Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu
Tietotekniikan laitos
CS-A1141/1143 Tietorakenteet ja algoritmit Y

TENTTI
16.12.2022

Kirjoita jokaiseen paperiin oma nimi, oppilasnumero, tutkinto-ohjelma, kurssikoodi ja kurssin nimi, päivämäärä, sali, palauttamiesi paperien lukumäärä sekä *allekirjoituksesi*. Numeroi palauttamasi paperit juoksevalla numeroinnilla. Tentissä ei saa käyttää mitään ylimääräisiä apuvälineitä.

1) Kymmenen kysymystä (10 x 1p + 1p)

Tämä tehtävä on *tentin pakollinen osa*, josta on saatava vähintään 5p/10p, jotta loput tentistä tarkistetaan. Tämä tehtävä ei kuitenkaan yksistään riitä tentin läpäisyyn. Toisaalta viiteen pisteeseen ei edellytetä "täysin oikeaa vastausta" vaan oleellista on, että pystyt osoittamaan *ymmärtäneesi* tehtävän *koodin* toiminnan. Käytä siis aikaa perustelujen miettimiseen ja esittämiseen. Viittaa perusteluissa ohjelmakoodin rivinumeroihin, jos mahdollista.

Alla on annettu kaksi algoritmia (`bs1` ja `bs2`), jotka molemmat etsivät puolitushaulla järjestetystä taulukosta `table` alkiota `x`. Lue ensin kaikki kysymyskohdat vastaamatta niihin ja sen jälkeen vertaile annettuja koodinpätkiä erittäin huolella. Vastaa vasta tämän jälkeen kaikkiin kysymyksiin ja käytä aikaa perustelujen pohtimiseen ja muotoilemiseen. Huomaa, että kaikissa kysymyksissä viitataan alla oleviin algoritmeihin ja, että vastaukset tulee perustella hyvin, tai siis *pisteet tulevat vain perusteluista*!

```
1  int bs1(int table[], int x) {
2      int low = 0;
3      int high = table.length - 1;
4      int mid;
5
6      while( low <= high )
7      {
8          mid = (low + high) / 2;
9
10         if (table[mid] < x)
11                 low = mid + 1;
12         else if (table[mid] > x)
13                 high = mid - 1;
14         else return mid;
15     }
16     return -1;
17 }
```

```
18 def bs2(table, x, low, high):
19     if low > high:
20         return -1
21     mid = (low + high) / 2
22     item = table[mid]
23     if item == x:
24         return mid
25     elif x < item:
26         return bs2(table,x,low,mid-1)
27     else:
28         return bs2(table,x,mid+1,high)
29
30
31
32
33
34
```

a) *Selitä* algoritmin `bs1` toiminta sanallisesti (ilman esimerkkiä). Huom! Selitä *miten* algoritmi ratkaisee ongelman. Älä pelkästään selitä koodia rivi-riviltä.

b) *Selitä* nyt algoritmin `bs2` toiminta sanallisesti. Miten toiminta eroaa edellisestä?

c) *Anna esimerkki hausta*, jossa algoritmilla `bs1` etsitään alkiota `x` = 512 taulukosta, jossa on alkiot 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 ja 512. Vihje: Taulukoi mitä arvoja muuttujat `low`, `high` ja `mid` saavat ohjelman suorituksen edetessä. Mitä ohjelma palauttaa ja mitä laskennan tuloksena saadaan?

d) *Anna esimerkki hausta*, jossa algoritmilla `bs2` etsitään em. taulukosta arvoa `x` = 100. Vihje: taulukoi tässä muuttujat `low`, `high`, `mid` ja `item` kuten edellä. Mitä ohjelma palauttaa ja mikä on laskennan tulos tässä tapauksessa?

e) Olkoon *n* algoritmien 1 ja 2 ns. "syötteen koko". Mistä muuttujista ja miten algoritmien suoritusajat T(n) riippuvat?

f) *Analysoi* algoritmin 1 suoritusaika T(n) sen saaman syötteen koon *n* funktiona.

g) *Analysoi* algoritmin 2 suoritusaika T(n) sen saaman syötteen koon *n* funktiona.

h) Algoritmia 1 testattiin suurella aineistolla (haettiin aineiston pienintä alkiota), jolloin sen suoritusajaksi saatiin noin 1 millisekunti. Tämän jälkeen aineiston koko kaksinkertaistettiin ja suoritusajaksi saatiin noin 2 millisekuntia. Jos aineisto jälleen kaksinkertaistettaisiin, niin kuinka pitkään arvioisit laskennan tällä kertaa kestävän? Perustele.

i) Millaisia oletuksia ja reunaehtoja algoritmin 2 virheetön ja tehokas suoritus asettaa taulukolle `table` ja taulukon sisältämille alkioille?
j) *Perustele* pitääkö väite paikkansa vai ei: algoritmi 1 on tehokkaampi kuin algoritmi 2.
k) Bonustehtävä: *Pohdi ja vertaile* algoritmien 1 ja 2 muistinkäyttöä.

2) Terminologiaa (2p + 2p + 2p + 2p)

Määrittele seuraavat *käsitteet* (4 x 1p). Huom! *Anna* jokaisesta myös *esimerkki* (4 x 1p).

a) Kekoehto (Heap property)
b) Hajautusfunktio (Hash function)
c) Lineaarinen kokeilu (Linear probing)
d) Valikointi-ongelma (Selection-problem)

3) Puiden läpikäyntialgoritmit (2p + 2p)

Binääripuu voidaan määrittää yksikäsitteisesti, jos tiedetään sen läpikäyntijärjestys esijärjestyksessä (*preorder*) ja sisäjärjestyksessä (*inorder*). Erään binääripuun esijärjestys oli K-I-B-A-M-H-L-P-Q-F ja sisäjärjestys oli B-I-M-A-H-K-P-L-Q-F. *Piirrä* puu ja *anna* sen vastaava *jälkijärjestys (postorder)*.

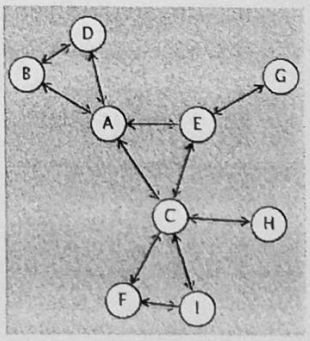
4) Järjestämismenetelmät (3p + 3p + 2p)

Joudut valitsemaan algoritmin tehtävään, jossa tulee järjestää annettu aineisto. Mitä asioita (kriteereitä) huomioit tehdessäsi valintaa? Lue ensin koko tehtävänanto.

a) *Valitse kolme* (3) keskeistä *kriteeriä* joiden valossa tarkastelet tilannetta. *Perustele* miksi ja miten valitsemasi kriteerit liittyvät järjestämisongelmaan.
b) *Nimeä* jokaisen kriteerin kohdalla erikseen ainakin yksi *algoritmi*, joka täyttää ko. kriteerin ja yksi joka ei täytä (algoritmien toimintaperiaatteita ei tarvitse selittää). Anna vastauksesi matriisimuodossa 3x2, jossa sarakkeilla (3) on kriteerit ja niiden alapuolella riveillä (2) algoritmien nimiä, jotka *täyttävät* ja *eivät täytä* ko. kriteeriä.
c) *Nimeä algoritmi*, joka täyttää kaikki kriteereistäsi tai perustele miksi sellaista algoritmia ei ole. *Nimeä* myös jokin *algoritmi*, joka ei täytä ainakaan kahta kriteereistäsi.

5) Verkot (2p + 4p + 4p)

a) *Millainen on* kuvan 1 verkon *vieruslistaesitys* (adjacency list representation)? Esitä vieruslista siten, että solmut ovat aakkosjärjestyksessä.
b) *Selitä sanallisesti*, miten rekursiivinen syvyyssuuntainen haku (DFS) toimii. Oleta, että algoritmi saa syötteenä suuntaamattoman verkon vieruslistaesityksenä, joka on aakkosjärjestyksessä.
c) Miten rekursiivinen DFS etenee kuvan 1 verkossa, kun lähdetään liikkeelle solmusta A? Anna esimerkki siten, että siitä selviävät sekä rekursiokutsut (vierailujärjestys) että se missä järjestyksessä rekursiokutsut päättyvät.



Kuva 1: Suuntaamaton verkko