

Integrierte Meß- und Bilddatenhaltung für Umweltdatenbanken

- Systemvorführung -

Peter Baumann

Rasdaman, Bunsenstr. 4, D-81735 München
E-Mail: baumann@rasdaman.com

Kurzfassung

Traditionell werden Luft/Satellitenbilder und andere Rasterdaten im Dateisystem gehalten, während die Ablage von Meta- und Vektordaten in Datenbanken heutzutage mehr oder weniger Standard ist. Erst jüngst wird Datenbankunterstützung auch für große Rasterdaten in größerem Umfang diskutiert und gefordert.

Rasdaman ist ein applikationsneutrales Client/Server-Datenbanksystem, welches die klassischen Datenbankvorteile Anfragesprache, serverseitige Optimierung, Transaktions- und Speicher-verwaltung für Rasterdaten aller Art und Dimension bereitstellt. Damit wird eine Lücke in der umfassenden, integrierten Verwaltung von Geo- und Umweltdaten geschlossen.

An Hand folgender Echtdaten unterschiedlicher Dimensionalität und Auflösung wird raum-zeitliches Raster-Retrieval mit rasdaman praktisch demonstriert: 1D-Meßreihen, blattschnittfreie 2D-Karten (Luftbild, TK, DHM), 3D-Zeitreihen, 4D-Klimasimulationen.

1 Das rasdaman-System

Die Array-Middleware rasdaman ist ein Client/Server-System mit einer Array-Anfragesprache, welche ISO-SQL92 um deklarative Array-Operatoren erweitert. Die parallele Anfrageauswertung von Arrays oder *Multidimensionalen Diskreten Objekten* (MDD) benutzt transparente Mechanismen zur Verbesserung der Performance und Speicherausnutzung, z.B. regelbasierte Optimierung, automatische Partitionierung (Kachelung), Geo-Indexierung, Kompression, Anbindung von Tertiärspeichermedien. Die Ablage erfolgt in einer relationalen Datenbank, etwa Oracle, IBM DB2 oder IBM Informix. Anfragesprache, Optimierung und Speicherverwaltung basieren auf der rasdaman Array-Algebra als mathematischem Fundament.

In mehreren EU-Projekten wurde rasdaman eingesetzt bzw. weiterentwickelt, u.a. RasDaMan (www.forwiss.tu-muenchen.de/~rasdaman), ESTEDI (www.estedi.org), FOREMMS (foremms.nr.no) EuroClim (euroclim.nr.no). Derzeit wird rasdaman in 12 Nationen (einschl. USA und GUS) eingesetzt, hauptsächlich als Geo-Rasterserver¹.

Der holistische Ansatz, der bei von rasdaman verfolgt wurde, macht das System außerdem zu einer geeigneten Basis für die Untersuchung aller Aspekte datenbankgestützter Rasterdatenhaltung.

1.1 Konzeptuelles Modell

Das konzeptuelle Modell von rasdaman basiert auf n-dimensionalen Arrays (im Programmiersprachensinn), welche von beliebiger Dimension und Ausdehnung sein können [Bau94]. Das dynamische Typsystem [Wid00] unterstützt alle C/C++-Typen als Array-Zellentyp, einschließlich geschachtelter structs und ausschließlich Zeigertypen. Die Ober- und Untergrenze jeder Dimension kann zur Typdefinitionszeit festgelegt oder variabel gelassen werden. Die Typdefinition geschieht durch die Definitionssprache rasdl, welche auf der ODMG ODL (Object Definition Language) basiert.

Die rasdaman-Anfragesprache, rasql, bietet MDD-Primitive eingebettet in SQL92; wie üblich gibt eine select-Anfrage ein homogenes Resultatset zurück. Array-wertige Ausdrücke können in der select- und in der where-Klausel verwendet werden. Die Mächtigkeit reicht bis ausschließlich

¹ in Deutschland u.a. als offizieller Rasterserver mehrerer Landesvermessungsämter

rekursiven Operationen, so dass jede Anfrage terminiert und mithin rasql sicher in der Auswertung ist. Details der unterliegenden rasdaman Array-Algebra sind in [Bau99] beschrieben.

1.2 Speicherverwaltung

MDD-Objekte werden intern partitioniert in sog. Kacheln. Die Partitionierung ist nicht auf reguläre Gitter beschränkt. Eine Reihe von Kachelungsstrategien steht für den Datenbankprogrammierer zur Verfügung, um eine für bestimmte Anfragesets optimale Kachelung einzurichten. Nähere Beschreibungen und Benchmarks finden sich in [Fur99]. Jede Kachel wird in ein relationales BLOB gespeichert. Geindexverfahren (u.a. R+-Baum) sorgen für die schnelle Selektion der für eine Anfrage benötigten Kacheln.

Wiewohl heutige Plattensysteme bereits Terabyte-Archive erlauben (z.B. beim Orthophoto des Bayer. Landesvermessungsamts), erlaubt rasdaman auch eine MDD-Ablage in Tertiärspeichern, etwa Bandarchiven [Rei02]. Die Ein- und Auslagerung erfolgt wahlweise automatisch oder manuell, wobei der Speicherverwalter räumliche Clusterung auf dem Tertiärspeicher berücksichtigt.

1.3 Anfrageverarbeitung

In rasdaman stehen etwa 150 Ersetzungsregeln für heuristische Optimierung zur Verfügung [Rit99]. Beispiele sind "*pull out disjunctions while aggregating cell values of an MDD using logical or*" oder "*push down geometric operations to expression leaves*". Die letztere Regel erreicht, dass nur die minimale Datenmenge gelesen wird, welche für die Berechnung des Anfrageunterbaums erforderlich ist. Das Prinzip der *Common Subexpression Elimination* wurde um räumliche Überlappung erweitert, um Gebiete jeweils nur einmal zu laden. Die Kachel-basierte Abarbeitung des Anfragebaums bewirkt, dass pro Zeitpunkt nur die minimale erforderliche Kachelanzahl im Hauptspeicher gehalten werden muss.

Der rasdaman-Server unterstützt Inter-MDD-Parallelität, in dem eine Anfrage an einen Server im Pool zugewiesen wird. Derzeit erfolgt die Erweiterung um Intra-Objekt-Parallelität, so dass eine Anfrage auf mehrere CPUs bzw. Rechner verteilt werden kann [Hah02].

2 Demonstration

Die Demonstration von rasdaman erfolgt über das graphisch-interaktive Frontend rView und über Web-Browser. Die C++-Applikation rView erlaubt das Absetzen von rasql-Anfragen an eine Datenbank und die Visualisierung von 1D- bis 4D-Anfrageergebnissen. Das Java-Servlet rasgeo generiert puren HTML-Zugang für Standard-Webbrowser, um auf 2D-Karten zu navigieren, sie zu überlagern und einzufärben. Die Beispieldatensätze umfassen mehrere Dutzend GB große 2D-Georaster (Orthophotos, TK, DHM), 3D-Zeitreihen und eine 4D-Klimasimulation.

Referenzen

- [Bau99] P. Baumann: *A Database Array Algebra for Spatio-Temporal Data and Beyond*. Next Generation Information Technology and Systems (NGITS) '99, Zikhron Yaakov, Israel, 1999.
- [Bau94] P. Baumann: *On the Management of Multidimensional Discrete Data*. VLDB Journal 4(3)1994, Special Issue on Spatial Database Systems, pp. 401-444.
- [Fur99] P. Furtado, P. Baumann: *Storage of Multidimensional Arrays Based on Arbitrary Tiling*. ICDE'99, Sidney - Australia 1999.
- [Hah02] Karl Hahn, Bernd Reiner, Gabriele Höfling, Peter Baumann: *Parallel Query Support for Multidimensional Data: Inter-object Parallelism*. 13th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA), September 2-6, 2002, Aix en Provence, France.
- [Rei02] Bernd Reiner, Karl Hahn, Gabriele Höfling, Peter Baumann: *Hierarchical Storage Support and Management for Large-Scale Multidimensional Array Database Management Systems*. 3th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA), September 2-6, 2002, Aix en Provence, France.
- [Rit99] R. Ritsch: *Optimization and Evaluation of Array Queries in Database Management Systems*. PhD Thesis, Technische Universität München, 1999.
- [Wid00] N. Widmann: *Efficient Operation Execution on Multidimensional Array Data*. PhD Thesis, Technische Universität München, 2000.