

Algoritmusok II. gyakorlat

4. gyakorlat, március 2.

4. gyakorlat

- Törlés piros fekete fából

A bináris keresőfákhoz hasonlóan töröljük a csúcsot. A törlés művelet módosítja a fa szerkezetét, így előfordulhat, hogy a törlés után az új fa sérti a piros-fekete fa tulajdonságok valamelyikét.

4. gyakorlat

Ha a törölni kívánt csúcs piros, akkor a piros-fekete tulajdonság továbbra is teljesül, miután töröltük a következő okok miatt:

- egyetlen csúcs fekete-magassága sem változik,
- nem keletkezik új piros-piros szülő-gyerek kapcsolat,
- mivel a csúcs nem lehetett a gyökér, ha színe piros volt, ezért a gyökér színe fekete marad.

4. gyakorlat

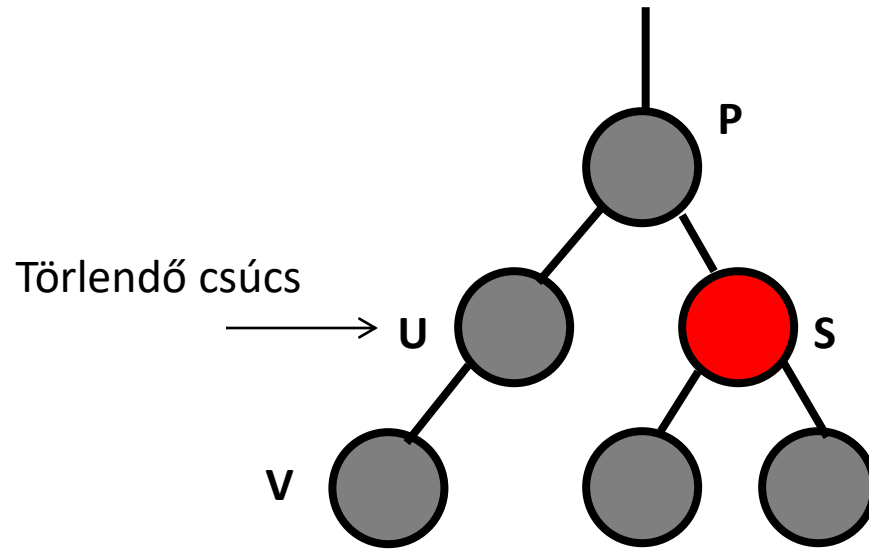
Ha a törölni kívánt csúcs fekete, akkor ellenőrizzük, hogy kell-e korrigálnunk a fán, és ha igen, akkor végrehajtjuk a JAVÍTÁS műveletet.

A javítás során töröljük a csúcsot, majd a helyettesítő V gyerekre az alábbiakat vizsgáljuk:

- V bal vagy jobb gyerek,
- V testvérének a színe piros vagy fekete,
- V testvére gyerekeinek milyen a színe.

Ezekről függően különböző eseteket különböztetünk meg.

4. gyakorlat

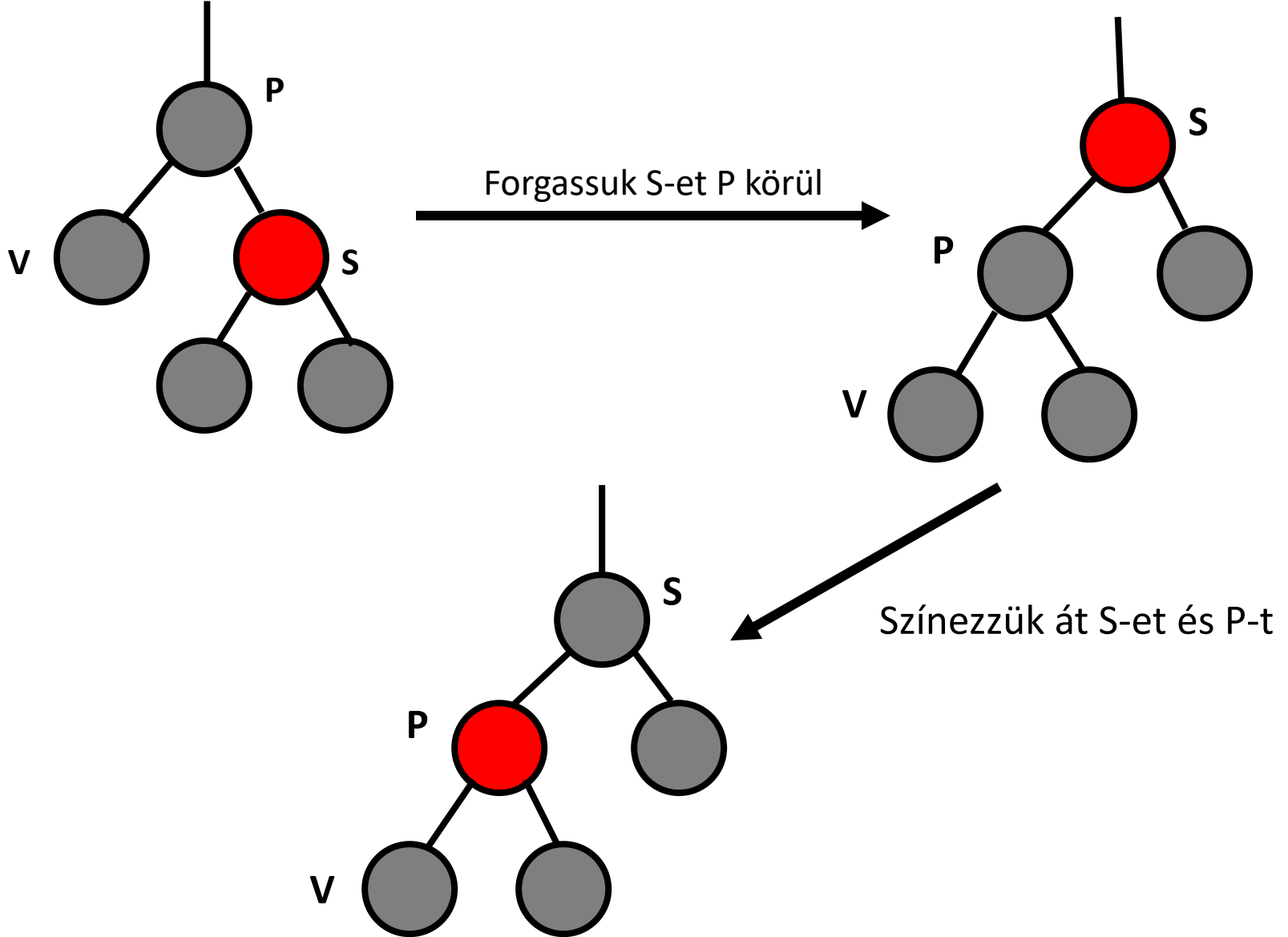


A eset:

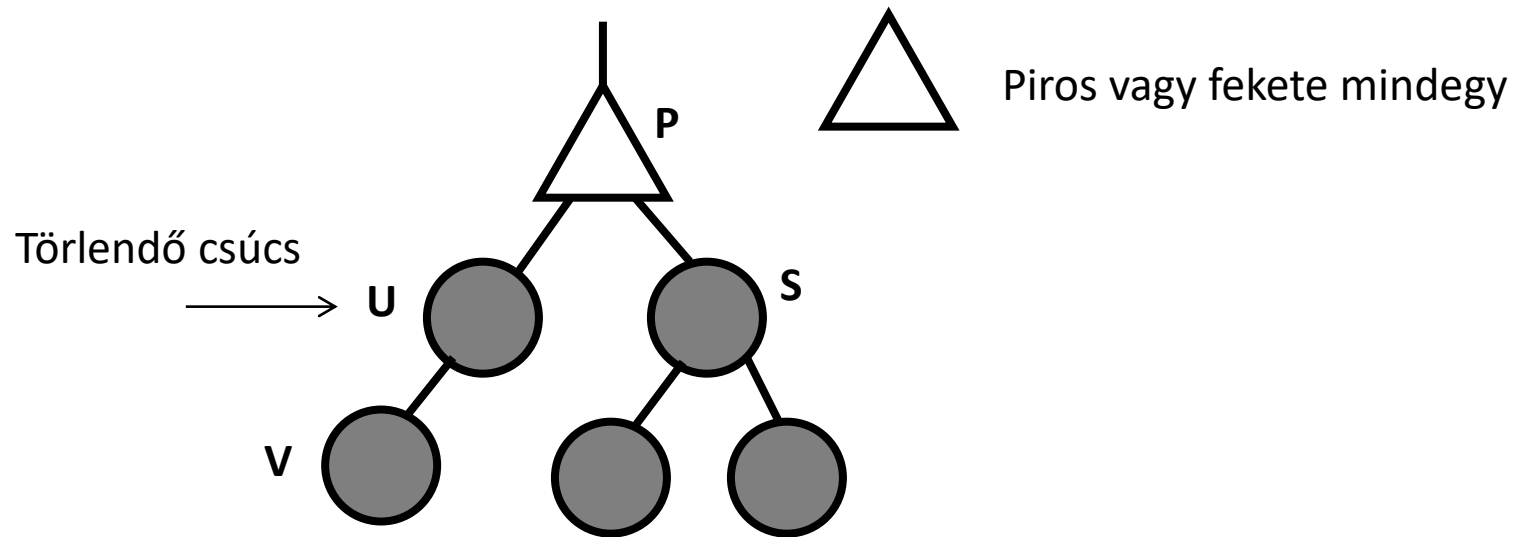
- V testvére S és S színe piros.

Forgassuk el S-et P körül és színezzük át S-et és P-t.

4. gyakorlat



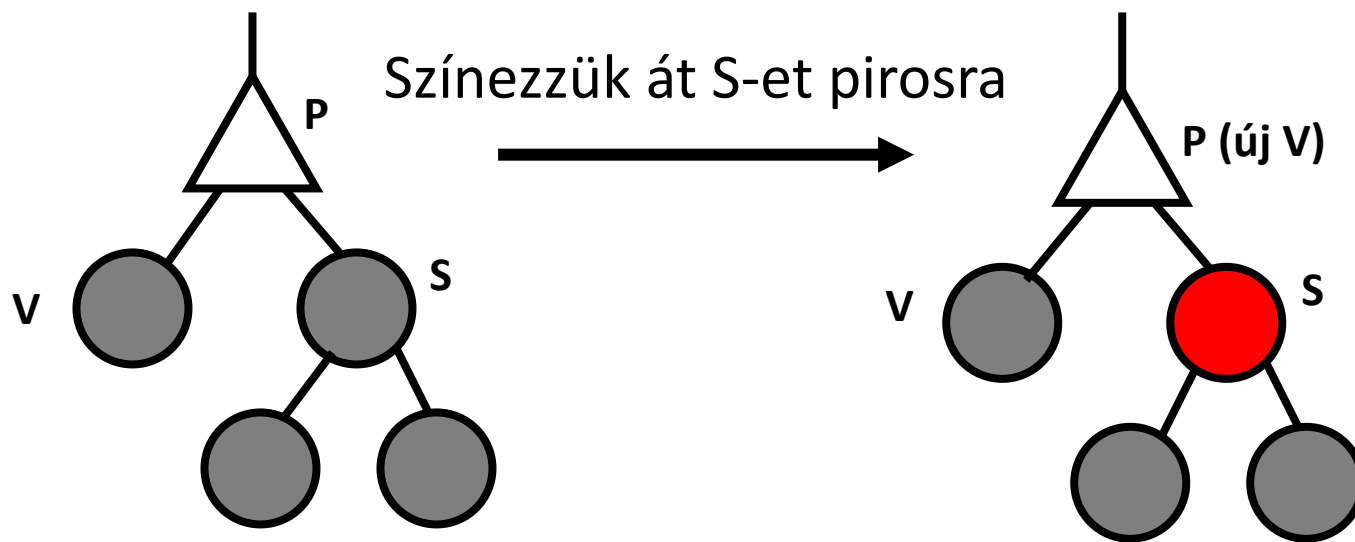
4. gyakorlat



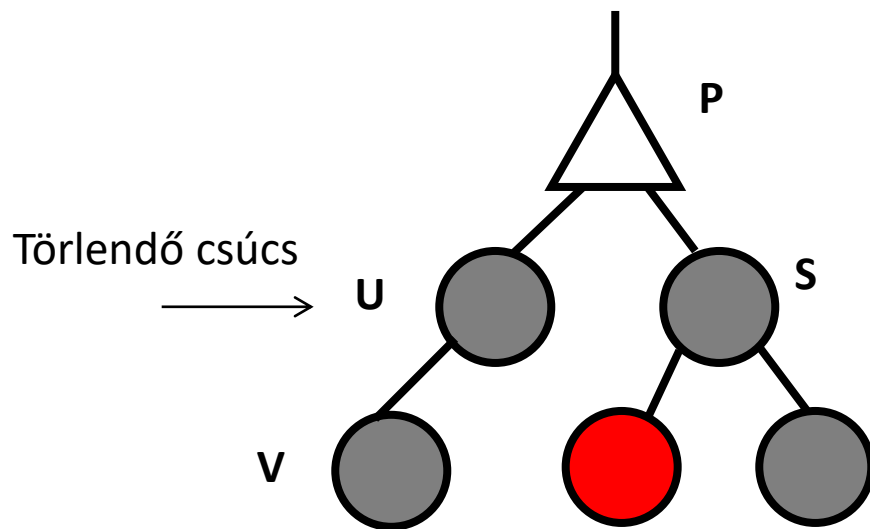
B eset:

- V testvére S és S fekete, továbbá két fekete gyereke van.
Színezzük át S-et pirosra.

4. gyakorlat



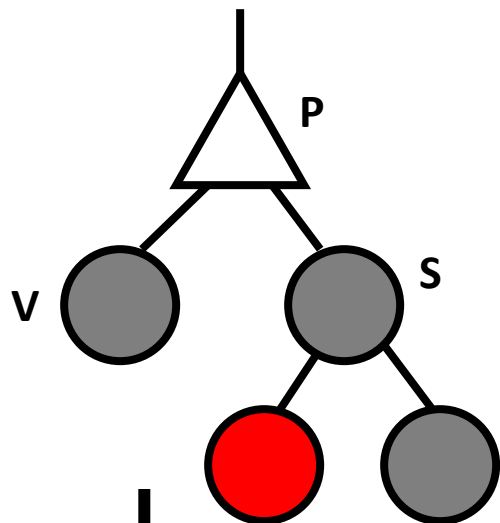
4. gyakorlat



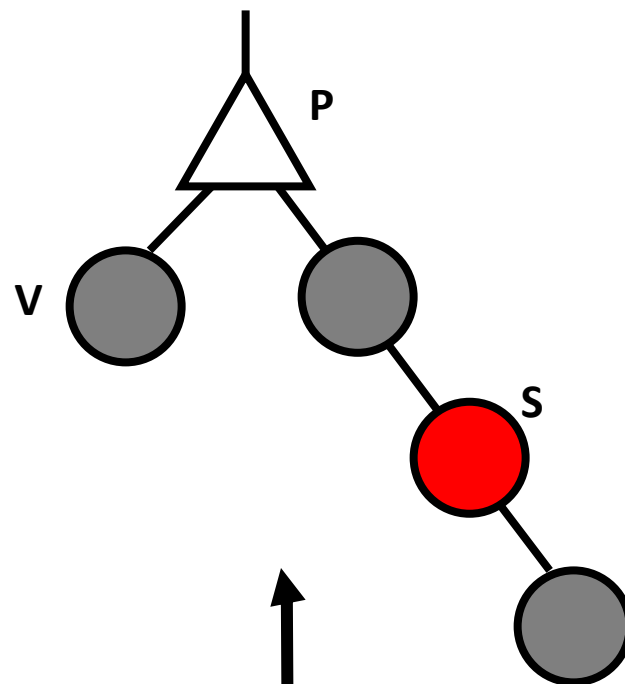
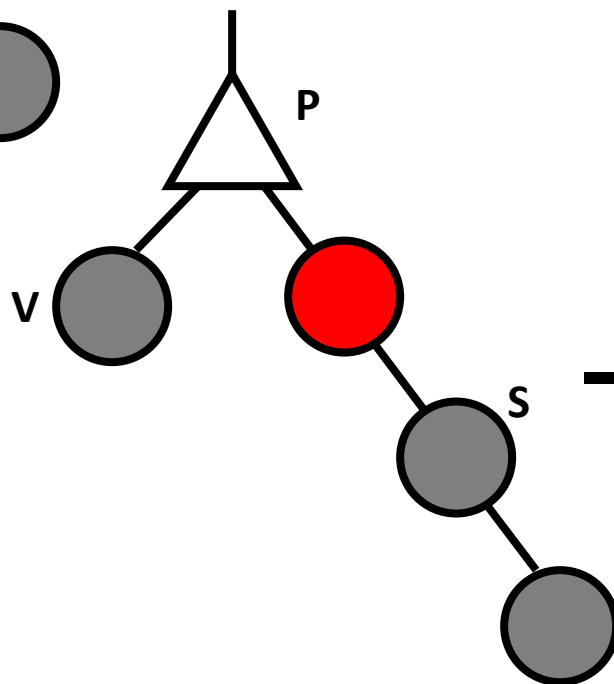
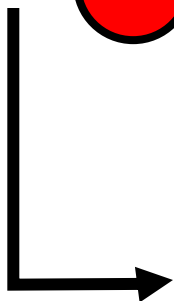
C eset:

- S fekete, S jobb gyereke fekete és S bal gyereke piros
 - i) Forgassuk S bal gyereket S körül
 - ii) Cseréljük meg S és a bal gyerekének színét

4. gyakorlat



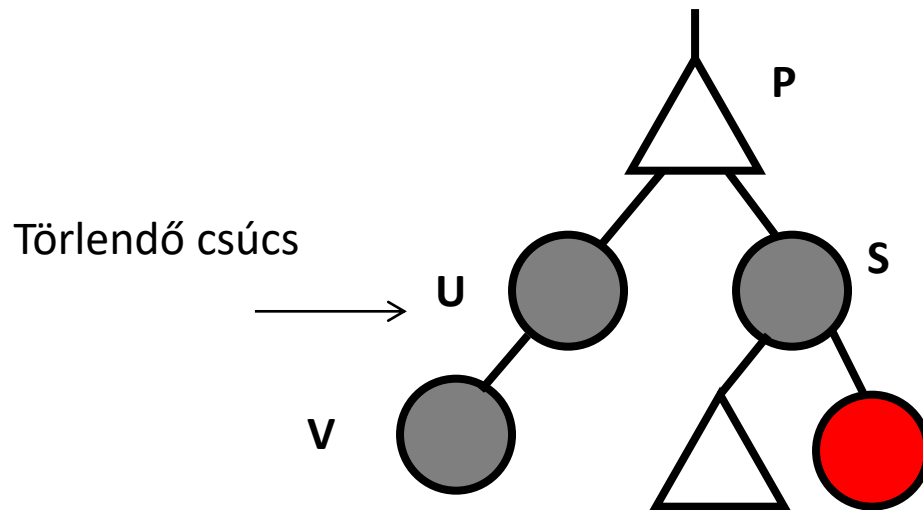
Forgassuk S
bal
gyerekét S
körül



Átszínezés:
Cseréljük meg S és
a bal gyerkének a
színét



4. gyakorlat



D eset:

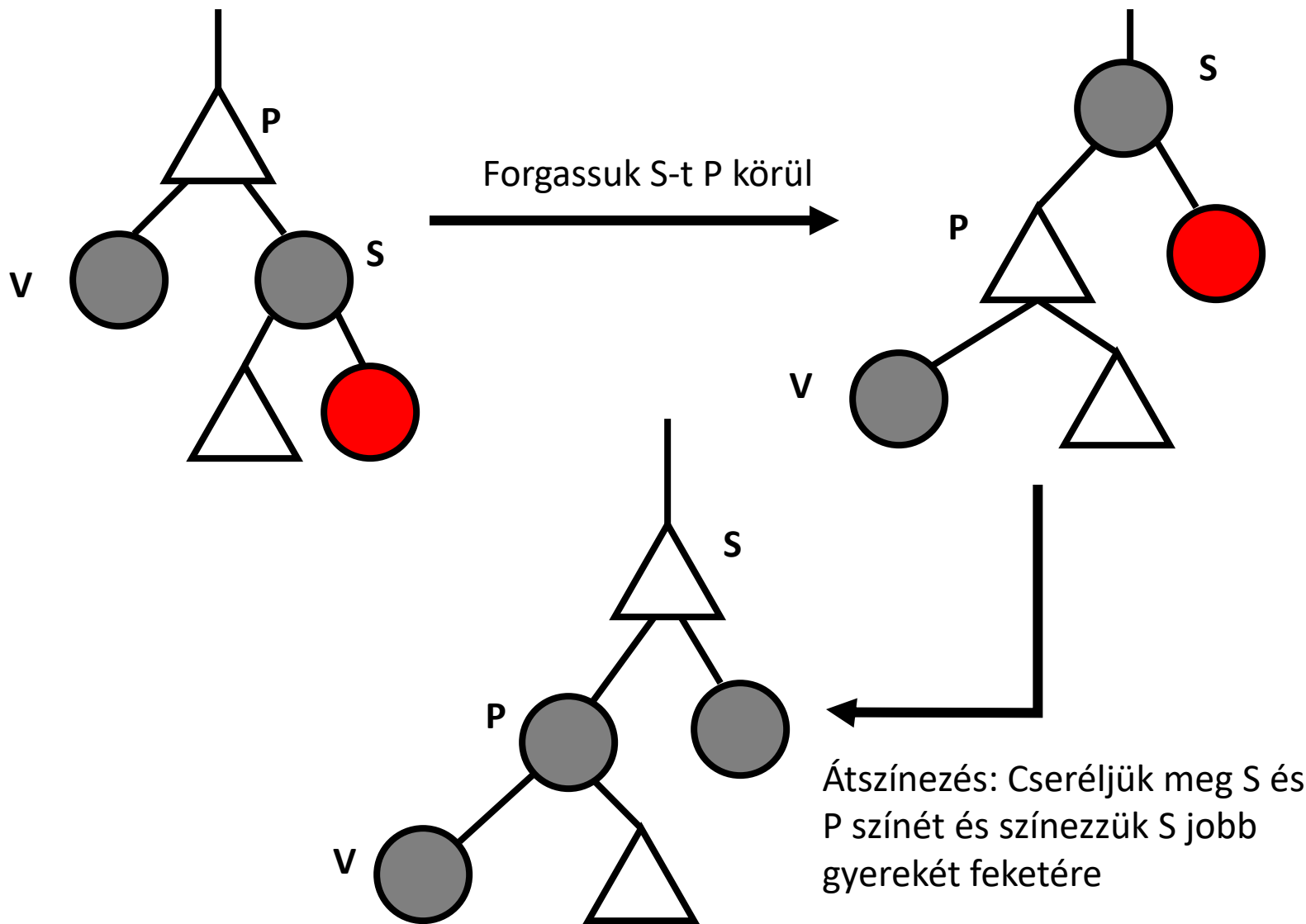
- S fekete

S jobb gyereke piros (a bal gyerek bármilyen színű lehet)

Forgassuk S-et P körül

Cseréljük meg S és P színét és színezzük S jobb gyereket
feketére

4. gyakorlat



4. gyakorlat

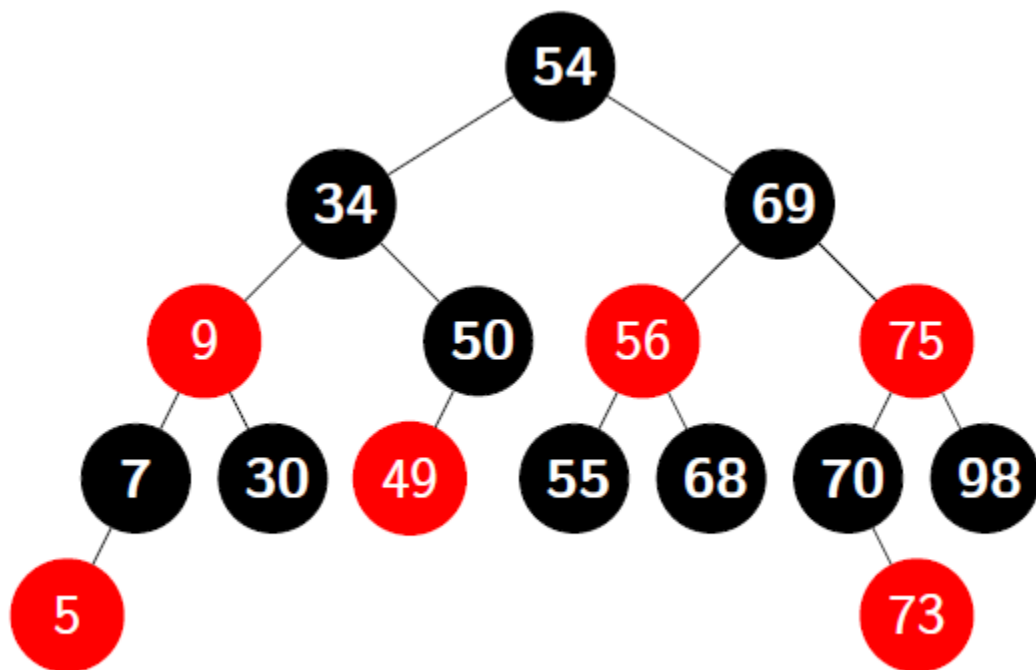
A javítás lokális végrehajtása után addig ismételjük a JAVÍTÁS műveletet, amíg el nem érünk a gyökérig és az aktuális V csúcs fekete.

Ha az aktuális V csúcs piros vagy gyökér elem, akkor megállunk és feketére színezzük.

Megjegyzés: az A eset javítása, mindig a B, C, D esetek valamelyikébe forgatja át a részfat, valamint a C eset javítása, mindig a D esetre módosítja azt. A D eset után az aktuális V csúcs a gyökér lesz.

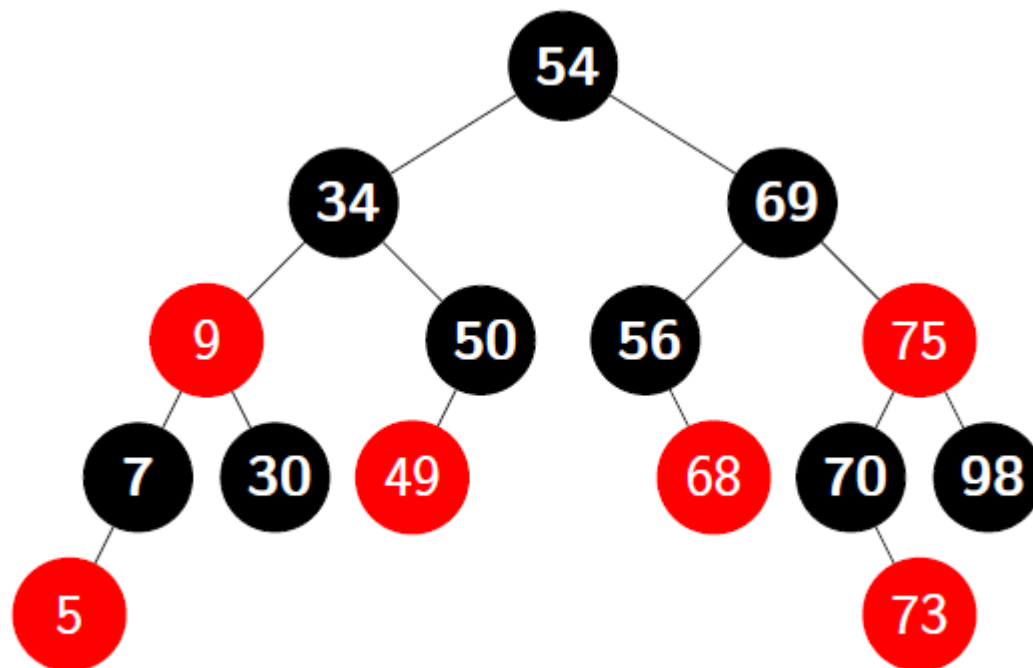
4. gyakorlat

Az alábbi piros-fekete fából töröljük a 55, 98, 30, 50, 49, 7, 73, 34 kulcsokat.



4. gyakorlat

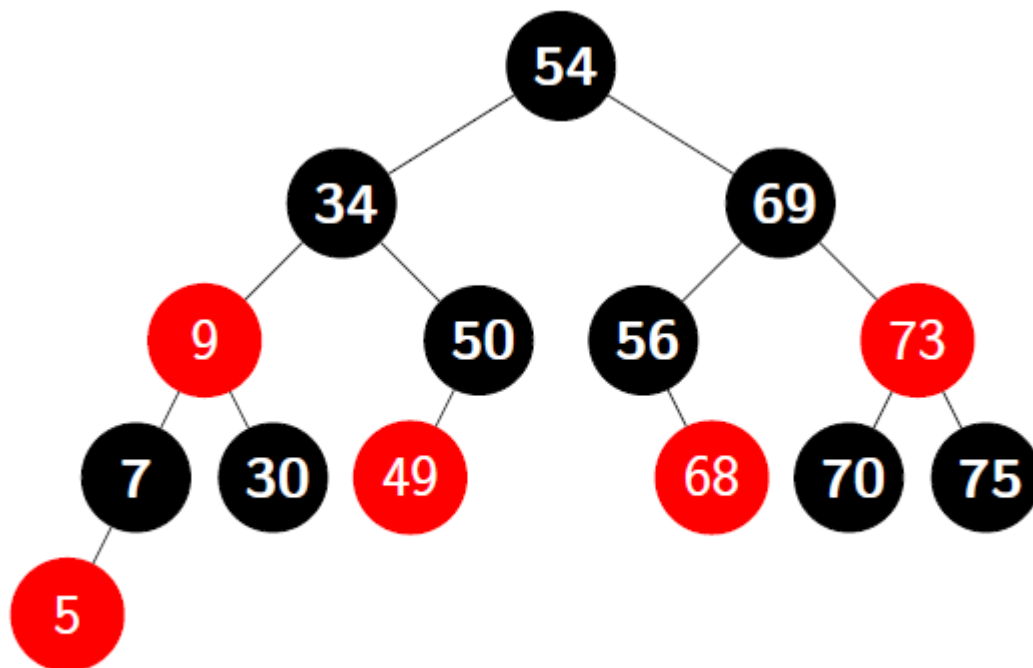
55 törlése:



(a) fekete testvér+unokaöccsek → színezés

4. gyakorlat

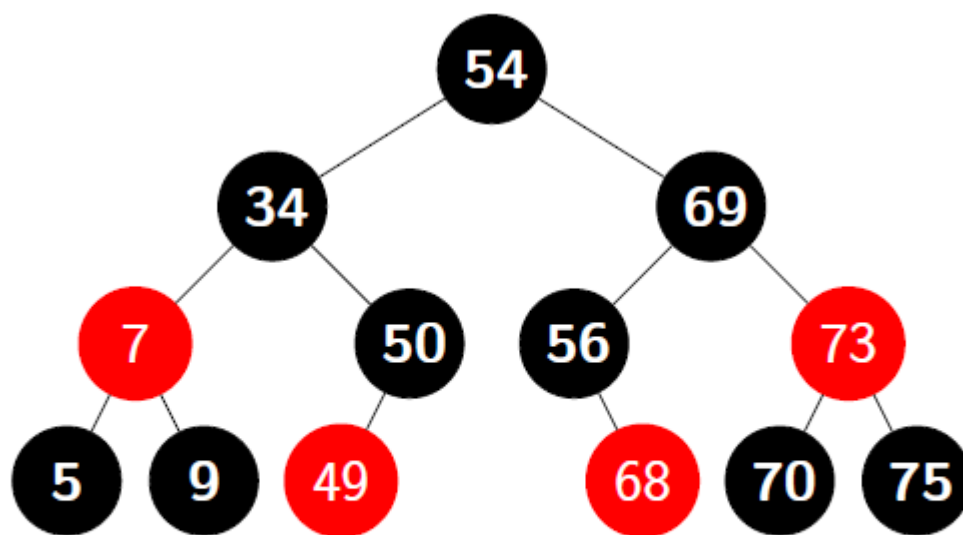
98 törlése:



(b) fekete testvér, piros unokaöccs → forgatás

4. gyakorlat

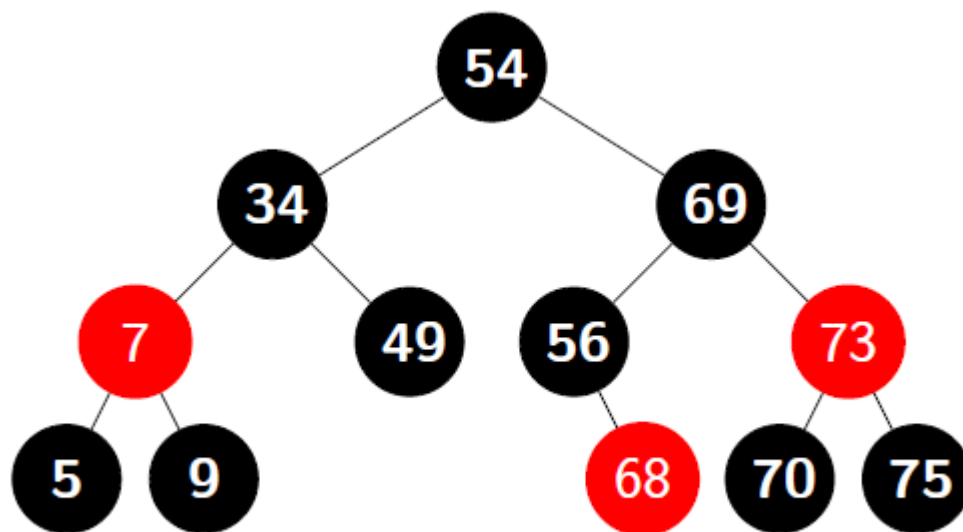
30 törlése:



(c) fekete testvér, piros unokaöccs → forgatás

4. gyakorlat

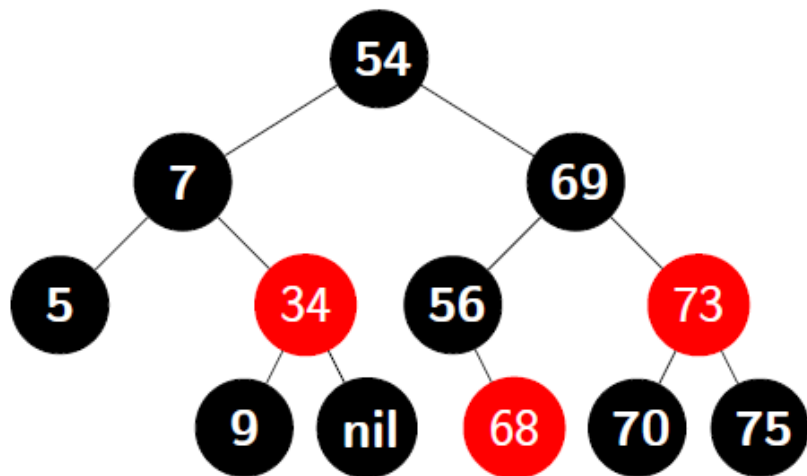
50 törlése:



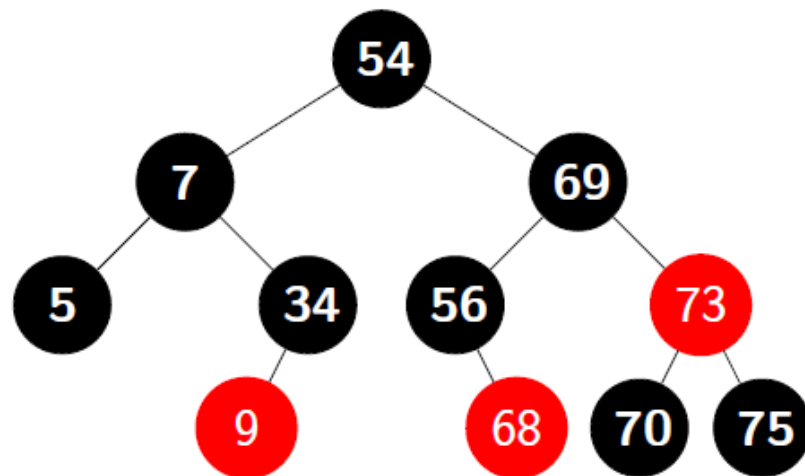
(d) egyedüli gyereke piros → nincs teendő

4. gyakorlat

49 törlése:



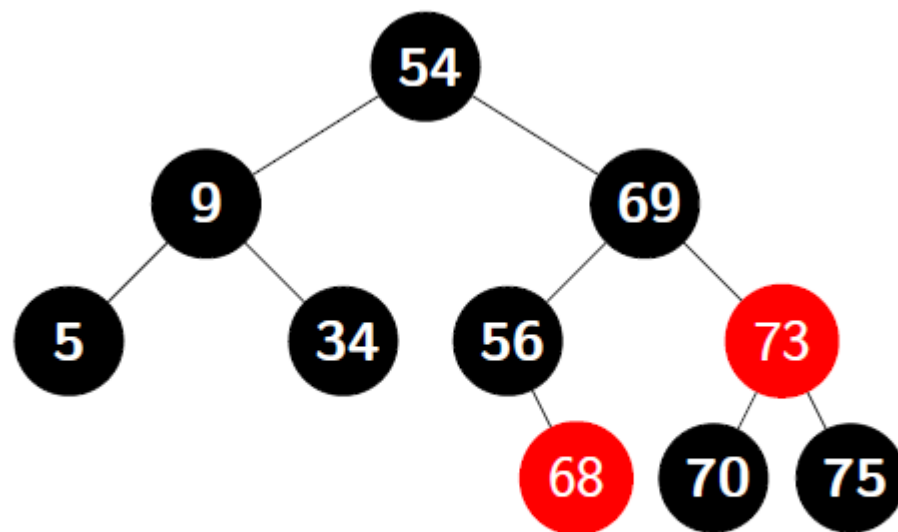
(e) piros testvér → segédforgatás



(e) fekete testvér+unokaöccsek → színezés

4. gyakorlat

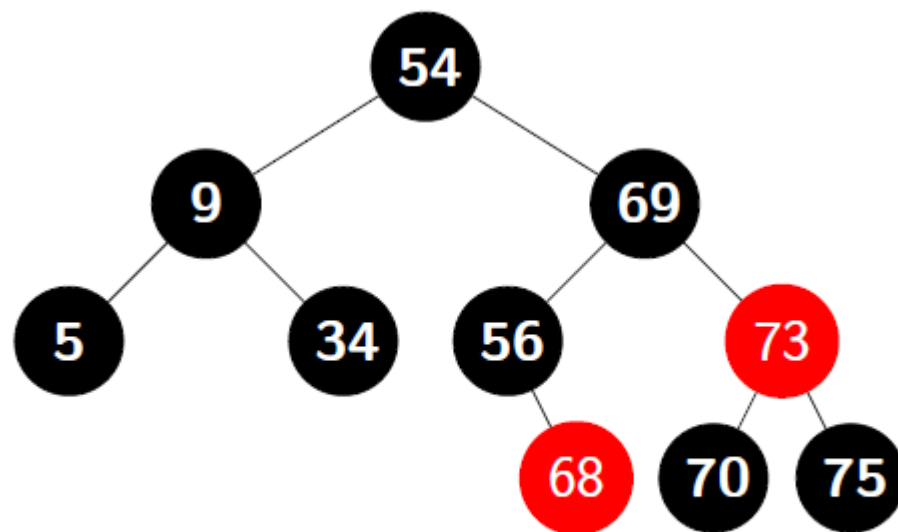
7 törlése:



(f) fekete testvér+piros unokaöccs → forgatás

4. gyakorlat

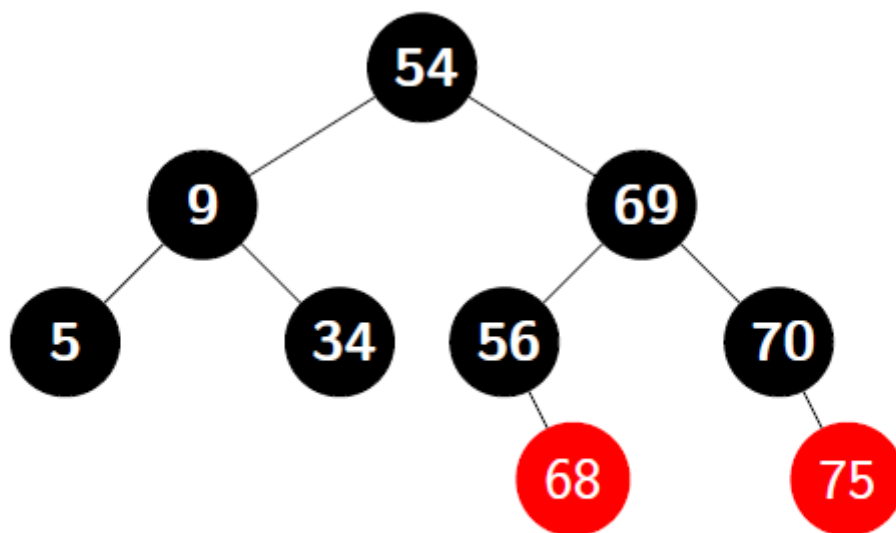
7 törlése:



(f) fekete testvér+piros unokaöccs → forgatás

4. gyakorlat

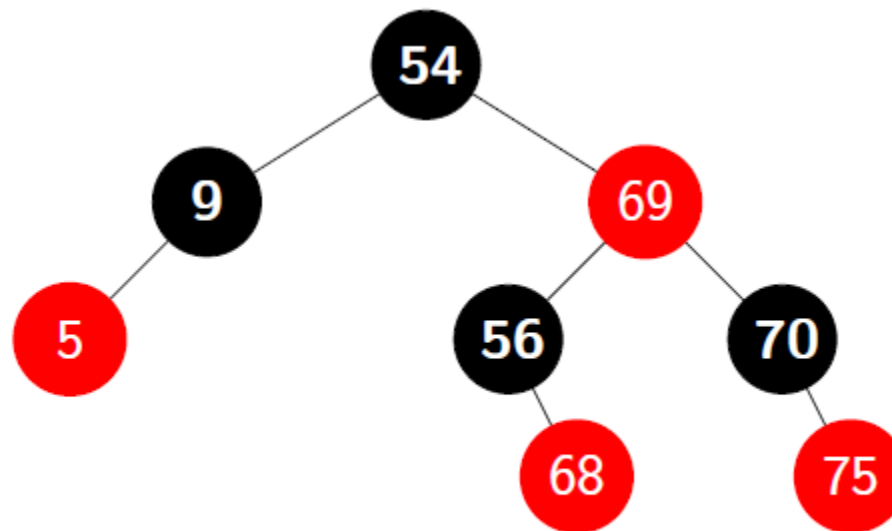
73 törlése:



(g) fekete testvér+unokaöccsek → átszínezés

4. gyakorlat

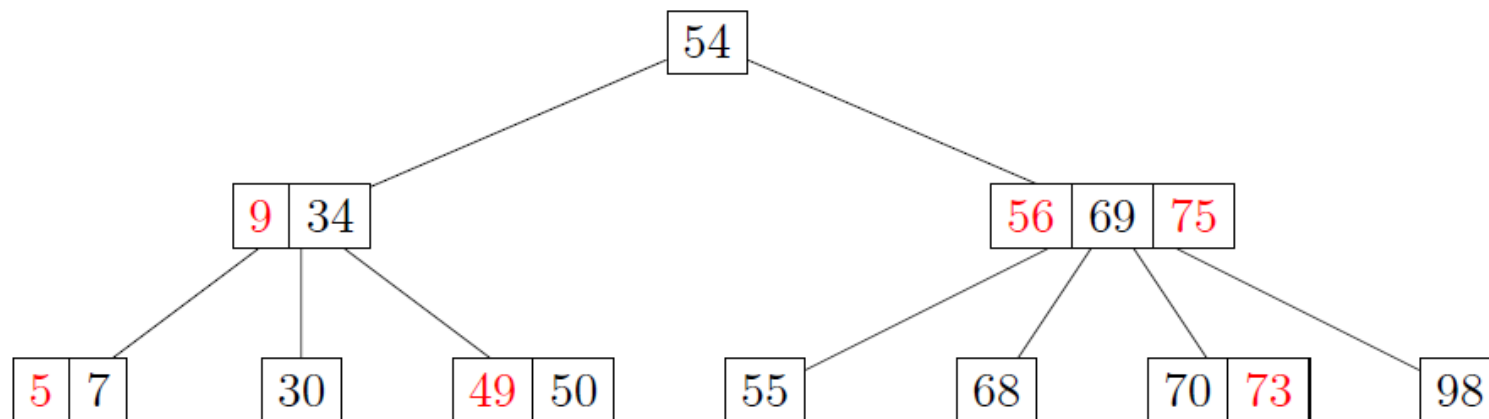
34 törlése:



(h) fekete testvér+unokaöccsek → átszínezés

4. gyakorlat

Adjuk meg az előző feladat kezdeti piros-fekete fájával ekvivalens 2-3-4 fát!



4. gyakorlat

Szorgalmi feladat:

Tegyük fel, hogy egy piros-fekete fát bővítünk egy x csúccsal, majd közvetlenül ez után töröljük ezt a csúcsot. Visszkapjuk-e az eredeti fát? Indokoljuk a választ.

Adjuk meg mik az egyes törlések után keletkező piros-fekete fákkal ekvivalens 2-3-4 fák!

4. gyakorlat

Vizualizációk:

<https://visualgo.net/bn/bst>

<https://www.cs.usfca.edu/~galles/visualization/Algorithms.html>

<https://yongdanielliang.github.io/animation/web/24Tree.html>

<http://people.ksp.sk/~kuko/bak/index.html>