

Määrittelydokumentti

Työssä vertaillaan erilaisia hakupuita ja niiden tehokkuutta. Valitsin vertailtaviksi puiksi AVL-, B, punamusta- ja binäärisen hakupuun. Mikäli aikaa jää, toteutan myös B+- tai Splay-puun.

Binäärinen hakupuu

Binäärinen hakupuu on tehokas hakurakenne, joka on toteutettu binääripuun avulla. Binäärihakupuissa solmun vasemmat lapset eli alipuun solmut ovat aina pienempiä kuin solmun arvo itse. Solmun oikean alipuun solmut ovat suurempia, kuin solmun arvo. Binäärinen hakupuu toteutetaan usein käyttämällä rekursiota, tästä seuraa, että pahimmassa tapauksessa aikavaatimus on $O(n)$. Keskimääräisesti aikavaatimus on $O(\log n)$. Tilavaativuus on $O(n)$.

```
function search_binary_tree(node, key)
    if node = null
        return null # ei löytynyt
    else if node.key = key
        return node.value # löytyi
    else if key < node.key
        return search_binary_tree(node.left, key)
    else # key > node.key
        return search_binary_tree(node.right, key)
```

(Wikipedia)

AVL-puu

AVL-puu eroaa binäärihakupuusta siten, että se tallettaa muistiinsa myös solmun korkeuden, korkeus on matka lehdestä solmuun (lehden korkeus on 0, juuren korkeus on puun korkeus, tyhjän puun korkeus on -1). AVL-puun täytyy toteuttaa tasapainoehto, puun alipuiden korkeusero saa olla korkeintaan 1. Tästä johtuen lisäys- ja poisto-operaatioissa on suoritettava kiertoja, jotka pitävät tasapainoehdon voimassa. Aikavaativuus AVL-puulle on $O(\log n)$.

Punamustapuu

Punamusta puu on myös binäärinen hakupuu. Sen jokainen solmu on punainen tai musta (juuri on musta). Värit vaihtuvat korkeuden mukaan, jos solmu on punainen niin sen lapset ovat mustia. Jokainen polku juuresta tyhjään alipuuhun (NIL) sisältää saman verran mustia solmuja. Myös punamustapuuissa suoritetaan kiertoja lisäys- ja poisto-operaatioiden yhteydessä, jos edellä mainitut ehdot sitä edellyttävät. Puun aikavaativuus on $O(\log n)$.

B-puu

B-puu on tasapainotettu hakupuu, jossa erona edellisiin on se, että solmulla voi olla $2 \dots m$ lasta. Kaikilla sisäsolmuilla on $((m+1) \div 2) \dots m$ lasta ja kaikkien alipuiden korkeus on sama. Solmut sisältävät osoittimen

varsinaisiin tietueisiin. Puun tasapainoehdosta on pidettävä kiinni, ja siksi lisäyksen tai poiston yhteydessä täytyy tarkistaa ovatko kaikki lehdet samalla korkeudella.

Lähteet

http://fi.wikipedia.org/wiki/Bin%C3%A4%C3%A4rinen_hakupuu

<https://www.cs.helsinki.fi/u/jkivinen/opetus/tira/k08/viikko05.pdf>

http://fi.wikipedia.org/wiki/Punamusta_puu

https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/t-106.1220/luennot/T-106_1220_hakurakenteet.pdf

<http://en.wikipedia.org/wiki/B-tree>