

**Hagen Höpfner · Can Türker · Birgitta König-Ries**

# **Mobile Datenbanken und Informationssysteme**

**Konzepte und Techniken**

Mit Beiträgen von Christoph Gollmick, Astrid Lubinski, Marco Plack,  
Michael Klein und Philipp Obreiter



**dpunkt.verlag**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung und Motivation</b> .....	<b>1</b>
1.1	Rahmenbedingungen .....	1
1.2	Anforderungen und neue Möglichkeiten .....	2
1.3	Anwendungsbeispiel .....	3
1.4	Gliederung des Buches .....	6
1.5	Wegweiser .....	7
1.6	Konventionen .....	8
1.7	Weitere Informationen .....	8
<b>2</b>	<b>Technische Grundlagen</b> .....	<b>9</b>
2.1	Mobile Endgeräte .....	9
2.1.1	Klassifikation .....	9
2.1.2	Betriebssysteme für mobile Endgeräte .....	11
2.2	Drahtlose Netzwerke .....	14
2.2.1	Das ISO/OSI-Referenzmodell .....	15
2.2.2	Das TCP/IP-Referenzmodell .....	18
2.2.3	Signalübertragung im Raum .....	20
2.2.4	Klassifikation drahtloser Netze .....	23
2.2.5	WLAN IEEE 802.11 .....	24
2.2.6	Bluetooth .....	27
2.2.7	GSM .....	29
2.2.8	UMTS .....	32
2.2.9	Vergleich der Kommunikationstechniken .....	34
2.2.10	Mobile IP .....	35
2.3	Verfahren zur Positionsbestimmung .....	36
2.3.1	Satellitenbasierte Positionsbestimmung .....	37
2.3.2	Netzwerkgestützte Positionsbestimmung .....	38
2.4	Weiterführende Literatur .....	40
<b>3</b>	<b>Lokationsmanagement</b> .....	<b>41</b>
3.1	Motivation und Einordnung .....	41
3.2	Dimensionen der Mobilität .....	43
3.3	Basislösung .....	43

3.3.1	Freiheitsgrade	44
3.3.2	Verfahren	47
3.4	Optimierungsmöglichkeiten bei der Suche	50
3.4.1	Replikation von Lokationsinformation	51
3.4.2	Caching von Lokationsinformation	52
3.5	Optimierungsmöglichkeiten bei der Änderung	53
3.6	Entscheidungskriterien	54
3.7	Lokationsmanagement in GSM-Netzen	54
3.8	Lokationsmanagement bei Mobile IP	55
3.9	Zusammenfassung	56
3.10	Weiterführende Literatur	56
3.11	Übungsaufgaben	57
<b>4</b>	<b>Vermittlung von Diensten</b>	<b>59</b>
4.1	Nutzung von Diensten	59
4.2	Übersicht über die Dienstvermittlung	61
4.3	Overlays zur Dienstvermittlung	63
4.3.1	Grundlegendes zu Overlays	63
4.3.2	Dimensionen von Dienstvermittlungsoverlays	65
4.4	Aufgeprägte Overlays zur Nachrichtenverteilung	67
4.4.1	Proaktive Verfahren	67
4.4.2	Reaktive Verfahren	69
4.4.3	Hybride Strukturen	70
4.5	Aufgeprägte Strukturen zur Adressabbildung	74
4.6	Selbstorganisierende Strukturen zur Nachrichtenverteilung	76
4.7	Semantikorientierte Strukturen	77
4.8	Zusammenfassung	79
4.9	Weiterführende Literatur	81
4.10	Übungsaufgaben	81
<b>5</b>	<b>Anfragen mobiler Nutzer</b>	<b>85</b>
5.1	Grundlagen: Lokation und Anfragen	85
5.2	Umgang mit Lokationsinformationen	87
5.2.1	Konvertieren von Lokationsinformationen	87
5.2.2	Vergleich von Lokationsinformationen	89
5.2.3	Lokationshierarchie	90
5.3	Formalisierung von Anfragen	92
5.3.1	Lokationsbewusste Anfragen	93
5.3.2	Lokationsabhängige Anfragen	93
5.4	Kontextabhängige Anfragetransformation	94
5.4.1	Anfragetransformation mittels Selektionsbedingungen	95
5.4.2	Anfragetransformation mittels Projektionsänderung	96
5.4.3	Anfragetransformation mittels Abstraktion	97

5.4.4	Anfragetransformation mittels Sortierung .....	98
5.5	Anpassung von Anfrageergebnissen .....	99
5.6	Weiterführende Literatur .....	102
5.7	Übungsaufgaben .....	103
<b>6</b>	<b>Bewegliche Objekte in Datenbanken .....</b>	<b>105</b>
6.1	Grundannahmen über die Eigenschaften beweglicher Objekte ...	105
6.2	Anforderungen an die Datenbank .....	106
6.3	Speicherung und Darstellung beweglicher Objekte .....	109
6.3.1	Erweitertes Datenmodell .....	109
6.3.2	Ungenauigkeit und Unsicherheit .....	110
6.3.3	Beispiel für die Darstellung von Objekten .....	112
6.4	Indexierung von beweglichen Objekten .....	112
6.4.1	Indexierungsarten .....	113
6.4.2	Indexierung unter Unsicherheit .....	115
6.4.3	Indexstrukturen .....	115
6.5	Anfragen an bewegliche Objekte .....	116
6.5.1	Historien und Anfragearten .....	116
6.5.2	Anfragebearbeitung .....	117
6.5.3	Die Anfragesprache FTL .....	119
6.5.4	Einbeziehung von Unsicherheit in FTL .....	120
6.6	Zusammenfassung .....	122
6.7	Weiterführende Literatur .....	122
6.8	Übungsaufgaben .....	123
<b>7</b>	<b>Informationsanpassung .....</b>	<b>125</b>
7.1	Gleichwertigkeit von Information .....	125
7.2	Rahmenbedingungen der Anpassung .....	126
7.2.1	Technische Rahmenbedingungen .....	127
7.2.2	Benutzerkontexte .....	128
7.2.3	Beschreibung der Rahmenbedingungen .....	128
7.3	Statische Anpassung von Daten .....	130
7.4	Dynamische Anpassung von Daten .....	132
7.4.1	Rein syntaktische Anpassung von Daten .....	132
7.4.2	Anpassung durch Substituierung von Ressourcen .....	133
7.4.3	Dynamische Anpassung am Beispiel von Bilddaten .....	134
7.4.4	Adaptive Anpassung am Beispiel von Videos .....	135
7.4.5	Berücksichtigung gleichzeitig ablaufender Anwendungen .....	137
7.4.6	Weitere Möglichkeiten .....	137
7.5	Weiterführende Literatur .....	138
7.6	Übungsaufgaben .....	138

<b>8</b>	<b>Mobile Transaktionen</b> .....	<b>141</b>
8.1	Grundlegende Begriffe und Probleme .....	141
8.1.1	Das Atomaritätsproblem .....	142
8.1.2	Das Isolationsproblem .....	143
8.1.3	ACID-Transaktionen .....	144
8.1.4	Probleme mit ACID-Transaktionen .....	145
8.2	Transaktionsmodelle .....	147
8.2.1	Modell der flachen Transaktionen .....	147
8.2.2	Modell der geschachtelten Transaktionen .....	150
8.2.3	Modell der Mehrschichtentransaktionen .....	154
8.2.4	Modell der Flex-Transaktionen .....	155
8.2.5	Modell der verteilten Transaktionen .....	157
8.2.6	Modell der föderierten Transaktionen .....	160
8.3	Spezielle Anforderungen durch die Mobilität .....	165
8.4	Modelle für mobile Transaktionen .....	166
8.4.1	Berichtende und Co-Transaktionen .....	167
8.4.2	Kangaroo-Transaktionen .....	168
8.4.3	Pro-Motion .....	170
8.4.4	Toggle-Transaktionen .....	172
8.4.5	Moflex-Transaktionen .....	176
8.5	Weiterführende Literatur .....	179
8.6	Übungsaufgaben .....	179
<b>9</b>	<b>Semantisches Caching</b> .....	<b>181</b>
9.1	Begriffliche Abgrenzung .....	181
9.2	Semantische Indexierung .....	184
9.3	Anfragerepräsentation .....	186
9.4	Anfrageverarbeitung .....	187
9.5	Semantische Regionen .....	192
9.5.1	Cluster-Bildung .....	192
9.5.2	Cache-Partitionierung .....	197
9.6	Nutzung von Lokationsinformationen .....	199
9.7	Ersetzungsstrategien .....	201
9.8	Cache-Kohärenz .....	203
9.8.1	Entwertung inkorrektter Cache-Einträge .....	203
9.8.2	Aktualisierung des Caches .....	205
9.9	Weiterführende Literatur .....	205
9.10	Übungsaufgaben .....	206
<b>10</b>	<b>Horten von Daten</b> .....	<b>207</b>
10.1	Anfrageerweiterung .....	207
10.2	Dateibasiertes Horten .....	208
10.2.1	Manuelles Hoarding .....	209

10.2.2	Nutzung von Dateieigenschaften .....	210
10.2.3	Analyse von Dateizugriffsmustern .....	211
10.2.4	Ausnutzung von Lokationsinformationen .....	214
10.3	Weiterführende Literatur .....	214
<b>11</b>	<b>Replikation und Synchronisation .....</b>	<b>217</b>
11.1	Einführung in mobile Datenbanksysteme .....	217
11.1.1	Architekturen mobiler Datenbanksysteme .....	218
11.1.2	Aspekte verteilter Datenbanksystemarchitekturen .....	219
11.2	Replikate und ihre Auswahl .....	222
11.2.1	Auswahl in zwei Stufen .....	223
11.3	Transaktionsverarbeitung und Replikation .....	225
11.3.1	Geschachtelte Server-Transaktionen .....	225
11.3.2	Pessimistische vs. optimistische Synchronisation .....	226
11.4	Konfliktvermeidende Synchronisationsverfahren .....	227
11.4.1	Sperrverfahren .....	227
11.4.2	Das Escrow-Verfahren .....	230
11.4.3	Das Key-Pool-Verfahren .....	231
11.4.4	Das Slot-Verfahren .....	231
11.5	Konfliktauflösende Synchronisationsverfahren .....	232
11.5.1	Optimistische Synchronisation .....	232
11.5.2	Korrektheitskriterium der Abbildisolation .....	233
11.5.3	Datenorientierte Synchronisation .....	236
11.5.4	Transaktionsorientierte Synchronisation .....	239
11.5.5	Semantikbasierte Synchronisation .....	239
11.6	Weiterführende Literatur .....	240
11.7	Übungsaufgaben .....	240
<b>12</b>	<b>Informationsverbreitung .....</b>	<b>241</b>
12.1	Einführung .....	241
12.2	Publish/Subscribe-Systeme .....	243
12.2.1	Klassische Publish/Subscribe-Systeme .....	243
12.2.2	Anpassungen für mobile, drahtlose Umgebungen .....	245
12.3	Broadcast-Systeme .....	246
12.3.1	Zusammenstellen des Übertragungsprogramms .....	247
12.3.2	Effizienter Zugriff auf die übertragene Information .....	254
12.3.3	Optimale Ausnutzung des Übertragungsmediums .....	256
12.4	Weiterführende Literatur .....	257
12.5	Übungsaufgaben .....	257

<b>13</b>	<b>Kommerzielle mobile Datenbanksysteme</b> .....	<b>261</b>
13.1	Oracle Lite .....	261
13.1.1	Architekturüberblick .....	262
13.1.2	Replikation .....	263
13.1.3	Anfragen, Änderungen und Transaktionen .....	264
13.1.4	Synchronisation .....	265
13.1.5	Konfliktbehandlung .....	266
13.2	IBM DB2 Everyplace .....	267
13.2.1	Architekturüberblick .....	267
13.2.2	Replikation .....	269
13.2.3	Anfragen, Änderungen und Transaktionen .....	269
13.2.4	Synchronisation .....	270
13.2.5	Konfliktbehandlung .....	272
13.3	Microsoft SQL Server CE .....	272
13.3.1	Architekturüberblick .....	272
13.3.2	Replikation .....	274
13.3.3	Anfragen, Änderungen und Transaktionen .....	275
13.3.4	Synchronisation .....	276
13.3.5	Konfliktbehandlung .....	276
13.4	Sybase Adaptive Server Anywhere .....	276
13.4.1	Architekturüberblick .....	277
13.4.2	Replikation .....	278
13.4.3	Anfragen, Änderungen und Transaktionen .....	280
13.4.4	Synchronisation .....	280
13.4.5	Konfliktbehandlung .....	282
13.5	Weiterführende Literatur .....	282
13.6	Übungsaufgaben .....	283
<b>14</b>	<b>Schlussbemerkungen und Ausblick</b> .....	<b>285</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>289</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>295</b>
	<b>Index</b> .....	<b>311</b>