

Oblig 1 i IN3030/IN4330 – v2021

Finn de k største tallene i en stor array

Et problem for internettsøkeprogrammer som Google, Bing og DuckDuckGo, er at et søk kan generere millioner av svar (søker du på «Trump» med Google i Chrome nettleseren (27/1-2021) får du 1,64 milliarder svar!) – mer eller mindre relevante for den som søkte. Vedkommende søker har aldri muligheter for å se på alt. Hun/han vil se på det mest relevante. Hver side (av de mange millioner treff) kan vi anta har en relevans-score, som er et heltall som er slik at jo større dette tallet er, desto mer relevant er vedkommende side.

Vi skal hjelpe DuckDuckGo til å parallelisere løsningen på dette problemet. Anta at du har n svar og at relevans-scoren ligger lagret i heltallsarrayen $a[0..n-1]$. En triviell sekvensiell løsning A1 i Java er å bruke Javas innebygde sorteringsalgoritme (`Arrays.sort(int [] a)`), sortere hele arrayen og så plukke ut de k største tallene. Men dette tar alt for lang tid. En klart raskere algoritme A2 er følgende:

1. Vi antar først at de k tallene er i $a[0..k-1]$ er de største, og innstikksorterer det området i $a[]$ i synkende rekkefølge (du må trivielt skrive om vanlig innstikksortering til å sortere i synkende rekkefølge – dvs. med de største først).
2. Da vet vi at det minste tallet av de k første tallene i $a[]$ da ligger i $a[k-1]$. Dette tallet sammenligner vi etter tur med hvert element i $a[k..n-1]$. Finner vi element $a[j] > a[k-1]$, så :
 - a. Bytt $a[k-1]$ med $a[j]$
 - b. Innstikk-sorter det nye elementet inn i $a[0..k-2]$ i synkende rekkefølge (husk at koden for å innsortere bare ett element er enklere enn full instikk-sortering).
3. Når pkt. 2 er ferdig, ligger de k største tallene i $a[0..k-1]$ og ingen av øvrige tallene er overskrevet eller ødelagt.

Oppgave 1 – Sekvensiell Løsning:

Implementer den sekvensielle algoritmen A2 ovenfor. Test den for disse ulike verdiene av $n = 1000, 10\ 000, \dots, 100$ mill ved å lage en array med tilfeldige tall (`java.util.random`) og for hver av disse verdiene tester du for to verdier av $k = 20$ og $k = 100$. Test at du får riktig svar ved også å sorterer de samme tallene med `Arrays.sort(int [] a)`, og sammenlign dine svar (synkende rekkefølge) med de siste k plassene i $a[]$ etter at du har nyttet `Arrays.sort()` for å sjekke at det er riktig.

(N.B. for å få samme 'tilfeldige' tall med å trekke tilfeldige tall med klassen `Random` hvis du vil lage samme array flere ganger, må konstruktøren til klassen `Random` få et starttall – f.eks. `Random r = new Random(7363)` ; Da vil vi få samme tallsekvens når vi sier: `r.nextInt(n)` i løkke for å få neste tall mellom 0 og $n-1$. Tallene n og k tar du med som parametre når du starter programmet ditt (`> java <n> <k>`)

Skriv to tabeller, en for $k = 20$, en for $k = 100$, som viser hvilke tid de to metoder, dvs A1: `Arrays.sort` og din A2: Innstikk-metode, bruker for ulike verdier av n ($n = 1000, 10\ 000, \dots, 100$ million). Fremstiller du resultatene som kurver, kan du bare ha to kurver, en for $k = 20$ og en for $k = 100$ i samme diagrammet. Tidene som rapporteres skal være medianen av 7 kall på begge metodene slik det ble vist på en av forelesningene. Innlever din kode og tabeller og kurvene med dine kommentarer.

Oppgave 2 – Parallell Algoritme.

Du skal nå parallelisere A2 så godt du greier med de p kjernene du har på din maskin. Ta f.eks. utgangspunkt i paralleliseringen av FinnMax – problemet. Det kan hende at du da står igjen med en liten sekvensiell fase etter at mesteparten av beregningene er gjort (som i FinnMax).

Innlevering

Skriv en rapport med to tabeller, en for $k = 20$ og en for $k = 100$, som viser hvilke tider `Arrays.sort()`, sekvensiell og parallell Innstikk-metoden A2 bruker for ulike verdier av n ($n = 1000, 10\,000, \dots, 100$ million). I tillegg også et diagram med to kurver, en for $k = 20$ og en for $k = 100$, som viser speedup som funksjon av n . Tidene som rapporteres her skal være medianen av 7 kall på begge metodene slik det ble vist på en av forelesningene. Innlever din kode til både den sekvensielle og parallele løsningen og rapporten.

Rapporten skal angi hvilken type CPU (navn og hastighet i GHz og antall kjerner og, gjerne, hvis du vet det, navn på CPU – f.eks. Quad-Core Intel i7) du brukte samt en kommentar om for hvilken verdi av n du observerer at den parallele koden gir speedup >1 eller hvorfor ikke den ikke gir god speedup. Kommentér også om hvordan kjøretidene endres for de to valgene av k .

Obliger i IN3030/IN4330 innleveres i Devilry som nå er klargjort for innleveringer.

Oblig 1 leveres *individuell* og senest innen

onsdag 10. feb. 2021 kl 23.59.00 (ikke 23.59.59).

Tips:

1) Får du en feilmelding når du prøver å kjøre programmet ditt for $n = 100$ mill at du har for lite hukommelse, kan du starte programmet slik. Da ber du om 6 GB til programmet:

```
> java -Xmx6000m Oblig1 100000000 <+evt andre parametere>
```

(hvis du ikke har 64-bit Java virker ikke dette, maks er vel da 1000m du kan be om. Vennligst last ned 64-bit Java 8 til din maskin fra:

<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk8-downloads-2133151.html>)

Vedlegg: Kode til innstikksortering (a) hele $a[0..k-1]$;

a) (N.B. Denne sorterer i **stigende** rekkefølge – du må selv skrive den om og la den sortere i **synkende** rekkefølge):

```
/** Denne sorterer a[v..h] i stigende rekkefølge med innstikk-algoritmen*/
void insertSort (int [] a, int v, int h) {
    int i, t;

    for ( int k = v ; k < h ; k++) {
        // invariant: a[v..k] er nå sortert stigende (minste først)
        t = a [k+1] ;
        i = k ;
        while ( i >= v && a [i] > t ) {
            a [i+1] = a [i];
            i--;
        }
        a[i+1] = t;
    } // end for k
} // end insertSort
```

b) NB. for å sortere inn et nytt element på plass $a[k-1]$ trenger du en enklere versjon av koden over fordi de første $k-1$ elementene $a[0.. k-2]$ står jo allerede i synkende, sortert rekkefølge.