

Kapitel 1

Elementare Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung und Leistungsmerkmale des Ethernet

	1
1.1 Einleitung	1
1.1.1 Die Binomialverteilung	3
1.1.2 Die maximale Wahrscheinlichkeit von p_1	8
1.2 Die Erfolgswahrscheinlichkeit bei k Versuchen	11
1.2.1 Die geometrische Verteilung	11
1.3 Die diskrete Zufallsvariable	15
1.3.1 Die Verteilungsfunktion einer diskreten Zufallsvariablen	16
1.4 Die durchschnittliche Anzahl der Versuche; der Erwartungswert	19
1.4.1 Die durchschnittliche Anzahl der Kollisionen; der Erwartungswert	28
1.5 Die Kanaleffizienz bei CSMA/CD	30
1.6 Der Binary Exponential Backoff-Algorithmus	38
1.6.1 Simulation der Zufälligkeit	46
1.7 Die durchschnittliche Anzahl sendender Stationen; der Erwartungswert	48
1.8 Die Poisson-Verteilung selten sendender Stationen und der Erwartungswert	54
1.9 Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse	58
1.10 Varianz und Streuung der diskreten Zufallsvariablen	64
1.10.1 Herleitung der Varianz aus der erzeugenden Funktion	68
1.10.1.1 Varianz und Streuung der geometrisch verteilten Zufallsvariablen	69
1.10.1.2 Varianz und Streuung der binomialverteilten Zufallsvariablen	71
1.10.1.3 Varianz und Streuung der Poisson-verteilten Zufallsvariablen	74
1.11 Approximation der Binomialverteilung durch die Normalverteilung	75
1.11.1 Der Erwartungswert und die Varianz einer stetigen Zufallsvariablen	100
1.11.1.1 Der Erwartungswert der $N(\mu, \sigma^2)$ -verteilten Zufallsvariablen	102
1.11.1.2 Die Varianz und die Streuung der $N(\mu, \sigma^2)$ -verteilten Zufallsvariablen	104
1.11.2 Die Wendepunkte der $N(\mu, \sigma^2)$ -verteilten Zufallsvariablen	107
1.11.3 Der Erwartungswert der $N(0,1)$ -verteilten Zufallsvariablen	110
1.11.4 Die Varianz und die Streuung der $N(0,1)$ -verteilten Zufallsvariablen	111
1.11.5 Die Wendepunkte der $N(0,1)$ -verteilten Zufallsvariablen	112
1.11.6 Die Verteilungsfunktion der normalverteilten Zufallsvariablen	116
1.12 Bedingte Wahrscheinlichkeiten und unabhängige Ereignisse	126
1.12.1 Die vollständige Wahrscheinlichkeit und die Formel von Bayes	131
1.13 Zweidimensionale diskrete Zufallsvariablen	135
1.13.1 Verteilungsfunktion einer diskreten zweidimensionalen Zufallsvariablen	145
1.14 Mehrdimensionale diskrete Zufallsvariablen	148
1.15 Summen und Produkte von zwei- und mehrdimensionalen diskreten Zufallsvariablen	154
1.15.1 Die Kovarianz von zwei- und mehrdimensionalen diskreten Zufallsvariablen	160
1.15.2 Die Verteilungsfunktion einer diskreten mehrdimensionalen Zufallsvariablen	165

Kapitel 2

Grundzüge der Informationstheorie

	169
2.1 Der Informationsgehalt (die Formel von Hartley)	169
2.2 Die Entropie (die Formel von Shannon)	173
2.3 Die Entropie unabhängiger Verbundzeichen	178

2.4 Die Entropie abhängiger Verbundzeichen	183
2.5 Informationsfluss und Kanalkapazität	204
2.6 Kontinuierliche Nachrichtenquellen und zufällige Signale	215
2.6.1 Die differentielle Entropie und Transinformation	219
2.6.2 Gleichmäßig verteilte Zufallssignale	225
2.6.3 Normalverteilte Zufallssignale	228
2.6.4 Die Kanalkapazität nach Shannon	231
Kapitel 3	
Stochastische Prozesse	234
3.1 Einführung	234
3.2 Markov-Ketten	234
3.2.1 Die Berechnung der Zustands- und Übergangswahrscheinlichkeit	237
3.2.2 Stationäre Verteilung	243
3.2.3 Die Berechnung der Ankunfts-wahrscheinlichkeiten	247
3.2.4 Die Berechnung der Übergangszeiten	250
3.3 Prozesse mit kontinuierlicher Zeit	259
3.3.1 Der Poisson-Prozess	262
3.3.2 Die Exponentialverteilung als Grenzwert der geometrischen Verteilung	267
3.4 Markov-Prozess	277
3.4.1 Der Birth- and Death-Prozess	278
3.4.2 Die M/M/1-Warteschlange	282
3.4.2.1 Die durchschnittliche Anzahl von Nachrichten im System	284
3.4.2.2 Die durchschnittliche Anzahl von Nachrichten in der Warteschlange	285
3.4.2.3 Die durchschnittliche Aufenthaltszeit einer Nachricht im System	286
3.4.2.4 Die durchschnittliche Aufenthaltszeit einer Nachricht in der Warteschlange	286
3.4.2.5 Die Formeln von Little	287
3.4.2.6 Die Gamma-Funktion und die Erlang-Verteilung	290
3.4.2.6.1 Die Verteilung der Zufallsvariablen $T = \text{Wartezeit im Warteschlangensystem}$	293
3.4.2.6.2 Die Verteilung der Zufallsvariablen $T_s = \text{Wartezeit in der Warteschlange}$	298
3.4.3 Die M/M/1/k-Warteschlange	302
3.4.3.1 Die mittlere Anzahl von Nachrichten im System	303
3.4.3.2 Die mittlere Anzahl von Nachrichten in der Warteschlange	305
3.4.3.3 Die mittlere Aufenthaltszeit einer Nachricht im System	307
3.4.3.4 Die mittlere Aufenthaltszeit einer Nachricht in der Warteschlange	308
3.4.4 Die M/M/s-Multiserver-Warteschlange	310
3.4.4.1 Die mittlere Anzahl von Nachrichten $E(L_s)$ in der Warteschlange	315
3.4.4.2 Die mittlere Aufenthaltszeit einer Nachricht $E(T_s)$ in der Warteschlange	316
3.4.4.3 Die mittlere Aufenthaltszeit einer Nachricht $E(T)$ im System	317
3.4.4.4 Die mittlere Anzahl von Nachrichten $E(L)$ im System	317
3.4.4.5 Die Erlang'sche C-Formel	318
3.4.2.6 Die Verteilung der Zufallsvariablen $T_s = \text{Wartezeit in der Warteschlange}$	321
3.4.5 Die M/M/s/k-Multiserver-Warteschlange	328
3.4.5.1 Die mittlere Anzahl von Nachrichten $E(L_s)$ in der Warteschlange	329
3.4.5.2 Die mittlere Anzahl von Nachrichten $E(L)$ im System	331
3.4.5.3 Die mittlere Aufenthaltszeit einer Nachricht $E(T_s)$ in der Warteschlange	332
3.4.5.4 Die mittlere Aufenthaltszeit einer Nachricht $E(T)$ im System	332

3.4.5.5 Die Verteilung der Zufallsvariablen T_s = Wartezeit in der Warteschlange	335
3.4.5.5.1 Die Wartezeitverteilung in der Warteschlange des M/M/1/k-Systems	341