

# Técnicas de Busca e Ordenação (TBO)

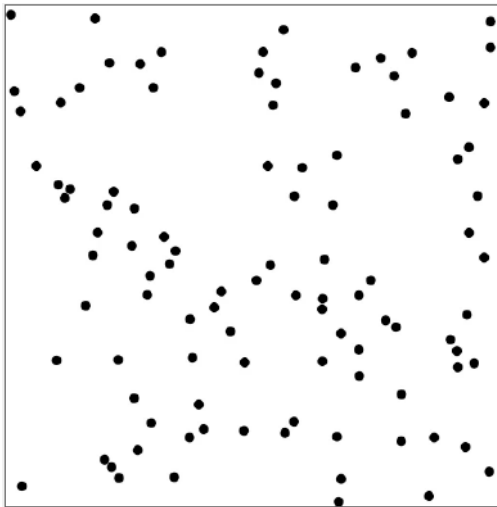
## **Laboratório 6 – Simulação Dirigida por Eventos**

Departamento de Informática (DI)  
Centro Tecnológico (CT)  
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

(Material baseado nos slides do Professor Eduardo Zambon)

# Simulação de colisões de partículas

**Objetivo:** Simular o movimento 2D de  $N$  partículas que se comportam segundo as leis de colisão elástica.



# Simulação de colisões de partículas

**Objetivo:** Simular o movimento 2D de  $N$  partículas que se comportam segundo as leis de colisão elástica.

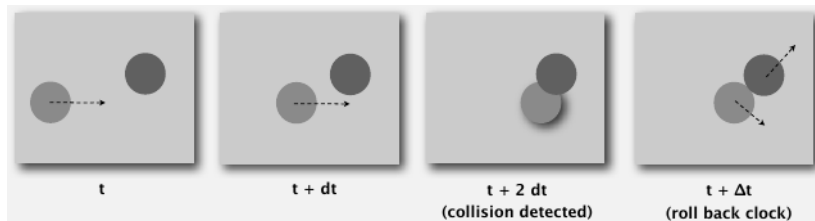
**Modelo físico:**

- Partículas em movimento interagem **entre si** e com as **paredes** via colisões elásticas. (Veja Física I - Mecânica.)
- Cada partícula é um **disco** com posição, velocidade, massa e raio.
- Nenhuma outra força atuando.

# Simulação dirigida por tempo (*time-driven simulation*)

## Funcionamento:

- Discretizar o tempo em intervalos de tamanho  $dt$ .
- Atualizar a posição de cada partícula depois de cada  $dt$  unidades de tempo, verificando sobreposições.
- Se há sobreposição, retorne o relógio até o momento da colisão, atualize a velocidade das partículas que colidiram e continue a simulação.

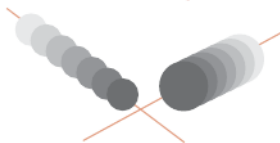


# Simulação dirigida por tempo (*time-driven simulation*)

## Principais desvantagens:

- Aproximadamente  $N^2/2$  verificações de sobreposição **por intervalo de tempo**.
- Simulação é muito **lenta** se  $dt$  é muito **pequeno**.
- Podemos **perder colisões** se  $dt$  é muito **grande**.  
(Se as partículas em rota de colisão não se sobrepõem quanto estamos olhando.)

dt too small: excessive computation



dt too large: may miss collisions



# Simulação dirigida por eventos (*event-driven sim.*)

Modifique o estado do sistema somente quanto algo de interessante acontece.

- Entre colisões, as partículas se movem em **linha reta**.
- Focar somente nos instantes de tempo em que **uma colisão ocorre**.
- Manter uma **fila com prioridades (PQ)** de eventos de colisão, **ordenados por tempo**.
- Remover o mínimo = buscar próxima colisão.

**Previsão de colisão:** Dados a posição, velocidade e raio da partícula, quando será a sua próxima colisão com uma parede ou outra partícula.

**Resolução de colisão:** Se uma colisão ocorreu, atualize as informações da(s) partícula(s) de acordo com as leis da física.

# Previsão e resolução de colisões

Modelo físico é complicado, mas já foi implementado!

Previsão de colisão:

- `time_to_hit(Particle *p, Particle *q)`
- `time_to_hit_vertical_wall(Particle *p)`
- `time_to_hit_horizontal_wall(Particle *p)`

Resolução de colisão:

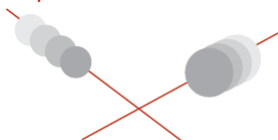
- `bounce_off(Particle *p, Particle *q)`
- `bounce_off_vertical_wall(Particle *p)`
- `bounce_off_horizontal_wall(Particle *p)`

# Sistema de colisões: inicialização

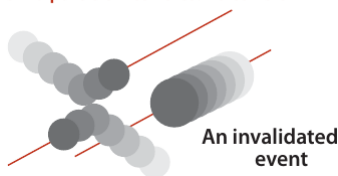
## Inicialização:

- Preencher PQ com as colisões **potenciais** com as paredes.
- Preencher PQ com as colisões **potenciais** entre partículas.
- **Potenciais** porque uma colisão pode ser invalidada.

two particles on a collision course



third particle interferes: no collision





# Sistema de colisões: *loop* principal

## *Loop* principal:

- Remova o próximo evento de PQ (menor prioridade =  $t$ ).
- Se o evento foi invalidado, ignore-o.
- Avance **todas** as partículas para o tempo  $t$ , em uma linha reta.
- Atualize as **velocidades** das partículas em colisão.
- Preveja as **futuras colisões** das partículas envolvidas e insira os eventos em PQ.

# Atividade

Realize os seguintes passos para completar a atividade deste laboratório.

- 1 Baixe o código de *template* e os arquivos de entrada do AVA.
- 2 Leia e entenda o código fornecido. Os comentários marcados com **TODO** indicam os locais que você deve modificar.
- 3 Implemente (e teste) uma fila com prioridade mínima para ordenar os eventos. Veja o arquivo `PQ.c` fornecido.
- 4 Implemente a simulação de eventos. Veja o arquivo `colsys.c` fornecido.
- 5 Comece testado a simulação para a entrada `pendulum4.txt`, que é a mais simples.
- 6 Inicialmente, desative a GUI para os seus primeiros testes. Quando tudo estiver OK, ative-a novamente.