

PENGESANAN EKSPRESI MUKA

Liew Kar Hoe

Dr. Kok Ven Jyn

Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Pengesanan ekspresi muka bermaksud menganalisis emosi seseorang daripada mukanya. Teknik ini mempunyai potensi yang besar untuk meningkatkan kualiti kehidupan manusia. Sebagai contohnya, penjagaan nurseri dan pembelajaran secara talian dapat dijalankan dengan efisien. Oleh sebab, emosi yang sebenar dapat dikesan melalui teknik pengesanan ini dan pengguna boleh memberi balasan yang sepatutnya. Tidak boleh dinafikan, manusia amat senang dalam membaca emosi seseorang dengan memandangi muka seseorang. Namun, tindakan ini menjadi satu cabaran yang besar di visi komputer (computer vision). Saintis-saintis masih meningkatkan ketepatan visi komputer dengan menggunakan banyak kaedah yang berbeza. Projek ini adalah untuk mengaji dan menghasilkan satu sistem pengesanan ekspresi muka yang boleh mengenal pasti muka manusia dan menganalisis ekspresi muka terhadap muka tersebut. Sistem ini terdapat dua fasa yang penting iaitu fasa pengesanan muka dan fasa pengesanan ekspresi muka. Di dalam fasa pengesanan muka, kaedah yang digunakan ialah pengesanan muka untuk mengenal pasti muka dan mengekstrak muka daripada imej. Perkara ini dapat mengatasi masalah kekusutan latar belakang. Di dalam fasa pengesanan ekspresi muka, kaedah yang digunakan ialah konvolusi rangkaian nural. Secara terperinci, kaedah pembelajaran mendalam iaitu model ResNet telah digunakan di dalam projek ini. Hal ini kerana ResNet boleh mengekstrak ciri-ciri yang penting daripada imej muka untuk proses analisis ekspresi muka. Hasil eksperimen ke atas data umum menunjukkan keputusan analisis yang dicadangkan adalah lebih tepat berbanding dengan algoritma yang dibandingkan. Tambahan pula, tensorflow akan digunakan sebagai platform pembangunan dan bahasa pengaturcaraan ialah python.

1. PENGENALAN

Teknologi pada zaman sekarang telah maju dan meningkatkan kehidupan manusia. Salah satu teknologi yang amat bermanfaat kepada manusia ialah sistem pengesanan ekspresi muka. Ekspresi muka adalah gerakan atau kedudukan otot di bawah kulit muka. Menurut satu set teori kontroversial, pergerakan ini menyampaikan keadaan emosi seseorang kepada pemerhati. Ekspresi muka adalah komunikasi di dalam bentuk 'non-verbal'. Ekspresi adalah cara utama untuk menyampaikan maklumat sosial antara manusia, dan ekspresi ini juga berlaku di banyak mamalia dan spesies-spesies haiwan lain (Fridlund, 1994). Ekspresi muka mempunyai tujuh ekspresi muka asas iaitu marah, gembira, sedih, ketakutan, meluat, kejutan, dan neutral (Ekman, 1992).

Analisis ekspresi muka penting dan mempunyai banyak aplikasi dalam pelbagai bidang seperti bidang interaksi manusia-komputer, kesihatan, hiburan, biometrik, dan keselamatan. Sebagai contohnya, sistem automasi pengesanan ekspresi (Bettadapura, 2012) dapat digunakan di tadika dan tempat asuhan untuk ingatkan nurseri atau penjaga tentang ekspresi luar biasa yang ditunjukkan oleh seseorang budak (Nagpal, Singh, Vatsa, Singh, & Noore, 2019).

Pengesanan ekspresi muka juga boleh digunakan di bidang perniagaan. Kamera yang terpasang di kedai dapat mengenal pasti emosi pelanggan terhadap sesuatu produk melalui ekspresi mereka. Aplikasi ini juga boleh digunakan di dalam telefon pintar. Semasa pengguna melayari laman web e-dagang seperti 'Shopee' atau 'Lazada', sistem pengesanan ekspresi muka dapat mengenalpasti emosi pengguna terhadap produk-produk dan menganalisis data ini untuk menyesuaikan promosi produk yang spesifik kepada pengguna itu.

Sistem analisis ekspresi muka dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat dan keberkesanan rutin kehidupan manusia. Oleh itu, kepentingan sistem tersebut telah mendorong banyak penyelidik menghasilkan kesusasteraan semasa dalam automasi klasifikasi ekspresi. Namun, pengajian ini masih tidak mencukupi kerana masih ada masalah dan kekangan dalam teknologi ini. Masalah yang dinyatakan ialah kekusutan latar belakang imej, kerumitan struktur muka manusia dalam mengekspresi emosi mereka (Cohn, Schmidt, Gross, & Ekman, 2002), dan masalah lain.

Projek ini dijalankan untuk menyelesaikan masalah yang dinyatakan dengan menghasilkan satu reka bentuk baru. Cabaran teknikal dalam projek ini adalah mengenal pasti keadah-keedah yang berkesan dan mempunyai ketepatan tinggi dalam pengesanan muka dan pengesanan ekspresi muka masing-masing.

2. PENYATAAN MASALAH

Keputusan daripada sistem analisis muka yang tradisional kurang berpuas hati. Hal ini demikian kerana :

1. Kekusutan latar belakang imej.

Banyak gambar muka diambil dalam situasi yang rambang. Oleh itu, apabila menjalani proses pengesanan ekspresi muka, objek-objek di latar belakang akan mempengaruhi keputusan pengesanan itu. Hal ini kerana seluruh piksel di dalam gambar akan dianalisis dan dikira oleh komputer untuk menghasilkan sesuatu keputusan.

2. Model algoritma tradisional kurang kebolehan pengekstrakan.

Pengekstrakan ciri adalah proses pengurangan dimensi yang mana sekumpulan data asal dikecil kepada kumpulan yang lebih terkawal untuk diproses. Proses pengekstrakan ciri penting apabila perlu mengurangkan jumlah sumber yang diperlukan untuk diproses tanpa kehilangan maklumat penting dan relevan. Pengekstrakan ciri juga dapat mengurangkan jumlah data yang lebih. Namun, model tradisional mempunyai had pengekstrakan oleh sebab reka bentuk mereka.

3. OBJEKTIF KAJIAN

Kajian yang dijalankan ini bertujuan untuk menghasilkan sistem pengesanan ekspresi muka yang tepat. Hal ini dapat dilaksanakan dengan:

1. Mengenal pasti dan mengekstrak muka di dalam imej untuk menghapuskan kekusutan latar belakang supaya mendapat analisis ekspresi muka yang tepat.

2. Mengekstrak dan mengklasifikasikan ciri-ciri muka di dalam imej untuk menjalankan klasifikasi ekspresi muka supaya mendapat analisis ekspresi muka yang tepat.

4. METHOD KAJIAN

Metodologi yang digunakan bagi projek ini adalah berdasarkan amalan kajian. Amalan tersebut dipilih untuk melaksanakan projek ini kerana projek pengesanan ekspresi muka melibatkan percubaan dengan penalaan parameter model untuk mengoptimalkannya. Amalan kajian ini terlibat empat fasa dalam pelaksanaan iaitu fasa perancangan, fasa analisis, fasa reka bentuk, dan fasa ujian.

4.1 Fasa Perancangan

Fasa ini adalah untuk mengenalpastikan penyataan masalah, cadangan penyelesaian masalah, objektif projek, metodologi dan jadual pelaksanaan. Di dalam fasa ini, masalah projek telah ditentukan dan cadangan penyelesaian telah muncul untuk mengatasi masalah yang dinyatakan. Objektif projek juga ditentu untuk menjadi satu panduan dalam melaksanakan penyelidikan ini. Akhirnya membuat jadual untuk memastikan pembinaan dapat dijalankan dengan lancar.

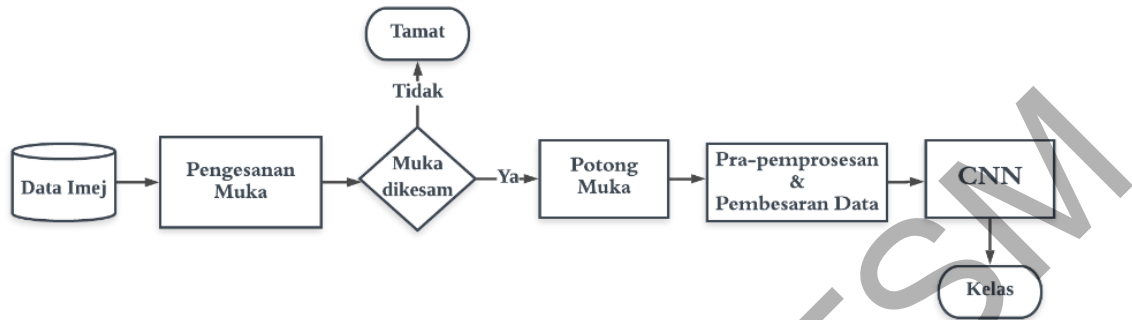
4.2 Fasa Analisis

Fasa ini adalah untuk menganalisis kajian kesusasteraan dan bahan-bahan jurnal, buku dan sebagainya. Hal ini untuk menentukan kaedah-kaedah yang akan digunakan untuk mengatasi masalah projek. Sumber Imej yang melatih model perlu ditentukan dalam fasa analisis ini. Selain itu, menentukan perisian dan perkakasan yang diperlukan. Perkakasan komputer bermaksud komponen komputer fizikal dan perisian bermaksud sistem operasi komputer.

4.3 Fasa Reka Bentuk

Fasa ini telah memulakan pembangunan model pengesanan ekspresi muka mengikut perancangan yang ditentukan. Di dalam fasa ini reka bentuk model telah dibina. Reka

bentuk ini mempunyai empat fasa yang penting iaitu fasa pengesanan muka, fasa proses awal dan pembesaran, fasa pengekstrakan, dan fasa klasifikasi. Aliran model telah ditunjukkan di Rajah 4.1.



Rajah 4.1 Aliran Model yang dicadangkan.

Fasa pengesanan muka adalah mengenal pasti kedudukan muka di dalam imej dan mengekstrak muka daripada imej ketika muka manusia dapat dikesan. Kekusutan latar belakang dapat diatasi melalui fasa pengesanan muka. Terdapat dua kaedah pengesanan muka yang berbeza iaitu 'frontal face detector' daripada 'dlib' dan MTCNN yang menggunakan teknik pembelajaran mendalam. 'frontal face detector' ialah pengesanan muka yang menggunakan 5 titik tanda muka untuk mengesan kedudukan muka di dalam imej. Kaedah ini ialah versi peningkatan daripada versi yang menggunakan 68 titik tanda muka. Kaedah pengesanan muka yang menggunakan 5 titik muka ini lebih cepat, efisien, dan kecil berbanding dengan versi yang lama. 5 titik muka akan mengesan kedudukan hidung, mata kiri, dan mata kanan.

Fasa proses awal dan pembesaran akan menukar warna imej kepada kelabu dan membesarkan jumlah imej. Fasa ini dapat mengurangkan pengiraan pengkomputeran dan mengatasi masalah 'overfitting'. Jenis operasi yang digunakan dalam proses pembesaran telah ditunjukkan di Jadual 4.1. Proses pembesaran adalah untuk membesar jumlah imej dengan menggunakan operasi seperti flip mendatar, putaran, dan bising. Flip mendatar dan bising yang bernilai 'betul', maksudnya proses kedua-dua tersebut akan dijalankan dalam proses pembesaran. Operasi putara yang bernilai 0.25 bermaksud imej akan berputar sebanyak 0.25 darjah. Dengan proses pembesaran, jumlah imej akan bertambah sebanyak tiga kali ganda.

Jadual 4.1 Jenis Operasi dan Nilai.

Jenis Operasi	Nilai
Flip Mendatar	Betul
Putaran	0.25
Bising	Betul

Fasa pengekstrakan ialah mengekstrakan ciri-ciri muka dan membuat pengiraan tentang keberatan imej muka. Pembelajaran mendalam telah dipilih sebagai model untuk mengekstrakan ciri-ciri imej. Salah satu model pembelajaran mendalam ialah model ResNet. ResNet yang digunakan untuk mengekstrakan ciri-ciri muka seperti hidung, mulut, mata, dan lain-lain. Jadual 4.2 menunjukkan pembesaran jumlah imej yang dibuat semasa menjalankan latihan model. Flip mendatar bernilai 'betul', maksudnya proses tersebut akan dijalankan dalam proses pembesaran. Operasi putara yang bernilai 0.2 bermaksud imej akan berputar sebanyak 0.2 darjah. Skala semula ialah saiz semula imej. Pergeseran lebar adalah mengalihkan lebar imej ke 0.2 darjah. Pergeseran ketinggian adalah mengalihkan ketinggian ke 0.2 darjah. Kecerahan adalah menukar keterangan imej di antara 0.5 dan 1.5 darjah. Hal ini adalah untuk melatih model dengan imej yang susah dan mengatasi masalah 'overfitting'.

Jadual 4.2 Jenis Operasi dan Nilai.

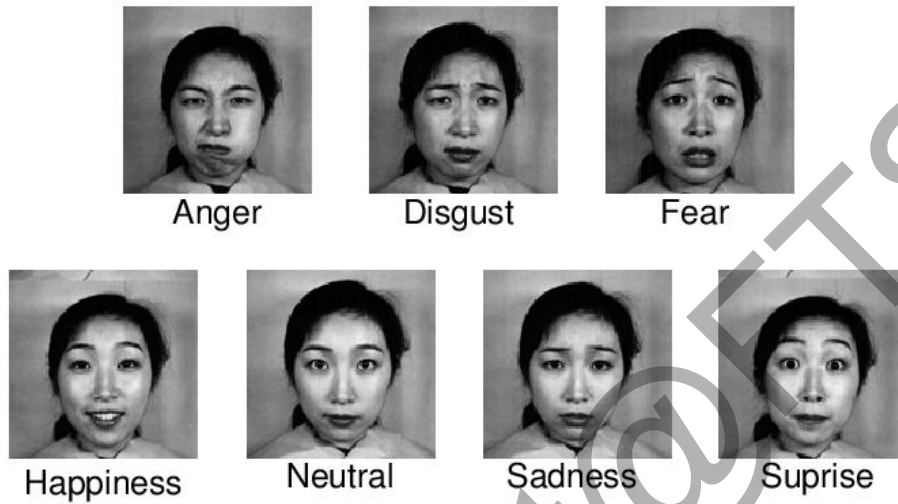
Jenis Operasi	Nilai
Flip Mendatar	Betul
Putaran	0.2
Skala semula	1./255
Zum	0.5
Pergeseran lebar	0.2
Pergeseran ketinggian	0.2
Kecerahan	0.5,1.5

Fasa klasifikasi adalah mengelaskan ciri-ciri dan keberatan yang dapat dari fasa pengekstrakan kepada kategori emosi yang mempunyai kebarangkalian yang tinggi. Jadual 4.3 telah menunjukkan butiran sistem model. Lapisan sambungan penuh dan lapisan tercicir direka bentuk melalui eksperimen-eksperimen yang dijalankan dalam projek ini. Pemboleh ubah yang dikumpul dalam Jadual 4.3 telah menunjukkan pemboleh ubah yang lebih sesuai dengan pengesanan ekspresi muka dalam sistem model yang dicadangkan.

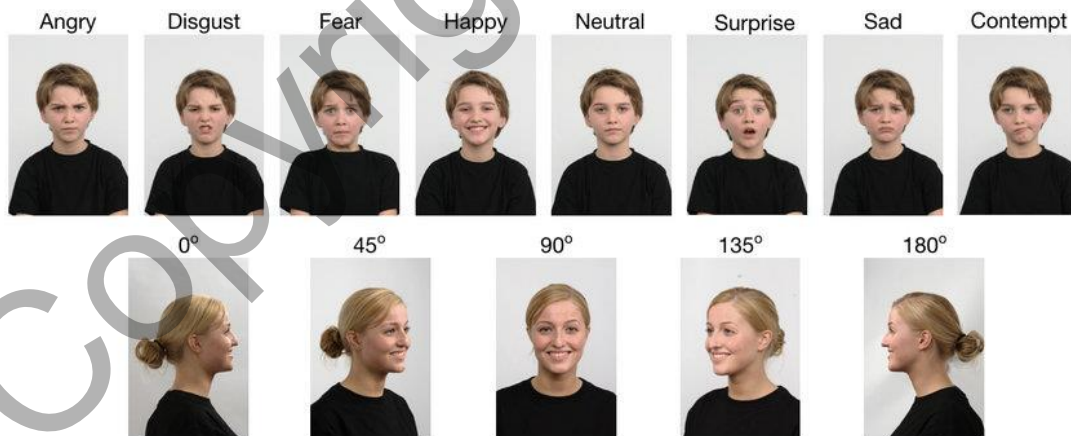
Jadual 4.3 Reka Bentuk Sistem Model

KANDUNGAN MODEL	BUTIR-BUTIR
Pengesan Muka	Kaedah 'frontal face detector'
ResNet50	Kaedah Pengekstrakan
Global Average Pooling 2D	Kaedah yang kurangkan jumlah 'parameter' di dalam model.
Lapisan Sambungan Penuh Pertama	1024 nod, ReLU
Lapisan Tercicir	25% sel saraf tercicir secara rawak
Lapisan Sambungan Penuh Kedua	512 nod, ReLU
Lapisan Tercicir	25% sel saraf tercicir secara rawak
Lapisan Output	Kaedah 'Softmax' telah digunakan.
Fungsi Pengoptimuman	Stochastic Gradient Descent (SGD)
Kadar Pembelajaran	0.01
Kerugian	Categorical_crossentropy

Pangkalan data telah disediakan iaitu JAFFE dan RaFD. Rajah 4.2 dan rajah 4.3 telah menunjukkan imej JAFFE dan RaFD masing-masing. Algoritma untuk melaksanakan proses dalam sistem model juga disediakan. Bahasa pengaturcaraan python juga ditentukan dan digunakan untuk menulis dan melaksanakan algoritma dan sistem reka bentuk yang dicadangkan.



Rajah 4.2 Pangkalan data JAFFE



Rajah 4.3 Pangkalan data RaFD

4.4 Fasa Pengujian

Pengujian akan dilakukan selepas fasa reka bentuk. Ujian ini terutamanya untuk mengenalpastikan sistem ini dapat menjalani objektif yang kita perlukan. Jika objektif tidak dicapai, projek akan bermula dari fasa reka bentuk lagi untuk menukar dan mengubahsuaikan kecekapan algoritma ataupun sistem reka bentuk. Penalaan parameter juga akan diuji untuk mengoptimumkan prestasi sistem pengesanan ekspresi muka.

Perkakasan dan perisian yang digunakan untuk membangun projek ini harus dipilih dengan teliti. Perkakasan dan perisian yang baik dapat memastikan pengajian ini dijalankan dengan lancar. Spesifikasi keperluan perkakasan untuk menjalankan projek adalah:

- I. Sistem Pengoperasian : Microsoft Window 10
- II. Pemprosesan : Intel i5
- III. Ruang Cakera Keras (*Hardisk*) : 500GB
- IV. Ingatan Cakera Rawak (*RAM*) : 12GB
- V. Kad Grafik : AMD Radeon RX Vega MGH Graphics

Spesifikasi keperluan perisian yang digunakan untuk melaksanakan projek ini ialah Colab Notebook (*Tensorflow*). Colab Notebook adalah projek penyelidikan Google yang dibuat untuk membantu menyebarkan pendidikan dan penyelidikan pembelajaran mesin. Ini adalah persekitaran notebook Jupyter yang tidak memerlukan persediaan untuk digunakan dan berjalan sepenuhnya di cloud

5. HASIL KAJIAN

Pangajian ini dijalankan dengan menggunakan model yang dicadangkan terhadap dua pangkalan data ialah JAFFE dan RaFD. Semua eksperimen telah dikumpul, ditunjukkan dan dibincangkan di dalam bahagian ini.

5.1 PANGKALAN DATA JAFFE

Pangkalan data JAFFE telah digunakan untuk menguji prestasi model pengesanan ekspresi muka yang dicadangkan. Di dalam pangkalan data JAFFE, terdapat 10 orang (subjek) dan terdapat tujuh kategori emosi yang ditunjukkan oleh 10 subjek tersebut. Emosi tersebut ialah marah, jijik, takut, gembira, sedih, kejut dan neutral. Cabaran yang ada pada pangkalan data ini ialah variasi dalam pencahayaan, gaya kepala, oklusi, ekspresi yang tak bergaya, dan latar belakang yang luas juga bertambah cabaran dalam proses pengesanan.

5.1.1 KEPUTUSAN DAN EKSPRESI MUKA ANALISIS

Jadual 5.1 Jumlah data di setiap fasa dan ketepatan ujian.

	Asal	Pembesaran	Pengesanan muka & Pembesaran	Pengesanan muka & Pembesaran
Latihan	171	513	513	684
Pengesahan	21	63	63	84
Ujian	21	63	63	84
Ketepatan Ujian(%)	90.48	87.30	95.24	95.24

Di dalam jadual 5.1 telah menunjukkan eksperimen telah dijalankan dengan 4 pangkalan data yang berbeza. Antara pangkalan data ialah data asal, data yang dibuat pembesaran sahaja, data yang dibuat pengesanan muka dan pembesaran, dan data yang dibuat pengesanan muka dan pembesaran yang lagi besar.

Model yang dicadangkan telah diuji dengan data asal JAFFE dan ketepatan mencapai 90.48%. Namun, pembelajaran mendalam memerlukan data imej yang banyak untuk memastikan model dilatih dengan tiada berlakunya 'overfitting'. Oleh itu, pengajian masih diteruskan dengan membesar jumlah data imej dengan menambah gangguan seperti flip mendatar, putaran, dan bising.

Selepas membesar jumlah data, jumlah data dalam latihan telah menjadi sebanyak 513 imej. Di dalam fasa ujian ketepatan, model itu telah mencapai 87.30 %. Walaupun ketepatan menurun sebanyak 3.18% berbanding dengan pangkalan data asal, keturunan ketepatan mungkin sebab banyak objek atau benda-benda (kecuali muka manusia) telah mengganggu analisis model. Oleh itu, pengajian ini diteruskan dengan menggunakan kaedah pengesanan muka untuk memotong muka manusia daripada imej dan membuat pengesanan ekspresi muka. Pembesaran jumlah data juga dilaksanakan selepas proses pengesanan muka.

Selepas ujian telah dijalankan, model pengesanan muka dan pengesanan muka ekspresi telah mencapai 95.24% dalam fasa ujian. Pencapaian ini telah meningkatkan sebanyak 8% berbanding dengan pengajian yang sebelum ini. Pencapaian yang ini menerangkan objek and benda-benda di latar belakang imej akan mengganggu analisis ekspresi muka. Di dalam pengajian yang seterusnya ialah menambah lagi jumlah data untuk menguji kestabilan model.

Pembesaran jumlah data latihan telah menambah 513 imej kepada 684 imej. Proses kajian masih menggunakan model yang dicadangkan iaitu pengesanan muka dan pengesanan ekspresi muka. Keputusan ujian ialah 95.24%. Hal ini telah menunjukkan kestabilan model dan had ketepatan model mungkin di julat 95 lebih. Banyak pengajian boleh diteruskan untuk mencapai ketepatan yang lebih tinggi.

Jadual 5.2 Matriks Kekeliruan Tentang JAFFE

	marah	jijik	takut	gembira	neutral	sedih	kejutan
marah	12	0	0	0	0	0	0
jijik	1	9	0	0	0	2	0
takut	0	0	12	0	0	0	0
gembira	0	0	0	12	0	0	0
neutral	0	0	0	0	12	0	0
sedih	0	0	0	0	1	11	0
kejutan	0	0	0	0	0	0	12

Di dalam jadual 5.2, emosi jijik telah salah dikelaskan kepada marah dan sedih. Di dalam banyak kertas penyelidikan (Nagpal, Singh, Vatsa, Singh, & Noore, 2019), pengaji-pengaji juga menghadapi masalah yang sama iaitu emosi jijik mempunyai peratusan pengesanan yang lebih rendah berbanding dengan emosi lain. Selain itu, terdapat satu imej sedih telah salah kelas kepada emosi neutral. Hal ini boleh disebabkan emosi sedih yang ditunjukkan oleh subjek itu tidak ekspresif.

5.1.2 PERBANDINGAN

Di dalam bahagian ini, perbandingan ketepatan antara model yang dicadangkan dengan model yang dibuat oleh pengaji-pengaji lain dengan menggunakan pangkalan data yang sama iaitu JAFEE. Pencapaian model yang dicadangkan ialah mempunyai prestasi yang terbaik di antara model yang ada dalam jadual perbandingan di jadual 5.3.

Jadual 5.3 Ketepatan antara model terhadap JAFFE.

Rujukan	Model	Ketepatan(%)
Shinohara (2004)	HLAC+ Fisher weight maps	69.4
Lyons (1999)	Wavelet+PCA+LDA	75
Huang, M.W (2010)	GPLVM +SVM	65.24
Bin Hua (2009)	Bidirectional 2DPCA	92.52
Huang, H.F (2012)	SURF+KL divergence + WMV	93.33
Bhagyalaxmi (2018)	LBP + SVM	85.7
Model yang dicadangkan	Face detection + ResNet + Connected layer	95.24

Nota : Tetap eksperimen berbeza kepada kaedah yang berbeza.



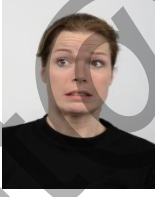
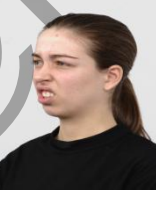











5.2 PANGKALAN DATA RaFD

Pangkalan Data Radboud Faces (RaFD) orang dewasa terkumpul gambar dari 57 model (termasuk lelaki dan wanita Kaukasia, dan lelaki Belanda Maghribi) yang memaparkan 8 ekspresi emosi. Setiap model dilatih untuk menunjukkan ungkapan berikut: kemarahan, jijik, ketakutan, kegembiraan, kesedihan, kejutan, penghinaan, dan neutral. Setiap emosi ditunjukkan dengan tiga arah pandangan yang berbeza dan semua gambar diambil dari lima sudut kamera secara serentak. Pangkalan data imej juga terdapat tiga kategori yang berbeza. Cabaran yang ada pada pangkalan data ini ialah setiap emosi ditunjukkan dengan tiga arah pandangan yang berbeza dan semua gambar diambil dari lima sudut kamera secara serentak. Selain itu, variasi dalam pencahayaan, gaya kepala, oklusi, ekspresi yang tak bergaya, dan latar belakang yang luas juga meningkatkan kesusahan dalam proses pengesanan.

5.2.1 PENGUBAHSUAIAN REKA BENTUK

Pengubahsuaian telah dibuat apabila terdapat masalah pengesanan muka yang dicadangkan tidak dapat mengesan muka manusia khususnya semasa orang itu pandang tepi. Masalah ini telah diubahsuai dengan menggunakan pengesanan muka yang baru iaitu MTCNN. Kaedah ini lebih efisien dalam mengesan muka orang semasa orang itu memandang ke tepi. Jadual berikut telah menunjukkan keputusan antara pengesanan muka lama dan pengesanan muka yang baru iaitu MTCNN.

Jadual 5.4 Perbandingan Antara Pengesanan Muka

Gambar Asal					
Pengesanan Lama					
MTCNN					

Berdasarkan jadual 5.4 di atas, MTCNN telah menunjukkan kemampuan dalam mengesan muka orang yang pandang ke tepi. Hal ini dapat meningkatkan ketepatan pengesanan ekspresi muka kerana pengesanan muka tersebut dapat memotong muka mengikut lokasi muka manusia dalam imej dan mengabaikan benda atau objek yang tidak diperlukan.

5.2.2 KEPUTUSAN DAN EKSPRESI MUKA ANALISIS

Jadual 5.5 Jumlah data di setiap fasa dan ketepatan ujian.

	Asal	Pengesanan muka
Latihan	5400	5400
Pengesahan	720	720
Ujian	720	720
Ketepatan Ujian(%)	91.94	88.89

Di dalam jadual 5.5 telah menunjukkan eksperimen akan dijalankan dengan 2 pangkalan data yang berbeza. Antara pangkalan data ialah data asal RaFD dan data yang dibuat pengesanan muka sahaja terhadap RaFD.

Model yang dicadangkan telah diuji dengan data asal RaFD dan ketepatan mencapai 91.24%. Ketepatan ini tinggi bermaksudnya model yang dicadangkan dapat mengesan imej ekspresi muka manusia yang terkumpul dari tiga arah pandangan yang berbeza dan semua gambar diambil dari lima sudut kamera secara serentak. Hal ini menunjukkan arah pandangan peragawan/peragawati yang berbeza masih dapat dikesan oleh model yang dicadangkan.

Eksperimen ini masih dijalankan dengan menggunakan kaedah pengesanan muka terhadap imej data RaFD. Keputusan tentang ketepatan ujian pangkalan data tersebut ialah 88.89%. Perbezaan ketepatan kedua-dua eksperimen yang dinyatakan ialah 2.35%. Keputusan yang menggunakan data asal lebih tepat bersama dengan data yang diproses dengan proses pengesanan muka kerana imej-imej yang digunakan adalah berwarna. Pikel warna memberi informasi yang lagi banyak kepada model dalam proses pengekstrakan. Maksudnya, latar belakang imej dengan kulit muka manusia dapat dibezakan dengan baik ketika model menjalankan pengekstrakan terhadap imej tersebut.

Secara ringkasnya, imej yang berwarna dapat memberi informasi yang lebih kepada model dalam proses pengekstrakan. Oleh itu, pengesanan muka yang dapat mengabaikan latar belakang imej-imej tidak memberi kesan yang ketara dalam eksperimen ini.

Jadual 5.6 Matriks Kekeliruan Tentang RaFD

	marah	hina	jijik	takut	gembira	neutral	sedih	kejutan
marah	86	0	1	0	0	2	1	0
hina	8	72	0	0	0	9	0	1
jijik	0	0	90	0	0	0	0	0
takut	0	0	0	90	0	0	0	0
gembira	0	0	0	0	90	0	0	0
neutral	0	11	0	0	0	79	0	0
sedih	0	0	0	1	0	1	88	0
kejutan	0	0	0	0	0	0	0	90

Di dalam jadual 5.6, emosi marah telah salah dikelaskan kepada jijik, neutral, dan sedih. Emosi hina juga salah dikelaskan kepada marah, neutral, dan kejutan. Emosi sedih telah salah dikelaskan kepada takut dan biasa. Hal ini berlaku kerana peragawati/peragawan tidak bergaya betul apabila menunjukkan sasaran emosi.

6. KESIMPULAN

Pengajian ini adalah untuk mengatasi masalah kekusutan latar belakang dan model algoritma tradisional kurang kebolehan pengekstrakan. Reka bentuk yang dicadangkan ialah reka bentuk yang mempunyai empat fasa yang penting iaitu fasa pengesanan muka, fasa proses awal dan pembesaran, fasa pengekstrakan, dan fasa klasifikasi. Prestasi model yang dicadangkan telah diuji dengan menggunakan pangkalan data yang bercabar iaitu JAFFE dan RaFD. Hasil eksperimen telah mendorong kegunaan model yang dicadangkan untuk penggunaan pengesanan ekspresi muka di dalam harian. Namun, model ini masih mempunyai kekangan yang perlu diubah suai di dalam pengajian masa depan.

7. RUJUKAN

- Ekman, P. 1993. Facial expression and emotion. *American Psychologist* 48(4): 384–392. doi:10.1037/0003-066X.48.4.384
- Fridlund, A. J. 1994. Human facial expression: an evolutionary view. Academic Press.
- Cohn, J. F., Schmidt, K., Gross, R. & Ekman, P. 2002. Individual differences in facial expression: Stability over time, relation to self-reported emotion, and ability to inform person identification. *Proceedings - 4th IEEE International Conference on Multimodal Interfaces, ICMI 2002*, hlm. 491–496. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. doi:10.1109/ICMI.2002.1167045
- Bettadapura, V. 2012. Face Expression Recognition and Analysis: The State of the Art. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1203.6722>
- Nagpal, S., Singh, M., Vatsa, M., Singh, R. & Noore, A. 2019. *Expression Classification in Children Using Mean Supervised Deep Boltzmann Machine*.
- Calder, A. J., Burton, A. M., Miller, P., Young, A. W. & Akamatsu, S. 2001. A principal component analysis of facial expressions. *Vision Research* 41(9): 1179–1208. doi:10.1016/S0042-6989(01)00002-5
- Shinohara, Y. & Otsu, N. 2004. Facial expression recognition using fisher weight maps. *Proceedings - Sixth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, hlm. 499–504. doi:10.1109/AFGR.2004.1301582

- Lyons, M. J. 1999. Automatic classification of single facial images. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 21(12): 1357–1362. doi:10.1109/34.817413
- Huang, M. W., Wang, Z. W. & Ying, Z. L. 2010. A novel method of facial expression recognition based on GPLVM plus SVM. *International Conference on Signal Processing Proceedings, ICSP*, hlm. 916–919. doi:10.1109/ICOSP.2010.5655729
- Tejinkar, B., Patil, S. R. & Svm, 2018. Local Binary Pattern Based Facial Expression Recognition Using Support Vector Machine. *The International Journal of Engineering and Science (IJES)* // ||: 23–42. doi:10.9790/1813-0708024349
- Huang, M., Wang, Z. & Ying, Z. 2011. Facial expression recognition using stochastic neighbor embedding and SVMs. *Proceedings 2011 International Conference on System Science and Engineering, ICSSE 2011*, hlm. 671–674. doi:10.1109/ICSSE.2011.5961987.
- Hua, B. & Liu, T. 2009. Facial expression recognition based on local feature bidirectional 2DPCA. *Proceedings - 2009 International Conference on Information Technology and Computer Science, ITCS 2009*, hlm. Vol. 1, 301–304. doi:10.1109/ITCS.2009.67