

Índice general

Resumen	3
Índice general	9
1 Introducción	1
1.1 Localización y navegación de robots móviles	1
1.2 Justificación	7
1.3 Objetivos	9
1.4 Organización de la tesis.	11
2 Antecedentes	13
2.1 Mejora de la localización mediante fusión sensorial	13
2.1.1 Estimación inercial	14
2.1.2 Estimación global	15
2.2 Localización cooperativa distribuida en grupos de robots	18
2.2.1 Soluciones basadas en filtros.	20
2.2.2 Soluciones basadas en redes de sensores.	22
2.3 Temas afines	23
2.3.1 Recursos limitados.	23
2.3.2 Control basado en eventos	24
3 Modelado cinemático y dinámico de robots móviles	27
3.1 Robot móvil en configuración diferencial	27
3.1.1 Modelo cinemático.	28
3.1.2 Modelo dinámico.	33

3.2 Robot móvil en configuración Ackerman.	49
3.2.1 Modelo cinemático.	49
3.2.2 Modelo dinámico.	52
3.3 Modelo dinámico de los motores	58
3.4 Conclusiones del Capítulo	59
4 Estimación de Estados y Fusión Sensorial	61
4.1 Introducción y notación.	61
4.2 Observadores de estado	63
4.2.1 Sistemas Lineales	63
4.2.2 Sistemas No Lineales	64
4.3 Filtros para la estimación de estados	66
4.3.1 Filtros de estimación para sistemas lineales	67
4.3.2 Filtros de estimación para sistemas no lineales	73
4.4 Selección de algoritmos para la fusión sensorial	90
4.5 Conclusiones del Capítulo	94
5 Fusión Sensorial en Cascada para Localización	97
5.1 Medición completa	98
5.2 Medición Seccionada.	103
5.2.1 Asignación de Entradas.	103
5.2.2 Filtro en Cascada	107
5.2.3 Filtro en Cascada Reducido	124
5.2.4 Filtro en Cascada con Modelos en Cascada.	128
5.3 Conclusiones del Capítulo	138
6 Fusión Sensorial por Eventos en Localización	141
6.1 Problemas relativos a la medición	142
6.2 Fusión Sensorial basada en eventos para localización	144
6.2.1 Corrección global por eventos	145

6.2.2 Definición del evento	146
6.3 Filtros de fusión sensorial con corrección basada en eventos.	156
6.4 Conclusiones del Capítulo	161
7 Fusión Sensorial por Eventos en Localización Cooperativa	163
7.1 Grupo de robots con localización cooperativa	166
7.1.1 Grupo multirobot cooperativo	166
7.1.2 Red de comunicación, arquitectura basada en agentes	169
7.1.3 Modelo de medición relativa.	173
7.2 Algoritmos de Localización Cooperativa.	176
7.2.1 Localización Cooperativa Basada en el Tiempo (<i>TCLA</i>)	178
7.2.2 Localización Cooperativa Basada en Eventos (<i>ECLA</i>)	179
7.3 Conclusiones del Capítulo	189
8 Plataformas y Aspectos de Implementación	193
8.1 Navegación en interiores	193
8.1.1 Robot Móvil LEGO NTX	194
8.1.2 Robot móvil Diferencial y Ackerman.	195
8.1.3 Calibración y preprocesamiento de los Sensores	198
8.1.4 Algoritmo de navegación	200
8.1.5 Esquema de sensorización global	202
8.1.6 Parámetros del filtro de fusión	207
8.2 Navegación en Exteriores.	211
8.3 Plataforma de Simulación Multirobot	214
8.4 Conclusiones del Capítulo	218
9 Aplicaciones: Localización del Robot Diferencial	221
9.1 Pruebas de Desempeño	221
9.1.1 Comprobación de la fusión local	221
9.1.2 Prueba de larga duración, algoritmo basado en eventos	228

9.1.3 Influencia del nivel del evento en el desempeño	238
9.2 Pruebas de tiempo de ejecución	241
9.3 Conclusiones del Capítulo	246
10 Aplicaciones: Localización del Robot Ackerman	249
10.1 Pruebas de Desempeño	249
10.1.1 Comprobación de la fusión local.	249
10.1.2 Prueba de larga duración, algoritmo basado en eventos	254
10.1.3 Prueba en exteriores	258
10.2 Pruebas de tiempo de ejecución.	265
10.3 Conclusiones del Capítulo	268
11 Aplicaciones: Localización Cooperativa	271
11.1 Grupo de cinco robots con seguimiento de una trayectoria lineal cíclica	272
11.1.1 Evolución de la covarianza, comparativa entre <i>TCLA</i> y <i>ECLA</i>	275
11.2 Grupo de diez robots con evitación de obstáculos Braitenberg	284
11.2.1 Evolución de la covarianza del error de estimación	284
11.2.2 Compromiso entre la precisión y uso del ancho de banda	287
11.3 Conclusiones del Capítulo	292
12 Conclusiones y Trabajo Futuro	297
12.1 Conclusiones	297
12.2 Trabajo Futuro.	303
12.3 Artículos Publicados	306
Apéndices	309
A Modelo dinámico de los motores del LEGO NXT	309
B Propiedades estadísticas de una variable aleatoria	317

Bibliografía

323