajah 1.1 Garis masa perkembangan teknologi biometrik

Pengesanan dan pengecaman tingkah laku pergerakan manusia menerusi video atau imej pegun turut dikenali dalam pengecaman pola kerana mempunyai satu bentuk pola yang boleh diperhatikan melalui gaya pergerakan seperti berjalan, berlari dan menunggang. Bentuk pola ini dikaji kerana mempunyai maklumat fitur yang unik yang dapat digunakan dalam membuat pengelasan imej (Hosseini & Nordin 2013).

Mempelajari tingkah laku pergerakan atau aksi manusia memberi kebaikan dalam mengenal pasti tingkah salah laku bagi tujuan keselamatan. Rajah 1.2 menunjukkan kajian yang terdapat dalam video dan imej analisis seperti pengesanan dan pengecaman manusia.



Rajah 1.2 Kajian pengecaman tingkah laku pergerakan dan gaya jalan adalah di bawah kajian pengesanan dan pengecaman manusia

Pengecaman gaya jalan menjadi inspirasi untuk turut dijadikan sebagai salah satu aplikasi teknologi biometrik disebabkan keupayaan kajian ini yang membolehkan mengenal, mengesan dan mengecam individu. Individu dicam melalui gaya mereka berjalan dengan melihat pergerakan jalan secara turutan (Afsar et al. 2015; Lee et al. 2017; Lv et al. 2015).

Pengecaman gaya jalan boleh digunakan untuk menghasilkan sistem pengecaman manusia dengan tidak memerlukan interaksi dengan subjek dan ini memudahkan dalam pengumpulan data. Selain itu, pengecaman ini tidak memerlukan resolusi kamera yang tinggi. Dalam kajian pengecaman gaya jalan, imej bayangan subjek (*silhouette*) digunakan sebagai perwakilan imej untuk pengecaman. Proses lakuran iaitu proses penggabungan diaplikasi dalam menghasilkan imej purata bayangan sebagai menambah dan mengukuhkan maklumat fitur imej. Selain itu, pengecaman gaya jalan mula dilihat sebagai teknologi biometrik kerana dikatakan unik yang mempunyai fitur tersendiri bagi setiap individu (Lee et al. 2017). Secara kesimpulan, teknologi biometrik dalam pengesanan dan pengecaman manusia telah mula berkembang dan masih dalam fasa pengenalan kaedah yang baik dalam mengecam individu atau membezakan aksi. Kajian pengecaman tingkah laku pergerakan perlu diperluaskan bagi mencapai kemajuan dan kemudahan sejagat.

Pengecaman dapat dilakukan dengan baik berdasarkan pengelasan fitur yang dapat membezakan fitur bagi setiap objek atau subjek. Banyak kaedah telah diusulkan dalam kajian ini namun masih terdapat kekurangan bagi setiap kaedah. Justeru itu, penambahbaikan atau cadangan kaedah yang baru dalam penyarian fitur diperkembangkan. Tujuannya adalah bagi mencapai satu kaedah yang teguh yang boleh diaplikasi dalam kesemua kes pengecaman tingkah laku pergerakan manusia.

1.2 PENYATAAN MASALAH

Penyarian fitur adalah merupakan proses yang paling penting dalam pengecaman objek atau subjek. Penyarian fitur bertujuan untuk mendapatkan fitur yang mempunyai keunikan dan dapat membezakan setiap objek atau subjek secara ketara. Pengecaman gaya jalan adalah peka dan sensitif terhadap sebarang perubahan seperti perubahan penambahan memakai beg dan memakai baju kot. Ini menyebabkan gangguan pada fitur yang turut mengganggu kadar pengecaman. Kebanyakan perwakilan imej bayangan yang sedia ada seperti pendekatan pengumpulan, pengenalan dan lakuran maklumat fitur gaya jalan hanya menumpu kepada

kecerunan spasial yang menyebabkan pencapaian terkini masih kurang efisien. Kaedah pendekatan pengumpulan dan pengenalan maklumat gaya jalan digunakan sebagai mewakili dan mencari fitur pada imej gaya jalan (Lv et al. 2015). Sungguhpun kaedah ini membantu dalam menambah maklumat fitur namun begitu kebanyakan pengenalan bagi pendekatan penampakan gaya jalan melakukan penyarian fitur tanpa mempertimbangkan maklumat yang ada bagi spatiotemporal (Chen & Liu 2014). Imej Tenaga Gaya jalan (GEI) yang diusulkan pada tahun 2006 oleh Bir Bhanu dan Han, sungguhpun dikatakan teguh namun hanya merakam maklumat sisi pada imej binari bayangan tersebut. Kajian diteruskan berasaskan imej tenaga ini oleh Chen Wang pada tahun 2012 dan Martin Hofmann pada tahun 2013 bagi menyelesaikan masalah ini, namun kadar ketepatan masih belum mencapai kadar yang baik terutamanya bagi kes kovariat.

Penggunaan lakuran imej atau lakuran algoritma bagi sesuatu imej berbeza mengikut keadaan atau maklumat yang diperlukan dalam penyarian fitur. Justeru penambahbaikan dalam kaedah lakuran dan purata perlu dilakukan bagi mengurangi kehilangan maklumat yang dikehendaki. Histogram berorientasikan Kecerunan (HOG) banyak digunakan dalam pengesanan manusia terutamanya dalam rakaman video bagi pejalan kaki namun kadar ketepatan pengecaman masih belum mencapai purata kadar ketepatan yang tinggi bagi mendikriminasikan fitur set data dalam kes berbeza seperti gaya jalan normal, gaya jalan membawa beg dan gaya jalan memakai kot. Oleh kerana penggunaan kaedah HOG baik dalam pengesanan penjalan kaki, kaedah ini digunakan sebagai perwakilan imej (Hofmann & Rigoll 2012). Berbeza dengan kaedah GEI yang mengambil purata imej bayangan dan hanya maklumat sisi digunakan, namun bagi Imej Tenaga Gaya Jalan Histogram berorientasikan Kecerunan (GHEI) yang diperkenalkan oleh Hofmann et al, kaedah ini mengambil kira nilai kecerunan di semua lokasi imej dan maklumat sisi dari dalam imej manusia juga diambil. Kaedah ini diuji menggunakan set data *HumanID Gait Challenge*. Namun begitu, penyarian fitur GHEI mempunyai had yang masih belum tercapai dan kadar pengecaman yang masih rendah dalam perwakilan set data dari set data keadaan kovariat seperti set data pelbagai pandangan sudut gaya jalan, subjek yang tidak berubah dari segi pemakaian dan kelajuan. Pengecaman muka dalam satu rakaman melibatkan jenayah menjadi rendah ekoran resolusi sistem televisyen litar tertutup (CCTV) yang rendah. Masalah lain pula adalah apabila pihak terbabit tidak menghadap ke arah CCTV yang menyukarkan analisis pengecaman muka dilakukan. Analisis lain yang telah dilakukan oleh juruanalisis seperti hanya mngambil kira

ketinggian individu terbabit dengan objek sekeliling yang ada seperti tiang atau bangunan. Pengecaman gaya jalan yang mengenal pasti individu melalui analisis cara mereka berjalan yang melihat keunikan fitur setiap subjek merupakan suatu tugas yang mencabar dalam merekabentuk sesuatu sistem pengecaman dan pengesanan objek yang baik. Kaedah penyarian fitur yang ditambah baik bagi tujuan mengurangkan kerumitan pada pengiraan dan meningkatkan kadar ketepatan selain untuk menyarian sempadan berdasarkan fitur bentuk untuk mendapatkan keteguhan dalam hingar (*noise*) imej dan oklusi.

Selain itu, rakaman CCTV merupakan satu alat untuk merakam aktiviti jenayah yang berlaku bukan untuk memberi amaran kepada pelaku atau pihak penguatkuasa. Polis DiRaja Malaysia (PDRM) hanya dapat mengesan aktiviti rempit atau kesalahan menunggang motorsikal yang membabitkan perlawanan di jalan raya setelah menerima aduan daripada masyarakat dan membuat rondaan pada kawasan terbabit. Meskipun wujud banyak CCTV yang dipasang dalam bandar bagi tujuan membanteras jenayah dengan lebih pantas, namun sistem pengawasan berpusat yang mengandungi berbilang skrin seperti gambar rajah di bawah masih bergantung kepada pemerhatian kasar oleh pihak berkuasa (Temubual dengan Tuan Nawawi, Penolong ketua unit penyelidikan dan pembangunan PDRM, 2014). Ini menyukarkan pihak berkuasa untuk menjalankan siasatan dan tangkapan dengan lebih tangkas.



Rajah 1.3 Skrin bagi sistem pengawasan yang berbilang yang dikawal oleh beberapa penguatkuasa

Sumber: gambar daripada <http://www.thestar.com.my/metro/community/2015/04/29/kl-under-surveillance/> dan <http://www.thestar.com.my/metro/community/2015/06/10/itis-to-be-incorporated-into-navigation-app/>

1.3 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif bagi penyelidikan ini adalah:

- i. Untuk membangunkan kaedah penyarian fitur dengan menggabung fitur frekuensi dan spasial berasaskan jelmaan Songsang Pantas Fourier dan penambahbaikan Histogram berorientasikan Kecerunan bagi pengecaman gaya jalan
- ii. Untuk menghasilkan kerangka kerja mengecam tingkah laku pergerakan manusia bagi kes gaya rempit dengan menggunakan kaedah fitur usulan gabungan fitur frekuensi dan spasial.

1.4 KEPENTINGAN KAJIAN

Penambahbaikan kaedah yang kebiasaannya digunakan dalam proses penyarian fitur yang boleh digunakan untuk pelbagai imej menjadikan kaedah tersebut kaedah yang teguh terhadap sebarang perubahan. Kaedah penyarian fitur yang baik mengbolehkan pengkelasan mengikut kelas dapat dilakukan dengan sempurna. Menggunakan turutan gaya jalan sebagai pengecaman individu mempunyai banyak kelebihan terutamanya dalam keupayaan untuk mengecam individu dari jarak yang besar atau jauh tanpa perlu melibatkan individu tersebut (Arora et al. 2015; Han & Bhanu 2006; Lee et al. 2017).

Bukti gaya jalan forensik, atau analisis gaya jalan forensik dapat ditakrifkan sebagai analisis gaya jalan yang boleh digunakan dalam perkhidmatan undang-undang. Biasanya, analisis ini melibatkan kes-kes jenayah dengan tujuan untuk mensari gaya jalan pelaku dengan membuat perbandingan gaya jalan pelaku dengan gaya jalan suspek dalam rakaman CCTV (Jain et al. 2006; Nixon et al. 2010). Pengecaman gaya jalan sesuai digunakan dalam sistem pengawasan dan sistem keselamatan kerana fakta membuktikan bahawa gaya jalan boleh dilihat dari jauh dan bersifat bukan invasive (Han & Bhanu 2006; Sharma et al. 2011). Bagi membantu gaya jalan untuk melakukan pengecaman dengan baik, satu kaedah menambahbaik penyarian fitur akan dilakukan dan penyelidikan ini menumpukan pada pendekatan penampakan menggunakan bayangan objek.

Kajian ini juga mengambil kira perspektif dari pihak Polis Diraja Malaysia (PDRM) yang ditemubual pada 2014 dalam satu perjumpaan membincangkan kerjasama antara Fakulti

Teknologi dan Sains Maklumat (FTSM) dan Unit Penyelidikan dan Pembangunan (R&D), PDRM. Mengikut statistik yang dinyatakan oleh pihak PDRM, kadar jenayah yang semakin meningkat adalah kadar kecurian motosikal. Selain itu, kadar jenayah yang menggunakan motosikal turut meningkat dan kegiatan ini dilakukan secara berkumpulan oleh remaja masa kini. Oleh yang demikian, kajian ini boleh diteruskan dengan melihat gaya pergerakan manusia menunggang motosikal secara gaya rempit.

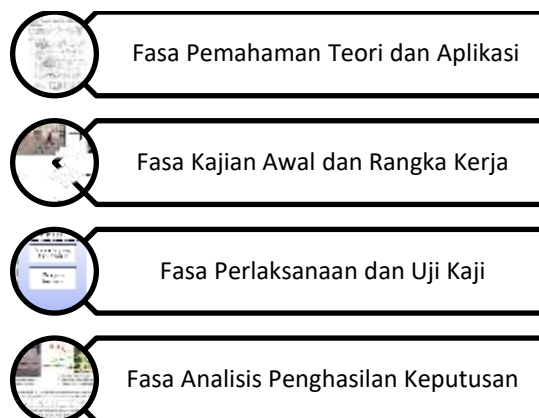
1.5 SKOP KAJIAN

Skop penyelidikan bagi pengecaman tingkah laku pergerakan manusia ialah:

- i. Kajian ini fokus kepada pengecaman individu tingkah laku pergerakan manusia bagi kes gaya jalan normal, membawa beg, memakai kot sahaja dan pengecaman tingkah laku pergerakan manusia bagi kes gaya rempit dalam tiga gaya berlainan.
- ii. Kajian ini memberi penekanan kepada proses penyarian fitur bagi fitur spasial dan fitur frekuensi iaitu bentuk imej dan kaedah usulan bagi penyarian fitur adalah untuk imej purata bayangan dan imej binari.
- iii. Set data yang digunakan adalah set piawai CASIA set B yang menyediakan imej purata dan imej daripada video Youtube bagi kajian gaya rempit.
- iv. Kaedah Histogram berorientasi Kecerunan (HOG) banyak digunakan dalam kajian pengesanan penjalan kaki. Kaedah usulan fitur akan membuat perbandingan dengan kaedah ini.

1.6 METODOLOGI KAJIAN

Metodologi kajian dibahagikan kepada beberapa fasa. Fasa tersebut membingcangkan kaedah kajian dan menerangkan proses yang berlaku bermula dari awal dan sehingga kepada keputusan kajian. Fasa yang dilalui adalah seperti dalam rajah di bawah, bermula dengan fasa pemahaman teori dan aplikasi sehingga ke fasa analisis penghasilan keputusan:

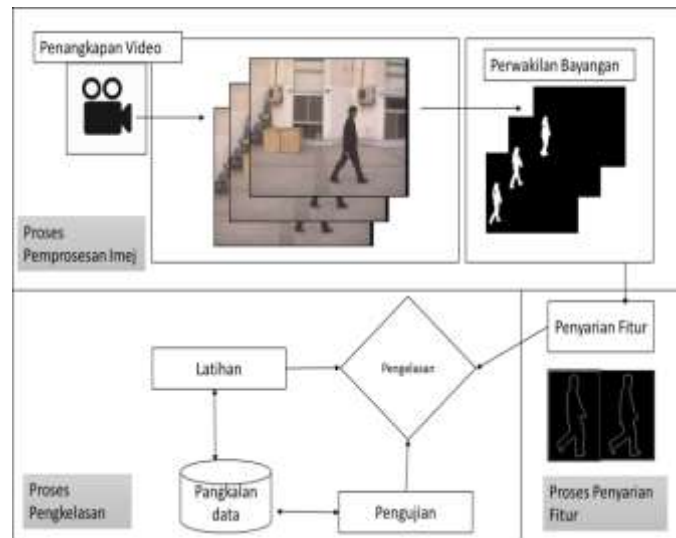


Rajah 1.4 Fasa yang terlibat dalam metodologi kajian ini

Dalam fasa pemahaman teori dan aplikasi, didapati bahawa pengesanan dan pengecaman individu berdasarkan gaya jalan yang terbahagi kepada dua jenis pendekatan iaitu pendekatan berasaskan model dan pendekatan berasaskan penampakan.

Kajian awal penyarian fitur dilakukan dalam fasa kedua iaitu dengan menguji beberapa kaedah yang dilakurkan dengan mengambil purata imej dalam satu kitaran turutan imej gaya jalan dan menyari fitur tersebut menggunakan kaedah statistik iaitu kaedah Matrik Arah Sisi (EDMS), kaedah *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) dan Histogram berorientasikan Kecerunan (HOG) untuk menyari fitur berdasarkan bentuk dan tekstur. Selepas membuat penilaian awal, rangka kerja pengecaman dibangunkan yang melibatkan tiga proses asas dalam pengecaman tingkah laku pergerakan manusia iaitu pemprosesan imej, penyarian fitur dan pengelasan sebelum ke fasa pelaksanaan dan uji kaji.

Dalam fasa pelaksanaan dan uji kaji, penyelidikan dalam kajian pengecaman dan pengesanan tingkah laku pergerakan manusia bagi kes gaya jalan dan gaya rempit ini merangkumi tiga proses iaitu proses pemprosesan imej, proses penyarian fitur dan proses pengelasan seperti dalam rajah di bawah:



Rajah 1.5 Proses yang terlibat dalam kajian penyelidikan pengesanan tingkah laku pergerakan manusia

Sumber: Imej diubahsuai daripada set data piawai CASIA

Kajian menggunakan set data imej tenaga gaya jalan CASIA set B bagi pengesanan gaya jalan yang terdiri daripada:

- i. Imej bagi individu berjalan normal yang dilabel sebagai NM dalam kajian ini.
- ii. Imej bagi individu yang membawa beg yang dilabel sebagai BG.
- iii. Imej bagi individu yang memakai kot yang dilabel sebagai CL.

Bagi kajian pengesanan gaya rempit, set data diperolehi menerusi set data daripada Youtube dengan mengambil video gaya bermotosikal normal dilabel sebagai MNM dan video gaya bermotosikal gaya rempit (MR). Seterusnya kesemua fasa dan ringkasan metodologi dihuraikan dalam bab tiga bagi menjelaskan dengan lebih terperinci.

1.7 ORGANISASI TESIS

Setiap bab kajian merupakan penerangan secara lanjut perkara seperti yang disenaraikan di bawah:

Bab 1 iaitu bab pendahuluan membincangkan latar belakang kajian, pernyataan masalah kajian, objektif kajian, kepentingan dan skop kajian yang dijalankan serta penerangan secara ringkas metodologi kaedah usulan.

Seterusnya Bab 2 adalah mengenai beberapa ulasan kajian kesusasteraan sebagai rujukan sumbangan idea daripada kajian yang telah dilakukan sebelum ini. Sumber ulasan ini daripada penulisan kertas jurnal dan konferen. Justeru itu, dalam bab 2 ini hanya menumpukan kajian kesusasteraan bagi pengecaman tingkah laku pergerakan bagi kes gaya jalan dan rempit dan kaedah penyarian fitur.

Bab 3 iaitu metodologi kajian menerangkan fasa-fasa yang terlibat dalam metodologi kajian dan penerangan proses yang terlibat dalam membina rangka kerja pengecaman tingkah laku pergerakan manusia menggunakan kaedah usulan bagi kes gaya jalan dan gaya rempit.

Bab 4 pula memperlihatkan hasil pengujian dan keputusan penyarian fitur pengecaman tingkah laku pergerakan manusia bagi pengecaman gaya jalan dan gaya rempit sama ada mencapai objektif mahupun tidak. Melalui keputusan yang didapati, justifikasi untuk keputusan tersebut dapat dibentangkan.

Akhir sekali Bab 5 iaitu kesimpulan dimana merumuskan keseluruhan kajian yang dijalankan terutamanya sumbangan kajian serta memberi cadangan penambahbaikan di masa akan datang.

BAB 2

KAJIAN KESUSASTERAAN

2.1 PENGENALAN

Dalam bidang pembelajaran pengecaman pola dan analisi imej, penyarian fitur merupakan proses asas dan isu yang paling kritikal kerana dapat memperlihatkan fitur yang tepat bagi sesuatu corak (Larsen PK, Simonsen EB 2008). Merujuk kamus dewan bahasa dan pustaka, penyarian fitur ialah satu proses mengecam corak sesuatu objek dengan mencari sifat utama objek tersebut, seperti pinggir, bentuk dan tekstur. Dengan memperolehi fitur yang tepat maka pengecaman objek dapat dilakukan dengan mudah, tepat dan efisien. Proses lakuran adalah proses menggabungkan imej atau algoritma untuk membentuk imej atau hasil yang komposit. Teknik ini digunakan untuk menambah maklumat fitur yang bermakna dan membantu dalam mengenalpasti subjek mahupun objek.

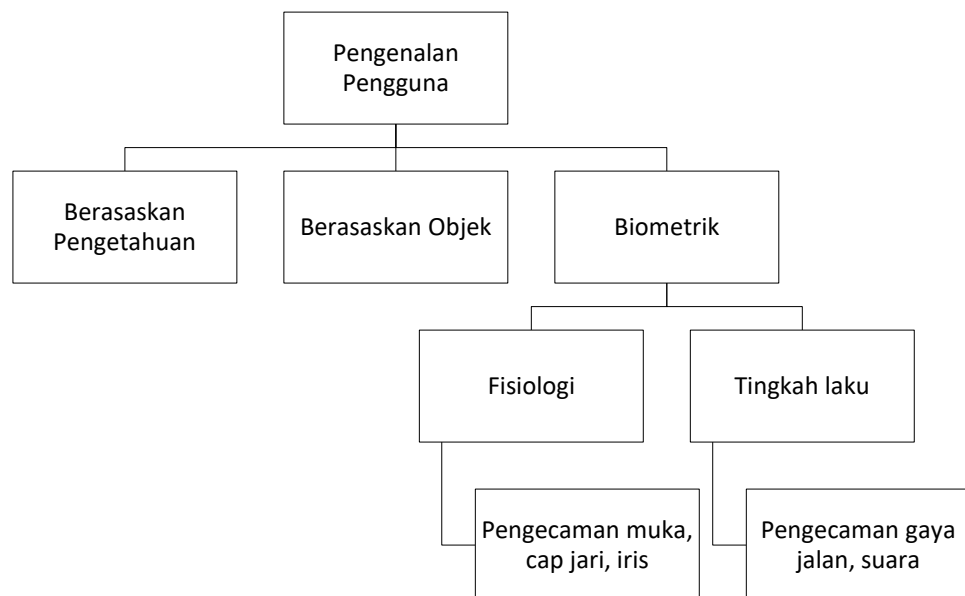
2.1.1 Pengecaman Tingkah Laku Pergerakan Manusia

Kajian dalam merekabentuk dan membangunkan algoritma bagi pengecaman muka daripada objek pegun meningkat dan sehingga kini masalah dalam pengecaman manusia dan individu menggunakan turutan video mula menarik perhatian komuniti penyelidikan (Lee et al. 2017; Matta & Dugelay 2006). Pengecaman manusia melalui video memberi beberapa cabaran dan peluang dalam penambahbaikan berbanding pengecaman imej muka konvensional. Ini disebabkan imej turutan bukan hanya menyediakan data berasaskan teknik piksel yang banyak malah juga memberi maklumat temporal dan evolusi individu. Tingkah laku manusia sangat kompleks dan mempunyai pelbagai fitur kerana tingkah laku boleh dilaksanakan dengan pelbagai gaya dan aksi (Das Choudhury & Tjahjadi 2012). Kajian ini berkait rapat dengan analisis pergerakan manusia secara visual contohnya seperti pengecaman gaya jalan, berlari dan membuat aktiviti bebas. Selain itu, pengecaman tingkah laku

pergerakan manusia merupakan satu topik yang luas dalam penglihatan komputer dan mempunyai kepentingan dalam aplikasi teknologi biometrik seperti rakaman video pengawasan, robotik, pencarian video penuh dan sebagainya (Weinland et al. 2010). Dalam pengecaman tingkah laku pergerakan kajian melihat bentuk pergerakan manusia daripada rakaman video untuk dianalisa. Pengecaman gaya jalan adalah merupakan salah satu cabang daripadanya (Ming et al. 2015).

2.1.2 Pengecaman Gaya Jalan

Gaya jalan mempunyai satu bentuk pola yang boleh dianalisa bagi tujuan pengecaman dan pengenalan identiti individu atau mengesan pergerakan jalan. Gaya jalan juga merupakan teknologi biometrik dalam bidang pengecaman tingkah laku pergerakan manusia yang melakukan pengenalan individu berdasarkan pergerakan berjalan. Hampir kesemua kajian melihat pergerakan gaya jalan dengan mengambil imej bayangan. Menurut Bolle et al., (2006), teknologi biometrik pengecaman dan pengesanan manusia adalah pengukuran deskriptif berdasarkan tingkah laku manusia atau maklumat fitur yang membezakan keunikan individu tersebut. Penerangan atau perwakilan bagi keunikan ini haruslah universal dan kekal (Jain et al. 2006). Rajah di bawah menunjukkan pengenalan pengguna bagi teknologi biometrik.



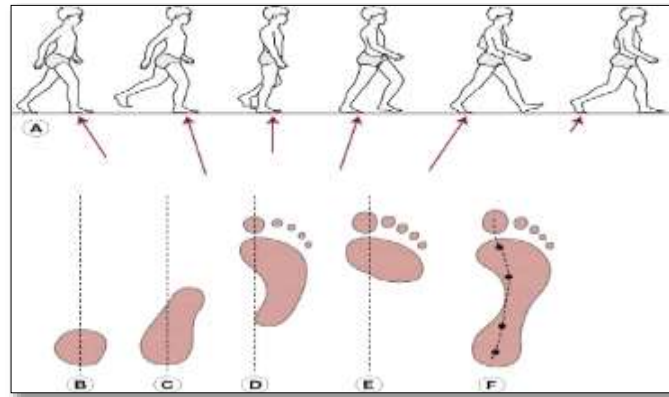
Rajah 2.1 Pengenalan pengguna teknologi biometrik

Selain yang demikian, gaya jalan adalah cara subjek berjalan. Kebiasaannya gaya jalan diambil dalam satu turutan yang lengkap. Gaya jalan manusia dikatakan mempunyai satu kitaran lengkap dan kitaran tersebut adalah bermula daripada masa kaki melangkah (*strike*) (Dar 2015; Murray et al. 1964; Rigas 1984). Pengecaman gaya jalan manusia diinspirasi daripada pemerhatian penampakan badan individu yang kekal dan tidak berubah walaupun mempunyai tingkah laku pergerakan gaya yang berbeza. Gerakan merupakan kajian yang dipandang tinggi dalam kajian penglihatan komputer, pemprosesan imej, komputer grafik dan robot visi. Analisis pergerakan secara imej turutan adalah bahagian sangat penting dalam penglihatan komputer yang dianalisis dari satu bingkai ke satu tettingkap (Aggarwal 2011). Visi pergerakan boleh digunakan dalam sektor pengawasan, mengakses pengesanan kawalan dan bagi tujuan pemantauan lain. Objektif aplikasi dan sistem adalah berbeza dalam memenuhi kehendak masyarakat.

Secara amnya, sistem pengecaman gaya jalan adalah seperti berikut.

- i. Pengesanan dan penjejakan manusia:
 - Proses pemodelan dengan melakukan proses segmentasi atau pembahagian subjek dan latar belakang serta mencari sambungan pembahagian tersebut dalam bingkai secara turutan.
 - Proses pendeduaan untuk mendapatkan imej bayangan.
 - Selain itu, proses pemprosesan seperti membuang hingar turut dilakukan sebelum proses pendeduaan
- ii. Penyarian fitur
 - Perwakilan bagi imej turutan bayangan
 - Petunjuk paling penting dalam menentukan asas gerakan manusia adalah dengan melihat perubahan sementara dalam bayangan. Ianya boleh dilihat melalui garis besar bayangan
- iii. Latihan dan ujian pengkelasan bagi pengecaman
 - Mengecam pergerakan tingkah laku, identiti dan aksi individual atau berkumpulan.

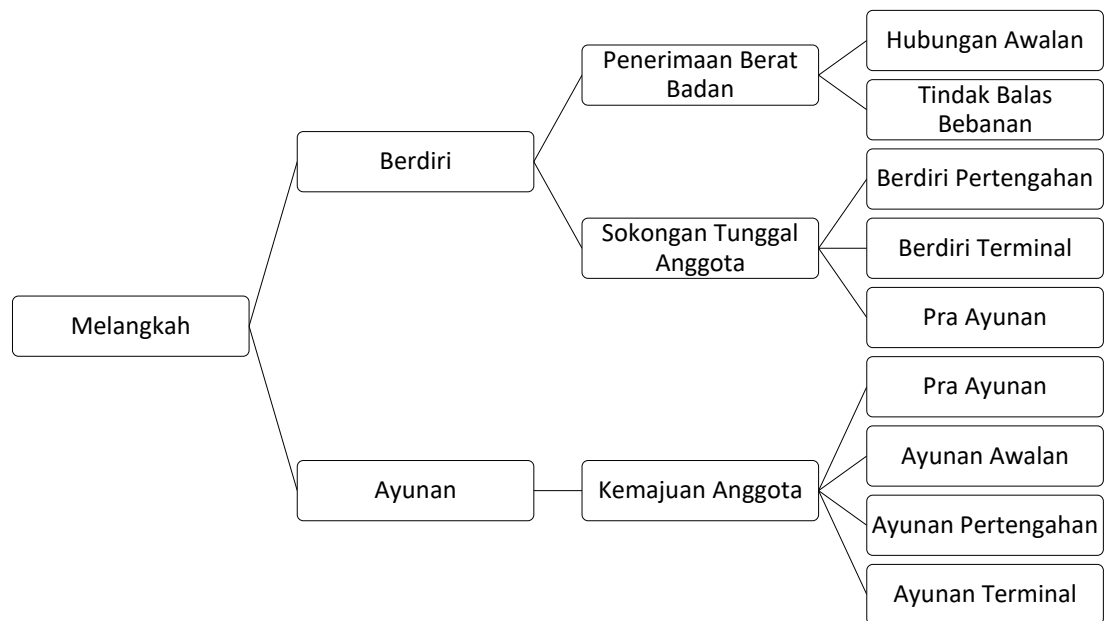
Dalam kesemua rakaman video, penyarian fitur yang diperlukan untuk membuat pengecaman adalah dengan menggunakan kitaran gaya jalan yang lengkap (Kumar & Nagendraswamy 2013). Gambar di bawah menjelaskan kitaran lengkap gaya jalan manusia (Medical Dictionary, 2012).



Rajah 2.2 Kitaran lengkap gaya jalan

Sumber: Medical Dictionary, 2012

Satu kitaran gaya jalan atau melangkah (*stride*) yang tunggal bermaksud tempoh apabila satu kaki berhubung dengan tanah atau lantai sehingga kaki yang sama berhubung dengan tanah semula. Setiap langkah mempunyai dua fasa iaitu fasa berdiri dimana kaki berhubung dengan tanah dan fasa kedua ialah fasa ayunan dimana kaki tidak berhubung dengan tanah. Kitaran melangkah boleh dilihat dalam gambarajah di bawah:



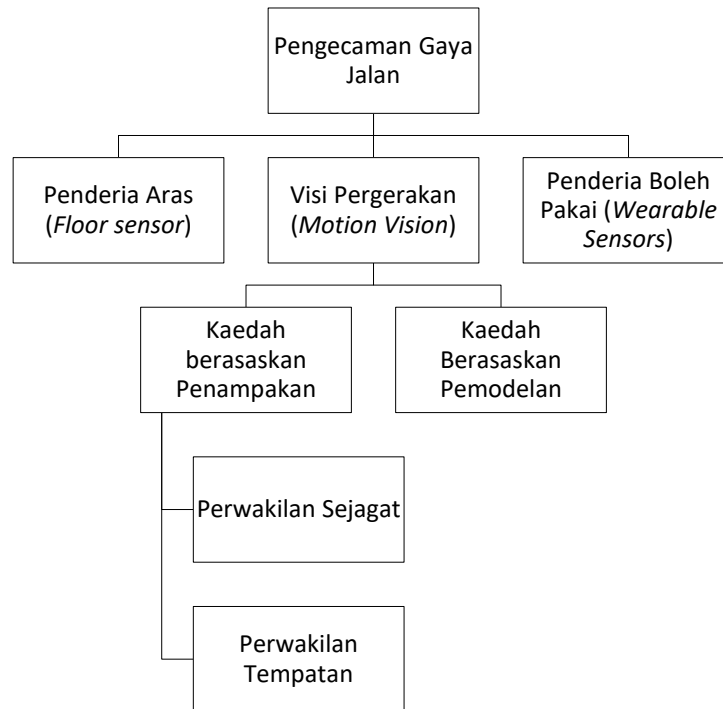
Rajah 2.3 Fasa kitaran melangkah gaya jalan

Dalam kajian pengecaman tingkah laku pergerakan bagi kes gaya jalan, kaedah berasaskan penampakan merupakan kaedah paling digunakan kerana pendekatan ini mudah namun begitu prestasi pengecaman gaya jalan boleh terkesan dengan beberapa keadaan yang memberi kesan kepada bayangan. Berikut merupakan antara masalah dan batasan yang dikenal pasti dalam kajian ini (Sarkar et al. 2005) :

1. Kaedah penemberengan latar depan (*foreground*) subjek berjalan dan latar belakang (*background*) yang tidak sempurna.
2. Pertukaran berpakaian, membawa beg dan keadaan pandangan kamera (*viewing*).

2.1.3 Jenis Pendekatan Gaya Jalan

Pengecaman Gaya jalan ini terbahagi kepada dua jenis pendekatan iaitu pendekatan berasaskan model dan pendekatan berasaskan penampakan. Pengecaman menggunakan pendekatan berasaskan model (*model-based*) adalah dengan melakukan pemadanan model yang sedia ada dan yang telah dibina, manakala bagi pendekatan penampakan (*appearance-based*) menggunakan fitur ruang dan temporal yang disaring daripada turutan imej Gaya jalan. Penyarian fitur gaya jalan boleh dilakukan secara sejagat mahupun tempatan.



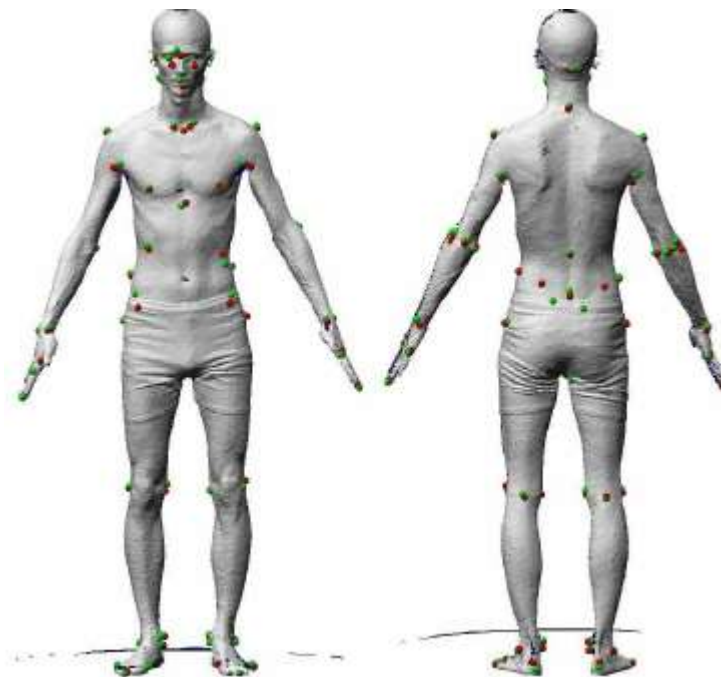
Rajah 2.4 Skop pengecaman gaya jalan

Pendekatan penampakan digunakan secara meluas dalam perwakilan gaya jalan. Pendekatan ini mewakili pergerakan manusia menggunakan maklumat imej seperti bayangan, pinggir dan aliran optik (Yogarajah 2011). Pendekatan penampakan secara umumnya membezakan seluruh pola pergerakan badan dengan perwakilan ringkas seperti bayangan manusia (*silhouette*) tanpa mengambil kira struktur asas. Biasanya parameter yang diperolehi daripada fitur gaya jalan yang statik adalah parameter bagi sentroid, lebar dan ketinggian bayangan hitam tersebut. Kebaikan pendekatan ini ialah kadar pemprosesan imej menjadi laju, kos komputeran yang rendah dan penyimpanan data yang kecil.

Prestasi pengecaman sangat dipengaruhi oleh hingar latar, perubahan pakaian, faktor kovariat secara luaran dan dalaman. Faktor kovariat adalah seperti keadaan membawa, pakaian dan permukaan berjalan (Ming et al. 2015). Contoh faktor luaran biasanya terdedah pada cabaran dalam pendekatan pengecaman contohnya sudut melihat (pandangan sisi), keadaan cahaya (hari cerah), pakaian, keadaan kawasan berjalan, jenis kasut dan barang yang dibawa. Contoh dalaman pula ialah perubahan secara semulajadi yang disebabkan oleh sakit (*parkison*) atau perubahan fizikal seperti penuaan, mengandung dan turun naik berat badan. Pendekatan berasaskan model melibatkan proses menentukan parameter dinamik gaya jalan

seperti panjang langkah tapak dan sudut gaya jalan subjek. Pendekatan ini mewakili gaya jalan dengan segmen badan, kedudukan sendi atau parameter gaya.

Bagi pendekatan ini, model dibentuk terlebih dahulu sebelum hasil pembentukan dipadankan dengan imej sebenar bagi model ini. Akita mengusulkan satu model yang mengandungi enam segmen yang terdiri daripada dua tangan, dua kaki, tubuh badan dan kepala. Guo et al., (2015) membuat perwakilan struktur tubuh badan dengan model gambaran kayu yang mempunyai sepuluh batang bersendi (*articulated*) yang bersambung dengan 6 sendi (*joint*). Antara contoh set data bagi pendekatan berasaskan model ialah CAESAR (*Civilian American and European Surface Anthropometry Resource*) yang mengumpulkan scan 3D, 73 mercu tanda *Anthropometry* dan data pengukuran tradisional bagi 5000 manusia. Rajah di bawah menunjukkan pemodelan tubuh badan dan rumusan penilaian dalam kajian pendekatan berasaskan model



Rajah 2.5 Tubuh badan bagi set data CAESAR dan titik mercu tanda sebagai pembentukan pemodelan bagi kajian pendekatan model

Sumber: Guo et al 2015

Rumusan penilaian bagi kaedah berasaskan pemodelan adalah seperti berikut:

Jadual 2.1 Kaedah berasaskan pemodelan

Ciri-ciri	Penerangan
Kepekaan pada hingar	Tinggi
Kebolehpercayaan	Bergantung kepada fitur tekstur dan pengetahuan sedia ada mengenai tekstur
Pelaksanaan	Sukar
Kelebihan Utama	Analisis bagi perhubungan ciri dan parameter
Kelemahan Utama	<ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan maklumat terlebih dahulu tentang struktur tekstur • Penentuan ciri bersyarat adalah sukar • Penawaran dengan jenis imej tekstur yang terhad • Mesti berkerjasama dengan kaedah bagi kes-kes yang kompleks • Kompleks untuk menganalisis dan pelaksanaan.

Sumber: Guo et al 2015

Pengecaman gaya jalan secara sejagat bermaksud proses penyarian fitur secara keseluruhan kawasan imej tersebut. Semua kaedah yang dibincangkan dalam jadual di bawah adalah menggunakan pendekatan berasaskan penampakan. Jadual 2.2 menunjukkan kajian yang dilakukan secara sejagat:

Jadual 2.2 Kajian yang dilakukan secara sejagat

Kertas/Tahun	Kaedah	Set Data	Keputusan
Silhouette-based Human Identification from Body Shape and Gait (Collins et al 2002)	Untuk mewujudkan kaedah asas yang mudah untuk pengenalan manusia berdasarkan padanan templat turutan imej bayangan. Menggunakan kaedah <i>nearest neighbor</i> dalam pengkelasan.	- CMU MoBo - U.Maryland - University of Southampton -MIT	Kerana kajian ini berdasarkan pemadanan template 2D , hanya turutan yang mempunyai susut pandangan yang sama dapat dikelas dengan baik.
Human Gait Recognition: A Silhouette Based Approach (Hosseini and Nordin 2013)	Mengusulkan kaedah berdasarkan purata bayangan imej. Analisis Principal Komponen digunakan untuk mengurangkan dimensi fitur.	TUM-IITKGP	Sensitif kepada penampakan namun kos pengkomputeran yang rendah dan mudah. Keputusan mendapati bahagian bawah badan perlu di hapuskan sebelum membuat penyarian fitur.

bersambung...

...sambungan

Gait Recognition Using Flow Histogram Energy Image (Yang et al. 2014)	Memperkenalkan Aliran Histogram Tenaga Imej (FHEI) dengan menyaring Histogram Optik Flow untuk setiap turutan imej bayangan dan mengambil purata dalam satu kitaran	USF HumanID	Kaedah usulan menunjukkan FHEI mencapai prestasi yang tinggi setanding dengan beberapa algoritma pengecaman gaya jalan yang kompetitif seperti GEI, GHI.
---	---	-------------	--

Sumber: Kertas yang disenaraikan seperti diatas

Pengecaman gaya jalan secara setempat pula bermaksud proses penyarian fitur dengan melakukan proses penemberengan untuk imej tersebut. Penemberengan adalah proses pembahagian imej dan objek kepada beberapa unsur kawasan. Algoritma penemberengan biasanya berdasarkan nilai keamatan iaitu dari segi ketidaksamaan (*discontinuity*) dan persamaan (*similarity*) kawasan tersebut. Selepas melalui proses penemberengan setiap kawasan diwakilkan dan diterangkan dalam bentuk yang sesuai untuk proses seterusnya iaitu penyarian fitur.

Pendekatan pengecaman fitur gaya jalan boleh dibahagikan kepada bahagian statik dan dinamik. Bahagian statik pada badan ialah dari pinggang ke atas seperti kepala, leher dan bahu manakala bahagian fitur dinamik adalah di bawah pinggang seperti kaki dan tapak kaki. Sebarang pergerakan yang terlibat dengan badan manusia seperti berjalan adalah dikawal oleh proses yang sangat kompleks kerana melibatkan sistem saraf dan rangka. Tian et al., (2004) menggambarkan fitur bentuk kontur secara sejagat dan setempat menggunakan fitur Fourier. Pergerakan masa dinamik digunakan untuk menyelaraskan turutan gaya jalan pada panjang yang berbeza. Namun begitu, perwakilan ini menyebabkan kos pengiraan yang berat.

Kajian terbaru daripada Rida et al., (2016) mengusulkan kaedah untuk memilih bahagian badan yang mempunyai perbezaan ketara menggunakan pergerakan Lasso bagi mengurangkan kelas variasi dan meningkatkan prestasi pengecaman. Kaedah yang diusulkan membuat anggaran pergerakan mendatar dengan mengambil entropi Shannon pada setiap baris imej tenaga gaya jalan (GEI). Kaedah yang diusulkan dapat meningkatkan kadar pengecaman bagi kes variasi antara kes yang besar seperti perubahan pakaian namun masih belum mencapai pengecaman yang tinggi.