

Universitet i Bergen  
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i emnet INF102 — Algoritmer, datastrukturer og programmering

Fredag 28. november, kl 09:00–12:00

Bokmål versjon

Ingen hjelpemidler er tillatt

## Oppgave 1 (20%)

I denne oppgaven skal vi se på kjøretidsanalyse.

Anta at  $n$  er et positivt heltall. Gi kjøretiden til følgende kodesnutter som “order of growth”. Begrunn alle svarene dine.

(a)

```
s = 0;
for (i = 1; i < n; i++)
  for (j = i; j <= n; j++)
    s = s + 1;
```

(b)

```
c = 0;
for (i = 1; i < n; i++) {
    for (j = i; j < n && j%10 != 3; j++) {
        c++;
    }
    i = j-1;
}
```

(c)

```
for (i = 0; i < n; i = i + 2) {
    j = 0;
    while (j < i)
        j = j + 1;
    k = 0;
    while (k < i)
        k = k + 1;
}
```

(d)

```
for (i = 0; i < n; i++) {
    j = i;
    while (j > 0)
        j = j / 2;
}
```

(e)

```
s = 0;
for (i = 1; i <= n; i++)
    for (j = 2; j <= n; j++)
        for (k = 3; k <= n; k++)
            s = i + j + k;
```

## Oppgave 2 (20%)

I denne oppgaven skal vi jobbe med sorteringsalgoritmer.

(a) Forklar hvordan insertion sort og merge sort fungerer.

- (b) Hva er worst-case kjøretid for disse algoritmene? Begrunn svarene.
- (c) Hvis hvordan insertion sort sorterer strengen: “magnus”. Bokstavene skal sorteres leksikografisk.
- (d) Gjør det samme for merge sort.

## Oppgave 3 (30%)

I denne oppgaven skal vi se på forskjellige datastrukturer som representerer datatypen **Set**, en datatype for mengder. Elementene i mengden er heltall og mengden inneholder opptil en versjon av hvert mulige element. API'et til datatypen er som følger:

```
public class Set

    Set()           // create an empty set
    void insert(int x) // insert element x
    boolean contains(int x) // return true if x is in the set,
                           // false otherwise
```

- (a) Gi tre forskjellige måter man kan representere datatypen på.
- (b) Evaluer og sammenlign disse datastrukturene med hensyn på hvor godt de egner seg for en effektiv implementasjon av datatypen **Set**.

## Oppgave 4 (30%)

I denne oppgaven skal du være algoritmekonsulent for nasjonen Øylandia. Landet består av en samling med øyer,  $N$  stykker for å være helt nøyaktig. I gamle dager rodde øylendierene fra øy til øy for å selge varer og besøke familiene sine. Men tidene har forandret seg og i dag ønsker beboerne å komme seg rundt ved hjelp av biler, segwayer og andre praktiske, landbaserte fremkomstmidler. Grunnet utviklingen trenger øysamfunnet sårt flere broer og målet er å gjøre det mulig å reise tørrskodd og tørrhjulet mellom alle par av øyer uten å måtte ta i bruk båter. Det har allerede blitt bygd noen broer og flere er under planlegging av det nyopprettede brodepartementet. Gitt hvilke broer som er blitt bygd og hvilke som kan bli bygd skal du svare på noen spørsmål fra departementet. Øyene er nummerert fra 0 til  $N - 1$  (som du anbefalte dem, ettersom du tross alt er en informatiker). For hver bro

som allerede er bygd får du oppgitt de to øyene broen kobler sammen. Og for hver av de prospekterte broene får du oppgitt de to øyene broen vil koble sammen og prisen for å bygge nettopp denne broen.

- (a) Beskriv en algoritme som avgjør om det er mulig å nå målet om å koble sammen alle øyene ved å bygge noen eller alle av de prospekterte broene.
- (b) Anta at algoritmen i a) konkluderte med at det er mulig å nå målet. Beskriv en algoritme som gir den laveste mulige prisen som må betales for å koble sammen alle øyene.
- (c) Anta at algoritmen i a) konkluderte med at det ikke er mulig å nå målet. Beskriv en algoritme som gir det minste antall nye broer man må tillate å bygge, i tillegg til de allerede prospekterte broene, for at det skal være mulig å nå målet.

Gi en velformulert beskrivelse av algoritmene og hvorfor de er korrekte. Dersom du bruker en algoritme fra pensum trenger du ikke å argumentere for hvorfor den er korrekt, men derimot hvorfor det er korrekt å bruke den. I tillegg skal du forklare hva verste kjøretid er. For å oppnå full uttelling må algoritmene i a) og c) kjøre i  $O(N + B + P)$  tid i verste tilfelle og algoritmen i b) i  $O((N + B + P) \log N)$  tid i verste tilfelle, hvor  $N$  er antall øyer,  $B$  er antall allerede bygde broer og  $P$  er antall prospekterte broer.

Lykke til!

Markus Sortland Dregi og Marc Rehmsmeier