

INDICE

Prologo	XIX
Sobre los autores	XXV
1 Introducción	1
1.1 ¿Qué es La IA?	2
Comportamiento humano: el enfoque de la prueba de Turing	3
Pensar como un humano: el enfoque del modelo cognitivo	
Pensamiento racional: el enfoque de las leyes del pensamiento	4
Actuar de forma racional: el enfoque del agente racional	5
1.2 Los fundamentos de al inteligencia artificial	6
Filosofía (desde el año 428 a.C. hasta el presente)	
Matemáticas (aproximadamente desde el año 800 al presente)	
Economía (desde el año 1776 hasta el presente)	
Neurociencia (desde el año 1861 hasta el presente)	
Psicología (desde el año 1879 hasta el presente)	
Ingeniería computacional (desde el año 1940 hasta el presente)	
Teoría de control y cibernética (desde el año 1948 hasta el presente)	
Lingüística (desde el año 1857 hasta el presente)	
1.3 historia de la inteligencia artificial	
Génesis de la inteligencia artificial (1943-1955)	
Nacimiento de la inteligencia artificial (1956)	
Entusiasmo inicial, grandes esperanzas (1952-1969)	
Una dosis de realidad (196-1973)	
Sistemas basados en el conocimiento: ¿clave del poder? (1969-1979)	
La IA se convierte en una industria (desde 1980 hasta el presente)	28
Regreso de las redes neuronales (desde 1886 hasta el presente)	29
IA se convierte en una ciencia (desde 1987 hasta el presente)	
Emergencia de los sistema inteligentes (desde 1995 hasta el presente)	31
1.4 El estado del arte	32
1.5 Resumen	33
Notas bibliografiitas e históricas	34
Ejercicios	35
2 Agentes inteligentes	37
2.1 Agentes y su entorno	
2.2 Buen comportamiento: el concepto de racionalidad	
Medidas de rendimiento	
Racionalidad	
Omnisciencia, aprendizaje y autonomía	
2.3 La naturaleza del entorno	
Especificación del entorno de trabajo	
Propiedades de los entornos de trabajo	
2.4 Estructura de los agentes	
Programas de los agentes	
Agentes reactivos simples	
Agentes reactivos basados en modelos	
Agentes basados en objetivos	
Agentes basados en utilidad	
Agentes que aprenden	

2.5 Resumen	62
Notas bibliografiitas e históricas	63
Ejercicios	65
3 Resolver problemas mediante búsqueda	
3.1 Agentes revolventes-problemas	67
Problemas y soluciones bien definidos	70
Formular los problemas	71
3.2 Ejemplos de problemas	72
Problemas de juguete	73
Problemas del mundo real	76
3.3 Búsqueda de soluciones	78
Medir el rendimiento de la resolución del problema	80
3.4 Estrategias de búsqueda no informada	
Búsqueda primero en anchura	82
Búsqueda de costo uniforme	84
Búsqueda primero en profundidad	85
Búsqueda de profundidad limitada	
Búsqueda primero en profundidad con profundidad iterativa	87
Búsqueda bidireccional	89
Comparación de las estrategias de búsqueda no informada	
3.5 Evitar estados repetidos	91
3.6 Búsqueda con información parcial	94
Problemas sin sensores	95
Problemas de contingencia	96
3.7 Resumen	97
Notas bibliografiitas e históricas	98
Ejercicios	100
4 Búsqueda informada y exploración	
4.1 Estrategias de búsqueda informada (heurísticas)	107
Búsqueda voraz primero el mejor	108
Búsqueda A: minimizar el costo estimado total de la solución	110
Búsqueda heurística con memoria acotada	115
Aprende a buscar mejor	118
4.2 Funciones heurísticas	119
El efecto de a presión heurística en el rendimiento	120
Inventar funciones heurísticas admisibles	121
Aprendizajes de heurísticas desde la experiencia	124
4.3 Algoritmos de búsqueda local y problemas de optimización	125
Búsqueda de ascensión de colinas	126
Búsqueda de temple simulado	129
Búsqueda por haz de local	
Algoritmos genéticos	131
4.4 Búsqueda local en espacios continuos	136
4.5 Agentes de búsqueda online y ambientes desconocidos	
Problemas de búsqueda en línea (online)	138
Agentes de búsqueda en línea (online)	141
Búsqueda local en línea (online)	142
Aprendizaje en la búsqueda en línea (online)	144
4.6 Resumen	145

Notas bibliografiitas e históricas	146
Ejercicios	151
5 Problemas de satisfacción de restricciones	
5.1 Problemas de satisfacción de restricciones	155
5.2 Búsqueda con vuelta atrás para PSR	159
Variable y ordenamiento de valor	162
Propagación de la información a través de las restricciones	
Comprobación hacia delante	163
Propagación de restricciones	164
Manejo de restricciones especiales	166
Vuelta atrás inteligente: mirando hacia atrás	167
5.3 Búsqueda local para problemas de satisfacción de restricciones	169
5.4 La estructura de los problemas	171
5.5 Resumen	175
Notas bibliografiitas e históricas	176
Ejercicios	178
6 Búsqueda entre adversarios	
6.1 Juegos	181
6.2 Decisiones optimas en juegos	
Estrategias optimas	183
El algoritmo minimax	185
Decisiones optimas en juegos multi-jugador	186
6.3 Poda alfa-beta	188
6.4 Decisiones en tiempo real imperfectas	191
Funciones de evaluación	192
Corte de la búsqueda	194
6.5 Juegos que incluyen un elemento de posibilidad	196
Evaluación de la posición en juegos con nodos de posibilidad	198
Complejidad del minimaxesperado	199
Juegos de cartas	200
6.6 Programas de juegos	202
6.7 Discusión	205
6.8 Resumen	207
Notas bibliografiitas e históricas	208
Ejercicios	212
7 Agentes lógicos	217
7.1 Agentes basados	219
7.2 El mundo de wumpus	221
7.3 Lógica	224
7.4 Lógica proposicional: una lógica muy sencilla	
Sintaxis	229
Semántica	230
Una base de conocimiento sencilla	
Inferencia	233
Equivalencia, validez y satisfacibilidad	235
7.5 Patrones de razonamiento en lógica proposicional	236
Resolución	239
Forma normal conjuntiva	241
Un algoritmo de resolución	242

Completitud de la resolución	243
Encadenamiento hacia delante y hacia atrás	244
7.6 Inferencia proposicional efectiva Un algoritmo completo con backtracking (vuelta atrás)	248
Algoritmos de búsqueda local	249
Problemas duros de satisfactibilidad	251
7.7 Agentes basados en lógica proposicional Encontrar hoyos y wumpus utilizando la inferencia lógica	253
Guardar la pista acerca de la localización y la orientación del agente	255
Agentes basados en circuitos	256
Una comparación	260
7.8 Resumen	261
Notas bibliográficas e históricas	262
Ejercicios	266
8 Lógica de primer orden	
8.1 Revisión de la representación	271
8.2 Sintaxis y semántica de la lógica de primer orden Modelos en lógica de primer orden	277
Símbolos e interpretaciones	278
Términos	280
Sentencias atómicas Sentencias compuestas Cuantificadores	281
Cuantificador universal (A)	282
Cuantificador existencial (E)	283
Cuantificadores anidados	284
Conexiones entre A y E	285
Igualdad	286
8.3 Utilizar la lógica de primer orden Aserciones y peticiones en lógica de primer orden	287
El dominio del parentesco	288
Números, conjuntos y listas	290
El mundo de wumpus	292
8.4 Ingeniería del conocimiento con lógica de primer orden	295
El proceso de ingeniería del conocimiento	296
El dominio de los circuitos electrónicos	297
Identificar la tarea Recopilar el conocimiento relevante	298
Decidir el vocabulario	299
Codificar el conocimiento general del dominio Codificar la instancia del problema específico	300
Plantear peticiones al procedimiento de inferencia Depurar la base de conocimiento	301
8.5 Resumen	302
Notas bibliográficas e históricas	303
Ejercicios	304
9 Inferencia en lógica de primer orden	309
9.1 Lógica proposicional vs. Lógica de primer orden Reglas de inferencia proposicional	310

Reducción a la inferencia proporcional	311
9.2 Unificación y sustitución	312
Una reglas de inferencia de primer orden	313
Unificación	314
Almacenamiento y recuperación	315
9.3 Encadenamiento hacia delante	318
Cláusulas positivas de primer orden	318
Un algoritmo sencillo de encadenamiento hacia delante	320
Encadenamiento hacia delante eficiente	
Emparejar reglas con los hechos conocidos	322
Encadenamiento hacia delante incremental	324
Hechos irrelevantes	
9.4 Encadenamiento hacia atrás	326
Un algoritmo de encadenamiento hacia atrás	327
Propagación lógica	328
Implementación eficiente de programas lógicos	330
Inferencia redundante y bucles infinitos	332
Propagación lógica con restricciones	334
9.5 Resolución	335
Formas normales conjuntivas en lógica de primer orden	336
La regla de inferencia de resolución	
Demostraciones de ejemplo	338
Complejidad de la resolución	341
Manejar la igualdad	345
Estrategias de resolución	
Resolución unitaria	346
Resolución mediante conjunto soporte	
Resolución lineal	347
Subsunción	
Demostradores de teoremas	
Diseño de un demostrador de teoremas	348
Ampliar el prolog	349
Demostradores de teoremas como asistentes	350
Uso prácticos de los demostradores de teoremas	351
9.6 Resumen	352
Notas bibliográficas e históricas	353
Ejercicios	359
10 Representación del conocimiento	
10.1 Ingeniería ontológica	363
10.2 Categoría y objetos	366
Objetos compuestos	368
medidas	369
Sustancias y objetos	371
10.3 Acciones, situaciones y eventos	
La ontología del calculo de situaciones	373
Descripción de acciones ene l calculo de situaciones	375
Resolver el problema de la representación del marco	377
Resolver el problema de la inferencia del marco	379
El tiempo y el calculo de eventos	380

Eventos generalizados	381
Procesos	383
Intervalos	384
Flujos y objetos	386
10.4 Eventos mentales y objetos mentales	
Una teoría formal de creencias	387
Conocimiento y creencia	389
Conocimiento, tiempo y acción	390
10.5 El mundo de la compra por Internet	391
Comparación de ofertas	395
10.6 Sistemas de razonamiento para categorías	
Redes semánticas	397
Lógica descriptiva	401
10.7 Razonamiento con información por defecto	402
Mundos abiertos y cerrados	403
Negación como fallo y semánticas de modelado estables	405
Circunscripción y lógica por defecto	406
10.8 Sistemas de mantenimiento de verdad	409
10.9 Resumen	411
Notas bibliográficas e históricas	412
Ejercicios	419
11 Planificación	427
11.1 El problema de planificación	428
El lenguaje de lo problema de planificación	429
Expresividad y extensiones	431
Ejemplo: transporte de carga aéreo	433
Ejemplo: el problema de la rueda de recambio	
Ejemplo: el mundo de los bloques	434
11.2 Planificación con búsquedas en espacios de estado	
Búsquedas hacia-delante en el espacio de estados	436
Búsquedas hacia-atrás en el espacio de estados	438
Heurísticas para la búsqueda en el espacio de estados	439
11.3 Planificación ordenada parcialmente	441
Ejemplo de planificación de orden parcial	445
Planificación de orden parcial con variables independientes	448
Heurísticas para planificación de orden parcial	449
11.4 Grafos de planificación	450
Grafos de planificación para estimación de heurísticas	453
El algoritmo GRAHPLAN	457
11.5 Planificación con lógica proporcional	
Descripción de problemas de planificación con lógica proporcional	458
Complejidad de codificaciones proporcionales	462
11.6 Análisis de los enfoques de planificación	463
11.7 Resumen	465
Notas bibliográficas e históricas	466
Ejercicios	469
12 Planificación y acción en el mundo real	
12.1 Tiempo, planificación y recursos	475
Programación con restricción de recursos	478

12.2 Redes de planificación jerárquica de tareas	481
Representación de descomposición de acciones	482
Modificación de planificadores para su descomposición	484
Discusión	487
12.3 Planificación y acción en dominios no determinantes	490
12.4 Planificación condicional	
Planificación condicional en entornos completamente observables	493
Planificación condicional en entornos parcialmente observables	498
12.5 Vigilancia de ejecución y replanificación	502
12.6 Planificación continua	507
12.7 Planificación multiagente	
Cooperación: planes y objetivos conjuntos	512
Planificación condicional en entornos parcialmente observables	514
Mecanismos de coordinación	515
Mecanismos de coordinación	
12.8 Resumen	517
Notas bibliográficas e históricas	518
Ejercicios	522
13 Incertidumbre	
13.1 Comportamiento bajo incertidumbre	527
Manipulación del conocimiento incierto	528
Incertidumbre y decisiones racionales	530
Diseño de una gente de decisión teórico	531
13.2 Notación básica con probabilidades	
Proposiciones	532
Sucesos atómicos	
Probabilidad priori	534
Probabilidad condicional	536
13.3 Los axiomas de la probabilidad	537
Utilización de los axiomas de probabilidad	539
Por que los axiomas de la probabilidad son razonables	540
13.4 inferencia usando las distribuciones conjuntas totales	541
13.5 Independencia	544
13.6 La regla de Bayes: el caso sencillo	547
Utilización de la regla de Bayes: combinación de evidencia	548
13.7 El mundo wumpus revisado	550
13.8 Resumen	554
Notas bibliográficas e históricas	555
Ejercicios	557
14 Razonamiento probabilista	
14.1 la representación del conocimiento en un dominio incierto	561
14.2 La semántica de las redes bayesianas	
La representación de la distribución de redes bayesianas	564
Un método para la construcción de redes bayesianas	565
Compactación y ordenación de nodos	566
Relaciones de independencia condicional de redes bayesianas	568
14.3 Representación eficiente de las distribuciones condicionales	569
Redes bayesianas con variables continuas	571
14.4 Inferencia exacta en redes bayesianas	574

Inferencia por enumeración	575
El algoritmo de eliminación de variables	577
La complejidad de la inferencia exacta	
Algoritmos basados en grupos	580
14.5 Inferencia aproximada en redes bayesianas	581
Métodos de muestreo directo	582
Muestreo por rechazo en redes bayesianas	583
Ponderación de la verosimilitud	585
Inferencia por simulación en cadenas de Marko	587
14.6 Extensión de la probabilidad a representaciones de primer orden	590
14.7 Otros enfoques al razonamiento con incertidumbre	595
Métodos basados en reglas para razonamiento con incertidumbre	596
Representación de la ignorancia: teoría de Dempster-Shafer	598
Representación de la vaguedad: conjuntos difusos y lógica difusa	599
14.8 Resumen	
Notas bibliográficas e históricas	601
Ejercicios	606
15 Razonamiento probabilista en el tiempo	
15.1 El tiempo y la incertidumbre	611
Estados y observaciones	612
Procesos estacionarse e hipótesis de Markov	613
15.2 Inferencia en modelos temporales	616
Filtrado y predicción	617
Suavizado	619
Encontrar la secuencia mas probable	622
15.3 Modelos ocultos de Markov	
Algoritmos matriciales simplificados	624
15.4 Filtros de Kalman	627
Actualización de distribuciones gaussianas	628
Un ejemplo unidimensional sencillo	629
El caso general	632
Aplicabilidad del filtrado de Kalman	633
15.5 Redes bayesianas dinámicas	635
Construcción de RBDs	636
Inferencia exacta en RBDs	640
Inferencia aproximada en RBDs	641
15.6 Reconocimiento del habla	645
Sonidos del habla	647
Palabras	649
Oraciones	651
Construcción de un reconocedor del habla	654
15.7 Resumen	
Notas bibliográficas e históricas	656
Ejercicios	659
16 Toma de decisiones sencillas	663
16.1 Combinación de creencias y deseos bajo condiciones de incertidumbre	664
16.2 Los fundamentos de la teoría de la utilidad	665
Restricciones sobre preferencias racionales	666

Y entonces apareció la utilidad	668
16.3 Funciones de utilidad	
La utilidad del dinero	669
Escalas de utilidad y evaluación de la utilidad	671
16.4 Funciones de utilidad multiatributo	
Predominio	674
Estructura de preferencia y utilidad multiatributo	
Preferencias sin incertidumbre	677
Preferencias con incertidumbre	678
16.5 Redes de decisión	
Representación de un problema de decisión mediante una red de decisión	679
Evaluación en redes de decisión	681
16.6 El valor de la información	
Un ejemplo sencillo	682
Una formula general	683
Propiedades del valor de la información	
Implementación de u agente recopilador de información	685
16.7 Sistemas expertos basados en la teoría de la decisión	686
16.8 Resumen	
Notas bibliográficas e históricas	690
Ejercicios	692
17 Toma de decisiones complejas	697
17.1 Problemas de decisión secuenciales	
Un ejemplo	698
Optimalidad en problemas de decisión secuenciales	701
17.2 Iteración de valores	
Utilidades de los estados	704
El algoritmo de iteración de valores	705
Convergencia de la iteración de valores	707
17.3 Iteración de políticas	710
17.4 Procesos de decisión de Markov parcialmente observables	712
17.5 Agentes basados en al teoría de a decisión	716
17.6 Decisiones con varios agentes: teoría de juegos	719
17.7 Diseño de mecanismos	729
17.8 Resumen	732
Notas bibliográficas e históricas	733
Ejercicios	736
18 Aprendizaje de observaciones	
18.1 Formas de aprendizaje	739
18.2 Aprendizaje inductivo	742
18.3 Aprender árboles de decisión	
Árboles de decisión como herramienta de desarrollo	744
Expresividad de los árboles de decisión	745
Inducir árboles de decisión a partir de ejemplos	746
Elección de los atributos de test	750
Valoración de la calidad del algoritmo de aprendizaje	752
Ruido y sobreajuste	753
Extensión de la aplicabilidad de los árboles de decisión	755

18.4 Aprendizaje de conjuntos de hipótesis	756
18.5 Por que funciona el aprendizaje?: teoría computacional del aprendizaje	760
¿Cuántos ejemplos se necesitan?	761
Aprendizaje de listas de decisión	763
discusión	765
18.6 Resumen	766
Notas bibliográficas e históricas	767
Ejercicios	769
19 Conocimiento en el aprendizaje	
19.1 Una formulación lógica del aprendizaje	773
Ejemplos de hipótesis	774
Búsqueda mejor-hipótesis-actual	776
Búsqueda de mínimo compromiso	778
19.2 Conocimiento en el aprendizaje	782
Algunos ejemplos sencillo	
Algunos esquemas generales	784
19.3 Aprendizaje basado en explicaciones	786
Extraer reglas generales a partir de ejemplo	787
Mejorara la eficiencia	789
19.4 Aprendizaje basado en información relevante	791
Determinar el espacio de hipótesis	
Aprender y utilizar información relevante	792
19.5 Programación lógica inductiva	
Un ejemplo	795
Métodos de aprendizaje inductivo de arriba a abajo (Top-down)	798
Aprendizaje inductivo con deducción inversa	801
Hacer descubrimientos con la programación lógica inductiva	803
18.6 Resumen	805
Notas bibliográficas e históricas	806
Ejercicios	809
20 Métodos estadísticos de aprendizaje	
20.1 Aprendizaje estadístico	811
20.2 Aprendizaje con datos completos	
Aprendizaje del parámetro de máxima verosimilitud: modelo discretos	815
Modelos de Bayes simples (Naive Bayes)	818
Aprendizaje del parámetro de máxima verosimilitud:: modelos continuos	819
Aprendizaje de parámetros bayesianos	821
Aprendizaje de la estructura de las redes bayesianas	823
20.3 Aprendizaje con variables ocultas: el algoritmo EM	825
Agrupamiento no supervisado: aprendizaje de mezclas de gaussianas	826
Aprendizaje de redes bayesianas con variables ocultas	829
Aprendizaje con modelo de Markov ocultos	831
Forma general del algoritmo EM	832
Aprendizaje de la estructura de las redes de Bayes con variables ocultas	833
20.4 Aprendizaje con basado en instancias	834
Modelos de vecinos mas cercanos	835
Modelos núcleo	837
20.5 Redes neuronales	838

Unidades en redes neuronales	839
Estructuras de las redes	840
Redes neuronales de una sola capa con alimentos-hacia-delante (perceptrones)	842
Redes neuronales multiplicad con alimentación hacia delante	846
Aprendizaje de la estructura de las redes neuronales	
20.6 Maquinas núcleo	851
20.7 Caso de estudio: reconocedor de dígitos escritos a mano	855
20.8 Resumen	857
Notas bibliográficas e históricas	859
Ejercicios	863
21 Aprendizaje por refuerzo	
21.1 Introducción	867
21.2 Aprendizaje por refuerzo pasivo	869
Estimación directa de la utilidad	870
Programación dinámica adaptiva	871
Aprendizaje de diferencia temporal	872
21.3 Aprendizaje por refuerzo activo	
Exploración	876
Aprendizaje de una función acción-valor	880
21.4 Generalización en aprendizaje por refuerzo	882
Aplicaciones a juegos	885
Aplicación a control de robots	886
21.5 Búsqueda de la política	887
21.6 Resumen	890
Notas bibliográficas e históricas	891
Ejercicios	894
22 La comunicación	897
22.1 La comunicación como acción	898
Fundamentos del lenguaje	899
Etapas de la comunicación	900
22.2 Una gramática formal para un fragmento del español	903
El léxico de e0	
La gramática de e0	904
22.3 Análisis sintáctico	905
Análisis sintáctico eficiente	908
22.4 Gramáticas aumentadas	914
Subcategorización del verbo	916
Capacidad generativa de las gramáticas aumentadas	918
22.5 Interpretación semántica	919
La semántica de un fragmento en español	920
Tiempo y forma verbal	921
Cuantificación	922
Interpretación pragmática	925
Generación del lenguaje con DCGs	926
22.6 Ambigüedad y desambigüedad	927
Desambiguación	929
22.7 Comprensión del discurso	930
Resolución por preferencia	931

La estructura de un discurso coherente	932
22.8 Inducción gramatical	934
22.9 Resumen	936
Notas bibliográficas e históricas	937
Ejercicios	941
23 Procesamiento probabilístico del lenguaje	
23.1 Modelos probabilístico del lenguaje	945
Gramáticas probabilísticas independiente del contexto	949
Aprendizaje de probabilidades para PCFGs	950
Aprendizaje de la estructura de las reglas para PCFGs	951
23.2 Recuperación de datos	952
Evaluación de los sistemas de RD	955
Refinamientos RD	956
Presentación de los conjuntos de resultados	957
Implementar sistemas RD	959
23.3 Extracción de la información	961
23.4 Traducción automática estadísticas	967
Probabilidades de aprendizaje para al traducción automática	970
23.5 Resumen	
Notas bibliográficas e históricas	972
Ejercicios	975
24 Percepción	
24.1 Introducción	979
24.2 Formación de la imagen	981
Imágenes sin lentes: la cámara de orificio o pinhole	982
Sistemas de lentes	
Luz: la fonometría de la formación de imágenes	983
Color: la espectrofotometría de la formación de imágenes	985
24.3 Operaciones de procesamiento de imagen a bajo nivel	986
Detección de aristas	987
Segmentación de la imagen	990
24.4 Extracción de información tridimensional	991
Movimiento	993
Estereoscopia binocular	996
Gradientes de textura	997
Sombreado	999
Contorno	1000
24.5 Reconocimiento de objetos	1004
Reconocimiento basado en la intensidad	1007
Reconocimiento basado en las características	1008
Estimación de postura	1010
24.6 Empleo de la visión para la manipulación y navegación	1012
24.7 Resumen	1014
Notas bibliográficas e históricas	1015
Ejercicios	1018
25 Robótica	
25.1 Introducción	1023
25.2 Hardware robótico	
Sensores	1025

Efectores	1027
25.3 Percepción robótica	1029
Localización	1031
Generación de mapas	1036
Otros tipos de percepción	
25.4 Planear el movimiento	1039
Espacio de configuración	1040
Métodos de descomposición en celdas	1043
Métodos de esqueletización	1046
25.5 Planificar movimientos inciertos	1047
Métodos robustos	1048
25.6 Movimiento	
Dinámica y control	1051
Control del campo de potencial	1054
Control reactivo	1055
25.7 Arquitecturas software robóticas	1057
Arquitectura de subsumpción	1058
Arquitectura de tres capas	1059
Lenguajes de programación robóticos	1060
25.8 Dominios de aplicación	1061
25.9 Resumen	1064
Notas bibliográficas e históricas	1065
Ejercicios	1069
26 Fundamentos filosóficos	
26.1 IA débil: ¿pueden las maquinas actuar con inteligencia?	1075
El argumento de incapacidad	1077
La objeción matemática	1078
El argumento de a informalidad	1079
26.2 IA fuerte: ¿pueden las maquinas pensar de verdad?	1081
El problema de mente-cuerpo	1084
El experimento del cerebro en una cubeta	1085
El experimento del prótesis cerebral	1086
La habilitación en china	1086
26.3 La ética y los riesgos de desarrolla la inteligencia artificial	1090
26.4 Resumen	
Notas bibliográficas e históricas	1095
Ejercicios	1098
27 IA: presente y futuro	
27.1 Componentes de los agentes	1099
27.2 Arquitectura de agentes	1102
27.3 ¿Estamos llevando la dirección adecuada?	1104
27.4 ¿Qué ocurrirías si la IA tuviera éxito?	1106
A Fundamentos matemáticos	
A.1 Análisis de la complejidad y la notación $O()$	1109
Análisis asintótico	
Los problemas inherentemente difíciles y NP	1110
A.2 Vectores, matrices y algebra lineal	1112
A.3 Distribuciones de probabilidades	1114
Notas bibliográficas e históricas	1115

B Notas sobre lenguajes y algoritmos	
B.1 Definición de lenguajes con Backus-Naur Form (BNF)	1117
B.2 Algoritmos redescipción en pseudocódigo	1118
B.3 Ayuda en línea	1119
Bibliografía	1121
Índice alfabético	1179