

DETEKSI MATA DENGAN MENGGUNAKAN KOMBINASI DARI FEATURE BASED METHOD DAN TEMPLATE BASED METHOD

Susilo Jono Hadiwibowo¹, Tjokorda Agung Budi Wirayuda², Tri Brotoharsono³

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

Abstrak

Mata merupakan bagian yang penting pada wajah manusia. Eye detection pada dasarnya adalah mencari posisi mata pada suatu data image. Eye detection dapat berguna pada sistem deteksi wajah maupun sistem pengenalan wajah manusia. Pada tugas akhir ini dibahas tentang sistem deteksi mata dengan menggunakan kombinasi dari feature based method yaitu menggunakan metode projection function dan template based method atau template matching.

Template matching mampu mengenali suatu pola secara akurat namun kurang efisien dari segi waktu. Projection function dapat melakukan pencarian area berdasarkan ciri-ciri tertentu secara cepat. Dengan kombinasi tersebut, deteksi mata dapat dilakukan dengan mencari wilayah kasaran mata terlebih dahulu dengan menggunakan metode projection function kemudian dilanjutkan dengan mencari posisi mata secara tepat dengan menggunakan metode template matching sehingga deteksi mata bisa dilakukan secara akurat dan dalam waktu yang singkat.

Pada tugas akhir ini juga dibahas tentang moment invariant yang digunakan untuk menormalisasi orientasi wajah pada gambar input.

Dari pengujian yang dilakukan terhadap citra wajah yang terdapat pada The ORL Database of Faces, hasilnya menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi mata dengan akurasi sebesar 76,2% dan dari segi rata-rata waktu eksekusi menunjukkan bahwa projection function dapat mempercepat proses deteksi mata hingga 28 kali lipat.

Kata Kunci : deteksi mata, eye detection, feature based method, template based, method, projection function, template matching, moment invariant

Abstract

Eyes are the most important features in the human face. Basically, eye detection is a detection of eye position on an image data. Eye detection can be useful in Face Detection System or Face Recognition System. In this final project, it's discussed about an eye detection system which is combining projection function as a feature based method and template matching as a template based method.

Template matching is able to accurately identify a pattern but it is lack in terms of time. While the projection function is capable of searching a region quickly based on certain characteristics. By this combination, eye detection can be done by finding a rough area of eyes in advance using Projection Function method and then find the eye position precisely by using template matching method so that the eye detection can be done accurately and quickly.

In this final project was also discussed about moment invariant that used to normalize the face's orientation on the input image.

From tests performed on the facial image contained in The ORL Database of Faces, results show that the system accuracy is 76.2% and in terms of average execution time shows that the projection function able to speed up the process of eye detection up to 28 times.

Keywords : eye detection, feature based method, template based method, projection function, template matching, moment invariant

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang masalah

Biometris merupakan salah satu bidang dalam ilmu komputer yang mempelajari tentang data biologis manusia berdasarkan ciri-ciri fisik maupun perilaku manusia. Dalam teknologi informasi, biometris mengacu pada teknologi yang mengukur dan menganalisa karakteristik tubuh manusia, seperti DNA, pengenalan suara (*voice recognition*), pengenalan wajah (*face recognition*), pengenalan iris mata (*iris recognition*), deteksi sidik jari, deteksi mata (*eye detection*) dan sebagainya [2]. Dalam Tugas Akhir ini dilakukan penelitian pada salah satu bidang ilmu Biometris, yaitu *eye detection* (deteksi mata) dengan menggunakan kombinasi dari *feature based method (projection function)* dan *template based method (template matching)*.

Eye detection pada dasarnya adalah untuk mencari posisi mata pada suatu data image. Mata merupakan bagian dari wajah yang mempunyai peranan paling menonjol dibandingkan dengan bagian wajah lainnya karena mata dapat menggambarkan ekspresi wajah secara keseluruhan [4]. Selain itu mata juga mempunyai posisi dan jarak *interocular* yang relatif tetap terhadap suatu wajah pada kebanyakan orang sehingga dapat digunakan untuk menentukan posisi bagian-bagian wajah lainnya [12]. Misalnya seperti dalam *feature extraction*, *feature extraction* akan lebih mudah jika *eye detection* dilakukan terlebih dahulu karena posisi bagian-bagian wajah selain mata dapat diperkirakan dengan menggunakan posisi mata yang telah diketahui. Kegunaan lainnya adalah *eye detection* juga dapat digunakan sebagai *preprocessing* pada *face recognition*.

Template matching adalah teknik dalam pengolahan citra digital untuk menemukan bagian-bagian kecil dari suatu gambar yang cocok dengan gambar template. Teknik ini dilakukan dengan cara menelusuri ke setiap *pixel* pada gambar yang akan dicari dan mencocokkan gambar yang ingin dicari dengan menggunakan gambar *template* sebagai acuannya. Teknik ini dapat melakukan pencarian secara akurat, namun tidak efisien [1, 4, 14, 20]. *Template matching* dianggap kurang efisien karena *template matching* harus menelusuri dan mencocokkan ke setiap piksel pada gambar yang ingin dicari. Hal kedua yang menyebabkan *template matching* tidak efisien adalah karena ukuran mata pada gambar inputan belum diketahui, maka *template matching* harus dilakukan beberapa kali dengan ukuran *template* yang berbeda.

Projection function merupakan salah satu metode untuk mengekstraksi fitur yang ada pada image. *Projection function* mengeksplorasi karakteristik dari suatu wilayah pada gambar berdasarkan intensitas warna atau tingkat keabu-abuan pada wilayah tersebut sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi batas wilayah pada gambar yang mempunyai karakteristik tertentu dengan wilayah lain pada gambar yang memiliki karakteristik berbeda. Suatu gambar biasanya direpresentasikan dalam bentuk fungsi 2-dimensi. Dengan menggunakan *projection function*, suatu gambar dapat direpresentasikan ke dalam bentuk fungsi 1-dimensi, vertikal saja atau horizontal saja. Dengan adanya reduksi dimensi dari 2-dimensi menjadi 1-dimensi ini berarti juga bahwa *projection function* telah

mengurangi beban komputasi untuk suatu operasi pada gambar [4, 5, 6, 8, 12]. Namun, karena *function projection* merepresentasikan gambar hanya secara horizontal atau vertikal saja, *function projection* tidak dapat digunakan pada gambar yang miring. Meskipun metode ini biasanya efisien, namun metode ini memiliki kekurangan dalam hal akurasi apabila diterapkan pada gambar yang memiliki tingkat kekontrasan yang rendah.

Moment invariant telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi salah satunya adalah digunakan pada aplikasi *image normalization*. Dengan menggunakan teori *moment invariant*, nilai *moment* dari suatu karakteristik yang ada pada suatu gambar adalah tetap tidak berubah meskipun gambar tersebut telah mengalami perubahan posisi (translasi), perubahan orientasi (rotasi) dan perubahan ukuran (skala) sehingga *moment invariant* dapat digunakan untuk menormalisasi kemiringan suatu gambar [7, 15]. Namun normalisasi kemiringan tersebut hanya dapat diterapkan pada gambar yang mempunyai sumbu simetri dan gambar jumlah sumbu simetri tidak lebih dari 2.

Berawal dari kemampuan *template matching* untuk mengenali pola pada suatu gambar secara akurat namun kurang efisien karena harus menelusuri dan mencocokkan pola ke tiap piksel pada gambar serta apabila ukuran dari pola belum diketahui maka *template matching* harus dilakukan beberapa kali dengan ukuran *template* yang berbeda, maka cara untuk meningkatkan efisiensi dari *template matching* adalah mengurangi area penelusuran dan pencocokan pada proses *template matching*. Dalam hal ini, deteksi mata dengan menggunakan teknik *template matching* dapat lebih optimal jika wilayah kasaran mata ditentukan terlebih dahulu dengan menggunakan *projection function* sehingga area *template matching* cukup dilakukan hanya pada wilayah kasaran mata tersebut yang luasnya jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan seluruh gambar wajah. Selain itu ukuran *template* juga dapat dievaluasi terlebih dahulu berdasarkan ukuran wilayah kasaran mata yang telah dideteksi.

1.2 Perumusan masalah

Rumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana menentukan wilayah kasaran mata dengan menggunakan *feature based method (projection function)*
2. Bagaimana menentukan posisi mata secara tepat dengan menggunakan *template based method (template matching)*
3. Bagaimana menentukan ukuran *template* yang akan digunakan untuk menentukan posisi mata secara tepat
4. Bagaimana menganalisis performansi *template based method (template matching)* dalam pedeteksian mata jika dikombinasikan dengan *feature based method (projection function)*

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Citra inputan yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra 1 wajah manusia penuh dan frontal dengan latar *background* polos.
2. Data citra inputan yang digunakan adalah diambil dari database gambar wajah *The ORL Database of Faces, The Yale Face Database B* dan juga dari citra wajah yang didapatkan dengan mengambil sendiri gambar wajah manusia dengan menggunakan *digital camera*.

- Keakuratan dan performansi diukur dari ketepatan penentuan posisi mata berdasarkan data kebenaran yang dibuat secara manual dari tiap citra inputan yang diujikan.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- Menganalisis performansi kombinasi *template based method (template matching)* dan *feature based method (projection function)* dalam pendeteksian mata berdasarkan keakuratan hasil yang didapatkan serta waktu proses pendeteksian mata.
- Melakukan implementasi normalisasi kemiringan wajah dengan menggunakan *moment invariant* pada sistem deteksi mata.

1.4 Metodologi penyelesaian masalah

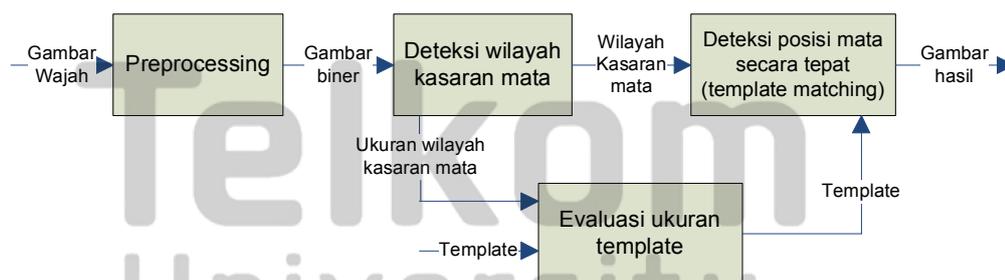
Pendekatan sistematis/metodologi yang akan digunakan dalam merealisasikan tujuan dan pemecahan masalah di atas adalah menggunakan langkah-langkah sebagai berikut :

- Studi literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian literatur tentang dasar-dasar pengolahan citra digital [9, 13], metode untuk deteksi mata seperti *feature based methods, projection function* [4, 5, 6, 8, 12], *template based methods, template matching* [3, 12] serta proses preprocessing yang terdiri dari *homomorphic filtering* [9], *connected component labelling* [13, 17] yang berasal dari buku, website, maupun artikel - artikel lain yang menunjang tugas akhir ini.

- Analisis dan perancangan sistem

Dari studi literatur yang telah dilakukan sebelumnya, kemudian dilakukan analisis mengenai kebutuhan sistem. Yaitu kebutuhan sistem seperti tahapan-tahapan, teknik atau metode apa saja yang diperlukan untuk membangun sistem deteksi mata ini. Dari hasil analisa, didapatkan gambaran umum sistem yang digambarkan dengan diagram blok seperti berikut.



Gambar 1-1: Gambaran umum rancangan proses deteksi mata

- Implementasi

Dari blok diagram (gambar 1-1) terlihat bahwa dalam sistem deteksi mata ini terdapat 4 proses utama yaitu preprocessing, deteksi wilayah kasaran mata yang dilakukan dengan metode *projection function*, evaluasi ukuran *template* dan deteksi posisi tepat mata dengan menggunakan metode *template matching* yang diterapkan pada wilayah kasaran mata yang telah terdeteksi sebelumnya. Rancangan proses-proses tersebut kemudian diimplementasikan

ke dalam sebuah sistem atau program yang dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman *Matlab*.

4. Pengujian dan analisis hasil pengujian

Setelah sistem atau program selesai dibangun, kemudian dilakukan pengujian sistem dengan menggunakan data yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan melihat tahapan proses yang terjadi di dalam sistem, waktu pemrosesan serta keakuratan hasil. Dari pengujian yang telah dilakukan, kemudian dilakukan analisis terhadap waktu pemrosesan deteksi mata serta keakuratan pendeteksian mata untuk melihat potensi peningkatan performansi sistem.

5. Pembuatan laporan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan yang sesuai dengan ketentuan serta kaidah yang berlaku.



5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi, pengujian dan analisa hasil pengujian, maka dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Tahap *preprocessing* dengan *homomorphic filtering* sangat berpengaruh pada proses selanjutnya yaitu pada tahap normalisasi orientasi wajah, deteksi wilayah kasaran mata dan deteksi posisi tepat mata. Hasil *preprocessing* yang buruk akan menyebabkan proses normalisasi orientasi, proyeksi citra dan *template matching* tidak berjalan dengan baik.
2. Kinerja sistem deteksi mata dengan menggunakan kombinasi *template matching* dan *projection function* dibandingkan dengan kinerja sistem deteksi mata dengan *template matching* tanpa *projection function* jauh lebih baik dilihat dari segi waktu proses maupun akurasi. *Projection function* berperan besar dalam mencari wilayah kasaran mata dan mengurangi area operasi *template matching* sehingga pendeteksian mata dapat lebih cepat dan dan akurat.
3. Arah pencahayaan terhadap pada citra wajah inputan dapat mempengaruhi akurasi sistem. Pencahayaan dari atas dan samping dapat menghasilkan bayangan cahaya di sekitar mata yang akan membuat gambar struktur mata menjadi kurang jelas dan sistem tidak dapat berjalan dengan baik
4. *Moment invariant* dapat digunakan sebagai metode untuk menormalisasi orientasi wajah pada sistem deteksi mata. Namun metode ini tidak dapat berjalan dengan baik jika gambar wajah yang akan dinormalisasi berada dalam keadaan menghadap ke samping karena dalam keadaan seperti itu, gambar wajah menjadi tidak simetris.
5. Akurasi sistem semakin menurun seiring dengan diperkecilnya ukuran citra wajah. Hal ini disebabkan oleh struktur mata yang semakin kurang jelas seiring dengan semakin kecilnya ukuran citra wajah.

5.2 Saran

1. Sistem deteksi mata ini dapat dikembangkan lagi menjadi sistem *face detection* maupun *face recognition* jika fitur wajah seperti hidung dan mulut dapat dideteksi. Sistem deteksi mata ini juga dapat dijadikan sebagai *preprocessing* pada sistem *eye recognition*.

Daftar Pustaka

- [1] Al-Mamum, H. A., Jahangir, N., Islam, S., Isalm, A., 2009, *Eye Detection in Facial Image by Genetic Algorithm Driven Deformable Template Matching*, IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.9 No.8, August 2009
- [2] *Biometrics "Foundation Documents"*, NSTC Subcommittee on Biometrics
- [3] Brunelli R., 2009, *Template Matching Techniques in Computer Vision : Theory and Practice*, J. Wiley & Sons
- [4] Brunelli R., T. Poggio, 1993, *Face recognition: features versus templates*, IEEE Transactions on PAMI
- [5] Feng, G.C., Yuen, P.C., 1998, *Variance Projection Function and its Application to Eye Detection for Human Face*. *Recognition, Pattern Recognition Letters* 19 1998. 899–906
- [6] Feng G.C., P.C. Yuen, *Multi-cues eye detection on gray intensity image*, *Pattern Recognition Letter* 34 (2001) 1033–1046
- [7] Flusser, J., Tomáš Suk and Barbara Zitová, 2009, *Moments and Moment Invariants in Pattern Recognition*. New Jersey:Wiley
- [8] Geng, X., Zhou, Z., 2004, *Projection Functions for Eye Detection*, *Pattern Recognition*, Vol. 37
- [9] Gonzales R.C., Woods R.E.,2002, *Digital Image Processing (2nd edition)*, NewJersey: Prentice Hall
- [10] http://en.wikipedia.org/wiki/Connected_Component_Labeling
- [11] Kanade T., 1977, *Computer Recognition of Human Faces*, Basel und Stuttgart:Birkhauser Verlag
- [12] Kumar, R.T., Raja, S.K., Ramakrishnan, A.G., 2002, *Eye detection using color cues and projection functions*, in *Proceedings 2002 International Conference on Image Processing ICIP*, Rochester, New York, USA, 2002, vol. 3
- [13] Munir, R., *Pengantar Pengolahan Citra*, Bandung:Penerbit Informatika
- [14] Olson C.F., 2000, *Maximum-likelihood Template Matching*, *Proc. IEEE Coot Computer Vision and Pattern Recognition* vol 2
- [15] Pan, M.S., Tang J.T., Yang X.L., 2010, *Moment Invariant-based Algorithm for Medical Image Tilt Correcton*, *International Journal of Automation and Computing* 7(4)
- [16] *Rapid Diagnostic Tests : Accuracy of Diagnostic Tests*. Dari <http://www.rapid-diagnostics.org/accuracy.htm>, 28 Maret 2011
- [17] Shapiro, L. and Stockman, G., 2001, *Computer Vision*, Prentice Hall
- [18] *The ORL Database of Faces*, AT&T Laboratories Cambridge. Diunduh dari http://www.cl.cam.ac.uk/Research/DTG/attarchive/pub/data/att_faces.zip
- [19] *The Yale Face Database B*, Computer Vision Laboratory in the Computer Science and Engineering Department at U.C. San Diego. Diunduh dari <ftp://plucky.cs.yale.edu/CVC/pub/images/yalefacesB/TarSets/>

- [20] Yuille A.L., P.W. Hallinan, D.S. Cohen, 1992, *Feature extraction from faces using deformable templates*, International Journal Computer Vision

