Uke 11 – IN3030/4330 v2020

Eric Jul

IfI, UiO

2020-03-25

Lecture starts at 10:15am

Recording

This lecture will be recorded.

And put on the course web site.

ONLY turn on your camera or your mike, if recording your video/voice is OK – by turning on camera or mike, you are giving UiO consent to record.

Alternatively, you can use the chat functionality.

Hva så vi på Uke 10 v2020

I) Q & A Session

(Lecture cancelled by MN/UiO due to SARS-CoV-2 virus pandemic.)

Hva skal vi se på i Uke 11-v20

- SARS-CoV-2 virus/COVID-19 affecting IN3030
- Om å lage en egen 'ArrayList' for heltall
  - Hvorfor og hvordan
  - For Oblig 5
- (En første) gjennomgang av Oblig 5

Hvorfor lage en egen IntList istedenfor ArrayList <Integer> Ukeoppgave, til Oblig5

- Fordi det er raskere og tar mindre plass
- Også fordi vi kan legge inn problemspesifike metoder hvis vi trenger det
- Hva er forskjellen på en Integer og en int?
- Hvordan lage IntList?
- ha muligheter til å lage en array av lister,
  OK med IntList[] a = new IntList[ant];
  Ikke mulig med:
  ArrayList <Integer > []b = new ArrayList<Integer >[ant];

Forskjeller på Integer og int er bl.a størrelsen

- Integer er et ***objekt*** som brukes å holde et heltall.
  - **Hvert** Integer tar da 12 byte (object header) + 4 byte (int)
- int er en basaltype som tar 4 byte
  - En int [] array har **ett** array objekt for hver rad – dvs. ekstra 12 byte per rad + ett array-objekt for hver dimensjon (2,3,..)
  - se: http://stackoverflow.com/questions og http://www.javamex.com/tutorials/memory/object_memory_usage.shtml
  - a normal object requires **8 bytes** of "housekeeping" space;
  - **arrays require 12 bytes** (the same as a normal object, plus 4 bytes for the array length). If the number of bytes required by an object for its header and fields is not a multiple 8, then you **round up to the next multiple of 8**.
-

```
+-----------+---------------+----------------- +-----------+
| mark word | class pointer | array size (opt) | padding   |
+-----------+---------------+------------------+-----------+
```

- Har vi 1000 Integer i en array er det: 1000x 16 (Integer objekter) + 16 (array overhead) + 8x1000 (pekere) = **24 016 byte**
- Har vi int [] a = new int[1000] er det 8+16 + 4*1000 = **4 024 byte**

```
class IntList{  // en litt for kort IntList, noen metoder mangler kanskje
                int [] data;
                int len =0;
                IntList( int len) {
                        data = new int [Math.max(1,len)];
                }
               IntList() {
                   data = new int [32];
               }
                void add( int elem) {
                        if (len == data.length) {
                                int [] b = new int [data.length*2];
                                //for (int i = 0; i < data.length; i++) b[i] = data[i];
                                System.arraycopy(data,0, b,0,data.length);
                                data =b;
                         }
                        data[len++] = elem;
                } // end add

                void clear(){
                        len =0;
                } // end clear

                int get ( int pos){
                      // error antar at svaret brukes til array-indeks
                        if (pos > len-1 ) return -1; else return data [pos];
                } //end get

                int size() {
                        return len;
                } //end size
} // end class IntList
```

Fra testprogrammet

```
long ILSek (int n) {
        IntList itlist = new IntList(n);
         long  j = 1;

          for (int i =0; i<n; i++)      itlist.add(i);
          for (int i =0; i<n; i++) j +=itlist.get(i);
       return j;
}// end ILSek

long ALSek (int n) {
      ArrayList <Integer> alist = new ArrayList<Integer>(n);
         long j = 1;

         for (int i =0; i<n; i++)     alist.add(i);
         for (int i =0; i<n; i++) j +=alist.get(i);
          return j;
 }// ens ALSek

……..

long t = System.nanoTime();  // start tidtaking IntList
 sum += ILSek(n);
t = (System.nanoTime()-t);
..
t = System.nanoTime();       // start tidtaking ArrayList
 sum += ALSek(n);
t = (System.nanoTime()-t);
```

Tidsforbruk int og Integer

- Integer
  - Når vi skal lagre et heltall i en Integer, må den først pakkes-inn (boxing) i et objekt vi lager + en peker til den i arrayen av Integer-pekere
  - Når vi skal lese en heltallsverdi fra en Integer, må vi først følge en peker for å lokalisere Integer-objektet, og så lese ut int-verdien (unboxing)
- int-array
  - Lesing og skriving i en int [] er 'mye' raskere – tilsvarende som å finne og skrive en peker i Integer-arrayen.

Test på lage (add) n stk Integer i ArrayList og i IntList og lese dem (get)

Test av sekvensiell IntList mot (sekvensiell?) ArrayList for å oppbevare heltall med 4 kjerner , og 8 tråder, Median av:3 iterasjoner

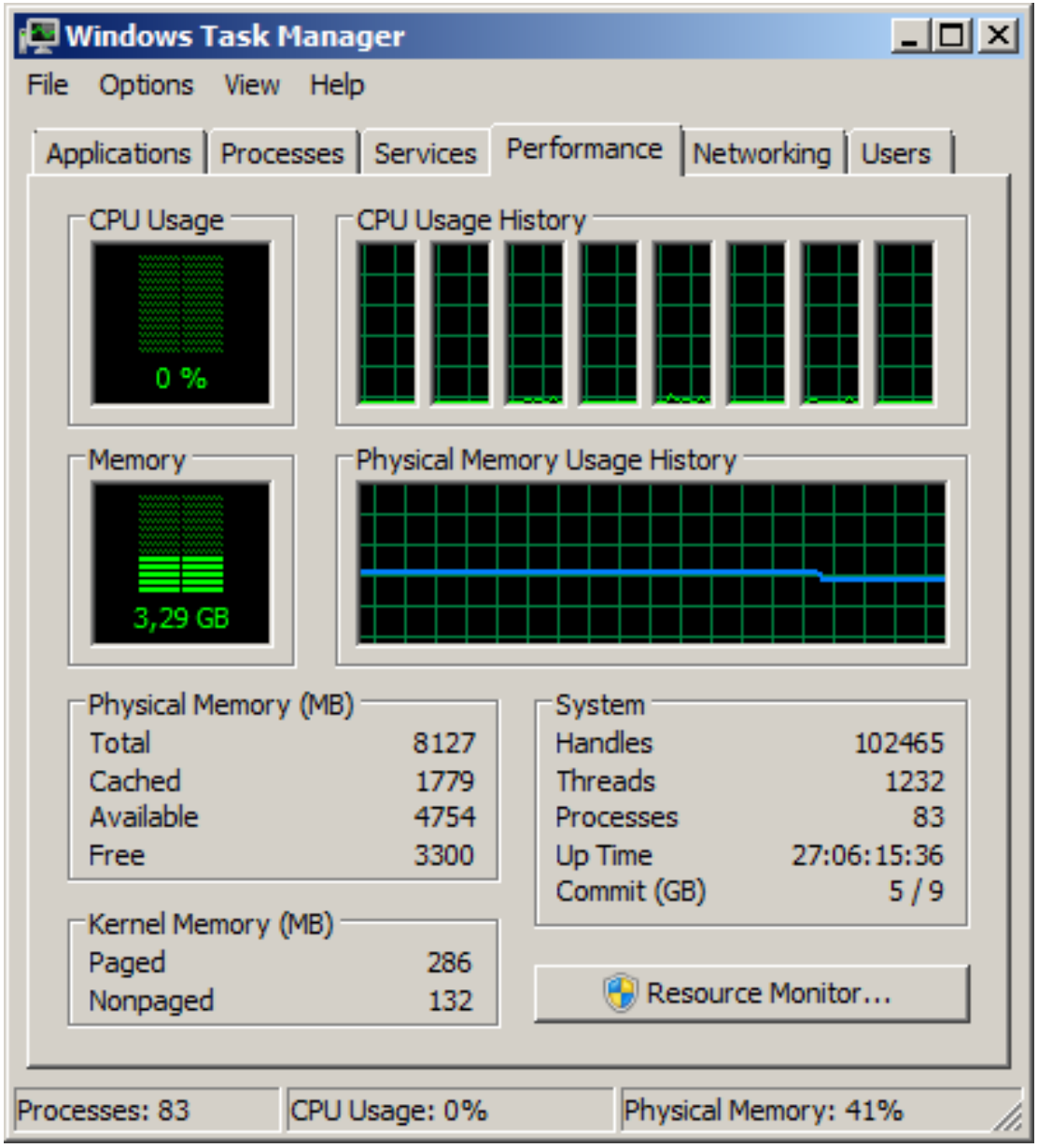
n	IntList(ms)	ArrayList(ms)	Speedup
100000000	797.44	30162.61	37.82
10000000	28.52	1269.97	44.53
1000000	2.76	7.77	2.81
100000	0.23	0.63	2.74
10000	0.02	0.07	2.77
1000	0.00	0.01	3.33
100	0.00	0.00	2.99
10	0.00	0.00	?

Hvorfor ikke en **større** speedup ?

n	IntList(ms)	ArrayList(ms)	Speedup
500000000	6194.84	211277.47	34.11
50000000	146.46	2054.59	14.03
5000000	15.06	41.22	2.74
500000	1.13	3.44	3.05
50000	0.10	0.36	3.43
5000	0.02	0.04	1.57
500	0.00	0.00	2.50
50	0.00	0.00	2.00
5	0.00	0.00	?

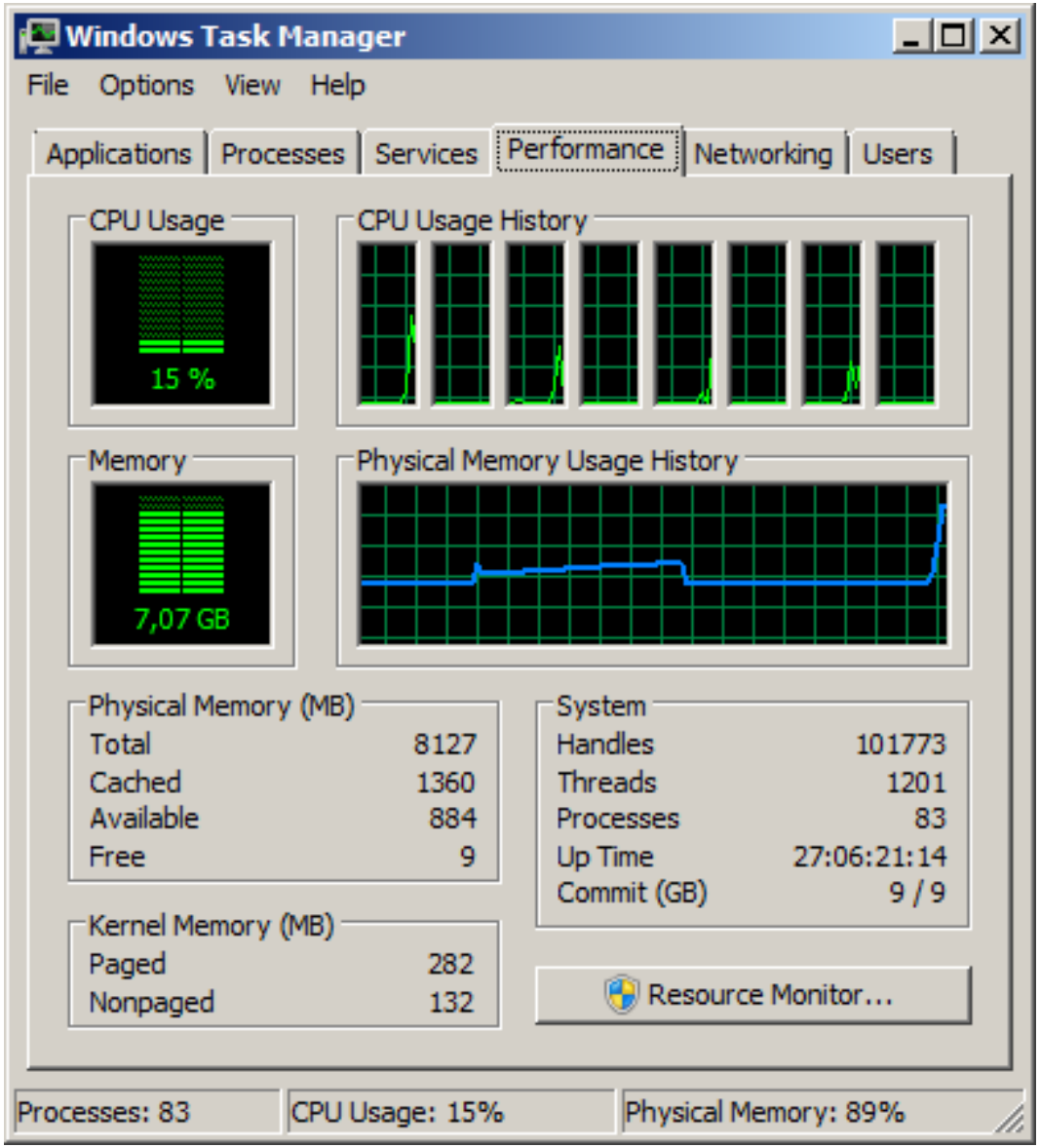
Ser på 'performance' i Task manger

- Før kjøring



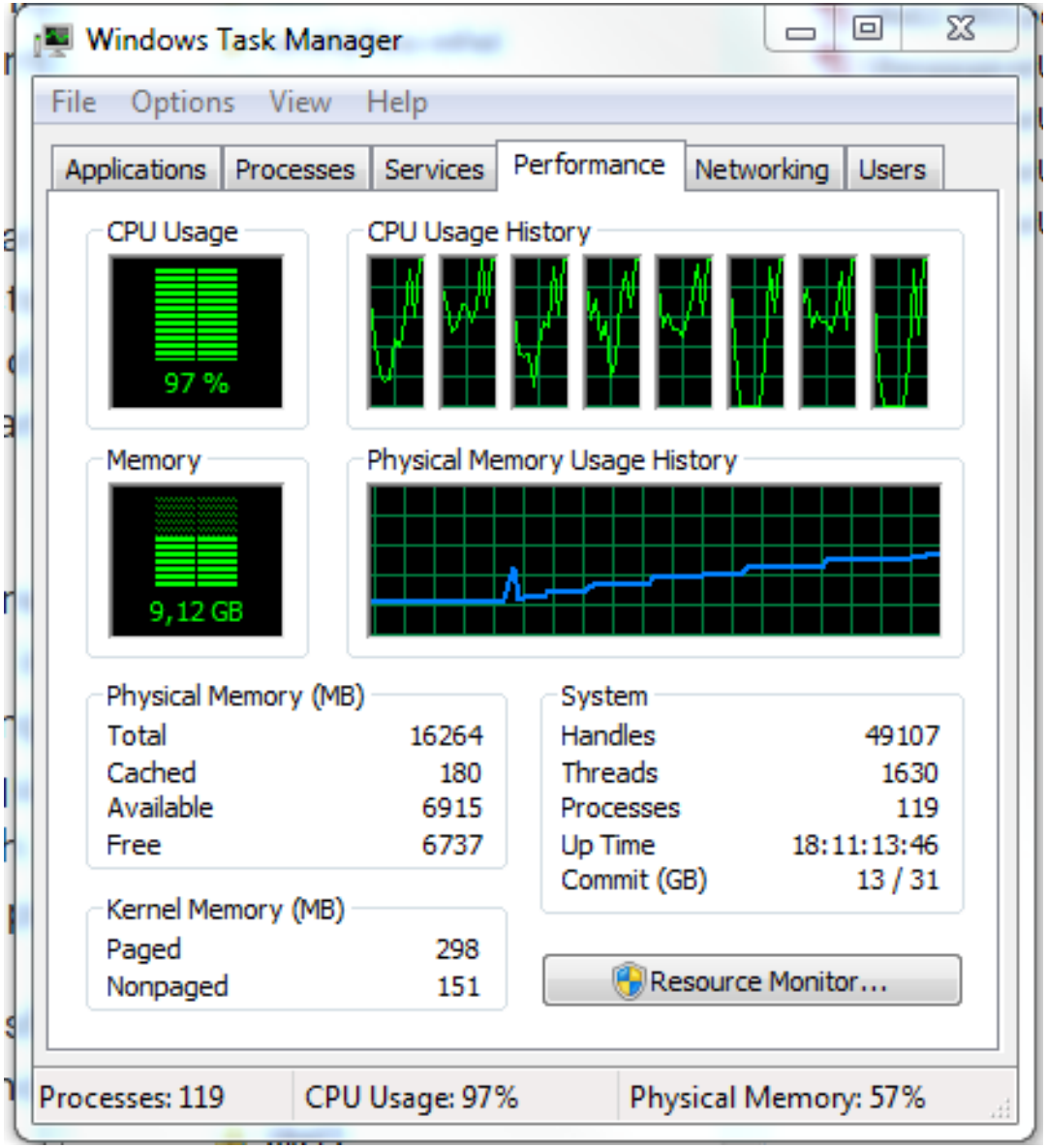
Kjøring av IntList test– ser på 'performance' i Task manger

- Kjøring av IntList –test
- 15% ≈ 100/8



Ser ut til at optimaliseringen parallelliserer ArrayList operasjonene – ser på 'performance' i Task manger

- Kjøring av ArrayList –test
- 97 % må komme av parallellisering
- Derfor er ikke ArrayList *så* mye langsommere enn IntList



Konklusjon

- **`Intlist`** er bedre fordi den er:
  - Betydelig raskere
  - Tar en klart mindre del av CPU-kapasiteten
  - Tar mindre plass
  - Man har kontroll over koden og kan endre og legge til funksjoner

Oblig 5
Konvekse Innhyllinga
Introduksjon

Convex Hull
Introduction

Den konvekse innhyllinga til n punkter – Oblig 5

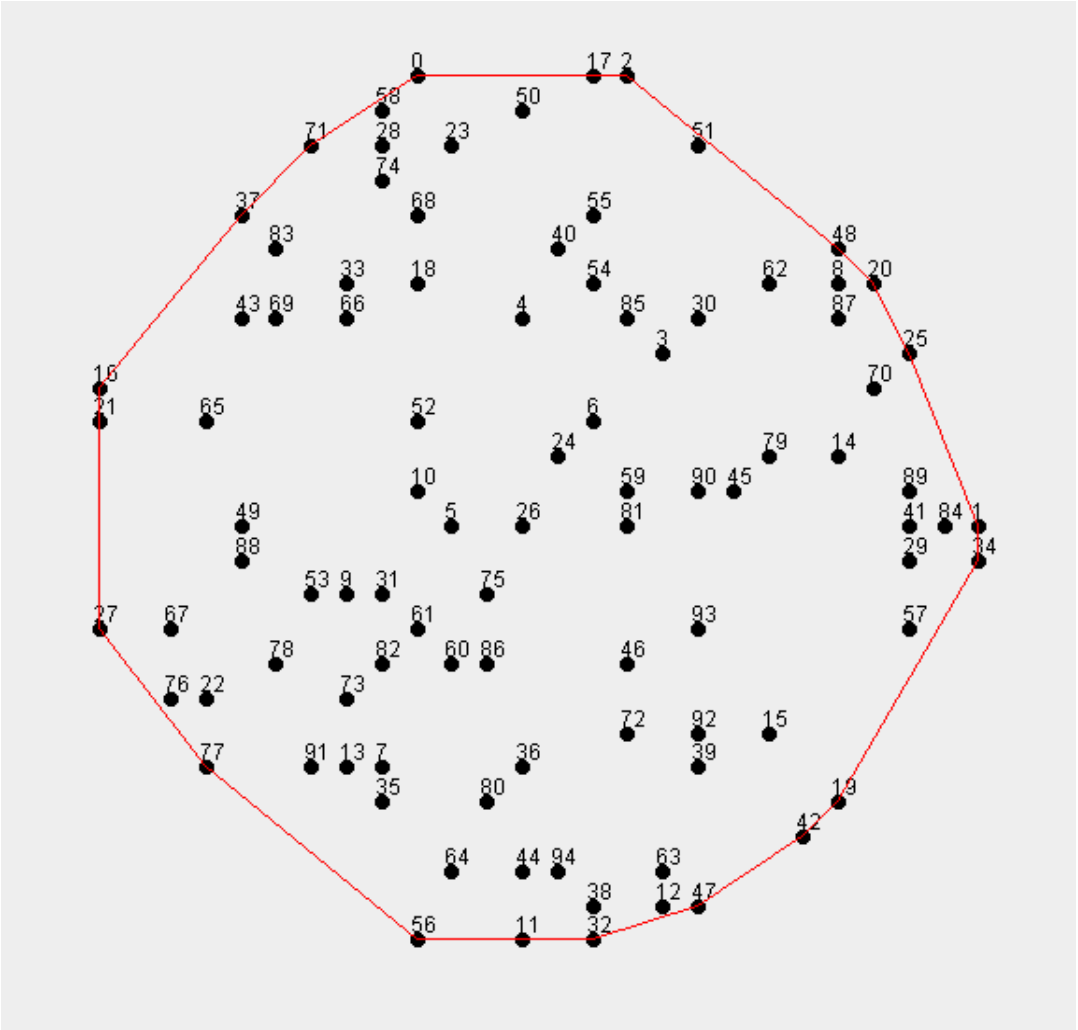
(use whiteboard to illustrate what a convex hull is.)

Den konvekse innhyllinga til n punkter – Oblig 5

- Hva er det, definisjon
  - Hvordan ser den ut
- Hva brukes den til?
- Hvordan finner vi den?

Oblig 5: Convex Hull - problemstilling

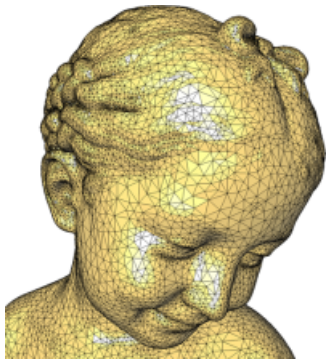
- Vi skal finne den konvekse innhyllinga til n punkter p i et to-dimensjionelt plan, xy-planet.
- Eksempel: 95 tilfeldige punkter og deres innhylling:
- en rekke med linjer fra punkt til punkt i mengden slik at alle andre punkter er på 'innsida' av denne mangekanten.
- Mangekanten er konveks, dvs alle indre vinkler er ≤ 180°
- Altså **ikke** linje 19-57 og 57-34.



. Alle punktene på en slik innhylling er med: Altså: linje 16-21 og 21-27, **ikke** linje direkte: 16-27.

Hva bruker vi den konvekse innhyllinga til?

- Innhyllinga er en helt nødvendig første steg i flere-stegs algoritmer innen :
  - Spillgrafikk (modellerering av flater , mennesker, ansikter, hus, borger, terreng, .. osv)
  - Kartografi
    - Høydekart over landskap
    - Sjøkart
    - volumberegninger innen olje-prospektering.



- Er f.eks. starten på en Delaunay-triangulering av punktene.

De etterfølgende figurer er laget i Geogebra . Anbefales sterkt (gratis) – last ned: http://geogebra.no/

Først en enkel geometrisk sats, I

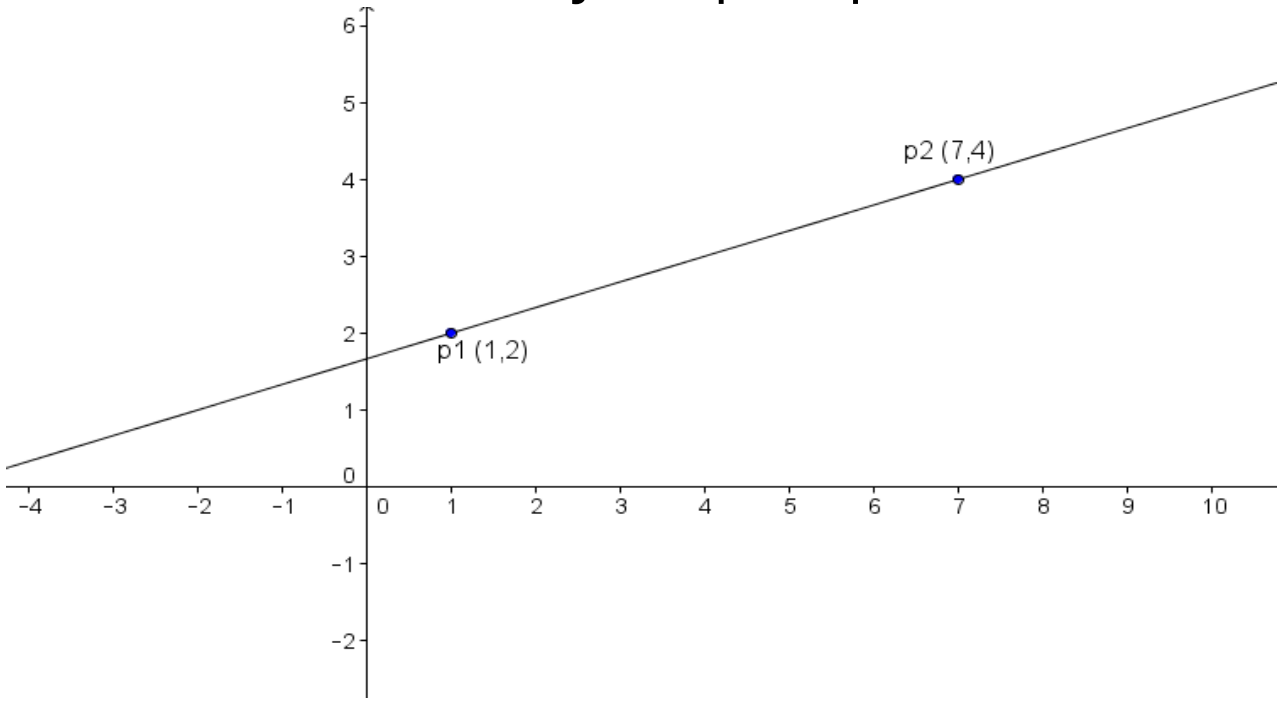
Ligningen for en linje

Enhver linje **fra** et punkt p1 (x1,y1) **til** p2(x2,y2) kan skrives på formen (trivielt forskjellig fra slik Geogebra gjør det):

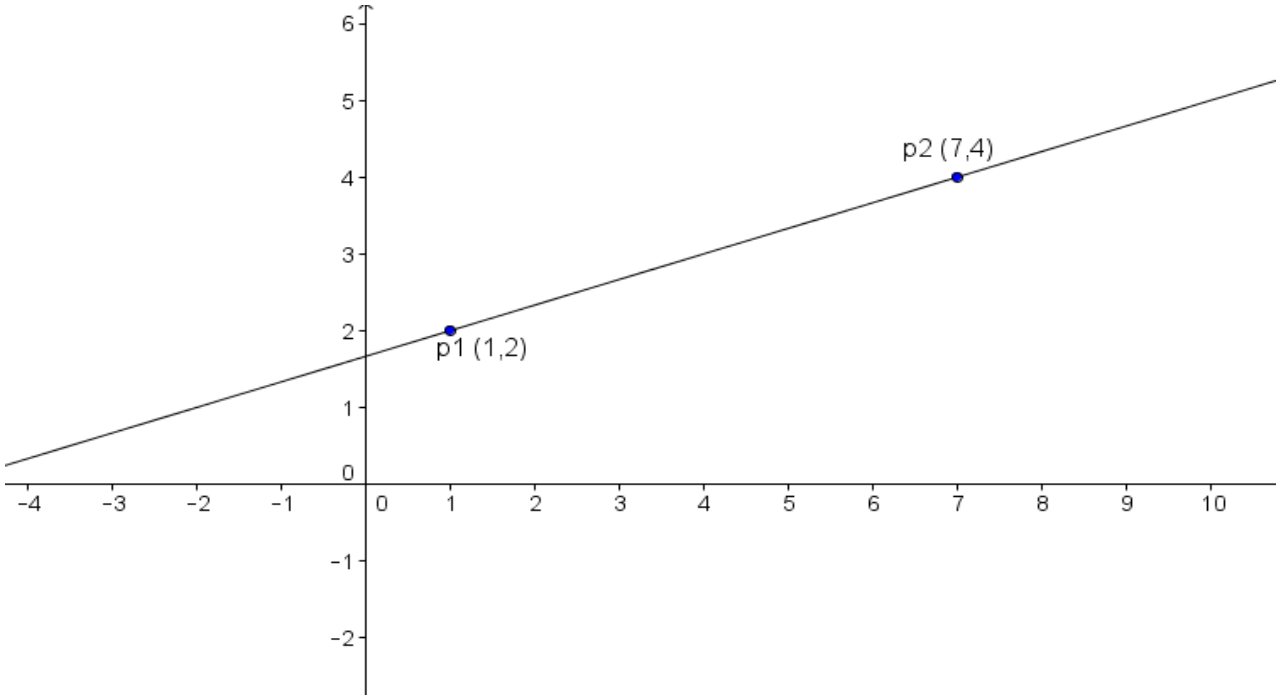
$$\boldsymbol{ax + by + c = 0}$$

Hvor: $a = y1 - y2,\ b = x2 - x1\ og\ c = y2 * x1 - y1 * x2.$

Merk at dette er en rettet linje *fra* p1 *til* p2.



Først en enkel geometrisk sats, II



Figur2. En linje fra p1 (1,2) til p2 (7,4) har da linjeligningen:

$$a = y1 - y2, \quad b = x2 - x1 \quad , \quad c = y2 * x1 - y1 * x2.$$

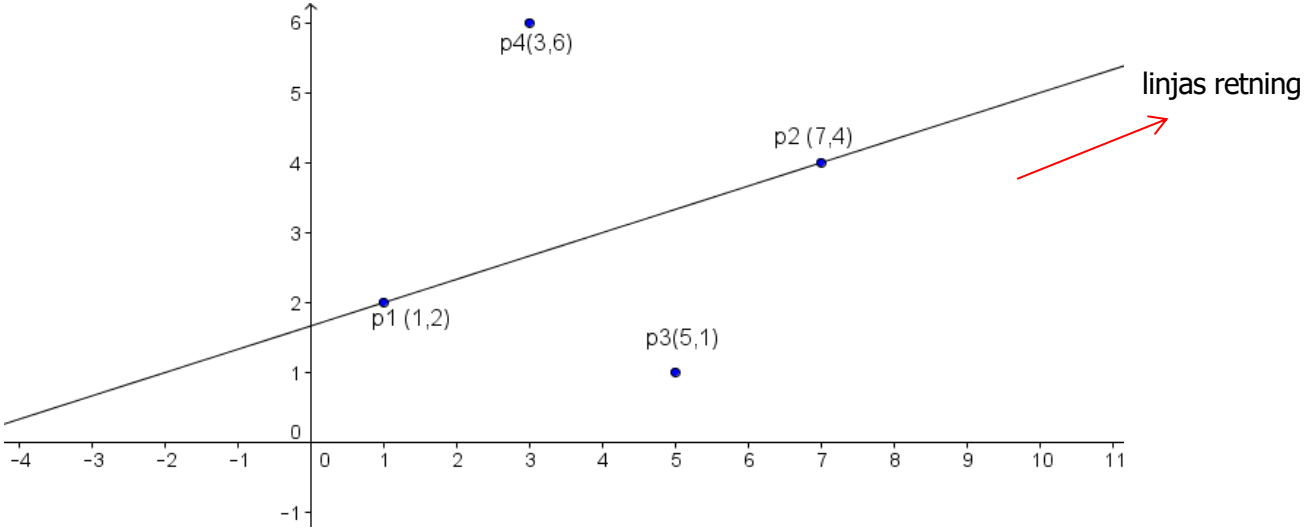
$$(2-4)x + (7-1)y + (4*1 - 2*7) = 0;\ dvs:\ \mathbf{-2x + 6y - 10 = 0}$$

Avstanden fra et punkt til en linje, I

- Setter vi ethvert punkt på p(px,py) linja, vil linjeligninga gi 0 som svar (per definisjon):

$$\boldsymbol{a} * \boldsymbol{px} + \boldsymbol{b} * \boldsymbol{py} + \boldsymbol{c} = \boldsymbol{0}$$

- Setter vi inn et punkt som **ikke** er på linja (p4 eller p3) vil vi få et tall som er :
  - negativt (<0) hvis punktet er til høyre for linja, sett i linjas retning: p1 til p2
  - positivt (>0) hvis punktet er til venstre for linja, sett i linjas retning: p1 til p2



Avstanden fra et punkt til en linje II

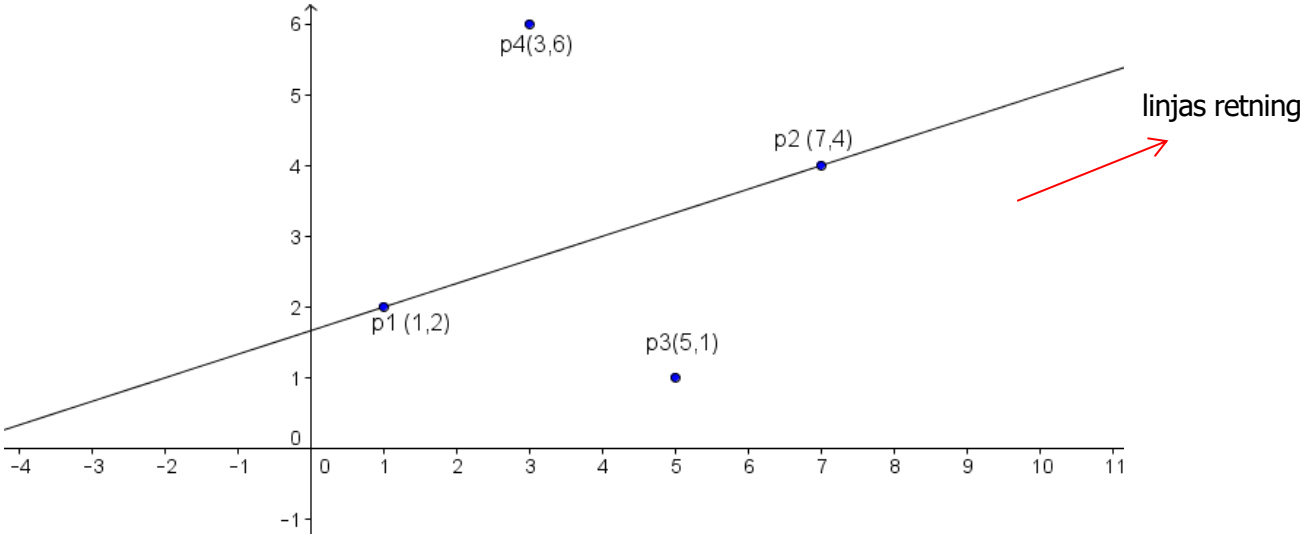
- Avstanden fra et punkt (x,y)til en linje (vinkelrett ned på linja) er :

$$d = \frac{ax + by + c}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

- Jo lenger fra linja punktene et desto større negative og positive tall blir det.

Setter inn **p3** (5,1) i linja p1-p2: -2x+6y-10 = 0, får vi

d= : $\frac{-2*5+6*1-10}{\sqrt{40}} = \frac{-14}{6{,}32} = -2{,}21..$



En linje deler da planet i to: Punktene til høyre og til venstre for linja (sett fra rettet linje fra p1 til p2)

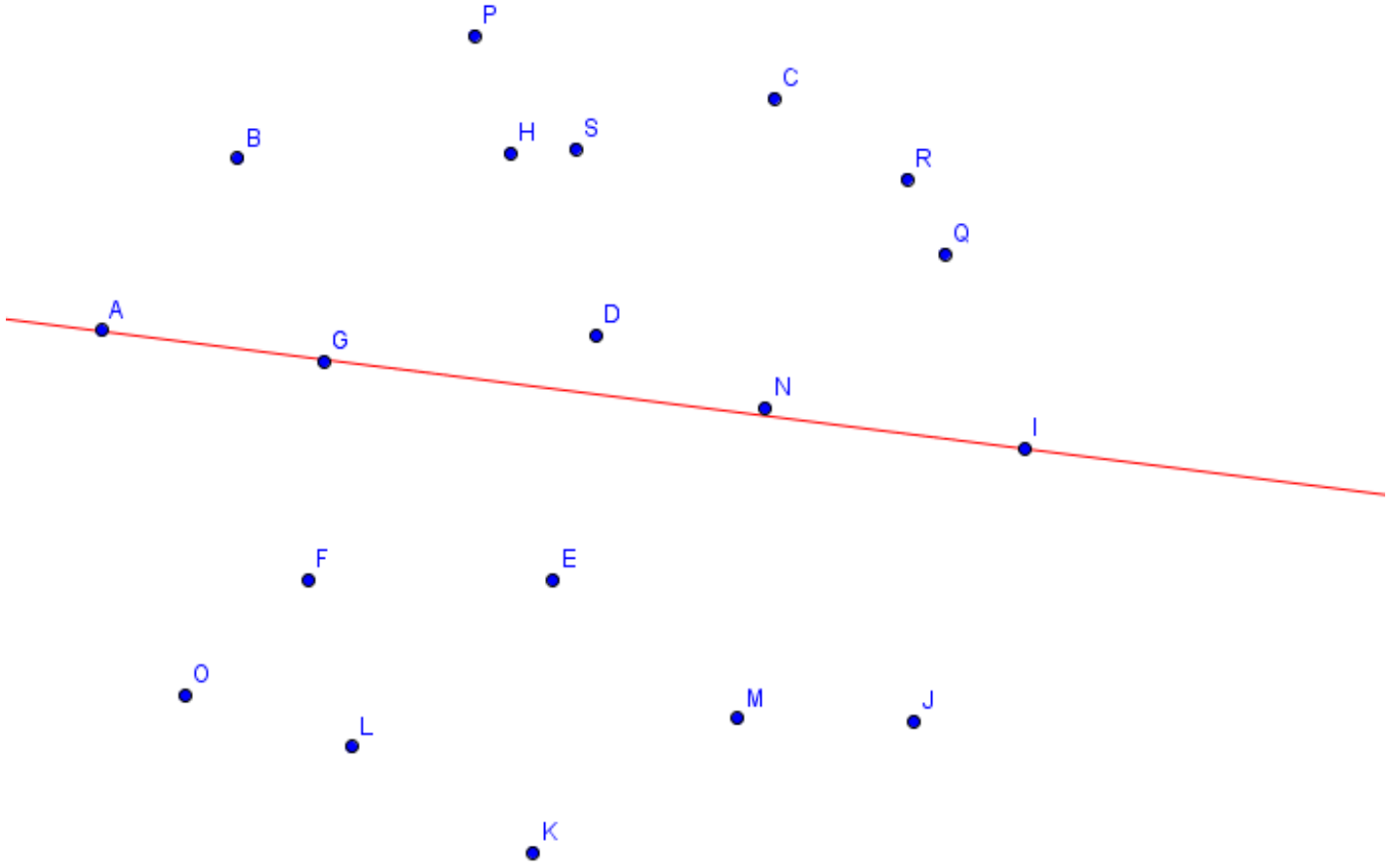
- Vi er nå interessert i de punktene som ligger lengst fra én gitt linje (til høyre for den) $\boldsymbol{ax + by + c = 0}$ i en stor punktmengde.

- Kan da avstandsformelen forenkles – gjøres raskere ?

$$d = \frac{ax + by + c}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

To observasjoner:

- Punktene med minst og størst x-verdi (A og I) ligger på den konvekse innhyllinga
- De punktetene som ligger lengst fra (positivt og negativt) enhver linje p1-p2, er to punkter på den konvekse innhyllinga.(P og K)



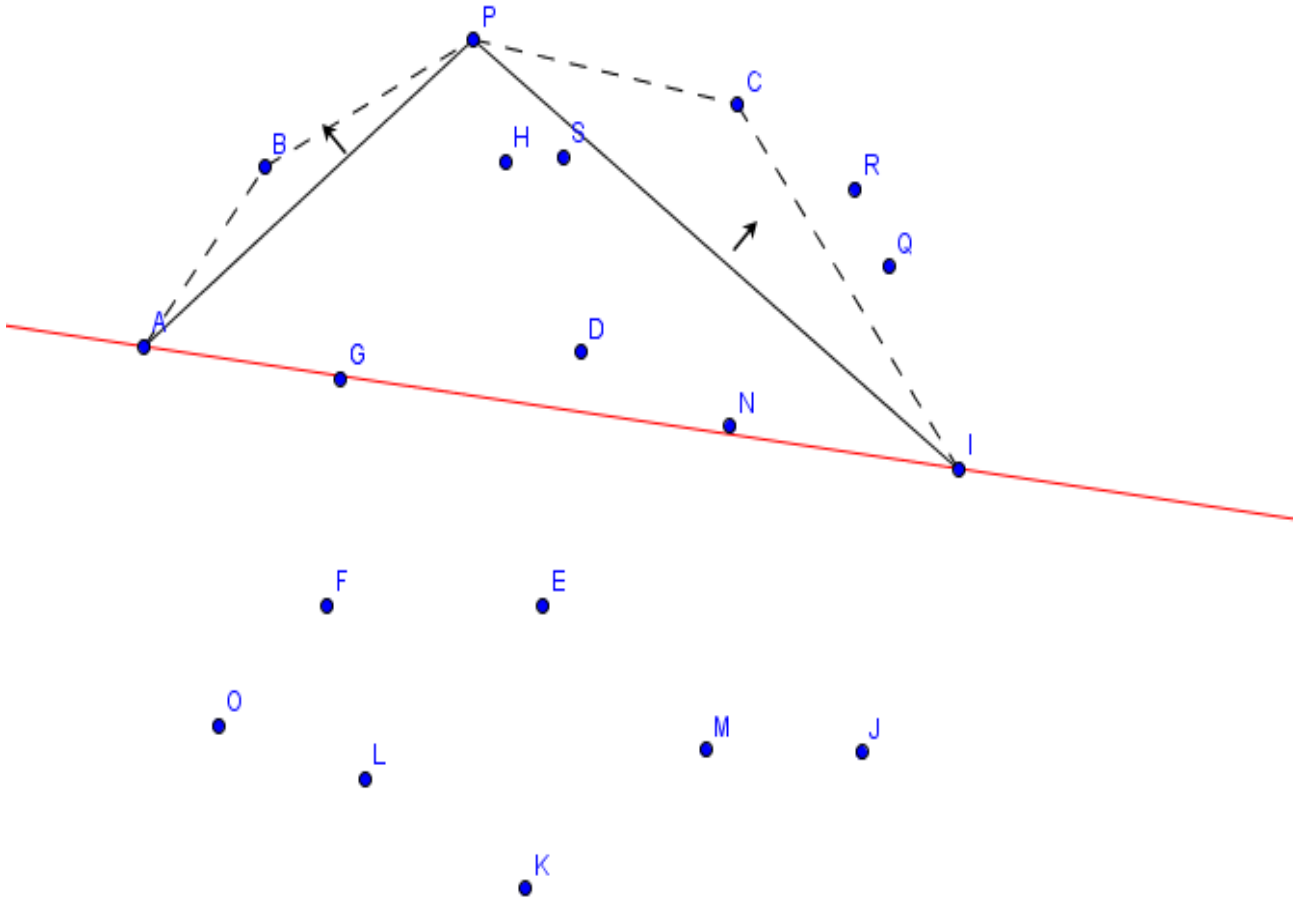
Vi skal etter starten av algoritmen bare se på det punktet som ligger i mest negativ avstand fra linja (dvs mest til-høyre for linja)

Algoritmen for å finne den konvekse innhyllinga sekvensielt

1. Trekk linja mellom de to punktene vi vet er på innhyllinga fra maxx -minx (I - A).
2. Finn punktet med størst negativ (kan være 0) avstand fra linja (i fig 4 er det P). Flere punkter samme avstand, velg vi bare ett av dem.
3. Trekk linjene fra p1 og p2 til dette nye punktet p3 på innhyllinga (neste lysark: I-P og P-A).
4. Fortsett rekursivt fra de to nye linjene og for hver av disse finn nytt punkt på innhyllinga i størst negativ avstand (≤ 0).
5. Gjenta pkt. 3 og 4 til det ikke er flere punkter på utsida av disse linjene.
6. Gjenta steg 2-5 for linja minx-maxx (A-I) og finn alle punkter på innhyllinga under denne.

Rekursiv løsning: Finn først P (mest neg. 'avstand' fra I-A)

Trekk så I-P og finn C, Trekk så I-C , og finn R. trekk så I-R og finn Q. Finner så intet 'over' R-C eller C-P. Trekker P-A og finner så B over. Ferdig.



Problemer dere vil møte i den rekursive, sekvensielle løsningen I

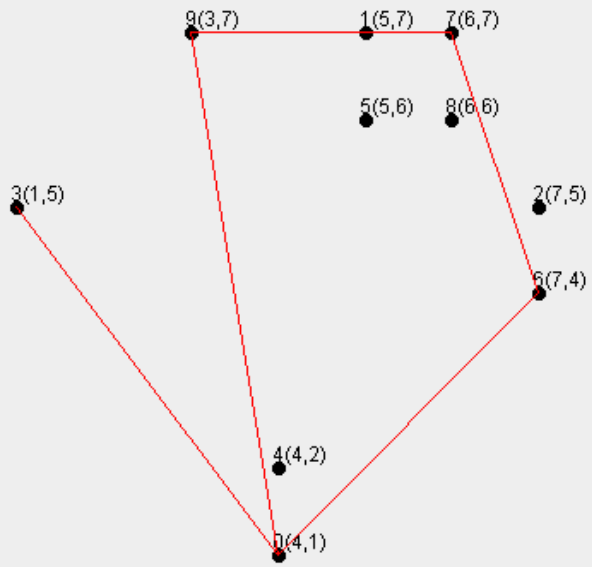
- **Hvordan representere et punkt p_i ?**
  - Med indeksen 'i' (ikke med koordinatene x og y) ?
- **Debugging** (alle gjør feil først) av et grafisk problem vil vi ha tegnet ut punktene og vårt beste forsøk på konvekse innhylling.

Klassen TegnUt (hvis n < 250)
Brukes slik fra main-tråden:

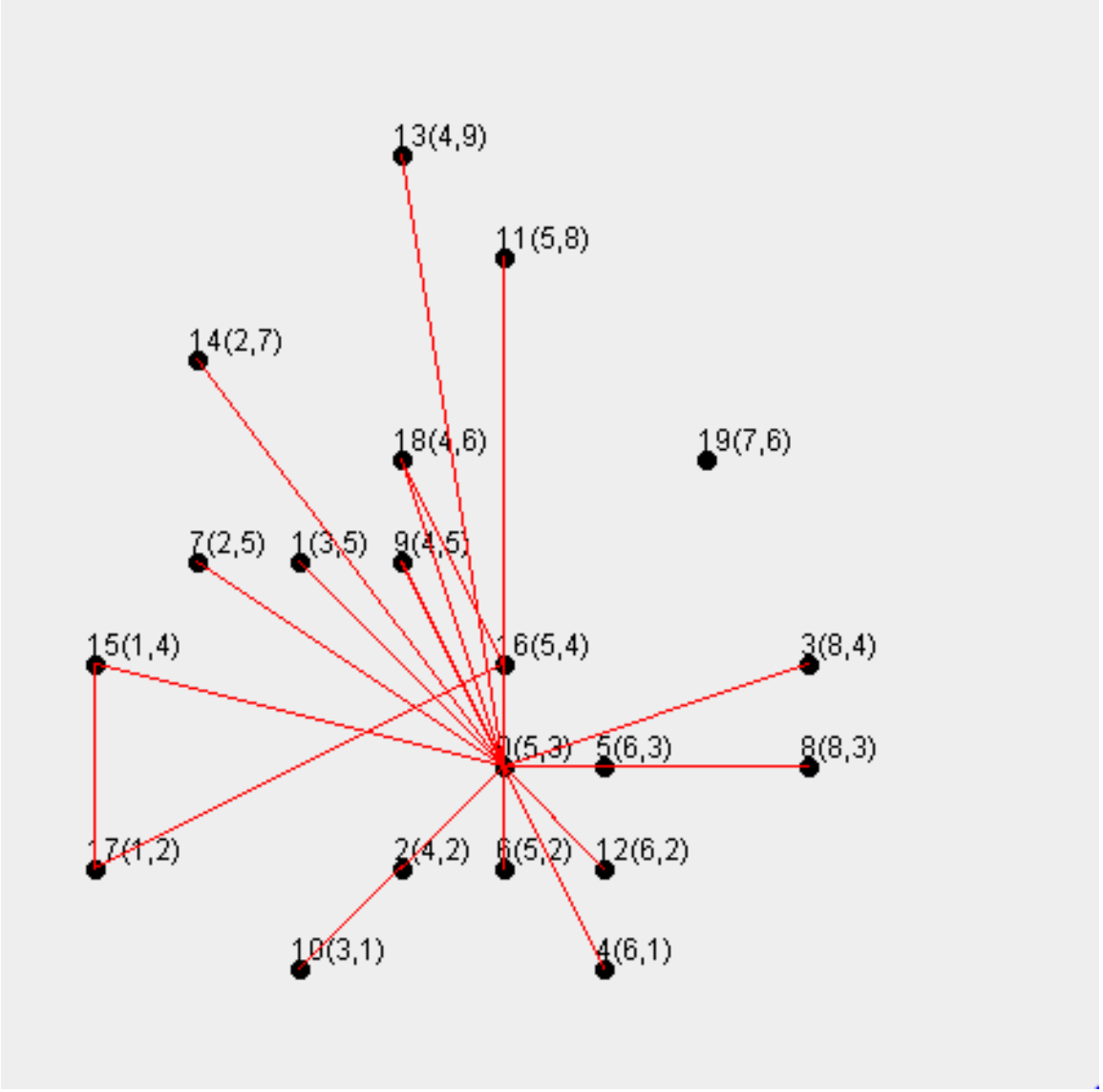
```
TegnUt tu = new TegnUt (this, koHyll);
```

a) TegnUt tegner ut punktene og innhyllinga i en IntList koHyll. Skrives trivielt om av deg hvis du bruker ArrayList. 'this' er en peker til main-objektet.
b) TegnUt antar at main-objektet er et objekt av klassen Oblig5.
c) Ikke nødvendigvis 'proff' kode i klassen TegnUt

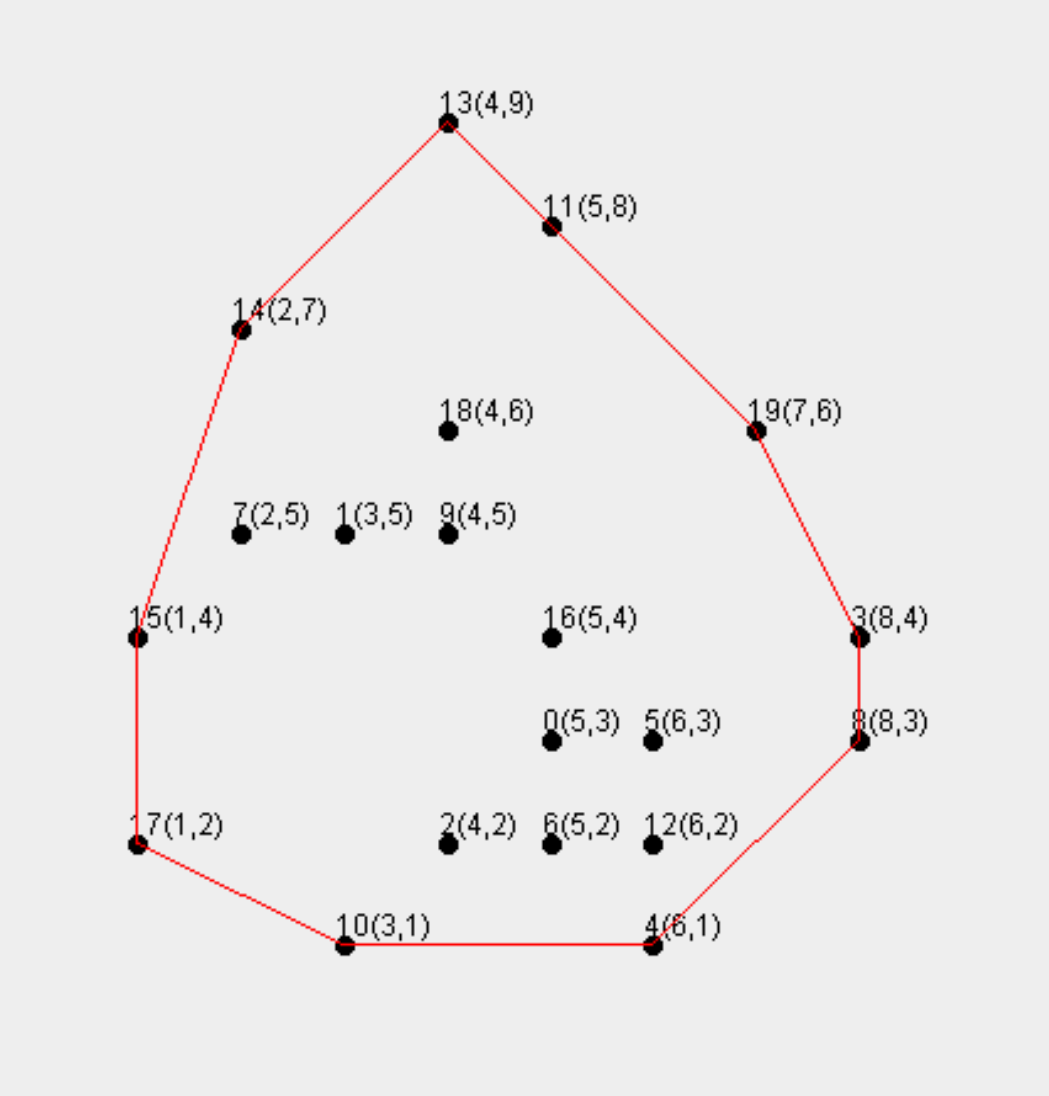
«Litt» feil:



Mye feil:


13(4,9)
11(5,8)
14(2,7)
18(4,6)
19(7,6)
7(2,5)
1(3,5)
9(4,5)
15(1,4)
16(5,4)
3(8,4)
0(5,3)
5(6,3)
8(8,3)
17(1,2)
2(4,2)
6(5,2)
12(6,2)
10(3,1)
4(6,1)

Riktig

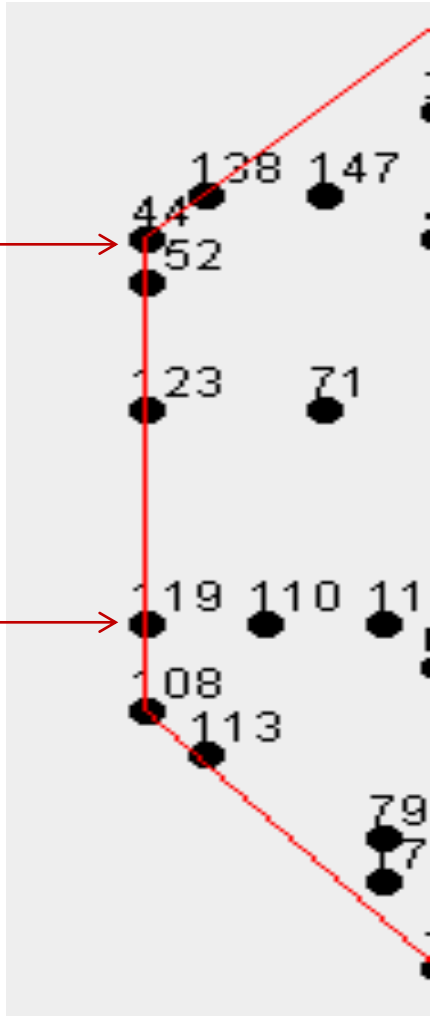

13(4,9)
11(5,8)
14(2,7)
18(4,6)
19(7,6)
7(2,5)
1(3,5)
9(4,5)
15(1,4)
16(5,4)
3(8,4)
0(5,3)
5(6,3)
8(8,3)
17(1,2)
2(4,2)
6(5,2)
12(6,2)
10(3,1)
4(6,1)

Problemer dere vil møte i den rekursive, sekvensielle løsningen II

- **Finne punktene på den konvekse innhyllinga i riktig rekkefølge**?
  - Tips: Du bruker to metoder for det sekvensielle tilfellet:
    - sekvMetode() som finner minx, maxx og starter rekursjonen. Starter rekursjonen med to kall på den rekursive metoden, først på maxx-minx, så minx-maxx:
    - sekvRek (int p1, int p2, int p3, IntList m)
      som, inneholder alle punktene som ligger på eller under linja p1-p2, og p3 er allerede funnet som det punktet med størst negativ avstand fra p1-p2.
      IntList m er en mengde punkter som ligger over (til høyre for) linje p1-p2
  - Du kan la sekvRek legge inn ett punkt: p3 i innhyllinga-lista, men hvor i koden er det ?
  - Når legges minx inn i innhyllingslista ?

Problemer dere vil møte i den rekursive, sekvensielle løsningen III

- **Få med alle punktene på innhyllinga hvor flere/mange ligger på samme linje (i avstand = 0), og få dem i riktig rekkefølge.**
- Tips:
  - Husk at når du finner at største negative avstand er = 0 må du ikke inkluderer p1 eller p2 som mulig nytt punkt (de er allerede funnet)
  - Si at du har funnet p1=44 og p2=119. Du bør da bare være interessert i å finne de punktene som ligger mellom p1 og p2 på linja (52 og 123), og da må du teste om nytt punkt p3 har både y og x-koordinater *mellom* tilsvarende koordinater for p1 og p2.
  - Da finner du ett av punktene (si: 123) med kall på sekRek over linja p1-p2 (44-119). Gjenta rekursivt (over 44-123) og 123-119) til det ikke lenger er noen punkter mellom nye p1 og p2.
  - Punktene videre nedetter linja (f.eks. 119-108) finnes av rekursjon tilsvarende som for 44 og 119.



Hva har vi set på i Uke 11-v20

- SARS-CoV-2 virus/COVID-19 affecting IN3030
- Om å lage en egen 'ArrayList' for heltall
  - Hvorfor og hvordan
  - Int array raskere enn ArrayList
- (En første) gjennomgang av Convex Hull