

# Pengenalan Corak Sidik Tapak Tangan Dengan Menggunakan Algoritme Warkac

Muhammad Kusban\*, Aris Budiman, Bambang Hari P.  
Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Email\*: Muhammad.Kusban@ums.ac.id

## Abstrak

### Keywords:

Corak sidik tapak tangan, parameter Gabor, EER, metode pencocokan, kurva performa biometrik.

Pengenalan corak sidik tapak tangan merupakan bagian dari bidang biometrik yang terus melengkapi penggunaan sidik jari karena bukti kejahatan saat ini lebih banyak ditemukan dari bekas guratan tapak tangan dibanding pola jari. Gabungan pilihan algoritme dari kecerahan citra, pilihan parameter Gabor, penggunaan metode pencocokan hingga aplikasi reduksi dimensi sangat berperan dalam memperoleh sistem biometrik yang optimal. Dari uji coba yang telah dilakukan, peneliti telah berhasil memilih empat algoritme tersebut hingga mencapai nilai akhir yang sangat menjanjikan untuk ditelaah lebih lanjut.

## 1. PENDAHULUAN

Metode Warkac merupakan singkatan dari wavelet, Gabor, KPCA, dan cosine. Warkac sering pula dikategorikan algoritme fusi yang menggabungkan beberapa metode untuk mencapai nilai akhir yang lebih optimal. Sementara itu, beberapa metode fusi masih memiliki kendala. Metode fusi yang menggabungkan dengan orientasi Gabor dalam palmprint recognition belum maksimal dilakukan oleh peneliti. Meskipun telah banyak peneliti yang menggabungkan metode Gabor dengan reduksi dimensi untuk mendapatkan perbaikan performansi penelitiannya baik dari segi verifikasi maupun identifikasi. Akan tetapi belum ada riset yang memaparkan hasil penelitian dari nilai skala dan orientasi Gabor yang berbeda terhadap dampak performansi identifikasi palmprint. Sehingga untuk itu peluang penelitian yang menggabungkan metode Gabor dengan reduksi dimensi masih banyak

yang melakukannya. Sehingga pemilihan skala dan orientasi Gabor perlu mendapat perhatian disamping pemilihan reduksi dimensi yang akan dijadikan mitra dalam proses fusi telapak tangan tersebut.

Metode Gabor sendiri sebenarnya dapat digunakan untuk mendapatkan ekstraksi fitur telapak tangan, akan tetapi metode ini memiliki kelemahan degradasi performansi saat menggunakan citra resolusi rendah dan memiliki kelebihan perubahan skala maupun gerakan citra. Beberapa peneliti yang telah menggunakan metode Gabor dalam pengenalan sidik corak tapak tangan antara lain: Oleh Lu dkk. Hasil Gabor filter menghasilkan gabor Magnitude dan Gabor Phase yang keduanya digunakan untuk mendapatkan data informasi penting (valuable information palmprint) dengan cara mencari lima nilai yang paling dominant melalui pemilihan metode *region covariance matrices* (RCM) yang hasilnya disebut sebagai

*enhanced Gabor-based region covariance matrices* (EGRCM) [1]. Gede dan Putra menyatakan bahwa kelemahan dari metode Gabor adalah tidak adanya ketentuan baku ukuran filter sehingga garis tapak tangan yang akan di ekstraksi coraknya memiliki ketebalan yang berbeda satu dengan lainnya [2]. Zhang dkk. mendapatkan kesimpulan bahwa saat menggunakan citra dengan resolusi rendah dapat diatasi dengan menggunakan 2D *phase encoding scheme* untuk ekstraksi informasi penting yang ada dalam guratan garis tapak tangan [3]. Kekurangan dari tampilan citra yang tidak kontras mengakibatkan adanya penurunan kualitas pengukuran performansi, untuk itu maka oleh Pan dan Ruan menggunakan metode filter Gabor digunakan untuk mendapatkan local invariant guna mengatasi adanya variasi rotasi, translasi, dan illuikasi dengan cara membagi hasil filter Gabor palmprint menjadi dua lapisan partisi dan menghitung perbedaan variasinya [4].

Beberapa peneliti telah menggabungkan beberapa metode ekstraksi fitur telapak. Tujuan penggabungan beberapa metode ekstraksi fitur telapak tangan adalah untuk mendapatkan sistem pengenalan tapak tangan yang lebih kuat. Istilah fusi dalam biometrik, baik *individual biometric* ataupun *multibiometric* adalah penggunaan beberapa tipe biometric data ataupun metode pemrosesan untuk meningkatkan performansi dari sistem biometrik. Fusi dapat diterapkan dalam empat komponen yaitu: *sensor, feature, match score, and decision* [5]. Untuk fusi ekstraksi data informasi dari gurat garis tapak tangan oleh beberapa peneliti telah melakukan percobaan dengan menggabungkan beberapa metode reduksi dimensi untuk mendapatkan informasi penting yang tangguh dan efisien antara lain dengan menggabungkan metode 2D dan 3D, akan diperoleh informasi penting yang lebih stabil [6]. Dengan menggunakan

sensor yang lebih baik maka didapatkan citra resolusi tinggi (500 ppi atau lebih tinggi) sehingga beberapa corak dapat dihasilkan dengan jelas yang meliputi *minutiae, density, orientation, dan principal lines* dengan menggunakan metode *weighted sum rule, SVMs, dan aturan Neyman-Pearson* [7]. Untuk mengatasi keadaan citra yang dihasilkan dengan sumber pencahayaan yang tidak optimal, maka untuk mendapatkan informasi tersebut dengan menggunakan metode *the Block Dominant Orientation Code* (BDOC) dan kemudian dilanjut dengan metode *the Block-based Histogram of Oriented Gradient* (BHOG) sehingga diperoleh hasil akhir yang lebih optimal [8].

Sedangkan oleh peneliti lainnya yang khusus menggabungkan antara Gabor dengan reduksi dimensi bertujuan untuk mendapatkan kekokohan performansi identifikasi karena adanya kesamaan titik normalisasi acuan dari semua citra yang diteliti. Beberapa peneliti yang telah membahas gabungan antara metode Gabor dengan reduksi dimensi tertentu antara lain: Menggunakan 6 metode skala yang berbeda dari filter Gabor [9]. Secara intuitif bila menggunakan lebih banyak filter akan meningkatkan akurasi akan tetapi menimbulkan beban komputasi. Menurut Guo dkk. pilihan nilai skala 16 yang berlaian dalam metode Gabor akan menghasilkan akurasi paling baik akan tetapi dengan lama proses yang diperlukan, maka selanjutnya dipilih nilai 6 untuk perubahan skala tersebut [10]. Ternyata oleh beberapa peneliti nilai perubahan skala sebanyak 6 buah digunakan pula oleh peneliti saat menggunakan metode *competitive code* (Comp-Code) [11] dan RLOC [12].

## 2. METODE PENELITIAN

Proses filter ROI citra tapak tangan bertujuan untuk mendapatkan kontrol kecerahan (*brightness*), meningkatkan kontras, reduksi derau, deteksi tepi, dan

pembesaran citra (*zoom*). Proses citra (*image processing*) merupakan fungsi dua dimensi,  $f(x, y)$ , dengan  $x$  dan  $y$  merupakan nilai dalam koordinat spasial (*spatial*) yang memiliki nilai amplitudo dalam setiap pasangan  $(x, y)$ . Sehingga perbaikan citra (*image enhancement*) dapat diterjemahkan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas tampilan citra untuk tujuan aplikasi tertentu.

Untuk sebuah filter citra, fungsi dari filter adalah untuk modifikasi piksel dalam sebuah citra yang berlandaskan fungsi *local neighborhood* yang berada di sekitarnya. Karena melandaskan suatu fungsi, maka fungsi tersebut dapat digantikan istilahnya dengan operator, yaitu metode untuk mengubah nilai piksel yang bersesuaian melalui operasi matematis tertentu. Bila fungsi disimbolkan  $f$ , maka fungsi filter bersifat  $\mathcal{R}^2 \rightarrow R$ , sehingga  $f(x, y)$  akan memberikan dampak perubahan intensitas piksel di posisi  $(x, y)$ . Untuk operator yang berfungsi sebagai eliminasi derau (*noise*) dengan notasi  $x[n] = s[n] + v[n]$  maka proses *denoising* akan menghasilkan bentuk  $y[n] \sim s[n]$  dengan  $s[n]$  adalah citra asal (*original*) dan  $v[n]$  adalah derau citra. Salah satu filter citra yang banyak digunakan dalam pengenalan corak tapak tangan adalah filter wavelet.

Filter wavelet memiliki beberapa karakteristik diantaranya: frekuensi yang berubah-ubah, durasi terbatas, dan rata-rata bernilai nol. Selain itu, dalam alih ragam wavelet bersifat multi resolusi yaitu bila sinyal tidak kontinu (*discontinue*) maka corak informasi penting berada di tengah sinyal dan sebaliknya untuk informasi tidak penting akan berada dalam sebaran titik *discontinue* tersebut. Metode umum pengukuran nilai prakiraan (*benchmark approximation*) titik *discontinue* adalah sistem *non-linear approximation* yang memiliki keunggulan mengumpulkan informasi yang penting dan menghilangkan data yang tidak perlu sehingga cocok diterapkan pada citra

tapak tangan yang berisi informasi penting dalam sebagian kecil bagian dari keseluruhan luas ROI yang jauh lebih lebar. Filter wavelet dalam tapak tangan dapat meminimalkan koefisien yang sangat kecil dan membesarkan sisanya melalui teknik *non-linear mapping*. Selain itu, filter wavelet memiliki karakteristik yang menjadi representasi perubahan skala dalam pola geometris secara visual. Karakteristik demikian cocok untuk aplikasi dalam citra yang memiliki perbedaan hierarki intensitas, sehingga perlu operator yang berbeda nilainya (*differential operator*). Persamaan wavelet dapat ditulis sebagai berikut.

$$\xi(s, \tau) = \int f(t) \Psi_{s, \tau}(t) dt \quad (1)$$

$$\Psi_{s, \tau}(t) = \frac{1}{\sqrt{s}} \Psi\left(\frac{t - \tau}{\rho}\right)$$

dengan  $\xi(s, \tau)$  adalah alih ragam wavelet dan  $\Psi_{s, \tau}(t)$  adalah *mother wavelet*,  $(s, \tau)$  adalah merupakan koefisien wavelet dengan  $s$  merupakan skala (*scale*) dan  $\tau$  adalah waktu (*time*). Sedangkan simbol  $\rho$  menunjukkan perubahan skala dalam panjang gelombang yang berdurasi panjang. Jadi dalam menentukan koefisien skala wavelet tetap,  $s$  dapat dianggap sebagai operasi filter, sehingga Persamaan (1) dapat ditulis ulang sebagai berikut.

$$\xi(s, \tau) = f(\tau) * \Psi\left(\frac{-\tau}{\rho}\right) \quad (2)$$

dengan filter  $\Psi_{-\tau/\rho}$  adalah spektrum yang memiliki lebar pita terbatas (*band-limited*) sehingga operasi filter tersebut adalah bandpass filter. Dalam bentuk digital, transformasi wavelet diskrit (*discrete wavelet transform*) lebih banyak digunakan untuk mendapatkan representasi waktu dan skala dari sebuah sinyal dengan menggunakan teknik filter digital dan operasi *sub-sampling*. Sinyal tersebut dilewatkan dalam filter *high-pass* dan *low-pass* yang kemudian setengah dari masing-masing luaran diambil sebagai luaran atau dikenal dengan istilah dekomposisi. Setelah diperoleh kesatuan kontras citra dari semua data, maka proses

dilanjutkan dengan pembentukan ketahanan atas perubahan skala maupun perubahan arah posisi citra dengan menggunakan metode Gabor.

Metode Gabor adalah fungsi Gaussian yang dimodulasi oleh sinusoida kompleks. Untuk metode Gabor yang bekerja dalam bidang biometrik artinya hasil luaran diperoleh dengan cara mengkonvolusikan Gabor kernel dengan citra biometrik. Gabor kernel merupakan fungsi perkalian dari sebuah *elliptical Gaussian envelope* dengan gelombang bidang kompleks. Bila  $\phi$  dan  $\kappa$  adalah denisi orientasi dan skala Gabor kernel,  $\omega_{\phi,\kappa}$  adalah gelombang vector yang menentukan skala dan orientasi Gabor wavelet. Nilai  $\omega_{\phi,\kappa}$  adalah frekuensi maksimum dan  $f$  adalah faktor spasi antara kernels dalam domain frekuensi. Persamaan Gabor tersebut dapat di ekspresikan sebagai berikut.

$$\psi_{\phi,\kappa} = \frac{|\omega_{\phi,\kappa}|^2}{\sigma^2} \times \exp\left[-\omega_{\phi,\kappa}^2 z^2 / 2\sigma^2\right] \times \exp i(\omega_{\phi,\kappa} z - \sigma^2 / 2) \quad (3)$$

Gabor *phase features* dianggap tidak stabil dan umumnya dibuang, sedangkan respon *magnitude* di sisi lain sangat lambat dengan posisi spatial, untuk itu peneliti sering menggunakan nilai real *magnitude* dari metode Gabor untuk mengambil corak informasi yang akan mewakili sampel data tersebut.

Untuk menurunkan representasi Gabor dari citra tapak tangan  $I(x, y)$ , respon *Gabor phase* untuk seluruh filter dihitung terlebih dahulu kemudian setelah itu proses *down-sampling*. Namun demikian, respon *down-sampling* masih menempati ruang dimensi yang tinggi. Teknik umum yang digunakan mengatasi persolan ini adalah dengan menggunakan *sub-space projection technique* atau yang dikenal dengan proses reduksi dimensi seperti halnya pada proses metode PCA (*principal component analysis*) untuk lebih memperbanyak pengurangan corak informasi yang harus diproses tahap berikutnya.

Tahap akhir pengenalan rajah tapak tangan adalah proses pencocokan atau kesamaan antara data tes dengan sampel data yang ada. Identifikasi adalah perbandingan satu lawan banyak yaitu satu citra dibandingkan dengan kumpulan citra dalam basis data. Sedangkan verifikasi adalah perbandingan satu lawan satu antar citra yang akan menyelesaikan persoalan apakah citra yang sedang diuji memang sama persis (sama orang) dengan citra satunya. Metode pencocokan corak yang umum digunakan adalah penggunaan nilai statistik *equal error rate* (EER) yang akan menguji derajat perbedaan pasangan citra dan pada umumnya nilai EER dikembangkan lagi menjadi nilai statistik *false reject rate* (FRR) dan *false accept rate* (FAR). Guna mendukung pengamatan maka kurva penelitian yang digunakan adalah kurva ROC (*receiver operating characteristic*), DET (*detection error trade-off*), EPC (*expected performance curve*), and CMC (*cumulative match characte-ristic*).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengelitan untuk pengenalan tapak tangan ini menggunakan tiga buah database yaitu Casia ( $C$ ), IITD India ( $D$ ), dan PolyU ( $P$ ) dengan jumlah citra untuk setiap kelasnya adalah 550, 450, dan 650 secara berurutan. Untuk tiap kelasnya secara berturut berisi sejumlah data citra dari orang yang sama tetapi dengan perbedaan posisi yaitu 5, 6, dan 10 sehingga total citra yang digunakan untuk penelitian adalah 2750, 2700, dan 6500 sehingga total data yang digunakan adalah 11950.

Setelah semua citra untuk ketiga database seragam baik ukuran maupun tampilannya, maka proses berikutnya adalah menduplikasikan setiap citra ke bentuk lain yang memiliki orientasi ( $\phi$ ) dan skale ( $\kappa$ ) berbeda dalam proses Gabor. Reduksi dimensi menggunakan metode KFA, KPCA, PCA, dan LDA. Hasil

penelitian ditampilkan dalam Tabel 1 hingga 3.

**Tabel 1.** Hasil uji metode filter

Metode	Waktu	EER	FRR	FAR	Ver
Original	0.75139	0.00362	0.00364	0.00361	99.63600
Inisotropic	0.73681	0.50000	0.42455	0.57545	57.54500
Multiple	0.76760	0.00274	0.00273	0.00274	99.72700
Shock	0.78726	0.00729	0.00727	0.00731	99.27300
Skeleton	0.77171	0.00835	0.00818	0.00851	99.18200
Wavelet	0.74153	0.00188	0.00182	0.00193	99.81800
Histogram	0.96003	0.00254	0.00273	0.00235	99.72700

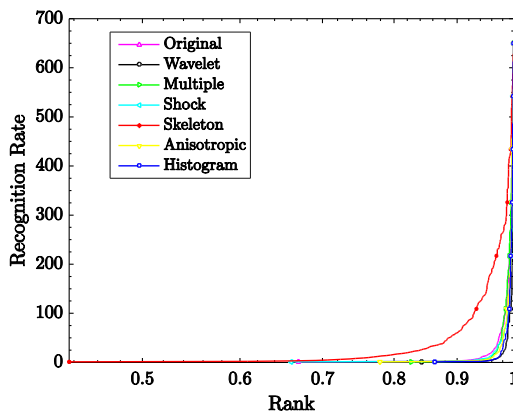
**Tabel 2.** Hasil uji metode Gabor

Metode	Waktu	EER	Ver
5 × 7	0.53911	0.37013	63.00000
8 × 7	0.70041	0.09541	90.44400
8 × 4	0.51482	0.40321	59.66700
8 × 5	0.56557	0.33633	66.55600
8 × 6	0.60518	0.27347	72.55600
5 × 8	0.54879	0.37015	63.01000
15 × 5	1.00298	0.36940	63.11100

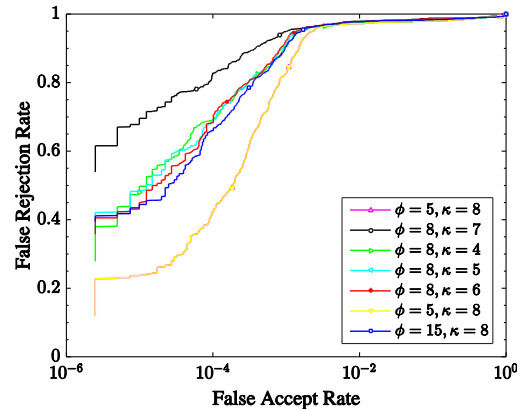
**Tabel 3.** Hasil uji metode pencocokan

Metode	Waktu	EER	FRR	FAR	Ver.
Euclidean	1.91222	0.03545	0.03516	0.03531	96.455
CTB	1.91708	0.03909	0.03898	0.03904	96.091
Cosine	1.87492	0.00545	0.00546	0.00546	99.455
Mahcos	1.80889	0.00636	0.00638	0.00637	99.364
ModEuc	1.77857	0.04545	0.03516	0.03531	96.355
Hausdorff	1.786	0.5	0.5001	0.50005	50
Ndistance	1.76946	0.47455	0.47513	0.47484	52.545

Dari serangkaian hasil uji penelitian yang telah dilakukan, maka dalam Gambar 1 hingga 4 memperlihatkan kurva hasil uji performa metode yang digunakan.



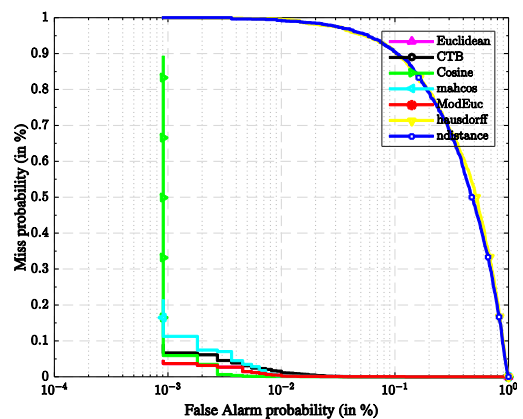
**Gambar 1.** Kurva CMC untuk tujuh pilihan metode filter



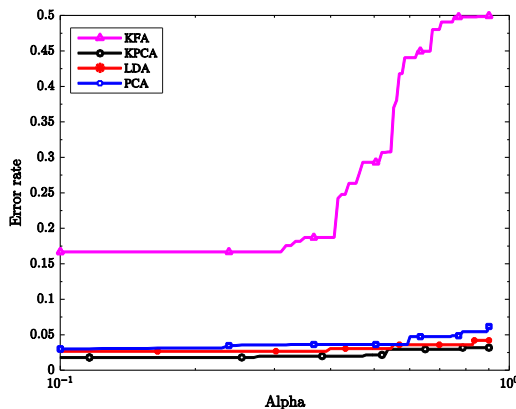
**Gambar 2.** Kurva ROC untuk tujuh orientasi dan skala dari metode Gabor

Untuk kurva Gambar 1, dipilih dari kumpulan database Casia yang terlihat jelas penggunaan metode filter wavelet (garis warna hitam) lebih unggul dibandingkan ke-enam metode filter lainnya.

Untuk kurva ROC dalam Gambar 2, menggunakan database dari IITD-India yang memperlihatkan bahwa pilihan pasangan orientasi dan skala 8 × 7 merupakan pilihan terbaik saat digunakan dalam pengenalan corak sidik tapak tangan. Garis warna hitam yang merupakan perwakilan nilai tersebut, terlihat memiliki nilai FRR tertinggi di sepanjang nilai FAR.



**Gambar 3.** Kurva DET untuk tujuh pilihan metode pencocokan



**Gambar 4.** Kurva EPC untuk perbandingan metode reduksi dimensi

Pilihan metode cosine yaitu untuk metode pencocokan (*matching method*) memiliki performa terbaik dalam penelitian ini dengan keterwakilan garis warna hijau di Gambar 3. Setelah ketiga proses tersebut dilakukan maka tahap terakhir adalah untuk menentukan pilihan metode reduksi dimensi. Proses ini sangat penting, karena lama komputasi terletak pada pilihan metode reduksi dimensi sehingga nilai waktu dan akurasi sangat berperan dalam mengambil keputusan akhir.

Metode reduksi KPCA merupakan pilihan paling baik dibanding KFA, PCA, dan LDA seperti yang terlihat dalam kurva EMC dalam Gambar 4. Dalam kurva tersebut terlihat bahwa KPCA dengan garis hitam terlihat memiliki nilai *error rate* terkecil dibandingkan metode lainnya.

#### 4. KESIMPULAN

Dengan menggunakan beragam data citra dari tiga sumber database yang bersifat *open-source* terlihat bahwa metode pilihan filter wavelet memiliki nilai kesalahan terendah sebesar 0.188 % atau tingkat verifikasi sebesar 99.81800 %. Selanjutnya pilihan pasangan Gabor dengan nilai  $8 \times 7$  memiliki karakteristik terbaik dengan pencapaian tingkat verifikasi sebesar 90.44400 %. Sedangkan pemilihan metode cosine merupakan pilihan terbaik dengan capaian 99.455 % untuk tingkat verifikasi. Dari ketiga pilihan

tersebut yaitu metode filter, Gabor, dan pencocokan didapatkan bahwa pilihan metode KPCA merupakan metode reduksi dimensi paling optimal dibandingkan dengan KFA, PCA, dan LDA.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian pengenalan corak sidik tapak tangan ini merupakan program *Penelitian Produk Terapan (PPT)* dengan dana dari *Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi* Sesuai dengan nomor persetujuan 11.35/A.3-III/LPPM/V/2017.

#### REFERENSI

- [1] J. Lu, Y. Zhao, and J. Hu, "Enhanced Gabor-based region covariance matrices for palmprint recognition," *Electron. Lett.*, vol. 45, no. 17, p. 880, 2009
- [2] I. K. Gede and D. Putra, "High Performance Palmprint Identification System Based On Two Dimensional Gabor," pp. 309–318
- [3] D. Zhang, W. K. Kong, J. You, and M. Wong, "Online palmprint identification," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 25, no. 9, pp. 1041–1050, 2003
- [4] X. Pan and Q. Q. Ruan, "Palmprint recognition using Gabor-based local invariant features," *Neurocomputing*, vol. 72, pp. 2040–2045, 2009
- [5] K. Nandakumar, Y. Chen, S. C. Dass, and A. K. Jain, "Likelihood ratio-based biometric score fusion," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 30, no. 2, pp. 342–7, 2008
- [6] D. Zhang, G. Lu, W. Li, S. Member, L. Zhang, and N. Luo, "Palmprint Recognition Using 3-D Information," vol. 39, no. 5, pp. 505–519, 2009
- [7] J. Dai, J. Zhou, and S. Member, "Multifeature-Based High-Resolution Palmprint Recognition," vol. 33, no. 5, pp. 945–957, 2011
- [8] D. Hong, W. Liu, J. Su, Z. Pan, and G.

- Wang, "A novel hierarchical approach for multispectral palmprint recognition," *Neurocomputing*, vol. 151, pp. 511-521, 2015
- [9] X. Wu, D. Zhang, and K. Wang, "Fisherpalms based palmprint recognition," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 24, no. 15, pp. 2829-2838, 2003
- [10] Z. Guo, D. Zhang, L. Zhang, and W. Zuo, "Palmprint verification using binary orientation co-occurrence vector," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 30, no. 13, pp. 1219-1227, 2009
- [11] A. W.-K. Kong and D. Zhang, "Competitive coding scheme for palmprint verification," in *Proceedings - International Conference on Pattern Recognition*, 2004, vol. 1, pp. 520-523
- [12] F. Yue, W. Zuo, D. Zhang, and K. Wang, "Orientation selection using modified FCM for competitive code-based palmprint recognition," *Pattern Recognit.*, vol. 42, no. 11, pp. 2841-2849, 2009