Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap

EKSAMENSOPPGÅVE I FAG MNFIT112 – ALGORITMER OG DATASTRUKTURAR

Fagleg kontakt under eksamen: **Kjetil Nørvåg**

Tlf.: **93440**

Eksamensdato: **15. mai 2002**

Eksamenstid: **09.00-15.00**

Vekttal: **4**

Tilletne hjelpemiddel: **Ingen**

Språkform: Nynorsk

Tal på sider, bokmål: **11**

Tal på sider, nynorsk: **11**

Tal på sider, engelsk: **11**

Sensurdato: 05. juni 2002

Merk! Studentane må primært gjere seg kjend med sensur ved å oppsøke sensuroppslaga. Evt. telefonar om sensur må rettast til instituttet eller sensurtelefonane. Eksamenskontoret vil ikkje kunne svare på slike telefonar.

Oppgåve 1 – Fleirvalsspørsmål (”multiple choice”) – 15 %

Bruk svararket sist i oppgåvesettet til denne oppgåva. Dersom du finn fleire alternativ som du synest passar, *set kryss for det eine som passer best*. For å unngå at gode tipparar vert løna, vil eit galt svar gje færre poeng enn om oppgåva ikkje vert svart på.

a) Kva for ein av følgjande påstandar er *ikkje* korrekt?
   1) Abstrakt datatype (ADT) er eit anna namn for datastruktur.
   2) Ein invariant er eit vilkår (”condition”) som alltid er sann på eit visst punkt i ei algoritme.
   3) Ein løkke-invariant (”loop invariant”) er eit vilkår (”condition”) som er sann både før og etter utføring av ei løkke.
   4) Ein bør unngå globale variable.
   5) Ein bør generelt bruke subprogram (prosedyrar, funksjonar, etc.) så mykje som mogleg.

b) Kva for ein av følgjande påstandar er *ikkje* korrekt?
   1) Ein tabellvariabel (”array”) i Pascal er ei samling av element som har same datatype.
   2) Ein post (”record”) er ei gruppe med relaterte einingar (”items”) .
   3) Ein post kan ikkje vere eit felt i ein post.
   4) Ein tabellvariabel (”array”) i standard Pascal har statisk storleik.
   5) Ei dobbeltlenka liste tek større plass enn ei enkeltlenka liste.

c) Effektiviteten/kompleksiteten til boble-sortering er:
   1) O(N)
   2) O(log(N))
   3) O(N log(N))
   4) O(N^2)
   5) *O(2^N)*

d) Effektiviteten/kompleksiteten til kvikksortering (”quicksort”) er:
   1) O(N)
   2) O(log(N))
   3) O(N log(N))
   4) O(N^2)
   5) O(2^N)
   *6) O(M*N)*

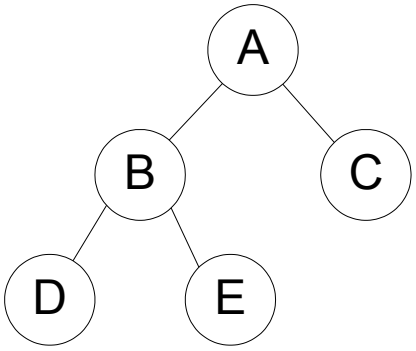
e) Ei listetraverserings-algoritme er:
   1) O(1)
   2) O(N)
   3) O(log(N))
   4) O(N log(N))
   5) *O(N^2)*
   6) *O(M*N)*

f) Gitt følgjande funksjon:

```
function F1(n : integer):integer;
var sum,i,j,m : integer;
begin
   sum:=0;
   m:=n;
   for i:=1 to n do
      for j:=1 to m do
         sum:=sum+i+j;
   F1:=sum;
end;
```

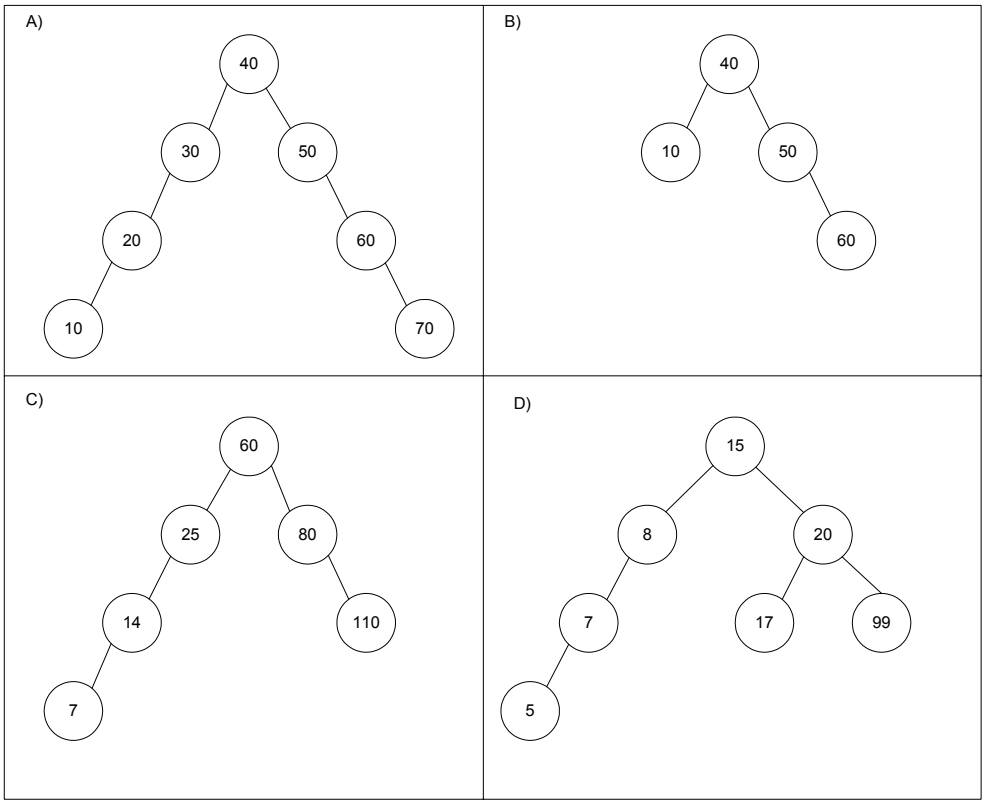
Kva er effektiviteten til denne funksjonen, uttrykt med *O*-notasjon?

1) O(1)
2) O(N)
3) O(log(N))
4) O(N log(N))
5) *O(N^2)*
6) *O(M*N)*



g) Kva for ein av dei følgjande påstandane om treet i figuren ovanfor er korrekt?

1) Treet er syklisk.
2) Treet er eit ikkje-fullt binært søketre.
3) Treet er eit fullt binært søketre.
4) Treet er balansert.
5) Treet har høgde lik 5.

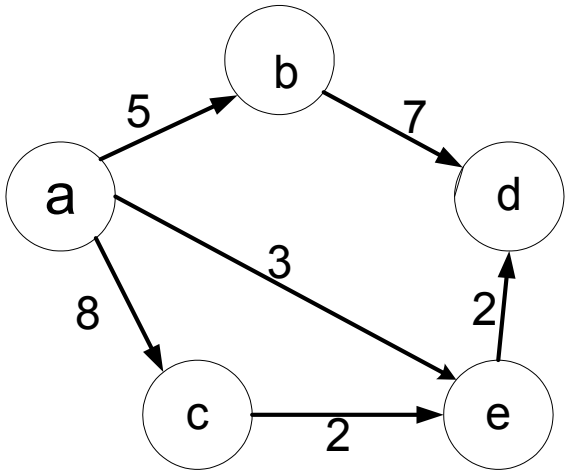


h) Kva for eit av trea i figuren ovanfor er eit gyldig AVL-tre?
1) Tre A.
2) Tre B.
3) Tre C.
4) Tre D.

i) Gitt følgjande funksjon:

```
FunkX(v)
{v is a vertex}
   Mark v as visited
   for each unvisited vertex u adjacent to v do
   begin
      Mark the edge from u to v
      FunkX(u)
   end
```

Er dette mest sannsynleg pseudokode for:
1) Djupne-først søk?
2) Breidde-først søk?
3) Å finne spenntre?
4) Topologisk sortering?
5) Preorder traversering av eit tre?



j) Kva for ein av dei følgjande påstandane om grafen *G* på figuren ovanfor er *ikkje* korrekt?
   1) *G* er ein vekta graf.
   2) *G* er ein retta graf.
   3) *G* er ein syklisk graf.
   4) *G* er ein asyklisk graf.
   5) *G* er ikkje ein komplett graf.

k) Kva for ein av desse operasjonane er *ikkje* ein typisk operasjon for ein kø-ADT?
   1) `CreateQueue(Q)`
   2) `QueueIsEmpty(Q)`
   3) `QueueFront(Q)`
   4) `InsertQueue(Q, Position, Item)`
   5) `Remove(Q)`

l) Kva for ein av desse operasjonane er *ikkje* ein typisk operasjon for ein stakk-ADT?
   1) `CreateStack(S)`
   2) `StackIsEmpty(S)`
   3) `Push(S)`
   4) `TraverseStack(S)`
   5) `StackTop(S)`

Oppgåve 2 – Rekursjon– 10 %

a) Gitt følgjande program:

```
program Eksempel;
function EksFunk(n : integer):integer;
begin
   if n=1 then
     EksFunk := 0
  else
     EksFunk := EksFunk(n div 2) + 1
end;
begin
   WriteLn('EksFunk(8)=',EksFunk(8))
end.
```

Kva vert utskrifta frå programmet?

b) Gitt funksjonen:

```
(1)  function FX(x, n : integer) : integer;
(2)  begin
(3)     if n=0 then
(4)        FX:=1
(5)     else
(6)     if n=1 then
(7)        FX:=x
(8)     else
(9)     if odd(n) then
(10)       FX:=FX(x*x, n div 2) *x
(11)    else
(12)       FX:=FX(x*x, n div 2)
(13) end;
```

Tips: `odd(n)` er ein Pascal-funksjon som returnerer *true* om `n` er eit oddetal, dvs. 1, 3, 5,…

Forklar kort kva `FX` kan brukast til. Er nokon av programlinjene overflødige?

Oppgåve 3 – Søking og sortering – 15 %

a) Kva er viktigaste føresetnaden for at binærsøk skal kunne brukast for å søke i ein tabell (”array”)?

b) Vis korleis binærsøk-algoritmen vert brukt for å søke etter talet 35 i tabellen nedanfor:

5	13	35	56	65	72	88	89	95	96	99

c) Skisser flettesorteringsalgoritmen (”mergesort”) med pseudokode. Vis korleis følgjande tabell (”array”) med heiltal vert sortert med flettesortering:

54	23	68	22	92	99	78	12

d) Kva er effektiviteten for flettesortering, uttrykt med *O*-notasjon? Grunngjev svaret!

Oppgåve 4 – Abstrakte datatypar– 30 %

a) Forklar kort kva som er forskjellen mellom kø og stakk.
Implementer deretter prosedyrane `CreateQueue` og `Add` i ein array-basert kø, med følgjande deklarasjonar som utgangspunkt:

```
const MaxQueue = 15;
type  itemType  = integer;
      queueType = record
          Items : array[1..MaxQueue] of itemType;
          Front, Rear : 1..MaxQueue;
          Count : 0..MaxQueue;
      end;
var Q : queueType;
procedure CreateQueue(var Q : queueType);
procedure Add(var Q : queueType; NewItem : itemType;
              var success : boolean);
```

b) I Pascal er det mogleg å definere *sett.* For eksempel, om ein definerer ein variabel med type ”**set of** 1..100” så kan dette sette settet innehalde heiltal mellom 1 og 100. Ein viktig eigenskap for eit sett, er at det ikkje inneheld duplikatverdiar. Til dømes er følgjande sant:

[2, 5, 17] + [8] = [2, 5, 8, 17]
[2, 5, 17] + [5] = [2, 5, 17]

Eit av problema med den innebygde støtta for sett i standard Pascal er at desse kun kan innehalde 256 forskjellige verdiar. De skal i denne oppgåva implementere ein meir generell sett-ADT. Desse setta skal kunne innehalde eit stort tal på element, og skal som eit minimum kunne støtte følgjande operasjonar:

```
procedure CreateSet(var S:setType; S1, S2:integer);
function MemberOfSet(var S:setType; SetItem:itemType):boolean;
procedure InsertIntoSet(var S:setType; SetItem:itemType);
procedure DeleteFromSet(var S:setType; SetItem:itemType);
```

I tillegg er følgjande deklarasjon gjeven:

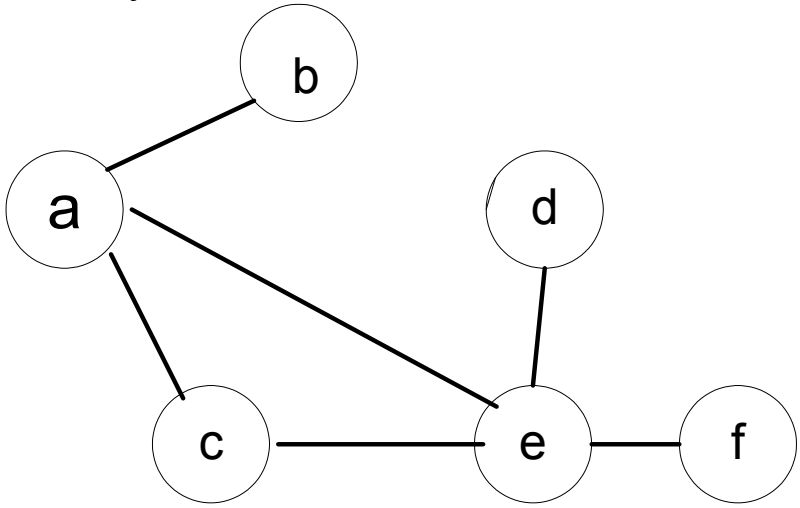
```
const NumItems = 600;
```

`CreateSet` vert brukt til å lage/initialisere eit tomt sett som kan ha element mellom `S1` og `S2`, og der ein reknar med at det normalt vil vere ca. `NumItems` element (men det skal vere mogleg å legge inn nye medlemmar sjølv om det allereie er `NumItems` element i settet). Dvs. at `CreateSet(S,1,10000)` tyder det same som **"`set of 1..10000`**". Etter at kallet til CreateSet, vil settet S vere tomt. For å legge eit element til settet bruker ein `InsertIntoSet,` og for å fjerne eit element frå settet bruker ein `DeleteFromSet.` Ein reknar med at det normalt vil vere ca. `NumItems=600` element i settet. MemberOfSet vert brukt for å teste om eit element er medlem i eit sett.

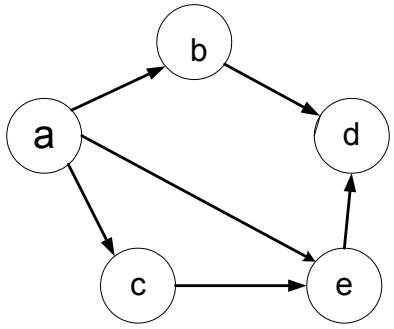
1) Beskriv kva datastruktur(ar) de vil bruke for å lagre eit sett i ein ADT som spesifisert ovanfor.
2) Deklarer nødvendige datatypar, datastrukturar og variablar, og implementer funksjonane og prosedyrane som er gitt. Gå utifrå at `itemType` er av type `integer`.
3) Kva er effektivitet (i O-notasjon) for dei forskjellige operasjonane?

Oppgåve 5 – Grafar– 15 %

a) Kva vert resultatet av ei djupne-først ("depth-first") traversering av følgjande graf, med start i node c? Gje svaret som ei liste med noder.



b) Kva vert resultatet av ei breidde-først ("breadth-first") traversering av grafen frå oppgåve a), med start i node c? Gje svaret som ei liste med noder.
c) Kva er topologisk sortering av ein graf? Gje ei algoritme for topologisk sortering av ein graf. Kva vert resultatet om du bruker denne algoritmen på følgjande graf:



Oppgåve 6 –Tre og tabellar– 15 %

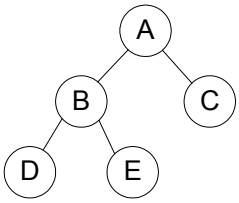
a) Du skal bruke eit binært søketre til å lagre heiltal. Start med eit tomt tre, og teikn for kvar av operasjonane under, i gjeven rekkefølgje, det resulterande binærtreet:

```
1) Insert(4)
2) Insert(8)
3) Insert(6)
4) Insert(2)
5) Insert(9)
6) Insert(5)
7) Insert(3)
8) Remove(2)
9) Remove(4)
```

a) Kva er gjennomsnittleg effektivitet for søk i eit binært søketre med N noder? Grunngjev svaret!

b) Kva er effektivitet i verste fall for søk i eit binært søketre med N noder? Når skjer dette?

c) Kva vert 1) resultatet av preorder traversering av treet i figuren nedanfor, og 2) resultatet av postorder traversering? (Operasjon på ei node i treet ved traversering er utskriving av innhaldet av noda)



d) Du skal no bruke eit 2-3-tre for å lagre heiltal. Start med eit tomt tre, og teikn for kvar av operasjonane nedanfor, i gjeven rekkefølgje, det resulterande 2-3-treet.

1) `Insert(5)`
2) `Insert(40)`
3) `Insert(10)`
4) `Insert(20)`
5) `Insert(15)`
6) `Insert(30)`
7) `Remove(10)`

e) Gå ut ifrå ein hash-tabell med 7 element/lenker, som skal brukast til å realisere ein tabell med heiltal. Kollisjonar vert løyst med lenking (”separate chaining”). Foreslå ein eigna hash-funksjon for denne tabellen, og set inn tala 24, 3, 10, 19, 25, 15. Teikn tabellen slik den ser ut etter at tala er sette inn.

Studentnr:_____ Studieprogram: _____ Arknr: _____ Antall ark: _____

Svarark for oppgåve 1 – Fleirvalsspørsmål (”multiple choice”)

Dette arket skal brukast til å svare på oppgåve 1. Arket skal rives av oppgåvesettet og leverast.

Dersom du finn fleire alternativ som du synest passar set du kryss for det eine som passar best.
For å unngå at gode tipparar vert løna, vil eit galt svar gje færre poeng enn om oppgåva ikkje vert svart på.

Alternativ→ Oppgåve↓	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
a)						
b)						
c)						
d)						
e)						
f)						
g)						
h)						
i)						
j)						
k)						
l)						