

LEIM – Modelação e Simulação de Sistemas Naturais

Exame Primeira Época

15 janeiro 2019

Grupo I – Sistemas Dinâmicos (9.0 val.)

Considere o seguinte modelo que descreve a evolução de uma população de peixes:

$$\text{NetRecruitment} = \text{FractionalNetRecruitment} \times \text{FishStock}$$

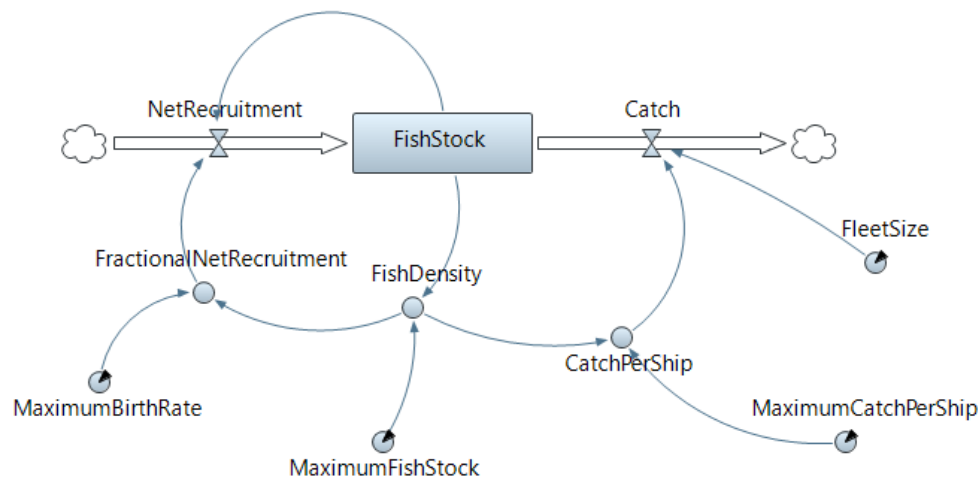
$$\text{Catch} = \text{FleetSize} \times \text{CatchPerShip}$$

$$\text{FishDensity} = \text{FishStock} / \text{MaximumFishStock}$$

$$\text{FractionalNetRecruitment} = \text{MaximumBirthRate} \times (1 - \text{FishDensity})$$

$$\text{CatchPerShip} = \text{MaximumCatchPerShip} \times \min(2 \times \text{FishDensity}, 1)$$

Nota: a unidade de tempo é [ano]



- Complete o diagrama marcando cada seta com a polaridade respetiva. Quantos ciclos de feedback contém o sistema? Identifique-os e classifique-os. [1.5]
- Quantos parâmetros tem o modelo? E quantas variáveis auxiliares? E quantos variáveis de fluxo? Justifique as suas respostas. [1.0]
- Descreva o sistema através de equações diferenciais. Qual a ordem do sistema? Justifique. [1.0]
- Considere os seguintes valores para os parâmetros do modelo:
 $\text{MaximumFishStock} = 3000$ [tonelada]
 $\text{MaximumCatchPerShip} = 25$ [tonelada/ano]
 $\text{MaximumBirthRate} = 0.8$ [1/ano]
 $\text{FleetSize} = 25$ [barco]
Qual o valor mais elevado que pode tomar o fluxo *NetRecruitment*? Justifique. [1.5]
- Nas condições da alínea anterior, qual o valor que tomaria o fluxo *Catch*? A exploração do recurso estaria a ser feita de modo sustentável? Justifique. [1.5]
- Ainda nas mesmas condições, assumindo um valor inicial de 300 toneladas para o *stock* de peixe, qual seria o valor deste *stock* no ano seguinte? Justifique. [1.0]
- Repita a alínea anterior mas agora partindo de um *stock* inicial de 3750 toneladas. Comente o resultado obtido. [1.5]

Grupo II – Autómatos Celulares e Fractais (6.0 val.)

- a) Considere um autómato celular 2D, ternário, com vizinhança de von Neumann, raio unitário. Qual a dimensão da tabela de regra para o caso geral? Quantas regras diferentes podem ser definidas? Justifique. [0.5]
- b) Repita a alínea anterior mas supondo que se trata de um autómato totalístico externo. [0.5]
- c) Considere agora que o referido autómato aplicava a *regra da maioria*. Confirma então que se trata de um autómato totalístico externo? Justifique. [0.5]
- d) Considere a seguinte configuração local para o autómato. Aplicando a *regra da maioria*, determine o estado seguinte das duas células sombreadas. Justifique. [0.5]

1	1	1	2
0	1	0	2
1	0	1	2

- e) Considere que a *regra da maioria* está bem definida, sem ambiguidade? Justifique. [0.5]
- f) Repita a alínea d) mas considerando que a aplicação da regra não é feita de modo síncrono mas sequencialmente, da esquerda para a direita. Comente o resultado. [0.5]
- g) Considere a seguinte gramática de Lindenmayer para produção de um objeto fractal. Determine a saída do sistema nas primeiras três iterações, $n=0$ e $n=1$. [1.0]
 variáveis: F
 regras: $F \rightarrow F-F+F-F$
 axioma: F-F-F-F
- h) Considere que a *turtle* usada na renderização obedece aos comandos habituais (rotação igual a 90°). Represente graficamente o resultado obtido nas primeiras duas iterações. [1.0]
- i) Determine a dimensão fractal deste objeto. Justifique. [1.0]

Grupo III – Programação (5.0 val.)

Considere o seguinte extrato de código Java:

1	<code>public class CelestialBody extends Mover {</code>
2	<code> public static final float G = 25;</code>
3	<code> public CelestialBody (PVector pos, PVector vel, float mass){</code>
4	<code> super(pos, vel, mass);</code>
5	<code> public PVector attraction(Mover m) {</code>
6	<code> PVector r = PVector.sub(pos, m.pos);</code>
7	<code> float dist = r.mag();</code>
8	<code> float strength = (float)(G*mass*m.mass/Math.pow(dist,2));</code>
9	<code> return r.normalize().mult(strength);</code>

- a) De que forma a utilização das palavras chave *final* e *static* na definição do atributo *G* são relevantes para o regular funcionamento do seu código? Totalmente dispensáveis? Dispensáveis sim, mas recomendável o seu uso? Indispensáveis? Justifique. [1.0]
- b) Considere que executava o seguinte código. O que apareceria na consola? Justifique. [1.0]

1	<code>CelestialBody cb1, cb2;</code>
	<code>cb1 = new CelestialBody(new PVector(), new PVector(), 5f);</code>
	<code>cb2 = new CelestialBody(new PVector(3,4), new PVector(), 2f);</code>
2	<code>System.out.println(cb1.attraction(cb2));</code>

- c) Quantos métodos de classe (métodos estáticos) são invocados no código do método *attraction*? Reescreva este método sem recorrer a métodos de classe. [1.5]
- d) Imagine que tinha um *CelestialBody* que se comportava de acordo com estranhas leis da física, nomeadamente que a força de atração entre dois corpos (*i* e *j*) era calculada assim:

$$\vec{F}_{ij} = G \|\vec{r}\| \vec{r}$$

Escreva o respetivo código e coloque-o onde considere mais adequado (mesma classe, outra classe, etc.). Justifique. [1.5]