



Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk mengubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Terdapat beberapa penelitian terkait pada dengan penerapan penghitung langkah tanpa kontak yang penulis jadikan sebagai inspirasi.

2.1.1. A Face Tracking Method Using Feature Point Tracking [6]

Penelitian tersebut membahas tentang cara mengimplementasikan *face tracking* menggunakan *feature point*. Penggunaan *face tracking* sangat diperlukan diberbagai bidang, seperti CCTV, *Human Computer Interfacing* (HCI), telekonferensi, dan sebagainya. Metode *tracking* seperti *vision-based* dan *color-based* memiliki kekurangan karena mudah dipengaruhi oleh *noise* dan pencahayaan. Metode *face tracking* yang digunakan pada penelitian tersebut terbagi menjadi dua, yaitu *face detection*, dan *face tracking*. Algoritma Adaboost digunakan pada *face detection* untuk mengurangi eror pada saat melakukan melakukan deteksi menggunakan Haar-like *features*, sedangkan algoritma Kanade-Lucas-Tomasi (KLT) digunakan untuk melakukan *face tracking* dengan cara mendeteksi *feature* yang dianggap menarik contohnya seperti bagian tepi dan sudut dari objek.

Pengujian metode tersebut dilakukan menggunakan *webcam*, dan kondisi seperti pergerakan kepala dan pencahayaan yang beragam. Pada kondisi pencahayaan yang baik, tingkat deteksi meningkat menjadi 100%, sedangkan pada kondisi pencahayaan yang kurang, tingkat deteksi menurun menjadi 91%. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa metode

tersebut dapat digunakan pada dunia nyata terutama kondisi video yang memiliki *noise*.

2.1.2. Step Count and Pulse Rate Detection Based on Contactless Image Measurement Method [4]

Penelitian tersebut membahas tentang implementasi sistem perhitungan jumlah langkah tanpa perlu melakukan kontak fisik dengan pengguna. Perangkat *wearable* merupakan solusi yang banyak digunakan mengetahui informasi olahraga yang sedang dilakukan, tetapi perangkat *wearable* dapat menimbulkan ketidaknyamanan dan mengurangi keleluasaan pengguna pada saat sedang berolahraga. Penelitian tersebut menggunakan perangkat berupa *webcam* dan komputer untuk melakukan pengembangan dan pengujian sistem, sedangkan alat olahraga yang digunakan adalah *stepper* dan *treadmill*. Metode yang digunakan pada penelitian adalah *face detection*, *face tracking*, dan *peak detection*.

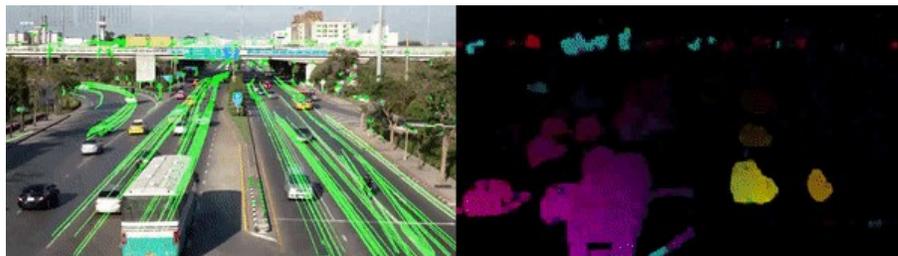
Face detection diimplementasikan menggunakan Haar *classification* untuk mendeteksi wajah subjek pada gambar yang ditangkap oleh kamera. Area di mana wajah subjek terdeteksi akan dijadikan sebagai *region of interest* (ROI). Implementasi *face tracking* menggunakan algoritma Kanade-Lucas-Tomasi (KLT) untuk menentukan *feature point* pada kontur hidung yang kemudian *point* tersebut digunakan untuk memperbaharui posisi ROI. Sinyal langkah diperoleh menggunakan titik tengah pada ROI dan akan diproses lebih lanjut menggunakan *filter* untuk menghaluskan sinyal tersebut. Algoritma *peak detection* kemudian digunakan untuk menghitung jumlah langkah berdasarkan sinyal yang telah diproses.

Pengujian sistem dilakukan menggunakan *treadmill* pada kecepatan yang beragam. Hasil akurasi yang diperoleh sebesar 99.52% pada *stepper* dan 99.77% pada *treadmill*.

2.1.3. Using Optical Flow for Tracking [7]

Penelitian tersebut berdasarkan pada pentingnya kemampuan deteksi dan pelacakan objek dalam bidang *video surveillance*. Optical flow merupakan salah satu metode pada *computer vision* yang digunakan untuk melacak pergerakan objek dengan tepat. Metode tersebut mempelajari pergerakan relatif objek pada tiap-tiap *frame* berdasarkan kecepatan pergerakan dan perubahan pencahayaan. Optical flow terbagi menjadi dua macam, yaitu *sparse* dan *dense*. Teknik *sparse* hanya berfokus pada *feature* yang menarik pada objek seperti bagian sudut, tepi, dan sebagainya, sedangkan teknik *dense* bekerja pada seluruh *pixel* yang ada pada *frame* video. Berdasarkan cara kerjanya, dapat dibilang bahwa teknik *dense* memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi walaupun memerlukan waktu pemrosesan yang lebih banyak dibandingkan dengan teknik *sparse*.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan empat buah jenis *optical flow*, yaitu Lucas-Kanade, Horn-Schunck, Buxton-Buxton, dan Farnebäck. Penerapan *optical flow* dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.



(a) Dense optical flow



(b) Sparse optical flow

Gambar 2.1 Penerapan *optical flow*

Hasil dari perbandingan antara teknik sparse dan dense dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

S.No	Aspect of Comparison	Lucas-Kanade Algorithm	Horn-Schunck Algorithm
1.	Coverage	Local space	Global space
2.	Optical flow method	Differential	Differential
3.	Methodology	A small sliding window is moved across to determine the optical flow directions.	Global energy function is computed and this is minimized using differentiation
4.	Sensitivity to noise	This method is less sensitive to noise as this is a local method.	More sensitive to noise than Lucas - Kanade algorithm
5.	Time complexity	Linear	Quadratic
6.	Application scope	This method is applicable for tracking objects with moderate operating speed.	Applicable for tracking objects with high speed movement
7.	Density of optical flow vectors generated	Less when compared to Horn-Schunck method.	More when compared to Lucas-Kanade method
8.	Addressing aperture problem	No	Yes
9.	Dependencies	The performance of this system is highly dependent on the size of the sliding or moving window that is selected.	The video should be cleared or smoothened by removing noisy data before applying this algorithm
10.	Advantages	Sliding window size is small and hence takes less computational time. Less sensitive to noise.	More sensitive to noise. Dense optical flow vectors generated as output. Highly effective even in uniform surfaces
11.	Limitations	This method is less effective when applied across uniform surfaces.	Higher time complexity and sensitivity to noise.

Tabel 2.1 Perbandingan teknik *sparse* dan *dense*

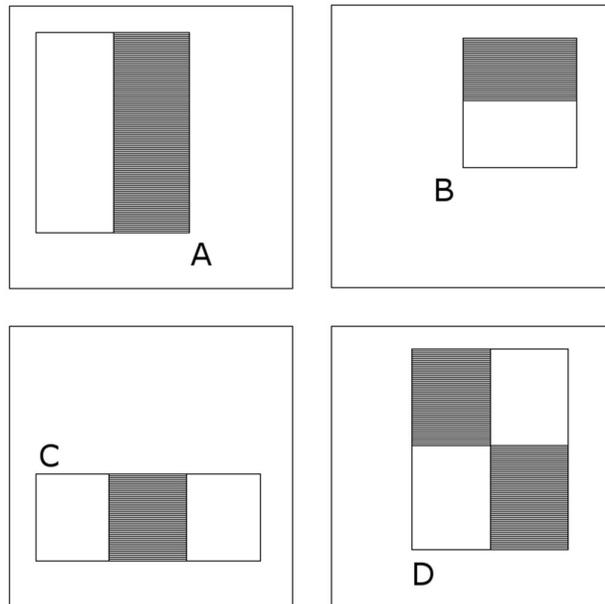
Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa kecepatan objek yang bergerak pada video dapat diketahui berdasarkan vektor yang dihasilkan oleh *optical flow* yang digunakan. Perbedaan dari teknik *sparse* dan *dense* juga dapat terlihat dengan jelas pada hasil pengujian.

2.2. Face Detection dan Tracking

Merupakan metoda yang akan digunakan pada penelitian ini untuk mendeteksi dan melacak wajah dari subjek. Metoda tersebut terdiri dari algoritma Viola-Jones yang bertugas untuk melakukan *face detection* dan *optical flow* milik Farneback yang akan digunakan untuk melakukan *face tracking*. Selain itu, *region of interest* juga memiliki peranan penting dalam metoda tersebut.

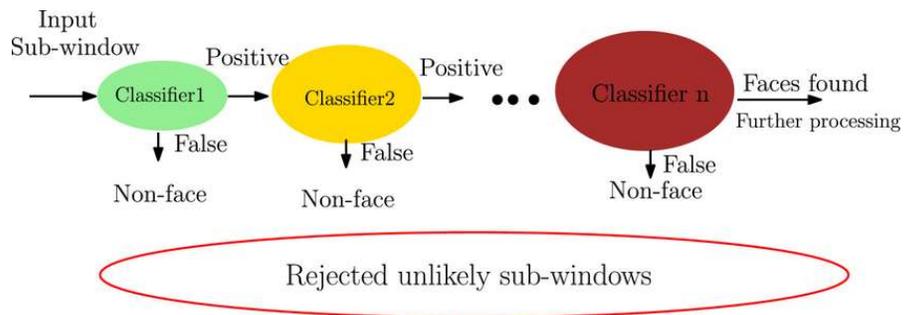
2.2.1. Algoritma Viola-Jones

Merupakan algoritma yang banyak digunakan untuk melakukan *face detection* dikarenakan memiliki kecepatan deteksi yang tinggi dan cepat [8]. Algoritma ini akan mengubah gambar menjadi *grayscale* dan menggunakan *classifiers* seperti pada Gambar 2.2 di bawah ini untuk mendeteksi wajah.



Gambar 2.2 Haar Like feature [9]

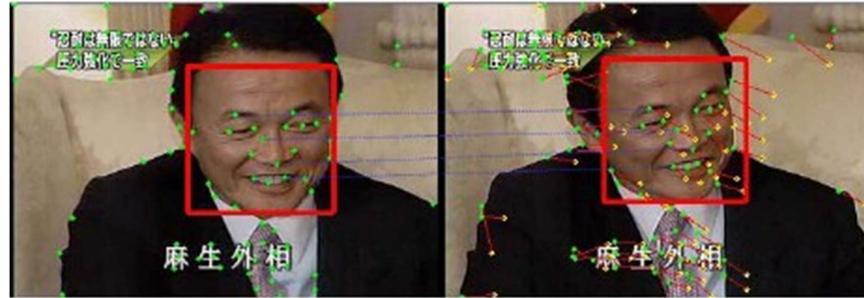
Selain itu, *integral image* juga digunakan untuk mempercepat algoritma karena digunakan untuk mencari *sum of values* dari gambar yang akan diproses. Dengan demikian, komputasi penambahan dan pengurangan menjadi lebih sedikit dibandingkan melakukan *looping* pada keseluruhan *pixel*. Terdapat fungsi *attentional cascade* dengan fungsi yang mirip seperti *binary tree*. *Tree* tersebut terdiri dari *classifier* yang akan menyeleksi gambar, dan semakin dalam *tree* tersebut maka *classifier* akan semakin spesifik dalam mendeteksi wajah pada gambar. Ilustrasi dari *attentional cascade* dapat dilihat pada Gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 *Attentional cascade* [10]

2.2.2. *Optical Flow*

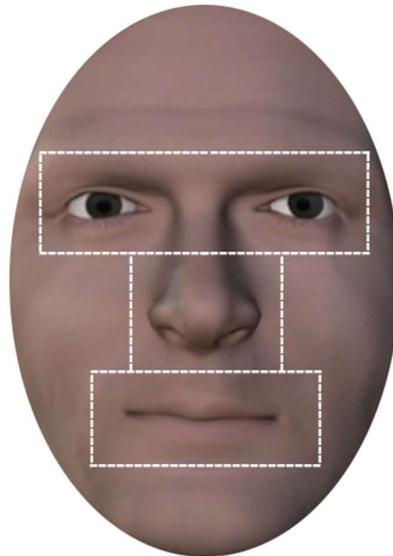
Merupakan metode yang digunakan untuk melakukan estimasi pergerakan dari objek pada gambar [11]. *Optical flow* yang digunakan pada penelitian ini adalah milik Farneback dengan menggunakan dua *frame* dan ekspansi polinomial. Metode tersebut memanfaatkan ekspansi polinomial untuk mencari perkiraan *window* dari masing-masing *pixel* pada kedua *frame*. Perubahan polinomial yang disebabkan oleh pergerakan pada gambar dapat digunakan untuk melakukan estimasi pergerakan objek [12]. Ilustrasi dari metode ini ketika sedang bekerja dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Ilustrasi *optical flow* [13]

2.2.3. *Region of Interest*

Region of Interest atau ROI adalah sebuah bagian dari gambar yang akan digunakan untuk melakukan sebuah operasi atau pemrosesan [14]. Contoh dari ROI pada wajah manusia bisa dilihat pada Gambar 2.5.



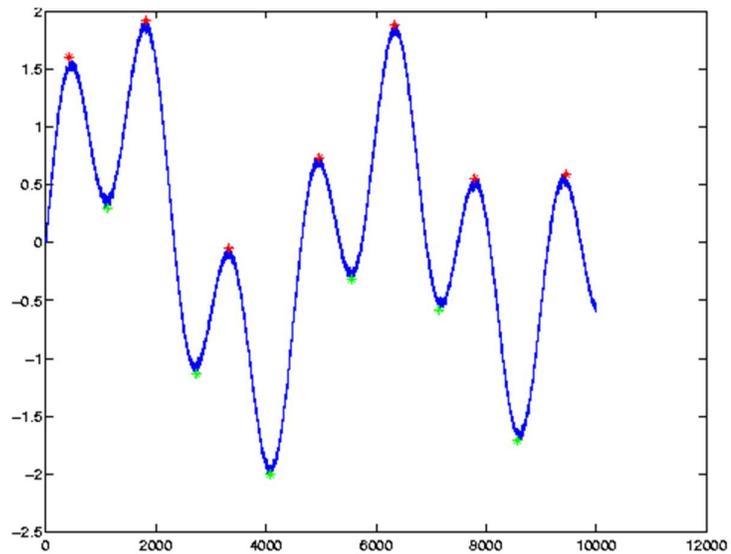
Gambar 2.5 Ilustrasi ROI [15]

2.3. *Peak Detection*

Merupakan algoritma yang akan digunakan untuk mencari puncak dari sinyal yang dihasilkan oleh *face detection* dan *tracking*. Pada penelitian ini, algoritma tersebut difungsikan untuk menghitung banyak langkah yang telah

diambil oleh subjek saat dengan cara setiap puncak sinyal terdeteksi, jumlah langkah akan bertambah sebanyak satu.

Terdapat beberapa macam algoritma *peak detection* tetapi yang digunakan pada penelitian ini adalah milik Eli Billauer. Algoritma Billauer didasarkan oleh komputer harus menyadari bahwa puncak sinyal merupakan nilai tertinggi di antara lembah-lembah sinyal [16]. Prinsip tersebut kemudian digunakan sebagai cara kerja algoritma, yaitu mencari nilai puncak di antara nilai-nilai yang lebih kecil. Gambar 2.5 di bawah ini merupakan ilustrasi dari algoritma *peak detection*.



Gambar 2.5 Ilustrasi algoritma *Peak Detection* [16]