

ESQUEMA COMPLETO DE IDENTIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN DE PATRONES BIOMÉTRICOS DE HUELLAS DACTILARES

D. Simón Zorita, M. García Gomar, M. Sánchez Asenjo, J.L. Sánchez Bote, J.Ortega García

<http://www.atvs.diac.upm.es>

Dpto. Ingeniería Audiovisual y Comunicaciones, EUIT- Telecomunicación,
Universidad Politécnica de Madrid

ABSTRACT

In this paper we propose a complete fingerprint identification-verification scheme, based on minutiae pattern extraction. The fingerprint database used to evaluate the performance of the system is obtained by a scanning procedure. On a first stage, we accomplish an image procedure to automatically extract the minutiae points from the fingerprint. On a second stage we implement a biometric pattern matching algorithm, based on the edit distance algorithm, capable to locally adapt its tolerance box to compensate the skin non linear deformations occurred during the fingerprint acquisition. We present identification and verification results with 50 system users.

1. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MINUCIAS

En la figura 1 se presenta, a modo de resumen, el esquema completo [1,2], para la extracción de los puntos característicos de una huella dactilar. Las pruebas realizadas para evaluar el funcionamiento del sistema se han hecho sobre una base de datos de 50 usuarios. Previamente a la evaluación, los usuarios se inscriben en una base de datos, de tal manera que cada usuario queda registrado con el patrón biométrico de una de sus huellas dactilares. El patrón biométrico almacenado estará formado por el conjunto de minucias obtenidas tras procesar la imagen correspondiente de su huella. Puesto que cada vez que un usuario accede al sistema, lo hace identificándose con su huella dactilar y, puesto que la adquisición de la misma no siempre proporciona la misma región de la huella, la inscripción en la base de datos se hace con 3 realizaciones diferentes de la misma huella. Esta inscripción se realiza de forma controlada, para que las regiones de las huellas capturadas sean diferentes. Las huellas se adquieren con el escáner 100SC de Precise Biometrics. El tamaño de las imágenes obtenidas es de 300 x 300 pixels, codificándose cada pixel con una escala de grises de 8 bits.

El proceso de normalización de la imagen reduce el rango de variación de grises entre las crestas y los valles de la imagen, para facilitar el procesamiento de las siguientes etapas. A continuación se determina la zona de interés de la imagen que se va a procesar con el fin de eliminar el ruido de fondo y evitar así el cálculo de minucias fuera del área ocupada por la huella. El cálculo del campo de orientación, basado en la estimación del gradiente de luminancia en cada punto de la imagen, permite conocer la orientación local de las crestas de la huella. La orientación calculada previamente, son capaces de orientarse localmente en la dirección de las crestas de la imagen, acentuando su nivel de gris. Tras este filtrado, se fija un umbral de luminancia, y se convierte la imagen en una imagen binaria. A continuación se realiza un

nuevo filtrado para perfilar las crestas de la huella y eliminar posibles manchas en determinadas zonas de la imagen. Con el adelgazamiento de la imagen se reduce el grosor de las crestas en la imagen binaria a un solo pixel. Con el fin de evitar posteriormente la inserción de minucias espurias, se eliminan todas las posibles líneas de la imagen adelgazada que no son crestas y se conectan las líneas que pertenecen a crestas rotas. Finalmente, se extraen los puntos característicos que constituyen el patrón biométrico de la huella. El número típico de minucias obtenidas oscila entre los 30 y 45.

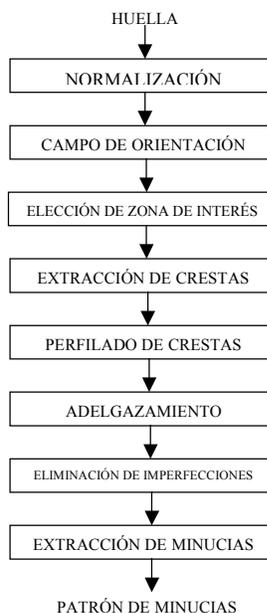


Figura 1. Proceso de extracción del patrón biométrico de una huella dactilar

2. COMPARACIÓN DE PATRONES DE MINUCIAS

En la figura 2 puede verse el proceso de comparación de dos patrones biométricos de minucias [2,3]. Uno, el patrón del usuario que accede al sistema, y otro, el patrón de ese usuario previamente inscrito en la base de datos. Puesto que cada usuario está registrado en la base de datos con 3 huellas de diferentes regiones de interés, se hace la comparación con cada una de estas huellas, tomándose el mejor resultado obtenido.

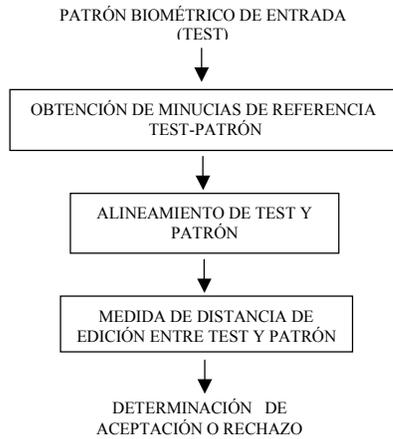


Figura 2. Comparación de patrones de minucias.

Los patrones biométricos de cada huella están definidos por las coordenadas x e y de las minucias y por los puntos muestreados de las crestas a las que pertenecen dichas minucias. La distancia de muestreo es la distancia media entre crestas y el número máximo de muestras es de diez. También se indica si las minucias son debidas a finales de crestas o bifurcaciones. Debe tenerse en cuenta que cuando se comparan los patrones de dos realizaciones diferentes de una misma huella, se da la circunstancia de que éstos nunca son iguales, ya que, sus respectivas imágenes pueden estar desplazadas y/o rotadas entre sí, e incluso deformadas. Por tanto, antes de realizar cualquier comparación, se procede siempre a alinear los dos patrones de minucias. El primer paso para alinear es determinar, tras un análisis espacial de semejanza, las minucias de referencia de los dos patrones. Seguidamente se calculan los parámetros de traslación y rotación, existentes entre estas dos minucias y, posteriormente, se aplican a todos los puntos del patrón de prueba, quedando así alineado con respecto al patrón de la base de datos. A continuación, se convierten los dos patrones alineados en dos cadenas de minucias que, en el proceso de comparación, minimizan una función de coste, llamada distancia de edición. Debido a las posibles faltas de alineamiento entre minucias, la función de coste diseñada es elástica; es decir, permite un margen de error en la decisión de si dos minucias homólogas en las dos cadenas forman o no pareja. Debido, además, a las posibles deformaciones de las imágenes comparadas, la función de coste adapta el margen de error en función de la zona de la imagen comparada. Finalmente, el coste obtenido al comparar los dos patrones proporciona un valor, entre 0 y 100, que indica el grado de similitud entre las cadenas de minucias.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

Se ha evaluado el funcionamiento del sistema completo, mediante pruebas de identificación y pruebas de verificación. La base de datos del sistema consta de 50 usuarios, con 3 realizaciones diferentes por usuario. Las comparaciones del patrón que accede al sistema se hacen con las 3 realizaciones de cada usuario inscritas en la base de datos, eligiéndose para cada usuario, aquella que proporcione el menor coste de edición.

En identificación, un usuario accede al sistema aportando su huella dactilar, pero sin identificarse. El sistema, después de

obtener su patrón biométrico, lo compara con todos los patrones de la base de datos, y genera una lista con las puntuaciones obtenidas de cada comparación, ordenadas de mayor a menor. La evaluación se realizó haciendo que el sistema se identificase a cada uno de los usuarios. En todos los casos la identificación fue correctamente realizada. En la tabla 1 se muestran la media y la desviación típica de las puntuaciones obtenidas por el primero y segundo usuarios de la lista sobre una escala de 0 a 100.

En verificación, un usuario accede al sistema identificándose, siendo el sistema quien decide si acepta o rechaza a dicho usuario. Para ello, el sistema debe conocer previamente las curvas de Falsa Aceptación (FA) y Falso Rechazo (FR) de los usuarios. Las primeras se construyen a partir de 10 adquisiciones diferentes de cada usuario, y las segundas, tomando al resto de los usuarios como impostores. Las 50 verificaciones se realizaron correctamente. En la tabla 2 se muestran los umbrales medios, calculados para una FA y un FR del 2%, y la Tasa de Igual Error media (EER: *Equal Error Rate*), con las correspondientes desviaciones típicas, obtenidos con los 50 usuarios.

	μ	σ
Usuario 1º	50.1	11.8
Usuario 2º	19.6	4.0

Tabla 1: Resultados obtenidos en identificación.

Umbral	μ	σ
FA	20.3	2.4
FR	35.2	5.1
EER	0.24	0.5

Tabla 1: Resultados obtenidos en verificación.

4. CONCLUSIONES

Analizando los valores obtenidos en las tablas 1 y 2, sobre una base de datos de 50 usuarios, con 10 adquisiciones por usuario, puede decirse que el funcionamiento global del sistema proporciona resultados similares a los existentes hoy en el estado del arte de la identificación y la verificación de huellas dactilares. Las principales aportaciones que hemos realizado, y que han permitido llegar a estos resultados, han sido: el empleo del esquema de mejora de imagen para la extracción de minucias y el diseño de la función de coste dada por la distancia de edición. Nuestro próximo trabajo tratará de evaluar y mejorar el funcionamiento de nuestro sistema sobre grandes poblaciones de usuarios.

5. REFERENCIAS

- [1] A. Jain, L. Hong and R. Bolle, *On-Line Fingerprint Verification*, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, Nº 4, pp. 302-314, April 1997.
- [2] D.Simón, M.García, J.Ortega, *Algoritmo de mejora de imagen para la extracción de puntos característicos de huellas digitales*, URSI 2000, Zaragoza.
- [3] M.García, D.Simón, J.Ortega, *Algoritmo de comparación entre patrones biométricos de huellas dactilares*, URSI 2000, Zaragoza.