Forelæsning Uge 3 – Torsdag

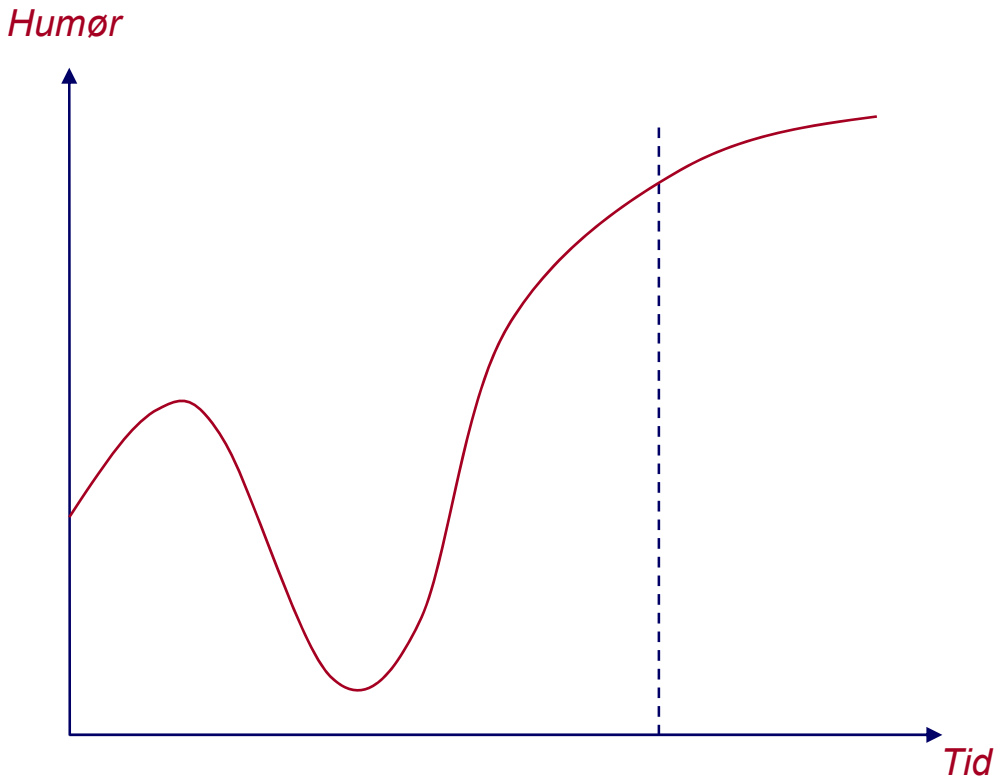
- **Billedredigering**
  - Gråtonebilleder (som er lidt simplere end farvebilleder)
  - I uge 4 er der en afleveringsopgave, hvor I selv skal lave billedredigering

- **Rekursive metoder**
  - Metoder der kalder sig selv
  - Giver ofte meget elegante og simple løsninger på komplekse problemer
- **Refaktorering**
  - Vi vil omstrukturere MusicOrganizer
  - Et musiknummer repræsenteres nu ved hjælp af en Track klasse (i stedet for en tekststreng)
  - Det gør det muligt at lave mere præcise søgninger
- **Iterator typen**
  - Endnu en måde at gennemløbe en objektsamling

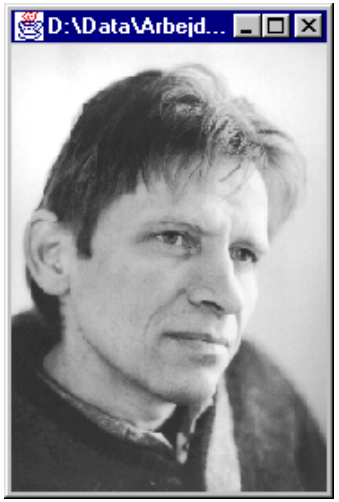
Om programmering

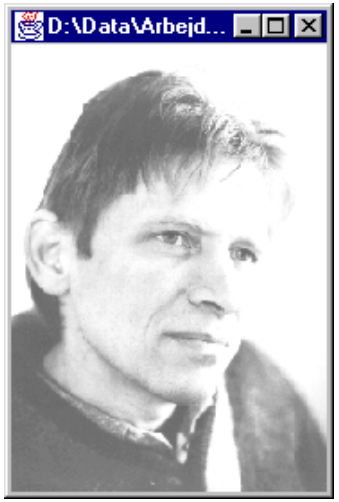
- **Programmering**
  - Anderledes
  - Ny tankegang
- **Faser**
  - Motivation
  - Begejstring
  - **Tvivl?**
  - Frustration
  - **Eksistentiel krise**
  - Heureka!
  - Fascination
  - Indsigt
  - **Magt over teknologien**
- **Hurra!**
  - Programmering er **sjovt** og **stærkt vanedannende**
  - Når man først kommer godt i gang, kan det være svært at stoppe igen

Fortvivl ikke -- Tingene ændrer sig hurtigt



Billedredigering





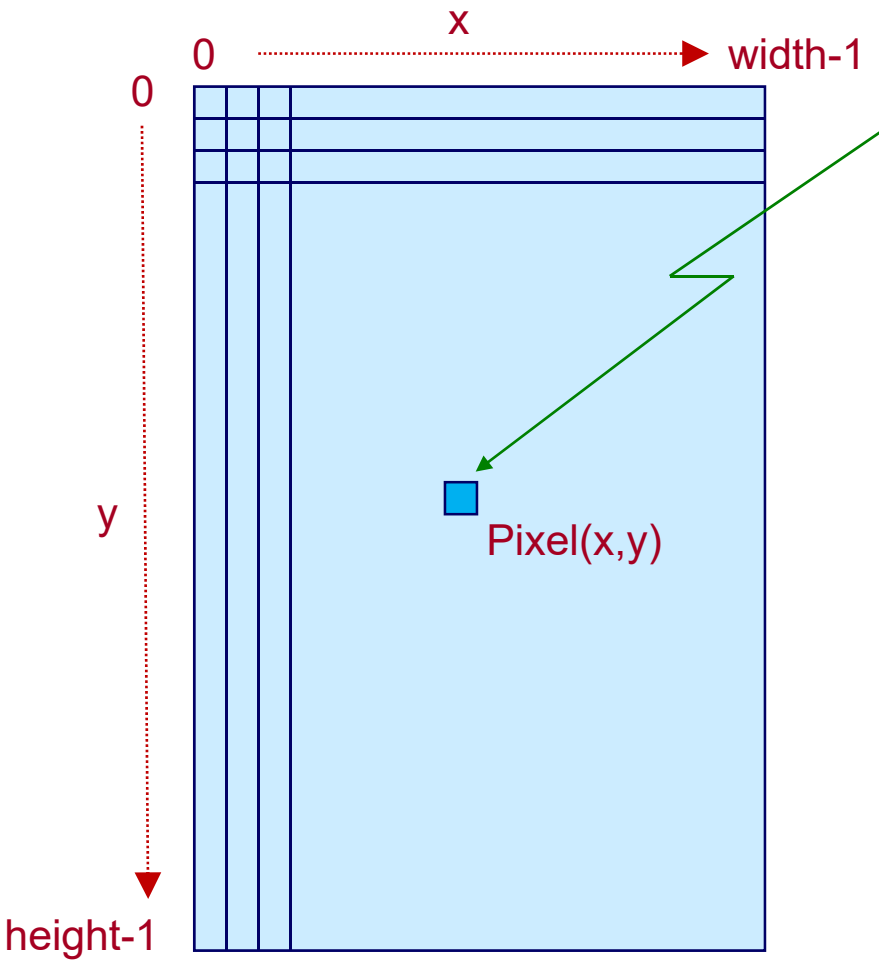
Lysere

Mørkere

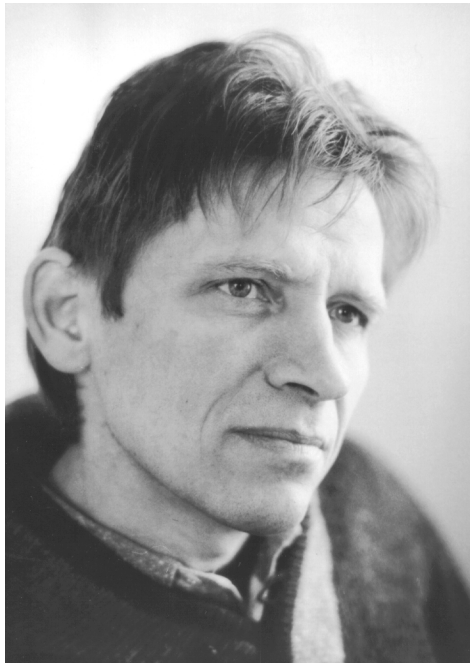
Inverteret

Uskarpt

Repræsentation af billede



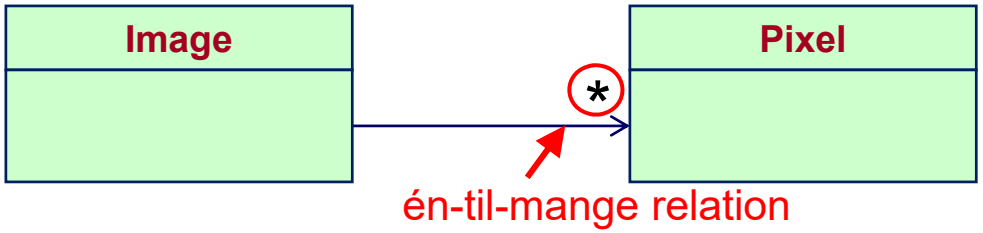
Hver pixel har en gråtoneværdi i intervallet [0..255], hvor 0 ~ sort og 255 ~ hvid



Intervallet [0..255] har 256 værdier og kan derfor repræsenteres ved hjælp af en byte (8 bits): $2^8 = 256$

Image og Pixel klasserne

- **Vi bruger to klasser**
  - Image repræsenterer et billede og har metoder, som arbejder på billedet, bl.a. brighten, darken, invert og blur
  - Pixel repræsenterer en enkelt pixel og har metoder til at aflæse og sætte pixlens gråtoneværdi



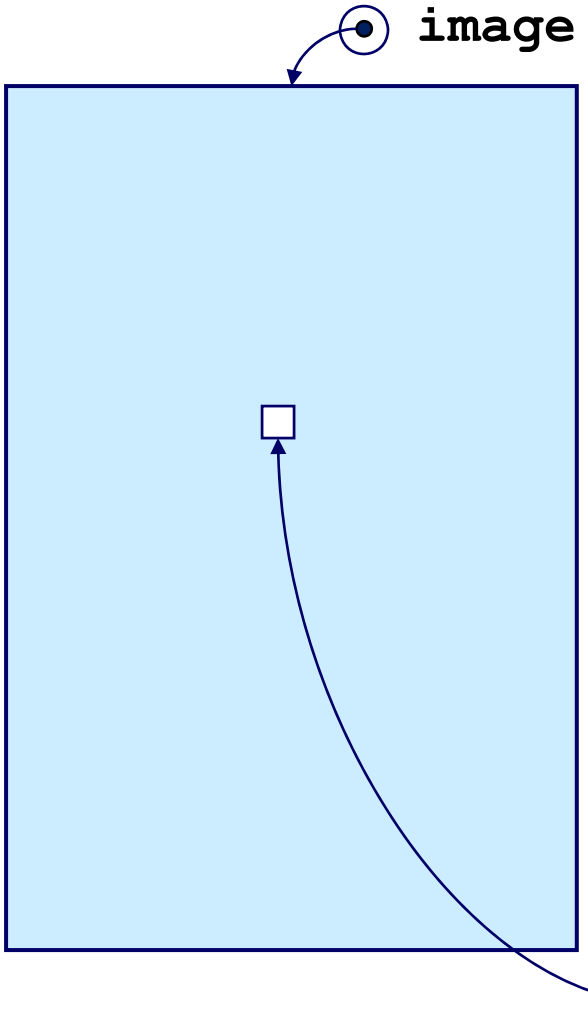

```
public class Pixel {
  private int value;  // Pixelens gråtoneværdi [0,255].
  // Konstruktøren initialiserer gråtoneværdien.
  public Pixel(int value) {...}
  // Returnerer gråtoneværdien for denne pixel.
  public int getValue() {...}
  // Opdaterer gråtoneværdien for denne pixel.
  public void setValue(int value) {...}
}
```

Interface for Image klassen (signaturer)

```
public class Image {
   ...
   // Returnerer billedets bredde.
   public int getWidth() {...}

   // Returnerer billedets højde.
   public int getHeight() {...}

   // Returnerer pixlen på position (x,y).
   public Pixel getPixel(int x, int y) {...}

   // Returnerer en arrayliste med samtlige pixels i billedet.
   public ArrayList<Pixel> getPixels() {...}

   // Returnerer de op til ni naboer til (x,y) (inklusiv (x,y)).
   public ArrayList<Pixel> getNeighbours(int x, int y) {...}

   // Gentegner billedet.
   public void updateCanvas() {...}

   ...
}
```

Udvalgte metoder

Skabelon for simpel billedoperation



- **Vi bruger en for-each løkke til at gennemløbe samtlige pixels og opdatere dem en efter en**
  - Rækkefølgen er ligegyldig for os

Erklæring af lokal variabel

Den arrayliste der skal gennemløbes

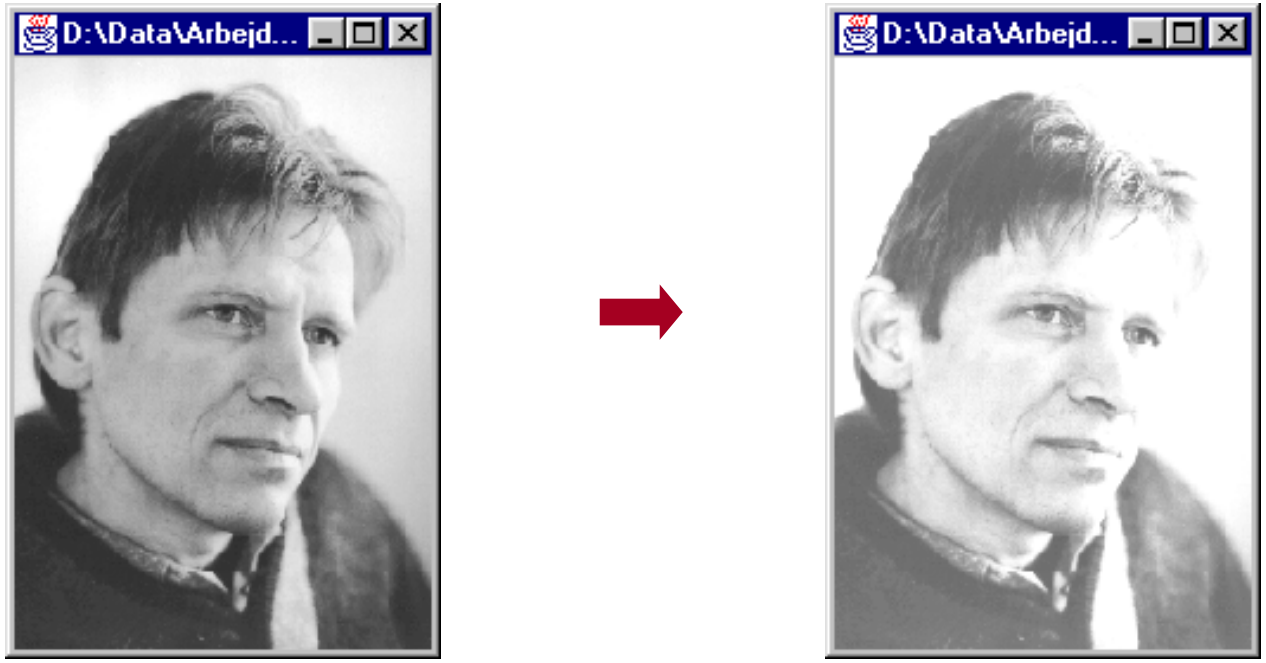
```
for( Pixel p : image.getPixels() ) {
    int oldValue = p.getValue();
    int newValue = ……oldValue……;
    p.setValue(newValue);
}
```

find p's værdi

opdater p's værdi

beregn en ny værdi ud fra den gamle

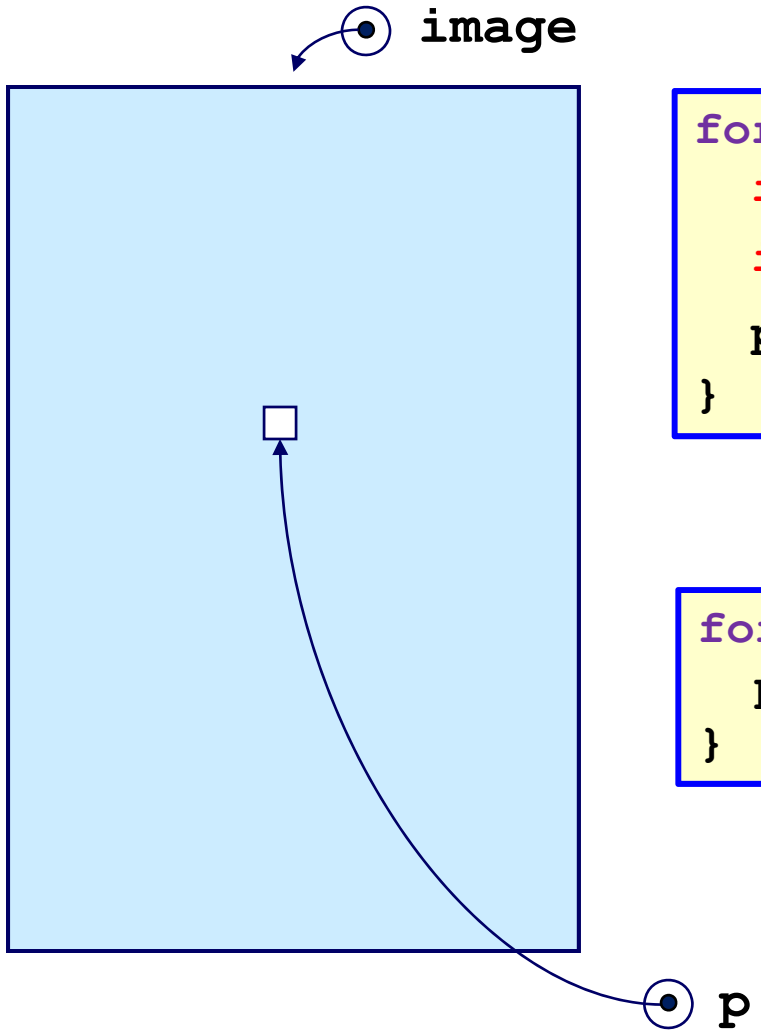
Brighten (lysere)




```
newValue  =  oldValue + 30
```

0 ~ sort,
255 ~ hvid

Brighten, Javakode



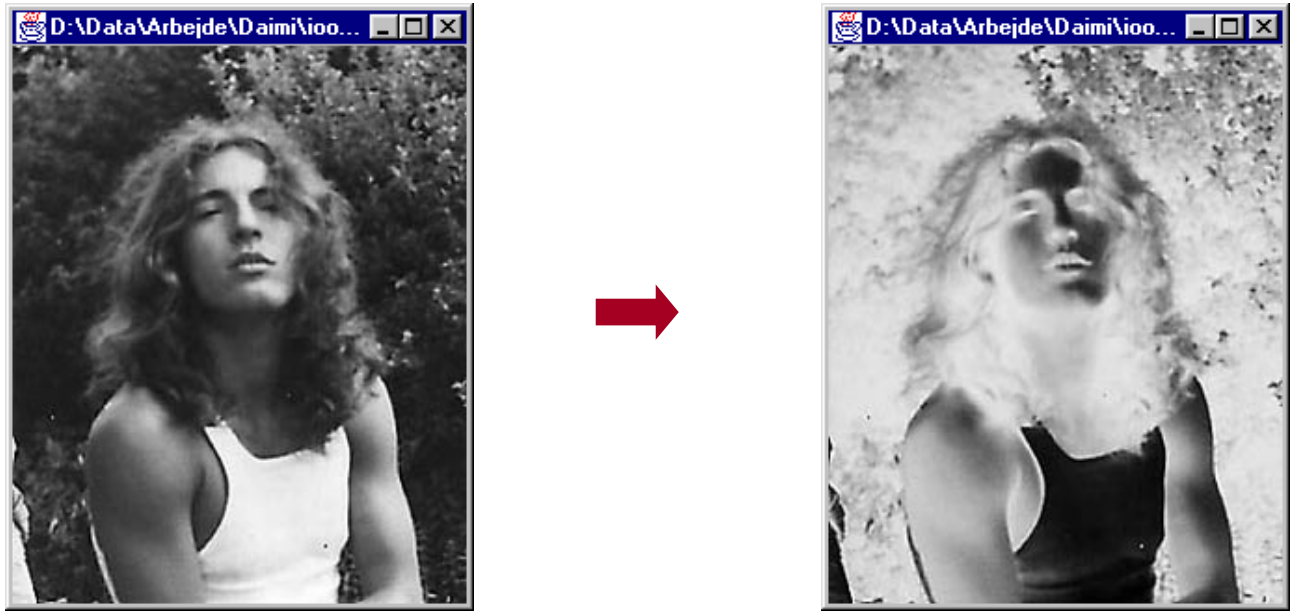

```
for( Pixel p : image.getPixels() ) {
  int oldValue = p.getValue();
  int newValue = oldValue + 30;
  p.setValue(newValue);
}
```

```
for( Pixel p : image.getPixels() ) {
  p.setValue(p.getValue() + 30);
}
```

Kan I se et potentielt problem?

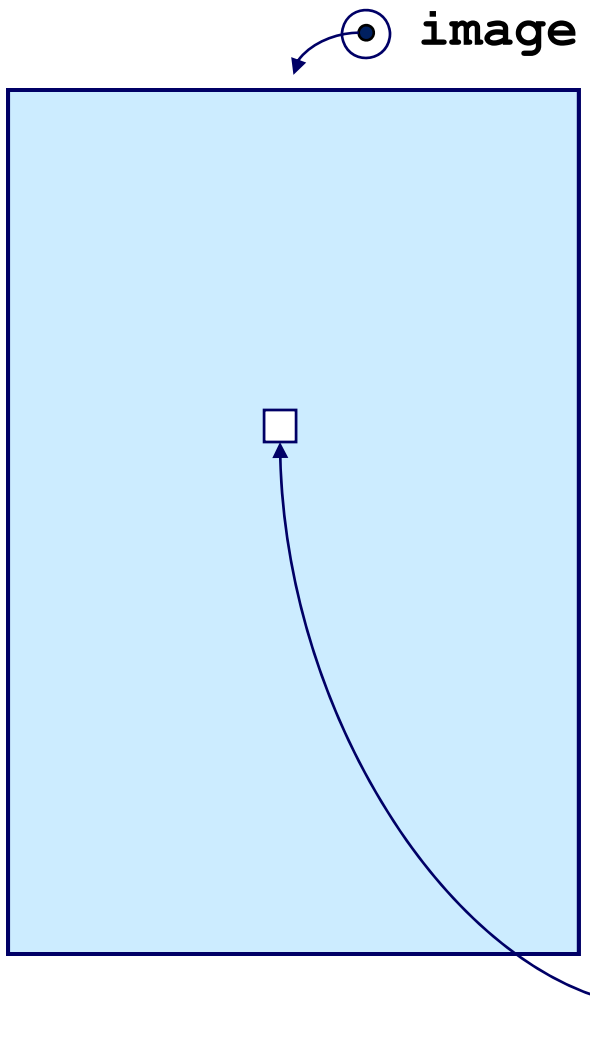
setValue metoden sørger for at værdien ligger i intervallet [0,255]

Invert (byt om på sort og hvid)




```
newValue  =  255 - oldValue
```

Invert, Javakode




```
for( Pixel p : image.getPixels() ) {
  int oldValue = p.getValue();
  int newValue = 255 - oldValue;
  p.setValue(newValue);
}
```

```
for( Pixel p : image.getPixels() ) {
  p.setValue(255 - p.getValue());
}
```

Andre billedoperationer

- **I den anden afleveringsopgave i uge 4 skal I implementere nedenstående billedoperationer**
  - **brighten** Gør billedet lidt lysere
  - **darken** Gør billedet lidt mørkere
  - **invert** Inverterer hver gråtone
  - **blur** Erstatter hver pixel med gennemsnittet af naboerne
  - **mirror** Spejler billedet om den lodrette midterakse
  - **flip** Spejler billedet om den vandrette midterakse
  - **rotate** Roterer billedet 90 grader med uret
  - **resize** Skalerer billedet, så størrelsen ændres

Rekursive metoder

- Fakultets funktionen n! er defineret ved

```
n! = 1 * 2 *...* (n-1) * n     for n ≥ 1
```

```
5! = 1 * 2 * 3 * 4 * 5 = 120
```

```
1! = 1
```

- Beregning ved hjælp af en for løkke

```
public int faculty(int n) {
  int result = 1;
  for(int i = 2; i <= n; i++) {
    result *= i;
  }
  return result;
}
```

Fakultets funktionen (rekursiv)

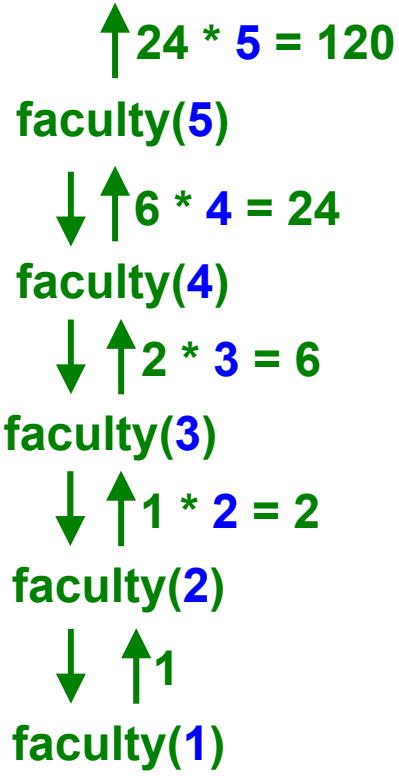
- **Fakultets funktionen kan også defineres rekursivt, dvs. ved hjælp af sig selv**

```
1! = 1
n! = (n-1)! * n    for n > 1
```

- **Rekursiv metode til beregning af n!**

```
public int faculty(int n) {
  if(n == 1) { return 1; }
  return faculty(n-1) * n;
}
```

- **Hvad sker der, hvis metoden kaldes med en negativ parameterværdi?**
  - Vi laver en "uendelig" sekvens af rekursive kald
  - Det kan datamaskinen ikke klare, idet den jo har begrænset lagerplads)




```
java.lang.StackOverflowError
        at RecursiveMethods.faculty(RecursiveMethods.java:16)
        at RecursiveMethods.faculty(RecursiveMethods.java:16)
        at RecursiveMethods.faculty(RecursiveMethods.java:16)
        at RecursiveMethods.faculty(RecursiveMethods.java:16)
        at RecursiveMethods.faculty(RecursiveMethods.java:16)
        at RecursiveMethods.faculty(RecursiveMethods.java:16)
        at RecursiveMethods.faculty(RecursiveMethods.java:16)
        at RecursiveMethods.faculty(RecursiveMethods.java:16)
        at RecursiveMethods.faculty(RecursiveMethods.java:16)
        at RecursiveMethods.faculty(RecursiveMethods.java:16)
```

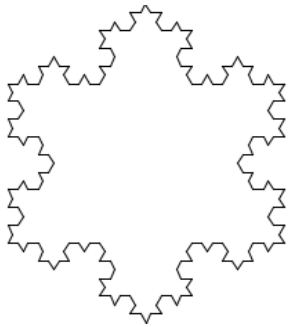
Idéen bag rekursion

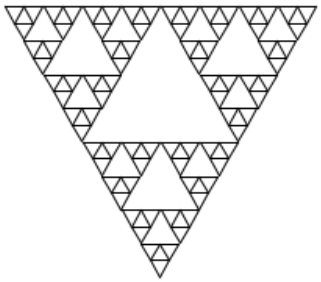
- **Vi har en række problemer, der ligner hinanden, men har forskellig "størrelse"**
  - F.eks. ligner beregningen af 5!, 4!, 3!, 2! og 1! hinanden, men har forskellige størrelse (nemlig 5, 4, 3, 2 og 1)
- **Vi løser problemet for en given størrelse ved at bruge løsningen af et mindre problem**
  - Typisk løses **problem(n)** ved hjælp af løsningen for **problem(n-1)**
  - I vores eksempel ved vi, at **n! = (n-1)! * n**
  - Det betyder at **n!** kan løses/beregnes ved hjælp af **(n-1)!**
- **Sudoku løseren (fra første forelæsning) bruger også rekursion**
  - Hvert rekursivt kald placerer et ciffer (i første tomme felt), hvorefter det laver et nyt rekursivt kald
  - I dette tilfælde er problemets størrelse **antallet af tomme** felter (der endnu ikke har fået et ciffer)
  - Når der ikke er flere tomme felter **stopper** vi rekursionen og udskriver den fundne løsning

Rekursion ligner induktionsbeviser

- **I induktionsbeviser har vi også en række problemer, der ligner hinanden, men har forskellig "størrelse"**
  - Idéen bag **induktionsbeviser** er, at vi **beviser problem(n)** ud fra **problem(n-1)**
  - Idéen bag **rekursion** er, at vi **løser/beregner problem(n)** ud fra **problem(n-1)**
  - Man kan bruge induktionsbeviser til at **bevise** at en rekursiv beregning er korrekt

- **Vi vil nu kigge på et par andre eksempler på rekursive beregninger**
  - I næste forelæsning vil vi se på nogle rekursive metoder til at tegne komplekse figurer





Fibonacci tallene

- Nedenstående talfølge, hvor hvert tal er lig summen af de to foregående

```
0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, …
```

- Beregning ved hjælp af en for løkke

```
public int fibonacciLoop(int n) {
  if(n == 1) { return 0; }
  int first = 0;
  int second = 1;
  int temp;
  for(int i = 3; i <= n; i++) {
    temp = second;
    second += first;
    first = temp;
  }
  return second;
}
```

Lidt svært at gennemskue, hvad der sker i løkken

Beregning af 233 ud fra 89 og 144

first = ~~89~~ 144

second = ~~144~~ 233

temp = 144

Fibonacci funktionen (rekursiv)

- **Rekursiv definition**

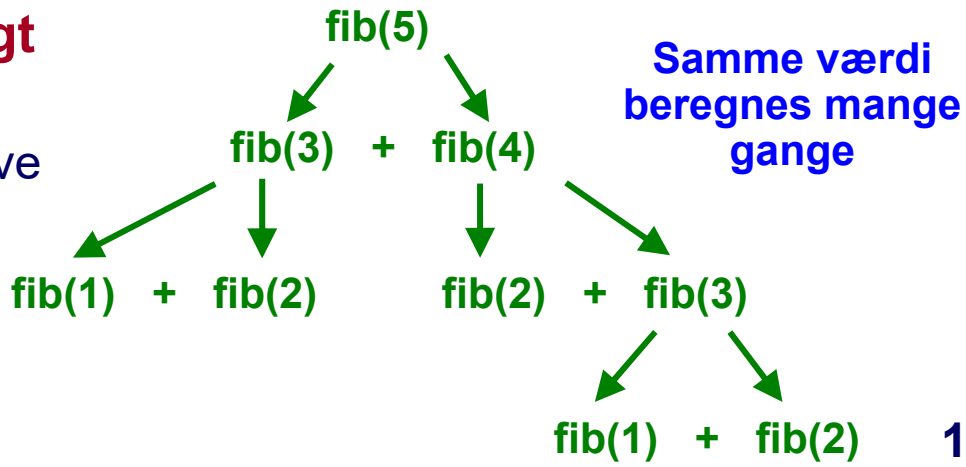
```
fib(1) = 0
fib(2) = 1
fib(n) = fib(n-2) + fib(n-1)    for n ≥ 3
```

- **Rekursiv beregning**

```
public int fibonacci(int n) {
  if(n == 1) { return 0; }
  if(n == 2) { return 1; }
  return fibonacci(n-2) + fibonacci(n-1);
}
```

I dette tilfælde løses problem(n) ved hjælp af problem(n-2) og problem(n-1)

- **Rekursion er utroligt nyttigt og anvendes meget**
  - Sommetider kan det dog give ineffektive løsninger



Palindrom

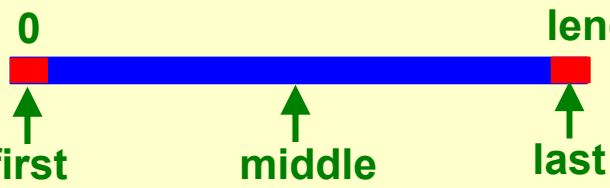
- **Nedenstående metode tjekker om parameteren er et palindrom, dvs. ens forfra og bagfra (fx "kik", "anna", "!" og "")**
  - Den bruger tre metoder fra String klassen
  - **length()** returnerer længden af strengen
  - **charAt(int i)** returnerer det tegn (af typen char), der er på pladsen index i
  - **substring(int i1, int i2)** returnerer den delstreng, der starter i i1 og slutter i i2 – 1

Java API

Et String objekt består af et antal tegn (char) indexeret fra 0 til lenght()-1

```
public boolean palindrome(String s) {
  int length = s.length();
  if(length <= 1) { return true; }
  // Divide string.
  char first = s.charAt(0);
  char last = s.charAt(length-1);
  String middle = s.substring(1, length-1);
  if(first != last) {
    return false;
  }
  else {
    return palindrome(middle);  // Recursive call.
  }
}
```

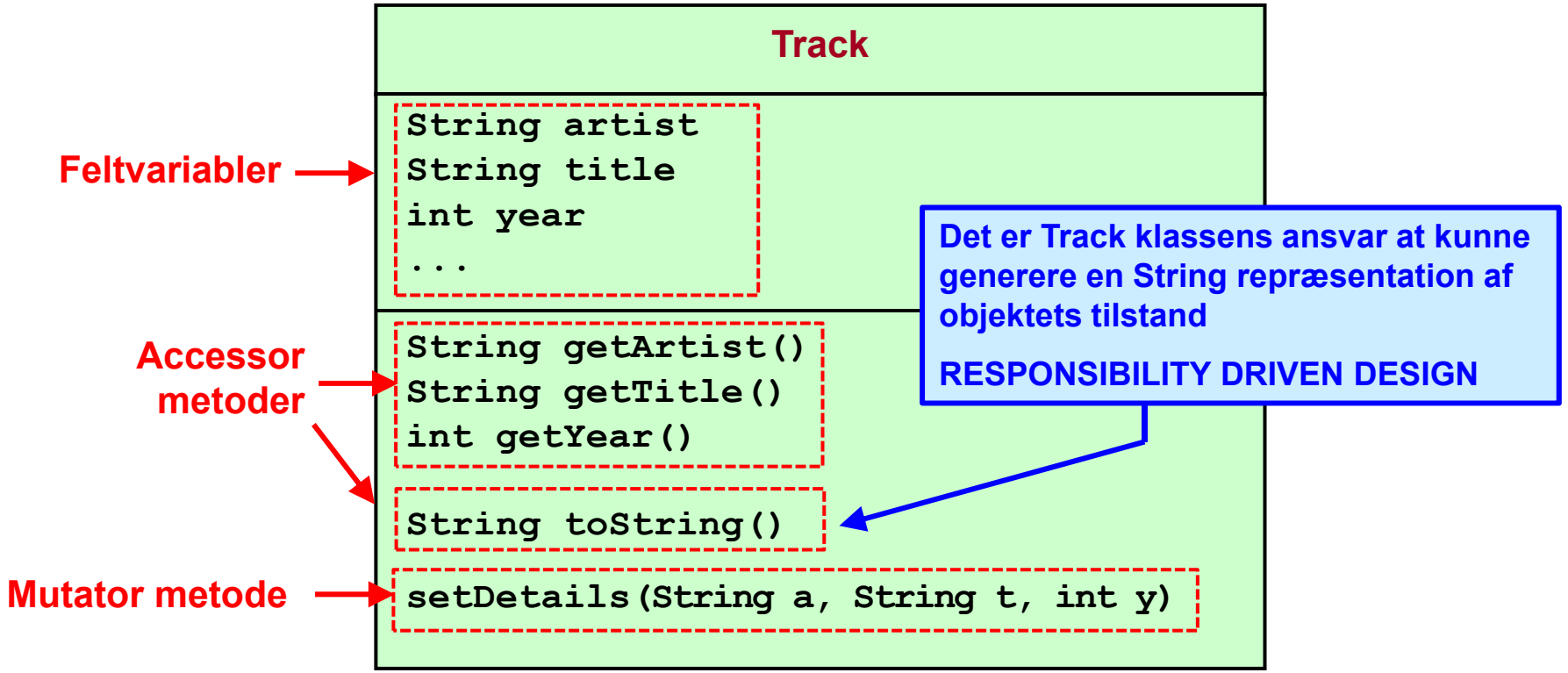
I dette tilfælde løses problem(n) ved hjælp af problem(n-2), hvor n er teststrengens længde



Pause

Refaktorering af MusicOrganizer

- **I første version af MusicOrganizer har vi repræsenteret et musiknummer ved hjælp af en tekststreng**
  - Nu vil vi indføre en klasse Track som modellerer musiknumre
  - På den måde kan vi bedre skelne mellem de enkelte elementer, f.eks. navnet på artisten og navnet på musiknummeret



Vi kan nu lave mere præcise søgninger

- **Find et musiknummer, hvor titlen indeholder en bestemt tekststreng**

```
public Track findByTitle(String q) {
  for(Track t : tracks) {
    if(t.getTitle().contains(q)) {
      return t;
    }
  }
  return null;
}
```

Hvis vi ikke finder et track, der opfylder betingelsen, returneres det, ellers returneres null

- Ifølge BlueJ bogen bør man kun bruge for-each løkker, når man vil gennemløbe hele arraylisten
- Jeg har intet problem med, at man afbryder gennemløbet undervejs, når man har fundet det, man søger
- Bogen er ikke konsistent: På side 301 afbrydes gennemløbet af en for-each løkke

- **Find alle musiknumre, hvor kunstnernavnet indeholder en bestemt tekststreng**

```
public ArrayList<Track> findByArtist(String q) {
  ArrayList<Track> result = new ArrayList<>();
  for(Track t : tracks) {
    if(t.getArtist().contains(q)) {
      result.add(t);
    }
  }
  return result;
}
```

De trakcs, der opfylder betingelsen, returneres i en arrayliste (som kan være tom)

Refaktorering (omstrukturering)

- **På de foregående slides har vi foretaget en refaktorering af arkitekturen for MusicOrgnizer**
  - Vi har erstattet brugen af tekststrenge til repræsentation af musiknumre med Track klassen – som giver en bedre og mere detaljeret beskrivelse af musiknumres egenskaber
  - Andre eksempler på refaktorering vil være opdeling af en klasse, der er blevet meget stor eller indeholder metoder, der ikke naturligt hører sammen
- **Under udviklingen af et system er der ofte behov for at lave refaktorering**
  - Når man refaktorerer ændrer man systemets arkitektur uden at ændre dets opførsel
  - Efter refaktoreringen tester man, at det nye program virker på samme måde som det gamle
  - Først derefter tilføjer man ny funktionalitet

Forskellige former for gennemløb

- **Når vi har en arrayliste kan vi gennemløb elementerne på forskellige vis**

Hjælpemetode

for-each løkke

```
for( String s : list) {
   print(s);
}
```

```
private void print(String s) {
   System.out.println(s);
}
```

for løkke

```
for( int i = 0; i < list.size(); i++ ) {
   print(list.get(i));
}
```

while løkke

```
int i = 0;
while( i < list.size() ) {
   print(list.get(i));
   i++;
}
```

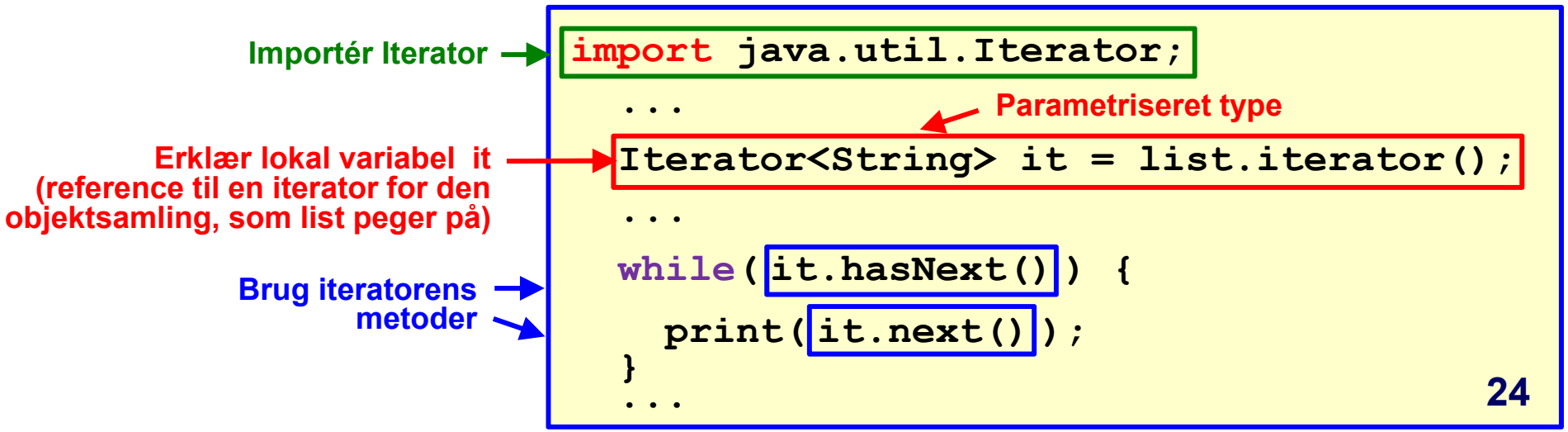
- Brug af Iterator er mere kompliceret end de andre løkker
- Men har nogle fordele, som vi skal se på om lidt

Iterator + while løkke

```
import java.util.Iterator;
......
Iterator<String> it = list.iterator();
while( it.hasNext() ) {
   print(it.next());
}
```

Iteratorer typen

- **Iterator typen indeholder faciliteter til gennemløb af en objektsamling (f.eks. en arrayliste)**
  - Metoden **hasNext()** returnerer en boolsk værdi, som indikerer, om der er flere elementer at besøge
  - Metoden **next()** returnerer det næste element i objektsamlingen
  - "Flytter" samtidig iteratoren – således at næste kald af next() returnerer det efterfølgende element i objektsamlingen
  - Hvis **hasNext()** returnerer false, vil et kald af **next()** generere en runtime fejl
- **Alle collection typer har en iterator**
  - Man får fat i et iterator objekt ved at kalde metoden **iterator()**



Hvorfor bruge en iterator?

- **Nogle collection typer mangler et index begreb (det gælder f.eks. mængder og træer)**
  - For disse kan man **ikke** bruge en løkke, der referer til indices
  - Men man kan bruge en **for-each** løkke til at gennemløbe alle elementer
- **Man kan have behov for at fjerne elementer i den objektsamling, som man er i færd med at gennemløbe**
  - Hvis man kalder objektsamlingens **remove** metode under et gennemløb af en **for-each** løkke får man en runtime fejl (exception)
  - Hvis man gør det inde i en **for**, **while** eller **do-while** løkke, går der let "koks" i iterationen (fordi indices forskydes)
- **Iterator typen har en remove metode, som tillader, at man fjerner det element, som sidste kald af next returnerede**
  - Ved at bruge **Iterator typens remove metode** (sammen med hashNext og next) kan man i en while eller do-while løkke fjerne elementer, uden at der går "koks" i iterationen

Opsummering

- **Billedredigering**
  - Gråtonebilleder (som er lidt simplere end farvebilleder)
- **Rekursive metoder**
  - Metoder der kalder sig selv
  - Giver ofte meget elegante og simple løsninger på komplekse problemer
- **Refaktorering**
  - Vi omstrukturerede MusicOrganizer
  - Et musiknummer repræsenteres nu ved hjælp af en Track klasse (i stedet for en tekststreng)
- **Iterator typen**
  - Ny måde at gennemløbe en objektsamling
  - Bruges når objektsamlingen ikke har indices eller man har behov for at fjerne elementer under gennemløbet

Husk at aflevere
- **Quiz 3 (alene)**
- **Raflebæger 3 (par)**
- **Skildpadde 1 (par)**
- **Læsegruppe (læsegruppe)**
- **Eventuelle genafleveringer fra tidligere uger**

Afspritning og rømning af lokalet

- **Bliv siddende indtil I får besked på andet**
- **Afspritning af borde og stole**
  - Hvert øvelseshold har 2-3 studerende, som er afspritningsansvarlige
  - I hjælpes ad med at afspritte **hele** lokalet
- **Auditoriet forlades via døren til venstre for tavlerne**
  - Bliv siddende indtil jeg har fået den åbnet og sikret
  - Vi starter med den side af auditoriet, der er nærmest døren
  - Rækkerne tømmes nede fra og op
  - Hvis der er nogen, som har spørgsmål til mig, bedes de vente hernede foran indtil lokalet er tømt, og jeg har fået pakket mit grej sammen
- **Tak for i dag – Værsgo at begynde at gå ud**
  - Tag det stille og roligt og undgå at komme for tæt på andre
  - Vent på dem foran uden at mase på eller forsøge at overhale

Det var alt for nu….. … spørgsmål