

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| I) EINFÜHRUNG | 1 |
| 1. Einleitung | 1 |
| 2. Mehrrechner-Datenbanksysteme | 7 |
| 2.1 Klassifikation von Mehrrechner-DBS | 7 |
| 2.2 DB-Sharing vs. DB-Distribution | 11 |
| 2.3 Schlüsselkonzepte zur Realisierung von Hochleistungs-DBS | 16 |
| 2.3.1 Techniken zur Erlangung hoher TA-Raten und kurzer Antwortzeiten | 17 |
| 2.3.2 Fehlertoleranz-Konzepte | 19 |
| II) ALLGEMEINE SYNCHRONISATIONSKONZEPTE IN ZENTRALISIERTEN UND VERTEILTEN DATENBANKSYSTEMEN | 22 |
| 3. Grundlagen | 22 |
| 3.1 Korrektheitskriterium der Synchronisation | 23 |
| 3.2 Anforderungen an die Synchronisationskomponente | 27 |
| 4. Synchronisationstechniken für zentralisierte DBS | 30 |
| 4.1 Sperrverfahren | 31 |
| 4.1.1 RX-, RAX-, RAC-Sperrverfahren | 31 |
| 4.1.2 Deadlock-Behandlung | 34 |
| 4.1.3 Synchronisation auf High-Traffic-Objekten | 35 |
| 4.2 Optimistische Synchronisationsverfahren | 37 |
| 4.2.1 BOCC und FOCC | 37 |
| 4.2.2 Das BOCC+-Verfahren | 41 |
| 4.2.3 Kombination mit Sperrverfahren | 43 |
| 4.2.4 Konsistenzebene 2 mit optimistischer Synchronisation | 44 |
| 4.3 Zeitmarkenverfahren | 46 |
| 4.4 Mehrversionen-Konzept | 47 |
| 4.5 Bewertung der vorgestellten Synchronisationskonzepte | 48 |
| 5. Synchronisation in verteilten Datenbanksystemen | 51 |
| 5.1 Synchronisationsverfahren bei fehlender Datenrepikation | 53 |
| 5.1.1 Sperrverfahren in VDBS | 54 |
| 5.1.2 Optimistische Protokolle in VDBS | 56 |
| 5.1.3 Zeitmarkenverfahren in VDBS | 61 |
| 5.2 Update-Problematik bei replizierten Datenbanken | 62 |

| | |
|---|-----------|
| III) SYNCHRONISATIONSVERFAHREN FÜR DB-SHARING-SYSTEME | 67 |
| 6. Systemmodell und funktionelle Komponenten | 67 |
| 6.1 Lastkontrolle bei DB-Sharing | 72 |
| 6.2 Logging und Recovery | 76 |
| 6.3 Das Veralterungsproblem | 77 |
| 6.4 Synchronisationsproblematik bei DB-Sharing | 81 |
| 6.5 Abhängigkeiten funktioneller Komponenten in DB-Sharing-Systemen | 84 |
| 7. Das Primary-Copy-Sperrverfahren | 88 |
| 7.1 Basisverfahren | 88 |
| 7.2 Optimierte Synchronisierung von Lesezugriffen | 95 |
| 7.3 Integrierte Lösung des Veralterungsproblems | 102 |
| 7.4 Kooperation mit der Lastkontrolle | 111 |
| 7.5 Behandlung von Rechnerausfällen | 116 |
| 8. Weitere Sperrverfahren für DB-Sharing | 125 |
| 8.1 Zentrale Sperrverfahren | 125 |
| 8.2 Synchronisation bei den DEC VAX-Clustern und bei AIM/SRCF | 132 |
| 8.3 Pass-the-Buck-Protokolle | 133 |
| 8.3.1 Synchronisation bei IMS Data Sharing | 133 |
| 8.3.2 Erweiterungen des Pass-the-Buck-Protokolls | 135 |
| 9. Optimistische Synchronisationsverfahren für DB-Sharing | 141 |
| 9.1 Optimistische Protokolle mit zentraler Validierung | 142 |
| 9.2 Optimistische Protokolle mit verteilter Validierung | 146 |
| 9.2.1 Token-Ring-Ansatz | 147 |
| 9.2.2 Broadcast-Validierung | 149 |
| 9.2.3 Primary-Copy-artige Synchronisation | 153 |
| 9.2.3.1 Broadcast-Validierung mit Primary-Copy-artiger Synchronisation | 154 |
| 9.2.3.2 Kombination mit dem Primary-Copy-Sperrverfahren..... | 157 |
| 9.3 Abschätzung des Validierungs- und Kommunikationsaufwandes | 159 |
| 10. Entwurfsalternativen und Optimierungsmöglichkeiten | 163 |
| 10.1 Asynchrone Sperranforderungen | 163 |
| 10.2 Mehrversionen-Konzept bei DB-Sharing | 164 |
| 10.3 Beschränkung auf Konsistenzebene 2 | 169 |
| 10.4 Einsatz einer nahen Rechnerkopplung | 170 |
| 10.5 Synchronisation auf Eintrags- und Satzebene | 174 |
| 10.6 Synchronisation von High-Traffic-Objekten bei DB-Sharing | 176 |
| 11. Vergleich der vorgestellten Konzepte und Verfahren | 179 |

| | |
|--|------------|
| IV) QUANTITATIVE LEISTUNGSUNTERSUCHUNGEN | 189 |
| 12. Existierende Leistungsanalysen zur Synchronisation in DBS | 189 |
| 12.1 Methoden der quantitativen Leistungsbewertung von Synchronisationsverfahren .. | 189 |
| 12.2 Existierende Leistungsanalysen für zentralisierte und verteilte DBS | 191 |
| 12.3 Existierende Leistungsanalysen für DB-Sharing | 194 |
| 12.3.1 Arbeiten am IBM Research Center in Yorktown Heights | 195 |
| 12.3.2 Simulationsarbeiten an der Universität Stuttgart | 199 |
| 12.3.3 Bisherige empirische Simulationen an der Universität Kaiserslautern | 200 |
| 13. Beschreibung des implementierten Simulationssystems sowie der verwendeten Referenz-Strings | 203 |
| 13.1 Aufbau der Referenz-Strings | 204 |
| 13.2 Aufbau, Parametrisierung und Realisierung des Simulationssystems | 206 |
| 13.2.1 Grobstruktur und Parametrisierung des Systems | 205 |
| 13.2.2 Die Simulationssteuerung | 207 |
| 13.2.3 Abarbeitung der Referenzsätze | 211 |
| 13.2.4 Der Referenz-Manager | 214 |
| 13.2.5 Die Synchronisationskomponente | 215 |
| 13.2.6 Systempufferverwaltung und Logging | 218 |
| 13.2.7 Das Kommunikationssystem | 220 |
| 13.3 Beschreibung der Transaktionslasten | 221 |
| 13.4 Bestimmung der Routing-Tabellen und PCA-Verteilungen | 223 |
| 13.5 Ergebnisgrößen und Ausgabedaten | 226 |
| 14. Quantitative Bewertung des Primary-Copy-Sperrverfahrens | 229 |
| 14.1 Einfluß der Synchronisation auf FPA/DBTT-Seiten | 229 |
| 14.1.1 Durchsatzverhalten | 229 |
| 14.1.2 CPU-Auslastung | 234 |
| 14.1.3 Antwortzeitverhalten | 240 |
| 14.1.4 E/A-Verhalten | 246 |
| 14.1.5 Sperr- und Kommunikationsverhalten | 248 |
| 14.2 Einfluß der Lastverteilung | 257 |
| 14.3 Einfluß der Kommunikationskosten | 260 |
| 14.4 Zusammenfassende Bewertung der Simulationsresultate | 267 |
| 15. Quantitative Analyse weiterer Synchronisationsprotokolle für DB-Sharing | 270 |
| 15.1 Simulationsergebnisse für die Token-Ring-Protokolle | 270 |
| 15.1.1 Ergebnisse bei TER | 270 |
| 15.1.2 Ergebnisse bei DOD | 280 |
| 15.1.3 Zusammenfassende Bewertung | 285 |
| 15.2 Beurteilung der Synchronisationsverfahren unter zentraler Kontrolle | 288 |
| V) RESÜMEE UND AUSBLICK | 292 |
| VI) LITERATUR | 299 |
| Lebenslauf des Verfassers | 311 |