

Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan Teknik Filter Wavelet Gabor

Aryo De Wibowo Muhammad Sidik
Teknik Elektro
Universitas Nusa Putra
Sukabumi, Indonesia
aryo.dewibowo@nusaputra.ac.id

Marina Artiyasa
Teknik Elektro
Universitas Nusa Putra
Sukabumi, Indonesia
marina@nusaputra.ac.id

Anang Suryana
Teknik Elektro
Universitas Nusa Putra
Sukabumi, Indonesia
anang.suryana@nusaputra.ac.id

Anggy Pradiftha Junfithrana
Teknik Elektro
Universitas Nusa Putra
Sukabumi, Indonesia
anggy.pradiftha@nusaputra.ac.id

Edwinanto
Teknik Elektro
Universitas Nusa Putra
Sukabumi, Indonesia
edwinanto@nusaputra.ac.id

Ilman Himawan Kusumah
Teknik Elektro
Universitas Nusa Putra
Sukabumi, Indonesia
Ilman.himawan@nusaputra.ac.id

Yufriana Imamulhak
Teknik Elektro
Universitas Nusa Putra
Sukabumi, Indonesia
yufriana.imamulhak@nusaputra.ac.id

Abstrak—Pengenalan Emosi Wajah telah lama menjadi topik hangat dalam penelitian identifikasi pola komputer, dan saat ini tidak ada metode pengenalan ekspresi wajah yang memiliki tingkat pengenalan 100%. Jadi, meningkatkan tingkat pengenalan memerlukan pra-pemrosesan set data yang lebih baik, meningkatkan pendekatan ekstraksi fitur, dan memanfaatkan pengklasifikasi terbaik untuk pengenalan wajah. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pendekatan ekstraksi ciri untuk meningkatkan tingkat pengenalan sistem pengenalan ekspresi wajah. Fase penting dalam pengenalan gerakan wajah adalah ekstraksi fitur, yang menentukan tingkat pengenalan. Fitur harus diekstraksi dengan cara atau proyeksi yang berbeda untuk meningkatkan tingkat pengenalan, tetapi ada risiko mengembangkan redundansi, yang akan menurunkan tingkat pengenalan. Sementara Gabor memiliki varian fitur yang maksimal, ia memiliki kesulitan dengan dimensi dan redundansi yang tinggi. Beberapa strategi harus digunakan untuk mengurangi ukuran dan redundansi. Filtering adalah teknik pengurangan dimensi yang digunakan oleh Gabor. Oleh karena itu seluruh proses dikenal sebagai filter Gabor. Pengambilan sampel, pemfilteran rata-rata, dan teknik pemfilteran lainnya adalah contohnya. Fitur-fitur Gabor difilter menggunakan transformasi wavelet dan mendapatkan komponen optimal dari dataset wajah dalam teknik ekstraksi fitur Gabor yang diusulkan, memberikan tingkat pengenalan yang lebih tinggi daripada teknik ekstraksi fitur Gabor rata-rata dan teknik ekstraksi fitur penyaringan Gabor sampling pengenalan ekspresi wajah.

Kata Kunci—Pengenalan Ekspresi Wajah, Gesture, Wavelet, Filter Gabor.

I. PENGANTAR

Wajah seseorang memainkan peran penting dalam menyampaikan identitas dan emosi atau ekspresi mereka. Otak manusia dapat mempertahankan pola jutaan wajah yang dilihat selama hidupnya dan mengenali wajah yang tampak mirip dengan yang terlihat sebelumnya dalam satu

kejadian, bahkan setelah lama berpisah. Pengenalan pola telah menggelitik minat sebagian besar ilmuwan dan filsuf dalam pengaturan ini. Banyak aplikasi yang ada untuk sistem pengenalan ekspresi wajah berbantuan komputer, yang dapat mengenali emosi atau ekspresi dengan membandingkan wajah seseorang dengan kumpulan wajah database. Ekspresi wajah adalah perubahan wajah seseorang sebagai reaksi terhadap keadaan emosi internal, niat, atau interaksi sosial mereka. Banyak ahli patologi dan ilmuwan komputer telah berjuang dengan pengenalan ekspresi wajah. Ini dapat digunakan untuk melengkapi komunikasi lisan atau menyampaikan seluruh pikiran secara mandiri. Akibatnya, metode pengukuran otomatis, andal, valid, dan efisien diperlukan untuk memanfaatkan informasi yang diberikan oleh ekspresi wajah [1]. Psikolog sosial, ahli saraf, ilmuwan kognitif, dan ilmuwan komputer semuanya telah memeriksa ekspresi wajah. Dalam analisis ekspresi wajah, ada tujuh ekspresi dasar: netral, marah, takut, jijik, bahagia, sedih, dan terkejut. Ini telah menjadi subjek penelitian yang menarik dalam beberapa dekade terakhir karena penerapan praktisnya yang penting. Meskipun ada terobosan dalam algoritma Pengenalan Wajah, beberapa perubahan seperti posisi, iluminasi, oklusi, dan ekspresi membuatnya sulit.

Salah satu kesulitan terbesar yang belum terpecahkan dalam penelitian pengenalan gerakan adalah variasi posisi [2]. Penekanan ini didasarkan pada usulan tujuh ekspresi utama Darwin [3] dan Ekman [4]: netral, marah, takut, jijik, bahagia, sedih, dan terkejut. Ekspresi wajah adalah variasi dalam ekspresi wajah seseorang yang mencerminkan keadaan emosi internal, tujuan, atau komunikasi sosial mereka. Pengenalan ekspresi wajah dapat dibagi menjadi dua jenis: pengenalan ekspresi wajah holistik dan pengenalan ekspresi wajah berbasis fitur. Sebagai langkah pertama dalam pendekatan holistik, transformasi diskrit mengurangi redundansi data [5]. Ada dekorrelasi data yang kuat dalam transformasi kosinus diskrit, dan ada metode cepat untuk DCT [6]. DCT berguna dalam deteksi ekspresi

wajah dan pengenalan pola karena kualitas ini [7]. Untuk pengkodean dan pengenalan wajah, Ramasubramanian dan Venkatesh menggunakan kombinasi DCT, PCA, dan fitur Sistem Visual Manusia [8]. Untuk mengurangi efek perubahan cahaya, tiga koefisien frekuensi rendah pertama dari DC telah dipotong di [9.] Saluran Berbeda dari Filter Gabor memiliki Distribusi yang berbeda dalam Pengenalan Ekspresi wajah, dan perpaduan yang tepat dari fitur ini dapat meningkatkan wajah Performa Pengenalan Ekspresi [10]. Filter Gabor didasarkan pada lokalisasi spasial citra wajah, skala, dan orientasi. Karena foto-foto ini tahan terhadap perubahan, ekspresi, dan skala, mereka ideal untuk Pengenalan Ekspresi Wajah dan Pengenalan Wajah [11]. Daerah mulut, mata, dan alis disegmentasi dari gambar sebelum karakteristik dimensi rendah diambil menggunakan Transformasi Wavelet [12]. Transformasi Wavelet membagi sinyal menjadi dua sub-band: sub-band frekuensi tinggi (komponen kompleks) dan sub-band frekuensi rendah (elemen sederhana) (bagian perkiraan). Komponen detail terkait dengan noise dan gangguan dalam sinyal, sedangkan komponen perkiraan konsisten dengan karakteristik gerakan.

II. EKSTRAKSI SEBUAH FITUR

A. Gabor Filter

Filter Gabor dapat mengekstrak fitur yang disejajarkan pada sudut tertentu dari foto. Filter Gabor mencapai sifat lokalisasi yang optimal baik dalam domain spasial maupun frekuensi. Sudut dan frekuensi adalah dua dari banyak parameter filter Gabor. Fitur tertentu dengan nada atau frekuensi yang sama dapat dipilih dan digunakan untuk membedakan antara berbagai emosi wajah yang direpresentasikan dalam foto. Dalam domain spasial, fungsi Gaussian adalah eksponensial kompleks yang ditransformasikan oleh filter Gabor. Persamaan 1 [13] dapat digunakan untuk merepresentasikan filter Gabor.

$$\Psi(x, y, \lambda, \theta) = \frac{1}{2\pi\lambda^2\sigma_x\sigma_y} e^{-1/2\left(\frac{x'^2}{2\sigma_x^2} + \frac{y'^2}{2\sigma_y^2}\right)} e^{j2\pi k'x'/\lambda} \quad (1)$$

Dimana (x,y) adalah posisi piksel domain spasial, adalah panjang gelombang (kebalikan frekuensi) dalam piksel, adalah sudut filter Gabor, dan S_x, S_y masing-masing adalah simpangan baku dalam arah x dan y . Persamaan untuk parameter x' dan y' adalah: $x'=x\cos\theta + y\sin\theta$ $y'=-x\sin\theta + y\cos\theta$. 2. Amplitudo dan fase bank filter Gabor memberikan informasi yang berguna tentang pola gambar tertentu. Amplitudo berisi informasi tentang penempatan tepi dan fitur visual, sedangkan fase berisi informasi tentang spektrum frekuensi terarah. Metode ekstraksi ciri mengubah data piksel menjadi representasi tingkat yang lebih tinggi dari struktur wajah, gerakan, intensitas, karakteristik permukaan, dan konfigurasi spasial. Konvolusi gambar input dengan bank filter Gabor menghasilkan fitur Gabor. $I(x, y)$ adalah citra wajah skala abu-abu piksel $M \times N$. Seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3, pendekatan ekstraksi ciri dapat dicirikan sebagai operasi penyaringan pada citra wajah yang disediakan $I(x,y)$ menggunakan filter Gabor $u,v(x,y)$ dengan ukuran u dan sudut v . $G_{u,v}(x,y) = I(x,y) * (x,y) * (x,y) * (x,y) * (x,y) * (x,y) * (x,y) * (x,y)$ 3 Jika pendekatan Holistik digunakan dalam metode ekstraksi fitur Gabor, fitur dipulihkan dari citra lengkap. Filter Gabor digunakan pada gambar untuk mengekstrak fitur yang

ditetapkan pada sudut (orientasi) tertentu, berlawanan dengan representasi fitur Gabor $|O(x,y)|_{m,n}$ dari gambar $I(x,y)$, untuk $x=1,2,\dots,N, y=1,2,\dots,M, m=1,2,\dots,NL, n=1,2,\dots$. Bukan, itu hasil dari konvolusi dari citra masukan $I(x,y)$ dengan fungsi bank filter Gabor (x,y, m,θ) . Persamaan 4 menunjukkan bagaimana menjalankan proses konvolusi secara independen untuk komponen real dan imajiner. * $Re((x,y,m,\theta)) Re(O(x,y)_{m,n}) = I(x, y)$

$I(x, y) * Im((x,y,m,\theta)) \dots 4 = Im(O(x,y)_{m,n}) = Im(O(x,y)_{m,n}) = Im(O(x,y)_{m,n}) = Im(O(x,y)_{m,n}) = Im(O(x,y)_{m,n}) = Im(O(x,y)_{m,n}) = Im(O(x,y)_{m,n})$ Kemudian muncul perhitungan amplitudo, yang diberikan sebagai persamaan 5 $|O(x,y)|_{m,n} = ((Re(O(x,y)_{m,n})^2 + Im(O(x,y)_{m,n})^2)^{1/2}$ 5 Soal dengan Gabor Teknik Ekstraksi Fitur dalam Penelitian Berikut ini adalah beberapa keunggulan Teknik Gabor: 1. Filter Gabor memberikan fitur lokalisasi domain spasial dan frekuensi yang baik. 2. Filter Gabor lebih tahan terhadap variasi cahaya daripada DCT. 3. Amplitudo dan fase memberikan yang paling akurat dan informasi berharga tentang pola tertentu dalam gambar.

Definisi masalah teknik fitur Gabor adalah sebagai berikut: 1) Filter Gabor memiliki kelemahan dalam mengambil banyak waktu untuk menampilkan fitur karena dimensi vektor fitur yang besar. 2) Pendekatan Gabor memiliki tingkat redundansi fitur yang tinggi, yang merupakan tantangan. Penurunan tingkat pengakuan ini karena redundansi. Berikut ini adalah beberapa masalah penelitian: - Sementara Gabor memiliki varians fitur maksimum, ia memiliki kesulitan dengan dimensi tinggi dan redundansi. Beberapa teknik harus digunakan untuk membatasi tingkat dan redundansi. Filtering adalah teknik pengurangan dimensi yang digunakan oleh Gabor. Oleh karena itu seluruh proses dikenal sebagai filter Gabor. Para peneliti telah mengusulkan beberapa teknik penyaringan. Pengambilan sampel, pemfilteran rata-rata, dan teknik pemfilteran lainnya adalah contohnya. Mereka disaring dengan sampling Karena fitur di Gabor tersebar merata. Sebuah sampel dibangun menggunakan pilihan fitur yang didistribusikan secara seragam dari Gabor dimensi besar dalam Penyaringan sepotong. Misalnya, selisih 25 memilih satu fitur Gabor dari vektor fitur Gabor.

Pada Filter sampling misalnya, menghitung ekstraksi ciri gabor membutuhkan waktu yang lama, dan vektor ciri gabor memiliki dimensi yang panjang. Misalnya, gambar 256×256 piksel ditransformasi menggunakan Bank Gabor ukuran (frekuensi =5, sudut=7) 35 sampel, yang mencakup lima matriks fitur Gabor berukuran 25×25 , 5 dari 51×51 , 5 dari 76×76 , 5 dari 102×102 , dan 5 dari 128×128 . Downsampling dengan filter sampling dapat digunakan untuk mengurangi luasnya vektor fitur ini tanpa mengorbankan informasi penting. Panjang setiap vektor fitur dapat diturunkan menjadi 1431 sampel dalam vektor fitur dengan memanfaatkan faktor downsampling sebesar 125 [14].

B. Filter Gabor Rata-rata

Jika teknik Filter Gabor rata-rata digunakan dalam contoh sebelumnya, maka rata-rata 5 matriks fitur Gabor berukuran 25×25 piksel dilakukan dan ditransformasikan menjadi matriks fitur menengah tunggal berukuran 25×25 piksel. Lima matriks Gabor berukuran 51×51 , lima matriks Gabor berukuran 76×76 , lima matriks Gabor berukuran 102×102 , dan lima matriks Gabor berukuran 128×128 diubah menjadi satu matriks berukuran $51 \times 51, 76 \times 76,$

102x102, dan 128x128 menggunakan perataan yang sama. Matriks Gabor perantara adalah nama yang diberikan untuk matriks ini. Rata-rata vektor fitur Gabor adalah vektor fitur. Operasi downsampling dengan faktor 25 akan mengurangnya menjadi satu vektor fitur berdimensi 1431, sedangkan downsampling dengan aspek 125 akan mengurangnya menjadi satu vektor fitur berdimensi 286 saja. Vektor rata-rata filter Gabor [15] adalah nama yang diberikan untuk vektor ini.

C. Penyaringan Wavelet dengan Gabor Rata-Rata

Matriks transformasi berisi koefisien wavelet $M \times N$ yang dihasilkan dari transformasi Wavelet dari gambar piksel $M \times N$. Transformasi wavelet digunakan untuk mengekstrak, mengompresi, dan mereduksi fitur. Ini juga membantu dalam pendeteksian wajah dan pengenalan ekspresi wajah. Transformasi wavelet digunakan untuk menggambarkan sinyal yang mencakup gelombang kecil dengan periode pendek, disebut sebagai wavelet. Ini digunakan untuk melihat pergerakan dalam domain frekuensi dan temporal.

Jika $(t) \in L_2(\mathbb{R})$, wavelet fundamental, didefinisikan sebagai

$$C = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|\Psi(\omega)|^2}{\omega} d\omega \quad (2)$$

Dimana (ω) adalah frekuensi melingkar, dan w adalah Transformasi Fourier wavelet dasar.

Transformasi wavelet membagi sinyal menjadi dua sub-band: komponen kompleks dengan frekuensi tinggi dan komponen perkiraan dengan koefisien frekuensi rendah. Bagian yang rusak konsisten dengan sifat-sifat gerakan. Oleh karena itu mereka memberikan informasi dominan yang berguna tentang gerakan, sedangkan komponen Detail terkait dengan kebisingan dan gangguan gerak [16]. Menerapkan transformasi wavelet dua dimensi pada baris dan kolom dari blok gambar input [17] menghasilkan transformasi wavelet dua dimensi. Jadi, kita harus mengekstrak koefisien frekuensi rendah atau komponen aproksimasi dari matriks koefisien wavelet yang diubah. Transformasi wavelet digunakan untuk setiap matriks Gabor perantara dalam penyaringan wavelet Gabor rata-rata yang diusulkan, mengubahnya menjadi empat sub-band yang sama LL, LH, HL, dan HH. Subband LL memiliki informasi yang paling menonjol atau karakteristik yang membedakan, sedangkan subband HH berisi paling redundansi. Rata-rata matriks fitur Gabor disaring oleh empat menggunakan transformasi wavelet pada satu level. Untuk contoh di atas, DWT pada level 2 diterapkan pada vektor fitur menengah dengan ukuran 25x25, 51x51, 76x76, 102x102, dan 128x128, dan informasi dari sub-band LL dipilih untuk fitur yang dapat direduksi menggunakan DWT pada blok LL dari rata-rata 1 tingkat DWT matriks Gabor. Ini adalah DWT pada Level 2, yang mereduksi fitur menjadi satu vektor fitur berukuran 2286, atau satu vektor fitur berukuran 559, dan dapat dikurangi lebih lanjut pada DWT level 3, yang mengurangi fitur menjadi satu vektor fitur berukuran 559.

III. ALGORITMA EKSTRAKSI DENGAN FITUR

A. Ekstraksi Fitur dengan Filter Pengambilan Sampel Gabor

Gambar Img masukan skala abu-abu

Langkah 1: Atur skala lingkaran ke [0.1,0.2,0.3,0.4,0]. .5] $\text{Imresize} = \text{gambar Skala}$ digunakan untuk mengubah ukuran gambar.

Langkah 2: Tambahkan $\theta = [0,30,60,90,120,150,180]$ ke loop. Dengan gambar yang diubah ukurannya, gunakan persamaan Gabor. Imresize dan sudut θ

Langkah 3: Tutup Loop

Langkah 4: Tutup Loop

Langkah 5: Gunakan penyaringan sampel sebanyak 25 untuk mengurangi dimensi.

Langkah 6: Gunakan pemfilteran sampel sebanyak 25 sekali lagi untuk mengurangi jumlah dimensi.

Langkah 6: Pengklasifikasi diberikan fitur.

B. Teknik Ekstraksi Fitur Menggunakan Filter Rata-Rata Gabor

Gambar Img masukan skala abu-abu

Langkah 1: Atur skala lingkaran ke [0.1,0.2,0.3,0.4,0]. .5]

$\text{Imresize} = \text{gambar Skala}$ digunakan untuk mengubah ukuran gambar.

Langkah 2: Tambahkan $\theta = [0,30,60,90,120,150,180]$ ke loop.

Dengan gambar yang diubah ukurannya, gunakan persamaan Gabor. Imresize dan sudut θ

Langkah 3: Selesaikan Loop Dalam

Langkah 4: Untuk mengurangi dimensi, lakukan hal berikut:

Untuk masing-masing dari tujuh matriks Gabor, Rata-rata Aritmatika ditentukan. Ini adalah matix tereduksi 7 kali lipat yang telah diubah menjadi vektor fitur.

Langkah 5: Gunakan pemfilteran sampel sebanyak 25 untuk mengurangi dimensi, lalu gabungkan menjadi vektor fitur F.

Langkah 6: Selesaikan Lingkaran Luar

Langkah 7: Pengklasifikasi diberikan fitur.

C. Algoritma teknik ekstraksi fitur hybrid yang diusulkan

Gambar Img masukan skala abu-abu

Langkah 1: Atur skala lingkaran ke [0.1,0.2,0.3,0.4,0]. .5]

$\text{Imresize} = \text{gambar Skala}$ digunakan untuk mengubah ukuran gambar.

Langkah 2: Tambahkan $\theta = [0,30,60,90,120,150,180]$ ke loop.

Dengan gambar yang diubah ukurannya, gunakan persamaan Gabor. Imresize dan sudut θ

Langkah 3: Selesaikan Loop Dalam

Langkah 4: Untuk mengurangi dimensi, lakukan hal berikut:

Untuk masing-masing dari tujuh matriks Gabor, Rata-rata Aritmatika ditentukan. Matriks fitur gabor rata-rata adalah matriks yang diturunkan dengan faktor tujuh.

Diskrit Wavelet adalah langkah kelima. Pada level 4, matriks fitur gabor rata-rata ditransformasikan, dan vektor fitur LL4, LH4, dan HL4 digabungkan menjadi vektor fitur F.

Langkah 6: Selesaikan Lingkaran Luar

Langkah 7: Pengklasifikasi diberikan fitur.

IV. EKSPERIMEN DAN HASIL

Simulasi pekerjaan yang disarankan dilakukan di MATLAB, dan dataset JAFFE digunakan untuk menguji metode pengenalan ekspresi wajah yang diusulkan. Saya menggunakan pengumpulan data JAFFE dalam eksperimen saya, yang terdiri dari 213 foto ekspresi wajah wanita dari sepuluh model wanita Jepang. Dalam eksperimen saya, 150 orang (70 persen) melatih penglihatan mereka, dan 63 orang (30 persen) menguji gambar dari kumpulan 213 gambar tiff dengan resolusi 256 kali 256 piksel. Jumlah foto yang sesuai dengan masing-masing dari tujuh kelompok ekspresi hampir sama. Untuk klasifikasi, Pengklasifikasi Adaboost digunakan.

Tabel 1: Filtering Pengambilan Sampel Gabor, Filter Rata-Rata Gabor, dan Perbandingan Teknik Pengenalan Ekspresi Wajah yang Diusulkan

Metode	Gabor Filter	Rata-rata Filter Gabor	Rata-rata yang Diusulkan Teknik Filter gelombang gabor
Rata-rata Pengakuan kecepatan (%)	58.33	69.3	73.59

V. KESIMPULAN

Untuk pengenalan gerakan wajah, ekstraksi fitur sangat penting untuk menentukan tingkat pengenalan. Fitur harus diekstraksi dengan cara atau proyeksi yang berbeda untuk meningkatkan tingkat pengenalan, tetapi ada risiko mengembangkan redundansi, yang akan menurunkan tingkat pengenalan. Gabor memiliki varian fitur yang maksimal. Namun, ia memiliki masalah dengan dimensi tinggi dan redundansi. Strategi pemfilteran harus digunakan untuk menurunkan DimensionDimension dan redundansi yang tinggi. Filtering adalah pendekatan pengurangan dimensi dan redundansi untuk Gabor. Oleh karena itu seluruh teknik ini dikenal sebagai filter Gabor. Pengambilan sampel, pemfilteran rata-rata, dan teknik pemfilteran lainnya adalah contohnya. Teknik ekstraksi fitur Gabor yang disarankan menggunakan transformasi wavelet untuk menyaring fitur Gabor dan mengekstrak komponen optimal dari dataset wajah. Algoritme yang diusulkan diimplementasikan di Matlab, dan dataset JAFEE digunakan untuk uji coba dengan pengklasifikasi Adaboost untuk tujuh ekspresi wajah yang berbeda dengan rasio pelatihan/pengujian 70/30. Metode hibrida yang diusulkan memiliki tingkat klasifikasi benar rata-rata 73,59 persen, yang lebih tinggi dari rata-rata tingkat klasifikasi benar 69,3 persen untuk Filter Gabor Rata-rata dan 58,33 persen tingkat klasifikasi benar rata-rata untuk Filter Pengambilan Sampel Gabor untuk pengenalan ekspresi wajah untuk Dataset JAFEE dengan rasio pelatihan/pengujian 70/30. Hasil klasifikasi pekerjaan yang disarankan dibandingkan dengan algoritma pengenalan ekspresi wajah berdasarkan ekstraksi fitur Gabor, penyaringan sampel, dan penyaringan Gabor rata-rata. Hasilnya menunjukkan bahwa strategi yang diusulkan mengungguli metode yang ada dalam hal tingkat pengakuan.

REFERENSI

- [1] J.J.J.Lien., "Automatic recognition of facial expressions using hidden markov models and estimation of expression intensity". The Robotics Institute Carnegie Mellon University Ph. D. dissertation, 1998.
- [2] Zhiliang Wang. "Artificial psychology - a most accessible science research to human brain", International Journal of University of Science and Technology Beijing, Vol.22, No.5 pp. 478-481, 2000.
- [3] C. Darwin., "The expression of emotions in man and animals", John Murray, reprinted by University of Chicago Press, Chicago, 1965.
- [4] P. Ekman, W. V. Friesen., "Constants across cultures in the face and emotion", International Journal of Personality Social Psychology, vol.17, no.2, pp. 124-129, 1971.
- [5] P.J. Phillips W. Zhao, R.Chellappa and A. Rosenfeld. Face recognition: A literature survey. volume 35, pages 399-458. ACM Computing Surveys, 2003.
- [6] C L. Wilson R. Chellappa and S.Sirohey. Human and machine recognition of faces : A survey. In Proceeding of IEEE, volume 83, pages 705-740. IEEE, 1995.
- [7] Z.M. Hafeed and M.D Levine. Face recognition using discrete cosine transform. Journal of Computer Vision, 43(3):167-188, 2001.
- [8] D. Ramasubramanian and Y.V.Venkatesh. Encoding and recognition of faces based on human visual model and dct. volume 34, pages 2447-2458, 2001.
- [9] W. Chen M. J. Er and S. Wu. High speed face recognition based on discrete cosine transform and rbf neural networks. volume 16, pages 679-691, 2005.
- [10] WeiFeng Liu and ZengFu Wang. Facial expression recognition based on fusion of multiple gabor features. In IEEE International conference on Pattern Recognition. IEEE, 2006.
- [11] W.L. Woo R.M. Mutelo and S.S. Dlay. Two dimensional principal component analysis of gabor features for face representation and recognition. In CSNDSP Proceeding, pages 457-460. IEEE, 2008.
- [12] Fenguin Chen Zhiliang Wang Zhengguang Xu Jiannng Xiao and Guojiang Wang. Facial expression recognition using wavelet transform and neural network ensemble. In International Symposium on Intelligent Information Technology Application, volume 24, pages 871-875. IEEE, 2008.
- [13] Guoqiang Wang and ZongyingOu," Face Recognition Based on Image Enhancement and Gabor Features", Proceedings of the 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, June 21 - 23, 2006, Dalian, China.
- [14] XiaoliLi Qiuqi Ruan Chengxiong Ruan, "Facial Expression Recognition with Local Gabor Filters", International conference, IEEE, 2010.
- [15] Seyed Mehdi Lajevardi and Margaret Lech, "Averaged Gabor Filter Features for Facial Expression Recognition", International conference on Digital Image Computing, IEEE, 2008.
- [16] Wen Hu, O. Farooq and S. Datta,"Wavelet based sub-space features for face recognition", International conference on Congress on Image and Signal Processing, IEEE, 2008.
- [17] Joohyun Lim, Youngouk Kim, and Joonki Paik, "Comparative Analysis of Wavelet-Based Scale-Invariant Feature Extraction Using Different Wavelet Bases", International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition, Vol. 2, No. 4, December, 2009.