

Contenido

Prefacio xiii

CAPÍTULO UNO

Introducción 1

- 1.1 Estadística: La ciencia de los datos 2
- 1.2 Tipos de datos 5
- 1.3 El papel de la estadística 7
- 1.4 Resumen 8

Laboratorio de computación Introducción y listado de datos 10

Laboratorio de computación Acceso a un archivo de datos externo (opcional) 13

CAPÍTULO DOS

Estadística descriptiva 15

- 2.1 Métodos gráficos y numéricos para describir datos cualitativos 16
- 2.2 Métodos gráficos para describir datos cuantitativos 25
- 2.3 Métodos numéricos para describir datos cuantitativos 39
- 2.4 Medidas de tendencia central 39
- 2.5 Medidas de variación 44
- 2.6 Medidas de posición relativa 53
- 2.7 Métodos para detectar datos fuera de intervalo 57
- 2.8 Resumen 62

Laboratorio de computación Descripción gráfica y numérica de los datos 70

CAPÍTULO TRES

Probabilidad 77

- 3.1 El papel de la probabilidad en estadística 78
- 3.2 Eventos, espacios de muestreo y probabilidad 78
- 3.3 Eventos compuestos 91
- 3.4 Eventos complementarios 94
- 3.5 Probabilidad condicional 98
- 3.6 Reglas de probabilidad para uniones e intersecciones 103
- 3.7 Regla de Bayes (opcional) 116
- 3.8 Algunas reglas de conteo 119
- 3.9 Probabilidad y estadística: un ejemplo 133
- 3.10 Resumen 136

CAPÍTULO CUATRO

Variables aleatorias discretas 143

- 4.1 Variables aleatorias discretas 144
- 4.2 La distribución de probabilidad para una variable aleatoria discreta 145
- 4.3 El valor esperado de una variable aleatoria y o una función $g(y)$ de y 150
- 4.4 Algunos teoremas útiles de la esperanza 155
- 4.5 Pruebas de Bernoulli 157
- 4.6 La distribución de probabilidad binomial 159
- 4.7 La distribución de probabilidad multinomial 167
- 4.8 Las distribuciones de probabilidad binomial negativa y geométrica 174
- 4.9 La distribución de probabilidad hipergeométrica 178
- 4.10 La distribución de probabilidad de Poisson 184
- 4.11 Momentos y funciones que generan momentos (opcional) 192
- 4.12 Resumen 197

CAPÍTULO CINCO

Variables aleatorias continuas 230

- 5.1 Variables aleatorias continuas 204
- 5.2 La función de densidad de una variable aleatoria continua 206
- 5.3 Valores esperados de variables aleatorias continuas 211
- 5.4 La distribución de probabilidad uniforme 217
- 5.5 La distribución de probabilidad normal 221
- 5.6 Métodos descriptivos para determinar la normalidad 228
- 5.7 Distribuciones de probabilidad tipo gamma 235
- 5.8 La distribución de probabilidad Weibull 241
- 5.9 Distribuciones de probabilidad tipo beta 244
- 5.10 Momentos y funciones generadoras de momentos (opcional) 249
- 5.11 Resumen 251

CAPÍTULO SEIS

Distribuciones de probabilidad bivariantes 257

- 6.1 Distribuciones de probabilidad bivariantes para variables aleatorias discretas 258
- 6.2 Distribuciones de probabilidad bivariantes para variables aleatorias continuas 265
- 6.3 Valor esperado de funciones de dos variables aleatorias 271
- 6.4 Independencia 273
- 6.5 La covarianza de dos variables aleatorias 276
- 6.6 El coeficiente de correlación ρ 279
- 6.7 Valor esperado y varianza de funciones lineales de variables aleatorias (opcional) 281
- 6.8 Resumen 285

CAPÍTULO SIETE

Distribuciones de muestreo 289

- 7.1 Muestreo aleatorio 290
- 7.2 Distribuciones de muestreo 294
- 7.3 Distribuciones de probabilidad de funciones de variables aleatorias (opcional) 295
- 7.4 Aproximación de una distribución de muestreo mediante simulación 302
- 7.5 Las distribuciones de muestreo de medias y sumatorias 310
- 7.6 Aproximación normal a la distribución binomial 318
- 7.7 Distribuciones de muestreo relacionadas con la distribución normal 322
- 7.8 Resumen 328

Laboratorio de computación Generación de muestras aleatorias 332

CAPÍTULO OCHO

Estimación 337

- 8.1 Estimadores 338
- 8.2 Propiedades de los estimadores puntuales 339
- 8.3 Obtención de estimadores puntuales: Métodos de estimación 344
- 8.4 Obtención de estimadores de intervalo: El método de pivote 352
- 8.5 Estimación de la media de una población 364
- 8.6 Estimación de la diferencia entre las medias de dos poblaciones: Muestras independientes 371
- 8.7 Estimación de la diferencia entre las medias de dos poblaciones: Pares coincidentes 381
- 8.8 Estimación de la proporción de una población 387
- 8.9 Estimación de la diferencia entre las proporciones de dos poblaciones 390
- 8.10 Estimación de la varianza de una población 394
- 8.11 Estimación de la razón de las varianzas de dos poblaciones 399
- 8.12 Selección del tamaño de la muestra 405
- 8.13 Resumen 410

Laboratorio de computación Intervalos de confianza para medias 417

CAPÍTULO NUEVE

Pruebas de hipótesis 421

- 9.1 La relación entre pruebas estadísticas de hipótesis e intervalos de confianza 422
- 9.2 Elementos de una prueba estadística 423
- 9.3 Evaluación de las propiedades de una prueba estadística 424

- 9.4 Obtención de pruebas estadísticas: Un ejemplo de prueba de muestra grande 430
- 9.5 Elección de la hipótesis nula y alternativa 436
- 9.6 Prueba de la media de una población 438
- 9.7 El nivel de significancia observado de una prueba 445
- 9.8 Prueba de la diferencia entre las medias de dos poblaciones: Muestras independientes 449
- 9.9 Prueba de la diferencia entre las medias de dos poblaciones: Pares coincidentes 459
- 9.10 Prueba de la proporción de una población 465
- 9.11 Prueba de la diferencia entre las proporciones de dos poblaciones 468
- 9.12 Prueba de la varianza de una población 473
- 9.13 Prueba de la razón de las varianzas de dos poblaciones 476
- 9.14 Resumen 482
- Laboratorio de computación Prueba de medias 489

CAPÍTULO DIEZ

Análisis de datos categóricos 495

- 10.1 Datos categóricos y probabilidades multinomiales 496
- 10.2 Estimación de propabilidades de categorías en una tabla unidireccional 496
- 10.3 Prueba de probabilidades de categorías en una tabla unidireccional 501
- 10.4 Inferencias respecto a las probabilidades de categorías en una tabla bidireccional (de contingencia) 505
- 10.5 Tablas de contingencia con totales marginales fijos 515
- 10.6 Resumen 521
- Laboratorio de computación Análisis de tabla de contingencia 527

CAPÍTULO ONCE

Regresión lineal simple 531

- 11.1 Introducción 532
- 11.2 Un modelo de regresión lineal simple: Supuestos 533
- 11.3 Estimación de β_0 y β_1 : El método de mínimos cuadrados 536
- 11.4 Propiedades de los estimadores de mínimos cuadrados 547
- 11.5 Un estimador de σ^2 550
- 11.6 Determinación de la utilidad del modelo: Inferencias respecto a la pendiente β_1 553
- 11.7 El coeficiente de correlación 561
- 11.8 El coeficiente de determinación 566
- 11.9 Empleo del modelo para estimar y precedir 572
- 11.10 Regresión lineal simple en la computadora 581
- 11.11 Resumen 586

Laboratorio de computación Regresión lineal simple y correlación 594

CAPÍTULO DOCE

Análisis de regresión múltiple 599

- 12.1 Modelos lineales generales 600
- 12.2 Supuestos del modelo 603
- 12.3 Ajuste del modelo: El método de mínimos cuadrados 603
- 12.4 Las ecuaciones de mínimos cuadrados y su resolución 605
- 12.5 Propiedades de los estimadores de mínimos cuadrados 612
- 12.6 Estimación de σ^2 , la varianza de ε 613
- 12.7 Intervalos de confianza y pruebas de hipótesis para $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ 615
- 12.8 Determinación de la idoneidad de un modelo 625
- 12.9 Un intervalo de confianza para $E(y)$ 638
- 12.10 Un intervalo de predicción para un valor futuro de y 645
- 12.11 Verificación de supuestos: Análisis de residuales 648
- 12.12 Algunos peligros: Estimabilidad, multicolinealidad y extrapolación 673
- 12.13 Resumen 684

Laboratorio de computación Regresión múltiple y análisis residual 696

CAPÍTULO TRECE

Construcción de modelos 699

- 13.1 Por qué es importante la construcción de modelos 700
- 13.2 Los dos tipos de variables independientes: Cuantitativas y cualitativas 701
- 13.3 Modelos con una sola variable independiente cuantitativa 703
- 13.4 Modelos con dos variables independientes cuantitativas 712
- 13.5 Codificación de variables independientes cuantitativas (opcional) 721
- 13.6 Pruebas para comparar modelos anidados 727
- 13.7 Modelos con una variable independiente cualitativa 735
- 13.8 Comparación de las pendientes de dos o más líneas 741
- 13.9 Comparación de dos o más curvas de respuesta 755
- 13.10 Regresión por pasos 760
- 13.11 Construcción de modelos: Un ejemplo 768
- 13.12 Resumen 777

Laboratorio de computación Regresión por pasos 785

CAPÍTULO CATORCE

Análisis de varianza para experimentos diseñados 789

- 14.1 Introducción 790
- 14.2 Diseño de experimentos: Terminología 791

- 14.3 Control de la información en un experimento 792
- 14.4 Diseños que reducen el ruido 794
- 14.5 Diseños que aumentan el volumen 801
- 14.6 Selección del tamaño de la muestra 807
- 14.7 Justificación de un análisis de varianza 810
- 14.8 ANOVA para diseños totalmente aleatorizados 813
- 14.9 ANOVA para diseños de bloques aleatorizados 828
- 14.10 ANOVA para experimentos factoriales de dos factores 843
- 14.11 ANOVA para una clasificación de datos k -direccional (opcional) 864
- 14.12 ANOVA para diseños de muestreo anidado (opcional) 875
- 14.13 Procedimientos para realizar comparaciones múltiples de medias de tratamiento 890
- 14.14 Verificación de los supuestos de ANOVA 898
- 14.15 Resumen 902

Laboratorio de computación Análisis de varianza 915

CAPÍTULO QUINCE

Estadística no paramétrica 919

- 15.1 Introducción 920
- 15.2 Prueba para ubicar una sola población 922
- 15.3 Comparación de dos poblaciones: Muestras aleatorias independientes 928
- 15.4 Comparación de dos poblaciones: Diseño de pares coincidentes 937
- 15.5 Comparación de tres o más poblaciones: Diseño totalmente aleatorizado 945
- 15.6 Comparación de tres o más poblaciones: Diseño de bloques aleatorizados 952
- 15.7 Regresión no paramétrica 957
- 15.8 Resumen 966

Laboratorio de computación Pruebas no paramétricas 974

CAPÍTULO DIECISÉIS

Control de calidad y procesos estadísticos 981

- 16.1 Administración de calidad total 982
- 16.2 Gráficas de control de variables 982
- 16.3 Gráfica de control para medias: Gráfica \bar{x} 989
- 16.4 Gráfica de control para variación de proceso: Gráfica R 999
- 16.5 Detección de tendencias en una gráfica de control: Análisis de corridas 1002
- 16.6 Gráfica de control para porcentaje de productos defectuosos: Gráfica p 1004
- 16.7 Gráfica de control para el número de defectos por pieza: Gráfica c 1009

16.8 Límites de tolerancia 1013
 16.9 Muestreo de aceptación para productos defectuosos 1018
 16.10 Otros planes de muestreo (opcional) 1024
 16.11 Operaciones evolutivas (opcional) 1025
 16.12 Resumen 1027

Laboratorio de computación Gráficas de control 1030

CAPÍTULO DIECISIETE

Confiabilidad de productos y sistemas 1035

17.1 Introducción 1036
 17.2 Distribuciones de tiempo de falla 1036
 17.3 Tasas de riesgo 1038
 17.4 Prueba de vida: Muestreo censurado 1042
 17.5 Estimación de los parámetros de una distribución de tiempo de falla exponencial 1043
 17.6 Estimación de los parámetros de una distribución de tiempo de falla de Weibull 1048
 17.7 Confiabilidad de sistemas 1053
 17.8 Resumen 1059

APÉNDICE I

Álgebra de matrices 1065

I.1 Matrices y multiplicación de matrices 1066
 I.2 Matrices de identidad e inversión de matrices 1072
 I.3 Resolución de sistemas de ecuaciones lineales simultáneas 1075
 I.4 Un procedimiento para invertir una matriz 1078

APÉNDICE II

Tablas estadísticas útiles 1085

Tabla 1 Probabilidades binomiales acumulativas 1087
 Tabla 2 Exponenciales 1091
 Tabla 3 Probabilidades de Poisson acumulativas 1092
 Tabla 4 Áreas de curva normal 1094
 Tabla 5 Función gamma 1095
 Tabla 6 Números aleatorios 1096
 Tabla 7 Valores críticos de la t de Student 1099
 Tabla 8 Valores críticos de χ^2 1100
 Tabla 9 Puntos de porcentaje de la distribución F , $\alpha = .10$ 1102
 Tabla 10 Puntos de porcentaje de la distribución F , $\alpha = .05$ 1104
 Tabla 11 Puntos de porcentaje de la distribución F , $\alpha = .025$ 1106
 Tabla 12 Puntos de porcentaje de la distribución F , $\alpha = .01$ 1108

-
- Tabla 13 Puntos de porcentaje del intervalo o rango ajustado a Student $q(p, \nu), \alpha = .05$ 1110
- Tabla 14 Puntos de porcentaje del intervalo o rango ajustado a Student $q(p, \nu), \alpha = .01$ 1112
- Tabla 15 Valores críticos de T_L y T_U para la prueba Wilcoxon de suma de rangos: Muestras independientes 1114
- Tabla 16 Valores críticos de T_0 en la prueba Wilcoxon de rangos con signo de pares coincidentes 1115
- Tabla 17 Valores críticos del coeficiente de correlación de rangos de Spearman 1116
- Tabla 18 Valores críticos de C para la prueba Theil de pendiente cero 1117
- Tabla 19 Factores utilizados al construir gráficas de control 1121
- Tabla 20 Valores de K para límites de tolerancia de distribuciones normales 1122
- Tabla 21 Tamaño de muestra n para límites de tolerancia no paramétricos 1123
- Tabla 22 Letras de código de tamaño de muestra: MIL-STD-105D 1123
- Tabla 23 Una porción de la tabla maestra para inspección normal (muestreo único): MIL-STD-105D 1124

APÉNDICE III

.....

Análisis de DDT en muestras de peces, Río Tennessee, Alabama 1125

APÉNDICE IV

.....

Tiempos de unidad central de proceso (CPU) de 1,000 trabajos de cómputo 1129

APÉNDICE V

.....

Contenido de hierro (en %) de 390 especímenes de mineral de hierro 1133

APÉNDICE VI

.....

Clasificación de marcas de cigarrillos estadounidenses de la Federal Trade Commission 1137

APÉNDICE VII

.....

Tutorial ASP 1145

Respuestas a los ejercicios 1151

Índice 1177