GUI («Graphical User Interface») del 1

- Om GUI
- AWT og Swing
  - Hvordan lage et GUI-vindu
  - Hvordan kommunisere med brukeren
  - Hvordan håndtere knappetrykk
- Hendelsesorientert programmering
  - Hva skjer når hendelser oppstår?

Se også på

- Big Java kapittel 10–11
- Programkoden til eksemplene ligger i https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/IN1010/v24/programmer/GUI/

Tripp-trapp-tresko med og uten GUI

```
$ java TrippTrappTreskoEnkel
Maskinen valgte rute 9
Ditt trekk? 5
Maskinen valgte rute 4
Ditt trekk? 1
Maskinen valgte rute 3
Ditt trekk? 2
Maskinen valgte rute 8
Ditt trekk? 6
Maskinen valgte rute 7
Maskinen vant!
```

```
$ java TrippTrappTresko
Maskinen valgte rute 1
+---+---+---+
| X |   |   |
+---+---+---+
|   |   |   |
+---+---+---+
|   |   |   |
+---+---+---+

      :

+---+---+---+
| X |   | O |
+---+---+---+
|   | O | X |
+---+---+---+
|   | X |   |
+---+---+---+

Ditt trekk? 7
Du vant!
+---+---+---+
| X |   | O |
+---+---+---+
|   | O | X |
+---+---+---+
| O | X |   |
+---+---+---+
```



Fordeler med GUI

- Mer intuitivt å bruke
- Færre muligheter for brukerfeil
- Visuelt mer tiltalende

Ulemper

- Mer komplisert å programmere
- Mange ulike GUI-biblioteker å velge blant
- Svært få biblioteker fungerer for både Linux, Mac og Windows.

Historien om Qt

- Opprinnelig laget av det norske firmaet *Trolltech* ved Sannerbrua i Oslo i 1994.
- Hovedideen var at programmer skrevet i C++ kunne linkes med et Qt-bibliotek og så kjøre på ulike systemer.
- Sannsynligvis det mest brukte *generelle* vindusbiblioteket i verden i 1990- og 2000-årene.
- Solgt til Nokia i 2008 (og siden til Digia og The Qt Company).
- Finnes i både kommersiell og åpen kildekode-versjoner.
- Brukes i dag i Google Earth, Walt Disney animation studios, Tesla-biler, . . .



Hvorfor GUI i IN1010?

- Allmennkunnskap for programmerere
- Et godt eksempel på bruk av OO
- Viser en ny programmeringstankegang: *Hendelsesorientert programmering*
- Et godt eksempel på bruk av parallellisering og tråder
- Demonstrerer programmeringsmønsteret MVC («model-view-controller»)

Java og GUI

Java har alltid hatt som mål at programmene skal kunne kjøres uendret på alle platformer.

AWT («Abstract Window Toolkit») fra 1995:
et ganske enkelt grensesnitt mot OS-ets vindussystem

Swing fra 2007:
et mer avansert og generelt system for vinduer, trykknapper etc bygget oppå AWT

JavaFX fra 2012:
et enda mer komplett og velstrukturert system

Fra 2018: JavaFX ikke lenger en del av standard Java men et frittstående produkt.

GUI i IN1010

I IN1010 bruker vi **AWT+Swing** selv om JavaFX er mer moderne.

- I læreboken brukes AWT+Swing.
- AWT+Swing er en del av standard Java; JavaFX må installeres separat, og mange studenter hadde problemer med det.
- Alle GUI-mekanismene vi skal bruke finnes i AWT+Swing; utvidelsene i JavaFX ville vi ikke benyttet uansett.
- JavaFX er generelt vanskeligere å programmere.

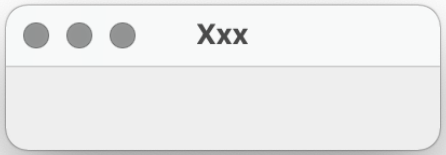
Demo 1: Et minimalt GUI-program

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;

class Mini {
    public static void main (String[] args) {
        try {
            UIManager.setLookAndFeel(
                UIManager.getCrossPlatformLookAndFeelClassName());
        } catch (Exception e) { System.exit(1); }
        JFrame vindu = new JFrame("Xxx");
        vindu.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);

        JPanel panel = new JPanel();
        vindu.add(panel);

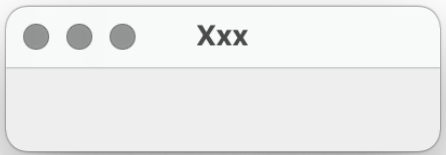
        vindu.pack();
        vindu.setLocationRelativeTo(null);
        vindu.setVisible(true);
    }
}
```



Importere klasser

Disse klassene dekker vårt behov i IN1010:

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;
```



Et meget godt råd

Standard i Swing er å lage grafikk som ligner på OSets, men vi *bør absolutt* angi standard Swing-utseende:

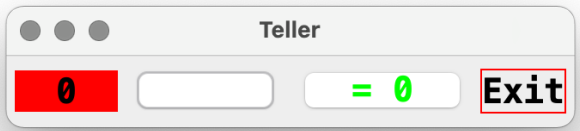
```
try {
    UIManager.setLookAndFeel(
        UIManager.getCrossPlatformLookAndFeelClassName());
} catch (Exception e) { System.exit(1); }
```

«Look and feel» i Swing

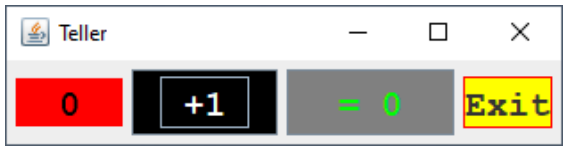
Normalt vil Swing prøve å lage GUI-utseende som harmonerer med andre vinduer på maskinen:



Linux



Mac



Windows

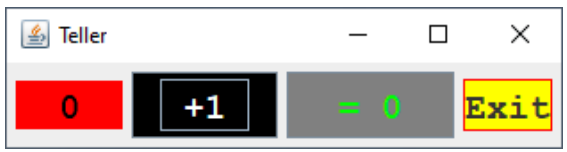
Noen ganger får vi ikke det vi ber om. Da er det bedre å gi alle vinduene et standard Swing-utseende:



Linux



Mac

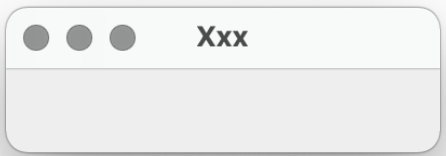


Windows

Deklarere vinduet

Nå kan vi deklarere vinduet vårt; det er en **JFrame**:

```
JFrame vindu = new JFrame("Xxx");
```



Initier stopp-knappen

Vi *må* angi at programmet vårt skal stoppe når vinduet lukkes:

```
vindu.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
```

Opprett tegneflaten

Nå kan vi opprette tegneflaten vår (et **JPanel**) og sette den inn i vinduet.

```
JPanel panel = new JPanel();
vindu.add(panel);
```

Gjør vinduet synlig

Til sist må vi huske på tre ting:

1. Pakk alt innholdet i vinduet vårt pent sammen:

   ```
   vindu.pack();
   ```

2. Sørg for at vinduet plasseres midt på skjermen:

   ```
   vindu.setLocationRelativeTo(null);
   ```

NB!

Dette må gjøres *etter* pakkingen!

3. Gjør vinduet med alt innhold synlig:

   ```
   vindu.setVisible(true);
   ```



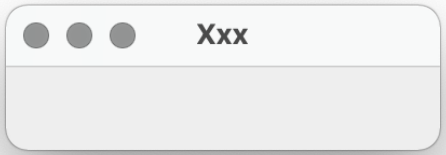
Resultatet

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;

class Mini {
    public static void main (String[] args) {
        try {
            UIManager.setLookAndFeel(
                UIManager.getCrossPlatformLookAndFeelClassName());
        } catch (Exception e) { System.exit(1); }
        JFrame vindu = new JFrame("Xxx");
        vindu.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);

        JPanel panel = new JPanel();
        vindu.add(panel);

        vindu.pack();
        vindu.setLocationRelativeTo(null);
        vindu.setVisible(true);
    }
}
```



Kjøring

Grafiske programmer trenger mer støtte ved kjøring fra systemet enn våre tidligere tekstorienterte programmer.

Kjøring på privat maskin

Det enkleste er å installere Java på egen maskin (se nettsiden). Når man installerer vanlig JDK, får man alltid med AWT+Swing.

Kjøring på en UiO-maskin

Det er også mulig å kjøre GUI-programmene på en UiO-maskin.

- Fra Windows: Åpne **view.uio.no** i en nettleser; velg

  Ifi Workstation for å få en Linux-maskin eller
  MatNat Programmering for en Windows-maskin.
- Fra Mac: Installer **XQuartz** fra **//www.xquartz.org/** eller bruk **view.uio.no**.
- Fra Linux: Gi kommandoen **ssh -Y login.ifi.uio.no**

Demo 2: Bokser og slikt

På tegneflaten (JPanel-objektet) kan vi plassere ulike «bokser»:

- tekst (JLabel)
- trykknapper (JButton)
- redigerbart tekstfelt (JTextField og JTextPane)
- tegneflater (JPanel)
- filvelger (JFileChooser)
- ...

La oss lage et program som ønsker oss velkommen:

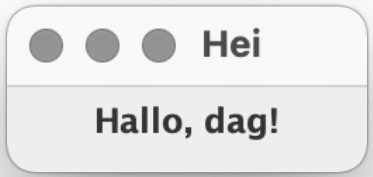
```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;

class Hallo {
    public static void main (String[] arg) {
        try {
            UIManager.setLookAndFeel(
                UIManager.getCrossPlatformLookAndFeelClassName());
        } catch (Exception e) { System.exit(1); }
        JFrame vindu = new JFrame("Hei");
        vindu.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);

        JPanel panel = new JPanel();
        vindu.add(panel);

        String bruker = System.getProperty("user.name");
        JLabel hilsen = new JLabel("Hallo, " +  bruker + "!");
        panel.add(hilsen);

        vindu.pack();  vindu.setLocationRelativeTo(null);
        vindu.setVisible(true);
```



Det nye her er:

1. Vi ber Java om brukernavnet til den som kjører programmet:

```
String bruker = System.getProperty("user.name");
```

2. Vi lager en JLabel med hilsenen og legger den på vårt JPanel:

```
JLabel hilsen = new JLabel("Hallo, " +  bruker + "!");
panel.add(hilsen);
```

Struktur

Vi har altså en

- en JFrame som inneholder
  - et JPanel som inneholder
    - en JLabel.

Slik bygges et GUI-vindu opp.

Trykknapper

Den vanligste formen for interaksjon med en bruker er **trykknapper**. Når man skal ha en slik, må man:

1. opprette trykknappen (en **JButton**)
2. sette den på en tegneflate (en **JPanel**)
3. skrive kode som skal utføres ved et trykk (en **ActionListener**)
4. koble koden til trykknappen (med **addActionListener**)

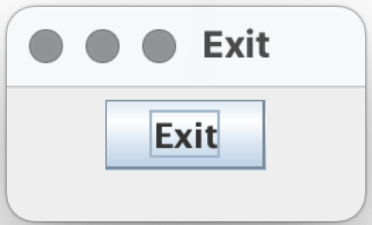
Et program som stopper seg selv

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;

class Exit {
    public static void main (String[] arg) {
        try {
            UIManager.setLookAndFeel(
                UIManager.getCrossPlatformLookAndFeelClassName());
        } catch (Exception e) { System.exit(1); }
        JFrame vindu = new JFrame("Exit");
        vindu.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        JPanel panel = new JPanel();
        vindu.add(panel);

        JButton exitKnapp = new JButton("Exit");
        class Stopper implements ActionListener {
            @Override
            public void actionPerformed (ActionEvent e) {
                System.exit(0);
            }
        }
        exitKnapp.addActionListener(new Stopper());
        panel.add(exitKnapp);

        vindu.pack();  vindu.setLocationRelativeTo(null);
        vindu.setVisible(true);
    }
}
```



1: opprette knappen

En trykknapp er en JButton med angitt tekst:

```
JButton exitKnapp = new JButton("Exit");
```

2: plassere på tegneflaten

Knappen må settes på en flate:

```
panel.add(exitKnapp);
```

3: skrive kode

Koden skrives ved å lage en klasse som implementerer **ActionListener** og definerer metoden **actionPerformed**:

```
class Stopper implements ActionListener {
    @Override
    public void actionPerformed (ActionEvent e) {
        System.exit(0);
    }
}
```

4: koble knapp og kode

Til sist kan vi koble koden til knappen:

```
exitKnapp.addActionListener(new Stopper());
```

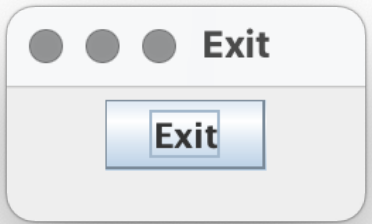
Et program som stopper seg selv

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;

class Exit {
    public static void main (String[] arg) {
        try {
            UIManager.setLookAndFeel(
                UIManager.getCrossPlatformLookAndFeelClassName());
        } catch (Exception e) { System.exit(1); }
        JFrame vindu = new JFrame("Exit");
        vindu.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        JPanel panel = new JPanel();
        vindu.add(panel);

        JButton exitKnapp = new JButton("Exit");
        class Stopper implements ActionListener {
            @Override
            public void actionPerformed (ActionEvent e) {
                System.exit(0);
            }
        }
        exitKnapp.addActionListener(new Stopper());
        panel.add(exitKnapp);

        vindu.pack();  vindu.setLocationRelativeTo(null);
        vindu.setVisible(true);
    }
}
```



Programmeringsparadigmer

Det finnes mange **programmeringsparadigmer**,[1] for eksempel

- **Imperativ programmering** der utførelsen følger programflyten angitt av *programmereren*.
  - **Objektorientert programmering** er en undergruppe der operasjonene er knyttet til objekter.
- **Funksjonell programmering** der funksjoner (dvs metoder) kan betraktes som verdier.
- **Hendelsesdrevet programmering** («event-driven programming») der *brukerens handlinger* styrer programflyten.

[1] Et *programmeringsparadigme* er en måte å tenke på når vi programmerer.

Hendelsesdrevet programmering

Etter initieringen ligger programmet passivt og venter på at noe skal skje. Dette *noe* kan være

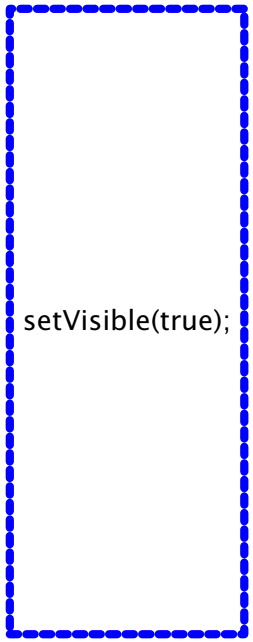
- brukeren klikker på en knapp på skjermen
- brukeren flytter musen
- brukeren trykker på en mustast
- brukeren trykker på en tast på tastaturet
- brukeren slipper opp en tast
- brukeren endrer størrelsen på vinduet
- et vindu kommer til syne fordi vinduet over fjernes

. . . og mye annet.

Oppstart

Programmet startes i metoden main i hovedtråden.

Etter en stund kaller programmet vårt vindu.setVisible(true).

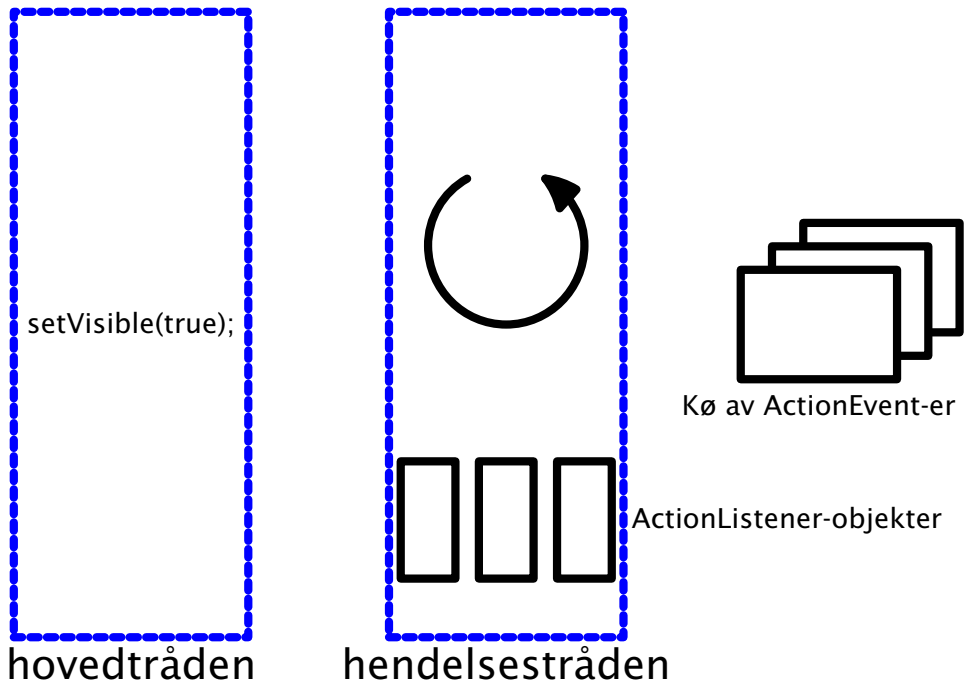


hovedtråden

Hva skjer i hendelsesdrevet programmering?

Vente på hendelser

Det opprettes en ny tråd: **hendelsestråden** («event dispatch thread») med en kø av hendelser. Så lenge køen er tom, ligger tråden passiv og venter på at noe skal skje.



Hva skjer i hendelsesdrevet programmering?

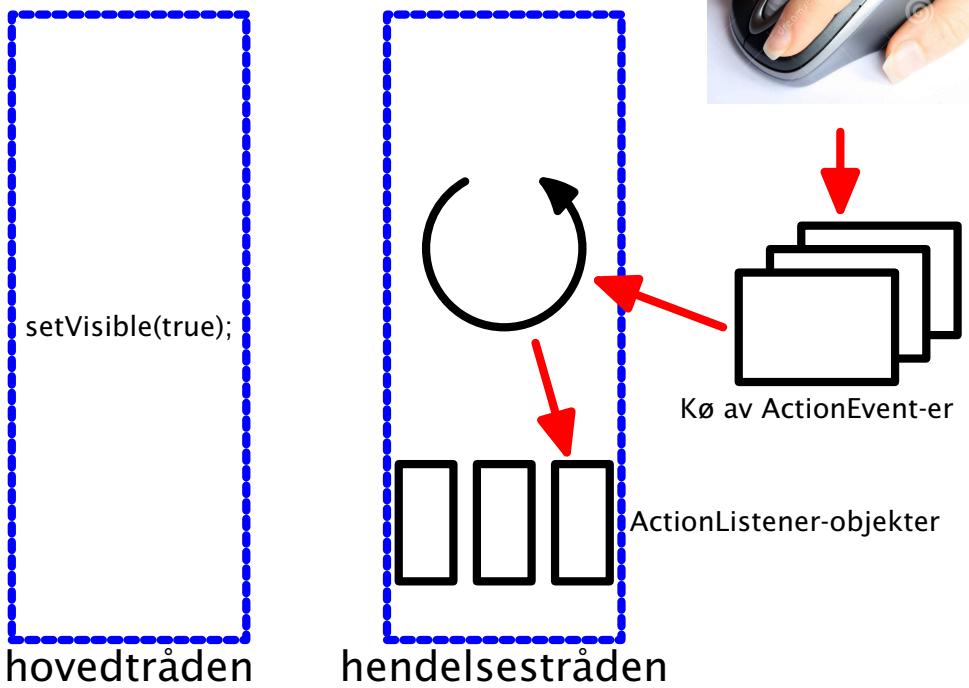
Håndtere hendelser

Hver hendelse som inntreffer resulterer i et ActionEvent-objekt i køen.

Hendelsesløkken tar ActionEvent-ene etter tur, og den korrekte ActionListener vil bli kalt.

Når en ActionListener er ferdig, vil hendelsesløkken ta neste ActionEvent.





Hvorfor trenger vi en kø av ActionEvent-er?

Hendelsestråden kan bare ta seg av én hendelse av gangen, men noen ganger kan flere hendelser inntreffe omtrent samtidig.

Da trenger vi køen for å ta vare på de hendelsene som venter på å bli tatt hånd om.

- Ingen hendelser må bli glemt.
- Hendelsene må håndteres i riktig rekkefølge.

Tråder

Når vi er kommet i gang, har vi altså to tråder. Dette innebærer:

- De to trådene går uavhengig av hverandre.
- Hovedtråden kan fortsette med sine egne ting uten å forstyrre eller bli forstyrret av hendelsestråden.
- Selv om den ene tråden dør, lever den andre videre.

NB!

Det er derfor vi trenger **vindu.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE)**.

- System.exit(*n*) dreper alle trådene.
- Kun én ActionListener kan jobbe av gangen; hvis den bruker lang tid, virker hendelseshåndteringen død.

Demo: en treg teller

Hva skal en teller gjøre?

- Det skal vise antall trykk.
- For hvert trykk skal antallet øke med 1.
- Det skal også finnes en knapp for nullstilling.



Vår implementasjon skal se slik ut:



Treg hendelseshåndtering

For å demonstrere effekten av treg håndtering av nullstilling, kan vi legge inn litt søvn når vi nullstiller telleren:

```
class Nuller implements ActionListener {
    @Override
    public void actionPerformed (ActionEvent e) {
        tellerverdi = 0;
        antall.setText(" " + tellerverdi);
        try {
            Thread.sleep(10_000);
        } catch (InterruptedException ie) {}
    }
}
```

For moro skyld lar vi hovedtråden telle sekunder for å vise at den jobber uavhengig av hendelsestråden:

```
    for (int sek = 0;  sek < 30;  ++sek) {
        System.out.print(sek + " ");
        try {
            Thread.sleep(1_000);
        } catch (InterruptedException ie) {}
    }
    System.out.println("ferdig");
```