

Ülesanne 4: Punase-Musta Puu (Red-Black Tree) Teoreetiline Ülevaade

Kirjelda punase-musta puu andmestruktuuri ja selle peamisi omadusi.

Punase-musta puu andmestruktuur on tasakaalustatud binaarne otsingupuu, mida iseloomustavad järgmised omadused:

- Iga sõlm on kas must või punane (juur on must).
- Iga leht on must.
- Punase sõlme lapsed on mustad, mis tähendab, et punase sõlme vanem võib olla must.
- Kõikidel sõlmedel on sama sügavus.
- Iga teekond juurest mingi sõlmeni sisaldab sama arvu musti sõlmi.

Võrdle teoreetiliselt punase-musta puu ja binaarse otsingupuu tõhusust.

Binaarne otsingupuu (BST) ei taga tasakaalustatust, mistõttu selle keerukus sõltub puu struktuurist. Kui see on ebatasakaalustatud võib otsingukompleksi olla kuni $O(n)$, kus n on puu kõrgus.

Punase-musta puu puhul on tagatud tasakaalustatus ja otsingukompleksi keskmine juhtum on $O(\log n)$, kus n on puu sõlmede arv. See on tänu tasakaalu hoidmisele ja värvireeglitele, mis optimeerivad puu kõrgust.

Aruta, kuidas punase-musta puu tasakaalustamine ja värvireeglid aitavad kaasa andmestruktuuri tõhususele.

- Tasakaalustamine hoiab puu kõrguse väiksemana, mis omakorda tagab kiirema otsingu, sisestamise ja kustutamise.
- Värvireeglid (näiteks punase sõlme laste tingimused) aitavad säilitada puu tasakaalu ja struktuuri.
- Need reeglid tagavad ka operatsioonide (nt sisestamine, kustutamine) järel pideva tasakaalu, vähendades otsingu kompleksust ja säilitades üldise puu struktuuri tõhusalt.