

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| PRÓLOGO | XV |
| | |
| PARTE I: ASPECTOS GENERALES DE LA BIOMETRÍA | 1 |
| | |
| CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN A LA BIOMETRÍA | 3 |
| ¿Qué es la biometría?..... | 3 |
| Definiciones..... | 4 |
| Historia de la Biometría..... | 6 |
| El cuerpo humano y la biometría..... | 8 |
| ¿Por qué la biometría?..... | 9 |
| Ventajas de la Biometría frente a los métodos tradicionales de autenticación..... | 10 |
| Términos y procesos biométricos clave..... | 11 |
| Tecnologías biométricas..... | 13 |
| Recopilación de datos..... | 14 |
| Transmisión de datos..... | 16 |
| Procesamiento de señales..... | 17 |
| Almacenamiento de la información..... | 17 |
| Toma de decisión..... | 18 |
| Evaluación y rendimiento..... | 18 |
| Bibliografía..... | 19 |

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 2: RECONOCIMIENTO DE PATRONES | 21 |
| Introducción al reconocimiento de patrones | 21 |
| Introducción y campos de aplicación. | 21 |
| Dificultad intrínseca del reconocimiento de patrones | 22 |
| Aproximaciones al reconocimiento de patrones | 23 |
| Esquema general de un sistema de reconocimiento de patrones | 24 |
| Extracción de características | 27 |
| Separabilidad entre clases | 28 |
| Selección de características | 31 |
| Selección secuencial hacia delante | 32 |
| Eliminación secuencial hacia atrás | 33 |
| Proyección de los vectores de características | 34 |
| Análisis en componentes principales (PCA) | 34 |
| Análisis discriminante lineal (LDA) | 36 |
| Ejemplo de análisis PCA y LDA sobre vectores de dimensión 2 | 36 |
| Reducción de la dimensionalidad mediante redes neuronales | 40 |
| Momentos estadísticos | 41 |
| Detección de objetos por correlación | 43 |
| Medidas de distancia | 46 |
| Métodos de clasificación | 47 |
| Clasificación basada en semejanza | 47 |
| Clasificación basada en una medida probabilística | 47 |
| Clasificación basada en crear fronteras de decisión | 48 |
| Bibliografía | 48 |
| | |
| CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE SISTEMAS BIOMÉTRICOS | 51 |
| Introducción | 51 |
| Organización del capítulo | 53 |
| Planificando la evaluación | 53 |
| Definiciones previas | 53 |
| Clasificación de la muestra | 54 |
| Tipo de evaluación | 54 |
| Tarea a abordar | 56 |
| Factores que afectan al rendimiento | 56 |
| Políticas de inscripción/operación | 58 |
| Los datos | 58 |
| Definiciones previas | 59 |
| Datos del cliente | 60 |
| Datos de impostores | 60 |
| Impostores genuinos | 60 |
| Impostores simulados | 61 |
| Tamaño del conjunto de prueba | 62 |

| | |
|---|-----------|
| Medición del rendimiento del sistema | 64 |
| Validación de la muestra | 65 |
| Errores en la etapa de clasificación | 66 |
| Representación gráfica del rendimiento | 67 |
| El sistema en un número | 69 |
| Rendimiento del algoritmo de partición | 70 |
| Errores en la decisión final | 70 |
| Productividad del sistema | 71 |
| Análisis estadístico de resultados | 71 |
| Sensibilidad frente a cambios | 72 |
| Confianza en las estimaciones de los errores | 72 |
| Aproximación gaussiana | 73 |
| Técnica del bootstrap | 75 |
| Agradecimientos | 76 |
| Bibliografía | 77 |
| Bibliografía adicional | 79 |
| | |
| PARTE II : BIOMETRÍA ESTÁTICA | 81 |
| | |
| CAPÍTULO 4: HUELLA DACTILAR | 83 |
| | |
| Introducción | 83 |
| La dactiloscopia. Antecedentes históricos | 83 |
| Caracterización y clasificación de las huellas dactilares | 85 |
| Estudio del autenticador | 85 |
| Clasificación | 88 |
| Etapa de clasificación | 89 |
| Dispositivos de adquisición | 90 |
| Tecnología óptica | 91 |
| Tecnología capacitiva | 93 |
| Tecnología ultrasónica | 94 |
| Software de soporte | 95 |
| Reconocimiento de huellas dactilares | 96 |
| El proceso de identificación | 98 |
| Adquisición digital de la huella | 98 |
| Preprocesado de la imagen | 98 |
| Adelgazamiento (thinning) | 102 |
| Depuración | 103 |
| Extracción de características | 104 |
| Etapa de reconocimiento | 105 |
| Características del sistema | 107 |
| Tasas de reconocimiento | 108 |
| Sistemas implantados en la actualidad | 109 |

| | |
|---|-----|
| Métodos de ataque y defensa del sistema | 109 |
| Métodos para atacar al sistema | 109 |
| Métodos para defender al sistema | 110 |
| Bibliografía | 110 |
| Bibliografía adicional | 111 |

CAPÍTULO 5: IRIS Y RETINA **113**

| | |
|---|-----|
| Introducción | 113 |
| Anatomía del Ojo | 114 |
| Reconocimiento del Iris ocular | 116 |
| Potencialidad del Iris para identificación | 116 |
| Nacimiento y evolución de la técnica | 117 |
| Captura de la imagen del Iris | 118 |
| Pre-procesado del Iris | 120 |
| Detección del borde externo del Iris | 120 |
| Detección del borde interno del Iris | 121 |
| Extracción de características mediante filtros de Gabor | 123 |
| Adaptación del Iris detectado | 123 |
| Algoritmo de extracción mediante filtros de Gabor | 124 |
| Extracción de características por transformada <i>Wavelet</i> | 125 |
| Adaptación del Iris para extracción por circunferencia | 126 |
| Extracción por circunferencia | 126 |
| Adaptación de la imagen para extracción por corona circular | 129 |
| Extracción por corona circular | 129 |
| Verificación: Método y Resultados | 131 |
| Base de Datos | 131 |
| Resultados con Filtros de Gabor | 132 |
| Resultados con Circunferencia | 135 |
| Resultados con Corona Circular | 136 |
| Identificación por escaneo de Retina | 138 |
| Soluciones comerciales | 140 |
| Conclusiones | 140 |
| Bibliografía | 141 |

CAPÍTULO 6: GEOMETRÍA DE LA MANO **143**

| | |
|---|-----|
| Introducción | 143 |
| Estructura de la mano | 144 |
| Trabajos realizados anteriormente | 146 |
| Método de captura | 148 |
| Plataforma | 149 |
| Pre-procesado de la imagen | 150 |

| | |
|--|-----|
| Extracción de características..... | 151 |
| Discriminabilidad de las características | 152 |
| Verificación y resultados | 153 |
| Base de datos | 154 |
| Resultados con distancia Euclídea..... | 155 |
| Resultados con distancia de Hamming..... | 158 |
| Resultados con GMMs | 159 |
| Conclusiones..... | 162 |
| Bibliografía | 162 |

PARTE III: BIOMETRÍA DINÁMICA..... 165

CAPÍTULO 7: RECONOCIMIENTO DE LOCUTOR..... 167

| | |
|---|-----|
| Introducción: La señal de voz..... | 167 |
| Características de la señal de voz..... | 167 |
| Naturaleza de la señal de voz | 169 |
| Articulación de los sonidos vocales | 172 |
| Representación espectral de la voz..... | 173 |
| El carácter específico de los formantes | 174 |
| La información específica del locutor | 175 |
| Información del hablante en la señal de voz..... | 176 |
| Niveles de información en la identidad del locutor..... | 176 |
| Variabilidad de los parámetros determinantes de la identidad | 177 |
| Sistemas de reconocimiento automático de locutores | 177 |
| Principio de funcionamiento..... | 177 |
| Clasificación de sistemas..... | 178 |
| Algoritmos de identificación automática del hablante..... | 179 |
| Alineamiento temporal dinámico (DTW)..... | 179 |
| Cuantificación vectorial (VQ) | 180 |
| Redes neuronales (NN)..... | 181 |
| Modelos ocultos de Markov (HMM) | 183 |
| Entrenamiento estadístico frente a entrenamiento discriminativo | 187 |
| Normalización de verosimilitudes en verificación | 188 |
| Aplicaciones actuales y líneas futuras de trabajo | 192 |
| Bibliografía | 196 |

CAPÍTULO 8: RECONOCIMIENTO DE FIRMA ESCRITA..... 201

| | |
|---|-----|
| Introducción..... | 201 |
| Reconocimiento de Escritura | 202 |
| Escritura, lenguaje, civilización y tecnología..... | 202 |
| El proceso de generación de escritura | 202 |

| | |
|---|------------|
| Necesidad del reconocimiento automático de escritura..... | 204 |
| Reconocimiento de firma manuscrita | 204 |
| El proceso de generación de la firma manuscrita | 204 |
| Adquisición de la firma: on-line vs off-line..... | 206 |
| Sistemas de adquisición off-line..... | 206 |
| Sistemas de adquisición on-line | 206 |
| Características de la información adquirida | 207 |
| Acondicionamiento de la señal de firma..... | 207 |
| Acondicionamiento para firma off-line | 208 |
| Acondicionamiento para firma on-line..... | 209 |
| Extracción de características y representación de la firma | 210 |
| Selección de las características óptimas | 210 |
| Características dinámicas vs. estáticas | 211 |
| Características dinámicas | 211 |
| Características estáticas..... | 211 |
| Características globales vs. locales..... | 212 |
| Características globales..... | 212 |
| Características locales | 212 |
| Representación paramétrica vs. representación mediante funciones..... | 212 |
| Representación paramétrica | 212 |
| Representación mediante funciones..... | 213 |
| Generación de modelos y comparación de patrones de firma | 213 |
| Medida de distancias | 213 |
| Técnicas basadas en alineamiento de características..... | 214 |
| Técnicas basadas en sistemas de aprendizaje automático | 215 |
| Técnicas basadas en modelado estadístico | 216 |
| Modelos de mezclas Gaussianas (GMM) | 216 |
| Modelos ocultos de Markov (HMM) | 217 |
| Estado del arte de la tecnología | 219 |
| Bibliografía | 220 |
| CAPÍTULO 9: ESCRITURA MANUSCRITA | 223 |
| Introducción..... | 223 |
| Trabajos previos..... | 226 |
| Reconocimiento de escritura | 226 |
| Identificación de escritor | 227 |
| Metodología del sistema | 231 |
| Sistema de captura de datos..... | 231 |
| Digitalización de la información | 231 |
| Segmentación de caracteres | 232 |
| Almacenamiento de la información | 233 |
| Procesamiento de imágenes | 234 |
| Extracción de características | 235 |

| | |
|--|------------|
| Sistema de identificación..... | 238 |
| Resultados..... | 240 |
| Conclusiones..... | 243 |
| Bibliografía..... | 243 |
| CAPÍTULO 10: DINÁMICA DE TECLEO..... | 247 |
| Introducción..... | 247 |
| Trabajos previos..... | 248 |
| Técnicas de normalización del tecleo..... | 253 |
| El problema del muestreo..... | 253 |
| Alternativas para hacer un muestreo del tecleo..... | 254 |
| Normalización de las muestras..... | 255 |
| El modelo de aplicación en Internet..... | 257 |
| Modelo estadístico de reconocimiento de patrones..... | 258 |
| Resultados..... | 261 |
| Conclusiones..... | 264 |
| Bibliografía..... | 264 |
| PARTE IV: APLICACIONES BIOMÉTRICAS..... | 267 |
| CAPÍTULO 11: FUSIÓN DE DATOS..... | 269 |
| Fusión de información..... | 269 |
| Introducción..... | 269 |
| Fusión de sensores..... | 271 |
| Fusión de características..... | 272 |
| Fusión de opiniones..... | 273 |
| Suma ponderada..... | 274 |
| Producto ponderado..... | 276 |
| Árboles de decisión..... | 276 |
| Post-clasificador..... | 277 |
| Ejemplo de fusión de opiniones..... | 279 |
| Fusión de decisiones..... | 282 |
| Votación por mayoría..... | 283 |
| Combinación de listas ordenadas..... | 284 |
| Combinación mediante operador lógico AND..... | 285 |
| Combinación mediante operador lógico OR..... | 286 |
| Selección dinámica de clasificadores..... | 287 |
| Ejemplos de combinación con operadores lógicos AND y OR..... | 289 |
| Bibliografía..... | 295 |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 12: TARJETAS DE IDENTIFICACIÓN | 297 |
| Introducción | 297 |
| La tarjeta dentro de un sistema de identificación biométrica | 298 |
| La tarjeta de banda magnética | 299 |
| La tecnología de la banda magnética..... | 300 |
| Ventajas e inconvenientes para la identificación biométrica..... | 302 |
| La tarjeta óptica (o láser) | 303 |
| La tecnología de las tarjetas ópticas | 304 |
| Ventajas e inconvenientes para la identificación biométrica..... | 306 |
| La tarjeta chip | 307 |
| Primeros desarrollos y tipos de tarjetas chip | 308 |
| Ventajas e inconvenientes de las tarjetas de memoria..... | 312 |
| La tarjeta inteligente | 313 |
| El sistema operativo de tarjeta inteligente (SOTI) | 316 |
| Sistemas de ficheros | 319 |
| Tipos de tarjetas inteligentes | 320 |
| Comunicación con una tarjeta inteligente | 322 |
| Ventajas e inconvenientes para un sistema biométrico convencional | 323 |
| Sistemas biométricos "Match on Card" | 325 |
| Conclusiones..... | 326 |
| | |
| CAPÍTULO 13: BIOMETRÍA FORENSE | 327 |
| Introducción..... | 327 |
| Sistemas biométricos e informes forenses clásicos | 329 |
| Medida de rendimiento en sistemas biométricos..... | 329 |
| ¿Son la aceptación o el rechazo objetivos de la biometría forense?..... | 331 |
| Análisis bayesiano de la evidencia forense..... | 332 |
| Evaluación de sistemas biométricos forenses | 334 |
| Cálculo de relaciones de verosimilitud (I_r) en biometría forense | 335 |
| Estimación de la distribución de intervariabilidad | 337 |
| Generalización..... | 338 |
| Escasez de datos para estimación de distribuciones..... | 338 |
| Evaluación experimental forense de algunos sistemas biométricos | 339 |
| Análisis de la evidencia en huella dactilar..... | 339 |
| Análisis de la evidencia en reconocimiento facial..... | 344 |
| Análisis de la evidencia en firma escrita on-line..... | 347 |
| Análisis de la evidencia en reconocimiento de locutor | 351 |
| Conclusiones..... | 355 |
| Bibliografía | 356 |

| | |
|--|----------------|
| CAPÍTULO 14: ESTÁNDARES BIOMÉTRICOS | 359 |
| Introducción | 359 |
| El papel de los estándares biométricos | 360 |
| Interfaces de programación de aplicaciones | 361 |
| BioAPI | 362 |
| El estándar BAPI | 363 |
| Un formato común para los ficheros de datos biométricos (cbeff) | 363 |
| Seguridad biométrica (ANSI X9.84) | 364 |
| Otras iniciativas | 367 |
| NCITS-B10.8 (National Committee for Information Technology Standards) .. | 367 |
| CDSA / HRS (Common Data Security Architecture Specification / Human Recognition Services) | 368 |
| HA-API (Human Authentication Application Program Interface) | 368 |
| NBCT (United States National Biometric Test Center) | 368 |
| INCITS M1 (Technical Committee for Biometrics) | 369 |
| Productos compatibles con bioAPI | 369 |
| Productos anunciados | 370 |
| Productos en desarrollo | 370 |
| Direcciones Web de interés | 371 |
| Conclusiones | 372 |
| Bibliografía | 374 |
| CAPÍTULO 15: SEGURIDAD INFORMÁTICA Y PKI | 375 |
| Seguridad informática en la era TCP/IP | 375 |
| Seguridad informática en la era del Comercio Electrónico | 376 |
| Amenazas más comunes | 377 |
| Denegación del servicio | 378 |
| Man-In-The-Middle (MITM) | 385 |
| Espionaje | 385 |
| Fraude | 389 |
| Herramientas de ataque | 392 |
| Técnicas de defensa | 393 |
| División de redes por niveles de seguridad | 393 |
| Cortafuegos | 395 |
| Sistemas de detección de intrusos (IDS) | 398 |
| Gestión de las configuraciones | 399 |
| Hosts y redes trampa | 399 |
| Empleo de protocolos seguros | 400 |
| Medidas adicionales | 400 |
| Técnicas y sistemas de detección de intrusos | 404 |
| Introducción a la detección de intrusos | 404 |
| ¿Cómo es un IDS? | 404 |

| | |
|--|------------|
| Objetivos | 405 |
| ¿Cómo surgen?..... | 406 |
| Estructura de un IDS | 406 |
| Arquitectura | 406 |
| Estrategia de control..... | 407 |
| Tiempo de respuesta..... | 407 |
| Fuentes de información | 408 |
| Técnicas de detección de intrusos | 410 |
| Reconocimiento de ataques..... | 411 |
| Análisis del comportamiento | 411 |
| Imposición de políticas de seguridad | 412 |
| Caracterización de la capacidad de detección | 413 |
| Respuesta a los ataques | 414 |
| Apoyo a la detección de intrusos mediante técnicas biométricas..... | 414 |
| Sistemas actuales de detección de intrusos..... | 415 |
| Limitaciones generales de los sistemas de detección de intrusos..... | 416 |
| Qué puede hacer por usted un IDS..... | 416 |
| Qué no puede hacer por usted un IDS..... | 416 |
| Sistemas de clave pública: Public-Key Infrastructures (PKI)..... | 419 |
| Introducción a los sistemas de clave pública..... | 419 |
| Cifrado con clave pública | 419 |
| Cifrado mixto | 421 |
| Firma electrónica..... | 422 |
| Debilidad principal de los sistemas de clave pública..... | 424 |
| Certificados digitales..... | 424 |
| Protección de la clave privada y técnicas biométricas | 426 |
| Elementos de un sistema de PKI | 426 |
| Política de seguridad | 427 |
| Autoridades de certificación | 427 |
| Autoridades de registro | 429 |
| Distribución de certificados | 429 |
| Sellado temporal | 430 |
| Limitaciones de una PKI | 430 |
| La Administración Española y la Firma Digital..... | 431 |
| Bibliografía | 435 |
| Bibliografía adicional | 436 |
| ÍNDICE ALFABÉTICO | 437 |