

Prof. Dr. Hans-Peter Kriegel  
Dr. Matthias Renz

**Übungen zur Vorlesung**  
***Index- und Speicherungsstrukturen für Datenbanksysteme***  
Wintersemester 2010/11

**Blatt 8**

**Besprechung der Aufgaben: Montag, 20.12.2010**

**Aufgabe 9.1:** Verwaltung von Z-Werten in einem  $B^+$ -Baum

Gegeben sei ein  $B^+$ -Baum, der zweidimensionale Punkte gemäß ihrer Z-Ordnung verwaltet. Man verdeutliche sich die Algorithmen für:

- a) Exact Match Query
- b) Range Query

**Aufgabe 9.2:** Z-Ordnung, Quadtree-Zellen Kodierung

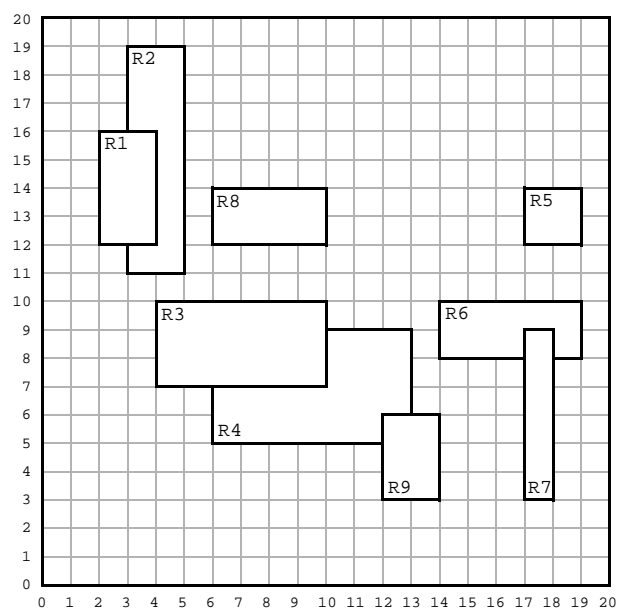
Gegeben sei ein  $2^L \times 2^L$  Gitter für  $L \in \mathbb{N}$ . Formulieren Sie einen Algorithmus, der aus den Koordinaten einer beliebigen Zelle  $P = (x, y)$  dieses Gitters den zugehörigen Z-Wert  $Z(P) = (c, l)$  bestimmt. Sie können, falls nötig, die folgenden Funktionen verwenden:

- (i) `decimalToBinary(n) --> b`: bildet eine Dezimalzahl  $n$  auf ihre Binärdarstellung  $b$  ab
- (ii) `binaryToDecimal(b) --> n`: bildet eine Binärzahl  $b$  auf ihre Dezimaldarstellung  $n$  ab  
Dabei ist  $0 \leq n \leq 2^{2L}$  eine ganze Zahl und  $b$  ein Bit-Array der Länge  $2L$ , das die Binärdarstellung von  $n$  mit eventuellen führenden Nullen enthält.

**Aufgabe 9.3:** R-Baum

Gegeben sei eine Menge räumlich ausgedehnter Objekte (z.B. Polygone), die durch die folgenden 2-dimensionalen minimal-umgebenden Rechtecke (MURs) R1 bis R9 approximiert werden. Die  $(x_1, y_1)$  Koordinaten entsprechen der linken unteren, die  $(x_2, y_2)$  Koordinaten der rechten oberen Ecke des Rechtecks.

MUR	$(x_1, y_1)$	$(x_2, y_2)$
R1	(2, 12)	(4, 16)
R2	(3, 11)	(5, 19)
R3	(4, 7)	(10, 10)
R4	(6, 5)	(13, 9)
R5	(17, 12)	(19, 14)
R6	(14, 8)	(19, 10)
R7	(17, 3)	(18, 9)
R8	(6, 12)	(10, 14)
R9	(12, 3)	(14, 6)



- a) Speichern Sie die MURs in der Reihenfolge R1 bis R9 in einem R-Baum ( $m = 2, M = 3$ ). Geben Sie nach jeder Einfügeoperation die sich ergebende Suchraumpartitionierung grafisch (d.h. schrittweises Einzeichnen der Directoryrechtecke in die Grafik rechts oben)

**Übungen zur Vorlesung**  
***Index- und Speicherungsstrukturen für Datenbanksysteme***  
Wintersemester 2010/11

und die Veränderungen des R-Baums (als Baumstruktur) an.

Bei dem Einfügen sollen folgende Einfüge- bzw. Splitstrategien verwendet werden:

Einfügestrategie: es soll immer dort eingefügt werden, wo durch das Einfügen der geringste Flächenzuwachs erfolgt!

Splitstrategie: es soll immer so aufgeteilt werden, daß der überdeckte tote Raum minimal ist!

- b) Löschen Sie aus dem in a) entstandenen R-Baum den durch das MUR R1 beschriebenen Bereich. Geben Sie wie in a) die sich ergebende Suchraumpartitionierung und die Veränderungen des R-Baums an.

Bemerkung: wenn durch das Löschen unterfüllte Knoten entstehen, werden die verbleibenden Rechtecke neu eingefügt (ReInsert).

**Aufgabe 9.4:**  $R^{(*)}$ -Baum R-Bäume bzw.  $R^*$ -Bäume sind mit dem  $B^+$ -Baum verwandt.

- a) Worin gleichen sich  $R^{(*)}$ -Baum und  $B^+$ -Baum? Was sind die wesentlichen Unterschiede?  
b) Wie könnte man einen  $B^+$ -Baum mit Hilfe eines  $R^{(*)}$ -Baumes implementieren?

**Frohe Weihnachten und ein guten Rutsch ins Jahr 2011**