

ÍNDICE

Primera parte: Fundamentos teóricos

1. <u>Introducción</u>	1
1.1 Motivación	1
1.1.1 El reconocimiento facial y la Factorización No Negativa de Matrices	2
1.2 Organización del proyecto	5
2. <u>Fundamentos básicos del Análisis de Componentes Independientes</u>	8
2.1 Introducción	8
2.2 Representación de datos	8
2.2.1 Consideraciones estadísticas iniciales	8
2.2.2 Reducción de la dimensión para la obtención de \mathbf{W}	9
2.2.3 Uso de la independencia para la estimación de \mathbf{W}	10
2.3 Separación Ciega de Fuentes	11
2.3.1 Observaciones de mezclas de señales desconocidas	11
2.3.2 Separación Ciega basada en la independencia	12
2.4 El Análisis de Componentes Principales	14
2.4.1 Introducción	14
2.4.2 Blanqueado	15
2.4.3 El Análisis de Factores y PCA	18
2.5 El Análisis de Componentes Independientes	19
2.5.1 Definición	19
2.5.2 Restricciones en ICA	21
2.5.3 Ambigüedades del análisis ICA	22
2.5.4 Búsqueda de las componentes independientes	23
2.5.5 Teoría de la Información: una forma alternativa de estimar la transformación ICA	26
2.5.6 Un ejemplo práctico sobre ICA	28
2.6 Conclusiones	32
3. <u>Obtención de las componentes independientes en ICA</u>	34
3.1 Introducción	34
3.2 Preprocesado	34
3.2.1 Centrado	34
3.2.2 Blanqueo	35
3.2.3 Inversión del blanqueo en \mathbf{W}'	38
3.3 Estimación del modelo ICA a partir de la maximización de la no gaussianidad	38
3.3.1 La no gaussianidad conlleva independencia	38
3.3.2 El método del gradiente y la kurtosis	42
3.3.3 El método del gradiente y la entropía negativa	48
3.3.4 Estima de más de una componente independiente	54
3.4 Estimación del modelo ICA a partir de la matriz de covarianzas	58
3.4.1 Estimación basada en la covarianza	58
3.5 Conclusiones	60

4. <u>La Factorización No Negativa de Matrices</u>	61
4.1 Introducción	61
4.2 Definición del modelo	61
4.3 Comparativa entre NMF y algunas técnicas de representación de datos	62
4.4 Formulación matemática del algoritmo	66
4.4.1 Definición de la función de coste	66
4.4.2 Reglas de actualización multiplicativas	68
4.4.3 Reglas de actualización multiplicativas frente a las aditivas	69
4.4.4 Definición de la función de coste y reglas de actualización empleadas en el algoritmo NMF	70
4.4.5 Representación esquemática de la reconstrucción de imágenes	71
4.5 Conclusiones	72

Segunda parte: Aplicaciones

5. <u>Separación Ciega de Fuentes basada en la estructura temporal de las señales de voz</u>	73
5.1 Introducción	73
5.2 Estudio teórico del problema	74
5.2.1 Consideraciones iniciales sobre las señales de voz	74
5.2.2 La transformada localizada de Fourier	74
5.2.3 Descripción del método de separación	76
5.3 Simulaciones y resultados	83
5.3.1 Generación de datos	83
5.3.2 La Relación Señal a Ruido como medida de calidad	84
5.3.3 Ajuste de parámetros	84
5.3.4 Estimación de las componentes independientes	85
5.4 Conclusiones	96
6. <u>Reconstrucción de imágenes ruidosas mediante técnicas basadas en la Factorización No Negativa de Matrices</u>	97
6.1 Introducción	97
6.2 Línea de acción	97
6.2.1 Descripción de datos	97
6.2.2 Preprocesado de los datos	99
6.2.3 Aplicación del algoritmo NMF	101
6.2.4 Proyección sobre las bases	102
6.2.5 Eliminación del ruido aditivo gaussiano	103
6.2.6 Reconstrucción de imágenes	110
6.2.7 Evaluación de resultados	113
6.3 Experimentos	113
6.3.1 Resultados obtenidos mediante técnicas NMF	114
6.3.2 Resultados obtenidos mediante técnicas PCA e ICA	122
6.3.3 Reconocimiento facial mediante técnicas NMF	125
6.4 Conclusiones	127

<u>7. Clasificación de documentos basada en la Factorización No Negativa de matrices</u>	128
7.1 Introducción	128
7.2 Descripción general del problema de la clasificación de documentos en categorías	128
7.2.1 Representación de datos	128
7.2.2 Valoración de los resultados obtenidos	131
7.3 Experimentos	134
7.3.1 Descripción de la base de datos	134
7.3.2 La herramienta Text to Matrix Generator (TMG)	136
7.3.3 Aplicación del algoritmo NMF	138
7.3.4 Resultados obtenidos	139
7.4 Conclusiones	150
<u>8. Conclusiones y líneas futuras de investigación</u>	151
8.1 Conclusiones	151
8.2 Líneas futuras de investigación	153
8.2.1 Sobre el Análisis de Componentes Independientes	153
8.2.2 Sobre la Factorización No Negativa de Matrices	154
<u>Apéndices</u>	156
Apéndice I	156
<u>Referencias</u>	157
<u>Notación</u>	160