

MODELAÇÃO E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS NATURAIS

TPC5



ANDRÉ FONSECA 39758

JANEIRO 2017 / MSSN 31N

ACTIVIDADES

Sistema simples	1
Taxa de natalidade e mortalidade	1
Fluxo de emigração e imigração	1
Fluxos migratórios e taxas de natalidade e mortalidade constantes	2
Variação de parâmetros: sistema em crise	2
Variação de parâmetros: população estável	2
Variação de parâmetros: taxa de natalidade e densidade populacional	3
Sistema de presas e predadores	4
Condições iniciais e capacidade de carga	5

1. Sistema simples

Os dados utilizados nas seguintes análises serão provenientes de várias simulações da aplicação “EcoSystem_v0” fornecida pelo docente. Para tal foram introduzidas variáveis ao longo do código e de acordo com o actual algoritmo de modo a extrair os dados necessários.

Todas as simulações terão a duração total de 4 minutos em que serão registados os valores resultantes num intervalo periódico de 30 segundos e, posteriormente, será analisado e apresentado o valor médio das amostras.

A extração de dados será realizada fazendo variar parâmetros como a taxa de natalidade e de mortalidade e o fluxo de emigração e imigração para sejam simulados diferentes comportamentos no ecossistema de animais, detalhado em cada um dos pontos. Esta extração de dados foi realizada pela exportação de variáveis para um ficheiro csv (consultar em anexo).

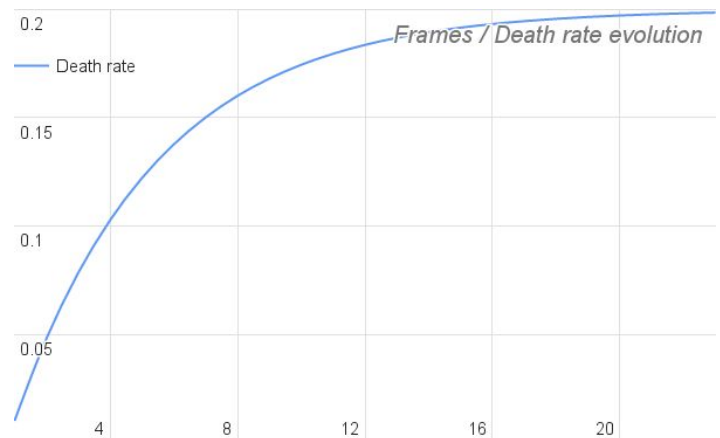
Sendo que cada ciclo da aplicação ocorre várias vezes durante um segundo, a taxa ou o fluxo serão aplicados em função da diferença de tempo entre frames da aplicação.

Antes de qualquer alteração de parâmetros ao sistema é necessário definir os parâmetros base e normais utilizados. Como ponto de partida, o número total de animais é de 50 em todas as simulações.

Taxa de natalidade e mortalidade

A taxa de natalidade corresponde à probabilidade que um dado animal tem para se reproduzir por segundo e por todos os animais presentes no sistema. A natalidade inicia em 0.07 e mantém-se constante em condições normais.

A taxa de mortalidade, de igual forma, corresponde à probabilidade que um determinado animal tem de morrer por segundo. Esta taxa tem a particularidade de se iniciar no seu valor mínimo de 0.01 e ir aumentando progressivamente com o tempo até a um limite de 0.20, valor registado em simulação.



Fluxo de emigração e imigração

Ambos fluxos, de emigração e imigração, representam a quantidade de animais que saem ou entram no e do sistema, respectivamente, por segundo.

No caso da emigração, este fluxo fica interrompido caso a quantidade de animais seja igual a 0.

Fluxos migratórios e taxas de natalidade e mortalidade constantes

O sistema apresenta uma evolução constante durante os primeiros 2 minutos, ponto em que a população total do sistema começa a estabilizar. Os fluxos de emigração e imigração são pouco relevantes para a população total dada a sua dimensão.

Variação de parâmetros: sistema em crise

Um sistema em crise obriga a um aumento do fluxo de imigração, situação que pode ser comparada a um ambiente real em que exista escassez de alimento e/ou água, sendo a sua população obrigada a migrar para outro sistema em busca de alimento.

Parâmetros: Fluxo de imigração 10.00, emigração 2.00 e taxa de natalidade 0.03.

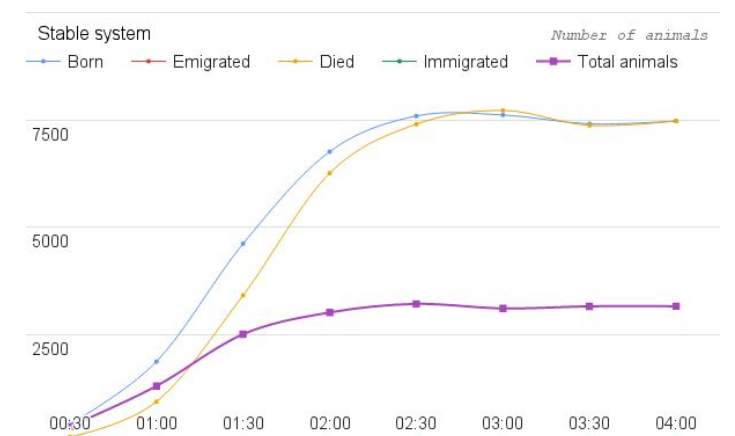
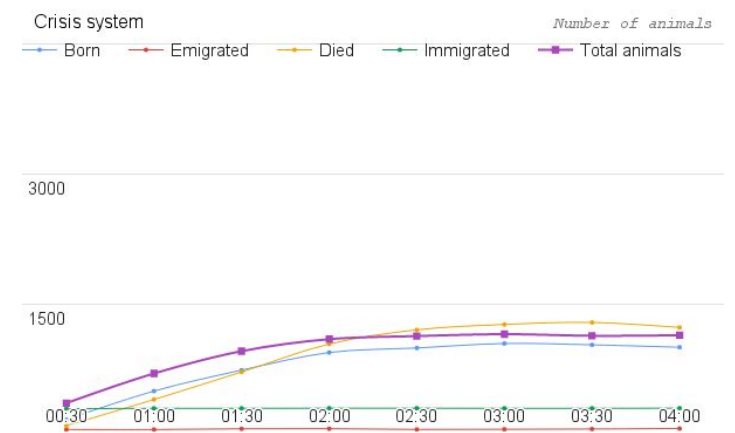
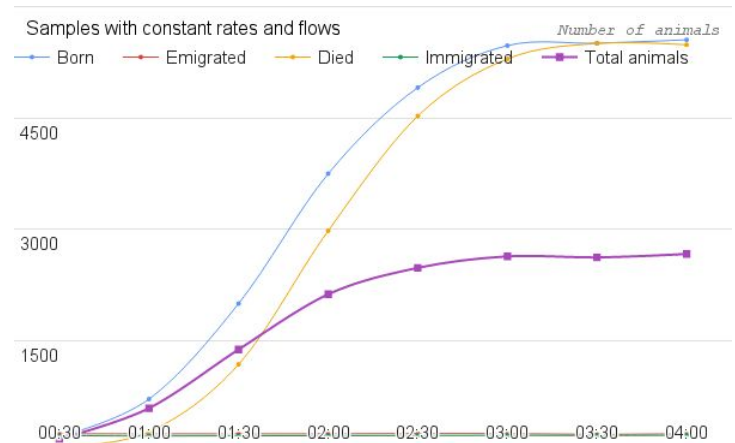
Nesta simulação foi possível verificar que a população total diminui drasticamente, para menos de metade em comparação com a simulação anterior. A partir do ponto de intersecção entre a natalidade e mortalidade (1m 30s) inicia-se uma época de envelhecimento da população levando a uma possível extinção da população no sistema.

Variação de parâmetros: população estável

Uma população é estável quando o sistema se mantém em equilíbrio e os dois lados da equação se mantêm estáveis ou com valores aproximados.

Parâmetros: Fluxo de imigração 1.00, emigração 1.00 e taxa de natalidade 0.08.

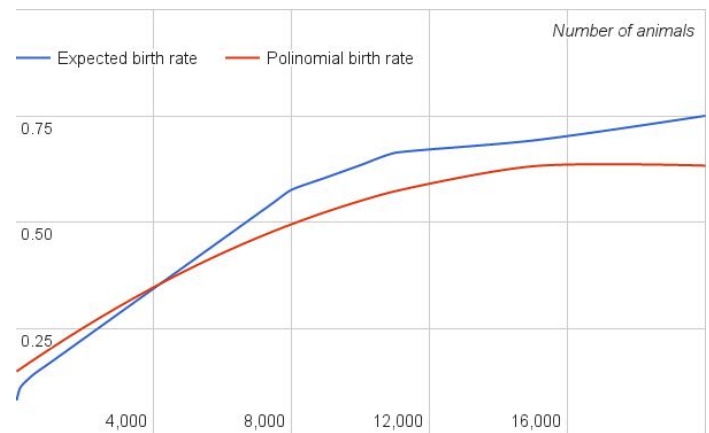
O sistema inicia-se com um aumento de população até ao segundo minuto e mantém-se estável a partir desse ponto.



Variação de parâmetros: taxa de natalidade e densidade populacional

Em semelhança à pragas de insectos, o aumento da taxa de natalidade pode depender da densidade populacional e da disponibilidade de alimento. Logo, a probabilidade de reprodução de cada animal irá aumentar.

Tendo em conta apenas a densidade populacional será estabelecido como limite superior a quantidade de 20000 animais em relação a uma probabilidade mínima e máxima de reprodução de 0.08 e 0.75. Tendo em conta estes parâmetros será possível determinar a taxa de natalidade em função do número total de animais pela equação polinomial:

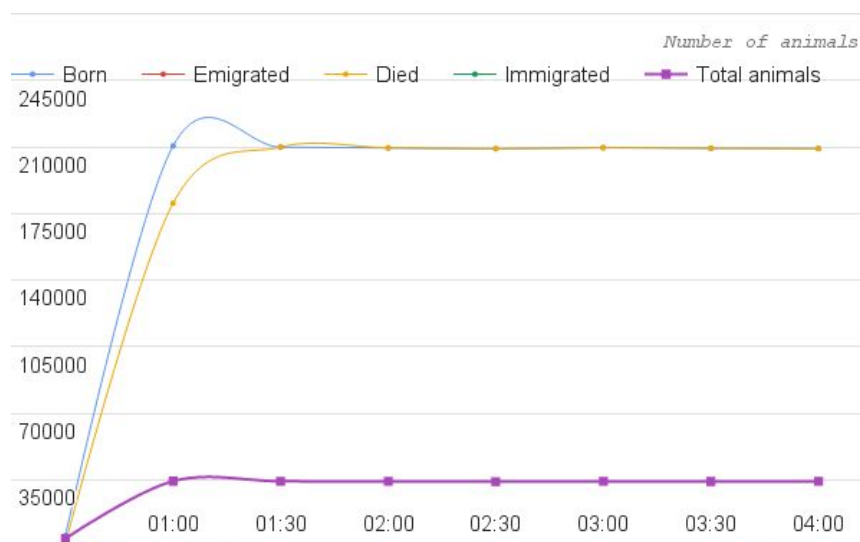


$$y = 0.08 + (-1 * 2.14 * 10^{-9} * x^2 + 7.529 * 10^{-5} * x + 0.087) * 0.75$$

A equação polinomial pode ser aplicada na iteração de reprodução de animais com o seguinte código:

```
1. for (Animal a : animals) {
2.     a.birthRate = (float)(0.08+(-1 * 2.14 * Math.pow(10, -9) * Math.pow(animals.size(), 2) + 7.529 *
        Math.pow(10, -5) * animals.size() + 0.087) * 0.75);
3. }
```

Inicialmente, a natalidade evolui de forma exponencial, basta apenas um pequeno evento pontual de reprodução para desencadear um abrupto crescimento de natalidade. Com o aumento da densidade populacional, a taxa de mortalidade aumenta de igual forma fazendo com que o número total de animais estabilize.



2. Sistema de presas e predadores

Os dados utilizados nas seguintes análises serão provenientes de várias simulações da aplicação “EcoSystem_v1” fornecida pelo docente. Para tal, foram introduzidas variáveis ao longo do código e, de acordo, com o actual algoritmo de modo a extrair os dados necessários.

Todas as simulações terão a duração total de 4 minutos em que serão registados os valores resultantes num intervalo periódico de 8 segundos e, posteriormente, será analisado e apresentado o valor médio das amostras.

Neste caso, a evolução do sistema não depende apenas das taxas de natalidade e mortalidade, fluxos de imigração e emigração, como também a sobrevivência de cada animal e da energia obtida através de alimento.

A sobrevivência de cada animal tem como base o modelo definido na cadeia alimentar do sistema: neste caso, o predador que caça a presa e a presa que se alimenta de alimento proveniente de terrenos férteis.

A energia de cada animal é consumida sempre que este se mova no terreno ou reduzida em metade do seu valor actual quando se reproduz.

Condições iniciais e capacidade de carga

O sistema tem como ponto de partida 10 predadores e 150 presas. O terreno apresenta uma densidade, a probabilidade de cada célula do terreno se tornar fértil quando iniciada e um intervalo de tempo em segundos para a sua regeneração.

Ao realizar uma análise inicial ao sistema com os parâmetros base verifica-se que embora a quantidade de alimento disponível para as presas aumente gradualmente e apesar da sua quantidade total ser bastante superior à quantidade de predadores, o número de predadores aumenta rapidamente devido à disponibilidade de alimento presente. A partir do ponto de interseção entre presas e predadores a quantidade de alimento disponível para os predadores continua a diminuir e, por consequência, a evolução atinge um ponto máximo e decai.

Esta evolução deve-se ao facto da probabilidade de reprodução ser largamente superior entre predadores. Neste caso, a disponibilidade e quantidade de alimento fornecidas pelo terreno em nada afecta a capacidade de carga de ambas as espécies, visto que esta cresce gradualmente ao longo do tempo.

O facto de ao longo do tempo ambas as espécies estarem quase em vias de extinção não se deve à disponibilidade de alimento ou regeneração do terreno, visto que a quantidade de comida proveniente do terreno aumenta gradualmente. A real razão do decréscimo de ambas as espécies deve-se à probabilidade de reprodução dos predadores ser amplamente superior à probabilidade de reprodução das presas. As presas não se reproduzem suficientemente rápido para satisfazer a necessidade de alimento dos predadores, o que resulta na diminuição de população de ambas as espécies.

