

KOPICA

Maksimalna kopica je dvojiško drevo z naslednjima dvema lastnostma:

- vrednost korena je večja od vrednosti otrok
- obe poddrevesi korena sta maksimalni kopici

Minimalna kopica je dvojiško drevo z naslednjima dvema lastnostma:

- vrednost korena je manjša od vrednosti otrok
- obe poddrevesi korena sta minimalni kopici

V praksi si kopico predstavljamo na statični način in zahtevamo, da je levo poravnano dvojiško drevo. V nadaljevanju bo kopica predstavljala maksimalno kopico. S prejšnjo definicijo kopice dosežemo, da je v korenu kopice vedno največja vrednost.

POSTOPEK SPOJI KOPICI

Ta postopek združi dve kopici in vozlišče tako, da znova dobimo kopico. Imejmo v polju x že shranjene vrednosti in predpostavimo, da sta drevesi s korenem 2^{*i+1} in 2^{*i+2} že kopici. V drevo želimo dodati element z indeksom i tako, da ohranimo lastnost kopice. Kako to naredimo?

Postopek spajanja kopic je naslednji:

- tvori drevo z elementom $x[i]$ kot korenem, ki ima poddrevesi drevesi s korenem 2^{*i+1} in 2^{*i+2} (OPOMBA: pri delu s poljem, je to že narejeno, če je element shranjen na mestu $x[i]$ in veljajo prejšnje predpostavke)
- ponavlja
 - če vrednost korena ne zadošča prvi lastnosti kopice, "premakni" vrednost korena v smeri večjega od otrok
 - premikanje zaključimo, če je izpolnjena prva lastnost kopice ali smo na zadnjem elementu v kopici

PRIMER

Imejmo naslednje polje:

16	4	10	14	7	9	3	2	8	1
----	---	----	----	---	---	---	---	---	---

Rumeno in modro drevo že zadoščata lastnostim kopice: 14 je večje od obeh otrok (2, 8), 7 je večje od otroka 1. Druga lastnost, vsa poddrevesa so kopice so izpolnjena, saj je vsako poddrevo sestavljeno iz enega elementa.

V kopico želimo dodati "rdeči" element 4 tako, da bo drevo s korenem v rdečem elementu zadoščalo lastnostim kopice (rumeno drevo je levo poddrevo, modro drevo je desno poddrevo). Ker je 4 manjše od vrednosti v levem otroku (14) in manjše od vrednosti v desnem otroku (7), krši prvo pravilo kopice. Postopek pravi, da število 4 premaknemo v smeri večjega otroka, torej zamenjamo 14 in 4. Dobimo polje:

16	14	10	4	7	9	3	2	8	1
----	----	----	---	---	---	---	---	---	---

Dalje gledamo drevo, ki ima sedaj za koren vrednost 4 (rumeno drevo). Ker je vrednost korena 4 manjša od vrednosti desnega otroka (8) premaknemo vrednost v smeri večjega otroka, torej zamenjamo 4 in 8. Dobimo polje:

16	14	10	8	7	9	3	2	4	1
----	----	----	---	---	---	---	---	---	---

Drevo s korenem 4 nima otrok, zato zadošča obema lastnostma kopice in postopek zaključimo. Dobili smo drevo s korenem 14 in to drevo je kopica!

POSTOPEK ZGRADI KOPICO

Recimo, da imamo v polju poljubna števila (ni nujno, da zadoščajo lastnostim kopice). Ta števila bi radi uredili tako, da bo polje predstavljalo kopico s korenem v prvem elementu. Vse kar moramo narediti je, da začnemo pri vseh poddrevesih in jih uredimo v kopico, dokler tega ne storimo tudi za korenski element. Torej začnemo pri najnižjih nivojih in spajamo kopice.

PRIMER

Imejmo naslednje polje:

13 4 7 6 11 5 2 9 12 1

Koren prvega poddrevesa, ki ga moramo gledati je označen z modro (11) in ima samo enega otroka (1). Ker je 11 večje od vrednosti otroka (1), drevo zadošča pravilom kopice.

Naslednje drevo (rdeče), ki ga moramo gledati ima vrednost v korenu 6 in otroka 9 in 12.

13 4 7 6 11 5 2 9 12 1

Vrednost korena je manjša od vrednosti otrok (kršeno je prvo pravilo kopice), zato premaknemo vrednost korena v smeri večjega otroka (zamenjamo 6 in 12). Drevo s korenem 6 po zamenjavi nima otrok, zato je kopica in postopek "premikanja" zaključimo. Polje, ki ga dobimo je:

13 4 7 12 11 5 2 9 6 1

Postopek ponovimo za drevo s korenem 7. Ker je to drevo že kopica (vrednosti otrok sta 5 in 2), ni premikanja. Naslednje drevo je drevo s korenem 4, poddrevesi sta drevesi s korenem 12 in 11. Ker ni izpolnjeno prvo pravilo kopice, premikamo koren v smeri večjega otroka. Po končanem premikanju dobimo naslednje polje:

13 12 7 9 11 5 2 4 6 1

Na koncu ostane drevo s korenem 13, ki zadostuje lastnosti kopice, zato ni premikanja in polje ostane, kot je. Elementi polja torej predstavljajo kopico.

POSTOPEK UREDI S KOPICO

Če je v polju shranjena kopica, to pomeni, da je največji element polja na prvem mestu v polju. To dejstvo lahko s pridom izkoristimo za urejanje števil v polju. Postopek je naslednji:

- Če polje ni kopica, nad poljem izvedi postopek Zgradi kopico.
- Za vse elemente polja, ki ne predstavljajo listov, ponavljaj:
 - Zamenjaj prvi (največji) element polja z zadnjim elementom.
 - "Zmanjšaj" velikost kopice za en element.
 - Ker smo prvi element premaknili z zadnjega mesta, iz "zmanjšanega" polja zgradimo kopico. To najhitreje storimo, da spojimo prvi element s kopicama s korenem v drugem in tretjem elementu.

PRIMER

Poglejmo primer na polju, kjer smo izvedli zunanji prvi korak, zato polje že predstavlja kopico. Velikost kopice je označena z modrimi elementi, vsi ostali ne spadajo več v kopico.

13	12	7	9	11	5	2	4	6	1
----	----	---	---	----	---	---	---	---	---

Prvi element zamenjamo z zadnjim elementom in spojimo sedaj prvi element (1) s kopicama s koreni 12 in 7. Dobimo:

12	11	7	9	1	5	2	4	6	13
----	----	---	---	---	---	---	---	---	----

Prvi element zamenjamo z zadnjim elementom in ponavljamo postopek. Polja, ki jih dobimo za vsakim zaključenim drugim korakom, so:

11	9	7	6	1	5	2	4	12	13
----	---	---	---	---	---	---	---	----	----

9	6	7	4	1	5	2	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

7	6	5	4	1	2	9	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

6	4	5	2	1	7	9	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

5	4	1	2	6	7	9	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

4	2	1	5	6	7	9	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

2	1	4	5	6	7	9	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

1	2	4	5	6	7	9	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

POSTOPEK VSTAVI ELEMENT V KOPICO

Postopek vstavi element e v kopico z $n-1$ elementi. Postopek je preprost. Element dodamo na prvo prosto mesto in ga nato premikamo navzgor po kopici, če je vrednost v staršu elementa manjša. Postopek ponavljamo, dokler ne pridemo do korena ali pa je vrednost v staršu elementa večja od gledane vrednosti. Premikanje navzgor pomeni zamenjavo vrednosti, ki ju gledamo, torej zamenjavo otroka s staršem.

POSTOPEK ODSTRANI NAJVEČJI ELEMENT

Glej postopek pri Urejanju s kopico.