

Inhalt

Überblick 2

Literatur: 4

Motivation 5

Leistungsgrößen 6

Leistungsbewertung im Überblick 7

Modelltypen 9

Warteschlangenmodell: 9

Petrinetz: 10

Präzedenzgraph: 12

Markov-Modell: 13

Modellierungsprozess 15

Modelluntersuchungen 16

Simulation: 16

Analytische Methoden: 17

Forderungen an das Modell: 18

Prinzipielle Vorgehensweise: 19

Beispiele 20

Terminalsystem: 20

Multiprozessorsystem: 25

Modellerstellung 29

"Central Server Model" eines Rechensystems: 30

Warteschlangenmodelle: 31

"Machine Repairman" Modell: 32

Geschlossenes (Closed) "Central Server Model": 33

Multiprozessorsystem: 34

Multiprozessorsystem mit I/O-Prozessoren: 35

Terminal System: 36

Client-Server System: 37

Kommunikationssystem mit FDDI-Ring und Ethernets: 38

Modell eines UNIX-Kerns: 44

Fertigungssysteme: 47

Einfache Wartesysteme 51

Beschreibung (Kendall'sche Notation) 51

Verteilungsfunktionen 56

Exponentialverteilung 56

Hyperexponentialverteilung: 59

Erlang-k-Verteilung: 61

Hypoexponentialverteilung: 63

Gammaverteilung: 64

Verallgemeinerte Erlangverteilung: 66

Coxverteilung: 67

Weibull-Verteilung: 70

Mittelwert, Varianz und Variationskoeffizient wichtiger Verteilungen: 71

Formeln zur Bestimmung der Parameter wichtiger Verteilungen: 72

Leistungsgrößen 75

Zustandswahrscheinlichkeit: 75

Auslastung: 76

Durchsatz: 77

Antwortzeit: 77

Wartezeit: 78

Warteschlangenlänge: 78

Anzahl der Aufträge: 79

Little's Gesetz: 79

Zusammenstellung wichtiger Formeln: 80

FIFO-Systeme: 81

M/M/1: 81

M/M/m: 84

M/M/oo-IS (Infinite Server): 87

M/M/1/K Finite Capacity: 88

Machine-Repairman-Model: 90

Tandem-Netzwerk: 93

M/G/1: 97

G/M/1: 103

G/G/1: 107

M/G/m: 109

G/G/m: 111

Prioritätssysteme 115

Prioritätssysteme ohne Verdrängung: 116

Wartezeiterhaltungsgesetz: 122

Prioritätssysteme mit Verdrängung: 124

Zeitabhängige Prioritäten: 128

Heterogene Wartesysteme 139

Approximative Analyse: 140

Heterogenes M/M/2 - System: 143

Heterogenes M/M/m - System: 146

Batch-Systeme 156

Warteschlangennetze 163

Beschreibung 165

Notation: 165

Grundlegende Gleichungen: 167

Leistungsgrößen 169

WS-Netze mit mehreren Auftragsklassen 176

Notation: 177

Leistungsgrößen: 181

Markovanalyse 186

Lösung des Markov'schen Gleichungssystems: 206

Transiente Lösung der Markov'schen Gleichungen: 211

Produktformwarteschlangennetze 217

Globales Gleichgewicht - Lokales Gleichgewicht: 217

Flussgleichungen: 217

Produktform: 227

Produktformlösungen 229

Jackson-Theorem für offene Netze: 232

Gordon/Newell-Theorem für geschlossene Netze: 239

BCMP-Theorem: 249

Effiziente Analyse von Produktformwarteschlangennetzen 259

Faltungsalgorithmus (Convolution): 259

Mittelwertanalyse (Mean Value Analysis): 272

Mittelwertanalyse für WS-Netze mit mehreren Auftragsklassen: 281

Mittelwertanalyse für WS-Netze mit lastabhängigen Bedienraten: 282

FES-Methode (Flow-Equivalent-Server-Methode): 283

Approximative Analyse von Produktformwarteschlangennetzen 290

Approximative Mittelwertanalyse (Bard-Schweitzer-Methode): 290

Summationsmethode: 299

Grenzwertanalyse: 306

Approximative Analyse von Nichtproduktformwarteschlangennetzen 315

Lösungsmöglichkeiten: 316

Geschlossene Nichtproduktformwarteschlangennetze: 317

Robustness: 318

Offene Nichtproduktformwarteschlangennetze: 323

Dekompositionsmethoden: 324

Prioritätsnetze 337

PRIOMVA: 338

Shadow-Methode: 340

Optimierung 344

Optimierung mithilfe der Summationsmethode: 346

Optimierung mithilfe des Faltungsalgorithmus: 355

Anwendungsbeispiele 359

Terminal System: 359

Multiprozessorsysteme: 364

Client-Server System: 371

Kommunikationssystem mit FDDI-Ring und Ethernets: 375

Modell eines UNIX-Kerns: 397

Flexibles Fertigungssystem: 404

Waferproduktionssystem: 412

Inhaltsverzeichnis: 415