PA152: Efektivní využívání DB

7. Třídění

Vlastislav Dohnal

Poděkování

- Zdrojem materiálů tohoto předmětu jsou:
  - Přednášky CS245, CS345, CS345
    - Hector Garcia-Molina, Jeffrey D. Ullman, Jennifer Widom
    - Stanford University, California
  - Přednášky dřívější verze PA152
    - Pavel Rychlý
    - Fakulta informatiky, Masarykova Univerzita

Použití algoritmů třídění (sorting)

- Výsledek
  - ORDER BY
- Operace spojení
  - JOIN
- Odstranění duplicit
  - DISTINCT

Předpoklady

- Operační paměť
  - Omezená velikost – M bloků
- Data uložena na disku
  - Vstup (relace) je čtený z disku
- Výsledek zůstává v paměti
  - Výstup je obvykle dále zpracováván
- Náklady na třídění (sorting)
  - Počet čtení z disku

Třídění v paměti

- Mnoho algoritmů
  - BubbleSort – $O(n^2)$
  - QuickSort – $\Theta(n \log n)$
  - MergeSort – $O(n \log n)$
  - InsertSort – $O(n^2)$
  - HeapSort – $O(n \log n)$
  - RadixSort – $O(kn)$
  - Counting Sort – $O(k+n)$
  - …

Příklady

- Counting Sort
  - Malý počet různých hodnot
  - Potřebujeme seřadit 100 známek (A-F)
    - Vytvoříme pole pro jednotlivé známky
    - Spočítáme počty jednotlivých známek
    - Zapíšeme výsledek
- Radix Sort
  - Rekurzivní řazení po jednotlivých bajtech (bitech)
  - Po bajtech aplikuj Counting Sort
    - První průchod zjistí počty
    - Druhý průchod umístí data na správné místo

Vlastnosti třídících algoritmů

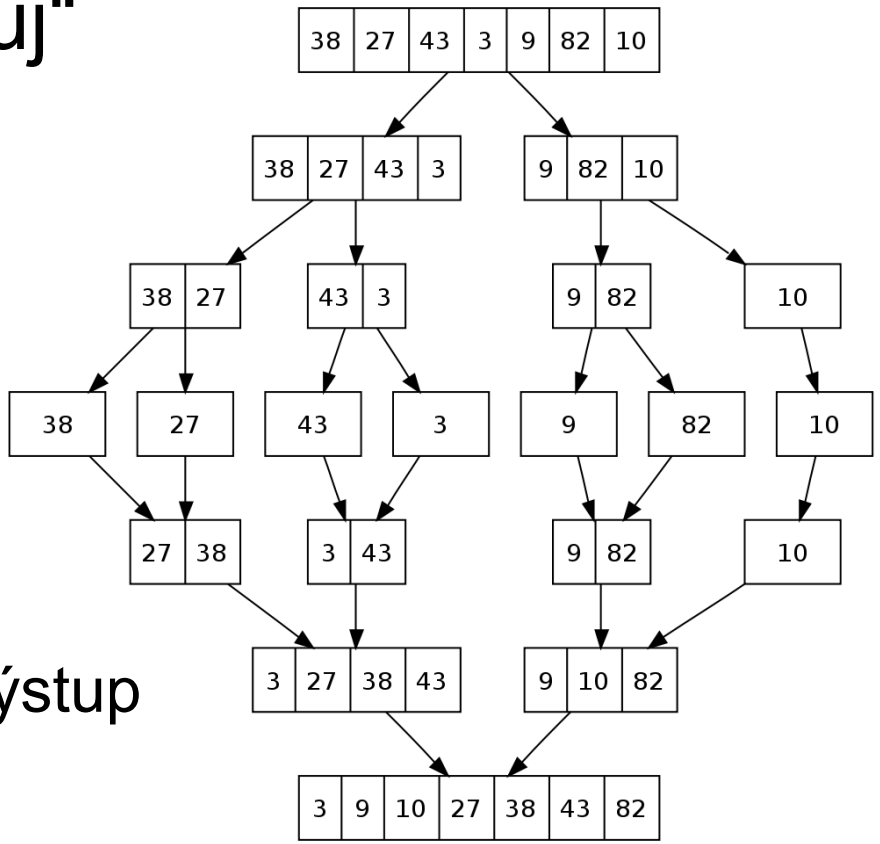
- Data v operační paměti
- Většinou třídí na místě (in-place)
- Potřebují málo další paměti (log *n*)

Malá operační paměť

- Komprese dat
  - Zpracovávat pouze klíče s ukazateli na záznam, nikoli celé záznamy
  - Ok, ale při výstupu stejně musím záznamy číst → náhodné čtení
- Virtualizace paměti
  - Většinou pomalé → příliš mnoho V/V
- Úprava algoritmu
  - Spojení více algoritmů
  - Většinou se používá MergeSort a QuickSort

MergeSort – v paměti

- Princip „rozděl a panuj“
  - Rozděluj na poloviny
    - Až na jednotlivé klíče
  - Spojuj uspořádané části
    - Lineární průchod oběma částmi
    - Nejmenší dávám na výstup
- O(*n* log *n*)



Převzato z Wikipedia.org, MergeSort Algorithm

MergeSort – varianta pro disk

- Dvoufázové třídění, vícecestné slévání
  - Two-Phase Multiway MergeSort
- Princip
  1. Rozděl na dávky o velikosti volné RAM
  2. Postupně dávky v paměti uspořádej
  3. Všechny dávky naráz spojuj

Dvoufázový MergeSort

- Příklad
  - Relace 100 mil. záznamů, každý 100 bajtů
  - Blok má 4kB, tj. 40 záznamů
    - Relace uložena na 2 500 000 blocích
  - Operační paměť pro třízení
    - 50MB, tj. 12 800 bloků
- Fáze 1
  - (2 500 000 / 12 800) dávek = 196 dávek
    - Poslední má pouze 4 000 bloků
  - V/V: čtení 2 500 000 + zápis 2 500 000

Dvoufázový MergeSort

- Fáze 2
  - Původní spojování po dvou dávkách je pomalé!
    - Tj. $\log_2$(počet dávek) čtení a zápis celé relace
    - Pro 196 dávek – 8× čtení a zápis celého souboru
  - Vícecestné spojování
    - Čti všechny dávky po jednom bloku
    - Proveď spojení do výstupního bloku

Dvoufázový MergeSort

- Fáze 2
  - Opakuj
    - Najdi nejmenší hodnotu ze všech dávek
    - Zapiš hodnotu do výstupního bloku
      - Plný blok → zápis na disk
    - Prázdný blok dávky → načtení dalšího bloku
  - Výsledkem 1 čtení a 1 zápis pro celou relaci.

- Celkově
  - 4·B(R) náhodných V/V, tj. O(*n*)

Dvoufázový MergeSort – omezení

- Parametry
  - M – operační paměť v blocích
  - B(R) – velikost relace R v blocích
- Omezení
  - Max. délka dávky: *M*
  - Max. počet dávek: *M-1*
  - Max. velikost relace: *M*·(*M-1*)
- Náš příklad: 100B záznam, 50MB paměti
  - Max. 163 827 200 bloků
  - Max. 6 553 088 000 záznamů