Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Simulação e Modelagem de Sistemas - **Enunciado do Trabalho GB** - 2022/1

Desenvolvimento e Teste de uma *engine* de simulação de modelos discretos estocásticos (orientados a eventos e processos) *v. **0.92** maio/22*

Este trabalho consiste na elaboração de uma *engine* (motor) que permita a definição e simulação de um modelo discreto estocástico, através de uma API (apresentada a seguir) bem como do teste desta *engine* por meio do seu emprego no desenvolvimento de um modelo, assim como sua simulação e validação.

1. **Definição de uma API de simulação** (essa é uma proposta mínima e flexível: pode ser modificada/adaptada)
   a. Classes
      i. Entity[1]
      - Propriedades
        - name: *string*
        - id*: integer* ☞ atribuído pelo *Scheduler*
        - creationTime: *double* ☞ atribuído pelo *Scheduler*
        - priority: *integer* ☞ sem prioridade: -1 (0: + alta e 255: + baixa)
        - petriNet: *PetriNet*
      - Métodos
        - Entity(name)
        - Entity(name, petriNet)
        - getId(): *integer*
        - getPriority(): *integer* e setPriority(priority)
        - getTimeSinceCreation(): *double*
        - getSets():*EntitySet List* ☞ retorna lista de EntitySets nas quais a entidade está inserida
        - setPetriNet(*PetriNet*) e getPetriNet():*PetriNet*

      ii. Process
      - Propriedades
        - name: *string*
        - processId*: integer* ☞ atribuído pelo *Scheduler*
        - duration: *double* ☞ é a duração (temporal) do processo*;* seu valor é calculado no início da execução da execução desta instância;
        - active: *boolean* ☞ processo pode ser (des)habilitado;
      - Métodos
        - Process(name, duration)
        - getDuration(): *double* e setDuration(duration)
        - isActive(): *boolean*
        - activate(*boolean*)

      iii. Event
      - Propriedades
        - name: *string*
        - eventId*: integer* ☞ atribuído pelo *Scheduler*
      - Métodos
        - Event(name)

      iv. EntitySet
      - Propriedades
        - name: *string*
        - id*: integer* ☞ atribuído pelo *Scheduler*
        - mode: FIFO/LIFO/Priority based/None ☞ no mode None, método remove() sorteia qual entidade será removida; neste mode, é + interessante empregar removeById(id)
        - size: *integer*

[1] As entidades criadas no modelo e instanciadas na simulação são derivadas (estendem) a classe *Entity* e acrescentam propriedades e métodos específicos da entidade; a mesma idéia se aplica as demais classes...

- maxPossibleSize: *integer* (zero for not size limited) ☞ tamanho máximo que o conjunto pode ter

- Métodos
  - EntitySet(name, mode, maxPossibleSize)
  - getMode(): mode e setMode(mode)
  - insert(*Entity*) ☞ similar a enqueue ou push...
  - remove(): *Entity* ☞ similar a dequeue ou pop...
  - removeById(id): *Entity*
  - isEmpty(): *boolean* e isFull(): *boolean*
  - findEntity(id): *Entity* ☞ retorna referência para uma Entity, se esta estiver presente nesta EntitySet

coleta de estatísticas

  - averageSize(): *double* ☞ retorna quantidade média de entidades no conjunto
  - getSize(): *integer* ☞ retorna quantidade de entidades presentes no conjunto no momento
  - getMaxPossibleSize(): *integer* e setMaxPossibleSize(size)
  - averageTimeInSet(): *double* ☞ retorna tempo médio que as entidades permaneceram neste conjunto
  - maxTimeInSet(): *double* ☞ retorna tempo mais longo que uma entidade permaneceu neste conjunto
  - startLog(timeGap) ☞ dispara a coleta (log) do tamanho do conjunto; esta coleta é realizada a cada timeGap unidades de tempo
  - stopLog()
  - getLog()) ☞ retorna uma lista contendo o log deste Resource até o momento; cada elemento desta lista é um par <tempoAbsoluto, tamanhoConjunto>

v. Resource

- Propriedades
  - name: *string*
  - id*: integer* ☞ atribuído pelo *Scheduler*
  - quantity: *integer* ☞ quantidade de recursos disponíveis
- Métodos
  - Resource(name, quantity)
  - allocate(quantity): boolean ☞ *true* se conseguiu alocar os recursos
  - release(quantity)

coleta de estatísticas

  - allocationRate(): *double* ☞ percentual do tempo (em relação ao tempo total simulado) em que estes recursos foram alocados[2]
  - averageAllocation(): double ☞ quantidade média destes recursos que foram alocados (em relação ao tempo total simulado)[3]

vi. Scheduler

- Propriedades
  - time: *double*
- Métodos
  - getTime(): double ☞ retorna o tempo atual do modelo

disparo de eventos e processos

  - scheduleNow(*Event*)
  - scheduleIn(*Event*, timeToEvent)
  - scheduleAt(*Event*, absoluteTime)
  - startProcessNow(processId)
  - startProcessIn(processId, timeToStart)
  - startProcessAt(processId, absoluteTime)
  - waitFor(time) ☞ se a abordagem para especificação da passagem de tempo nos processos for explícita

[2] Ex.: em 10 seg, durante 2 seg houveram recursos alocados (essa taxa seria então de 2/10 = 0.2 recursos/seg.)

[3] Ex.: ao longo de 10 seg., houveram 5 unidades deste recurso alocado (esta quant. média ficaria 5/10 = 0.5 recursos)

controlando tempo de execução

- simulate ☞ executa até esgotar o modelo, isto é, até a engine não ter mais nada para processar (FEL vazia, i.e., lista de eventos futuros vazia)
- simulateOneStep ☞ executa somente uma primitiva da API e interrompe execução; por ex.: dispara um evento e para; insere numa fila e para, etc.
- simulateBy(duration)
- simulateUntil(absoluteTime)

criação, destruição e acesso para componentes

- createEntity(*Entity*) ☞ instancia nova *Entity* e destroyEntity(id)
- getEntity(id): *Entity Entity* ☞ retorna referência para instância de Entity
- createResource(name, quantity):id
- getResource(id): *Resource* ☞ retorna referência para instância de Resource
- createProcess(name, duration): processId
- getProcess(processId):*Process* ☞ retorna referência para instancia de Process
- createEvent(name): eventId
- getEvent(eventId):*Event* ☞ retorna referência para instancia de Event
- createEntitySet(name, mode, maxPossibleSize): id
- getEntitySet(id): *EntitySet* ☞ retorna referência para instancia de EntitySet

random variates

- uniform(minValue, maxValue: *double*
- exponential(meanValue): *double*
- normal(meanValue, stdDeviationValue): *double*

coleta de estatísticas

- *getEntityTotalQuantity(): integer* ☞ retorna quantidade de entidades criadas até o momento
- *getEntityTotalQuantity(name): integer* ☞ retorna quantidade de entidades criadas cujo nome corresponde ao parâmetro, até o momento
- averageTimeInModel(): *double* ☞ retorna o tempo médio que as entidades permanecem no modelo, desde sua criação até sua destruição
- maxEntitiesPresent():*integer* ☞ retorna o número máximo de entidades presentes no modelo até o momento

b. A construção de um modelo pode ser feita:
   i. de maneira interativa, através de
   ii. através da leitura de um arquivo onde está a definição do modelo
   iii. por meio de chamadas dos métodos da API em uma classe de teste
c. A execução do modelo deverá suportar dois modos de execução:
   i. Passo a passo
   ii. Execução por uma fatia de tempo

2. **O teste da engine através da validação do modelo de teste** (modelo Restaurante)

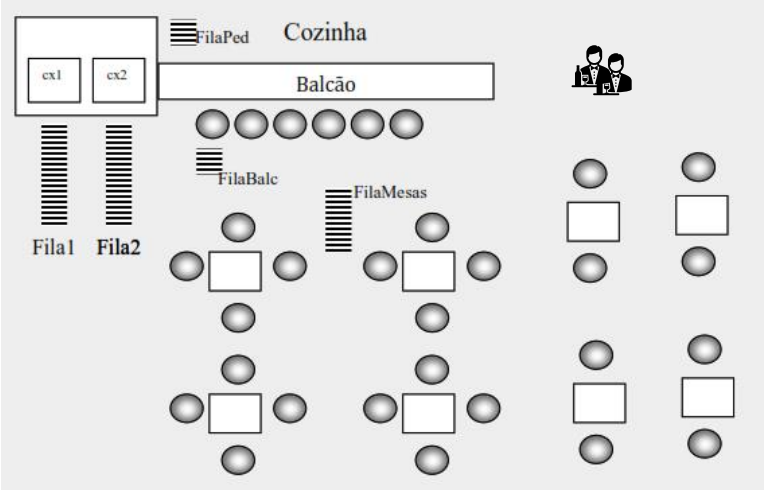
O processo de teste da *engine* será realizado através do emprego deste motor para a construção e simulação do modelo do restaurante (https://www.moodle.unisinos.br/mod/resource/view.php?id=1099286).

A versão Anylogic deste modelo desempenhará o papel de sistema, sendo seu desempenho (resultados gerados pela sua simulação) comparados com o desempenho do modelo que emprega a *engine*.

Esta comparação (isto é, a **validação** do modelo, e consequentemente da *engine*) será feita através do processo de **análise estatística** https://www.moodle.unisinos.br/mod/resource/view.php?id=1099439). Para a realização desta análise pode-se comparar (*entre o modelo Anylogic, que faz o papel de sistema, e o modelo que emprega o motor*) o **tamanho das filas** (nos caixas, dos pedidos na cozinha, clientes nas filas das mesas e balcão) e o **tempo de espera** nas mesmas ao longo da simulação (ou de uma janela de tempo).

A abordagem orientada a Eventos e a Processos é baseada no documento visto em aula: https://www.moodle.unisinos.br/mod/resource/view.php?id=1099256

Em relação ao modelo original do Restaurante, será acrescentada a esta versão uma entidade adicional que é o **garçom**, cujo comportamento será modelado através de **Rede de Petri**.



Em relação a nova entidade garçom:

- É responsável pelo transporte da refeição da cozinha para a mesa ou balcão;
- Antes do grupo de clientes sentar a mesa ou no balcão, o garçom realiza a higienização da mesa ou balcão;
- De tempos em tempos um dos caixas vai ao banheiro, e neste momento é substituído por um dos garçons.

Este conjunto de comportamentos é implementado nesta entidade através de uma Rede de Petri, empregando-se a engine desenvolvida no trabalho do GA.

3. **O algoritmo de *scheduling* de eventos e processos** pode ser baseado no artigo *An Introduction to Discrete-Event Modeling and Simulation* disponível em https://www.moodle.unisinos.br/mod/resource/view.php?id=1099254

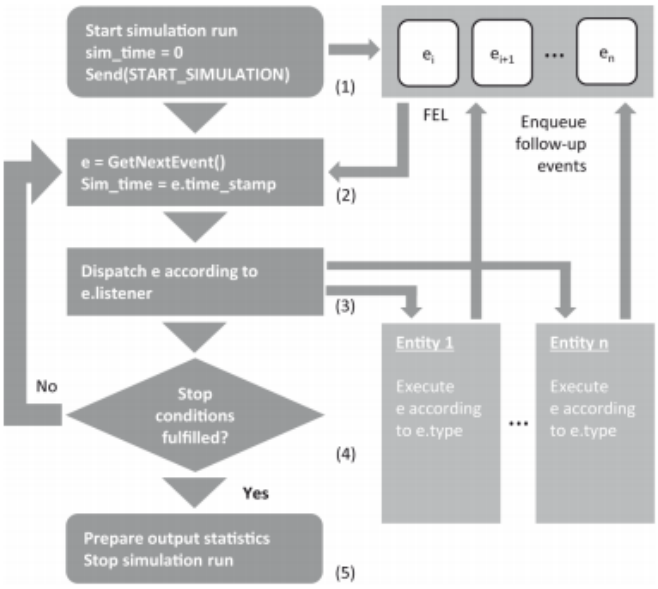


Diagrama do algoritmo de *scheduling*, baseado na consulta e consumo da FEL (Future Events List)

4. **O processo de validação**, isto é, da análise estatística pode ser realizado através do uso das planilhas vistas em sala de aula. Estas podem ser postadas juntamente com o software desenvolvido, ou todo material pode ser disponibilizado para acesso online.