Slovenská technická univerzita v Bratislave
Fakulta informatiky a informačných technológií

Dátové štruktúry a algoritmy

Zadanie 2

LS 2020/2021

Samuel Kováč

Študijný program: B-INFO4
Vyučujúci: Ing. Lukáš Kohútka, PhD.
Cvičenia: Pondelok 9:00
Marec 2021

AVL Strom (Vlastná implementácia)

AVL stromy využívajú na balancovanie rotáciu podstromov. Po štandardnom vložení do BST (binárneho vyhľadávacieho stromu) sa pohybujeme hore až po prvý nevybalancovaný uzol. Následne máme 4 možnosti na rotáciu :

```
if (b < -1 && x > n->right->key) {
    return rotateL(n);
} else if (b < -1 && x < n->right->key) {
    n->right = rotateR(n->right);
    return rotateL(n);
}else if (b > 1 && x < n->left->key) {
    return rotateR(n);
} else if (b > 1 && x > n->left->key) {
    n->left =  rotateL(n->left);
    return rotateR(n);
}
```

O rotácií rozhodujú 2 faktory – "vybalancovanosť" stromu ***b*** *(získame rozdielom vo výške ľavého a pravého podstromu)* a porovnanie novo-vloženého uzla s ľavou a pravou stranou nevybalancovaného uzla. Okrem balancovania sa funkcie AVL stromu neodlišujú od klasického BST.

Červeno-čierny strom (Prevzatá implementácia)

Zdroj implementácie : https://gist.github.com/aagontuk/38b4070911391dd2806f

Červeno-čierne stromy využívajú na balancovanie navyše atribút uzlov – farbu.

```
struct node{
    int key;
    int color;
    struct node *parent;
    struct node *left;
    struct node *right;
};
```

Každý uzol môže byť červený alebo čierny. Koreň je vždy čierny. Nikdy nie sú pod sebou 2 rovnaké farby – červený uzol nesmie mať červené dieťa ani červeného rodiča. Listy tohto stromu majú hodnotu NULL – táto implementácia využíva špeciálny uzol typu NILL, pričom listy stromu sú vždy čierne. Každá cesta od koreňa

až po list stromu má rovnaký počet čiernych uzlov. Červeno-čierne stromy tiež využívajú rotáciu podstromov podobne ako u AVL stromov.

Chain hash (Vlastná implementácia)

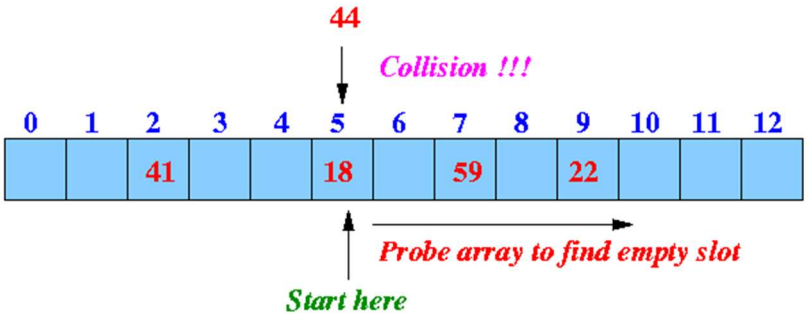
Chain hash je jednoduché riešenie kolízií pri hashovaní. Funguje na princípe spájaného zoznamu. Program najskôr zahashuje zadanú hodnotu, následne nahliadne do hashovacej tabuľky a zistí či už na danej adrese existuje hodnota. Ak áno, nastáva kolízia a program teda priradí existujúcej hodnote ukazovateľ na novú hodnotu a vytvorí tak spájaný zoznam.

```
if(ch[key] == NULL) {
    ch[key] = new;
} else {
    struct nodeCh *n = ch[key];
    while(n->next) {
        n = n->next;
    }
    n->next = new;
}
```

Open-Adressing hashovanie (Prevzatá implementácia)

Zdroj implementácie :
https://steemit.com/programming/@drifter1/programming-c-hashtables-with-linear-probing

Open-Adressing hashovanie (nazývané aj Linear Probing) pri kolízií pokračuje v prehľadávaní danej hash tabuľky až kým nenájde voľné miesto. Ak sa voľné miesto nepodarí nájsť, znamená to že je tabuľka plná.



Testovanie

Každú implementáciu som testoval dvoma testami – inkrementačným a náhodným. Časy uvedené v testoch sú celkové časy potrebné na všetky operácie insert/search.

1. Inkrementačný test AVL stromu

Postupne som pridával do stromu hodnoty od 0 po 1000000, následne som vyhľadával hodnoty od 0 po 1000000.

```
========Inkrementacny test AVL=========
INSERT: 301.000000ms | SEARCH: 92.000000ms
```

2. Inkrementačný test RB stromu

Postupne som pridával do stromu hodnoty od 0 po 1000000, následne som vyhľadával hodnoty od 0 po 1000000.

```
=========Inkrementacny test RB=========
INSERT: 149.000000ms | SEARCH: 62.000000ms
```

3. Inkrementačný test Chain Hash

Postupne som pridával do hash tabuľky hodnoty od 0 po 1000000, následne som vyhľadával hodnoty od 0 po 1000000.

```
=====Inkrementacny test Chain Hash=====
INSERT: 45.000000ms | SEARCH: 13.000000ms
```

4. Inkrementačný test Open Adressing Hash

Postupne som pridával do hash tabuľky hodnoty od 0 po 1000000, následne som vyhľadával hodnoty od 0 po 1000000.

```
=====Inkrementacny test Linear probing=====
INSERT: 22.000000ms | SEARCH: 3.000000ms
```

5. Náhodný test AVL stromu

Postupne som pridával do stromu 1000000 krát náhodné hodnoty od 0 po 10000000, následne ich všetky vyhľadal.

```
========Nahodny test AVL=========
INSERT: 273.000000ms | SEARCH: 127.000000ms
```

6. Náhodný test RB stromu

Postupne som pridával do stromu 1000000 krát náhodné hodnoty od 0 po 10000000, následne ich všetky vyhľadal.

```
=========Nahodny test RB=========
INSERT: 479.000000ms | SEARCH: 131.000000ms
```

7. Náhodný test Chain Hash

Postupne som pridával do hash tabuľky 1000000 krát náhodné hodnoty od 0 po 10000000, následne ich všetky vyhľadal.

```
=====Nahodny test Chain Hash=====
INSERT: 617.000000ms | SEARCH: 9.000000ms
```

Krátky čas vyhľadávania je spôsobený veľkým rozptylom možných hodnôt pričom klesá šanca na kolízie.

8. Náhodný test Open Adressing Hash

Postupne som pridával do hash tabuľky ***50000*** krát náhodné hodnoty od 0 po 10000000, následne ich všetky vyhľadal.

```
=====Nahodny test Linear probing=====
INSERT: 5295.000000ms | SEARCH: 1076.000000ms
```

V tomto teste som pridal len 50000 hodnôt keďže sa algoritmus dostával do obrovských časov.

Zhodnotenie

Pri inkrementačných testoch vynikal RB strom, no výhody AVL stromu boli vidieť až pri náhodných testoch. AVL stromy využívajú veľa operácií rotácií na vkladanie/vyhľadávanie a preto pri častom používaní týchto funkcií je lepšie použiť RB strom.

Open Adressing Hash dosahoval lepšie výsledky pri inkrementačných testoch no pri náhodných hodnotách jednoznačne zvíťazil Chain Hash.