

# Eksamen INF-1100

## Innføring i programmering

### Høst 2008

*Eksamenssettet består av 4 oppgaver.*

Der oppgaven ber om at du skriver en funksjon kan du bruke C lignende pseudo-kode. Husk også at du kan referere tilbake til funksjoner du tidligere har definert.

#### **Oppgave 1 - 30%**

De fleste av dagens datamaskiner er strukturert i henhold til en modell foreslått av John Von Neumann i 1946. Beskriv denne modellen. Beskrivelsen bør vektlegge hvordan programmer utføres.

## Oppgave 2 - 20%

Gitt  $x$  (ulik 0) som en approksimasjon til kvadratroten av  $n$ , så vil  $(x + n/x)/2$  være en bedre approksimasjon. Dette kan man bruke til å beregne kvadratroten av et tall med ønsket nøyaktighet, ved å begynne med et vilkårlig estimat og deretter forbedre det gjentatte ganger. Skriv en iterativ funksjon *mysqrt*, som beregner kvadratroten av et tall  $n$  med en nøyaktighet på minst 5 desimaler:

```
float mysqrt(float n, float x)
```

Eksempel:

$x = 20$ ,  $n = 100$ , funksjonen krever 5 iterasjoner

iterasjon 1:  $(20 + 100/20)/2 = 12.5$

iterasjon 2:  $(12.5 + 100/12.5)/2 = 10.25$

iterasjon 3:  $(10.5 + 100/10.5)/2 = 10.01190476$

iterasjon 4:  $(10.01190476 + 100/10.01190476)/2 = 10.0000070777$

iterasjon 5:  $(10.0000070777 + 100/10.0000070777)/2 = 10.0000000000$

Hint: Den absolutte differansen mellom approksimasjonen i iterasjon 5 og 4 er mindre enn 0.00001.

Løsningsforslag 2:

```
// Returns positive square root of n,  
// so negative number means the function failed  
float mysqrt(float n, float x0)  
{  
    float prevx;           // Previous approximation  
    float x;               // Current approximation  
    float acc = 0.000005;  // Desired accuracy  
  
    // Check input  
    if (x0 == 0 || n < 0)  
        return -1;  
  
    // Initial guess  
    x = x0;  
  
    // Improve approximation until accuracy is reached  
    do {  
        prevx = x;  
        x = (x + n / x) / 2;  
    } while (fabs(x - prevx) >= acc);  
  
    return x;  
}
```

### Oppgave 3 - 30%

Sieve of Eratosthenes er en algoritme for å finne alle primtall opp til et gitt tall  $n$ . Algoritmen fungerer ved å initielt anta at alle tall  $2..n$  er primtall, for så å systematisk eliminere sammensatte tall. Den kan implementeres som følger:

1. Lag et array  $A$  som kan indekseres fra 2 til  $n$ , hvor alle verdier initielt er satt til 1.
2. Med utgangspunkt i indeks 2, for alle multipler av 2 ( $2 * 2, 2 * 3, osv.$ ) sett verdien med tilsvarende indeks til 0 (slik at  $A[4] = 0, A[6] = 0, ..$ ).
3. Finn den neste indeksen i arrayet hvor verdien er lik 1 (denne indeksen er et primtall).
4. For alle multipler av indeksen du fant i steg 3, sett verdien med tilsvarende indeks til 0.
5. Repeter steg 3 og 4 helt frem til du når en indeks som er større enn kvadratroten av  $n$ .
6. Alle indekser  $i$  hvor  $A[i]$  har verdien 1 er primtall.

Skriv en funksjon *finnprimtall* som returnerer en liste med alle primtall opp til et gitt tall  $n$ :

```
list_t *finnprimtall(int n)
```

Du kan anta at følgende listefunksjoner er tilgjengelige:

```
// Lag en ny liste
list_t *list_create(void);

// Sett inn et element sist i en liste
int list_addlast(list_t *list, void *item);
```

### Løsningsforslag 3:

```
// Returns a list of prime numbers up to n
list_t *finnprimtall(int n)
{
    int *prime;
    int i, j;
    int *A = malloc((n+1)*sizeof(int));

    // Create list to hold the prime numbers
    list_t *primelist = list_create();

    // Set all array elements to 1
    for (i = 0; i <= n; A[i++] = 1);

    // Remove non-primes
    j = 2;
    while (j * j <= n) {
        // Set all multiples to 0
        for (i = 2 * j; i <= n; i += j)
            A[i] = 0;

        // Find next 1
        while (A[++j] != 1);
    }

    // Create list of primes
    for (i = 2; i < n; i++) {
        if (A[i] == 1) {
            prime = malloc(sizeof(int));
            *prime = i;
            list_addlast(primelist, prime);
        }
    }

    free(A);

    return primelist;
}
```

## Oppgave 4 - 20%

Alle naturlige tall som ikke er primtall kan faktoriseres i to eller flere primtallsfaktorer. For eksempel, dersom et tall  $n$  kan skrives som et produkt av to primtall  $a$  og  $b$  ( $n = a * b$ ), så er  $a$  og  $b$  primtallsfaktorene til tallet  $n$ . Skriv en funksjon som returnerer en liste med alle primtallsfaktorer til et tall  $n$ :

```
list_t *finnprimtallsfaktorer(int n)
```

Her kan du benytte funksjonen fra oppgave 3 for å finne de primtallene som er potensielle faktorer til  $n$ . Husk at samme primtall kan være faktor flere ganger ( $20 = 5 * 2 * 2$ ). For å sjekke om et primtall  $a$  er en faktor i  $n$  kan du sjekke om resten ved divisjon er 0. I programmeringspråket C gjør du dette ved å bruke % operatoren:

```
if ((n % a) == 0) {  
    // a er en faktor i n  
}
```

Du kan anta at følgende listefunksjoner er tilgjengelige:

```
// Lag en ny liste  
list_t *list_create(void);  
  
// Sett inn et element sist i en liste  
int list_addlast(list_t *list, void *item);  
  
// Lag en ny listeiterator  
list_iterator_t *list_createiterator(list_t *list);  
  
// Returner element som pekes på av iterator og  
// la iterator peke på neste element  
void *list_next(list_iterator_t *iter);
```

Løsningsforslag 4:

```
// Returns prime factors of the number n
list_t *findprimefactors(int n)
{
    int a, *prime, *factor;

    list_t *factorlist = list_create();

    // Find prime numbers up to n
    list_t *primelist = findprimes(n);
    list_iterator_t *primeiter = list_createiterator(primelist);

    // Check if and how many times the prime number is a factor of n
    while ((prime = list_next(primeiter)) != NULL) {
        a = *prime;
        while (n % a == 0) {
            factor = malloc(sizeof(int));
            *factor = *prime;
            list_addlast(factorlist, factor);
            a *= *prime;
        }
        free(prime);
    }

    // Clean up
    list_destroyiterator(primeiter);
    list_destroy(primelist);

    return factorlist;
}
```