

Dipl.-Ing. Christoph Bach, Herdecke

# **Leistungsbewertung und Optimierung von zell- basierten Medienzugriffs- verfahren für lokale Gbit/s-Netze**

Reihe **10**: Informatik/  
Kommunikationstechnik    Nr. **433**

---

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. Einleitung und Übersicht</b>                    | <b>1</b> |
| <b>2. Topologien und Medienzugriffsverfahren</b>      | <b>3</b> |
| 2.1 Evolution der lokalen Netze .....                 | 3        |
| 2.1.1 Lokale Netze der ersten Generation .....        | 3        |
| 2.1.2 Lokale Netze der zweiten Generation .....       | 4        |
| 2.1.3 Lokale Netze der dritten Generation .....       | 7        |
| 2.1.4 Lokale Netze der vierten Generation .....       | 8        |
| 2.2 Asynchronous Transfer Mode (ATM) .....            | 8        |
| 2.2.1 Historie und Grundprinzipien .....              | 9        |
| 2.2.2 Struktur einer ATM-Zelle .....                  | 9        |
| 2.2.3 B-ISDN-Protokoll-Referenzmodell .....           | 12       |
| 2.3 Topologien lokaler Netze .....                    | 13       |
| 2.3.1 Bustopologien .....                             | 14       |
| 2.3.2 Ringtopologien .....                            | 15       |
| 2.3.3 Sonstige Topologien .....                       | 15       |
| 2.4 Klassifizierung der Medienzugriffsverfahren ..... | 16       |
| 2.4.1 Aufgaben von Medienzugriffsverfahren .....      | 16       |
| 2.4.2 Basismechanismen .....                          | 17       |
| 2.5 Standardisierung .....                            | 21       |
| 2.5.1 Bestehende Standards .....                      | 21       |
| 2.5.2 Aktuelle Standardisierungsaktivitäten .....     | 23       |
| 2.6 Anforderungen .....                               | 25       |
| 2.7 Auswahl zweier Verfahren .....                    | 26       |
| 2.8 Distributed Queue Dual Bus (DQDB) .....           | 27       |
| 2.8.1 Überblick .....                                 | 27       |
| 2.8.2 Struktur eines DQDB-Slots .....                 | 28       |
| 2.8.3 Asynchrone Übertragung .....                    | 30       |
| 2.8.4 Isochrone Übertragung .....                     | 33       |
| 2.9 Asynchronous Transfer Mode Ring (ATMR) .....      | 34       |
| 2.9.1 Überblick .....                                 | 34       |
| 2.9.2 Struktur einer ATMR-Zelle .....                 | 35       |
| 2.9.3 Asynchrone Übertragung .....                    | 36       |
| 2.9.4 Isochrone Übertragung .....                     | 40       |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>3. Leistungsbewertung</b>   | <b>41</b> |
| 3.1 Methoden zur Leistungsbewertung .....                            | 41        |
| 3.2 Prinzip der zeitdiskreten, ereignisorientierten Simulation ..... | 43        |
| 3.3 Generierung von Zufallszahlen .....                              | 45        |
| 3.4 Statistische Analyse von Simulationsergebnissen.....             | 46        |
| 3.5 Kenngrößen der Leistungsbewertung.....                           | 50        |
| <b>4. Modellierung von Medienzugriffsverfahren</b>                   | <b>53</b> |
| 4.1 Konzeption der Modellierung .....                                | 53        |
| 4.2 Lastmodelle .....  | 54        |
| 4.2.1 Burst-Silence-Modell .....                                     | 55        |
| 4.2.2 Saturierter Sender .....                                       | 57        |
| 4.2.3 Constant Bit Rate-Modell.....                                  | 57        |
| 4.2.4 Verkehrsflußverteilung.....                                    | 58        |
| 4.3 Stationsmodelle .....  | 60        |
| 4.3.1 DQDB-Stationsmodell .....                                      | 60        |
| 4.3.2 ATMR-Stationsmodell .....                                      | 62        |
| 4.4 Netzmodelle .....  | 63        |
| 4.4.1 DQDB-Netzmodell.....   | 64        |
| 4.4.2 ATMR-Netzmodell .....  | 64        |
| <b>5. Entwickeltes Simulationssystem</b>                             | <b>66</b> |
| 5.1 Implementierungsgesichtspunkte .....                             | 66        |
| 5.2 Komponenten des entwickelten Simulationssystems.....             | 67        |
| 5.3 Grafische Benutzeroberfläche zur Parametereingabe .....          | 68        |
| 5.4 Simulationsprogramme .....                                       | 70        |
| 5.5 Statistische Auswertung der Simulationsergebnisse .....          | 72        |
| 5.6 Plausibilitätsprüfung der Simulationsprogramme.....              | 73        |
| 5.7 ATMR-Demonstrationsprogramm.....                                 | 75        |
| <b>6. Leistungsbewertung des ATMR-Medienzugriffsverfahrens</b>       | <b>77</b> |
| 6.1 Untersuchungsziele .....   | 77        |
| 6.2 Validierung des ATMR-Simulationsmodells.....                     | 79        |
| 6.3 Homogene Szenarien .....   | 83        |
| 6.3.1 Variation des Grundparameters des Verfahrens.....              | 83        |
| 6.3.2 Skalierbarkeit hinsichtlich der Stationsanzahl .....           | 87        |

---

|   |            |
|---|------------|
| 6.3.3 Skalierbarkeit hinsichtlich der Ringlänge .....   | 91         |
| 6.3.4 Skalierbarkeit hinsichtlich der Medienübertragungsrate .....                              | 92         |
| 6.4 Szenarien mit heterogenen Lastverhältnissen .....   | 94         |
| 6.4.1 Client-Server-Szenarium .....   | 94         |
| 6.4.2 Szenarium mit unterschiedlichen Verkehrsklassen .....                                     | 96         |
| 6.5 Szenarien mit unsymmetrischer Verkehrsflußverteilung .....                                  | 100        |
| 6.5.1 Globale und lokale Fairneß .....  | 101        |
| 6.5.2 Szenarium mit festen Kommunikationsbeziehungen und<br>homogenen Lastverhältnissen .....   | 101        |
| 6.5.3 Szenarium mit festen Kommunikationsbeziehungen und<br>heterogenen Lastverhältnissen ..... | 107        |
| 6.5.4 Szenarium mit ausgeschlossenen Zieladressen .....   | 108        |
| 6.5.5 Szenarien mit unterschiedlich belasteten Ringsegmenten.....                               | 113        |
| 6.5.6 Szenarium mit einer CBR-Quelle.....   | 119        |
| 6.6 Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse.....  | 123        |
| <b>7. Erweiterung des ATMR-Medienzugriffsverfahrens</b> .....                                   | <b>125</b> |
| 7.1 Problemstellung.....  | 125        |
| 7.2 Common-Busy-Address-Mechanismus .....   | 125        |
| 7.3 Eigenschaften und Grundparameter des Mechanismus.....                                       | 127        |
| 7.4 Szenarium mit festen Kommunikationsbeziehungen.....   | 131        |
| 7.5 Szenarium mit ausgeschlossenen Zieladressen .....   | 132        |
| 7.6 Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse.....  | 134        |
| <b>8. Leistungsbewertung des DQDB-Medienzugriffsverfahrens</b> .....                            | <b>135</b> |
| 8.1 Untersuchungsziele .....  | 135        |
| 8.2 Validierung des DQDB-Simulationsmodells.....  | 136        |
| 8.3 Homogene Szenarien .....  | 138        |
| 8.3.1 Durchsatzanalyse unter saturierten Verhältnissen .....                                    | 139        |
| 8.3.2 Variation des Grundparameters des Verfahrens .....  | 140        |
| 8.3.3 Einfluß einer ansteigenden Netzlast .....   | 142        |
| 8.3.4 Skalierbarkeit hinsichtlich der Stationsanzahl .....                                      | 144        |
| 8.3.5 Skalierbarkeit hinsichtlich der Buslänge .....  | 144        |
| 8.3.6 Skalierbarkeit hinsichtlich der Medienübertragungsrate .....                              | 146        |
| 8.4 Client-Server-Szenarium.....  | 146        |
| 8.5 Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse.....  | 148        |

---

|  |            |
|--|------------|
| 8.6 Funktioneller Vergleich der beiden Medienzugriffsverfahren ..... | 148        |
| <b>9. Zusammenfassung und Ausblick</b>                               | <b>151</b> |
| <b>Anhang A. SDL-Diagramme</b>                                       | <b>154</b> |
| A.1 Beschreibung des ATMR-Medienzugriffsverfahrens .....             | 154        |
| A.2 Beschreibung des DQDB-Medienzugriffsverfahrens.....              | 157        |
| A.3 Beschreibung des Common-Busy-Address-Mechanismus .....           | 160        |
| <b>Anhang B. Herleitungen</b>  | <b>164</b> |
| B.1 Herleitung der Gleichung 6.3 .....                               | 164        |
| B.2 Herleitung der Gleichung 6.4 .....                               | 164        |
| B.3 Herleitung der Gleichung 6.5 .....                               | 165        |
| <b>Literaturverzeichnis</b>  | <b>166</b> |