

Altklausuren Antworten

Landmesser Zusammenfassung

Aufgabe 1

$O(\log n)$ (amortisiert) für UNION und $O(1)$ für FIND

Feld name[1...n]: name[x] = Name des Blocks der x enthält. $1 \leq x \leq n$
size[1..n]: size[A] = Anzahl Elemente im Block A, initialisiert mit 1
L[1..n]: L[A] = Liste aller Elemente in Block A, initialisiert L[i] = {i}

Initialisierung:

```
begin
  for  $i := 1$  to  $n$  do
    name[i] = i
    size[i] = 1
    L[i] = {i}
  end
end
```

FIND(x):

```
begin
  return name[x]
end
```

UNION(A,B):

```
begin
  if  $size[A] \leq size[B]$  then
    foreach  $i$  in  $L[A]$  do
      name[i] = B
    end
    size[B] += size[A]
    L[B] = L[B].concat(L[A])
  else
    foreach  $i$  in  $L[B]$  do
      name[i] = A
    end
    size[A] += size[B]
    L[A] = L[A].concat(L[B])
  end
end
```

Laufzeit:

FIND(x): $O(1) \rightarrow$ Einfacher Zugriff auf ein Feld

UNION: $O(\log n) \rightarrow$ x kann maximal $\log(n)$ mal seinen Namen ändern, da es sich nach jeder Namensänderung in einer doppelt so großen Menge befindet.

 $O(1)$ für UNION und $O(\log n)$ für FIND

Feld name[1...n]: name[x] = Name des Blocks mit Wurzel x (hat nur Bedeutung, falls x Wurzel)

Feld vater[1...n]:
$$\text{vater}[x] = \begin{cases} \text{Vater von } x \text{ in seinem Baum} \\ 0, \text{ falls } x \text{ Wurzel} \end{cases}$$

Feld wurzel[1...n]: wurzel[x] = Wurzel des Blocks mit Namen x

Initialisierung:

```
begin
  for i := 1 to n do
    vater[i] = 0
    name[i] = i
    wurzel[i] = i
  end
end
```

FIND(x):

```
begin
  while vater[x] != 0 do
    x = vater[x]
  end
  return name[x]
end
```

UNION(A,B,C):

```
begin
  r1 = wurzel[A]
  r2 = wurzel[B]
  if size[r1] <= r2 then
    vater[r1] = r2
    name[r2] = C
    wurzel[C] = r2
    size[r2] += size[r1]
  else
    vater[r2] = r1
    name[r1] = C
    wurzel[C] = r1
    size[r1] += size[r2]
  end
end
```

Laufzeit:

FIND(x): $O(\log n) \rightarrow$ Tiefe von x (max Höhe des entstehende Baums, n-1 möglich)

UNION: $O(1) \rightarrow$ Nur Pointer ändern

Aufgabe 2

Hashing mit Verkettung löse Kollisionen nicht auf, speichere mehrere Schlüssel an der gleichen Position

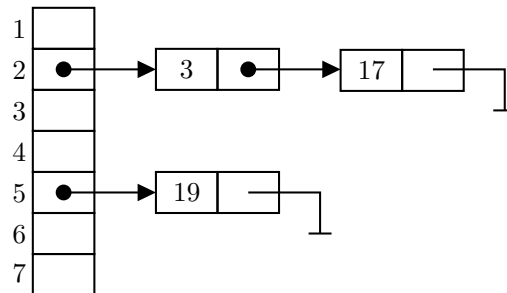
Speichere für jedes Ergebnis der Hashfunktion h eine Liste

Lookup(x): lineare Suche in Liste $T[h(x)]$

- Worst Case: alle Keys in derselben List $\rightarrow O(n)$
- erwartete Zeit: $O(\frac{n}{m})$
- Belegungsfactor $\beta = \frac{n}{m} \leftarrow$ erw. Länge einer Liste $T[x]$
- wenn $m \geq n$, d.h. $\beta \leq 1$ dann \rightarrow erw. Laufzeit $O(1)$

Insert(x): $x \notin S$. Füge x an erst freie Stelle in $T[h(x)]$ ein

Delete(x): Entferne x aus $T[h(x)]$



meist wird als Hashfunktion einfaches Modulo verwendet.

Verbesserung Verdopplungs-Strategie:

- Immer wenn $\beta > 2$, verdopple Tafelgröße \rightarrow 1 sehr teures Insert (da alle Elemente mit neuer Hashfunktion umgespeichert werden), im Schnitt aber weiter $O(1)$
- Bei Delete und kleinem β : Tabelle kann kalibriert werden \rightarrow Ein sehr teures Delete, im Schnitt aber weiter $O(1)$

Zusatzaufgabe: Perfektes Hashing

Aufgabe 3

Aufgabe 4

Sei G ein planarer Graph mit $n \geq 3$ Knoten und m Kanten, dann gilt $m = 3n - 6$.
dh $m = O(n)$, also linear viele Kanten.

H. Ein maximal planarer Graph ist ein planarer Graph, der durch Hinzufügen einer Kante $(v, w) \notin E$ nicht-planar wird. Beobachtung: Alle Faces in jeder planaren Einbettung von G sind Dreiecke (Triangulierung). Jedes Face in einer Triangulierung hat 3 Rand-Kanten und jede Kante liegt am Rand von 3 Faces.

$$\Rightarrow 3f = 2m$$

Einstetzen in Euler-Formel

$$n - m + \frac{2}{3}m = 2$$

$$m = 3n - 6$$

$m \leq 3n - 6$ für beliebige planare Graphen □

Zusatzaufgabe

Sei G ein **bipartiter** planarer Graph Dann gilt $m \leq 2n - 4$.

Beweis: Keine Kreise ungerader Länge in bipartiten Graphen. Kleinstmögliche Fläche in einem bipartiten Graphen ist ein Viereck. □

Aufgabe 5

Split-Find-Problem Idee - Umkehrung von Union-Find Feld `name[1,...,n]`

Initialisierung:

```
begin
  for  $\forall i, 1 \leq i \leq n$  do
    | name[i] = 1
  end
end
```

Find(i) begin

```
| return name[i]  $\rightarrow \mathcal{O}(1)$ 
```

end

Split(i)

- Neuer Name des neuen Intervalls das durch Split entsteht ++count
- Relabel the smaller half
- Laufe parallel d.h. abwechselnd nach links und rechts von i aus, bis Intervallgrenze erreicht d.h. $\text{name}[i] \neq \text{name}[\text{betrachtetesElement}]$
- Nenne den Teil um, der kleiner ist $[a, i]$ oder $[i + 1, b]$ indem nochmals über diesen Teil gelaufen wird. $\text{name}[\text{betrachtetes Element}] = \text{count}$

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | | | i | | | | b |
| ✓ | ✓ | ✓ | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 2 | 2 | 2 | | | | | |

\Rightarrow Kosten für 1 Split $\mathcal{O}(2 * \text{LaengedeskuerzerenIntervalls})$

Analyse $\mathcal{O}(\# \text{Namensaenderungen}) : \max \frac{\text{Laenge des umzubennendenes Intervall}}{2} \Rightarrow \mathcal{O}(\log n)$

Aufgabe 6

Algorithmus von Dijkstra:

```

begin
  foreach  $v \in V$  do
    DIST[v]  $\leftarrow \infty$ 
    PRED[v]  $\leftarrow \text{NULL}$ 
  end
  DIST[s]  $\leftarrow 0$ 
  PQ.insert(v,0)
  while not PQ.empty() do
    u  $\leftarrow$  PQ.delmin() //liefertInfo
    foreach  $v \in V$  mit  $(u,v) \in E$  do
      d  $\leftarrow$  DIST[u] + c(u,v)
      if  $d < \text{DIST}[v]$  then
        if DIST[v] =  $\infty$  then
          PQ.insert(v,d)
        end
        else
          PQ.decrease(v,d)
        end
        DIST[v]  $\leftarrow$  d
        PRED[v]  $\leftarrow$  u
      end
    end
  end
end

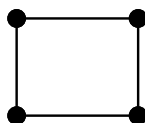
```

Laufzeitanalyse: $\mathcal{O}(\sum_{v \in V} (1 + \text{outdeg}(v)) + PQ_{Operationen})n * (T_{insert} + T_{delmin} + T_{empty}) + m * T_{decrease}$

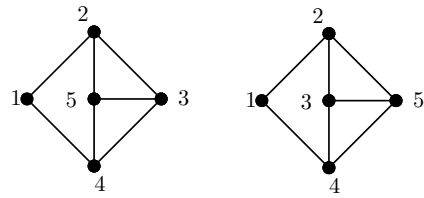
- Bei Binärem Heap: $\mathcal{O}(n * \log(n) + m * \log(n)) = \mathcal{O}((n + m) * \log(n))$
- Fibonacci-Heap: Amortisierte Analyse ist ok, da Gesamtlaufzeit betrachtet. $\mathcal{O}(n * \log(n) + m)$, insert+empty = $\mathcal{O}(1)$, delmin = $\mathcal{O}(\log(n))$, decrease = $\mathcal{O}(1)$

Aufgabe 7

Eine Planare Einbettung ist genau dann eindeutig wenn diese 3-fach zusammenhängend ist:



Gleicher Graph verschiedene Einbettungen:



Aufgabe 8