

Analisis Metode Pengenalan Wajah Menggunakan Eigenfaces Berbasis Dekomposisi Nilai Singular (SVD)



MUHAMMAD FIKRAN NAUFAL
10122097



GULIT RADIAN WIYARNO
10123033



MATHEUS RADITYO JANSEN M
10123055



RENDI ADINATA
10123083

Gambar digital berukuran 92x112 piksel memiliki 10.304 fitur sehingga menimbulkan tantangan besar dalam pengenalan wajah akibat dimensi data yang sangat tinggi.

Tantangan

- Kutukan Dimensionalitas → data jarang & noise dominan.
- Komputasi mahal → membandingkan gambar satu per satu sangat lambat.

Solusi

SVD untuk ekstraksi fitur utama (Eigenfaces)

Tujuan Proyek

Menggunakan SVD untuk menghasilkan representasi gambar ringkas yang disebut eigenfaces yang menangkap variasi penting dan membuang detail yang tidak relevan.

Implementasi Eigenfaces

- Menciptakan basis gambar ("ruang wajah") berdimensi rendah dari dataset wajah AT&T.
- Menguji efektivitas ruang terkompresi ini untuk tugas pengenalan wajah.
- Menganalisis kualitas rekonstruksi gambar dari representasi dimensi rendahnya.

Penggunaan Eigenfaces

Dataset: AT&T Face Database

- 6 Subjek, masing-masing 8 gambar
- 4 gambar → data latih
- 4 gambar → data uji
- Total: 48 gambar
- $k = 10$ dan $k = 20$ komponen utama (eigenfaces).

Metodologi

Proses implementasi metode Eigenfaces mengikuti langkah-langkah sistematis yang berpusat pada SVD.

Pra-pemrosesan dan Pemusatan Data

$$\mu = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} \mathbf{x}_i$$
$$X_c = [\mathbf{x}_1 - \mu \quad \mathbf{x}_2 - \mu \quad \dots \quad \mathbf{x}_{24} - \mu]$$

Penjelasan:

- $X_i \in \mathbb{R}^{10304}$
- μ = Wajah Rata-Rata

Dekomposisi Nilai Singular (SVD)

$$X_c = U \Sigma V^T$$

Penjelasan:

- U : Matriks ortogonal 10304×24 yang kolom-kolomnya adalah eigenfaces.
- Σ : Matriks diagonal 24×24 yang berisi nilai-nilai singular (σ_i).
- V^T : Matriks ortogonal 24×24 .

Proyeksi, Klasifikasi, dan Rekonstruksi

$$\mathbf{z} = U_k^T (\mathbf{x} - \mu)$$

Penjelasan:

- U_k adalah k kolom pertama dari U

$$\hat{\mathbf{x}} = U_k \mathbf{z} + \mu$$

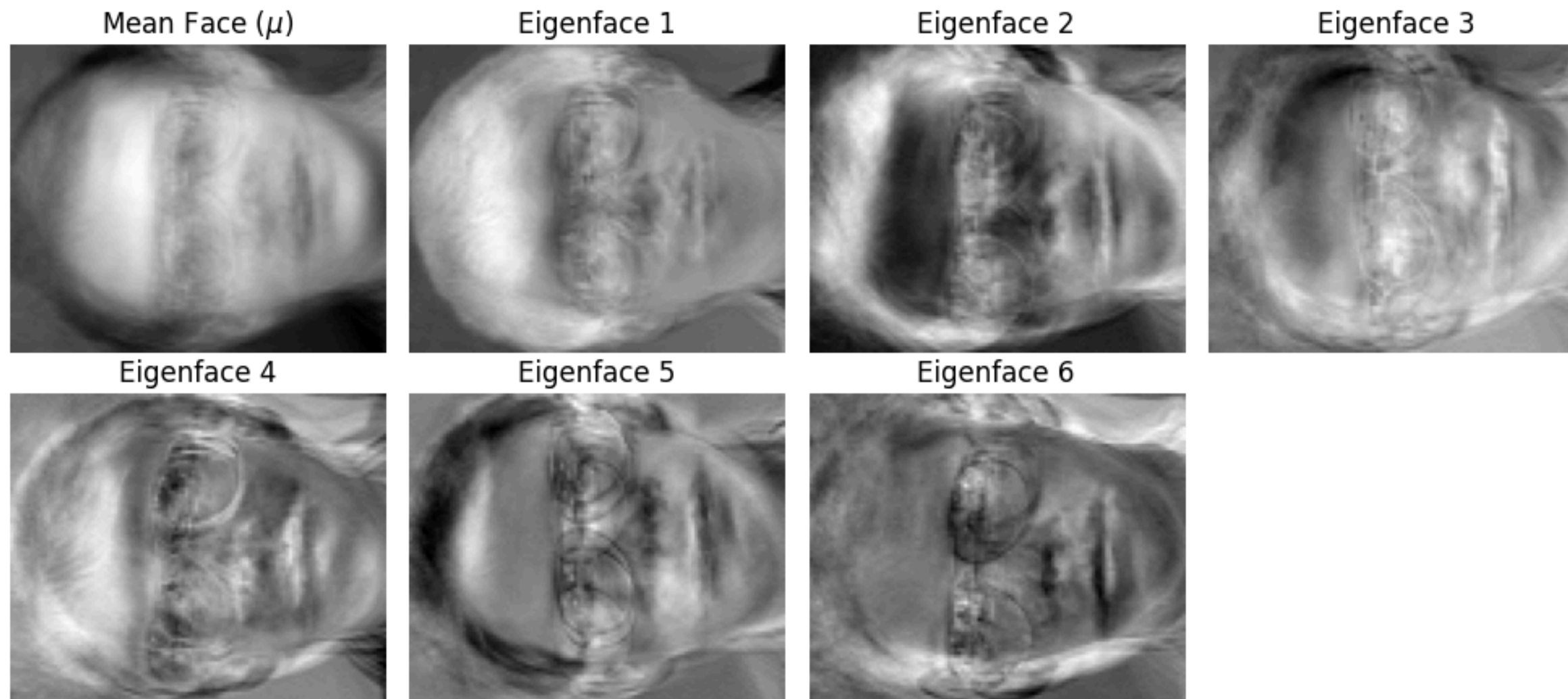
Penjelasan:

- Di atas adalah rumus untuk rekonstruksi gambar

Klasifikasi dilakukan dengan metode Nearest Neighbor

Visualisasi Eigenfaces

Rata-rata Wajah dan 6 Eigenfaces Pertama



Gambar ini menampilkan wajah rata-rata (μ) dan enam eigenfaces pertama. Wajah rata-rata terlihat seperti gabungan dari semua wajah dalam dataset. Sementara itu, eigenfaces tidak menyerupai wajah asli, melainkan tampak seperti pola “hantu” yang menyoroti fitur-fitur variasi. Sebagai contoh, eigenface pertama menangkap variasi pencahayaan dari kiri ke kanan.

Akurasi Klasifikasi

k (Jumlah Eigenfaces)	Prediksi Benar	Total Uji	Akurasi
10	21	24	87.50%
20	21	24	87.50%

Penambahan komponen dari $k = 10$ ke $k = 20$ tidak meningkatkan akurasi, menandakan adanya *diminishing returns* bahwa 10 komponen pertama sudah cukup menangkap informasi penting untuk membedakan subjek.

Rekonstruksi Gambar

Gambar Asli (Subjek 2)



Rekonstruksi (k=10)



Gambar hasil rekonstruksi berhasil merepresentasikan esensi wajah asli, seperti struktur umum dan posisi fitur, meskipun kehilangan detail berfrekuensi tinggi, sehingga secara visual membuktikan bahwa kompresi SVD mampu mempertahankan informasi penting sambil menghilangkan detail yang kurang signifikan.

- **Proyek ini menunjukkan efektivitas SVD dalam menganalisis data berdimensi tinggi menggunakan metode eigenfaces.**
- **SVD mampu mengekstraksi struktur berdimensi rendah dari dataset gambar wajah.**
- **Kompresi data yang dihasilkan tetap mempertahankan informasi penting untuk pengenalan wajah.**
- **Hasil analisis menegaskan bahwa SVD adalah alat fundamental untuk reduksi dimensi dan ekstraksi fitur.**

MA3022 Aljabar Linier

Kelompok 02

Terima kasih !!!