

ÍNDICE

ÍNDICE	i
LISTA DE ILUSTRACIONES	iii
LISTA DE TABLAS	iv
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE GRÁFICAS	vi
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
CAPÍTULO 2: LA TÉCNICA DE <i>AUDIO FINGERPRINTS</i>	4
2.1. INTRODUCCIÓN	5
2.2. DEFINICIÓN DE UN SISTEMA BASADO EN AUDIO FINGERPRINT	8
2.2.1 Bloque "front-end"	10
2.2.2 Modelado del <i>fingerprint</i>	16
2.2.3 Medidas de semejanza y métodos de búsqueda	18
2.2.4 Bloque de verificación	20
2.3. PARÁMETROS DE UN SISTEMA BASADO EN AUDIO FINGERPRINT	22
2.4. APLICACIONES	24
2.4.1 Supervisión o monitorización de contenido audio	24
2.4.2 Servicios de valor añadido	26
2.4.3 Sistemas de verificación de la integridad	27
2.4.4 Organización automática de una biblioteca musical	28
2.5. SISTEMA ANALIZADO	29
2.5.1 Algoritmo de extracción	29
2.5.2 Algoritmo de búsqueda	33
CAPÍTULO 3: FASE DE ANÁLISIS	34
3.1. ANÁLISIS DE FALSA ALARMA	34
3.2. APROXIMACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DE WEIBULL	39
3.3. CONCLUSIÓN DE LOS ANÁLISIS	43
CAPÍTULO 4: FASE DE PRUEBAS	46
4.1. HARDWARE Y SOFTWARE	47
4.1.1. SISTEMA	47
4.1.2. TARJETA CAPTURADORA	48
4.1.3. SISTEMA OPERATIVO	48
4.1.4. MATLAB 7.0	48
4.1.5. ADOBE AUDITION 2.0	49
4.2. PRUEBAS CON UNA CARACTERÍSTICA	50
4.3. PRUEBAS CON VARIAS CARACTERÍSTICA	67
4.4. PRUEBAS DE ROBUSTEZ	83
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	91
5.1. CONCLUSIONES	91
5.2. LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	92

ANEXOS	94
<i>Anexo 1: Nomenclatura para la identificación de anuncios</i>	94
<i>Anexo 2: Códigos de Matlab</i>	97
2.1. fingerprint.m	97
2.2. calc_energ.m	98
2.3. bit_derivation.m	99
2.4. busqueda.m	99
2.5. probabilidad_eleccion_umbral.m	100
2.6. estad.m	101
2.7. prueba_eleccion_umbral_pdf.m	101
2.8. plot_distribuciones.m	102
2.9. plot_dist_normal.m	102
2.10. valor_umbral.m	103
2.11. transforma_formato.m	104
2.12. plot_dist_beta.m	104
2.13. plot_dist_rayleigh.m	105
2.14. plot_dist_lognormal.m	105
2.15. plot_dist_weibull.m	106
2.16. fingerprint_actualizable.m	106
2.17. prueba_N.m	108
2.18. prueba_Overlap.m	114
2.19. prueba_NumBand.m	120
2.20. prueba_TimeDetect.m	125
2.21. prueba_global_N.m	130
2.22. prueba_global_NumBand.m	135
2.23. prueba_global_TimeDetect.m	140
2.24. p_robustez_SNR.m	145
2.25. p_robustez_PROCESADO.m	150
BIBLIOGRAFÍA	152

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Características del sistema utilizado..... 47

Ilustración 2. Sistema Operativo Windows XP 48

Ilustración 3. Matlab 7.0 49

Ilustración 4. Adobe Audition 2.0..... 49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Probabilidad de falsa alarma y probabilidad de no alarma en función de α	44
Tabla 2. Característica de la prueba “variación del número de muestras por trama”	51
Tabla 3. Evolución de la P_f , la P_n , el tiempo de cómputo y el número de bits por <i>fingerprint</i> en función del número de muestras por trama	57
Tabla 4. Característica de la prueba “variación del <i>overlap</i> ”	59
Tabla 5. Característica de la prueba “variación del <i>número de bandas</i> ”	61
Tabla 6. Evolución de la P_f , la P_n , el tiempo de cómputo y el número de bits por <i>fingerprint</i> en función del número de bandas espectrales	63
Tabla 7. Característica de la prueba “variación del tiempo de detección”	64
Tabla 8. Evolución de la P_f , la P_n , el tiempo de cómputo y el número de bits por <i>fingerprint</i> en función del número de bandas espectrales	66
Tabla 9. Evolución de la P_f , la P_n , el tiempo de cómputo y el número de bits por <i>fingerprint</i> en función del número de bandas espectrales y el tiempo de captura	70
Tabla 10. Evolución de la P_f , la P_n , el tiempo de cómputo y el número de bits por <i>fingerprint</i> en función del número de muestras por trama y el tiempo de captura	75
Tabla 11. Evolución de la P_f , la P_n , el tiempo de cómputo y el número de bits por <i>fingerprint</i> en función del número de muestras por trama y el número de bandas espectrales.	78
Tabla 12. Resultados para valores intermedios entre las tres soluciones óptimos	82
Tabla 13. Resultados de las pruebas de robustez con procesado	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura general de un sistema basado en fingerprints.....	9
Figura 2. Estructura del bloque de extracción de <i>fingerprint</i>	11
Figura 3. Tratamiento realizado por el bloque “Enventanado y Overlap”	13
Figura 4. Ejemplos de extracción de características.....	15
Figura 5. Esquema de funcionamiento del sistema basado en <i>fingerprints</i> analizado	29
Figura 6. Esquema del algoritmo de extracción de <i>fingerprints</i>	30
Figura 7. Diagrama de flujo del núcleo del código “prueba_N.m”	52
Figura 8. Apariencia general de Adobe Audition 2.0.....	86
Figura 9. Compresión de Amplitud en Adobe Audition.....	87
Figura 10. Ecualizador de 10 bandas	88
Figura 11. Filtro Butterworth Paso de Banda.....	88
Figura 12. Expansión temporal de un -4% en Adobe Audition.....	89

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comparación entre las funciones densidad de probabilidad de una distribución normal $N(0.5,0.0157)$ y la BER obtenida experimentalmente.....	38
Gráfica 2. PDF resultado del código <i>prueba_eleccion_umbral_pdf.m</i>	40
Gráfica 3. Distribuciones de probabilidad frente a la función densidad de probabilidad obtenida empíricamente	41
Gráfica 4. Funciones densidad de probabilidad de las distribuciones normal y de Weibull y un umbral correspondiente a $\alpha = 0.18$	45
Gráfica 5. PDF Vs BER (N = 2960)	53
Gráfica 6. PDF Vs BER (N = 3960)	53
Gráfica 7. PDF Vs BER (N = 4960)	53
Gráfica 8. PDF Vs BER (N = 5960)	53
Gráfica 9. PDF Vs BER (N = 6960)	53
Gráfica 10. PDF Vs BER (N = 7960)	53
Gráfica 11. PDF Vs BER (N = 8960)	54
Gráfica 12. PDF Vs BER (N = 9960)	54
Gráfica 13. PDF Vs BER (N = 10960)	54
Gráfica 14. PDF Vs BER (N = 11960)	54
Gráfica 15. PDF Vs BER (N = 12960)	54
Gráfica 16. PDF Vs BER (N = 13960)	54
Gráfica 17. PDF Vs BER (N = 14960)	55
Gráfica 18. PDF Vs BER (N = 15960)	55
Gráfica 19. PDF Vs BER (N = 16960)	55
Gráfica 20. PDF Vs BER (N = 17960)	55
Gráfica 21. PDF Vs BER (N = 18960)	55
Gráfica 22. PDF Vs BER (N = 19960)	55
Gráfica 23. PDF Vs BER (N = 20960)	56
Gráfica 24. PDF Vs BER (N = 21960)	56
Gráfica 25. PDF Vs BER (N = 22960)	56
Gráfica 26. PDF Vs BER (N = 23960)	56
Gráfica 27. Número de muestras por trama Vs Tiempo de cómputo de un fingerprint	58
Gráfica 28. PDF Vs BER (Overlap = 31/32)	59
Gráfica 29. PDF Vs BER (Overlap = 24/32)	60
Gráfica 30. PDF Vs BER (Overlap = 16/32)	60
Gráfica 31. PDF Vs BER (Número de bandas = 32)	62
Gráfica 32. PDF Vs BER (Número de bandas = 16)	62
Gráfica 33. PDF Vs BER (Número de bandas = 8)	63
Gráfica 34. PDF Vs BER (T. Captura = 3 seg.).....	65
Gráfica 35. PDF Vs BER (T. Captura = 2,5 seg.).....	65
Gráfica 36. PDF Vs BER (T. Captura = 2 seg.).....	65

Gráfica 37. PDF Vs BER (T. Captura = 1,5 seg.).....	65
Gráfica 38. PDF Vs BER (T. Captura = 1 seg.).....	65
Gráfica 39. PDF Vs BER (T. Captura = 0,5 seg.).....	65
Gráfica 40. PDF Vs BER (N = 12960 N° Bandas = 8 T. Captura = 2 seg.).....	68
Gráfica 41. PDF Vs BER (N = 12960 N° Bandas = 8 T. Captura = 2,5 seg.).....	68
Gráfica 42. PDF Vs BER (N = 12960 N° Bandas = 8 T. Captura = 3 seg.).....	68
Gráfica 43. PDF Vs BER (N = 12960 N° Bandas = 16 T. Captura = 2 seg.).....	68
Gráfica 44. PDF Vs BER (N = 12960 N° Bandas = 16 T. Captura = 2,5 seg.).....	69
Gráfica 45. PDF Vs BER (N = 12960 N° Bandas = 16 T. Captura = 3 seg.).....	69
Gráfica 46. PDF Vs BER (N = 12960 N° Bandas = 32 T. Captura = 2 seg.).....	69
Gráfica 47. PDF Vs BER (N = 12960 N° Bandas = 32 T. Captura = 2,5 seg.).....	69
Gráfica 48. PDF Vs BER (N = 12960 N° Bandas = 32 T. Captura = 3 seg.).....	69
Gráfica 49. PDF Vs BER (N = 4960 N° Bandas = 8 T. Captura = 1 seg.).....	71
Gráfica 50. PDF Vs BER (N = 4960 N° Bandas = 8 T. Captura = 1,5 seg.).....	71
Gráfica 51. PDF Vs BER (N = 4960 N° Bandas = 8 T. Captura = 2 seg.).....	72
Gráfica 52. PDF Vs BER (N = 4960 N° Bandas = 8 T. Captura = 2,5 seg.).....	72
Gráfica 53. PDF Vs BER (N = 4960 N° Bandas = 8 T. Captura = 3 seg.).....	72
Gráfica 54. PDF Vs BER (N = 3960 N° Bandas = 8 T. Captura = 1 seg.).....	72
Gráfica 55. PDF Vs BER (N = 3960 N° Bandas = 8 T. Captura = 1,5 seg.).....	72
Gráfica 56. PDF Vs BER (N = 3960 N° Bandas = 8 T. Captura = 2 seg.).....	72
Gráfica 57. PDF Vs BER (N = 3960 N° Bandas = 8 T. Captura = 2,5 seg.).....	73
Gráfica 58. PDF Vs BER (N = 3960 N° Bandas = 8 T. Captura = 3 seg.).....	73
Gráfica 59. PDF Vs BER (N = 2960 N° Bandas = 8 T. Captura = 1 seg.).....	73
Gráfica 60. PDF Vs BER (N = 2960 N° Bandas = 8 T. Captura = 1,5 seg.).....	73
Gráfica 61. PDF Vs BER (N = 2960 N° Bandas = 8 T. Captura = 2 seg.).....	73
Gráfica 62. PDF Vs BER (N = 2960 N° Bandas = 8 T. Captura = 2,5 seg.).....	73
Gráfica 63. PDF Vs BER (N = 2960 N° Bandas = 8 T. Captura = 3 seg.).....	74
Gráfica 64. PDF Vs BER (N = 5960 N° Bandas = 8 T. Captura = 1 seg.).....	76
Gráfica 65. PDF Vs BER (N = 5960 N° Bandas = 16 T. Captura = 1 seg.).....	76
Gráfica 66. PDF Vs BER (N = 5960 N° Bandas = 32 T. Captura = 1 seg.).....	77
Gráfica 67. PDF Vs BER (N = 4960 N° Bandas = 8 T. Captura = 1 seg.).....	77
Gráfica 68. PDF Vs BER (N = 4960 N° Bandas = 16 T. Captura = 1 seg.).....	77
Gráfica 69. PDF Vs BER (N = 4960 N° Bandas = 32 T. Captura = 1 seg.).....	77
Gráfica 70. PDF Vs BER (N = 3960 N° Bandas = 8 T. Captura = 1 seg.).....	77
Gráfica 71. PDF Vs BER (N = 3960 N° Bandas = 16 T. Captura = 1 seg.).....	77
Gráfica 72. PDF Vs BER (N = 3960 N° Bandas = 32 T. Captura = 1 seg.).....	78
Gráfica 73. Comparativa entre diferentes soluciones.....	81
Gráfica 74. BER Vs SNR.....	84
Gráfica 75. P_n Vs SNR y P_f Vs SNR.....	85