

Contenido

PARTE

UNO Introducción

XIX

- 1 NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, 1
 - 1.1 Orígenes de la investigación de operaciones, 1
 - 1.2 Naturaleza de la investigación de operaciones, 2
 - 1.3 Impacto de la investigación de operaciones, 3
 - 1.4 Entrenamiento para hacer carrera en investigación de operaciones, 8
 - 1.5 El camino por andar, 10

- 2 PANORAMA DEL ENFOQUE DE MODELADO EN LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, 14
 - 2.1 Formulación del problema, 15
 - 2.2 Construcción de un modelo matemático, 17
 - 2.3 Obtención de una solución, 19
 - 2.4 Verificación del modelo y la solución, 20
 - 2.5 Establecimiento de controles sobre la solución, 21
 - 2.6 Puesta en práctica, 22
 - 2.7 Conclusiones, 23

**PARTE
DOS Programación lineal**

- 3 INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN LINEAL, 27**
 - 3.1 Ejemplo prototipo, 28
 - 3.2 Modelo de programación lineal, 32
 - 3.3 Suposiciones de la programación lineal, 36
 - 3.4 Ejemplos adicionales, 39
 - 3.5 Conclusiones, 45

- 4 SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE PROGRAMACIÓN LINEAL: MÉTODO SÍMPLEX, 51**
 - 4.1 Esencia del método simplex, 51
 - 4.2 Preparación para el método simplex, 54
 - 4.3 Algebra del método simplex, 57
 - 4.4 Método simplex en forma tabular, 64
 - 4.5 Rompimiento de empates en el método simplex, 69
 - 4.6 Adaptación a otras formas de modelo, 74
 - 4.7 Análisis postóptimo, 86
 - 4.8 Paquetes de computadora, 91
 - 4.9 Conclusiones, 92

- 5 TEORÍA DEL METODO SÍMPLEX, 102**
 - 5.1 Fundamentos del método simplex, 102
 - 5.2 Método simplex revisado, 111
 - 5.3 Una idea fundamental, 121
 - 5.4 Conclusiones, 125

- 6 TEORÍA DE DUALIDAD Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, 134**
 - 6.1 Esencia de la teoría de dualidad, 135
 - 6.2 Interpretación económica de dualidad, 141
 - 6.3 Relaciones primal-dual, 144
 - 6.4 Adaptación a otras formas del primal, 149
 - 6.5 Papel de la teoría de dualidad en el análisis de sensibilidad, 153
 - 6.6 Esencia del análisis de sensibilidad, 156
 - 6.7 Aplicación del análisis de sensibilidad, 161
 - 6.8 Conclusiones, 168

- 7 PROBLEMAS ESPECIALES DE PROGRAMACIÓN LINEAL, 185**
 - 7.1 Problema del transporte, 186
 - 7.2 Método simplex simplificado para el problema de transporte, 196
 - 7.3 Problema del trasbordo, 214
 - 7.4 Problema de asignación, 219
 - 7.5 Problemas multidivisionales, 221

- 2
- 8 FORMULACIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL, INCLUYENDO PROGRAMACIÓN POR OBJETIVOS, 239
 - 8.1 Variables o funciones lineales con componentes positiva y negativa, 240
 - 8.2 Programación por objetivos, 243
 - 8.3 Maximización del progreso máximo hacia todos los objetivos, 250
 - 8.4 Algunos ejemplos de formulación, 255
 - 8.5 Estudio de un caso: reubicación de zonas escolares para lograr un balance racial, 259
 - 8.6 Conclusiones, 265
 - 9 OTROS ALGORITMOS PARA PROGRAMACIÓN LINEAL, 276
 - 9.1 Técnica de la cota superior, 276
 - 9.2 Método simplex dual, 280
 - 9.3 Programación lineal paramétrica, 283
 - 9.4 Conclusiones, 288

PARTE

TRES Programación matemática

295

- 10 ANÁLISIS DE REDES, INCLUYENDO PERT-CPM, 297
 - 10.1 Ejemplo prototipo, 298
 - 10.2 Terminología de redes, 299
 - 10.3 Problema de la ruta más corta, 300
 - 10.4 Problema del árbol de mínima expansión, 302
 - 10.5 Problema del flujo máximo, 307
 - 10.6 Planeación y control de proyectos con PERT-CPM, 312
 - 10.7 Conclusiones, 326
- 11 PROGRAMACIÓN DINÁMICA, 335
 - 11.1 Ejemplo prototipo, 335
 - 11.2 Características de los problemas de programación dinámica, 339
 - 11.3 Programación dinámica determinística, 342
 - 11.4 Programación dinámica probabilística, 357
 - 11.5 Conclusiones, 363
- 12 TEORIA DE JUEGOS, 371
 - 12.1 Introducción, 371
 - 12.2 Solución de juegos sencillos: ejemplo prototipo, 373
 - 12.3 Juegos con estrategias mixtas, 378
 - 12.4 Procedimiento de solución gráfica, 380
 - 12.5 Solución por programación lineal, 383
 - 12.6 Extensiones, 387
 - 12.7 Conclusiones, 388

- 13 PROGRAMACION ENTERA, 395**
 - 13.1 Ejemplo prototipo, 396
 - 13.2 Otras posibilidades de formulación con variables binarias, 398
 - 13.3 Algunas perspectivas sobre la solución de problemas de programación entera, 404
 - 13.4 Técnica de ramificación y acotamiento, 408
 - 13.5 Un algoritmo de ramificación y acotamiento para programación entera binaria pura, 417
 - 13.6 Un algoritmo de ramificación y acotamiento para programación entera mixta, 422
 - 13.7 Conclusiones, 424

- 14 PROGRAMACIÓN NO LINEAL, 436**
 - 14.1 Algunas aplicaciones, 437
 - 14.2 Ilustración gráfica de problemas de programación no lineal, 441
 - 14.3 Tipos de problemas de programación no lineal, 444
 - 14.4 Optimización no restringida de una variable, 449
 - 14.5 Optimización no restringida de varias variables, 453
 - 14.6 Condiciones de Karush-Kuhn-Tucker (KKT) para optimización restringida, 459
 - 14.7 Programación cuadrática, 462
 - 14.8 Programación separable, 466
 - 14.9 Programación convexa, 474
 - 14.10 Programación no convexa, 479
 - 14.11 Conclusiones, 483

PARTE

CUATRO Modelos probabilísticos

5

- 15 PROCESOS ESTOCÁSTICOS, 505**
 - 15.1 Introducción, 505
 - 15.2 Procesos estocásticos, 505
 - 15.3 Cadenas de Markov, 507
 - 15.4 Ecuaciones de Chapman-Kolmogorov, 509
 - 15.5 Tiempos de primera pasada, 511
 - 15.6 Clasificación de estados en una cadena de Markov, 515
 - 15.7 Propiedades a largo plazo de las cadenas de Markov, 516
 - 15.8 Estados absorbentes, 523
 - 15.9 Cadenas de Markov de parámetro continuo, 524

- 16 TEORÍA DE COLAS, 531**
 - 16.1 Ejemplo prototipo, 532
 - 16.2 El modelo de colas M/M/1, 532

- 16.3 Ejemplos de un sistema de colas real, 538
 - 16.4 Papel de la distribución exponencial, 540
 - 16.5 Proceso de nacimiento y muerte, 546
 - 16.6 Modelos de colas basados en el proceso de nacimiento y muerte, 550
 - 16.7 Modelos de colas con distribuciones no exponenciales, 570
 - 16.8 Modelo de colas con disciplina de prioridades, 579
 - 16.9 Redes de colas, 585
 - 16.10 Conclusiones, 586
- 17 APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE COLAS, 597**
- 17.1 Ejemplos, 597
 - 17.2 Toma de decisiones, 599
 - 17.3 Formulación de las funciones de costo-espera, 604
 - 17.4 Modelos de decisión, 609
 - 17.5 Evaluación del tiempo de viaje, 615
 - 17.6 Conclusiones, 622
- 18 TEORÍA DE INVENTARIOS, 632**
- 18.1 Introducción, 632
 - 18.2 Componentes de los modelos de inventarios, 634
 - 18.3 Modelos determinísticos, 637
 - 18.4 Modelos estocásticos, 654
 - 18.5 Conclusiones, 682
- 19 PRONÓSTICOS, 689**
- 19.1 Introducción, 689
 - 19.2 Técnicas subjetivas, 690
 - 19.3 Series de tiempo, 691
 - 19.4 Técnicas de pronóstico, 693
 - 19.5 Regresión lineal, 700
 - 19.6 Conclusiones, 706
- 20 PROCESOS DE DECISIÓN MARKOVIANOS Y SUS APLICACIONES, 716**
- 20.1 Introducción, 716
 - 20.2 Modelos de decisión markovianos, 719
 - 20.3 Programación lineal y políticas óptimas, 723
 - 20.4 Algoritmos de mejoramiento de políticas para encontrar políticas óptimas, 727
 - 20.5 Criterio de los costos descontados, 734
 - 20.6 Modelo de recursos hidráulicos, 743
 - 20.7 Modelo de inventarios, 748
 - 20.8 Conclusiones, 753

XII CONTENIDO

- 21 **CONFIABILIDAD, 760**
 - 21.1 Introducción, 760
 - 21.2 Función estructural de un sistema, 761
 - 21.3 Confiabilidad del sistema, 763
 - 21.4 Cálculo de la confiabilidad exacta del sistema, 766
 - 21.5 Cotas sobre la confiabilidad del sistema, 770
 - 21.6 Cotas sobre la confiabilidad basadas en los tiempos de fracaso, 772
 - 21.7 Conclusiones, 776

- 22 **ANÁLISIS DE DECISIÓN, 780**
 - 22.1 Introducción, 780
 - 22.2 Toma de decisiones sin experimentación, 781
 - 22.3 Toma de decisiones con experimentación, 785
 - 22.4 Árboles de decisión, 795
 - 22.5 Función de utilidad, 798
 - 22.6 Ejemplo del carnaval, 798
 - 22.7 Conclusiones, 806

- 23 **SIMULACIÓN, 811**
 - 23.1 Ejemplos ilustrativos, 812
 - 23.2 Formulación y puesta en práctica de un modelo de simulación, 816
 - 23.3 Diseño experimental para simulación, 825
 - 23.4 Método regenerativo de análisis estadístico, 833
 - 23.5 Conclusiones, 840

APÉNDICES, 849

- 1 Convexidad, 851
- 2 Métodos de optimización clásica, 857
- 3 Matrices y operaciones con matrices, 862
- 4 Ecuaciones lineales simultáneas, 870
- 5 Tablas, 873

RESPUESTAS A PROBLEMAS SELECTOS, 883

ÍNDICE, 893