

Introdução à Inteligência Artificial

DEIS - ISEC

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

Aula Laboratorial

Introdução ao Netlogo

Introdução ao Netlogo

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



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 [varl ...]** (variáveis específicas a cada *patch*);
 - **turtles-own [varl ...]** (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).

Programação básica no Netlogo

- Um exemplo mais completo pode ser o seguinte:

ask turtles with [color = red]

[

set color blue

]

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

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 pc当地 = green
  [
    set pc当地 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

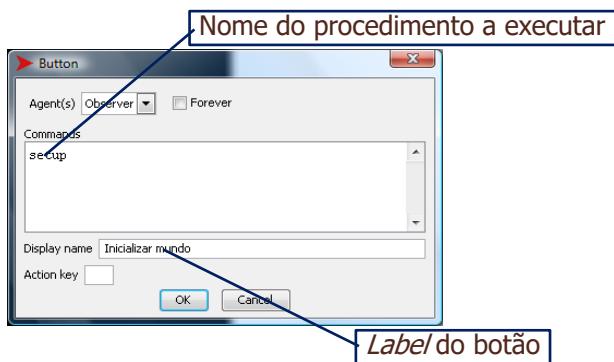
- Qualquer simulação tem sempre que inicializar o modelo, atribuindo valores iniciais às variáveis e características de arranque às *patches* e agentes.
- Exemplo:

Nome do procedimento

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

Programação básica no NetLogo

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



Introdução à Inteligência Artificial - NetLogo

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

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

- 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

- 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 analise 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`

O Netlogo e a vizinhança

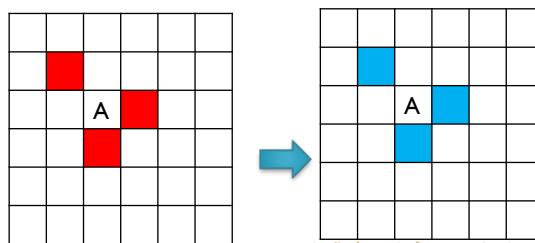
- Alguns exemplos de analise das células vizinhas:
 - Muda para verde a célula que está à distância $|l|$ (norte) e $-l|$ (este):
`ask patch-at l -l[set pcolor green]`
 - Pergunta se há mais de dois agentes ao redor do agente em questão:
`if count turtles-on neighbors > 2`

O Netlogo e a vizinhança

- Alguns exemplos de analise 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 pc当地色 blue] ]
```



O Netlogo e a vizinhança

- Alguns exemplos de analise das células vizinhas:

- Pergunta se o valor máximo de energia dos agentes que estão nas quatro células vizinhas ao agente em questão é menor que 10:

```
ask turtles[
  if max [energy] of turtles-on neighbors4 < 10
  [...]
]
```

O Netlogo e a vizinhança

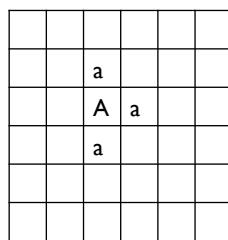
- Alguns exemplos de analise das células vizinhas:

- Mata um dos agentes que está numa das 4 células vizinhas ao agente:

`ask turtles[`

`ask one-of turtles-on neighbors4 [die]`

`]`



Introdução à Inteligência Artificial - Netlogo

32

O Netlogo e a vizinhança

- Se houverem patches vermelhos nas quatro células vizinhas ao agente, apenas uma delas muda a cor para azul:

`ask turtles [`

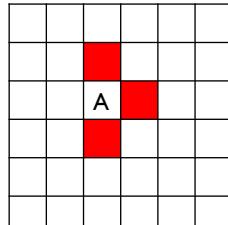
`if any? neighbors4 with [pcolor = red]`

`[ask one-of neighbors4 with [pcolor = red]`

`[set pcolor blue]`

`]`

`]`



Introdução à Inteligência Artificial - Netlogo

33