

PROTOTYPE HAND-GEOMETRY SEBAGAI SISTEM VERIFIKASI

Rizal

Dosen Teknik Informatika Universitas Malikussaleh

Abstract

Geometric measurements of the human hand have been used for identity authentication in a number of commercial systems. In this project we have developed a prototype hand geometry-based verification system and analyzed its performance. We have demonstrated the practical utility of this system by designing an application that uses hand geometry as opposed to password for restricting access to a web site. We present our preliminary verification results based on hand measurements of 50 individuals captured over a period of time.

Pendahuluan

Keterkaitan atau hubungan antara suatu identitas dengan suatu individual dapat dikatakan sebagai suatu *personal identification*. Permasalahan dalam mengatasi identitas seseorang dapat dikategorikan menjadi dua tipe yang berbeda secara fundamental, seperti yang sudah dibahas adalah (i) verifikasi, dan (ii) identifikasi. Verifikasi berkaitan dengan suatu permasalahan mengkonfirmasi atau menolak suatu klaim identitas seseorang, sedangkan identifikasi lebih terfokus untuk membangun suatu identitas secara subjektif.

Sistem biometris meliputi pengidentifikasian suatu individual berdasarkan keadaan fisiologi dan perilaku manusia. Secara praktis, pengidentifikasian berdasarkan sistem biometris telah begitu meluas digunakan di berbagai tempat seperti ATM, keamanan sistem komputer, dan lain-lain. Telah diketahui pula bahwa berbagai variasi dari teknik-teknik biometris yang digunakan untuk uji-keotentikan

waktu nyata, yang paling populer seperti identifikasi menggunakan sidik jari, dan rekognasi face. Di dalam kajian kita pada bab ini, kita akan mengulas secara mendetail tentang suatu teknik biometriks, hand-geometry.

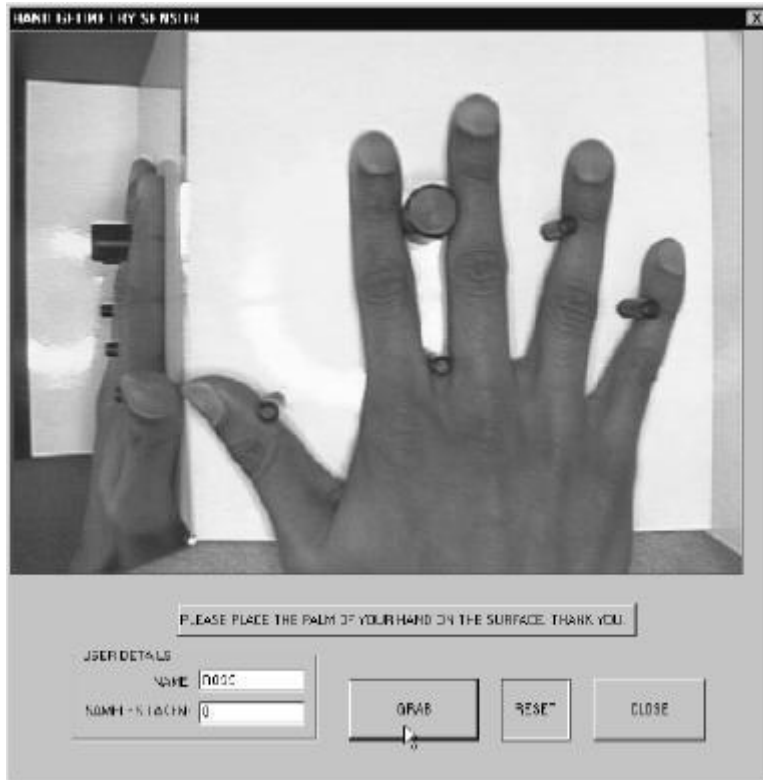
Hand-geometry, dari namanya kita dapat mengasosiasikan pikiran kita kepada suatu struktur geometris dari tangan kita. Struktur ini meliputi lebar jari kita di berbagai lokasi yang berbeda, lebar tapak tangan, ketebalan tapak tangan, panjang jari-jari, dan lain-lain. Walaupun struktur geometris yang ada pada manusia umumnya hampir-hampir bersamaan, tapi hand-geometry tetap memiliki kehandalan untuk memverifikasi dan mengidentifikasi suatu sosok individual dengan memanfaatkan suatu celah, ciri, atau pola geometris khusus yang mungkin tidak akan sama untuk setiap individu.

Hand-geometry bukanlah suatu hal yang baru, di awal tahun 70-an isu-isu tentang hand-geometry telah ada dan menjadi suatu riset yang tidak begitu terbuka yang dilakukan oleh beberapa ilmuwan di dalam tahun-tahun tersebut ditambah literatur-literatur yang berkaitan dengan isu-isu hand-geometry tidak terlalu begitu memuaskan dalam segi kuantitas.

Keotentikan identitas suatu individual didasari oleh sekumpulan fitur-fitur tangan (hand) merupakan suatu bidang kajian yang sangat penting. Telah diketahui secara meluas sebelumnya bahwa fitur tangan manusia tidak begitu deskriptif; metode yang dirancang untuk mengkombinasikan fitur-fitur individual yang mungkin kita katakan tidak terlalu menonjol ini, bertujuan memperoleh suatu pengidentifikasian positif yang kuat dan ini merupakan suatu permasalahan pengenalan pola yang begitu menantang.

Akuisisi citra

Sistem *akuisisi* citra yang telah dirancang sebelumnya terdiri dari suatu sumber cahaya, kamera, cermin tunggal, dan suatu permukaan datar dengan lima pasak di atasnya. User menempatkan tapak tangannya pada permukaan datar tersebut seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Suatu alat sensor untuk aplikasi hand-geometri

Lima pancang yang ada pada permukaan untuk menentukan suatu posisi yang tepat untuk penempatan tangan kanan seseorang yang kita sebut sebagai user. Device juga mempunyai suatu tombol atau switch khusus yang berfungsi sebagai pengkondisi cahaya, atau merubah intensitas sumber cahaya, dan panjang focal kamera tersebut, sementara cermin tunggal mempekerjakan tangan seorang user kelihatan tampak samping pada kamera. Device yang dirancang akan mempunyai fungsi sebagai berikut :

- i. Membantu user untuk memposisikan tangan secara tepat pada permukaan datar device tersebut

- ii. Memperoleh suatu citra tangan user pada posisi yang tepat
- iii. Menampilkan citra yang ditangkap oleh device
- iv. Mengekstraksi fitur dari citra yang diberikan
- v. Melakukan registrasi terhadap user di dalam suatu database sejalan dengan proses pengekstraksian vektor fitur
- vi. Melakukan verifikasi apakah citra tangan (hand) yang ditangkap sepadan atau cocok dengan keadaan citra-citra tangan lainnya yang telah tersimpan sebelumnya di dalam database
- vii. Mengupdate entry-entry khusus yang dimiliki oleh user di dalam database dengan melakukan perhitungan kembali vektor fitur

Fase enrollment

Proses ini memilih satu dari dua tugas yang utama yaitu, (i) menambahkan user baru ke dalam database dan, (ii) mengupdate vektor fitur bagi user yang menggunakan device terakhir. Selama fase enrollment, lima keadaan citra dari sumber tangan yang sama diambil secara berturut-turut. Kelima citra tersebut seterusnya digunakan untuk menghitung vektor fitur dari tangan yang diberikan. Lalu, menghitung kembali vektor fitur yang diperoleh untuk menyederhanakan vektor fitur tersebut dengan teknik perata-rataan nilai-nilai vektor fitur yang terlibat di dalam proses penempatan tangan pada permukaan datar device hand-geometry.

Fase verifikasi

Proses meliputi pencocokan (matching) suatu citra dengan citra - citra yang sebelumnya telah terdapat di dalam database. Dua snapshot keadaan tangan diambil dan vektor fitur rata-rata dan selanjutnya dihitung. Vektor fitur yang diberikan kemudian dibandingkan dengan vektor fitur yang telah tersimpan di dalam suatu database yang

berkaitan dengan klaim suatu identitas seseorang. Andaikan $F = (f_1, f_2, \dots, f_d)$ mewakili suatu bentuk vektor fitur dimensi - d di dalam suatu database, dan $Y = (y_1, y_2, \dots, y_d)$ sebagai suatu vektor fitur dari suatu tangan yang akan diverifikasi. Verifikasi akan bernilai positif jika jarak antara F dan Y lebih kecil dari nilai treshold. Empat jarak metrik, absolut, absolut dengan suatu bobot, Euclidean, dan Euclidean dengan suatu bobot, berkaitan dengan persamaan-persamaan berikut :

$$\sum_{j=1}^d |y_j - f_j| < \epsilon_a,$$

$$\sum_{j=1}^d \frac{|y_j - f_j|}{\sigma_j} < \epsilon_{wa},$$

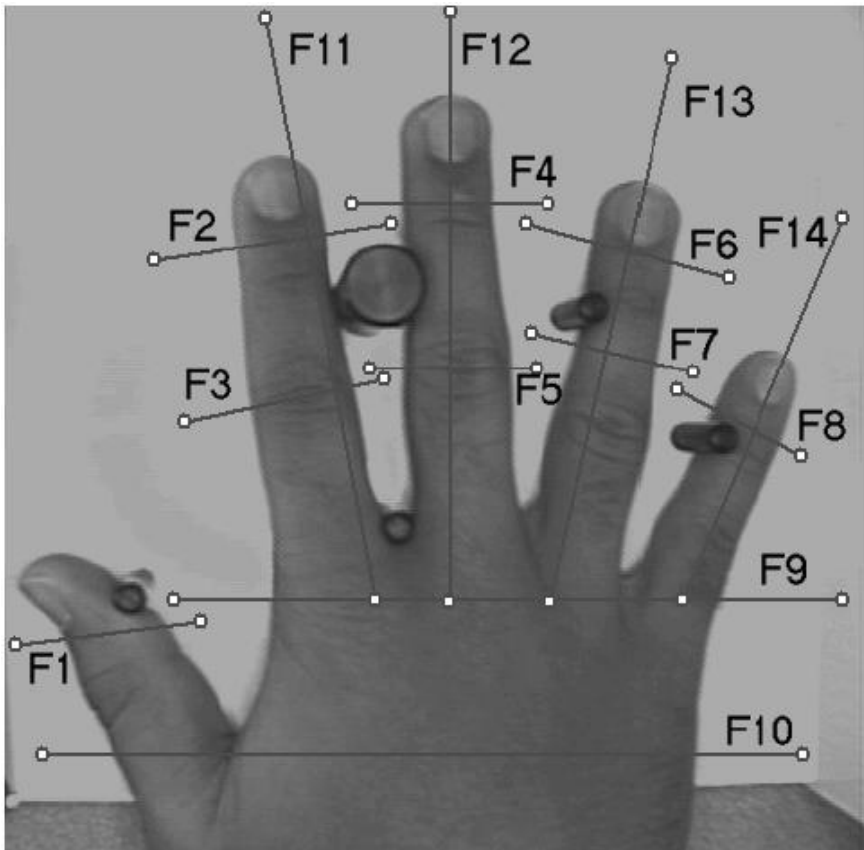
$$\sqrt{\sum_{j=1}^d (y_j - f_j)^2} < \epsilon_e,$$

$$\sqrt{\sum_{j=1}^d \frac{(y_j - f_j)^2}{\sigma_j^2}} < \epsilon_{we},$$

Ekstraksi fitur

Perancangan sistem hand-geometry diketahui berkerja berlandaskan isu-isu ketidak-seragaman tangan manusia secara geometris. Fitur-fitur khusus yang dilihat di dalam sistem tersebut meliputi panjang dan lebar jari-jari tangan, aspect ratio tapak tangan atau jari tangan, ketebalan tangan, dan lain-lain. Dan sepengetahuan kita, bahwa sistem-sistem yang ada dan bersifat komersial yang berkerja berdasarkan sifat-sifat kegeometrisan tangan manusia, hampir - hampir tidak melihat fitur-fitur selain yang disebut di atas seperti warna kulit tangan, atau sebarang atribut lainnya yang tidak bersifat geometris.

Gambar 2 menunjukkan 14 sumbu yang terkait dengan pengukuran fitur-fitur yang bersifat geometris. Lima pancangan pada citra bersifat sebagai titik kontrol di dalam pengukuran keseluruhan atribut geometris yang dijadikan referensi oleh suatu sistem hand-geometry tertentu.

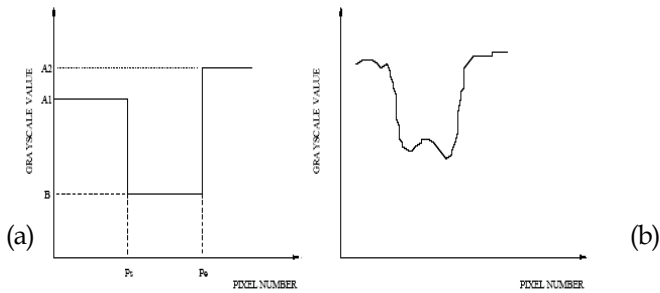


Gambar 2. Empat belas sumbu – sumbu pada sistem hand-geometry

Teknik pengestimasiian parameter

Untuk mengimbangi efek-efek dari pencahayaan background, warna kulit, dan noise, pendekatan berikut dapat diaplikasikan untuk menghitung nilai-nilai berbagai fitur tersebut. sebarisan pixel-pixel

sepanjang sumbu pengukuran akan memiliki suatu profil grey-scale ideal, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3(a).



Gambar 3 (a) profil ideal, (b) profil yang diamati.

Len merujuk kepada jumlah total pixel-pixel yang menjadi acuan, P_s dan P_e merujuk kepada titik-titik ujung suatu objek acuan, dalam kasus ini, jari tangan, yang menjadi rujukan pengukuran. $A1$, $A2$, dan B merupakan nilai-nilai grey-scale.

Profil grey-scale aktual yang terjadi cenderung berbentuk spiky seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3 (b), jadi dikarenakan alasan tersebut, langkah pertama yang harus dilakukan adalah memodelkan profil di atas. Andaikan pixel - pixel sepanjang sumbu pengukuran diberi nomor 1 hingga *Len*. Dan andaikan juga $X=(x_1, x_2, \dots, x_{Len})$ merupakan nilai - nilai grey-scale pixel sepanjang sumbu. Berkaitan dengan profil tersebut, maka selanjutnya kita dapat merumuskan asumsi berikut :

1. Profil yang diamati (gambar 2.3 (b)), diperoleh dari profil ideal (gambar 2.3 (a)) dengan cara menambahkan noise Gaussian terhadap masing - masing pixel pada akhirnya. Oleh karena itu, sebagai contoh, nilai-nilai grey-level setiap pixel yang terbentang dari P_s hingga P_e diasumsikan diperoleh dari distribusi,

$$G(x/B, \sigma_B^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_B^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_B^2}(x-B)^2\right\}$$

di mana σ_B^2 merupakan varians x di dalam interval R , $P_s < R \leq P_e$.

2. Nilai-nilai grey-level untuk pixel-pixel tertentu pada suatu sumbu khusus saling tidak ketergantungan dengan nilai-nilai grey-level pixel-pixel yang lain pada garis. Asumsi ini berlaku jika citra yang diperoleh tidak memiliki efek seperti bayangan objek pada citra tersebut.

Pengoperasian berdasarkan asumsi-asumsi di atas, maka, kita dapat menyatakan suatu pendistribusian pixel-pixel yang saling ketergantungan, sebagai berikut :

$$P(X/\Theta) = \left[\prod_{j=1}^{P_s} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{A1}^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_{A1}^2}(x_j - A1)^2\right\} \right] \left[\prod_{j=P_s+1}^{P_e} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_B^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_B^2}(x_j - B)^2\right\} \right] \left[\prod_{j=P_e+1}^{Len} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{A2}^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_{A2}^2}(x_j - A2)^2\right\} \right],$$

dimana $\theta = (P_s, P_e, A1, A2, B, \sigma_{A1}^2, \sigma_{A2}^2, \sigma_{A3}^2)$ dan $\sigma_{A1}^2, \sigma_{A2}^2, \sigma_{A3}^2$ merupakan varians dari x di dalam ketiga interval $[1, P_s]$, $[P_s + 1, P_e]$ dan $[P_e + 1, len]$ secara respektif.

Tujuan sekarang adalah memperkirakan P_s dan P_e dengan menggunakan nilai dari pixel-pixel yang diamati sepanjang sumbu yang telah ditentukan. Untuk itu, kita gunakan metode MLE (Maximum Likelihood Estimate) untuk memperkirakan nilai θ . Dengan menempatkan logaritma pada kedua sisi persamaan

$$P(X/\Theta) = \left[\prod_{j=1}^{P_s} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{A1}^2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma_{A1}^2} (x_j - A1)^2 \right\} \right] \left[\prod_{j=P_s+1}^{P_e} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_B^2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma_B^2} (x_j - B)^2 \right\} \right] \left[\prod_{j=P_e+1}^{Len} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{A2}^2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma_{A2}^2} (x_j - A2)^2 \right\} \right],$$

dan menyederhanakan persamaan tersebut, maka diperoleh fungsi kemungkinan (likelihood function) berikut :

$$L(\Theta) = \frac{1}{\sigma_{A1}^2} \sum_1^{P_s} (x_j - A1)^2 + \frac{1}{\sigma_B^2} \sum_{P_s+1}^{P_e} (x_j - B)^2 + \frac{1}{\sigma_{A2}^2} \sum_{P_e+1}^{Len} (x_j - A2)^2 + P_s \log \sigma_{A1}^2 + (P_e - P_s) \log \sigma_B^2 + (Len - P_e) \log \sigma_{A2}^2$$

Parameter-parameter yang terdapat pada persamaan tersebut, sekarang dapat diperkirakan secara iteratif. Parameter mengestimasi pada tahap $(k + 1)^{st}$, memberikan nilai $X=(x_1, x_2, \dots, x_{Len})$ yang diamati menjadi seperti berikut :

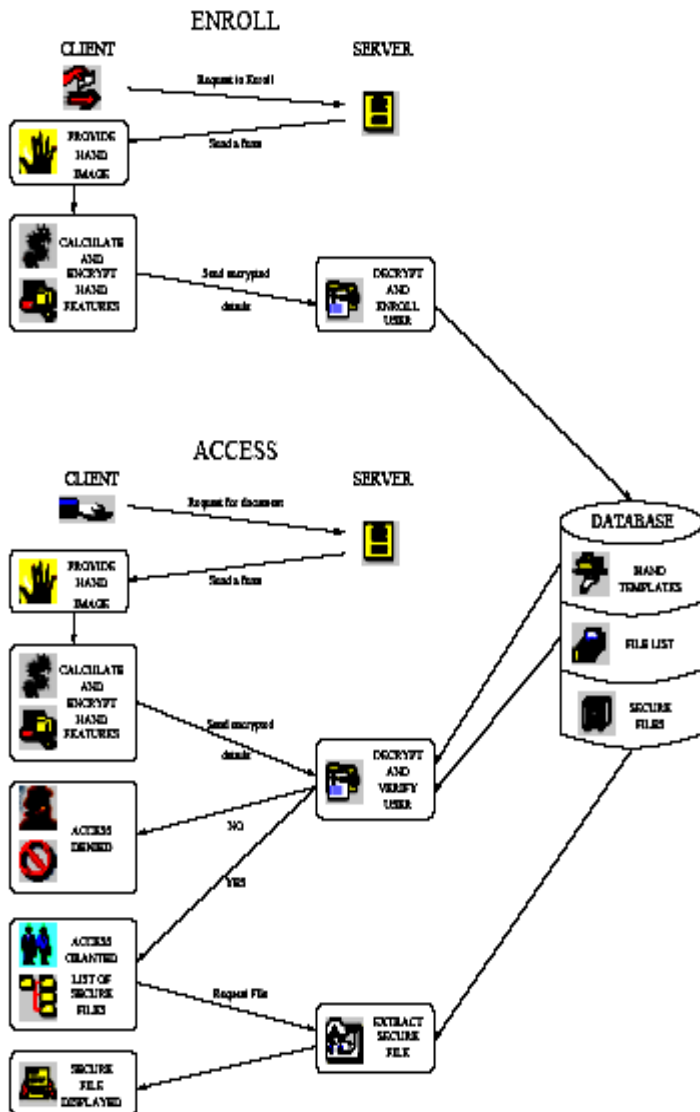
Perkiraan awal nilai-nilai $A1, \sigma_{A1}^2, A2, \sigma_{A2}^2, B$ dan σ_B^2 diperoleh berdasarkan :

- i. $A1$ dan σ_{A1}^2 diperkirakan menggunakan nilai-nilai grey dari pixel - pixel N_{A1} sepanjang sumbu

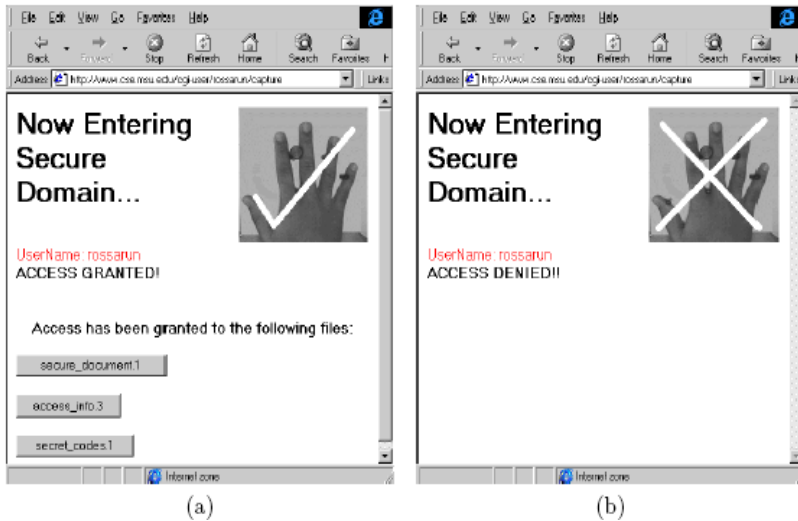
- ii. A_2 dan $\sigma_{A_2}^2$ diperkirakan menggunakan nilai-nilai grey dari pixel - pixel dari $(Len - N_{A_2})$ hingga Len
- iii. B dan σ_B^2 diperkirakan menggunakan nilai-nilai grey dari pixel - pixel di antara $(Len/2 - N_B)$ dan $(Len/2 + N_B)$

Nilai - nilai N_{A_1} , N_{A_2} , dan N_B selalu konstan terhadap sistem dan nilai awal P_s dan P_e relatif terhadap sistem.

$$\begin{aligned}\widehat{P}_s^{(k+1)} &= \arg \min_{P_s} L \left(\begin{array}{c} P_s, \widehat{P}_e^{(k)}, \widehat{A1}^{(k)}, \widehat{A2}^{(k)} \\ \widehat{B}^{(k)}, \sigma_{A1}^2, \sigma_{A2}^2, \sigma_B^2 \end{array} \right) \\ \widehat{P}_e^{(k+1)} &= \arg \min_{P_e} L \left(\begin{array}{c} \widehat{P}_s^{(k+1)}, P_e, \widehat{A1}^{(k)}, \widehat{A2}^{(k)} \\ \widehat{B}^{(k)}, \sigma_{A1}^2, \sigma_{A2}^2, \sigma_B^2 \end{array} \right) \\ \widehat{B}^{(k+1)} &= \frac{\sum_{\widehat{P}_e^{(k+1)}}^{\widehat{P}_e^{(k+1)+1}} x_j}{\widehat{P}_e^{(k+1)} - \widehat{P}_s^{(k+1)}} \\ \sigma_B^2 &= \frac{\sum_{\widehat{P}_e^{(k+1)}}^{\widehat{P}_e^{(k+1)+1}} x_j^2}{\widehat{P}_e^{(k+1)} - \widehat{P}_s^{(k+1)}} - \left\{ \widehat{B}^{(k+1)} \right\}^2 \\ \widehat{A1}^{(k+1)} &= \frac{\sum_1^{\widehat{P}_e^{(k+1)}} x_j}{\widehat{P}_s^{(k+1)}} \\ \sigma_{A1}^2 &= \frac{\sum_1^{\widehat{P}_e^{(k+1)}} x_j^2}{\widehat{P}_s^{(k+1)}} - \left\{ \widehat{A1}^{(k+1)} \right\}^2 \\ \widehat{A2}^{(k+1)} &= \frac{\sum_{\widehat{P}_e^{(k+1)+1}}^{Len} x_j}{Len - \widehat{P}_e^{(k+1)}} \\ \sigma_{A2}^2 &= \frac{\sum_{\widehat{P}_e^{(k+1)+1}}^{Len} x_j^2}{Len - \widehat{P}_e^{(k+1)}} - \left\{ \widehat{A2}^{(k+1)} \right\}^2\end{aligned}$$



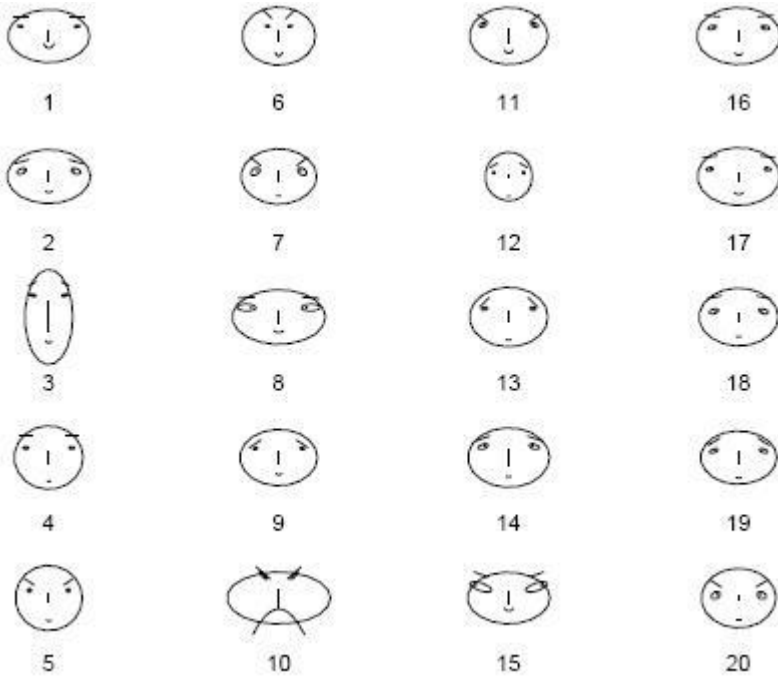
Gambar 4. Diagram alir interaksi client - server (hand-geometry)



Gambar 5. Authentication GUI, (a) akses dipenuhi, (b) akses tidak terpenuhi

Hasil Eksperimen

Sistem otentifikasi berbasis hand-geometry dilatih dan diuji menggunakan database 50 user. Sepuluh Citra untuk masing-masing tangan user direkam dengan dua sesi, dimana setiap sesi, background cahaya dari perangkat dikondisikan. Citra yang dihasilkan sejumlah 500 citra, dan hanya 360 citra yang digunakan untuk pengujian, sisanya sebanyak 140 citra, tidak memenuhi standarisasi yang diinginkan untuk pengujian unjuk kerja sistem. Vektor fitur rata-rata direpresentasikan menggunakan *Chernoff face*, dilustrasikan pada gambar 6.



Gambar 6. Representasi *Chernoff face* untuk vektor fitur rata-rata sistem hand-geometry.

Unjuk kerja sistem memberikan FRR 15%, dan FAR 2%, keseluruhan hasil pengujian dirangkum pada gambar 7.

Threshold	Hit Rate (%)	FAR (%)
20	46.61	0.00
25	66.67	0.01
30	72.27	0.04
35	81.42	0.28
40	86.14	0.72
45	89.68	1.76
50	94.10	2.81
55	94.99	4.62
60	96.17	6.69
65	97.64	9.11
70	97.64	11.95
75	98.23	15.09
80	98.53	18.26
85	99.12	21.81
90	99.41	24.94
95	99.41	28.18
100	99.71	31.24
105	99.71	34.33
110	99.71	37.36
115	99.71	40.11
120	99.71	42.79
125	99.71	45.17
130	99.71	47.45
135	100.00	50.09

Gambar 7. Unjuk kerja sistem berdasarkan parameter FRR dan FAR.

Kesimpulan

Pada pengujian pertama, dengan berbagai treshold, pengujian memberikan FRR 15%, dan FAR 2%. Selanjutnya pada pengujian kedua, diperoleh FRR 5%, dan FAR 0%, menunjukkan sistem mampu

berkerja baik setelah dilakukan pelatihan dengan sampel yang lebih selektif dan representatif.

Referensi

- [1]. A.K. Jain, R. Bolle and S. Pankanti (Eds.), "Biometrics: Personal Identification in Networked Society", Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [2]. R. P. Miller, "Finger dimension comparison identification system", US Patent No. 3576538, 1971.
- [3]. R. H. Ernst, "Hand ID system", US Patent No. 3576537, 1971.
- [4]. I. H. Jacoby, A. J. Giordano, and W. H. Fioretti, "Personnel Identification Apparatus", US Patent No. 3648240, 1972.
- [5]. "A Performance Evaluation of Biometric Identification Devices", Technical Report SAND91-0276, UC-906, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM and Livermore, CA, 1991.
- [6]. D. P. Sidlauskas, "3D hand profile identification apparatus", US Patent No. 4736203, 1988.