

Tracking Mata secara real-time Berbasis ROI dari hasil deteksi pusat iris menggunakan Template Matching

Akhmad Hendriawan¹, Djoko Purwanto²

hendri@eepis-its.edu

¹Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

²Jurusan Teknik Elektro

Institut Teknologi Sepuluh Nopember(ITS) Surabaya.

Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya 60111

Abstrak

Template matching adalah metode yang banyak digunakan pada sistem deteksi mata. Pada umumnya daerah kerja proses template matching adalah sebesar resolusi gambar yang ditangkap kamera sehingga dapat mengurangi kecepatan deteksi dan tracking mata. Pada paper ini menawarkan algoritma penentuan daerah pencarian template matching yang diupdate sehingga dapat digunakan untuk deteksi dan melakukan tracking mata secara real-time. Algoritma ini mempunyai komputasi yang sederhana dan cepat dibandingkan algoritma standar yang menggunakan ukuran daerah pencarian sebesar citra yang ditangkap oleh kamera. Metode utama yang digunakan pada sistem tracking mata adalah menggabungkan dua metode yaitu metode viola-jones untuk mendeteksi wajah dan melakukan estimasi iris mata dan metode template matching dengan lokasi pencarian yang diupdate terus menerus untuk mendeteksi dan melakukan tracking pada mata. Hasil akhir yang didapatkan menggunakan webcam logitech quickcam pro 5000 dengan resolusi 320x240 yang dihubungkan dengan intel pentium 4 dengan clock CPU sebesar 3.2 GHz, sistem tracking mata mencapai kecepatan rata-rata 15.2 fps dengan jarak maksimal sebesar 122 cm. Sistem yang dibangun ini telah memenuhi kontribusi yang ingin dicapai yaitu sebesar 12.5 fps dan dengan batasan tertentu dapat diimplementasikan untuk sistem tracking mata dalam lingkungan real-time.

Kata kunci: Deteksi wajah, Deteksi mata, Tracking mata, Template Matching, Sistem warna HSV, OpenCV.

1. Pendahuluan

Konsep dari tracking mata adalah mengikuti pandangan yang dilihat berdasarkan mata atau kepala. Tracking mata banyak digunakan untuk keperluan aplikasi analisis dan interaksi manusia dengan computer atau yang dikenal dengan HCI (human computer interaction). Aplikasi analisis yang banyak menggunakan tracking mata adalah riset medik, riset pasar, studi kelayakan seperti iklan dan penggunaan web. Sementara aplikasi tracking mata untuk HCI banyak digunakan sebagai input pengganti keyboard, mouse, tombol fisik dan suara [1]. Apabila sistem tracking mata digunakan pada lingkungan yang memiliki mobilitas yang cukup tinggi, maka sistem tersebut harus memiliki kecepatan proses yang memenuhi batasan tertentu yang telah ditetapkan. Sistem ini biasanya dikenal dengan sistem real-time, meskipun lebih sering batasan real-time tergantung dari titik pandang mana suatu sistem dianggap real-time.

2. Latar Belakang

Sistem tracking mata menggunakan penyinaran inframerah dilakukan oleh [2] menggunakan algoritma starbust untuk mengekstraksi lokasi dari pusat iris dan refleksi kornea. Kemudian titik tepi iris di tandai menggunakan metode iterasi fitur dasar. Bentuk

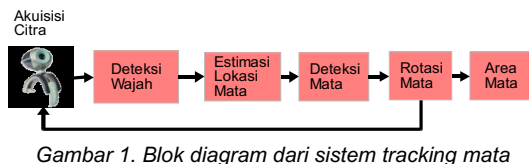
elips diperoleh dengan mendeteksi titik-titik pada iris menggunakan algoritma random sample consensus (RANSAC). Sementara [3] menggunakan kamera webcam biasa yang ditambahkan beberapa inframerah yang membentuk lingkaran yang diletakkan pada bagian luar dan dalam yang mengelilingi webcam. Deteksi wajah dilakukan dua kali dengan inframerah luar hidup dan dengan infra merah dalam hidup. Selanjutnya dilakukan image deferensiasi dari hasil gambar yang ditangkap. Estimasi terhadap mata dilakukan menggunakan proses scanning dan metode ellipse fitting untuk mendeteksi iris. Pengurangan noise dan verifikasi mata dilakukan menggunakan metode SVM. Paper [4] menggunakan kamera jenis webcam yang digunakan untuk mendeteksi dan melakukan tracking terhadap mata. Tracking mata dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan tracking wajah berdasarkan warna kulit. Model wajah dibuat menggunakan distribusi hue dari sistem warna HSV. Ciri dari suatu mata ditentukan oleh adanya ujung alis dan titik tengah mata. Penentuan lokasi titik tengah mata dilakukan dengan terlebih dahulu mengekstrak alis mata dan bola mata menggunakan operator sobel, kemudian melakukan thresholding dari histogram lokasi mata untuk arah horizontal dan arah vertikal. Penentuan ujung alis dilakukan menggunakan acuan dari titik tengah mata yang diperoleh dan

memperkirakan alis mata. Selanjutnya melakukan invers image dan melakukan thresholding dari histogram lokasi alis arah vertikal dan horizontal. Paper Lain yang dikembangkan oleh [7] adalah menggabungkan metode viola-jones dan metode Camshift yang digunakan untuk mendeteksi wajah dan melakukan estimasi mata, kemudian menggunakan integral proyeksi untuk memperoleh iris mata.

Kelemahan dari beberapa penelitian diatas adalah tracking mata dilakukan membutuhkan cahaya inframerah, memerlukan peralatan khusus yang di letakkan diatas kepala [2], membutuhkan pencahayaan yang khusus [4], hanya dapat digunakan pada posisi tegak[7] dan membutuhkan komputasi yang kompleks yang sulit bila diimplementasikan untuk proses yang real-time. Pada paper ini dicoba untuk meningkatkan kecepatan dan ketepatan sistem proses deteksi sehingga dapat digunakan pada lingkungan real-time dengan menggabungkan dua metode yaitu metode viola-jones untuk mendeteksi wajah dan melakukan estimasi iris mata dan metode template matching dengan lokasi pencarian yang diupdate terus menerus untuk mendeteksi dan melakukan tracking mata

3. Perancangan Sistem

Secara garis besar sistem tracking mata secara real-time seperti pada blok diagram gambar 1 berikut:

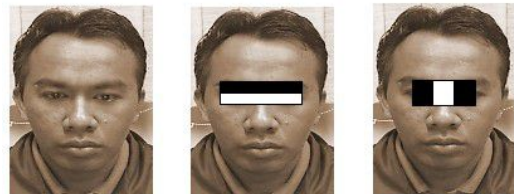


Pada Gambar 1 akuisisi data dilakukan oleh kamera jenis webcam dengan tipe Quickcam 5000 dengan resolusi 320x240. Proses selanjutnya adalah mendeteksi wajah dengan menggunakan metode viola-jone. Hasil dari metode ini adalah lokasi area wajah. Berdasarkan informasi lokasi area wajah yang diperoleh, estimasi awal lokasi pencarian lokasi awal dari mata ditentukan. Sebelum proses deteksi mata dilakukan, terlebih dulu sistem warna RGB dari webcam dikonversi menjadi nilai HSV. Konversi ini dilakukan karena sistem warna RGB rentan terhadap cahaya yang disebabkan informasi yang disimpan tidak dipisahkan antara warna dengan intensitas cahaya. Dengan hanya mengambil informasi Value dari sistem warna HSV dan melakukan penapisan untuk mengurangi derau menggunakan filter gaussian proses deteksi mata dilakukan. Metode pencocokan mata pada deteksi warna dilakukan dengan cara membandingkan gambar iris dengan gambar yang ada sekarang. Bila hasilnya lebih kecil dari nilai thresholding maka pada lokasi pencarian ditemukan iris mata. Sistem deteksi terhadap iris mata ini dilakukan secara individu pada setiap mata. Hasilnya berupa area

pada mata. Sistem deteksi mata ini dilakukan secara berulang-ulang sehingga mata dapat ditracking.

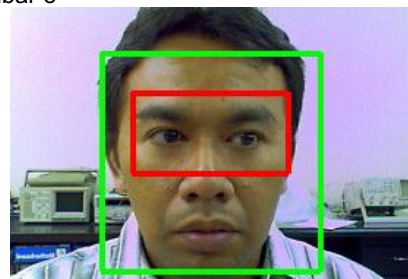
3.1 Deteksi Wajah

Deteksi wajah banyak digunakan untuk aplikasi interfacing, database image, teleconferencing. Pada penelitian ini deteksi wajah digunakan untuk mengekstrak wajah dari gambar yang ditampilkan. Metode utama yang digunakan untuk mempercepat proses deteksi adalah klassifier bertingkat seperti yang digunakan pada penelitian [5]. Wajah dapat dimodelkan dalam bentuk ciri-ciri tertentu yang sederhana. Pengambilan ciri yang sederhana ini dimaksudkan untuk mempercepat proses deteksi. Untuk meningkatkan ketelitian deteksi, wajah dapat diwakili oleh puluhan sampai ribuan ciri sederhana. Ciri-ciri ini harus dipilih sedemikian rupa sehingga apapun yang disebut dengan wajah harus memiliki ciri-ciri tersebut yang disebut dengan ciri dominan.



Gambar 2 Ciri Beberapa dominan wajah

Beberapa contoh ciri dominan dari wajah seperti tampak pada Gambar 2 antara lain daerah sekitar mata memiliki kecerahan yang lebih gelap dibandingkan daerah sekitarnya. Daerah di antara dua mata memiliki kecerahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sekitar mata dan seterusnya. Fungsi untuk mendeteksi wajah dilakukan oleh OpenCV [6] dengan cara mengeliminasi efek daerah bukan wajah untuk mempercepat deteksi wajah. metode dilakukan adalah mengcrop area wajah dari gambar hasil akuisisi data dan menghilangkan background yang berada diluar area yang dipotong. Langkah ini dilakukan dengan menggunakan fungsi cvHaarDetectObject yang telah disediakan oleh OpenCV. Setelah itu wajah dapat diekstrak. Hasil dari proses Deteksi wajah ditunjukkan oleh Gambar 3

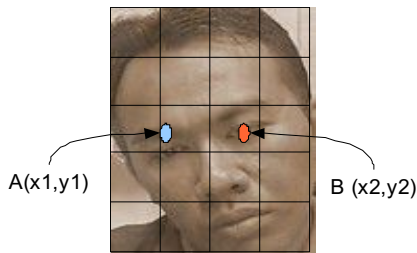


Gambar 3 Hasil Deteksi Wajah

3.2 Estimasi Mata

Estimasi mata dilakukan dengan menggunakan ukuran panjang dan lebar wajah yang diperoleh dari proses sebelumnya. Estimasi mata ini dilakukan untuk mempercepat proses deteksi mata. Gambar 4 Adalah ilustrasi dari estimasi

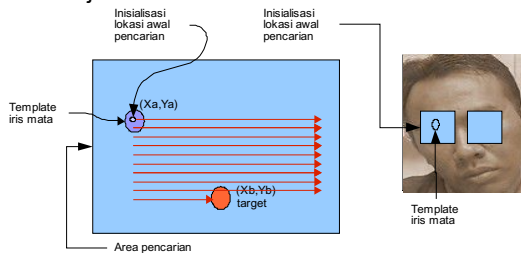
lokasi mata. Titik A adalah estimasi untuk lokasi mata sebelah kiri. Titik B adalah estimasi mata sebelah kanan. Pada arah horizontal estimasi nilai x pada A sebesar 0.32 lebar wajah, sementara pada arah vertikal nilai y pada A sebesar 0.43 tinggi wajah. Dengan cara yang sama untuk mendapatkan estimasi lokasi iris mata sebelah kanan pada arah horizontal sebesar 0.7 dari lebar wajah dan lokasi iris pada arah vertikal adalah sama untuk mata kiri dan mata kanan yakni sebesar 0.43 dari lebar wajah.



Gambar 4 Estimasi lokasi iris pada mata

3.3 Proses Scanning Mata

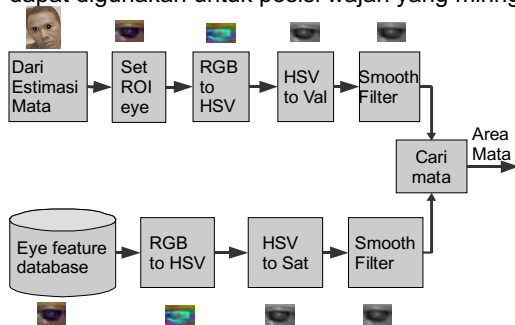
Proses scanning mata adalah melakukan penelusuran untuk pencarian iris mata dari lokasi awal window sampai lokasi akhir window. Proses awal scanning adalah melakukan inisialisasi lokasi awal pencarian berdasarkan estimasi mata dan melakukan penelusuran sampai didapat lokasi mata. Blok diagram pada Gambar 5 adalah cara kerja deteksi



Gambar 5 Proses scanning mata

3.4 Deteksi Mata

Penemuan mata dilakukan pada setiap mata dengan terlebih dahulu melakukan estimasi mata. Metode template matching digunakan untuk menemukan lokasi mata. Agar sistem dapat mendeteksi mata dengan posisi wajah yang tidak harus tegak, maka template yang digunakan adalah template iris dengan anggapan bahwa iris pada setiap orang berbentuk lingkaran sehingga dapat digunakan untuk posisi wajah yang miring.



Gambar 6 Proses kerja Deteksi Mata

Pencocokan template iris mata menggunakan sistem warna HSV dengan hanya menggunakan komponen Value. Penggunaan komponen Value ini akan sangat membantu pemrosesan sistem dari sisi kecepatan agar bisa digunakan untuk lingkungan realtime. Proses template matching dilakukan dengan membandingkan data template mata dan data gambar dari kamera yang telah difilter menggunakan gaussian filter. Proses deteksi mata ditunjukkan oleh gambar 6. sementara pseudocode deteksi Mata sebagai berikut:

1. Inisialisasi lokasi iris.
2. Inisialisasi window Pencarian iris ukuran 32x32.
3. Ambil template iris ukuran 12x12 pada file.
4. Mengkonversi sistem warna dari RGB ke HSV dan memisahkan warna HSV menjadi komponen Hue, Saturation, dan Value.
5. Mengambil bagian Value saja dan melakukan penapisan untuk mereduksi noise.
6. Memulai akuisisi citra dan konversikan RGB ke HSV.
7. Ambil bagian Value saja dan lakukan filter.
8. Memulai Scanning Mata dengan ukuran 12x12 pada lokasi awal pencarian.
9. Bandingkan Hasil scanning dengan Template.
10. Jika hasil korelasi < Threshold maka lokasi mata ditemukan ke no 13.
11. Jika window pencarian sudah selesai maka lokasi tidak ditemukan dan keluar.
12. Update window pencarian dan ulangi langkah 3.
13. Update Window Pencarian.

3.5 Template Matching

Template matching adalah Metode untuk mendeteksi suatu objek dengan cara melakukan pencocokan gambar hasil akuisisi dengan template. Pendekatan template matching yang digunakan menggunakan normalisasi perbedaan area (Normalized squared difference) yang persamaannya ditunjukkan oleh persamaan (1)

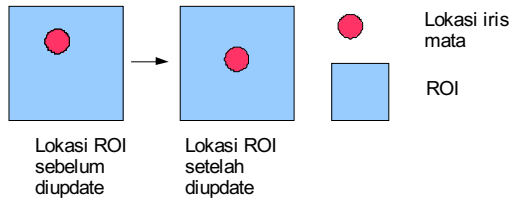
$$s(x, y) = \frac{\sum_{y'=0}^{h-1} \sum_{x'=0}^{w-1} [T(x', y') - (x+x', y+y')]^2}{\sqrt{\sum_{y'=0}^{h-1} \sum_{x'=0}^{w-1} [T(x', y')^2 + (x+x', y+y')]^2}} \quad (1)$$

Pada persamaan ini I(x,y) adalah nilai pixel pada lokasi (x,y), sementara T(x,y) adalah nilai pixel pada template (x,y) template mempunyai ukuran lebar w x tinggi h sementara image mempunyai ukuran lebar x tinggi sebesar WxH

3.6 Update ROI Mata

Semakin besar daerah pencarian pencocokan mata maka semakin lambat proses pencocokan mata dilakukan. Agar hasil proses template matching lebih cepat maka digunakan daerah pencarian iris tidak menggunakan resolusi penuh dari webcam tetapi dibatasi oleh ROI (Region of Interest) dengan ukuran 32x32 piksel dan menggunakan ukuran template yang kecil yaitu

sebesar 12x12 piksel. Setelah ditemukan lokasi iris mata maka posisi pusat ROI diupdate agar berada pada lokasi iris yang berhasil dideteksi. Keuntungan menggunakan metode ini adalah search window akan selalu mengikuti pergerakan iris pada frame berikutnya sehingga dapat digunakan untuk melakukan tracking mata. Ilustrasi dari metode ini ditunjukkan pada Gambar 7



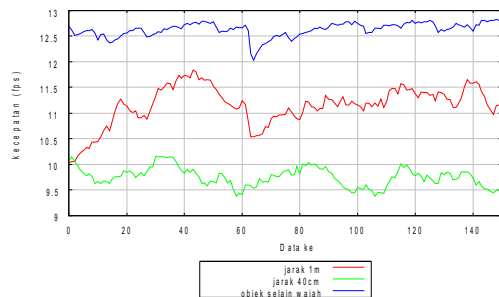
Gambar 7 Ilustrasi update window

4. Hasil percobaan

Pengujian dilakukan menggunakan webcam logitech quickcam pro 5000 dengan resolusi 320x240 yang dihubungkan dengan komputer intel pentium 4 dengan clock CPU sebesar 3.2 GHz dengan RAM sebesar 1.25 G RAM dan OS windows XP servicepack 3

4.1 Pengujian Perbandingan unjuk kerja tracking wajah

Perbandingan unjuk kerja tracking wajah dilakukan untuk mengetahui respon sistem secara keseluruhan terhadap kecepatan. Pengujian dilakukan dengan cara memplot hasil uji deteksi wajah pada jarak 1m, 40 cm dan deteksi wajah pada objek selain wajah yang hasilnya ditunjukkan oleh Gambar 8. Dari hasil yang ditunjukkan nampak sistem bekerja lebih cepat jika objek yang dideteksi mempunyai ukuran yang relatif kecil atau jauh dari kamera, dan sebaliknya jika objek lebih besar atau dekat dengan kamera maka respon sistem lebih lambat.

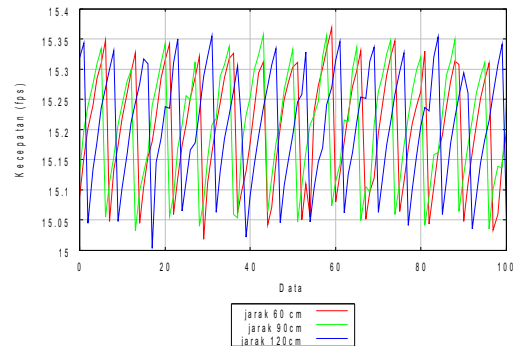


Gambar 8 Respon kecepatan tracking mata

4.2 Pengujian Perbandingan unjuk kerja tracking mata

Perbandingan unjuk kerja tracking wajah dilakukan untuk mengetahui respon sistem secara keseluruhan terhadap kecepatan. Pengujian dilakukan dengan cara memplot uji respon kecepatan sistem terhadap deteksi mata pada jarak 60cm, 90 cm dan 120cm seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 9. Dari hasil yang ditunjukkan terlihat kecepatan proses deteksi mata tidak terlalu dipengaruhi oleh jarak kamera terhadap user. Pada Gambar 9 juga menunjukkan kecepatan rata-rata dari proses

template matching sekitar 15.2 fps. Pada pengukuran lain yang ditunjukkan oleh tabel 1 terlihat bahwa sistem dapat mendeteksi dan melakukan tracking mata pada posisi miring menghadap kamera. Hasil tracking mata secara keseluruhan tunjukkan oleh gambar 9.



Gambar 9 Respon kecepatan tracking mata



Gambar 9 Hasil Tracking Mata

Tabel 1 Hasil uji tracking mata

| Tracking mata | |
|------------------------|-------|
| Kecepatan (fps) | 15.2 |
| Orientasi (°) | |
| Depan | 5.8 |
| Belakang | 17.35 |
| Miring kiri | 87.25 |
| Miring kanan | 87.25 |
| Menoleh kiri | 21 |
| Menoleh kanan | 24.2 |
| Jarak dari kamera (cm) | |
| Minimal | 9.35 |
| Maksimal | 122.3 |

4. Kesimpulan

Telah di paparkan penggunaan metode violajones untuk mendeteksi wajah dan melakukan estimasi iris mata dan metode template matching dengan lokasi pencarian yang diupdate terus menerus untuk mendeteksi dan melakukan tracking pada mata. Hasil akhir yang didapatkan menggunakan webcam logitech quickcam pro 5000 dengan resolusi 320x240 yang dihubungkan dengan komputer intel pentium 4 dengan clock CPU sebesar 3.2 GHz didapatkan kecepatan tracking mata rata-rata sebesar 15.2 fps yang tidak terlalu berpengaruh pada variabel jarak dan dapat digunakan pada lingkungan real-time.

5. Pustaka

[1] Jiangtao wang,shumin zhai, hui su, 2001, "Chinese input with keyboard and eye

- tracking: an anatomical study ",Seattle, Washington, United States
- [2] Dongheng Li,2006, Low Cost eye-Tracking for human computer Interaction,Tesis Master, Iowa State University, Iowa.
 - [3] Zhiwei Zhu, 2002,"Real-Time Eye Detection and Tracking Under Various Light Condition"
 - [4] Kohei Arai, "Computer input system based on viewing vector estimation with iris center detection from the image of users acquired with relatively cheap web camera allowing user movements", Saga University, Japan.
 - [5] Paul Viola, Michael Jones, 2001, "RobustReal-timeObjectDetection", second international workshop on statistical and computational theories of vision, Vancauver, canada
 - [6] Intel® Open Source Computer Vision Library, 2001, www.intel.com/research/mrl/research/opencv
 - [7] Akhmad Hendriawan, Djoko Purwanto, Sistem Deteksi dan Tracking Mata Manusia Secara Realtime Menggunakan metode Continously Adaptive Mean-Shift, Seminar Nasional Pascasarjana VIII – ITS, Surabaya 13 Agustus 2008



Akhmad Hendriawan
(S1-2002,S2-2008). Lahir di Malang 27 Januari 1975. Pendidikan S1 dan S2 diselesaikan Di ITS. Tahun 2002 menjadi dosen di PENS-ITS. Selama Menjadi Dosen PENS-ITS bergabung dengan research group Embedded

dan VLSI design.



Djoko Purwanto
Pendidikan S1 dji jurusan Teknik Elektro ITS, pendidikan S2 dan S3 diselesaikan di Keio university di jepang. Bergabung menjadi Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Institut teknologi 10 Nopember (ITS) . Saat ini aktif mengajar di program S1,

S2 dan S3 bidan elektronika