

CREACIÓN DE UNA BASE DE DATOS PARA RECONOCIMIENTO DE PERSONAS MEDIANTE MULTIMODALIDAD BIOMÉTRICA¹

C. VIVARACHO*, I. MORO*, D. ESCUDERO*, I. HERNÁEZ**, J.J. IGARZA**

*Universidad de Valladolid, **Universidad del País Vasco
cevp/isaac/descudr@infor.uva.es

Octubre 2002

Palabras clave: Base de datos, Multimodalidad Biométrica.

Resumen

El primer paso para el ensayo de distintas técnicas de reconocimiento de personas mediante multimodalidad biométrica, es la adquisición de un corpus de datos lo suficientemente rico y variado que pueda servir para ajustar adecuadamente los sistemas que se vayan a utilizar. Este trabajo resume las tareas y resultados obtenidos durante la creación de una base de datos, detallando metodologías, técnicas, dispositivos, resultados y conclusiones, todo ello con el ánimo de servir como experiencia útil para las otras tareas semejantes que se puedan realizar en un futuro.

1 Introducción

En el Mundo actual, el acceso seguro a los Sistemas es un tema cada vez más importante. En este sentido, el uso de parámetros biométricos es considerado uno de los métodos más naturales y fiables. Entre los parámetros biométricos utilizados en la actualidad podemos destacar las huellas dactilares, la forma del iris ocular o la voz.

Cuatro grupos de Investigación españoles, hemos decidido juntar nuestros esfuerzos para trabajar en el tema. Así ha surgido el Proyecto de Investigación titulado “*Aplicación de la Identificación de Personas mediante Multimodalidad Biométrica en Entornos de Seguridad y Acceso Natural a Servicios de Información*” financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (España).

Como punto de partida, se estableció la tarea de crear una gran Base de Datos de parámetros biométricos multimodales, que servirá como base para el resto del Proyecto. En concreto se captu-

rarán: huella digital, firmas y voz.

1.1 Grupos Participantes

El Proyecto originalmente agrupa a cuatro universidades españolas, y en concreto los Departamentos que se especifican a continuación:

- Área de Tratamiento de Voz y Señales. Departamento de Ingeniería Audiovisual y Comunicaciones. E.U.I.T. Telecomunicación, y el Grupo de aplicaciones del Procesado de Señal. Departamento de Sistemas, Señales y Radiocomunicaciones. E.T.S.I. Telecomunicación, ambos de la *Universidad Politécnica de Madrid*.
- Escuela Universitaria Politécnica de Mataró, Departamento de Telecomunicaciones y Arquitectura de Computadores. *Escuela Universitaria Politécnica de Mataró* (Adscrita a la Universidad Politécnica de Catalunya).
- Departamento de Electrónica y Comunicaciones. Escuela de Ingeniería, *Universidad del País Vasco*.

¹ Financiado por el proyecto TIC2000-1669-C04-03 y MCyT

- Departamento de Informática E.T.S.I. Informática, *Universidad de Valladolid*.

2 Objetivos genéricos del Proyecto

Como indica el nombre completo del Proyecto, en él se van a tratar temas relacionados con la identificación de Personas para garantizar un acceso seguro y sencillo a Servicios de Información. Según esto, los puntos clave son:

- Identificación.
- Biometría.
- Multimodalidad.
- Acceso Natural.
- Servicios de Información

De acuerdo a estos puntos clave. así se han estructurado los subproyectos y fases de realización de cada uno de ellos, en los que se han involucrado uno o varios de los grupos participantes.

De entre las características principales de los futuros Servicios de Información, conviene destacar tanto la **seguridad** (para garantizar a los usuarios la confidencialidad de las operaciones que realicen) como la **naturalidad en la interacción hombre-máquina** (para ofrecer un nivel de interacción similar a la que se emplea en la comunicación entre personas).

Por un lado, para hacer frente a la problemática de seguridad, se propone el empleo de Tecnologías Biométricas (específicamente a través de técnicas de reconocimiento de voz, cara, huella y firma), tecnologías hoy por hoy suficientemente maduras como para plantear con un elevado grado de éxito su aplicación práctica a la identificación segura de personas,

Por otro lado, para abordar la gestión y el procesado de Lenguaje Natural, la Ingeniería del Lenguaje busca soluciones desarrollando, especialmente, tecnologías para las interfaces de usuario por voz, en el entorno de las denominadas Tecnologías del Habla (como son el Reconocimiento de Habla, la Conversión Texto-Voz, la Codificación de Voz, o el Análisis Semántico).

De manera explícita, los objetivos que busca este Proyecto son:

1. Obtención de una Base de Datos Multimodal.
2. Desarrollo de Técnicas de Identificación Biométrica.
3. Integración Multimodal de las Tecnologías Biométricas.
4. Seguridad en los Accesos Multimodales Remotos.
5. Desarrollo de Interfaces Vocales de Alta Naturalidad.
6. Acceso Multimodal Seguro y Natural en Telefonía Móvil e Internet.
7. Aplicaciones en Servicios de Información, Transferencia, Acceso y Control.
8. Aplicaciones Forenses: Sistemas de Identificación Policial.

3 Medios Materiales

Para llevar a cabo el proyecto se han adquirido varios dispositivos de captura de datos, algunos específicos (como los de Huellas Digitales) y otros de uso más general (como la tableta digitalizadora con bolígrafo). En la Figura 1 puede observarse su aspecto.

Para la recogida de huellas dactilares se han utilizado dos dispositivos fabricados con diferentes tecnologías:

- Sensor DP. Es un dispositivo de captura óp-



Sensor DP (Digital Persona)



Sensor PB modelo Precise 100-A



Tableta digitalizadora WACOM

- tica.
- Sensor PB, de tecnología capacitiva.

Esta disparidad de las tecnologías permitirá un análisis comparativo.

Otro punto importante, relativo a los dispositivos utilizados, es su precio asequible, alrededor de unos 120 € cada uno de ellos, lo que permite, en caso de ser implantados métodos de verificación / identificación con ellos, un coste mínimo.

Ambos tipos de dispositivos se conectan a un Ordenador Personal a través de los correspondientes puertos USB. Como hay tres dispositivos para la realización de la toma de datos, y los PC's con los que se cuenta sólo disponen de dos puertos, se decidió que la configuración más favorable sería utilizar un ordenador para el registro de las huellas, al que estarán conectados los dos dispositivos de huellas, y otro PC dedicado exclusivamente a la recogida de firmas.

4 La Base de Datos de Multimodalidad Biométrica

La Base de Datos originalmente se debería haber compuesto por al menos 475 registros, cada uno correspondiente a un donante distinto. De cada donante se almacenaría la siguiente información biométrica:

- Un total de 240 huellas digitales con las siguientes características:
 - 12 realizaciones de la huella digital de cada dedo, obtenidas con el dispositivo PB. En total, 120 realizaciones por individuo con este aparato.
 - 12 realizaciones de la huella digital de cada dedo de cada mano con el dispositivo DP, lo que en total proporciona otras 120 huellas con este aparato y por donante.

De las 12 huellas dactilares de cada dedo, 3 se hacen con un grado de exigencia bajo, 3 con un grado de exigencia medio, y 6 con un grado de exigencia alto.

El grado de exigencia viene dado por la tolerancia a la hora de localizar lo que se denomina *el núcleo* de la huella dentro de un área específica de la imagen recogida por el sensor; cuanto menor sea esa área, mayor es la exigencia en la precisión, tal y como se puede ver en la figura 2.

- 25 realizaciones de la propia firma.
- 5 imitaciones de 5 firmas, lo que en total

Figura 2: Distintos grados de exigencia en la captura de la huellas digitales

hacen un total de 25 imitaciones por donante.

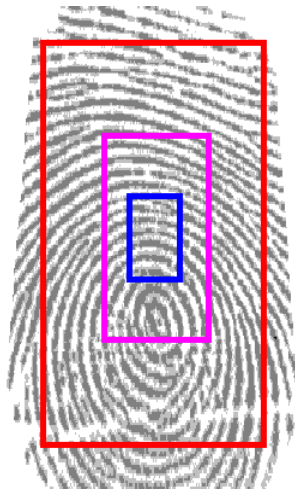
La Base de Datos completa surgiría por la agregación de las de todos y cada uno de los Subgrupos participantes en el Proyecto.

5 Técnicas

Para realizar la Identificación (ya sea de Personas, de formas, o de cualquier otro evento), existe una gran variedad de técnicas. Así se tiene:

- Técnicas algorítmicas.
- Soft Computing, lo que incluye Redes Neuronales, Sistemas Borrosos, ...
- Modelos estadísticos (Modelos evidentes u ocultos de Markov...)
- Sistemas basados en reglas
- etc.

Estas técnicas serán utilizadas por los distintos grupos participantes en las siguientes fases de desarrollo del Proyecto, lo que en un principio permitirá realizar una comparación de la eficiencia del proceso de Identificación / Verificación.



6 El proceso de recogida de datos

6.1 Realización

La recogida de datos tuvo lugar en los meses de Abril y Mayo del año 2002, en las dependencias de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática y de la Escuela Politécnica, ambas de la Universidad de Valladolid. Fue llevada a cabo por 4 colaboradores estudiantiles que hicieron las funciones de **Operadores de recogida de Huellas y Firmas**.

En cuanto a los donantes, todos eran estudiantes universitarios, que decidieron colaborar por distintas razones:

- Respuesta a carteles e información en clase (30 aprox.).
- Amigos de los colaboradores estudiantiles (45 aprox.).

En una segunda fase se completará la Base de Datos con otros 25 donantes multisesión (datos recogidos en varias sesiones, separadas entre 3 y 10 días), en contraste con los actuales 75, que son monosesión.

Las sesiones de trabajo se estructuraron en intervalos de 2 horas, en los que se convocaba con una diferencia de 15 minutos, a dos donantes. Se consideró que el número máximo de sesiones de trabajo por día sería de 4. La elección de día y hora de sesión la realizaba el donante.

Para garantizar el anonimato de los datos una vez finalizada la creación de la Base de Datos, a

cada donante será identificado por un número, con el que se le hará referencia a partir de ese momento. También, todos los donantes firmaron un documento cediendo los derechos de uso *exclusivamente para investigación* de los datos (huellas y firmas) que de él se obtuvieran.

Inicialmente se ideó una estructura en forma de tubería (*pipe*) para el acceso a los distintos dispositivos a la hora de recoger los datos de los donantes en una sesión. El esquema fue el siguiente:

| Tiempo (min.) | 0 | 20 | 40 | 70 |
|---------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Donante 1 | Huellas 1 | Firmas | | Huellas II |
| Donante 2 | | Huellas I | Huellas II | Firmas |

Un elemento muy importante para un mejor seguimiento de la adquisición, fueron tres cuadernos de bitácora:

- Uno para datos personales del donante. Este cuaderno será destruido una vez finalizada la Base de Datos, garantizándose así la privacidad de los datos.
- Un cuaderno para el seguimiento de la sesión.
- Y un cuaderno para el seguimiento copias de seguridad huellas y firmas de final de cada día.

6.2 Obtención de Conclusiones – Encuesta

Para realizar una correcta evaluación del desarrollo de la creación de la Base de Datos, se realizó una pequeña encuesta a los Operadores de recogida, ya que ellos fueron los que realmente realizaron el seguimiento del proceso de una manera más próxima. El conjunto de preguntas se muestran en la tabla correspondiente.

Las principales conclusiones que se obtuvieron a partir de estas preguntas se resumen en los siguientes puntos.

Relativo a los Colaboradores

Resulta mucho mejor alternar las sesiones de toma de huellas con las de firmas en cada donante, puesto que así el operador no queda encasillado y le resulta más ameno. Y como nota cu-

riosa, lo más aburrido para ellos fue la realización de las copias de seguridad.

Relativo a los Donantes

Los tiempos que tardan los distintos donantes en completar la toma de datos han sido muy dispares, pero se ha estimado que el tiempo medio fue de unos 70 minutos, con situaciones extremas de 85 a 90 minutos en los peores casos, y unos 50 minutos en los mejores.

En cualquier caso, la disposición a colaborar ha sido muy buena.

En cuanto a la actitud en el uso de los aparatos, habitualmente resulta más cansado la toma de firmas, sobre todo la imitación, especialmente con las últimas 2 ó 3 imitaciones, en las que el donante ya no presta la atención debida.

Como nota curiosa, los donantes sí que solían mostrar interés por el posible uso de sus datos.

Recomendaciones sesión de adquisición

De la experiencia de los Operadores, se pueden extraer algunas recomendaciones para posteriores adquisiciones de datos. Entre ellas destacamos:

- Empezar por firmas, si no las imitaciones empeoran ya que la concentración disminuye tras las sesiones de captura de huellas.
- Para fomentar la participación, se estableció un sorteo de 100 € entre los donantes, pero la experiencia nos muestra que el dejar las cosas al azar no motiva lo suficiente, y que hubiera sido mejor ofrecer una gratificación por persona, p.ej., consumición en cafetería.

| | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">COLABORADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de aprendizaje de utilización del hardware / software y protocolos • ¿Cuál es el número máximo de sesiones de captura de datos que recomiendas por día y por operador? • ¿Al cabo de cuánto tiempo tienes que parar para descansar? | <p style="text-align: center;">SOBRE EL DONANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo medio de sesión. • ¿Al cabo de cuánto tiempo la atención del donante baja? • ¿Cuál fue la actitud global del donante ante el proceso de toma de datos? • ¿Cuál fue la actitud del donante ante <ul style="list-style-type: none"> ○ la toma de firmas, ○ la toma de huellas con PB /DP • En cada aparato, ¿cuántas tomas de datos estimas que podría aguantar el donante? • ¿Cuánto tiempo tarda en sentirse incómodo? ¿Cuántas tomas de datos recomiendas? • ¿Cuánto tiempo emplea en el aprendizaje de la imitación de firmas? • ¿Se han rechazado donantes? En caso afirmativo, ¿qué criterio se ha seguido? |
| <p style="text-align: center;">PROTOCOLO</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Se siguió el protocolo establecido? En caso contrario, ¿cuál fue el protocolo seguido? • ¿Sugiere un protocolo más eficiente? • ¿Cuál fue el ritmo de trabajo (primero PB, luego firmas, luego DP...)? • ¿Qué protocolo se siguió en la toma de datos de la identidad del donante? • ¿Se ha seguido un criterio específico para validar una firma o una huella? • ¿Cada cuántas huellas se limpia el aparato? O ¿se hacía "cuando era necesario"? | <p style="text-align: center;">SOBRE EL SOFTWARE Y EL HARDWARE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del hardware (problemas, limpieza, duración de la tinta...) <ul style="list-style-type: none"> ○ de firmas ○ PB, ○ DP • Evaluación del software (se cuelga, es incómodo, ofrece información ambigua, se puede rectificar un dato fácilmente, inconsistencias...) <ul style="list-style-type: none"> ○ de firmas ○ PB ○ DP |

Tabla 1: Encuesta para obtención de conclusiones.

Sin embargo, el premio por mejor imitación, en general, sí que motiva.

Relativo al Protocolo

Uno de los puntos más conflictivos en la toma de las huellas digitales ha sido la identificación del núcleo de la huella dactilar, ya que debido a nuestra inexperiencia, resultó ser una tarea muy subjetiva.

Otra cuestión muy importante fue que el protocolo inicial de acceso a aparatos: no fue seguido, ya que la experiencia de los Operadores aconseja empezar siempre por firmas, con lo que la estructura de tubería diseñada inicialmente ha quedado descartada.

Si bien inicialmente se creyó por parte de los responsables del Subproyecto de Valladolid que el protocolo de uso de los cuadernos de bitácora sería rechazado por los Operadores, la valoración que éstos hicieron fue muy buena, y fue llevado a cabo de forma escrupulosa.

Dado que en este Proyecto se ha trabajado con dispositivos que son manipulados continuamente, pronto aparecieron problemas con su limpieza, lo que puso de manifiesto su no idoneidad como elementos que fueran manejados por el gran público.

Relativo al Software

Para la adquisición, tanto de huellas como de firmas, se desarrollaron los oportunos programas. De su uso intensivo se pudieron extraer algunas propuestas y modificaciones que deberían ser tenidas en cuenta en posteriores capturas de datos.

Ante todo, el software ha de ser **robusto** y lo suficientemente **flexible** como para poder permitir su **reconfiguración**. También se vio la necesidad de establecer unas estructuras de datos y de ficheros que permitieran su manipulación de forma directa, ya que así se posibilita la corrección de los contenidos en casos concretos, principalmente debidos a fallos en el seguimiento del protocolo.

7 Resultados

Los resultados obtenidos por el Subgrupo de Valladolid de esta primera fase del Proyecto se podrían resumir en la obtención de datos de un total de 75 donantes, de los que podemos indicar los siguientes comentarios:

Corpus de Huellas:

3 CDROM's, conteniendo la información de 25 donantes por CD. Las imágenes son en formato BMP organizados en directorios, un directorio por usuario, 120 ficheros de cada aparato. 12 adquisiciones de cada dedo.

Corpus de Firmas

1 CDROM con la información de los 75 donantes, un directorio por firmante. 25 firmas propias y 5 ejemplares de falsificación de 5 donantes. La información ha sido guardada en un formato propietario.

Seguimiento de Calidad del Proceso de Recogida

Cuadernos de seguimiento y encuesta.

Calidad de los Datos obtenidos

El equipo de Operadores que realizaron la captura de datos han realizado un excelente trabajo, reflejado en el buena calidad tanto de las firmas y sobre todo de las huellas.

8 Conclusiones Generales

- Es necesario informar de manera más eficiente a los alumnos potenciales donantes de cuáles son los objetivos del Proyecto y en qué puede ser útil su participación. En esta primera experiencia se diseñaron unos carteles anunciadores, pero ha quedado demostrado que tanto el diseño como el contenido debe ser más agresivo.
- Ha resultado difícil conseguir voluntarios donantes, pero el hecho de ser voluntarios hace que su disposición y colaboración sea la mejor.
- Continuando con el punto anterior, el sorteo de un premio o dinero en efectivo, no parece

- una técnica muy adecuada.
- Los colaboradores estudiantiles han mostrado su buena disposición a estar más implicados en el Proyecto, no solamente en el proceso de recogida de datos.
 - Las fechas en las que se realiza la captura de datos son importantes a la hora de lograr donantes y colaboradores, ya que en los meses de abril y mayo (final del curso académico), los alumnos potenciales donantes ya no tienen suficiente tiempo libre como para cooperar en el Proyecto sin interferir en su vida estudiantil (proximidad de los exámenes finales).
 - Se hubieran necesitado más de 4 alumnos colaboradores.
 - La valoración de los colaboradores ha sido muy buena como experiencia personal, ya que fue muy interesante para ellos sentir que eran responsables del resultado del trabajo realizado, y además supuso una toma de contacto con la realización de trabajo en equipo.

Agradecimientos

En todo momento, para el desarrollo del trabajo se ha tenido el apoyo del Departamento de Informática y de la Escuela Universitaria Politécnica, ambos de la Universidad de Valladolid, y del Grupo de Investigación ECA-SIMM, coordinado por D. Valentín Cardeñoso Payo, del Departamento de Informática de la misma Universidad.

Referencias

Sitio WEB del Proyecto TIC2000-1669-C04-03:

<http://www.infor.uva.es/biometria>

Tableta digitalizadora WACOM:

<http://www.wacom-europe.com/uk>

Precise Biometrics:

<http://www.precisebiometrics.com/>

Digital Persona:

<http://www.digitalpersona.com/index.html>