

Simulações Computacionais de Sistemas Complexos

Thadeu Penna

Instituto de Física
Universidade Federal Fluminense
tjpp@if.uff.br

V Escola do CBPF, 2004



Aula V

- 1 Aula I
 - Tabela Verdade
 - Representação dos inteiros
 - Funções de Bits

Aula V

- 1 Aula I
 - Tabela Verdade
 - Representação dos inteiros
 - Funções de Bits
- 2 Mais Operações com Bits
 - Contagem de Bits

Aula V

- 1 Aula I
 - Tabela Verdade
 - Representação dos inteiros
 - Funções de Bits
- 2 Mais Operações com Bits
 - Contagem de Bits
- 3 Automata Celulares
 - Definição
 - Automata 1D
 - Demonstração

Aula V

- 1 Aula I
 - Tabela Verdade
 - Representação dos inteiros
 - Funções de Bits
- 2 Mais Operações com Bits
 - Contagem de Bits
- 3 Automata Celulares
 - Definição
 - Automata 1D
 - Demonstração
- 4 Bloco no plano inclinado
 - Resultados de simulação

Tabela Verdade

Operações Booleanas

	AND	OR	XOR
00	0	0	0
01	0	1	1
10	0	1	1
11	1	1	0

Representação dos inteiros

Números de 3 bits

$$0 = 000_2 \equiv 0$$

$$1 = 001_2 \equiv 1$$

$$2 = 010_2 \equiv 2$$

$$3 = 011_2 \equiv 3$$

$$4 = 100_2 \equiv -4$$

$$5 = 101_2 \equiv -3$$

$$6 = 110_2 \equiv -2$$

$$7 = 111_2 \equiv -1$$

Representação dos inteiros

Números de 3 bits

$$0 = 000_2 \equiv 0$$

$$1 = 001_2 \equiv 1$$

$$2 = 010_2 \equiv 2$$

$$3 = 011_2 \equiv 3$$

$$4 = 100_2 \equiv -4$$

$$5 = 101_2 \equiv -3$$

$$6 = 110_2 \equiv -2$$

$$7 = 111_2 \equiv -1$$

Complemento de 2 ($-Y = 2^B - Y$)

Funções de Bits

Funções de Bits

FORTTRAN

```
integer*4 a,b  
write(*,*) iand(a,b)  
write(*,*) ior(a,b)  
write(*,*) ieor(a,b)  
write(*,*) ishft(a,1)  
write(*,*) ishft(a,-1)  
write(*,*) not(a)
```

C

```
unsigned int a,b;  
printf("%d\n",a&b);  
printf("%d\n",a|b);  
printf("%d\n",a^b);  
printf("%d\n",a<<1);  
printf("%d\n",a>>1);  
printf("%d\n",~a);
```

Máscaras

Setando o bit zero

$$x = x|1$$

Máscaras

Setando o bit zero

$$x = x|1$$

0001 1110

0000 0001

0001 1111

Máscaras

Setando o bit zero

$$x = x|1$$

0001 1110

0000 0001

0001 1111

Setando o i -ésimo bit

Máscaras

Setando o bit zero

$$x = x|1$$

0001 1110

0000 0001

0001 1111

Setando o i -ésimo bit

$$x = x|(1 \ll i)$$

0001 1110

0100 0000

0101 1110

Mais Máscaras

Apagando o i -ésimo bit

Mais Máscaras

Apagando o i -ésimo bit

$$x = x \& \sim (1 \ll i)$$

0001 1110

1111 0111

0001 0110

Mais Máscaras

Apagando o i -ésimo bit

$$x = x \& \sim (1 \ll i)$$

0001 1110

1111 0111

0001 0110

Trocando o i -ésimo bit

Mais Máscaras

Apagando o i -ésimo bit

$$x = x \& \sim (1 \ll i)$$

0001 1110

1111 0111

0001 0110

Trocando o i -ésimo bit

$$x = x \wedge (1 \ll i)$$

0001 1110

0100 0000

0101 1110

Mais Máscaras

Obtendo o i -ésimo bit

Mais Máscaras

Obtendo o i -ésimo bit

$$bit = (x \gg i) \& 1$$

0001 1110

0000 0011

0000 0001

Mais Máscaras

Obtendo o i -ésimo bit

$$bit = (x \gg i) \& 1$$

0001 1110

0000 0011

0000 0001

Shift Circular

Mais Máscaras

Obtendo o i -ésimo bit

$$bit = (x \gg i) \& 1$$

0001 1110

0000 0011

0000 0001

Shift Circular

$$x = (x \ll 1) | (x \gg 31)$$

$$x = (x \gg 1) | (x \ll 31)$$

1000 0000 0001 1110

0000 0000 0011 1100

0000 0000 0000 0001

0000 0000 0011 1101

Contagem de Bits

Contagem de Bits

Método Força Bruta

Contagem de Bits

Método Força Bruta

```
n=0;
while (x) {
    n=n+(x&1);
    x=x>>1;
}
```


Contagem de Bits

Método Força Bruta

```
n=0;
while (x) {
    n=n+(x&1);
    x=x>>1;
}
```

Números Esparsos

Contagem de Bits

Método Força Bruta

```
n=0;
while (x) {
    n=n+(x&1);
    x=x>>1;
}
```

Números Esparsos

```
n=0;
while (x) {
    x=x & (x - 1 );
    n=n+1;
}
```

Contagem de Bits

Números Densos

```
n=32;  
x= ~ x  
while (x) {  
    x=x & (x - 1 );  
    n=n-1;  
}
```

Contagem de Bits

Números Densos

```
n=32;
x= ~ x
while (x) {
    x=x & (x - 1 );
    n=n-1;
}
```

Precomputing

Contagem de Bits

Números Densos

```
n=32;
x= ~ x
while (x) {
    x=x & (x - 1 );
    n=n-1;
}
```

Precomputing

```
int bits8[256];

n=bits8[x & 255]+
    bits8[(x>>8)&255]+
    bits8[(x>>16)&255]+
    bits8[(x>>24)];
```

Automata Celulares

- Sistemas dinâmicos em que o tempo, o espaço e a variável de estado são discretos.

Automata Celulares

- Sistemas dinâmicos em que o tempo, o espaço e a variável de estado são discretos.
- Alternativas às equações diferenciais e mapas.

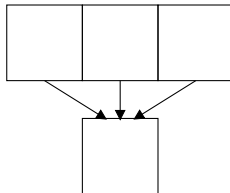
Automata Celulares

- Sistemas dinâmicos em que o tempo, o espaço e a variável de estado são discretos.
- Alternativas às equações diferenciais e mapas.
- **Conceitos: rede, vizinhança, passos**

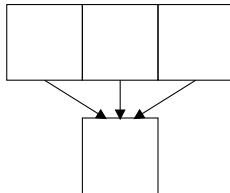
Automata Celulares

- Sistemas dinâmicos em que o tempo, o espaço e a variável de estado são discretos.
- Alternativas às equações diferenciais e mapas.
- Conceitos: rede, vizinhança, passos
- **Criticalidade, Fractalidade, Caos, Auto-organização**

Vizinhança $k \rightarrow$ o sítio e seus $k - 1$ vizinhos

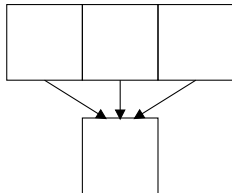


Vizinhança $k \rightarrow$ o sítio e seus $k - 1$ vizinhos



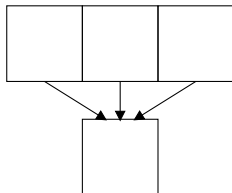
Quantas vizinhanças ?

Vizinhança $k \rightarrow$ o sítio e seus $k - 1$ vizinhos



Quantas vizinhanças ? 2^k

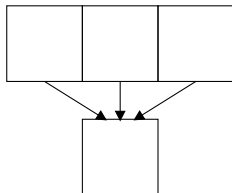
Vizinhança $k \rightarrow$ o sítio e seus $k - 1$ vizinhos



Quantas vizinhanças ? 2^k

Quantas regras ?

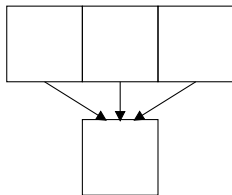
Vizinhança $k \rightarrow$ o sítio e seus $k - 1$ vizinhos



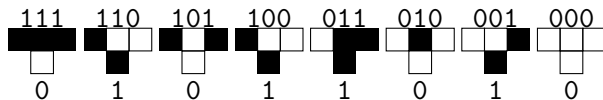
Quantas vizinhanças ? 2^k

Quantas regras ? 2^{2^k}

Vizinhança $k \rightarrow$ o sítio e seus $k - 1$ vizinhos



Quantas vizinhanças ? 2^k
Quantas regras ? 2^{2^k}



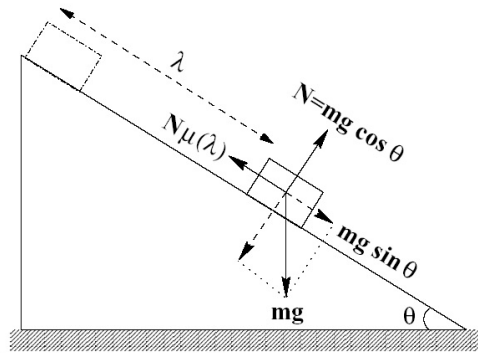
Regra 90 partindo de um sítio

Todos os Automata 1D



Bloco no Plano Inclinado com Atrito

LIMA, A. R., MOUKARZEL, C. F., GROSSE, I., PENNA, T. J. P.
Sliding blocks with random friction and absorbing random walks.
Physical Review E. , v.61, p.2267 - 2280, 2000



Bit-Strings p / Atrito

3

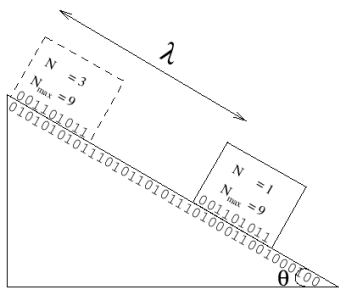


Figure 2: An example of the binary representations of the block and chute. Only those regions contribute to friction for which both the block and the plane have a bit set to 1.

Caminho Aleatório com Barreira

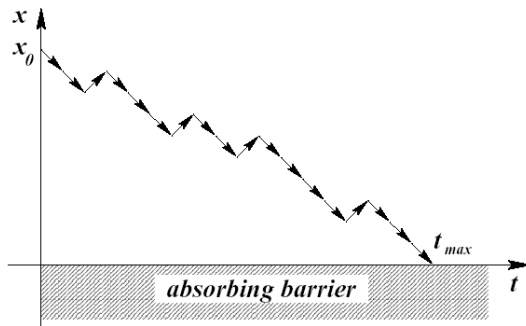


FIG. 4. A walker starts at position x_0 at $t = 0$ and executes a random walk with mean drift $V < 0$. The distribution of times $t = t_{max}$ for which the position becomes zero for the first time can be calculated from the probability distribution for a random walker with an absorbing barrier at $x = 0$.

Avalanches

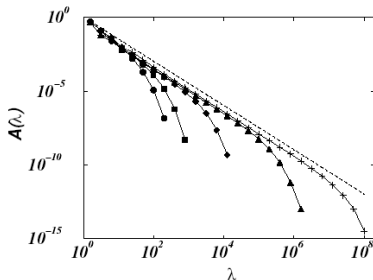


FIG. 2. Distribution $A(\lambda)$ of stopping lengths as obtained numerically for the one-bit-block model. Averages were taken over 10^8 realizations with an initial reduced kinetic energy $k_0 = 7.21 \cdot 10^{-6} m$ ($v_0 = 10^{-2} m/s$ and $g = 9.810 m/s^2$) and a critical angle $\theta_c = 45^\circ$. The inclination angle θ of the plane was: 35° (circles), 40° (squares), 44° (diamonds), 44.99° (triangles) and 44.999° (crosses). The dashed line corresponds to $A(\lambda) = \lambda^{-3/2}$. The same exponent was found experimentally [7].

Cutoff

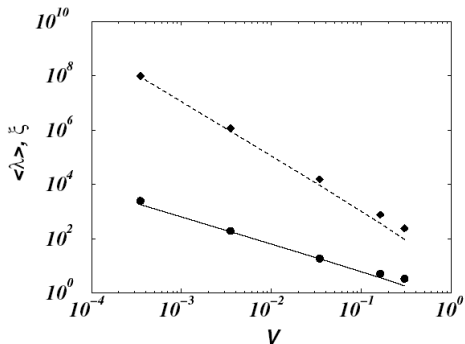


FIG. 3. Numerical results for the mean stopping length (circles) and “cutoff length” (diamonds) as functions of $-V$. The solid line (dashed line) corresponds to $\langle \lambda \rangle \propto |V|^{-1}$ ($\xi \propto |V|^{-2}$).

Bloco no plano

$$\frac{\partial k(l)}{\partial l} = \tan \theta - \mu(l)$$

com $k(l) = K/mg \cos \theta$.

Bloco no plano

$$\frac{\partial k(l)}{\partial l} = \tan \theta - \mu(l)$$

com $k(l) = K/mg \cos \theta$.

$$\frac{\partial W(x, t)}{\partial t} = \left(-V \frac{\partial}{\partial x} + D \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) W(x, t)$$

com

$$W(x, t)|_{x=0} = 0$$

Bloco no plano

$$\frac{\partial k(l)}{\partial l} = \tan \theta - \mu(l)$$

com $k(l) = K/mg \cos \theta$.

$$\frac{\partial W(x, t)}{\partial t} = \left(-V \frac{\partial}{\partial x} + D \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) W(x, t)$$

com

$$W(x, t)|_{x=0} = 0$$

com $V = \tan \theta - \bar{\mu}$, se $V < 0$ o bloco sempre pára.

Bloco no plano

$$\frac{\partial k(l)}{\partial l} = \tan \theta - \mu(l)$$

com $k(l) = K/mg \cos \theta$.

$$\frac{\partial W(x, t)}{\partial t} = \left(-V \frac{\partial}{\partial x} + D \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) W(x, t)$$

com

$$W(x, t)|_{x=0} = 0$$

com $V = \tan \theta - \bar{\mu}$, se $V < 0$ o bloco sempre pára.
Obtemos

$$A(\lambda) \sim t^{-3/2}$$

em excelente acordo com os dados de Brito e Gomes.