



Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Introdução à Inteligência Artificial

Trabalho Prático nº 1

Agentes Racionais

Linguagem NetLogo

Docentes .: Prof. Carlos Pereira
Prof^a. Inês Domingues

Discentes .: Francisco Carreira Ruivo .: 2021142022
João Pedro Mendes Redondo .: 2022118679

22 de Outubro de 2023

Ano Letivo 2023/2024 | 1º Semestre

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO..... 3

2. DESENVOLVIMENTO 4

2.1. Descrição do Modelo Base 4

2.2. Interface Gráfica 4

2.3. Ambiente 4

2.4. Agentes 5

2.4.1. *Leão* 5

2.4.2. *Hiena* 6

2.5. Variáveis e Funções 6

2.6 Descrição do Modelo Melhorado 7

2.7 Variáveis e Funções Modelo Melhorado 7

3. EXPERIÊNCIAS 9

4. CONCLUSÃO 13

1. INTRODUÇÃO

Este é um projeto englobado na unidade curricular de Introdução à Inteligência Artificial com a principal finalidade de conceber, implementar e analisar comportamentos racionais para agentes reativos.

O desenvolvimento do trabalho deu-se com recurso à ferramenta NetLogo, uma plataforma que permite desenvolver, modelar e simular comportamentos e modelos baseados em agentes. O NetLogo baseia-se em agentes individuais que seguem regras que lhes permitem estabelecer interações com os outros e com o próprio ambiente. NetLogo é também uma linguagem de programação que permite reger comportamentos para os diferentes agentes do modelo, tendo a sua própria interface gráfica e modelos pré-definidos que permitem a sua aplicação em áreas como as ciências, economia, biologia, entre outras.

Nesta modelação em particular, o ambiente foi definido por uma grelha bidimensional toroidal, onde habitam dois tipos de agentes que têm como objetivo garantir a sua sobrevivência durante o maior tempo possível. O ambiente é constituído por células de diferentes características que podem conceder vantagens, desvantagens e, inclusive, provocar a morte dos agentes.

Este ambiente desafia e impacta o comportamento e sobrevivência dos agentes mediante as escolhas que o utilizador pode efetuar na sua interface gráfica, seja através da regulação das variáveis, como do próprio número de agentes existentes. Desta forma, é possível proceder a avaliações e simulações de variados tipos, procurando uma solução mais próxima de uma realidade em que os agentes sobrevivem o maior tempo possível em conjunto.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Descrição do Modelo Base

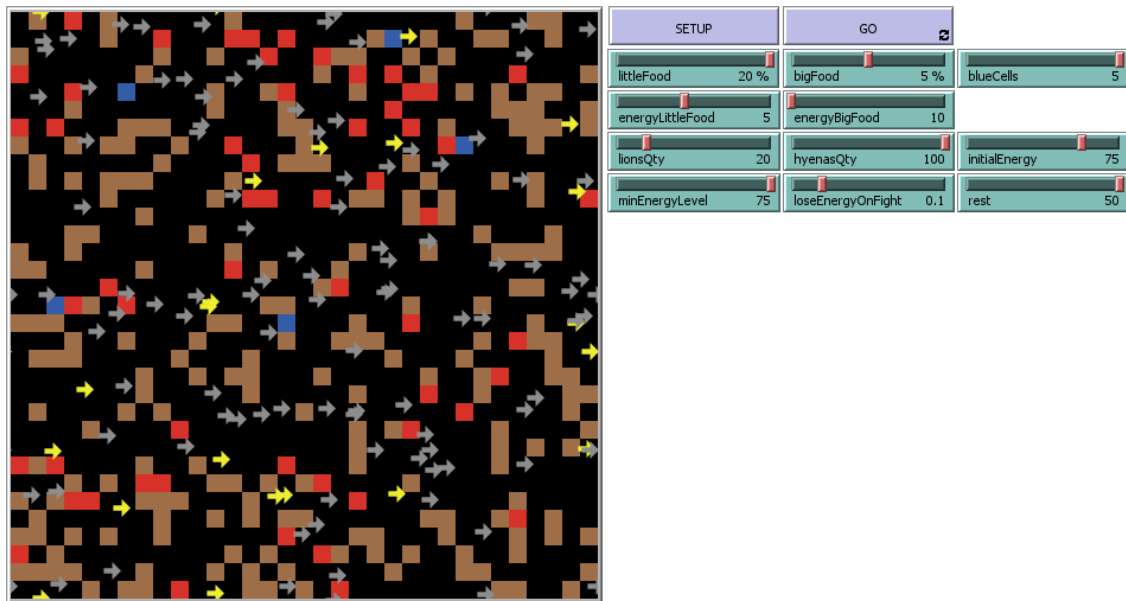
Com base no enunciado disponibilizado e tendo como referência o trabalho efetuado nas fichas práticas realizadas na linguagem NetLogo, desenvolveu-se um modelo base com regras previamente definidas quanto ao ambiente e aos agentes do nosso modelo. Os agentes *leão* e *hiena* são caracterizados por serem agentes reativos, com percepções, ações e características específicas.

2.2. Interface Gráfica

A interface gráfica tem como objetivo proporcionar uma experiência intuitiva, versátil e informativa ao utilizador. Nela é possível definir a quantidade inicial de agentes do tipo *Leão* e *Hiena*, configurar a percentagem de células que corresponderão a alimentos de pequeno e grande porte para a alimentação de ambos os agentes, definir a existência ou não de células azuis, que permitirão ao agente *Leão* descansar durante um número de *ticks* também definido pelo utilizador, de forma a guardar energia para um aumento de competitividade.

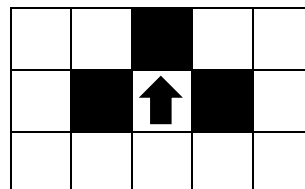
2.3. Ambiente

O ambiente é um mapa 2D que possui coordenadas X e Y. O ambiente é constituído por *patches*. Desde a inicialização até ao final da função **go** os *patches* são do tipo células pretas, ou vazias, castanhas, representando os alimentos de menor valor nutricional, vermelhos, representando os alimentos de maior valor nutricional, azuis, que representam células que permitem ao agente *Leão* descansar, amarelos, representando os agentes do tipo *Leão* e cinza, representando os agentes do tipo *Hiena*. As células castanhas são repostas ao longo da simulação, de forma a permitir que a quantidade de alimento disponível se mantenha idêntica ao longo da simulação.



2.4. Agentes

Ambos os agentes conseguem perceber o conteúdo das células que estão imediatamente à sua frente, à sua esquerda e à sua direita, como demonstra o esquema seguinte.



2.4.1. Leão

Em cada iteração da simulação o agente só pode executar uma das seguintes ações: deslocar-se para a célula imediatamente à sua frente, rodar 90° para a esquerda ou rodar 90° para a direita. Para cada percepção é escolhida a ação que otimiza a sobrevivência do agente. Cada uma destas ações retira uma unidade de energia ao agente.

O *Leão* é um agente puramente reativo, que percebe as células acima mencionadas. Alimenta-se de alimentos de pequeno porte (células castanhas) e de grande porte (células vermelhas) que lhes confere x unidades de energia, valor configurável pelo utilizador por cada unidade de alimento ingerida. O *Leão* pode combater hienas ou

executar ações de movimentação especial quando deteta a presença de duas ou mais hienas nas células que percebe.

2.4.2. *Hiena*

Com características e percepções semelhantes às do *Leão*, a *Hiena* tem a particularidade de conter um nível de agrupamento que lhe permite desafiar o *Leão* para luta quando se encontra num agrupamento com outros agentes do mesmo tipo.

2.5. Variáveis e Funções

littleFood – representa a percentagem de células do ambiente que serão preenchidas com alimento de porte pequeno;

energyLittleFood – representa a quantidade de energia fornecida pelo alimento de porte pequeno;

bigFood – representa a percentagem de células do ambiente que serão preenchidas com alimento de porte grande;

energyBigFood – representa a quantidade de energia fornecida pelo alimento de porte grande;

blueCells – quantidade de células azuis existentes no ambiente, que permitirão ao agente *Leão* descansar;

lionsQty – quantidade de agentes do tipo *Leão* presentes no ambiente;

hyenasQty – quantidade de agentes do tipo *Hiena* presentes no ambiente;

initialEnergy – valor de energia inicial atribuído aos agentes de qualquer tipo;

minEnergyLevel – valor de energia mínima para o agente *Leão*, influenciará o seu comportamento prioritário;

loseEnergyOnFight – percentagem de energia que os agentes perdem quando efetuam uma luta (valor correspondente à energia do adversário);

rest – número de *ticks* que o agente *Leão* descansa quando percebe uma célula azul.

Outras variáveis locais

energy – atualiza a cada tick em função das ações dos agentes, é determinada inicialmente pela ***initialEnergy***;

groupingLevel – pertence aos agentes *Hienas* e diz respeito ao seu nível de agrupamento em conjunto com agentes do mesmo tipo;

restTime – definida inicialmente por ***rest***, diz respeito ao período de descanso do agente, sendo atualizada a cada *tick*;

Existem ainda várias variáveis associadas a funções específicas, com um *scope* reduzido e que ajudam na implementação das diversas ações dos agentes.

setup – função chamada para inicializar os *patches* (**setup-patches**) e os agentes (**setup-turtles**), reiniciando também os *ticks* (**reset-ticks**);

go – função principal, onde são chamadas as funções de movimentação dos agentes (**move-lions**, **move-hyenas**), verificação de morte (**check-death**) e de reaparecimento das células de comida de porte pequeno (**respawn-food**). Termina com uma verificação final para verificar o final da simulação e passa ao **tick** seguinte;

2.6 Descrição do Modelo Melhorado

Foi criado um novo tipo de agente denominado de “Caçador”, o objetivo deste agente é “matar” agentes hienas e leões através de balas. Este agente possui acesso as células azuis onde são recarregadas a balas e ganho de energia.

Foi adicionado duas funções para a reprodução das hienas e leões.

Foram adicionadas células de cor magenta, denominadas “dropbonus”, cuja quantidade é configurável pelo utilizador, e a energia fornecida ao ser consumida pela célula também pode ser configurada de forma distinta para cada agente.

Foram adicionadas células de cor laranja para representar as armadilhas. Estas armadilhas são projetadas para o agente caçador, e a quantidade de energia retirada varia dependendo da energia atual do caçador. Se a energia do caçador estiver muito baixa, a interação com essas armadilhas pode levar à sua morte

Além disso, foram criadas duas funções adicionais para permitir a reprodução dos agentes Hiena e Leão. A taxa de reprodução de cada agente pode ser configurada individualmente, proporcionando flexibilidade no controle desses processos

2.7 Variáveis e Funções Modelo Melhorado

Ncadores - Representa a quantidade total de agentes caçadores, ou seja, o número de caçadores que estarão presentes no ambiente simulado.

Ntraps – representa a percentagem de células do ambiente que serão preenchidas com alimento de porte grande

Dropbonus - Indica a quantidade de células de cor magenta (dropbonus) adicionadas ao ambiente. Os dropbonus são fontes de energia especiais que podem ser consumidas pelos agentes e a quantidade de energia que um agente ganha ao “ingerir” uma célula dropbonus é configurável

Energydroplions - Representa a quantidade de energia fornecida a um leão quando ele consome uma célula dropbonus. Esta configuração permite que a energia adquirida ao ingerir um dropbonus seja distinta da energia adquirida por outros agentes.

Energydrophyenas:

Semelhante ao "Energydroplions", esta configuração estabelece a quantidade de energia fornecida a uma hiena quando ela consome uma célula dropbonus.

Taxa de Reprodução das Hienas (taxareproducao_hienas):

Verifica se uma célula é ocupada por pelo menos duas hienas e, se um valor aleatório atender à taxa de reprodução definida (determinada pelo valor de taxareproducao_hienas), uma nova hiena é gerada com a energia inicial.

Taxa de Reprodução dos Leões (taxareproducao_lions):

Essa configuração é semelhante à "Taxa de Reprodução das Hienas", mas se aplica aos leões.

3. EXPERIÊNCIAS

Foram feitas várias experiências de modo a obter resultados variados com algumas conclusões

No total foram feitas **10** experiências por tabela, num total de **3** tabelas para o modelo base e outras **3** para o melhorado.

3.1. Modelo Base

3.1.1 Experiência com diferentes níveis mínimos de energia

Deste primeiro experimento, no qual leões com diferentes níveis mínimos de energia foram estudados, podemos tirar as seguintes conclusões:

- Em todas as configurações (20, 50 e 75 leões), o percentual de extinção foi de 0,00%, o que significa que nenhum dos grupos de leões foi extinto em nenhuma das 10 repetições.
- O nível mínimo de energia com o qual os leões começaram teve algum impacto no número médio de sobreviventes, mas a extinção completa não ocorreu em nenhuma configuração. Mesmo quando os leões começaram com um nível mínimo de energia de 25, todos sobreviveram nas repetições.

Analisar a sobrevivência dos agentes após máximo de 500 iterações				REPETIÇÕES (Número de agentes, iteração máxima)																			
Agentes	Nível Mínimo Energia	Média sobreviventes	% Extinções	Exp1		Exp2		Exp3		Exp4		Exp5		Exp6		Exp7		Exp8		Exp9		Exp10	
				vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter
Leões (20)	25	6,30	0,00%	10	283	8	331	9	294	5	362	3	333	9	279	5	336	1	500	10	229	3	385
	50	3,90	0,00%	7	403	8	381	1	489	2	446	4	435	4	370	3	395	1	500	2	476	7	362
	75	3,40	0,00%	4	500	1	500	1	464	6	500	5	500	6	404	1	470	4	500	2	500	4	500
Hienas (100)	25	1,00	0,00%	1	283	1	331	1	294	1	362	1	333	1	279	1	336	1	500	1	229	1	385
	50	1,00	0,00%	1	403	1	381	1	489	1	446	1	435	1	370	1	395	1	500	1	476	1	362
	75	2,50	0,00%	1	500	2	500	1	464	3	500	3	500	1	404	4	440	5	500	1	500	4	500

3.1.2 Experiência com diferentes níveis de energia inicial

Os níveis iniciais de energia tiveram um impacto significativo na sobrevivência de leões e hienas. Independentemente do nível inicial de energia, nenhum dos grupos foi completamente extinto nas configurações estudadas. Podemos tirar as seguintes conclusões:

- Leões (20) e hienas (100) foram submetidos a diferentes níveis iniciais de energia (25, 50 e 75).
- A taxa de extinção foi de 0,00% em todas as configurações, indicando que nenhum dos grupos foi extinto.
- Níveis mais elevados de energia inicial estiveram fortemente associados a uma maior probabilidade de sobrevivência.
- Mesmo quando a energia inicial era baixa, não ocorreu extinção completa em nenhuma das configurações.

Analisar a sobrevivência dos agentes após máximo de 500 iterações				REPETIÇÕES (Número de agentes, iteração máxima)																			
Agentes	Energia Inicial	Média sobreviventes	% Extinções	Exp1		Exp2		Exp3		Exp4		Exp5		Exp6		Exp7		Exp8		Exp9		Exp10	
				vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter
Leões (20)	25	1,20	0,00%	1	246	1	297	1	348	3	323	1	348	1	397	1	373	1	360	1	275	1	260
	50	1,80	0,00%	2	414	1	500	1	500	2	342	1	447	1	474	1	287	1	401	3	500	5	378
	75	2,50	0,00%	2	464	6	455	3	462	4	427	3	500	1	446	1	500	3	462	1	498	1	500
Hienas (100)	25	1,20	0,00%	2	246	1	297	1	348	1	323	1	348	1	397	1	373	1	360	1	275	2	260
	50	1,50	0,00%	1	414	1	500	1	500	1	342	1	447	1	474	6	287	1	401	1	500	1	378
	75	1,30	0,00%	1	464	1	455	1	462	1	427	1	500	3	446	2	500	1	462	1	498	1	500

3.1.3 Experiência com diferente quantidade inicial de Leões

Não houve extinção completa, com um percentual de extinção de 0,00% em todas as configurações.

A quantidade inicial de leões influenciou diretamente a quantidade média de sobreviventes, sendo que configurações com mais leões resultaram em maior probabilidade de sobrevivência.

Em todas as configurações, os leões mantiveram sua capacidade de sobrevivência, independentemente da quantidade inicial, destacando sua robustez no ambiente simulado.

Analisar a sobrevivência dos agentes após máximo de 500 iterações				REPETIÇÕES (Número de agentes, iteração máxima)																			
Agentes	Qty Inicial Leões	Média sobreviventes	% Extinções	Exp1		Exp2		Exp3		Exp4		Exp5		Exp6		Exp7		Exp8		Exp9		Exp10	
				vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter
Leões	10	1,20	0,00%	1	477	1	444	1	500	1	500	1	438	1	360	1	474	2	500	1	500	2	500
	15	1,40	0,00%	1	444	1	500	1	500	1	500	1	499	2	494	1	500	2	405	3	500	1	481
	20	2,90	0,00%	1	500	3	500	5	500	4	500	4	500	4	500	4	421	1	460	2	500	1	402
Hienas (100)	10	3,30	0,00%	1	477	2	444	1	500	1	500	6	438	13	360	3	474	2	500	1	500	3	500
	15	2,70	0,00%	3	444	2	500	1	500	2	500	3	499	1	494	2	500	9	405	3	500	1	481
	20	1,20	0,00%	1	500	1	500	1	500	1	500	1	500	1	500	1	421	3	460	1	500	1	402

3.2. Modelo Melhorado

3.2.1 Experiência com diferentes taxas de reprodução de Leões

O experimento revela que a taxa de reprodução dos leões desempenhou um papel importante na sobrevivência dos leões, com taxas de reprodução mais altas contribuindo para uma maior probabilidade de sobrevivência. No entanto, a extinção parcial de leões ocorreu em algumas repetições, especialmente em configurações com taxas de reprodução mais baixas.

A relação entre a taxa de reprodução dos leões e a sobrevivência das hienas é inversa, conforme observado nos resultados do experimento.

Analisar a sobrevivência dos agentes após máximo de 500 iterações			REPETIÇÕES (Número de agentes, iteração máxima)																			
Agentes	Reprodução Leões	Média sobreviventes	Exp1		Exp2		Exp3		Exp4		Exp5		Exp6		Exp7		Exp8		Exp9		Exp10	
			vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter
Leões (70)	4	23,70	43	399	1	510	31	500	35	500	22	500	27	500	25	500	24	500	1	480	28	500
	5	22,20	26	500	37	500	1	339	58	232	23	500	32	500	1	455	26	500	16	500	2	500
	6	24,40	29	500	33	444	48	378	1	336	34	498	31	500	3	500	15	500	49	305	1	444
Hienas (100)	4	220,50	1	399	510	310	22	500	1	500	37	500	13	500	17	500	7	500	1586	480	11	500
	5	214,40	53	500	3	500	854	339	1	232	10	500	3	500	707	455	3	500	97	500	413	500
	6	137,80	21	500	1	444	1	378	609	336	1	498	3	500	322	500	36	500	1	305	383	444

3.2.2 Experiência com diferentes níveis de quantidade da célula “DropBonus”

Neste experimento podemos concluir que o “Drop Bonus” desempenhou um papel crítico na sobrevivência dos leões e na competição entre leões e hienas. Valores mais baixos de "Drop Bonus" contribuíram para uma maior sobrevivência dos leões, enquanto valores mais altos tiveram o efeito oposto. A variável também afetou as hienas, reduzindo a quantidade média de sobreviventes em configurações com "Drop Bonus" mais alto

Analisar a sobrevivência dos agentes após máximo de 500 iterações			REPETIÇÕES (Número de agentes, iteração máxima)																			
Agentes	Drop Bonus	Média sobreviventes	Exp1		Exp2		Exp3		Exp4		Exp5		Exp6		Exp7		Exp8		Exp9		Exp10	
			vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter
Leões (70)	0	22,70	24	500	22	500	5	500	1	290	29	500	45	389	1	415	1	500	49	270	50	335
	5	16,00	1	445	23	500	1	448	1	324	1	404	40	429	6	500	45	351	1	430	41	371
	10	28,20	43	284	1	445	31	500	26	500	23	500	18	500	29	500	39	454	28	500	44	491
Hienas (100)	0	164,90	16	500	4	500	164	500	391	290	2	500	1	389	580	415	489	500	1	270	1	335
	5	249,40	495	445	53	500	249	448	515	324	458	404	1	429	257	500	1	351	464	430	1	373
	10	100,70	1	284	860	445	32	500	12	500	11	500	80	500	4	500	1	454	5	500	1	491

3.2.3 Experiência com diferente quantidade de caçadores

A presença de caçadores (representados como "Caçadores") influenciou ligeiramente a sobrevivência tanto dos leões quanto das hienas. Configurações com mais caçadores resultaram em uma maior extinção dos leões e tiveram um efeito secundário na redução da sobrevivência das hienas. Configurações sem caçadores resultaram em uma maior sobrevivência de ambos os agentes. Portanto, a presença de caçadores desempenhou um papel significativo na dinâmica de sobrevivência no ambiente simulado.

Analisar a sobrevivência dos agentes após máximo de 500 iterações			REPETIÇÕES (Número de agentes, iteração máxima)																			
Agentes	Caçadores	Média sobreviventes	Exp1		Exp2		Exp3		Exp4		Exp5		Exp6		Exp7		Exp8		Exp9		Exp10	
			vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter	vivos	iter
Leões (70)	0	25,80	33	500	21	500	42	356	1	345	43	349	23	500	39	345	1	459	44	372	11	500
	1	15,90	13	500	8	500	14	500	12	465	40	250	4	500	19	500	10	500	11	500	28	379
	2	4,70	5	325	4	408	1	500	8	323	4	476	2	365	1	500	19	226	1	439	2	500
Hienas (100)	0	172,60	1	500	2	500	1	356	941	345	1	349	12	500	1	345	668	459	1	372	98	500
	1	4,60	2	500	1	500	1	500	1	465	1	250	3	500	13	500	16	500	7	500	1	379
	2	1,00	1	325	1	408	1	500	1	323	1	476	1	365	1	500	1	226	1	439	1	500

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho, abordamos o tema da implementação e teste de comportamentos racionais para agentes reativos e concluimos que o equilíbrio entre vários agentes não é fácil de atingir e manter. Para além disso, notamos que ligeiras alterações ao ambiente ou comportamento dos agentes, por mais pequenas que sejam, podem alterar por completo o rumo da simulação (efeito borboleta) e, muitas vezes, ter consequências inesperadas