AULA 5

Hoje

- mais recursão
- argumentos na linha de comando
- registros e estruturas

Curvas de Hilbert

Niklaus Wirth
Algorithms and Data Structures
Prentice Hall, 1986.

Curvas de Hilbert

As curvas a seguir seguem um certo padrão regular e podem ser desenhadas na tela sobre o controle de um programa.

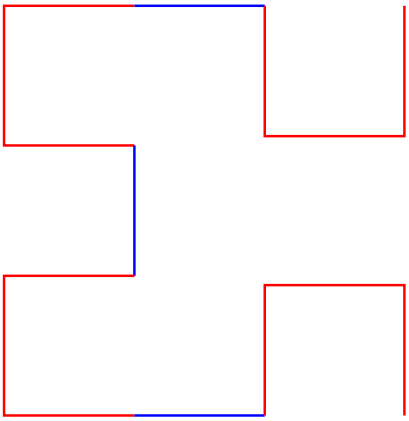
O objetivo é descobrir o esquema de recursão para construir tais curvas.

Estes padrões serão chamados de $H_0, H_1, H_2 \ldots$.

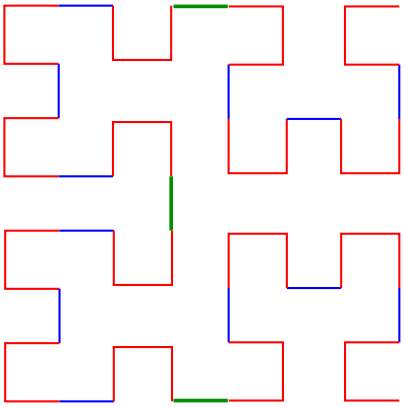
Cada H_i denomina a **curva de Hilbert** de ordem i, em homenagem a seu inventor, o matemático *David Hilbert*.

H_1

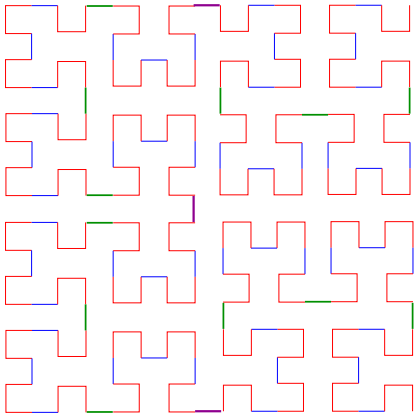
H_2



H_3



H_4



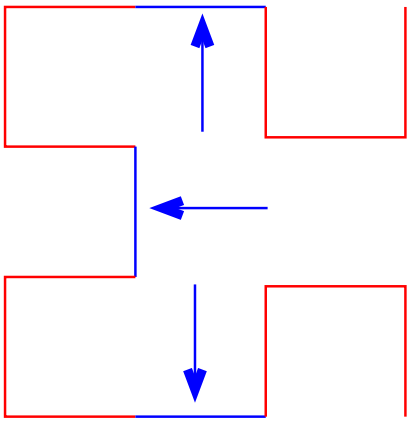
Padrão

As figuras mostram que H_{i+1} é obtida pela composição de 4 instâncias de H_i de metade do tamanho e com a rotação apropriada, ligadas entre si por meio de 3 linhas de conexão.

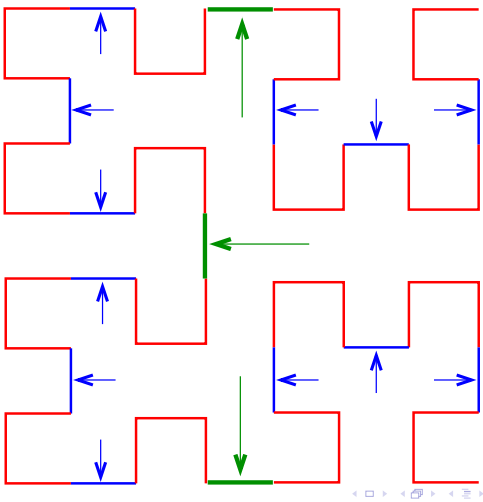
Por exemplo:

- H_1 é formada por 4 H_0 (vazio) conectados por 3 linhas.
- H_2 é formada por 4 H_1 conectados por 3 linhas
- H_3 é formada por 4 H_2 conectados por 3 linhas

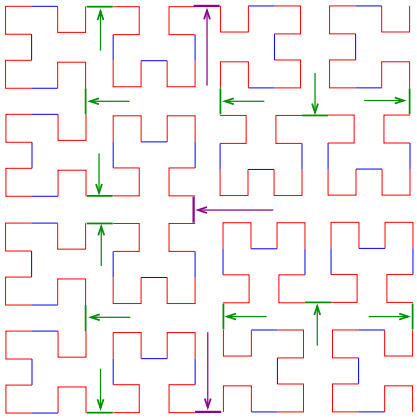
H_2



H_3



H_4



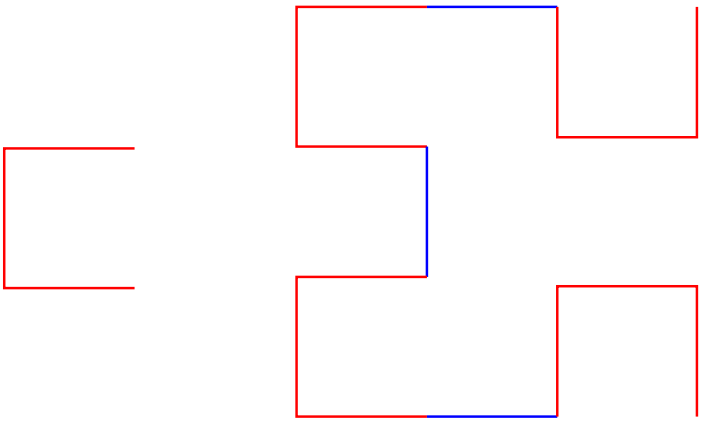
Partes da curva

Para ilustrar, denotaremos as quatro possíveis instâncias por A, B, C e D:

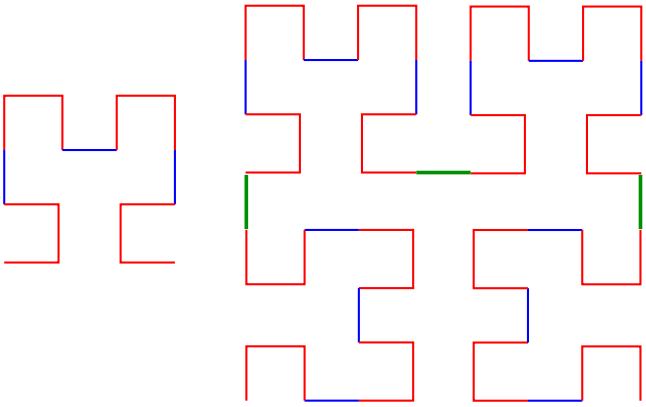
- A será o padrão que tem a "abertura" para direita;
- B será o padrão que tem a "abertura" para baixo;
- C será o padrão que tem a "abertura" para esquerda; e
- D será o padrão que tem a "abertura" para cima.

Representaremos a chamada da função que desenha as interconexões por meio da setas $\uparrow, \downarrow, \leftarrow, \rightarrow$.

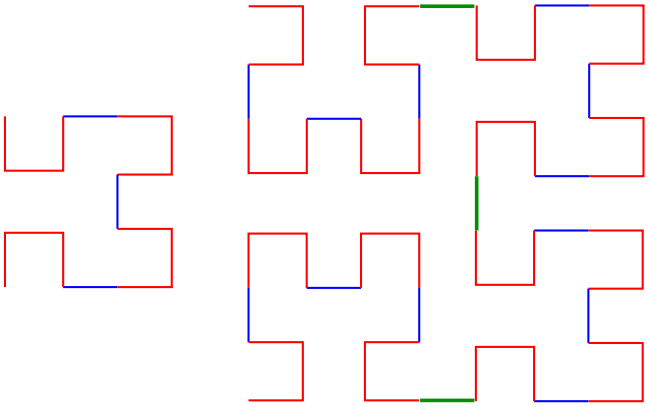
A_1 e A_2



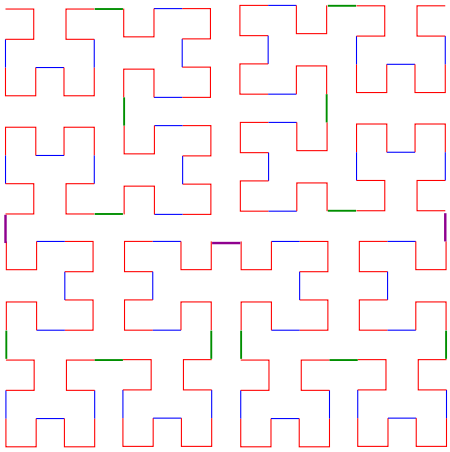
B_2 e B_3



C_2 e C_3



D_4



Esquema recursivo

Assim, surge o seguinte esquema recursivo:

$$
\begin{array}{lllllllll}
A_k: & D_{k-1} & \leftarrow & A_{k-1} & \downarrow & A_{k-1} & \rightarrow & B_{k-1} \\
B_k: & C_{k-1} & \uparrow & B_{k-1} & \rightarrow & B_{k-1} & \downarrow & C_{k-1} \\
C_k: & B_{k-1} & \rightarrow & C_{k-1} & \uparrow & C_{k-1} & \leftarrow & D_{k-1} \\
D_k: & A_{k-1} & \downarrow & D_{k-1} & \leftarrow & D_{k-1} & \uparrow & C_{k-1}
\end{array}
$$

Para desenhar os segmentos utilizaremos a chamada de uma função

```
linha(x,y,direcao,comprimento)
```

que "move um pincel" da posição (x,y) em uma dada direcao por um certo comprimento.

```
typedef enum {DIREITA, ESQUERDA, CIMA, BAIXO} Direcao;
void linha(int *x, int *y,Direcao direcao,
      int comprimento) {
  switch (direcao) {
  case DIREITA  :  *x = *x + comprimento;
      break;
  case ESQUERDA :  *x = *x - comprimento;
      break;
  case CIMA     :  *y = *y + comprimento;
      break;
  case BAIXO    :  *y = *y - comprimento;
      break;
  }
  desenheLinha(*x, *y);
}
```

A_k

```
void
a(int k, int *x, int *y, int comprimento)
{
  if (k > 0) {
      d(k-1, x, y, comprimento);
      linha(x, y, ESQUERDA, comprimento);
      a(k-1, x, y, comprimento);
      linha(x, y, BAIXO, comprimento);
      a(k-1, x, y, comprimento);
      linha(x, y, DIREITA, comprimento);
      b(k-1, x, y, comprimento);
  }
}
```

B_k

```
void
b(int k, int *x, int *y, int comprimento)
{
  if (k > 0) {
      c(k-1, x, y, comprimento);
      linha(x, y, ESQUERDA, comprimento);
      b(k-1, x, y, comprimento);
      linha(x, y, BAIXO, comprimento);
      b(k-1, x, y, comprimento);
      linha(x, y, DIREITA, comprimento);
      a(k-1, x, y, comprimento);
  }
}
```

C_k

```
void
c(int k, int *x, int *y, int comprimento)
{
  if (k > 0) {
      b(k-1, x, y, comprimento);
      linha(x, y, ESQUERDA, comprimento);
      c(k-1, x, y, comprimento);
      linha(x, y, BAIXO, comprimento);
      c(k-1, x, y, comprimento);
      linha(x, y, DIREITA, comprimento);
      d(k-1, x, y, comprimento);
  }
}
```

D_k

```
void
d(int k, int *x, int *y, int comprimento)
{
  if (k > 0) {
      a(k-1, x, y, comprimento);
      linha(x, y, ESQUERDA, comprimento);
      d(k-1, x, y, comprimento);
      linha(x, y, BAIXO, comprimento);
      d(k-1, x, y, comprimento);
      linha(x, y, DIREITA, comprimento);
      c(k-1, x, y, comprimento);
  }
}
```

Argumentos na linha de comando

Argumentos na linha de comando

Quando `main` é chamada, ela recebe dois argumentos:

- `argc` ('c' de *count*) é o número de argumentos que o programa recebeu na linha de comando; e
- `argv[ ]` é um vetor de *strings* contendo cada um dos argumentos.

Por conveção `argv[0]` é o nome do programa que foi chamado. Assim, `argc` é sempre pelo menos 1.

Argumentos na linha de comando

Por exemplo, na chamada

```
meu_prompt> echo Hello World!
```

- `argc` $= 3$
- `argv[0]` = "echo"
- `argv[1]` = "Hello"
- `argv[2]` = "World!"

Argumentos na linha de comando

Na chamada

```
meu_prompt> gcc echo.c -o echo
```

- `argc` $= 4$
- `argv[0]` = "gcc"
- `argv[1]` = "echo.c"
- `argv[2]` = "-o"
- `argv[3]` = "echo"

echo.c

```
#include <stdio.h>
int
main(int argc, char *argv[])
{
   int i;
   for (i = 1; i < argc; i++)
      printf("%s ", argv[i]);
   printf("\n");
   return 0;
}
```

echo.java

```
public class echo {
   public static void main(String argv[])
   {
       for (int i=0; i < argv.length; i++)
           System.out.print(argv[i] + );
       System.out.print("\n");
       System.exit(0);
   }
}
```