

# Introdução à Inteligência Artificial

**DEIS - ISEC**

**Licenciatura em Engenharia Informática, Engenharia  
Informática – Pós-laboral e Engenharia Informática –  
Curso Europeu**

**Aula Laboratorial**

**Introdução ao Netlogo**

0

## Introdução ao Netlogo

- Para obter o software, tutoriais, manual de utilizador, entre outras informações sobre o NetLogo, aceder a:
  - <http://ccl.northwestern.edu/netlogo>



1

## Introdução ao Netlogo

- O Netlogo é um ambiente de programação para modelação de sistemas multiagente. Tem um ambiente 2D:
  - Que é uma grelha dividida em células;
  - Cada célula dessa grelha tem uma identificação única.
- Esse ambiente 2D pode modificar-se ao longo do tempo.

## Introdução ao Netlogo

- O Netlogo é baseado no conceito de agente.
- Um agente é uma entidade autónoma com comportamento próprio.
- É o programador do Netlogo que define as características e o comportamento dos agentes.
- Durante a simulação existem interações entre os agentes e o ambiente, que são devidas ao comportamento dos agentes.

## Introdução ao Netlogo

- Utiliza-se o Netlogo para:
  - Simulação de modelos existentes;
  - Desenvolvimento de novos modelos de simulação.
- O Netlogo tem três tipos de elementos:
  - Turtles
    - Agentes que se movem no ambiente 2D.
  - Patches
    - Células que constituem o ambiente 2D.
  - Observador
    - Observa o mundo e pode atuar sobre ele (pessoa que usa e analisa a simulação no Netlogo).

## Introdução ao Netlogo

- O ambiente de trabalho do Netlogo está estruturado com os separadores:
  - Interface
    - Onde se interage com a simulação do modelo (criação de elementos gráficos variados).
  - Info
    - Onde se coloca a documentação do modelo (o que faz, como se usa, etc.).
  - Code
    - Onde se faz a codificação das funções do modelo.

## Programação básica no Netlogo

- Exemplos de instruções de inicialização:
  - **clear-turtles** ou **ct** (apaga todos os agentes);
  - **clear-patches** ou **cp** (limpa o ambiente 2D);
  - **clear-all** ou **ca** (apaga os agentes, variáveis e limpa o ambiente 2D);
  - **create-turtles n** ou **crt n** (cria *n* agentes);
  - **set var value** (atribui um valor à variável *var*).
- Exemplo de instrução de desativação:
  - **die** (destrói o agente).

## Programação básica no Netlogo

- Exemplos de instruções de movimentação de agentes (*turtles*):
  - **forward n** ou **fd n** (o agente avança *n* unidades segundo a orientação que tem);
  - **back n** ou **bk n** (o agente recua *n* unidades segundo a orientação que tem);
  - **left n** ou **lt n** (o agente vira *n* graus, no sentido contrário ao ponteiro do relógio, a partir da orientação que tem);
  - **right n** ou **rt n** (o agente vira *n* graus, no sentido do ponteiro do relógio, a partir da orientação que tem).

## Programação básica no Netlogo

- Exemplos de instruções de movimentação de agentes (*turtles*):
  - **jump** *n* (o agente salta de uma só vez *n* unidades segundo a orientação que tem);
  - **move-to** *agent* (o agente é movido até à posição do agente de nome *agent*);
  - **setxy** *x y* (o agente fica com a posição nas coordenadas *x* e *y* – ex: **setxy random-xcor random-ycor**, o agente fica numa posição aleatória).

## Programação básica no Netlogo

- Instrução **ask**:
  - Permite que os agentes (*turtles*) ou as *patches* executem instruções a pedido do observador:
    - **ask agentes [comandos]**
  - Exemplos:
    - **ask turtles [fd 1]** (todos os agentes avançam uma unidade);
    - **ask patches [set pcolor red]** (todas as *patches* são pintadas de vermelho);
    - **ask turtle 4 [rt 90]** (apenas o agente com o identificador 4 vira 90° à direita).

## Programação básica no Netlogo

- Criação de procedimentos:

**to NomeProc [parametro1 parametro2]**

*locals [local1 local2 ...]*

*Comando1*

*Comando2*

*Comando3*

*...*

**end**

- Exemplo:

**to go**

**ask turtles [fd 1**

**rt random 10**

**lt random 10]**

**end**

## Programação básica no Netlogo

- Criação de funções (permite devolver um valor):

**to-report NomeFunc [param1 param2]**

*Comando1*

*Comando2*

*Comando3*

*...*

**report valor**

**end**

- Exemplo

**to-report absN[num]**

**ifelse num >= 0**

**[report num]**

**[report -num]**

**end**

## Programação básica no Netlogo

- Declaração de variáveis:
  - O Netlogo permite que a declaração de variáveis possa ser feita das seguintes formas:
    - **patches-own [var1 ...]** (variáveis específicas a cada *patch*);
    - **turtles-own [var1 ...]** (variáveis específicas a cada agente);
    - **globals [global1 ...]** (variáveis globais);
    - **locals [local1 ...]** (variáveis temporárias definidas dentro de um procedimento ou função).

## Programação básica no Netlogo

- Declaração de variáveis:
  - As variáveis globais podem ser escritas e lidas em qualquer altura por qualquer agente.
  - Uma *turtle* pode ler e escrever uma variável específica à *patch* onde se encontra.

## Programação básica no Netlogo

- O Netlogo permite alterar ou comandar apenas alguns agentes.
- Para isso usa o comando **with**, conforme se pode ver nos exemplos abaixo:
  - **turtles with [sexo = 1]** (todos os agentes com a variável sexo igual a 1);
  - **turtles with [xcor > 0]** (todos os agentes com a coordenada x maior que zero);
  - **patches with [pycor > 0]** (todas as patches com a coordenada y maior que zero).

Introdução à Inteligência Artificial - Netlogo 14

14

## Programação básica no Netlogo

- Um exemplos mais completo pode o seguinte:

**ask turtles with [color = red]**

**[**

**set color blue**

**]**

que altera a cor de todos os agentes de cor vermelha para a azul.

Introdução à Inteligência Artificial - Netlogo 15

15



## Programação básica no Netlogo

- Criação de várias espécies de agentes:
  - Em vez de trabalhar apenas com agentes do tipo *turtle*, o Netlogo permite especificar espécies com outros nomes através do comando **breed**, conforme se pode ver nos exemplos seguintes:
    - breed [males male]** (cria agentes do tipo *male*);
    - breed [ants ant]** (cria agentes do tipo *ant*).
    - breed [boxes box]** (cria agentes do tipo *box*).

## Programação básica no Netlogo

- Criação de várias espécies de agentes:
  - Ao criar as espécies, o Netlogo permite usar comandos para:
    - Todas as espécies de agentes criados no modelo:
      - ask turtles [set color blue]** (todos os agentes são pintados de azul);
    - Especificamente para uma das espécie do modelo:
      - ask male 3 [fd 1]** (o agente *male* 3 avança uma unidade);
      - ask males [set color green]** (todos os *males* são pintados de verde);
      - ask ants [set color red]** (todas as *ants* são pintados de vermelho);

## Programação básica no Netlogo

- Instruções de controlo:
  - **if condição [comandos]**
    - Se a condição for verdadeira executa os comandos.
  - **ifelse condição [comandos1][comandos2]**
    - Se a condição for verdadeira executa comandos1, caso contrário executa comandos2.
  - **while [condicao][comandos]**
    - Enquanto a condição for verdadeira executa comandos.

## Programação básica no Netlogo

- Instruções de controlo:
  - Se a *patch* onde está o agente for verde, põe a *patch* a preto e aumenta energia dele:

```
ask turtles
[
  if pcolor = green
  [
    set pcolor black
    set energy (energy + 10)
  ]
]
```

## Programação básica no Netlogo

- Instruções de controlo:
  - Movimenta o agente 2 (*turtle*) até encontrar uma *patch* sem agentes:

```
ask turtle 2
[
  while [any? other turtles-here]
  [
    fd 1
  ]
]
```

## Programação básica no Netlogo

- Qualquer simulação tem sempre que inicializar o modelo, atribuindo valores iniciais às variáveis e características de arranque às *patches* e agentes.

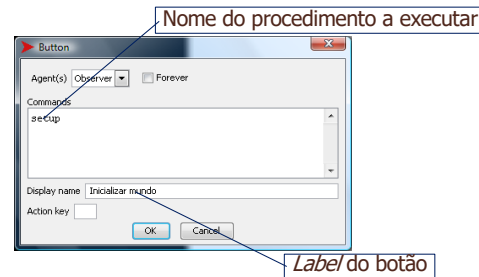
- Exemplo:

```
to setup
  clear-all
  create-turtles 10
  ask turtles[
    set shape "star"
    set color yellow
  ]
end
```

Nome do procedimento

## Programação básica no Netlogo

- Associação de procedimento a botão:
  - Para aceder a esta janela, seleccionar o botão e escolher a opção *Edit*.



Introdução à Inteligência Artificial - Netlogo

22

22

## O Netlogo e a vizinhança

- Alguns dos comandos que podem ser usados para a percepção do ambiente:
  - **patch-here** (analisa célula onde o agente está);
  - **patch-ahead distância** (a partir do agente, analisa a célula que está à **distância** dele, na mesma linha de orientação);
  - **patch-at dx dy** (analisa a célula que está na posição de coordenadas **dx** e **dy**);
  - ...

Introdução à Inteligência Artificial - Netlogo

23

23

## O Netlogo e a vizinhança

- Alguns dos comandos que podem ser usados para a percepção do ambiente:
  - ...
  - **neighbors4** (analisa as células que estão localizadas logo à esquerda, à direita, acima e abaixo da posição onde está o agente);
  - **neighbors** (analisa as células que estão localizadas a toda a volta do agente);
  - ...

## O Netlogo e a vizinhança

- Alguns dos comandos que podem ser usados para a percepção do ambiente:
  - ...
  - **patch-left-and-ahead ângulo distância** (a partir do agente, analisa a célula que está à **distância** dele, na linha de orientação definida pelo **ângulo**, medido segundo o movimento contrário ao dos ponteiros de um relógio);
  - **patch-right-and-ahead ângulo distância** (similar ao anterior., com medição segundo o movimento dos ponteiros de um relógio).

## O Netlogo e a vizinhança

- Outros comandos auxiliares que podem ser usados para ajudar à tarefa de percepção do ambiente:
  - **count conjunto de elementos** (conta os elementos do conjunto);
  - **max lista de variáveis** (retorna o maior valor de entre todas as variável da lista);
  - **one-of conjunto de elementos** (retorna um elemento aleatório do conjunto);
  - ...

## O Netlogo e a vizinhança

- Outros comandos auxiliares que podem ser usados para ajudar à tarefa de percepção do ambiente:
  - ...
  - **any? conjunto de elementos** (retorna *true* se conjunto resultante tiver pelo menos um elemento);
  - **turtles-on conjunto de elementos** (retorna o conjunto de elemento que estão nos *patches* definidos).

## O Netlogo e a vizinhança

- Alguns exemplos de análise das células vizinhas:
  - Pergunta se a cor da célula onde está o agente é vermelha:  
*if pcolor = red*
  - Pergunta se a cor da célula logo à frente do agente é vermelha:  
*if [pcolor] of patch-ahead 1 = red*
  - Pergunta se a cor da *patch* logo à direita é 0:  
*if [pcolor] of patch-right-and-ahead 90 1 = 0*

Introdução à Inteligência Artificial - Netlogo 28

28

## O Netlogo e a vizinhança

- Alguns exemplos de análise das células vizinhas:
  - Muda para verde a célula que está à distância 1 (norte) e -1 (este):  
*ask patch-at 1 -1 [ set pcolor green ]*
  - Pergunta se há mais de dois agentes ao redor do agente em questão:  
*if count turtles-on neighbors > 2*

Introdução à Inteligência Artificial - Netlogo 29

29

## O Netlogo e a vizinhança

- Alguns exemplos de análise das células vizinhas:
  - As *patches* em redor do agente que tiverem cor vermelha mudam para cor azul:  
`ask turtles [ask neighbors with [pcolor = red]  
[set pcolor blue] ]`
  - Pergunta se o valor máximo de energia dos agentes que estão nas quatro células vizinhas ao agente em questão é menor que 10:  
`if max [energy] of turtles-on neighbors4 < 10`

## O Netlogo e a vizinhança

- Alguns exemplos de análise das células vizinhas:
  - Mata um dos agentes que está numa das 4 células vizinhas ao agente:  
`ask one-of turtles-on neighbors4 [die]`
  - Se houverem *patches* vermelhas nas quatro células vizinhas ao agente, apenas uma delas muda a cor para azul:  
`ask turtles [if any? neighbors4 with [pcolor = red]  
[ask one-of neighbors4 with [pcolor = red]  
[set pcolor blue] ] ]`