

# Índice general

<b>1. Introducción y objetivos</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	8
1.3. Estructura de la memoria de la tesis doctoral . . . . .	9
<b>2. Arquitecturas paralelas y programación en paralelo</b>	<b>11</b>
2.1. Arquitecturas paralelas . . . . .	11
2.1.1. El paralelismo en las arquitecturas . . . . .	11
2.1.2. Redes de interconexión . . . . .	14
2.1.3. Redes heterogéneas . . . . .	15
2.1.4. Plataformas de pruebas . . . . .	15
2.2. Programación en paralelo . . . . .	17
2.2.1. Memoria distribuida . . . . .	17
2.2.2. Memoria compartida . . . . .	18
2.2.3. Metodología en el diseño de algoritmos paralelos . . . . .	20
2.2.4. Algoritmos segmentados . . . . .	21
2.2.5. Herramientas de programación utilizadas . . . . .	30
2.3. Evaluación de prestaciones . . . . .	30
2.3.1. Conceptos básicos en la evaluación de algoritmos paralelos . . . . .	30
2.3.2. Modelos de tiempo de ejecución de algoritmos paralelos . . . . .	33
2.3.3. Incremento de velocidad y eficiencia . . . . .	38
2.3.4. Consideraciones para redes heterogéneas . . . . .	41
2.3.5. Escalabilidad . . . . .	44
2.4. Metodología en la experimentación . . . . .	47
<b>3. El problema de mínimos cuadrados</b>	<b>51</b>
3.1. Notación . . . . .	51
3.2. Problemas LS deterministas . . . . .	52
3.2.1. Solución basada en las ecuaciones normales . . . . .	52
3.2.2. El problema LS utilizando la factorización QR . . . . .	54
3.2.3. Análisis de perturbación en la solución del problema LS . . . . .	55
3.2.4. Problemas LS regularizados . . . . .	57
3.3. Problemas LS estocásticos . . . . .	58
3.3.1. Estimadores por mínimos cuadrados medios lineales óptimos . . . . .	59
3.3.2. Modelo lineal . . . . .	62
3.3.3. Nexos entre los problemas LS estocásticos y deterministas . . . . .	63

3.4.	Soluciones recursivas y totales . . . . .	64
3.5.	El problema de mínimos cuadrados recursivos . . . . .	65
3.6.	El problema RLS basado en la actualización de la factorización QR . . . . .	66
3.6.1.	Actualización de la factorización QR . . . . .	66
3.6.2.	El problema RLS utilizando la actualización de la factorización QR . . . . .	68
3.7.	El Filtro de Kalman . . . . .	71
3.7.1.	Variantes del Filtro de Kalman . . . . .	74
3.7.2.	Algoritmos raíz cuadrada . . . . .	75
3.8.	Conclusiones . . . . .	79
<b>4.</b>	<b>Algoritmo RLS basado en la versión raíz cuadrada del Filtro de Kalman</b>	<b>81</b>
4.1.	Algoritmo secuencial . . . . .	81
4.1.1.	Coste aritmético . . . . .	86
4.1.2.	Resultados experimentales . . . . .	90
4.2.	Algoritmo paralelo . . . . .	93
4.2.1.	Descomposición de los datos, tareas y dependencias . . . . .	94
4.2.2.	Segmentación de las iteraciones . . . . .	97
4.2.3.	Tareas de los procesadores . . . . .	100
4.2.4.	Pseudocódigo . . . . .	104
4.2.5.	Coste aritmético . . . . .	104
4.2.6.	Equilibrado de la carga . . . . .	109
4.2.7.	Análisis de las comunicaciones . . . . .	114
4.2.8.	Escalabilidad . . . . .	119
4.2.9.	Resultados experimentales . . . . .	119
4.3.	Conclusiones y posibles mejoras . . . . .	125
<b>5.</b>	<b>Algoritmo RLS basado en la versión raíz cuadrada del Filtro de Infor-</b>	
	<b>mación</b>	<b>129</b>
5.1.	Algoritmo secuencial . . . . .	129
5.1.1.	Costes aritméticos . . . . .	133
5.1.2.	Resultados experimentales . . . . .	136
5.2.	Algoritmo paralelo . . . . .	137
5.2.1.	Descomposición de los datos, tareas y dependencias . . . . .	138
5.2.2.	Tareas de los procesadores . . . . .	144
5.2.3.	Pseudocódigo . . . . .	147
5.2.4.	Coste aritmético . . . . .	149
5.2.5.	Equilibrado de la carga . . . . .	151
5.2.6.	Coste de las comunicaciones . . . . .	152
5.2.7.	Escalabilidad . . . . .	153
5.2.8.	Resultados experimentales . . . . .	154
5.3.	Conclusiones y posibles mejoras . . . . .	161
<b>6.</b>	<b>Algoritmo RLS basado en la actualización de la factorización QR</b>	<b>163</b>
6.1.	Algoritmo secuencial . . . . .	163
6.1.1.	Detalles de implementación y costes . . . . .	164
6.1.2.	Resultados experimentales . . . . .	176

6.1.3.	Enlace con el filtro de información . . . . .	177
6.2.	Algoritmo paralelo . . . . .	179
6.2.1.	Descomposición de los datos, tareas y dependencias . . . . .	180
6.2.2.	Detalles de implementación . . . . .	183
6.2.3.	Costes de los segmentos . . . . .	185
6.2.4.	Pseudocódigo . . . . .	188
6.2.5.	Equilibrado de la carga . . . . .	188
6.2.6.	Análisis de las comunicaciones . . . . .	191
6.2.7.	Escalabilidad . . . . .	193
6.2.8.	Resultados experimentales . . . . .	193
6.3.	Conclusiones y posibles mejoras . . . . .	202
<b>7.</b>	<b>Comparación de los métodos RLS implementados</b>	<b>205</b>
7.1.	Esquemas algorítmicos . . . . .	205
7.2.	Eficiencias . . . . .	210
7.3.	Líneas segmentadas unidireccionales y bidireccionales . . . . .	210
7.4.	Tiempos de comunicación . . . . .	213
7.5.	Escalabilidad . . . . .	213
7.6.	Conclusiones . . . . .	213
<b>8.</b>	<b>Aplicaciones</b>	<b>215</b>
8.1.	Sistemas MIMO . . . . .	215
8.2.	OSIC . . . . .	218
8.3.	Versión raíz cuadrada del filtro de Kalman para OSIC . . . . .	225
8.3.1.	Análisis de las comunicaciones . . . . .	229
8.3.2.	Resultados experimentales . . . . .	231
8.3.3.	Conclusión . . . . .	238
8.4.	Modificación de la versión raíz cuadrada del filtro de información para OSIC	238
8.4.1.	Estimación de la componente con mayor relación señal-ruido . . . . .	247
8.4.2.	Algoritmo secuencial . . . . .	251
8.4.3.	Costes . . . . .	252
8.4.4.	Algoritmo paralelo . . . . .	257
8.4.5.	Equilibrado de la carga . . . . .	260
8.4.6.	Línea segmentada bidireccional . . . . .	263
8.4.7.	Análisis de las comunicaciones . . . . .	267
8.4.8.	Escalabilidad . . . . .	272
8.4.9.	Resultados experimentales . . . . .	274
8.4.10.	Conclusiones y mejoras . . . . .	302
8.5.	Comparación y conclusiones . . . . .	302
<b>9.</b>	<b>Conclusiones y líneas futuras</b>	<b>305</b>
9.1.	Conclusiones . . . . .	305
9.2.	Líneas futuras . . . . .	307
	<b>Índice de figuras</b>	<b>309</b>
	<b>Índice de algoritmos</b>	<b>313</b>

Bibliografía

315