

Índice

Prólogo	iii
Colaboradores	v
Prefacio	xxiii
Sección 1: Fundamentos y algoritmos básicos	1
Capítulo 1. Descripción general de los algoritmos	3
¿Qué es un algoritmo?	4
Fases de un algoritmo.....	4
Entorno de desarrollo	7
Paquetes de Python	7
El ecosistema SciPy	8
Jupyter Notebook	9
Técnicas de diseño de algoritmos	9
La dimensión de los datos	10
La dimensión de cálculo.....	12
Análisis de resultados	12
Análisis de la complejidad espacial.....	13
Análisis de la complejidad temporal	14
Estimación del rendimiento.....	15
<i>El mejor caso</i>	15
<i>El peor caso</i>	16
<i>El caso medio</i>	16
Notación Big O	16
Complejidad de tiempo constante ($O(1)$)	18
Complejidad de tiempo lineal ($O(n)$)	19
Complejidad de tiempo cuadrático ($O(n^2)$).....	19
Complejidad de tiempo logarítmico ($O(\log n)$).....	20
Selección de un algoritmo	21
Validación de un algoritmo	22
Algoritmos exactos, de aproximación y aleatorios.....	22
Explicabilidad	23
Resumen	24

Capítulo 2. Estructuras de datos utilizadas en algoritmos 25

Tipos de datos integrados en Python26

Listas26

Utilizar listas 27

Modificar listas: métodos append y pop 29

La función range ()..... 30

La complejidad temporal de las listas 31

Tuplas.....31

La complejidad temporal de las tuplas..... 32

Diccionarios y conjuntos.....33

Diccionarios..... 33

Conjuntos 35

Análisis de la complejidad temporal de los conjuntos..... 37

Cuándo utilizar un diccionario y cuándo un conjunto 37

Uso de Series y DataFrames.....38

Series 38

DataFrame 39

Crear un subconjunto de DataFrame..... 39

Matrices.....42

Operaciones con matrices..... 42

Notación Big O y matrices..... 43

Explorar los tipos de datos abstractos43

Vectores.....43

Complejidad temporal de los vectores..... 44

Pilas45

Complejidad temporal de las operaciones con pilas 46

Ejemplo práctico 47

Colas.....47

Análisis de la complejidad temporal de las colas..... 48

La idea básica del uso de pilas y colas 49

Árboles49

Terminología 49

Tipos de árboles 50

Ejemplos prácticos 52

Resumen52

Capítulo 3. Algoritmos de ordenación y búsqueda	53
Introducción a los algoritmos de ordenación	54
Intercambio de variables en Python	54
Ordenación por burbuja.....	55
<i>Comprender la lógica de la ordenación por burbuja.....</i>	<i>55</i>
<i>Optimizar la ordenación por burbuja.....</i>	<i>57</i>
<i>Análisis del rendimiento del algoritmo de ordenación por burbuja.....</i>	<i>58</i>
Ordenación por inserción	58
<i>Análisis del rendimiento del algoritmo de ordenación por inserción</i>	<i>60</i>
Ordenación por mezcla.....	61
Ordenación de Shell	64
<i>Análisis del rendimiento del algoritmo de ordenación de Shell</i>	<i>65</i>
Ordenación por selección.....	65
<i>Análisis del rendimiento del algoritmo de ordenación por selección</i>	<i>67</i>
Elegir un algoritmo de ordenación	67
Introducción a los algoritmos de búsqueda.....	68
Búsqueda lineal	68
<i>Análisis del rendimiento de los algoritmos de búsqueda lineal</i>	<i>69</i>
Búsqueda binaria.....	69
<i>Análisis del rendimiento de los algoritmos de búsqueda binaria.....</i>	<i>70</i>
Búsqueda por interpolación.....	70
<i>Análisis del rendimiento de los algoritmos de búsqueda por interpolación</i>	<i>71</i>
Aplicaciones prácticas	71
Resumen	74
 Capítulo 4. Diseño de algoritmos.....	 75
Conceptos básicos de diseño de un algoritmo	76
1: Corrección: ¿producirá el algoritmo diseñado el resultado que esperamos?.....	77
2: Rendimiento: ¿es esta la forma óptima de obtener estos resultados?.....	77
<i>Caracterizar la complejidad del problema.....</i>	<i>78</i>
<i>Relación entre P y NP</i>	<i>79</i>
<i>Introducción al NP-completo y NP-difícil</i>	<i>80</i>
3: Escalabilidad: ¿cómo funcionará el algoritmo en conjuntos de datos más grandes?	82
<i>La elasticidad de la nube y la escalabilidad algorítmica</i>	<i>82</i>

50 algoritmos que todo programador debe conocer

Estrategias algorítmicas	83
La estrategia de "divide y vencerás"	83
<i>Ejemplo práctico de "divide y vencerás" aplicado a Apache Spark.....</i>	<i>83</i>
La estrategia de programación dinámica.....	86
<i>Componentes de la programación dinámica</i>	<i>86</i>
<i>Condiciones para utilizar la programación dinámica.....</i>	<i>87</i>
Algoritmos codiciosos.....	87
<i>Condiciones para utilizar la programación codiciosa</i>	<i>87</i>
Una aplicación práctica: resolver el TSP.....	89
Utilizar una estrategia de fuerza bruta.....	90
Utilizar un algoritmo codicioso.....	93
Comparación de las tres estrategias.....	95
El algoritmo PageRank	95
Definición del problema.....	95
Implementación del algoritmo PageRank	95
La programación lineal	98
Formular un problema de programación lineal	99
<i>Definición de la función objetivo</i>	<i>99</i>
<i>Especificar las restricciones</i>	<i>99</i>
Aplicación práctica: planificar capacidades con programación lineal	99
Resumen	102
Capítulo 5. Algoritmos de grafos.....	103
Entender los grafos: breve introducción	104
Grafos: la columna vertebral de las redes de datos modernas	104
<i>Aplicaciones reales</i>	<i>104</i>
Conceptos básicos de un grafo: vértices (o nodos)	105
Teoría de grafos y análisis de redes.....	106
Representaciones de grafos.....	106
Mecánica y tipos de grafos	107
Redes egocéntricas	108
<i>Conceptos básicos de las egoredes</i>	<i>108</i>
<i>Un salto, dos saltos, etc.....</i>	<i>108</i>
<i>Aplicaciones de las egoredes</i>	<i>109</i>

Introducción a la teoría del análisis de redes	109
El camino más corto	110
<i>Crear un vecindario</i>	110
<i>Triángulos</i>	111
<i>Densidad</i>	112
Medidas de centralidad	113
<i>Grado</i>	113
<i>Intermediación</i>	114
<i>Equidad y proximidad</i>	115
<i>Centralidad de eigenvector</i>	115
Cálculo de métricas de centralidad con Python	116
1. <i>Sentar las bases: bibliotecas y datos</i>	116
2. <i>Elaborar el grafo</i>	116
3. <i>Pintar un cuadro: visualizar el grado</i>	116
Análisis de redes sociales	118
Los recorridos de grafos	119
BFS	119
<i>Construir la lista de adyacencia</i>	120
<i>Implementación del algoritmo de BFS</i>	120
<i>Utilizar el BFS para búsquedas específicas</i>	122
DFS	123
Estudio de caso: detección de fraudes mediante el ARS	126
Introducción	126
¿Qué es el fraude en este contexto?	126
Análisis sencillo del fraude	128
Metodología de análisis del fraude de la torre de vigilancia	129
<i>Puntuación de resultados negativos</i>	129
<i>Grado de sospecha</i>	130
Resumen	132
 Sección 2: Algoritmos de aprendizaje automático	 133
Capítulo 6. Algoritmos de aprendizaje automático no supervisado	135
Introducción al aprendizaje no supervisado	135
Aprendizaje no supervisado en el ciclo de vida de la minería de datos	136
<i>Fase 1: Conocimiento de la empresa</i>	137
<i>Fase 2: Conocimiento de los datos</i>	137

50 algoritmos que todo programador debe conocer

<i>Fase 3: Preparación de los datos</i>	138
<i>Fase 4: Modelado</i>	138
<i>Fase 5: Evaluación</i>	139
<i>Fase 6: Despliegue</i>	139
Tendencias actuales de la investigación sobre aprendizaje no supervisado	140
Ejemplos prácticos	141
<i>Segmentación de mercado mediante aprendizaje no supervisado</i>	141
Entender los algoritmos de agrupamiento	141
<i>Cuantificar las similitudes</i>	142
<i>Distancia euclidiana</i>	143
<i>Distancia de Manhattan</i>	144
<i>Distancia de coseno</i>	145
El algoritmo de agrupamiento k-means.....	146
<i>La lógica del agrupamiento de k-means</i>	147
<i>Inicialización</i>	147
<i>Pasos del algoritmo k-means</i>	147
<i>Criterio de parada</i>	148
<i>Codificación del algoritmo k-means</i>	149
<i>Limitaciones de la agrupación k-means</i>	150
<i>El agrupamiento jerárquico</i>	151
Pasos del agrupamiento jerárquico	151
Codificación de un algoritmo de agrupamiento jerárquico	152
Entender el algoritmo DBSCAN	153
Creación de agrupamientos con DBSCAN en Python	154
Evaluar las agrupaciones	155
<i>Aplicación del agrupamiento</i>	156
Reducción de la dimensionalidad	157
Análisis de componentes principales	157
<i>Limitaciones del ACP</i>	161
<i>Minería de reglas de asociación</i>	162
<i>Ejemplos de uso</i>	162
<i>Análisis de la cesta de la compra</i>	163
Minería de reglas de asociación	164
<i>Tipos de reglas</i>	165
<i>Reglas triviales</i>	165
<i>Reglas inexplicables</i>	165
<i>Reglas aplicables</i>	166

<i>Clasificación de las reglas</i>	166
<i>Soprote</i>	166
<i>Confianza</i>	167
<i>Lift</i>	167
Algoritmos para análisis de asociación	168
<i>Algoritmo a priori</i>	168
<i>Limitaciones del algoritmo a priori</i>	168
<i>Algoritmo de crecimiento de patrones frecuentes</i>	169
<i>Rellenar el árbol FP</i>	169
<i>Extracción de patrones frecuentes</i>	171
<i>Código para utilizar el algoritmo de crecimiento FP</i>	172
Resumen	175
Capítulo 7. Algoritmos tradicionales de aprendizaje supervisado	177
El aprendizaje automático supervisado	178
Formular problemas de aprendizaje automático supervisado	179
Condiciones favorables	182
Distinguir entre clasificadores y regresores	183
Algoritmos de clasificación	184
El reto de los clasificadores	184
<i>Planteamiento del problema</i>	185
<i>Ingeniería de características mediante un canal de procesamiento de datos</i>	186
<i>Especificar características y etiquetas</i>	189
<i>Evaluar los clasificadores</i>	191
Matrices de confusión	192
<i>Recuperación y precisión</i>	193
Equilibrio entre recuperación y precisión	195
<i>Qué es el sobreajuste</i>	200
<i>Especificar las fases de los clasificadores</i>	202
Algoritmo de clasificación del árbol de decisión	203
Qué es el algoritmo de clasificación del árbol de decisión	204
Puntos fuertes y débiles de los clasificadores de árbol de decisión	207
Casos de uso	207
Métodos ensemble	208
Implementación del refuerzo de gradiente con el algoritmo XGBoost	209
Distinguir el algoritmo Random Forest del ensemble boosting	213
Uso del algoritmo Random Forest para el reto de los clasificadores	213

Regresión logística	215
Suposiciones.....	215
Establecer la relación	215
Las funciones loss y cost.....	216
Cuándo utilizar la regresión logística.....	217
Uso del algoritmo de regresión logística para el reto de los clasificadores.....	218
El algoritmo basado en SVM	218
Uso del algoritmo SVM para el reto de los clasificadores	220
El algoritmo Naive Bayes	221
Teorema de Bayes.....	221
Cálculo de probabilidades	222
Reglas de la multiplicación para sucesos AND.....	222
Regla general de la multiplicación	223
Reglas de la adición para sucesos OR.....	223
Uso del algoritmo Naive Bayes para el reto de los clasificadores.....	224
Para los algoritmos de clasificación, el ganador es	224
Algoritmos de regresión	225
El reto de los regresores	226
Enunciado del problema del reto de los regresores	226
Explorar el conjunto de datos históricos	226
Ingeniería de características mediante un canal de procesamiento de datos	227
Regresión lineal.....	228
Regresión lineal simple	229
Evaluar los regresores	230
Regresión múltiple	231
Uso del algoritmo de regresión lineal para el reto de los regresores	232
Cuándo se utiliza la regresión lineal.....	233
Puntos débiles de la regresión lineal	233
El algoritmo del árbol de regresión	233
Uso de un algoritmo de árbol de regresión para el reto de los regresores	234
El algoritmo de regresión de refuerzo de gradiente (gradient boost)	234
Uso del algoritmo de regresión de refuerzo de gradiente para el reto de los regresores	235
Entre los algoritmos de regresión, el ganador es	236
Ejemplo práctico: cómo predecir el tiempo	236
Resumen	239

Capítulo 8. Algoritmos de redes neuronales	241
Evolución de las redes neuronales.....	242
Antecedentes históricos.....	243
El invierno y los albores de la primavera de la IA	244
Las redes neuronales	244
Los perceptrones	244
La intuición de las redes neuronales.....	245
Arquitecturas de aprendizaje profundo por capas	247
<i>Desarrollar una intuición para las capas ocultas</i>	<i>248</i>
<i>¿Cuántas capas ocultas deben utilizarse?</i>	<i>249</i>
<i>Base matemática de las redes neuronales</i>	<i>249</i>
Entrenar una red neuronal.....	251
Anatomía de una red neuronal.....	251
Definir el descenso de gradiente	252
Funciones de activación.....	254
Función escalonada	255
Función sigmoide	256
ReLU	257
<i>Leaky ReLU.....</i>	<i>258</i>
Tangente hiperbólica (tanh)	259
Softmax	260
Herramientas y frameworks.....	261
Keras	261
<i>Motores backend de Keras.....</i>	<i>261</i>
<i>Capas de bajo nivel de la pila de aprendizaje profundo</i>	<i>262</i>
<i>Definición de los hiperparámetros</i>	<i>263</i>
<i>Definición de un modelo con Keras.....</i>	<i>263</i>
Elegir un modelo secuencial o funcional.....	267
TensorFlow	267
Conceptos básicos de TensorFlow	267
Matemáticas tensoriales	268
Tipos de redes neuronales.....	269
Redes neuronales convolucionales.....	270
<i>Convolución</i>	<i>270</i>
<i>Pooling.....</i>	<i>270</i>

50 algoritmos que todo programador debe conocer

Redes generativas adversativas	271
El aprendizaje por transferencia.....	272
Caso práctico: uso del aprendizaje profundo para la detección del fraude	273
Metodología	273
Resumen	278
 Capítulo 9: Algoritmos para el procesamiento	
del lenguaje natural.....	279
Introducción al PLN	280
Terminología del PLN	280
Preprocesamiento de textos en PNL.....	282
<i>Tokenización</i>	282
<i>Limpiar los datos</i>	284
Limpieza de datos con Python	288
La matriz de términos y documentos.....	289
TF-IDF	291
Resumen y discusión de los resultados	292
Introducción a la incrustación de palabras	292
Implementar la incrustación de palabras con Word2Vec.....	294
Interpretar las puntuaciones de similitud.....	295
Ventajas e inconvenientes de Word2Vec	296
Caso práctico: análisis de sentimiento de reseñas sobre restaurantes	297
Importación de las bibliotecas necesarias y carga del conjunto de datos	297
Creación de un corpus limpio: preprocesamiento de datos textuales.....	298
Conversión de datos textuales en características numéricas	299
Análisis de los resultados	299
Aplicaciones del PLN.....	300
Resumen	301
 Capítulo 10. Modelos secuenciales	
Qué son los datos secuenciales	304
Tipos de modelos secuenciales.....	305
<i>One-to-many</i>	305
<i>Many-to-one</i>	307
<i>Many-to-many</i>	308

Representación de datos para modelos secuenciales	309
RNN	310
La arquitectura de las RNN	310
<i>La celda de memoria y el estado oculto.....</i>	<i>311</i>
<i>Las características de la variable de entrada.....</i>	<i>312</i>
Entrenamiento de la RNN en el primer instante de tiempo	312
<i>La función de activación en acción.....</i>	<i>313</i>
<i>Entrenamiento de la RNN para una secuencia completa</i>	<i>314</i>
<i>Calcular la salida para cada instante de tiempo.....</i>	<i>316</i>
Retropropagación en el tiempo.....	318
<i>Predecir con RNN</i>	<i>319</i>
Limitaciones de las RNN básicas.....	320
<i>Problema de desvanecimiento de gradiente</i>	<i>320</i>
<i>Incapacidad para mirar hacia delante en la secuencia.....</i>	<i>321</i>
GRU	322
Presentación de la puerta de actualización	323
Implementación de la puerta de actualización.....	324
Actualización de la celda oculta	325
<i>Ejecutar una GRU para múltiples instantes de tiempo</i>	<i>325</i>
Las LSTM.....	326
La puerta de olvido.....	327
El estado de la celda candidato	328
La puerta de actualización.....	328
Calcular el estado de la memoria	328
La puerta de salida.....	329
El proceso completo	330
Codificar modelos secuenciales	331
<i>Cargar el conjunto de datos.....</i>	<i>331</i>
<i>Preparar los datos.....</i>	<i>333</i>
<i>Crear el modelo.....</i>	<i>333</i>
<i>Entrenar el modelo.....</i>	<i>335</i>
<i>Mostrar las predicciones incorrectas</i>	<i>336</i>
Resumen	337
Capítulo 11. Algoritmos avanzados de modelos secuenciales	339
Evolución de las técnicas avanzadas de modelado secuencial.....	340
Autocodificadores	341

50 algoritmos que todo programador debe conocer

Codificar un autocodificador.....	342
Configurar el entorno	343
<i>Preparar los datos.....</i>	343
<i>Arquitectura del modelo.....</i>	343
<i>Compilación.....</i>	344
<i>Entrenamiento.....</i>	344
<i>Predicción.....</i>	344
<i>Visualización.....</i>	344
El modelo Seq2Seq.....	345
Codificador.....	346
Vector de pensamiento	346
Descodificador o escritor	346
Tokens especiales en Seq2Seq	347
El dilema del cuello de botella de información.....	347
El mecanismo de atención.....	347
¿Qué es la atención en las redes neuronales?	348
<i>La idea básica.....</i>	348
<i>Ejemplo.....</i>	348
Los tres aspectos clave de los mecanismos de atención.....	349
Sumergirse en los mecanismos de atención	350
Los retos de los mecanismos de atención.....	351
Profundizar en la autoatención	352
Ponderaciones de atención	352
Codificador: RNN bidireccionales	353
Vector de pensamiento	354
Descodificador: RNN normales	354
Entrenamiento versus inferencia	354
Transformadores: la evolución en las redes neuronales tras la autoatención.....	355
Por qué destacan los transformadores	356
Código Python desglosado	356
Descripción del resultado	357
Los LLM.....	358
La atención en los LLM	359
Conocer los motores del PNL: GPT y BERT.....	359
<i>Los pioneros del LLM de 2018: GPT y BERT.....</i>	360
Uso de modelos profundos y amplios para crear LLM potentes.....	361

Otros datos	362
Resumen	363
Sección 3: Temas avanzados	365
Capítulo 12. Motores de recomendación	367
Introducción a los sistemas de recomendación	368
Tipos de motores de recomendación	368
Motores de recomendación basados en contenido	369
<i>Determinar las similitudes en documentos no estructurados</i>	<i>370</i>
Motores de recomendación de filtrado colaborativo	371
<i>Inconvenientes relacionados con el filtrado colaborativo.....</i>	<i>372</i>
Motores de recomendación híbridos	373
<i>Generar una matriz de similitudes de los elementos</i>	<i>373</i>
<i>Generar vectores de referencia de los usuarios</i>	<i>374</i>
<i>Generar recomendaciones</i>	<i>374</i>
<i>Evolución de los sistemas de recomendación.....</i>	<i>375</i>
Limitaciones de los sistemas de recomendación.....	375
El problema del arranque en frío.....	376
Necesidad de metadatos	376
El problema de la escasez de datos	377
El arma de doble filo de la influencia social en los sistemas de recomendación ...	377
Ámbitos de aplicación	378
El dominio de Netflix en las recomendaciones basadas en datos.....	378
La evolución del sistema de recomendaciones de Amazon	379
Ejemplo práctico: creación de un motor de recomendación.....	380
1. Configurar el framework.....	380
2. Cargar los datos: proporcionar reseñas y títulos.....	380
3. Fusionar los datos: generar una visión global	381
4. Análisis descriptivo: extraer conclusiones de las calificaciones	381
5. Estructurar las recomendaciones: elaboración de una matriz.....	382
6. Poner a prueba el motor: recomendar películas	383
<i>Encontrar películas relacionadas con Avatar (2009)</i>	<i>383</i>
<i>Acerca de la correlación.....</i>	<i>384</i>
<i>Evaluar el modelo</i>	<i>385</i>
<i>Reentrenar a lo largo del tiempo: incorporar las opiniones de los usuarios.....</i>	<i>385</i>
Resumen	385

Capítulo 13. Estrategias algorítmicas para el tratamiento de datos 387

Introducción a los algoritmos de datos388

Importancia del teorema CAP en el contexto de los algoritmos de datos388

Almacenamiento en entornos distribuidos389

Relación entre el teorema CAP y la compresión de datos.....389

Qué es el teorema CAP.....389

Sistemas CA391

Sistemas AP392

Sistemas CP.....392

Algoritmos de compresión de datos393

Técnicas de compresión sin pérdida.....393

Codificación Huffman: implementación de código de longitud variable..... 393

La compresión basada en diccionarios LZ77..... 397

Formatos avanzados de compresión sin pérdida..... 398

Ejemplo práctico: gestión de datos en AWS. Un enfoque

sobre el teorema CAP y los algoritmos de compresión399

1. Aplicar el teorema CAP400

2. Utilizar algoritmos de compresión400

3. Cuantificar los beneficios.....401

Resumen402

Capítulo 14. Criptografía 403

Introducción a la criptografía.....404

La importancia del eslabón más débil404

Terminología básica405

Requisitos de seguridad.....406

Paso 1: Identificar las entidades..... 407

Paso 2: Establecer los objetivos de seguridad 407

Paso 3: Conocer la sensibilidad de los datos..... 408

Diseño básico de los sistemas de cifrado409

Cifrado por sustitución 409

Criptanálisis de los métodos de cifrado por sustitución..... 411

Cifrado por transposición 411

Tipos de técnicas criptográficas412

Uso de la función criptográfica hash.....413

Implementación de funciones hash criptográficas 414

<i>Una aplicación de la función hash criptográfica</i>	<i>417</i>
<i>Elegir entre MD5 y SHA</i>	<i>417</i>
El cifrado simétrico	418
<i>Código para el cifrado simétrico</i>	<i>418</i>
<i>Ventajas del cifrado simétrico</i>	<i>419</i>
<i>Los problemas del cifrado simétrico</i>	<i>419</i>
Cifrado asimétrico	419
<i>El algoritmo de handshaking SSL/TLS</i>	<i>420</i>
<i>Infraestructura de clave pública</i>	<i>422</i>
<i>Blockchain y criptografía</i>	<i>423</i>
Ejemplo: problemas de seguridad al implantar un modelo de aprendizaje automático	425
Ataques MITM	425
<i>Cómo evitar los ataques MITM</i>	<i>426</i>
Evitar el enmascaramiento	427
Cifrado de datos y modelos	427
Resumen	430
Capítulo 15. Algoritmos a gran escala	431
Introducción a los algoritmos a gran escala	432
Características de las infraestructuras eficaces para algoritmos a gran escala	433
Elasticidad	433
Características de un algoritmo a gran escala bien diseñado	434
<i>Equilibrio de carga</i>	<i>435</i>
<i>ELB: combinar la elasticidad y el equilibrio de carga</i>	<i>435</i>
Estrategias para el procesamiento de múltiples recursos	437
Limitaciones teóricas de la computación paralela	438
La ley de Amdahl	438
Derivación de la ley de Amdahl	439
CUDA: liberando el potencial de las arquitecturas de GPU en el cálculo paralelo	441
<i>Otros datos</i>	<i>442</i>
<i>Procesamiento paralelo en los LLM: un estudio de caso sobre la ley de Amdahl y los rendimientos decrecientes</i>	<i>443</i>
<i>Reimaginar la localidad de datos</i>	<i>445</i>
Aprovechar la computación en clúster con Apache Spark	446

Cómo potencia Apache Spark el procesamiento de algoritmos a gran escala.....	449
Computación distribuida	449
Procesamiento en memoria	449
Uso de algoritmos a gran escala en la computación en la nube	449
Ejemplo	450
Resumen	451
 Capítulo 16. Consideraciones prácticas	 453
Retos de las soluciones algorítmicas.....	454
Esperar lo inesperado	454
El fracaso de Tay, el bot de inteligencia artificial de Twitter	455
La explicabilidad de un algoritmo.....	456
Algoritmos de aprendizaje automático y explicabilidad	457
<i>Presentar estrategias para la explicabilidad.....</i>	<i>458</i>
Ética y algoritmos	462
Problemas con los algoritmos de aprendizaje	463
Consideraciones éticas	464
Factores que afectan a las soluciones algorítmicas	465
<i>Considerar las pruebas no concluyentes</i>	<i>466</i>
<i>Trazabilidad</i>	<i>466</i>
<i>Pruebas erróneas</i>	<i>466</i>
<i>Resultados injustos.....</i>	<i>466</i>
Reducir el sesgo de los modelos	467
Cuándo utilizar algoritmos	468
Los cisnes negros y sus implicaciones en los algoritmos.....	469
Resumen	470