

Metodologia de Pesquisa

Simulação

Ricardo Rosal

June 4, 2022

1 Simulação como método de pesquisa

- O que é simulação?
- Porque fazer uma simulação?
- Vantagens da simulação
- Tipos de simulação
 - Eventos discretos
 - Sistemas dinâmicos
 - Simulação baseada em agentes

2 Os objetivos de uma simulação

- Predição

3 Métodos de simulação

- Sistemas dinâmicos
- Monte Carlo
- Elementos Finitos
- CPS (Cyber-Physical System)
- Automatos Celulares
- Lattice Boltzmann
- Point-like object

4 Abordagens de simulação

5 Implementação de uma simulação

Simulação como método de pesquisa

- O principal valor da simulação como método de pesquisa é a flexibilidade dada ao pesquisar de focar na complexidade do sistema e do modelo em estudo e fazer perguntas do tipo **"e se?"** ao invés de perguntas como **"o que aconteceu? como? e por que?"**.
- outros métodos de pesquisa, em contra-partida, requer que seja **estabelecida algumas preposições sobre causalidade do fenômeno estudado**, já a simulação nos permite, desde a dinâmica estabelecida do modelo, **"criar/descobrir"** tais efeitos e demonstrar causalidades.
- A simulação permite o estudo de **fenômenos mais complexos**, uma vez que as observações são feitas para **"avancando"** no tempo (ou em outra dimensão em que o sistema tem uma dinâmica definida).

Simulação como método de pesquisa

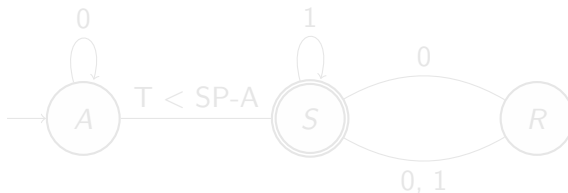
- O principal valor da simulação como método de pesquisa é a flexibilidade dada ao pesquisador de focar na complexidade do sistema e do modelo em estudo e fazer perguntas do tipo **"e se?"** ao invés de perguntas como **"o que aconteceu? como? e por que?"**.
- outros métodos de pesquisa, em contra-partida, requer que seja **estabelecida algumas preposições sobre causalidade do fenômeno estudado**, já a simulação nos permite, desde a dinâmica estabelecida do modelo, **"criar/descobrir"** tais efeitos e demonstrar causalidades.
- A simulação permite o estudo de **fenômenos mais complexos**, uma vez que as observações são feitas para **"avanchando"** no tempo (ou em outra dimensão em que o sistema tem uma dinâmica definida).

Simulação como método de pesquisa

- O principal valor da simulação como método de pesquisa é a flexibilidade dada ao pesquisador de focar na complexidade do sistema e do modelo em estudo e fazer perguntas do tipo **"e se?"** ao invés de perguntas como **"o que aconteceu? como? e por que?"**.
- outros métodos de pesquisa, em contra-partida, requer que seja **estabelecida algumas preposições sobre causalidade do fenômeno estudado**, já a simulação nos permite, desde a dinâmica estabelecida do modelo, **"criar/descobrir"** tais efeitos e demonstrar causalidades.
- A simulação permite o estudo de **fenômenos mais complexos**, uma vez que as observações são feitas para **"avanchando"** no tempo (ou em outra dimensão em que o sistema tem uma dinâmica definida).

Principais famílias de simulação

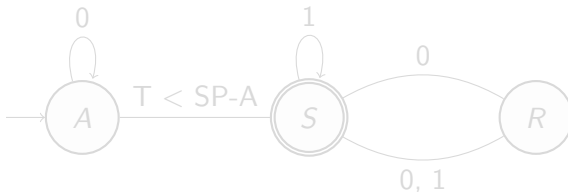
- **Simulação de eventos discretos:** envolve um modelo onde a dinâmica (*governing equations*) na dimensão ζ (tempo, por exemplo) evolui de forma discreta, normalmente os eventos são disparados por um gatilho, que pode ser implementado com uma **callback** ou um **intervalo pré-definido**.
- usualmente, métodos como maquinas de **estados-finitos**, e **teoria das filas** são utilizados para simulação de eventos discretos.



- exemplo:

Principais famílias de simulação

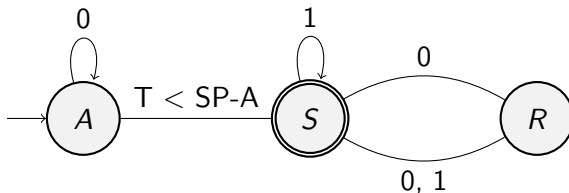
- **Simulação de eventos discretos:** envolve um modelo onde a dinâmica (*governing equations*) na dimensão ζ (tempo, por exemplo) evolui de forma discreta, normalmente os eventos são disparados por um gatilho, que pode ser implementado com uma **callback** ou um **intervalo pré-definido**.
- usualmente, métodos como maquinas de **estados-finitos**, e **teoria das filas** são utilizados para simulação de eventos discretos.



- exemplo:

Principais famílias de simulação

- **Simulação de eventos discretos:** envolve um modelo onde a dinâmica (*governing equations*) na dimensão ζ (tempo, por exemplo) evolui de forma discreta, normalmente os eventos são disparados por um gatilho, que pode ser implementado com uma **callback** ou um **intervalo pré-definido**.
- usualmente, métodos como maquinas de **estados-finitos**, e **teoria das filas** são utilizados para simulação de eventos discretos.



- exemplo:

Principais famílias de simulação

- **Simulação de sistemas dinâmicos:** nesse tipo de simulação é definido o **estado** ou **estados** do sistema, que normalmente é a variável dependente de uma função, onde é conhecido a dinâmica do mesmo.
- essa dinâmica normalmente é definida por uma **equação diferencial ODE** ou **PDE**, dependendo do número de **dimensões** no espaço onde ocorre a dinâmica do sistema, e a função que define o **estado** é a solução da equação diferencial.
- Por exemplo:

$$F = m \cdot a \quad (1)$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} - f = 0 \quad (2)$$

- ou:

$$\nabla^2 = \frac{\rho}{\varepsilon} \quad (3)$$

Principais famílias de simulação

- **Simulação de sistemas dinâmicos:** nesse tipo de simulação é definido o **estado** ou **estados** do sistema, que normalmente é a variável dependente de uma função, onde é conhecido a dinâmica do mesmo.
- essa dinâmica normalmente é definida por uma **equação diferencial ODE** ou **PDE**, dependendo do número de **dimensões** no espaço onde ocorre a dinâmica do sistema, e a função que define o **estado** é a solução da equação diferencial.
- Por exemplo:

$$F = m \cdot a \quad (1)$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} - f = 0 \quad (2)$$

- ou:

$$\nabla^2 = \frac{\rho}{\varepsilon} \quad (3)$$

Principais famílias de simulação

- **Simulação de sistemas dinâmicos:** nesse tipo de simulação é definido o **estado** ou **estados** do sistema, que normalmente é a variável dependente de uma função, onde é conhecido a dinâmica do mesmo.
- essa dinâmica normalmente é definida por uma **equação diferencial ODE** ou **PDE**, dependendo do número de **dimensões** no espaço onde ocorre a dinâmica do sistema, e a função que define o **estado** é a solução da equação diferencial.
- Por exemplo:

$$F = m \cdot a \quad (1)$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} - f = 0 \quad (2)$$

- ou:

$$\nabla^2 = \frac{\rho}{\varepsilon} \quad (3)$$

Principais famílias de simulação

- **Simulação de sistemas dinâmicos:** nesse tipo de simulação é definido o **estado** ou **estados** do sistema, que normalmente é a variável dependente de uma função, onde é conhecido a dinâmica do mesmo.
- essa dinâmica normalmente é definida por uma **equação diferencial ODE** ou **PDE**, dependendo do número de **dimensões** no espaço onde ocorre a dinâmica do sistema, e a função que define o **estado** é a solução da equação diferencial.
- Por exemplo:

$$F = m \cdot a \quad (1)$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} - f = 0 \quad (2)$$

- ou:

$$\nabla^2 = \frac{\rho}{\varepsilon} \quad (3)$$

Principais famílias de simulação

- **Simulações baseadas em agentes:** são um grupo de metodos que de simulação que tem como objetivo a iteração de agentes que tendem a otimizar suas **funções de utilidade**.
- Um dos metodos mais utilizados para esse tipo de simulação a **teoria dos jogos**.

Principais famílias de simulação

- **Simulações baseadas em agentes:** são um grupo de metodos que de simulação que tem como objetivo a iteração de agentes que tendem a otimizar suas **funções de utilidade**.
- Um dos metodos mais utilizados para esse tipo de simulação a **teoria dos jogos**.

Simulação como previsão

- As simulações partem de um modelo composto por **governing rules** e **constitutive relations** e produz **saídas** dessas regras.
- Comparando as diferentes saídas de diferentes modelos e parâmetros que constituem os modelos, os pesquisadores podem inferir a relação de dado parâmetro no comportamento da saída.
- A validade dessas dependem intrínsecamente da validade do modelo.

O que é um sistema dinâmico?

- Em resumo, um **sistema dinâmico** é um sistema que varia no tempo;
- o sistema é descrito uma variável que define o estado do sistema;

$$s(t) \quad (4)$$

- o estado pode ser um vetor (multivariável);

$$s(t) = (s(t), \dots, s_n(t))^T \quad (5)$$

- e para adicionar a *dinâmica* no sistema, é necessário definir como o **estado** varia no tempo.
- qual a forma mais convencional de fazer isso matematicamente?

$$\dot{s}(t) = \frac{ds(t)}{dt} = f(s(t)) \quad (6)$$

O que é um sistema dinâmico?

- Em resumo, um **sistema dinâmico** é um sistema que varia no tempo;
- o sistema é descrito uma variável que define o estado do sistema;

$$s(t) \quad (4)$$

- o estado pode ser um vetor (multivariável);

$$s(t) = (s(t), \dots, s_n(t))^T \quad (5)$$

- e para adicionar a *dinâmica* no sistema, é necessário definir como o **estado** varia no tempo.
- qual a forma mais convencional de fazer isso matematicamente?

$$\dot{s}(t) = \frac{ds(t)}{dt} = f(s(t)) \quad (6)$$

O que é um sistema dinâmico?

- Em resumo, um **sistema dinâmico** é um sistema que varia no tempo;
- o sistema é descrito uma variável que define o estado do sistema;

$$s(t) \quad (4)$$

- o estado pode ser um vetor (multivariável);

$$s(t) = (s(t), \dots, s_n(t))^T \quad (5)$$

- e para adicionar a *dinâmica* no sistema, é necessário definir como o **estado** varia no tempo.
- qual a forma mais convencional de fazer isso matematicamente?

$$\dot{s}(t) = \frac{ds(t)}{dt} = f(s(t)) \quad (6)$$

O que é um sistema dinâmico?

- Em resumo, um **sistema dinâmico** é um sistema que varia no tempo;
- o sistema é descrito uma variável que define o estado do sistema;

$$s(t) \quad (4)$$

- o estado pode ser um vetor (multivariável);

$$s(t) = (s(t), \dots, s_n(t))^T \quad (5)$$

- e para adicionar a *dinâmica* no sistema, é necessário definir como o **estado** varia no tempo.
- qual a forma mais convencional de fazer isso matematicamente?

$$\dot{s}(t) = \frac{ds(t)}{dt} = f(s(t)) \quad (6)$$

O que é um sistema dinâmico?

- Em resumo, um **sistema dinâmico** é um sistema que varia no tempo;
- o sistema é descrito uma variável que define o estado do sistema;

$$s(t) \quad (4)$$

- o estado pode ser um vetor (multivariável);

$$s(t) = (s(t), \dots, s_n(t))^T \quad (5)$$

- e para adicionar a *dinâmica* no sistema, é necessário definir como o **estado** varia no tempo.
- qual a forma mais convencional de fazer isso matematicamente?

$$\dot{s}(t) = \frac{ds(t)}{dt} = f(s(t)) \quad (6)$$

O que é metodo de Monte Carlo

content...

