



# Tölvunarfræði 1

## Fyrirlestur 12: Teikning og hljóð

Hjálmtyr Hafsteinsson  
Haust 2015





# Í síðasta fyrirlestri

- Inntak-úttak í Java forritum
- Staðalúttak (`stdout`)
- Staðalinntak (`stdin`)
- Beining og pípun
  - Senda gögn á milli forrita í keyrslu

**Kafli 1.5**



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



# Í þessum fyrirlestri

- Teikning með `stdDraw`
  - Línur og punktar
  - Kassar, hringir, texti
  - Hreyfing
- Hljóð með `stdAudio`

**Kafli 1.5**



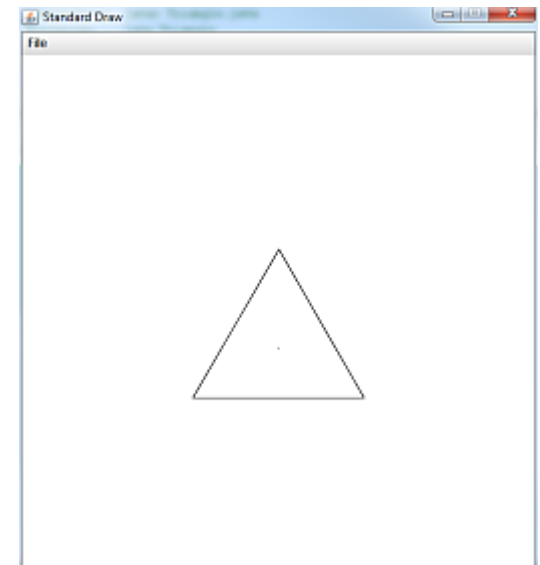
HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



# Staðalteikning

- Bókin hefur skilgreint einfalt forritasafn til að einfalda tvívíddarteikningu: `StdDraw.java`
  - Ná í skránnu [StdDraw.java](#)
  - Setja hana í sömu möppu og forrit
- Möguleikar:
  - Býr til teikniglugga
  - Teikna punkta, línur, kassa, hringi, texta, ...
  - Vista myndir sem png/jpg
  - Einfaldar hreyfimyndir (*animation*)





# StdDraw forritasafnið

```
public class StdDraw
```

```
void line(double x0, double y0, double x1, double y1)
void point(double x, double y)
void text(double x, double y, String s)
void circle(double x, double y, double r)
void filledCircle(double x, double y, double r)
void square(double x, double y, double r)
void filledSquare(double x, double y, double r)
void polygon(double[] x, double[] y)
void filledPolygon(double[] x, double[] y)
```

Teikniföll

```
void setXscale(double x0, double x1)
void setYscale(double y0, double y1)
void setPenRadius(double r)
void setPenColor(Color c)
void setFont(Font f)
void setCanvasSize(int w, int h)
void clear(Color c)
void show(int dt)
void save(String filename)
```

*reset x range to  $(x_0, x_1)$*

*reset y range to  $(y_0, y_1)$*

*set pen radius to r*

*set pen color to c*

*set text font to f*

*set canvas to w-by-h window*

*clear the canvas; color it c*

*show all; pause dt milliseconds*

*save to a .jpg or w.png file*

Skilgreiningaföll

*Note: Methods with the same names but no arguments reset to default values.*





# Línur og punktar

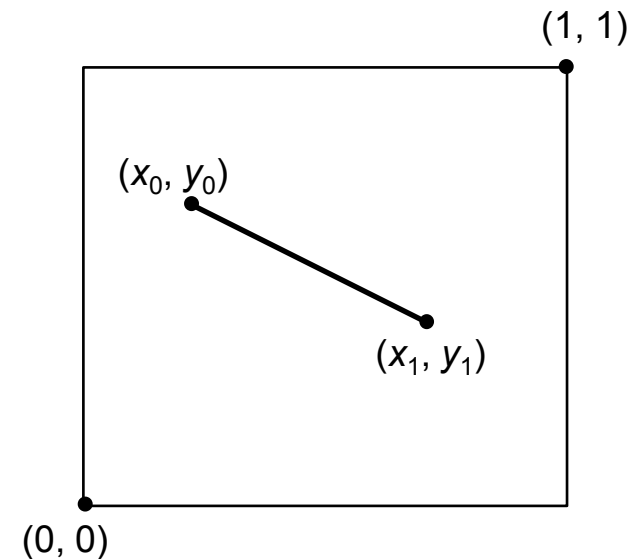
- Sjálfgefið hnitakerfi er frá  $(0, 0)$  til  $(1, 1)$ 
  - Hægt að breyta því með skipunum í `StdDraw`

```
void line(double x0, double y0, double x1, double y1)
void point(double x, double y)
```

- Dæmi:

```
StdDraw.line(0.2, 0.7, 0.6, 0.4);
```

Lína frá  $(0.2, 0.7)$  til  $(0.6, 0.4)$

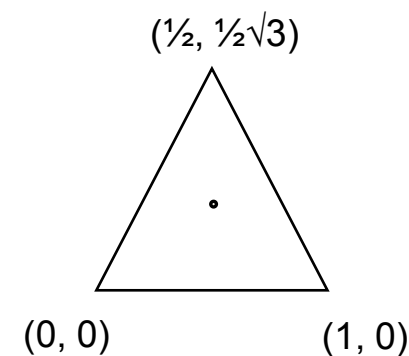




# Einföld teikning

- Teiknum punkta og línur
  - Sjálfgefið hnitakerfi er frá (0, 0) til (1, 1)

```
public class Triangle {  
    public static void main(String[] args) {  
        double t = Math.sqrt(3.0) / 2.0;  
        StdDraw.line(0.0, 0.0, 1.0, 0.0);  
        StdDraw.line(1.0, 0.0, 0.5, t);  
        StdDraw.line(0.5, t, 0.0, 0.0);  
        StdDraw.point(0.5, t/3.0);  
    }  
}
```



Teiknum 3 línur og einn punkt

Keyrsla í skipanalínu:

```
% java Triangle
```



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



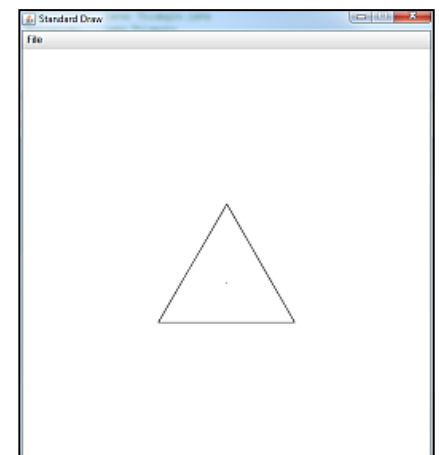
# Breyta hnitakerfi

- Skipanirnar `setXscale` og `setYscale` breyta hnitakerfinu

```
public class TriangleSmall {  
    public static void main(String[] args) {  
  
        StdDraw.setXscale(-1.0, 2.0);  
        StdDraw.setYscale(-1.0, 2.0);  
  
        double t = Math.sqrt(3.0) / 2.0;  
        StdDraw.line(0.0, 0.0, 1.0, 0.0);  
        StdDraw.line(1.0, 0.0, 0.5, t);  
        StdDraw.line(0.5, t, 0.0, 0.0);  
        StdDraw.point(0.5, t/3.0);  
  
    }  
}
```

Nú er hnitakerfið frá  
(-1, -1) til (2, 2)

Notum sömu hnit  
fyrir þríhyrning, svo  
hann virðist minni



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD





# Teikna punktasafn

- Lesa  $(x, y)$  hnit af staðalinntaki og teikna punkta

```
public class PlotFilter {  
    public static void main(String[] args) {  
  
        double xmin = StdIn.readDouble();  
        double ymin = StdIn.readDouble();  
        double xmax = StdIn.readDouble();  
        double ymax = StdIn.readDouble();  
        StdDraw.setXscale(xmin, xmax);  
        StdDraw.setYscale(ymin, ymax);  
  
        while (!StdIn.isEmpty()) {  
            double x = StdIn.readDouble();  
            double y = StdIn.readDouble();  
            StdDraw.point(x, y);  
        }  
    }  
}
```

Fyrstu tvö hnitin  
eru hornpunktar  
hnitakerfisins

Á meðan fleiri hnit:  
Lesa og teikna



# Borgir í Bandaríkjunum

```
% more < USA.txt
669905.0 247205.0 1244962.0 490000.0
1097038.8890 245552.7780
1103961.1110 247133.3330
1104677.7780 247205.5560
...

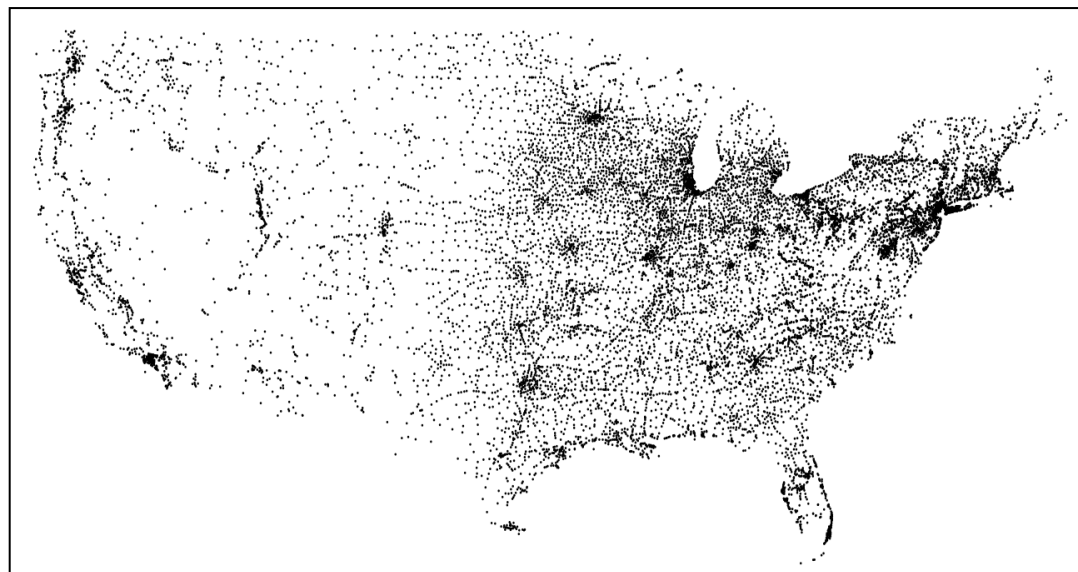
% java PlotFilter < USA.txt
```

Ytri mörk hnita

Hnit fyrir 13509 borgir  
með a.m.k. 500 íbúa

Skráin [USA.txt](#) er á  
heimasíðu bókarinnar

Getum notað `PlotFilter` til  
að teikna öll punktasöfn sem  
eru á réttu formi



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



# Teikna ferla

- Teikna feril fallsins  $y = \sin 4x + \sin 20x$  fyrir  $x = 0$  til  $\pi$ 
  - Teiknum hann með línubútum, fjöldinn ákvarðast af viðfangi

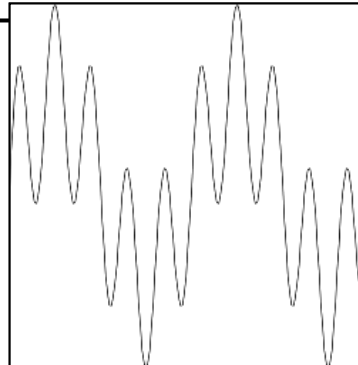
```
double[] x = new double[N+1];
double[] y = new double[N+1];
for (int i = 0; i <= N; i++) {
    x[i] = Math.PI * i / N;
    y[i] = Math.sin(4*x[i]) + Math.sin(20*x[i]);
}
StdDraw.setXscale(0, Math.PI);
StdDraw.setYscale(-2.0, +2.0);
for (int i = 0; i < N; i++)
    StdDraw.line(x[i], y[i], x[i+1], y[i+1]);
```

Búa til fylki með  
hnitum fallsins

Kvarða x- og y-ása

Teikna línubút á  
milli samliggjandi  
punkta

```
% java FunctionGraph 200
```



Ekki gott að "harðkóða"  
fallið inní forritið, lausn í  
næstu viku!



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD

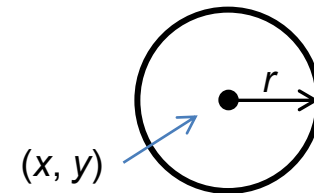


# Teikning forma (*shapes*)

- `StdDraw` hefur 3 gerðir forma: Hring, Ferning og Marghyrning
  - Allar gerðirnar bæði til fylltar og ófylltar

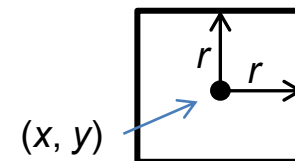
Hringur með miðpunkt  $(x, y)$  og radíus  $r$

```
StdDraw.circle(x, y, r);
```



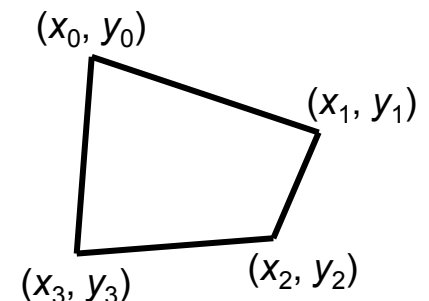
Ferningur með miðpunkt  $(x, y)$  og hliðarlengdir  $2r$

```
StdDraw.square(x, y, r);
```



Marghyrningur með hornpunkta í fylkjnum  $x$  og  $y$

```
double[] x = {x0, x1, x2, x3};  
double[] y = {y0, y1, y2, y3};  
StdDraw.square(x, y, r);
```



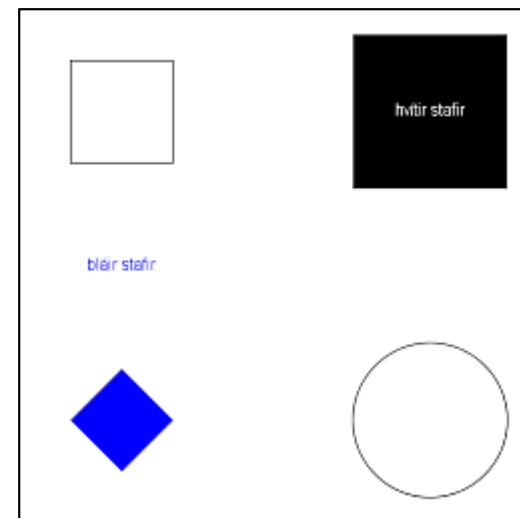
HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



# Dæmi um form

```
StdDraw.square(0.2, 0.8, 0.1);  
  
StdDraw.filledSquare(0.8, 0.8, 0.15);  
  
StdDraw.circle(0.8, 0.2, 0.15);  
  
StdDraw.setPenColor(StdDraw.BLUE);  
double[] xd = {0.1, 0.2, 0.3, 0.2};  
double[] yd = {0.2, 0.3, 0.2, 0.1};  
StdDraw.filledPolygon(xd, yd);  
  
StdDraw.text(0.2, 0.5, "bláir stafir");  
StdDraw.setPenColor(StdDraw.WHITE);  
StdDraw.text(0.8, 0.8, "hvítir stafir");
```



Breyta um teiknilit

Teikna fylltan  
marghyrning, hér tígul

Setur texta með  
miðju í hnitunum



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



# Fyrirlestraræfing

1. Hvernig væri hægt að pysja (*zoom-a*) inn og út í flókinni teikningu á einfaldan hátt?  
*Vísbending: Ekki breyta hnítum teiknuðu hlutanna*
2. Sýnið `for`-lykkju sem teiknar myndina hér að neðan með því að nota `filledSquare`-fallið



3. Rissið upp mynd af því sem þessi kóðabútur teiknar

```
StdDraw.setPenColor(StdDraw.RED);  
StdDraw.filledCircle(0.5, 0.5, 0.4);  
StdDraw.setPenColor(StdDraw.YELLOW);  
StdDraw.filledCircle(0.5, 0.5, 0.35);
```





# Hreyfimyndir (*animation*)

- Forritasafnið `stdDraw` hefur föll sem leyfa okkur að búa til hreyfimyndir
- Flest hreyfimyndaforrit framkvæma í sífelli eftirfarandi skref:
  - Reiknar nýjar staðsetningar
  - Hreinsa myndsvæði (*canvas*)
  - Teikna hlut(i) á nýjum stað
  - Bíða í stuttan tíma (millisek.)

Kallast hreyfilykkja  
(*animation loop*)



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



# Sýnidæmi - skoppandi bolti

```
public class BouncingBall {  
    public static void main(String[] args) {  
        StdDraw.setXscale(-1.0, 1.0);  
        StdDraw.setYscale(-1.0, 1.0);  
  
        double rx = 0.480, ry = 0.860;    // position  
        double vx = 0.015, vy = 0.023;    // velocity  
        double radius = 0.05;             // radius  
  
        while (true) {  
            if (Math.abs(rx + vx) > 1.0 - radius) vx = -vx;  
            if (Math.abs(ry + vy) > 1.0 - radius) vy = -vy;  
            rx = rx + vx;  
            ry = ry + vy;  
  
            StdDraw.clear();  
            StdDraw.filledCircle(rx, ry, radius);  
  
            StdDraw.show(20);  
        }  
    }  
}
```

Setja hnitakerfi

Upphafsgildi bolta

Hreyfilykkjan er  
endalaus!

Ef árekstur við vegg,  
þá snúa stefnu við

Hreinsa allt og  
teikna á nýjum stað

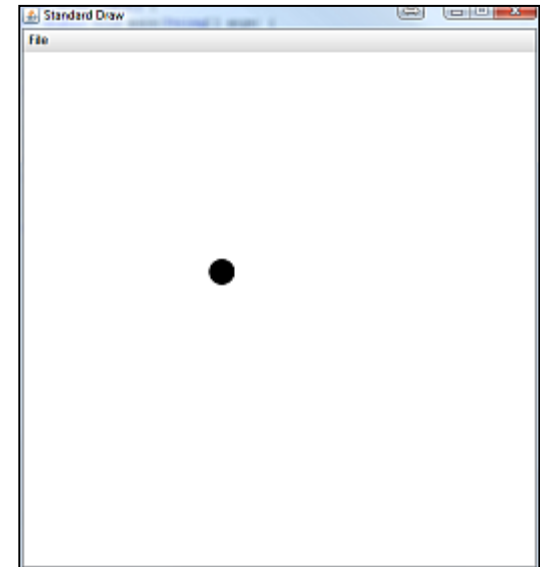
Bíða í 20 msek





# Breytingar á sýnidæmi

- Ekki hreinsa myndsvæðið
  - Fáum þá slóð bolta
- Breyta stærð bolta
  - Áreksturinn tekur tillit til radíus
- Breyta árekstraskilyrði
  - Bolti fer "inní" vegginn
- Taka út töfina
  - Bolti fer mjög hratt (þetta er mesti hraði sem hægt er að hafa)





# Lúxusútgáfa

```
while (true) {  
    if (Math.abs(rx + vx) + radius > 1.0) {  
        vx = -vx;  
        StdAudio.play("laser.wav");  
    }  
    if (Math.abs(ry + vy) + radius > 1.0) {  
        vy = -vy;  
        StdAudio.play("pop.wav");  
    }  
    rx = rx + vx;  
    ry = ry + vy;  
    StdDraw.clear();  
    StdDraw.picture(rx, ry, "earth.gif");  
    StdDraw.show(20);  
}
```

Spila hljóð ef bolti  
rekst á vegg

Annað hljóð ef  
rekst á gólf/loft

Nú er það jörðin  
sem skoppar í  
glugganum



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



# Gagnvirk grafík

- Getum haft áhrif á teikninguna með mús eða lyklaborði
- Föll í `StdDraw` sem vinna með mús:
  - `boolean mousePressed()` skilar `true` ef músahnappur niðri
  - `double mouseX()` skilar x-hniti músastaðsetningar
  - `double mouseY()` skilar y-hniti músastaðsetningar
- Ýmsar takmarkanir
  - Ekki hægt að fá að vita hvaða hnapp var smellt á
  - Ekki atburðastýrt (*event driven*)



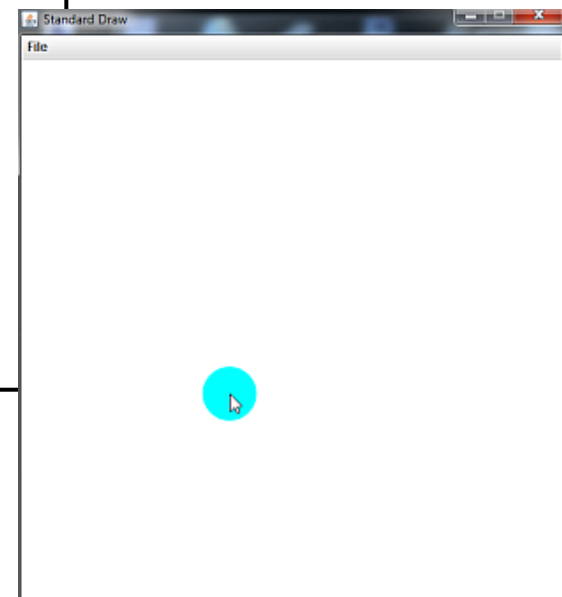


# Elta mús

```
public class MouseFollower {  
    public static void main(String[] args) {  
  
        while (true) {  
            if (StdDraw.mousePressed())  
                StdDraw.setPenColor(StdDraw.CYAN);  
            else  
                StdDraw.setPenColor(StdDraw.BLUE);  
  
            StdDraw.clear();  
            double x = StdDraw.mouseX();  
            double y = StdDraw.mouseY();  
            StdDraw.filledCircle(x, y, .05);  
            StdDraw.show(10);  
        }  
    }  
}
```

Bolti blágrænn ef  
músarhnappur er niðri

Fá staðsetningu músar og  
teikna bolta á þeim stað



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



# Lyklaborðstenging

- Lyklaborðsásláttur er annað hvort bókstafur eða stýrihnappur (*ESC*, örvalyklar, ...)
  - `boolean hasNextKeyTyped()` hefur notandi slegið á hnapp?
  - `boolean isKeyPressed(int keycode)` hefur notandi slegið á hnapp með kóða `keycode`?
  - `char nextKeyTyped()` skila bókstaf sem var slegið á

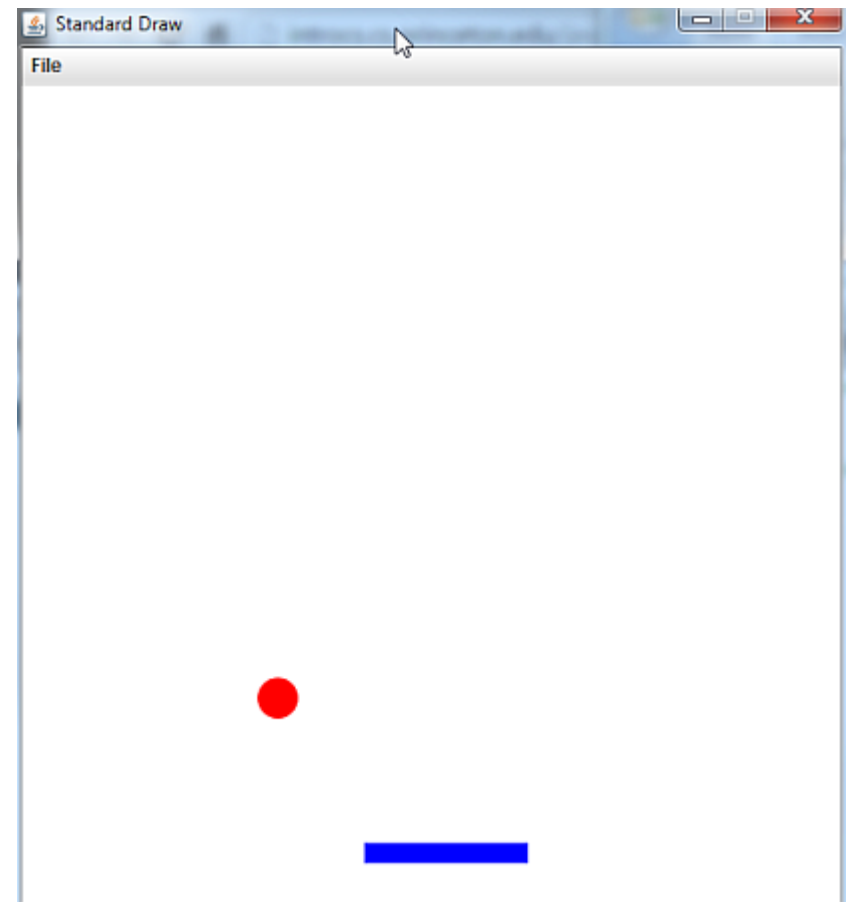
Aðeins fyrir hnappa sem samsvara bókstöfum

Þarf að flytja inn `java.awt.event.KeyEvent` til að fá þessa kóða



# Lyklaborðsdæmi

- Einföld beinagrind fyrir leikinn [Pong](#)
  - Þið eigið að útfæra hann nánar á næstu heimadæmum!

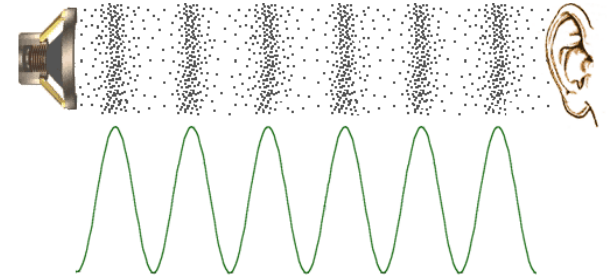


HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD

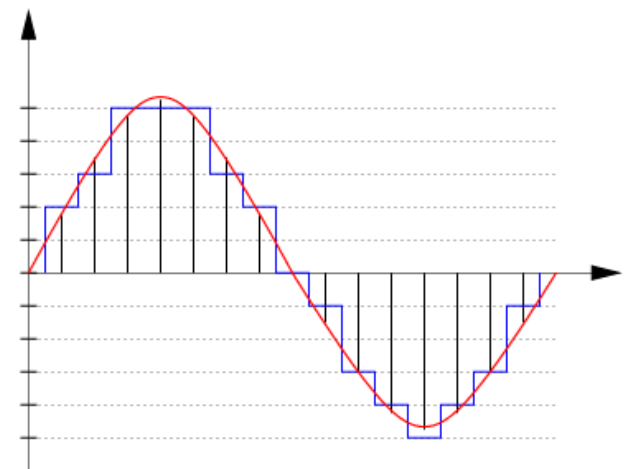


# Hljóð (*audio*)



- Hljóð er prýstibylgja sem ferðast í lofti eða öðrum efnum
- Búum til hljóð með því að búa til titring í loftinu
  - með gítarstreng, raddböndum, hátalarakeilu, ...
- Mannseyrað nemur bylgjulengdir á bilinu 20 to 20.000 sveiflur á sek. (Hz)
- Hljóðbylgjur eru flaumrænar (*analog*), en við breytum þeim í stafræn (*digital*) merki
  - Tökum úrtak (*sample*) á reglulegum fresti

Nóg að taka um 40.000 úrtök á sek.  
- tvöföld hæsta heyranleg tíðni





# StdAudio

- Leyfir okkur að vinna með hljóð
  - Lesa hljóðskrá, skrifa hljóðskrár, vinna með úrtökin

```
public class StdAudio
```

---

```
void play(String file)
```

*play the given .wav file*

```
void play(double[] a)
```

*play the given sound wave*

```
void play(double x)
```

*play sample for 1/44100 second*

```
void save(String file, double[] a)
```

*save to a .wav file*

```
double[] read(String file)
```

*read from a .wav file*



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD





# Sýnidæmi um hljóð

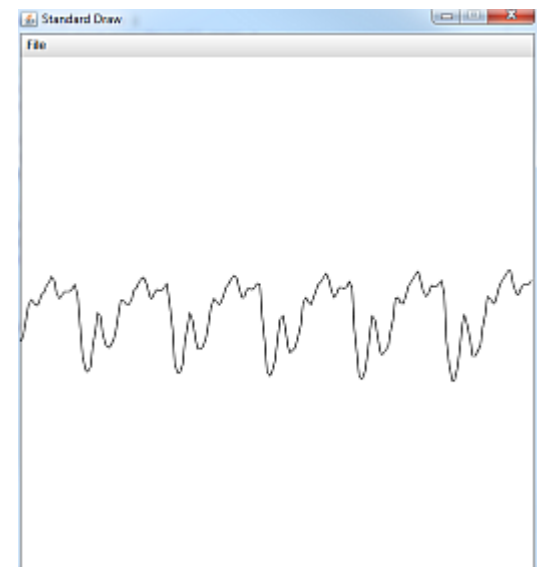
```
String filename = "gangnam.wav";  
double[] a = StdAudio.read( filename );  
  
int START = 100000;  
int STOP = 101000;  
int INC = 5;  
  
StdDraw.setXscale(START, STOP);  
StdDraw.setYscale(-1.0, 1.0);  
for (int i=START; i<STOP-INC; i+=INC) {  
    StdDraw.line(i, a[i], i+INC, a[i+INC]);  
}  
  
StdAudio.play(filename);
```

Lesa hljóðskrá inní fylki

Skoða 5-ta hvert úrtak frá  
100.000 til 101.000

Teikna línurit

Spila tónlistina!



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-  
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



## Fyrirlestraræfing

4. Sýnið hvernig hægt er að láta boltann byrja á slembistað miðað við hnitakerfið í boltaforritinu?
5. Skrifið kóðabút sem teiknar hring þar sem notandinn smellir með músinni
6. Hvers vegna er stafræn tónlist talin betri en flaumræn þegar hún er aðeins nálgun á flaumræna merkinu?





# Samantekt

- Í þessum tíma:
  - Teikning (`stdDraw`) **Kafli 1.5**
  - Hljóð (`stdAudio`)
- Í næsta tíma:
  - Föll í Java **Kafli 2.1**
  - Skilgreining og notkun falla

