

INDICE

Introducción	17
1. Elementos matemáticos	21
1.1. Razonamiento artificial	
1.1.1. Orígenes de la lógica de razonamiento	23
1.1.2. Lenguaje proposicional	24
1.1.2.1. Gramática	25
1.1.2.2. Semántica	26
1.1.3. Razonamiento	
1.1.3.1. Implicación	28
1.1.3.2. Inferencia	30
1.1.3.3. Causalidad	33
1.2. Lógica difusa	35
1.2.1. Elementos de la teoría de conjuntos difusos	
1.2.1.1. Definiciones básicas	36
1.2.1.2. Funciones de pertenencia	37
1.2.1.3. Operaciones de la lógica difusa	38
1.2.1.4. Relaciones difusas	40
1.2.2. Propositiones inciertas	41
1.2.2.1. Operaciones entre proposiciones inciertas	42
1.2.2.2. Cantidades inciertas	44
1.2.3. Particiones difusas	
1.2.3.1. Particiones y adecuación	48
1.2.3.2. Particiones difusas	50
1.2.3.3. Coberturas	53
1.2.3.4. Grado de cobertura	54
1.2.3.5. Índices de calidad	58
1.3. Probabilidades	
1.3.1. Axiomática de Kolmogorov	61
1.3.2. Momentos de variables aleatorias	62
1.3.3. Independencia estadística y condicionamiento	
1.3.4. Variables aleatorias vectoriales	64
1.3.5. Distancia de Mahalanobis entre un vector y una distribución	66
1.3.6. Proyección ortogonal de un vector aleatorio sobre otro	
1.3.7. Ergodicidad y estimación	67
1.4. Teoría de la decisión	
1.4.1. Niveles de confianza	69
1.4.2. Validación de hipótesis	
1.4.2.1. Criterio de validación	73
1.4.2.2. Probabilidad de una medida multidimensional	
1.4.2.3. Probabilidad binomial de un valor de medida	74
1.4.2.4. Margen de medida	
1.4.2.5. Parámetros de ausencia de información	75
1.4.2.6. Aprendizaje de los parámetros	
1.4.2.7. Aprendizaje recursivo	76
1.4.3. Dirección estadística secuencial: (CUSUM)	
1.4.3.1. Razón de verosimilitudes	77
1.4.3.2. Algoritmo CUSUM	78

1.4.3.3. Detección de cambios en sistemas dinámicos	79
1.5. Clasificación difusa	83
1.5.1. Partición difusa y clasificación	85
1.5.2. Adecuaciones	87
1.5.3. Ausencia de información	90
1.5.4. Adecuación marginal	92
1.5.5. Conectivos	93
1.5.6. Aprendizaje	95
1.5.7. Consideraciones sobre la clasificación con aprendizaje	97
1.6. Evaluaciones	
1.6.1. Introducción	99
1.6.2. Teoría de la medida	
1.6.2.1. Definición de algebra	100
1.6.2.2. Definición de medida	
1.6.2.3. Propiedades útiles	101
1.6.2.4. Definición de valuación	102
1.6.3. Comisión de valuaciones	
1.6.3.1. Composición y lógica	103
1.6.3.4. Composición posibilista	
1.6.3.5. Composición probabilista	104
1.7. Espacios discretos	
1.7.1. Autómatas	105
1.7.1.1. Transformaciones y recursividad	
1.7.1.2. Autómatas elementales	107
1.7.1.3. Autómatas multi-estados	112
1.7.2. Retículos	
1.7.2.1. Relaciones de equivalencia	114
1.7.2.2. Relaciones de orden	
1.7.2.3. Retículos	115
1.7.2.4. Interceptores	
1.7.2.5. Concepto de nivel de incertidumbre	116
Referencias bibliográficas	118
2. Técnica de supervisión	121
2.1. Fundamentos de supervisión de procesos	
2.1.1. Introducción	123
2.1.2. Niveles de control	125
2.1.3. Estructura de procesos supervisados	128
2.1.4. Tipos básicos de conocimiento	130
2.1.5. Evaluación de situaciones	133
2.1.5.1. Fiabilidad	135
2.1.6. Ejemplos: supervisión de una turbina	
2.1.6.1. Descripción del sistema	138
2.1.6.2. Vigilancia	141
2.1.6.3. Diagnostico	142
2.1.7. Supervisión a base de reglas	146
2.1.7.1. Semántica cualitativa	150
2.1.7.2. Reglas	158
2.1.8. Ejemplo: supervisión de una fabricación	
2.1.8.1. Descripción del sistema	163

2.1.8.2. Conocimiento estructural	167
2.1.8.3. Hechos (datos)	169
2.1.8.4. Situaciones	
2.1.8.5. Conocimientos operacional	171
2.2. Vigilancia	
2.2.1. Evaluación lingüística	173
2.2.2. Ejemplo: evaluación en una fabricación textil	
2.2.2.1. Descripción del sistema	174
2.2.2.2. Semántica difusa (fuzzy)	175
2.2.3. Razonamiento aproximado	178
2.2.4. Ejemplo supervisión de una fabricación robotizada	
2.2.4.1. Descripción del sistema	182
2.2.4.2. Fiabilidad	185
2.2.4.3. Diagnostico	187
2.2.4.4. Vigilancia	189
2.2.4.5. "Fuzzy control"	191
2.2.4.6. Supervisión experta	192
2.2.5. Ejemplo: supervisión de una maquina herramienta	193
2.2.5.1. Objetivos del proyecto SACOM	194
2.2.5.2. Análisis de los estados funcionales	195
2.2.5.4. Autónoma de vigilancia	198
2.3. Diagnostico	
2.3.1. Detección de fallas del diagnostico	201
2.3.2. Diagnostico basado en modelos	
2.3.2.1. Modelos y supervisión	203
2.3.2.2. Evaluación de variables	210
2.3.3. Ejemplo: modelo KBPD de un deposito de agua	216
2.3.3.1. Descripción de la instalación	217
2.3.3.2. Modelización por bloques	218
2.3.3.3. Variables predicables y diagrama causal	219
2.3.4. Diagnóstico lógico-visual	221
2.3.4.1. Grafo causal AND/OR/NOT	223
2.3.4.2. Diagnostico abductivo	224
2.3.4.3. Diagnostico abductivo y verisimilitudes	227
2.3.5. Ejemplo: Diagnostico abductivo de un deposito de agua	
2.3.5.1. Grafo logico (AND/OR/NOT)	229
2.3.5.2. Diagnostico abductivo	230
2.3.6. Supervisión de un controlador adaptivo	
2.3.6.1. Descripción del control adaptativo explicito	231
2.3.6.2. Estimador de los parámetros	232
2.3.6.5. Algoritmo de control	235
2.3.6.4. Determinación de las variables a observar para la supervisión	
2.3.7. Ejemplo: diagnostico de una turbina de gas	237
2.3.7.1. Modelización por bloques	
2.3.7.2. Modelo causal de la turbina	239
2.3.7.3. Grafo lógico para diagnostico	241
2.3.7.4. La herramienta de diagnosis. "PILAR"	243
2.4. Autónomas de supervisión	
2.4.1. Estados funcionales y supervisión	245

2.4.2. Automatas y razonamiento	247
2.4.3. Automata estándar de vigilancia y reparación	253
2.4.4. Ejemplos: Vigilancia de un proceso de fermentación	254
2.4.4.1. Producción de levaduras	255
2.4.4.2. Aprendizaje basado en conocimientos expertos	256
2.4.4.3. Construcción del automata de vigilancia	257
2.4.4.4. Resultados experimentales	259
2.4.4.5. Autónoma de vigilancia	261
2.5. Supervisión y reconocimiento	
2.5.1. Detección selectiva	263
2.5.2. Detección de cambios de modelos	266
2.5.3. Reconocimiento de estados funcionales	269
Referencias bibliográficas	273
Otras publicaciones	275
3. Practicas de supervisión	283
3.1. Practica sobre la supervisión por clasificación, reconocimiento y aprendizaje	285
3.1.1. Planteamiento de la práctica	
3.1.2. Simulación dinámica	286
3.1.3. Abstracción	
3.1.3.1. Teoría general de la estimación por pseudo-inversa	287
3.1.3.2. El programa ABSALONE	289
3.1.4. Supervisión	
3.1.4.1. Clasificación	
3.1.4.2. Aprendizaje	
3.1.4.3. Visualización	290
3.1.4.4. Evolución temporal	292
3.1.4.5. Investigación propuesta	293
3.1.4.6. Tipos de algoritmos	295
3.2. Practicas diagnostico abductivo	
3.2.1. Planteamiento de la practica DIAGWIN	297
3.2.2. Planteamiento de la practica DIAGPLUS	302
3.3. Práctica sobre estimación y detección de cambios	
3.3.1. Planteamiento de la practica	305
3.3.2. Sistema de experimentación	
3.3.3. Filtro estimador KB (Kalman-Bucy)	306
3.3.4. Detección del cambio	308
3.3.5. Identificación del cambio	310
3.3.6. Visualización	311
3.3.7. Experimentación	314
3.3.8. Programas	315
3.4. Practica sobre vigilancia mediante una herramienta industrial (SALSA)	317
3.4.1. Descripción del sistema	
3.4.2. Ecuaciones del sistema	
3.4.2.1. Ecuaciones de estado	319
3.4.2.2. Representaciones de la bomba	
3.4.2.3. Regulador de nivel en T1	320
3.4.2.4. Regulador de nivel en T2	321

3.4.2.5. Válvula de salida Vo	
3.4.3. Simulación del sistema	322
3.4.4. Diagnostico del sistema	
3.4.4.1. Obtención de datos para entrenamiento	323
3.4.4.2. Entrenamiento del clasificador	327
3.4.4.3. Reconocimiento de fallos	
3.4.4.4. Obtención de datos para reconocimiento	329
3.4.5. Detección de fallos	332
Conclusión general	335