Lehrstuhl für Informatik I
— Informationsstrukturen und wissensbasierte Systeme —
Universität Würzburg

Prof. Dr. H. Noltemeier

Würzburg, 25. Juni 1998

Übungen zur Vorlesung
Praktische Informatik II (SS98)

5. Übungsblatt

Aufgabe 17: (Aufspießanfragen)

Sei I eine Menge von n ganzzahligen Intervallen $[a_j, b_j]$ mit $0 < a_j < b_j \leq N$, $a_j, b_j \in \mathbb{N}$ für $j = 1, \ldots, n$.

Vergleichen und diskutieren Sie Vor- und Nachteile der Realisierung von Aufspießanfragen („Welche Intervalle aus I enthalten den Anfragepunkt $q \in \mathbb{R}$?")

- mittels Segmentbaum,
- mittels 3-seitiger Bereichssuche im geeignet gewählten Prioritätssuchbaum.

Betrachten Sie dabei auch den Fall $n > N$. (**4 Punkte**)

Aufgabe 18: (Rechteckbaum; R-Tree)

Ein R-Tree ist ein höhenbalancierter Baum ähnlich dem B-Baum. Die Blätter des R-Tree enthalten Einträge der Form (I,*Tupel-Identifier*), wobei *Tupel-Identifier* ein räumliches Objekt O_i referenziert und $I = (I_1, \ldots, I_n)$ ein n-dimensionales achsenparalleles Rechteck ist, welches der bounding-box des räumlichen Objektes O_i entspricht. Dabei ist n die Dimension der zugrundeliegenden räumlichen Objekte und I_j ein abgeschlossenes Intervall $[a_j, b_j]$, das die Ausdehnung des Objektes O_i in der j-ten Dimension beschreibt.

Ein Nicht-Blatt v enthält Einträge der Form (I, *child-pointer*), wobei *child-pointer* die Adresse eines Sohnes von v ist und I alle Rechtecke in dem zu v gehörigen Teilbaum als bounding-box umfaßt.

Genauer gilt folgende Definition:

Ein R-Tree ist ein M-närer Wurzelbaum mit

1. Jedes Blatt ungleich der Wurzel enthält zwischen m und M Einträge.
2. Für jeden Eintrag (I,*Tupel-Identifier*) in einem Blatt ist I das kleinste achsenparallele Rechteck, das das n-dimensionale Datenobjekt umfaßt, auf das der Tupel-Identifier referenziert („bounding-box").
3. Jedes Nicht-Blatt ungleich der Wurzel hat zwischen m und M Söhne.

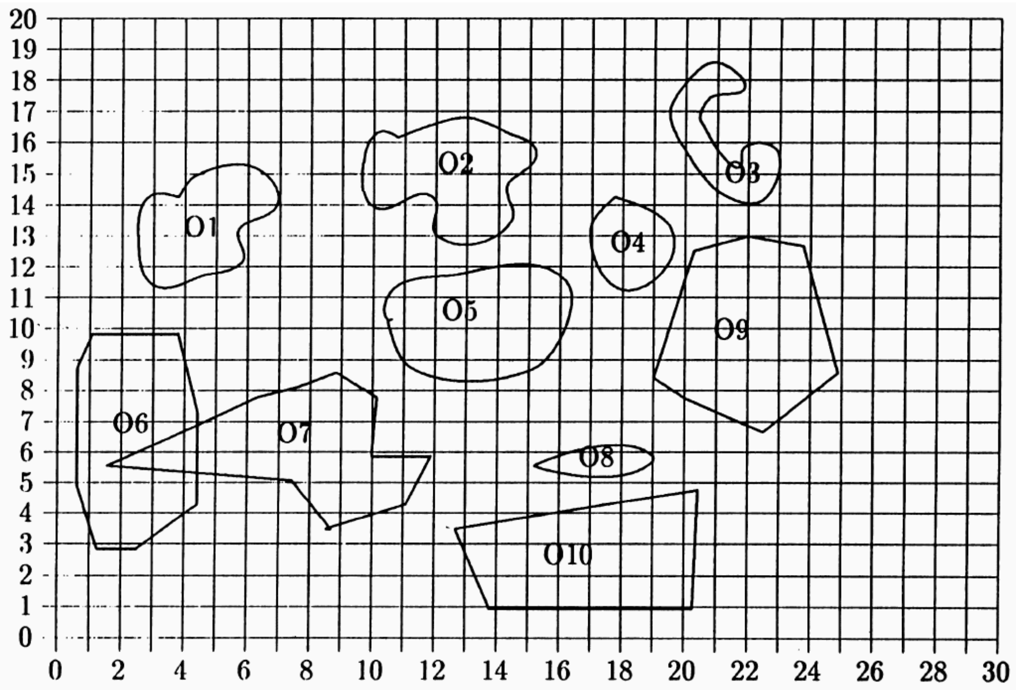
4. Für jeden Eintrag (I, *child-pointer*) in einem Nicht-Blatt v gilt, daß I das kleinste achsenparallele Rechteck ist, das alle Rechtecke des Teilbaums umfaßt.

5. Die Wurzel hat mindestens 2 Söhne, falls sie kein Blatt ist.

6. Alle Blätter haben dieselbe Höhe.

Hierbei sind m, M natürliche Zahlen mit $1 \leq m \leq \frac{M}{2}$.

(a) Geben Sie zur folgenden Objektszene $\subset \mathbb{R}^2$ einen R-Tree für $M = 4$ und $m = 2$ an. Stellen Sie die auftretenden Rechtecke R_i in der Form $(x_i, y_i, x'_i, y'_i) \in \mathbb{N}^4$ dar, wobei (x_i, y_i) die linke untere Ecke und (x'_i, y'_i) die rechte obere Ecke von R_i ist (d.h. alle bounding-boxes sollen so klein wie möglich sein, dabei aber ganzahlige Koordinatenwerte der Ecken aufweisen). **(3 Punkte)**



(b) Entwickeln Sie einen Algorithmus, der zu gegebenem R-Tree T mit Wurzel W alle Einträge in T bestimmt, deren zugehörige Rechtecke sich mit einem gegebenen Suchrechteck S überlappen. **(3 Sonderpunkte)**

(c) Erläutern Sie in diesem Zusammenhang die Problematik der R-Trees bei der Bestimmung **aller** Objekte in T, die sich mit einem Suchrechteck S überlappen (Range-search). Geben Sie mögliche Strategien zur Verbesserung des R-Tree-Konzeptes an. **(2 Sonderpunkte)**

Aufgabe 19: (Dynamische Window-Verwaltung)

Eine Szene von Rechtecken $\subset \mathbb{R}^2$ soll mittels einer partiell-persistenten linearen **Liste** verwaltet werden. Ein Knoten der Datenstruktur bestehe aus den Feldern

- S : Schlüsselwert $\in \mathbb{N}$ (Index des Rechtecks)
- $R.x_1, R.y_1, R.x_2, R.y_2$: Koordinaten der linken unteren Ecke $(R.x_1, R.y_1)$ und der rechten oberen Ecke $(R.x_2, R.y_2)$ eines Rechteckes R
- P : Zeiger auf den nächsten Knoten

Ein Rechteck R_i sei im folgenden gegeben durch $R_i = (R_i.x_1, R_i.y_1, R_i.x_2, R_i.y_2)$. Bilden Sie mittels der „fat node" Methode zu der folgenden Sequenz von Operationen (beginnend mit der leeren Liste) eine partiell-persistente Liste.

1. Einfügen des Rechtecks $R_1 = (1, 1, 5, 4)$.
2. Einfügen des Rechtecks $R_2 = (7, 6, 12, 9)$.
3. Einfügen des Rechtecks $R_3 = (3, 3, 9, 8)$.
4. Einfügen des Rechtecks $R_4 = (7, 2, 14, 5)$.
5. Einfügen des Rechtecks $R_5 = (1, 9, 13, 12)$.
6. Ändern der Koordinate y_2 von R_1 auf 8.
7. Ändern der Koordinate x_1 von R_2 auf 4.
8. Ändern der Koordinate y_2 von R_4 auf 7.
9. Löschen des Rechtecks R_3.
10. $\textsc{Access}(R_1.y_2, 7)$
11. $\textsc{Access}(R_3.x_1, 9)$

(3 Punkte)

Abgabetermin: Die Bearbeitungen zu diesem Übungsblatt sind bis Montag, den 6. Juli 1998, bis 10^{00} Uhr in den dafür vorgesehenen Kästen vor der Teilbibliothek Mathematik/Informatik abzugeben.

Hinweis: Maximal zwei Teilnehmer dürfen ein Übungsblatt bearbeiten.