



Prólogo

Prefacio

Parte 1. Fundamentos de la robótica

1. Introducción	3
1-1. Automatización y robótica	3
1-2. La robótica en la ciencia ficción	6
1-3. Una breve historia de la robótica	9
1-4. El mercado de la robótica y las perspectivas futuras	17
1-5. Organización de este libro	19
Referencias	20
2. Fundamentos de la tecnología del robot, programación y aplicaciones	21
2-1. Anatomía del robot	22
2-2. Volumen de trabajo	33
2-3. Sistemas de impulsión del robot	34
2-4. Sistemas de control y rendimiento dinámico	37
2-5. Precisión de movimiento	40
2-6. Efectores finales	45
2-7. Sensores robóticos	46
2-8. Programación del robot y control de la célula de trabajo	47
2-9. Aplicaciones de los robots	49
Referencias	50
Problemas	50

Parte 2. Tecnología del robot: el robot y sus periféricos

3. Sistemas de control y componentes	55
3-1. Conceptos básicos de sistemas de control y modelos	55
3-2. Controladores	65
3-3. Análisis de un sistema de control	68
3-4. Actuación de un robot y componentes de realimentación	71
3-5. Sensores de posición	72
3-6. Sensores de velocidad	77

3-7.	Actuadores	78
3-8.	Sistemas de transmisión de potencia	86
3-9.	Diseño del control de las articulaciones del robot	90
	Referencias	92
	Problemas	92
4.	Análisis del movimiento del robot y control	97
4-1.	Introducción a la cinemática del manipulador	97
4-2.	Transformaciones homogéneas y cinemática del robot	104
4-3.	Control de la trayectoria del manipulador	115
4-4.	Dinámica del robot	117
4-5.	Configuración de un controlador de robot	122
	Referencias	124
	Problemas	124
5.	Robot y efectores finales	129
5-1.	Tipos de efectores finales	129
5-2.	Pinzas mecánicas	131
5-3.	Otros tipos de pinzas	141
5-4.	Herramientas como efectores finales	147
5-5.	La interconexión de robot/efector final	148
5-6.	Consideraciones en la selección y diseño de pinzas	153
	Referencias	156
	Problemas	156
6.	Sensores en robótica	159
6-1.	Transductores y sensores	159
6-2.	Sensores en robótica	161
6-3.	Sensores táctiles	161
6-4.	Sensores de proximidad y alcance	170
6-5.	Sensores diversos y sistemas basados en sensores	172
6-6.	Usos de sensores en robótica	172
	Referencias	175
	Problemas	175
7.	Visión de máquina	177
7-1.	Introducción a la visión de máquina	178
7-2.	La función de detección y digitalización en la visión de máquina	181
7-3.	Análisis y procesamiento de la imagen	195
7-4.	Aprendizaje de los sistemas de visión	200
7-5.	Aplicaciones de robótica	201
	Referencias	205
	Problemas	205

Parte 3. Lenguajes y programación del robot

8.	Programación del robot	209
8-1.	Métodos de programación del robot	209
8-2.	Métodos de programación de aprendizaje directo	210
8-3.	Un programa de robot como una trayectoria en espacio	212
8-4.	Interpolación de movimientos	218
8-5.	Ordenes WAIT, SIGNAL y DELAY	222
8-6.	Bifurcación	226

8-7.	Capacidades y limitaciones de los métodos de aprendizaje directo	233
	Referencias	235
	Problemas	235
9.	Lenguajes de robot	237
9-1.	Lenguajes textuales del robot	238
9-2.	Generaciones de los lenguajes de programación de robots	238
9-3.	Estructura de los lenguajes de robot	243
9-4.	Constantes, variables y otros objetos de datos	246
9-5.	Órdenes de movimiento	247
9-6.	Las órdenes del sensor y efector final	253
9-7.	Cálculos y operaciones	259
9-8.	Control del programa y subrutinas	260
9-9.	Comunicaciones y procesamientos de datos	268
9-10.	Órdenes de la modalidad de monitor	270
	Referencias	271
	Problemas	272
	Apéndice 9-A. Programación del robot MAKER	276
	Apéndice 9-B. VAL II	285
	Apéndice 9-C. RAIL	296
	Apéndice 9-D. AML	307
10.	Inteligencia artificial	322
10-1.	Introducción	322
10-2.	Objetivos de la investigación en IA	323
10-3.	Técnicas de IA	324
10-4.	Programación LISP	333
10-5.	IA y robótica	339
10-6.	LISP en la fábrica	339
	Referencias	342
	Problemas	342

Parte 4. Aplicaciones de ingeniería para fabricación

11.	Diseño y control de la célula del robot	345
11-1.	Estructura de la célula del robot	345
11-2.	Robots múltiples e interferencias de máquinas	351
11-3.	Otras consideraciones en el diseño de la célula de trabajo	353
11-4.	Control de la célula de trabajo	354
11-5.	Enclavamientos	359
11-6.	Detección y recuperación de errores	361
11-7.	El controlador de la célula de trabajo	364
11-8.	Análisis del tiempo de ciclo del robot	369
11-9.	Simulación gráfica de células de trabajo robóticas	375
	Referencias	382
	Problemas	382
12.	Análisis económico en robótica	386
12-1.	Análisis económico: datos básicos requeridos	386
12-2.	Métodos de análisis económico	389
12-3.	Uso subsiguiente del robot	393
12-4.	Diferencias en tasa de producción	395
12-5.	Otros factores más difíciles de cuantificar	398

12-6.	Formularios de análisis del proyecto del robot	399
	Referencias	401
	Problemas	401
	Apéndice. Tabla de factores de interés	403

Parte 5. Aplicaciones de robot en fabricación

13.	Transferencia de material y carga/descarga de máquinas	415
13-1.	Consideraciones generales en el manejo de materiales por robots	415
13-2.	Aplicaciones de transferencia de material	417
13-3.	Carga y descarga de máquinas	422
	Referencias	433
14.	Operaciones de procesamiento	434
14-1.	Soldadura por puntos	435
14-2.	Soldadura por arco continua	438
14-3.	Recubrimiento con spray	448
14-4.	Otras operaciones de procesamiento utilizando robots	454
	Referencias	458
	Problemas	459
15.	Montaje e inspección	460
15-1.	Montaje y automatización con la robótica	461
15-2.	Métodos de presentación de piezas	462
15-3.	Operaciones de montaje	467
15-4.	Control coordinado de fuerza y posición y el dispositivo de acomodación por centro remoto (RCC)	471
15-5.	Configuraciones del sistema de montaje	476
15-6.	Sistema de montaje adaptable-programable	489
15-7.	Diseños para montajes robóticos	492
15-8.	Automatización de la inspección	493
	Referencias	498

Parte 6. Principios y cuestiones de realización

16.	Un método para realizar robótica	501
16-1.	Familiarización inicial con la tecnología robótica	502
16-2.	Revisión de la planta para identificar aplicaciones potenciales	505
16-3.	Selección de la mejor aplicación	507
16-4.	Selección del robot	508
16-5.	Análisis económico detallado y autorización del capital	511
16-6.	Planificación e ingeniería de la instalación	512
16-7.	Instalación	514
	Referencias	515
17.	Seguridad, entrenamiento, mantenimiento y calidad	516
17-1.	Seguridad en robótica	516
17-2.	Entrenamiento	522
17-3.	Mantenimiento	524
17-4.	Mejora de calidad	530
	Referencias	531
	Problemas	532

Parte 7. Cuestiones sociales y el futuro de la robótica

18.	Cuestiones sociales y de mano de obra	537
18-1.	Productividad y formación de capital	538
18-2.	Robótica y mano de obra	540
18-3.	Educación y entrenamiento	546
18-4.	Impacto internacional	548
18-5.	Otras aplicaciones	549
	Referencias	549
19.	Tecnología robótica del futuro	550
19-1.	Inteligencia del robot	551
19-2.	Capacidades sensoriales avanzadas	554
19-3.	Telepresencia y tecnologías relacionadas	556
19-4.	Características del diseño mecánico	558
19-5.	Movilidad, locomoción y navegación	560
19-6.	La mano universal	564
19-7.	Integración y red de sistemas	565
	Referencias	566
20.	Aplicaciones futuras	568
20-1.	Características de las tareas del robot del futuro	570
20-2.	Aplicaciones de fabricación futura de los robots	571
20-3.	Entornos de no fabricación arriesgados e inaccesibles	577
20-4.	Industrias de servicios y aplicaciones similares	586
20-5.	Resumen	592
	Referencias	593
	Indice	595