

Deteksi Wajah Manusia pada Citra Menggunakan Dekomposisi Fourier

Dewi Yanti Liliana¹, Muh. Arif Rahman², Solimun³

^{1,2} Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas MIPA,
Universitas Brawijaya, Indonesia

³ Program Studi Statistika, Fakultas MIPA
Universitas Brawijaya, Indonesia

Abstrak— Pada dua dekade ini banyak dilakukan penelitian yang berhubungan dengan identifikasi dan pengenalan wajah. Wajah adalah bagian dari manusia dan merupakan bagian yang dapat dibedakan dengan manusia lainnya. Ada beberapa pendekatan dalam penelitian wajah yaitu secara geometri, *template*, dan karakteristik obyek wajah. Salah satu penelitian berbasis karakteristik obyek wajah adalah dengan menggunakan transformasi *wavelet*. Terdapat kesamaan dan ketidak samaan antara transformasi *wavelet* dan transformasi Fourier. Dengan memperhatikan keunggulan masing-masing maka penelitian ini memfokuskan diri pada pengenalan obyek wajah menggunakan karakteristik obyek wajah yaitu dengan menggunakan dekomposisi Fourier.

Kata Kunci— deteksi wajah, pengenalan wajah, wavelet, Fourier.

Abstract— In the past two decades, many conducted research related to the identification and introduction of face. Face is part of human that can be distinguished from other humans. There are several approaches in the research of face recognition, in geometry, templates, and characteristic facial objects. One of the characteristics of object-based research face is to use a wavelet transformation. There are similarities and inequalities between Fourier transformation and wavelet transform. With their respective advantages, this research focuses on object recognition using facial characteristics of objects by using Fourier decomposition.

Keywords— face detection, face recognition, wavelet, Fourier.

1 PENDAHULUAN

Pengenalan manusia yang terdapat pada media gambar atau video menjadi subyek penelitian yang menarik dalam 20 tahun terakhir ini. Untuk dapat mengenal manusia maka fitur yang paling mudah dilakukan adalah dengan mengetahui keberadaan wajah manusia, baik pada gambar maupun video. Setelah keberadaan wajah diketahui, maka proses pengenalan dapat dilakukan. Terdapat sejumlah metode untuk proses identifikasi keberadaan wajah diantaranya adalah menggunakan *template base* [1], *neural network* [2], *color base* [3][4].

Beberapa perbaikan metode telah dilakukan dengan menambahkan verifikasi pengetahuan geometri wajah [5]. Namun, dari sejumlah metode tersebut hanya efektif untuk *image* atau video dengan wajah tunggal dan *background* yang tidak terlalu kompleks. Perbaikan metode selanjutnya dengan menggunakan pencocokan pola *fuzzy* yang diterapkan pada warna kulit dan distribusi warna rambut. Metode ini tergolong cepat dalam mengidentifikasi keberadaan sejumlah wajah manusia pada *background* yang kompleks [6]. Namun, jika rambut tidak hitam dan wajah tidak eliptik maka akan terjadi kegagalan. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dilakukan kuantifikasi warna kulit digabung dengan transformasi paket *wavelet* [7]. Penggabungan kedua metode tersebut berhasil cukup baik jika dibandingkan dengan [6], namun memerlukan komputasi yang cukup besar.

Untuk mengatasi besaran komputasi maka dilakukan perbaikan dimana transformasi *wavelet* tidak dilakukan pada semua bagian gambar. Namun, hanya pada bagian-bagian tertentu yang telah diindikasikan sebagai kulit wajah manusia menggunakan metode *evolutionary agent* [8] dan kemudian di gabung dengan transformasi paket *wavelet*. Berdasarkan [9] dan [8], maka akan dilakukan penelitian deteksi wajah manusia pada citra menggunakan dekomposisi Fourier. Aktifitas penelitian ini sejalan dengan *roadmap* bidang sistem cerdas, yaitu “Ekstraksi karakteristik obyek dengan menggabungkan sejumlah algoritma untuk mencapai optimasi pengenalan obyek”.

2 TRANSFORMASI FOURIER

Transformasi fourier pada pengolahan citra merubah data dimensi spasial menjadi dimensi frekuensi. Kinerja Komputasi Fourier Transform adalah $O(n^2)$ sehingga diperlukan perbaikan peningkatan kecepatan komputasi. Dengan menggunakan algoritma FFT, maka perhitungan DFT menjadi $O(n \log n)$. Ada sejumlah algoritma FFT, salah satunya adalah radix-2 FFT.

Algoritma Radix-2 FFT:

Dari persamaan DFT dimensi 1

$$X(m) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-\frac{j2\pi nm}{N}} \quad (1)$$

Persamaan 1 dapat dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian n ganjil dan n genap

$$X(m) = \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(n)e^{-\frac{j2\pi 2nm}{N}} + \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(2n+1)e^{-\frac{j2\pi(2n+1)m}{N}} \quad (2)$$

atau ditulis sebagai berikut:

$$X(m) = \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(n)e^{-\frac{j2\pi 2nm}{N}} + e^{\frac{2j\pi m}{N}} \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(2n+1)e^{-\frac{j2\pi 2nm}{N}} \quad (3)$$

Misal $W_N^2 = e^{-\frac{j2\pi 2}{N}} = e^{-\frac{j2\pi}{\frac{N}{2}}}$, maka kita dapat mengganti $W_{\frac{N}{2}} = W_N^2$

$$X(m) = \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(n)W_{\frac{N}{2}}^{nm} + W_N^m \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(2n+1)W_{\frac{N}{2}}^{nm} \quad (4)$$

Sehingga untuk

$$X\left(m + \frac{N}{2}\right) = \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(2n)W_{\frac{N}{2}}^{n\left(m + \left(\frac{N}{2}\right)\right)} + W_N^{m + \left(\frac{N}{2}\right)} \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(2n+1)W_{\frac{N}{2}}^{n\left(m + \left(\frac{N}{2}\right)\right)} \quad (5)$$

Perhatikan

$$W_{\frac{N}{2}}^{n\left(m + \left(\frac{N}{2}\right)\right)} = W_{\frac{N}{2}}^{nm} W_{\frac{N}{2}}^{n\left(\frac{N}{2}\right)} = W_{\frac{N}{2}}^{nm} e^{-\frac{j2\pi n\left(\frac{N}{2}\right)}{\left(\frac{N}{2}\right)}} = W_{\frac{N}{2}}^{nm} e^{-j2\pi n} \quad (6)$$

Karena

$$e^{-j2\pi n} = 1$$

maka

$$W_{\frac{N}{2}}^{n\left(m + \left(\frac{N}{2}\right)\right)} = W_{\frac{N}{2}}^{nm} \cdot 1 = W_{\frac{N}{2}}^{nm} \quad (7)$$

Untuk

$$W_N^{m + \left(\frac{N}{2}\right)} = W_N^{mn} W_N^{n\left(\frac{N}{2}\right)} = W_N^{mn} e^{-\frac{j2\pi n\left(\frac{N}{2}\right)}{N}} = W_N^{mn} e^{-j\pi n} = W_N^{mn} (-1) = -W_N^{mn} \quad (8)$$

Sehingga persamaan (2), (3) dan (4) menjadi

$$X\left(m + \frac{N}{2}\right) = \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(2n)W_{\frac{N}{2}}^{nm} - W_N^{m + \left(\frac{N}{2}\right)} \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(2n+1)W_{\frac{N}{2}}^{nm} \quad (9)$$

Akhirnya diperoleh persamaan untuk ganjil dan genap adalah sebagai berikut:

$$X(m) = \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(n)W_{\frac{N}{2}}^{nm} + W_N^m \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(2n+1)W_{\frac{N}{2}}^{nm}$$

$$X\left(m + \frac{N}{2}\right) = \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(2n)W_{N/2}^{nm} - W_N^{m+\left(\frac{N}{2}\right)} \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(2n+1)W_{N/2}^{nm} \quad (10)$$

Misal $f_1(n) = x(2n)$ dan $f_2(n) = x(2n+1)$, maka persamaan (5) menjadi

$$\begin{aligned} X(m) &= \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} f_1(n)W_{N/2}^{nm} + W_N^m \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} f_2(n)W_{N/2}^{nm} \\ X\left(m + \frac{N}{2}\right) &= \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} f_1(n)W_{N/2}^{nm} - W_N^{m+\left(\frac{N}{2}\right)} \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} f_2(n)W_{N/2}^{nm} \end{aligned} \quad (11)$$

Atau

$$\begin{aligned} X(m) &= \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} f_1(n)W_{N/2}^{nm} + W_N^m \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} f_2(n)W_{N/2}^{nm} \\ X(m) &= F_1(m) + W_N^m F_2(m) \end{aligned} \quad (12)$$

dan

$$\begin{aligned} X\left(m + \frac{N}{2}\right) &= \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} f_1(n)W_{N/2}^{nm} - W_N^{m+\left(\frac{N}{2}\right)} \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} f_2(n)W_{N/2}^{nm} \\ &= \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} f_1(n)W_{N/2}^{nm} - W_N^m \sum_{n=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} f_2(n)W_{N/2}^{nm} \\ &= F_1\left(m + \frac{N}{2}\right) - W_N^m F_2\left(m + \frac{N}{2}\right) \\ &= F_1(m) - W_N^m F_2(m) \end{aligned} \quad (13)$$

Jadi

$$F_1(m+N/2) = F_1(m) \text{ sedangkan } F_2(m + N/2) = F_2(m).$$

Sehingga perumusan menjadi

$$\begin{aligned} X(m) &= F_1(m) + W_N^m F_2(m) \\ X\left(m + \frac{N}{2}\right) &= F_1(m) + W_N^m F_2(m) \end{aligned} \quad (14)$$

3 METODE PENELITIAN

Metode penelitian meliputi:

- a. Melakukan pemilihan terhadap gambar
- b. Dekomposisi beragam ukuran gambar
- c. Pembuatan struktur data
- d. Pembuatan modul-modul *class* pembentuk aplikasi
- e. Pembuatan aplikasi
- f. Pengujian data menggunakan aplikasi
- g. Melakukan analisa hasil
- h. Pembuatan laporan

Data uji berupa sejumlah gambar berwarna dengan ukuran bervariasi (256×256), (512×512) dan (1024×1024) dimana didalamnya memuat 1, 2, 4, 6, 10 wajah. Data gambar diperoleh dari sejumlah sumber dan koleksi pribadi.

4 UJICOBA

Data uji berupa gambar yang memuat sejumlah obyek wajah manusia dengan berbagai ukuran gambar. Diantaranya adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1. Contoh data uji

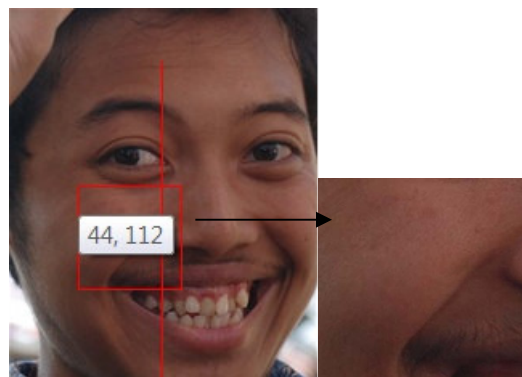
Selanjutnya dilakukan dekomposisi beragam ukuran gambar. Gambar-gambar di atas akan diubah ukurannya mulai 256×256 , 512×512 , 1024×1024 dan 2048×2048 . Gambar-gambar di atas mewakili sejumlah kondisi yaitu antara warna wajah dan latar belakang sangat kontras, cukup kontras dan hampir sama.

Pembelajaran dilakukan terhadap sejumlah citra yang difokuskan pada wajah, dimana masing-masing diambil per *channel* wajah. Ilustrasinya dapat dilihat pada gambar berikut:

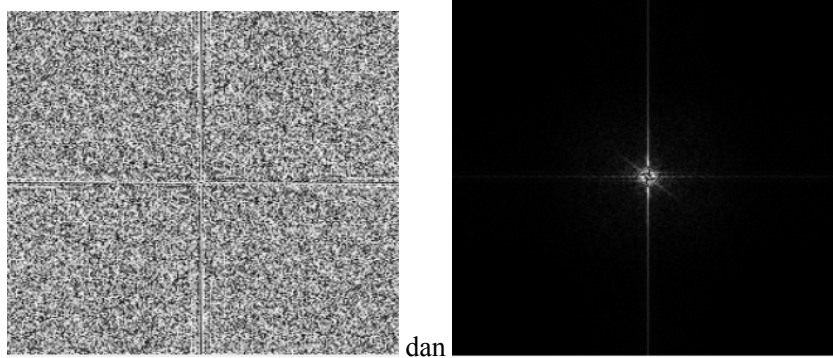
1. Baca sejumlah data training dalam bentuk wajah per channel warna (R, G dan B).



2. Ambil sejumlah sampel warna kulit untuk pembelajaran dan buat gambar per masing-masing *channel*.



3. Kemudian hitung FFT-nya.



4. Lakukan perhitungan histogram untuk masing-masing segmen sampling gambar



Karena didominasi warna hitam, maka evaluasi hanya dilihat pada nilai-nilai yang berada di atas nilai pixel diatas 128.

5. Kemudian distribusi warna 128-255 untuk masing-masing *channel* disimpan pada *database*.
6. Hasil pengujian menunjukkan bahwa warna kulit wajah mempunyai distribusi yang stabil pada rentang nilai pixel antara 128 s/d 240. Kemudian nilainya menaik setelah > 240.

5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian untuk mendeteksi keberadaan wajah menggunakan *template matching* dalam bentuk *box* yang sudah ditentukan sebelumnya dan hasilnya sebagai berikut:

TABEL 1. HASIL PENGUJIAN

<i>Image</i>	Jumlah Wajah	Benar	Salah
A	8	6	2
B	4	4	1
C	9	9	3
D	7	5	1
E	5	4	1
F	4	4	0

Berdasarkan hasil pengujian dapat dianalisis hasil pendeteksian memiliki akurasi (akurasi = jumlah benar/total jumlah wajah) sebesar 86,48%. Kesalahan terdiri dari dua jenis, dapat berupa salah mendeteksi (kotak merah) tetapi tidak berisi wajah manusia, maupun ada wajah manusia tetapi tidak dideteksi (diberi kotak merah).



Gambar 5.1. Contoh 4 correct, 1 false, 3 miss-detect



Gambar 5.2. 6 correct, 1 false, 1 miss-detect

6 KESIMPULAN

Ukuran *box* menentukan seberapa tepat sebuah wajah dapat dikenali. Ukuran terlalu besar menyebabkan ketidak tepatan dalam identifikasi wajah. Dalam beberapa kasus yang bukan wajah dikenali sebagai wajah. Ukuran yang terlalu kecil juga memberikan pengaruh dalam identifikasi wajah. Secara umum, tingkat kebenaran belum 100% karena ada kesalahan dalam pendeteksian. Meskipun ada juga seluruh wajah yang dapat dikenali namun pada obyek foto itu juga terdapat kesalahan pendeteksian wajah.

7 DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. S. H. G.Z.Yang, "Human face detection ina complex background," pp. 43-63, 1994.
- [2] S. B. K. H.A.Rowley, "Neural network-based face detection," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell, pp. 23-28, 1998.
- [3] T. P. K.-K.Sung, "Example-based learning for view-based human face detection," IEEE Trans. Pattern Anal, vol. 20, pp. 38-51, 1998.
- [4] J. S. K. K. H. P. C.H.Lee, "Automatic human face location in a omplex background using motion and color information," Pattern Recognition, vol. 29, pp. 129-140, 1996.
- [5] P. K. Sobottka, "A novel method for automatic face Segmentation, facial feature extraction and tracking," Signal Process. Image Communication, vol. 3, pp. 263-281, 1998.
- [6] Q. C. M. Y. H.Wu, "Face detection from color mages using a fuzzy pattern matching method," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell, vol. 21, pp. 557-563, 1999.
- [7] G. T. C.Garcia, "Face detection using quantized skin color regions merging and wavelet packet analysis," IEEE Trans. Multimedia, pp. 264-277, 1999.
- [8] B. Y. Yanjiang Wang, "Yanjiang Wang, Baozong Yuan," Journal Of Pattern Recognition Society, vol. 34, pp. 1983-1992, 2001.
- [9] A.Graps,"Waveletvs Fourier Transforms," http://www.amara.com/IEEEwave/IW_wave_vs_four.html, 2004.