

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS
CURSO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO

LINGUAGEM EMERGENTE BASEADA EM ALGORITMOS EVOLUTIVOS

Caique Alexandre de Souza Coelho

Diamantina
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS
(Times New Roman, tamanho 12, letras maiúsculas, centralizado)

LINGUAGEM EMERGENTE BASEADA EM ALGORITMOS EVOLUTIVOS

Caique Alexandre de Souza Coelho

Orientador:

Leonardo Lana de Carvalho

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Sistema de Informação, como parte dos requisitos exigidos para a conclusão do curso.

Diamantina
2019

Resumo

Este trabalho visa estudar a evolução de linguagens emergentes baseando-se nas teorias dos signos e da semiose do filósofo Charles Peirce. Com o auxílio da computação, é proposto a implementação de um sistema multiagente que simule em um ambiente virtual a interação de vários agentes na evolução da comunicação entre os agentes, convergindo para uma linguagem cognitiva universal. Inspirado no trabalho apresentado por Angelo Conrado Loula, este sistema visa simular o caso de comunicação entre macacos vervets. Embora os trabalhos apresentados nesta área foquem na aplicação da técnica de aprendizado por reforço, este trabalho visa avaliar os resultados da utilização dos algoritmos evolutivos neste tipo de problema.

Palavras-chave: signo, semiose, multiagente, aprendizagem por reforço, algoritmos evolutivos

1 Objetivo

1.1 Objetivo Geral

Analisar, conceber e implementar um léxico emergente baseado em símbolos usando algoritmos evolutivos.

1.2 Objetivos Específicos

- Construir um simulador para representar um cenário real, originalmente proposto por Loula (2004), em que agentes presas (“macacos vervets”) interagem entre si e com o ambiente através de processos básicos como memória associativa, percepção e foco de atenção.
- Conceber um sistema híbrido de aprendizagem, baseado em aprendizagem por reforço e em algoritmo evolutivo afim de obter a convergência do léxico. Organizar a apresentação dos resultados em gráficos e tabelas mostrando a convergência léxica.
- Avaliar e comparar o sistema multiagente usando aprendizagem por reforço sem o algoritmo evolutivo, perante a abordagem utilizando aprendizagem por reforço com o algoritmo evolutivo.

3. Signos

Em meados do século 19, o filósofo Charles Sanders Peirce desenvolvia as suas ideias sobre as relações cognitivas entre signos, objetivos e interpretantes. De acordo com Peirce, signo é algo que substitui algo para alguém, de certa forma o signo pode ser considerado uma representação do objeto para um determinado interpretante, que não necessariamente se refere a um ser interpretador mas sim a uma interpretação, ou um significado.

Ele só pode funcionar como signo se carregar esse poder de representar, substituir uma outra coisa diferente dele. Ora, o signo não é o objeto. Ele apenas está no lugar do objeto... ele só pode representar esse objeto de um certo modo e numa certa capacidade (MEDEIROS apud SANTAELLA, p.58).

De acordo com Medeiros [20-?], “o processo de compreensão de um signo é chamado de semiose e ela envolve um movimento espiralado, na medida em que toda a apreensão sófica pode tornar-se o reinício de uma nova semiose”.



4. Macacos Vervets

Seria a comunicação simbólica única e exclusiva dos humanos? De acordo com Loula (2004) existem estudos que descrevem o uso de vocalizações por primatas não-humanos, sendo eles os macacos rhesus e os macacos vervets. Os macacos rhesus emitem vocalização para indicar a qualidade da comida encontrada (Loula apud HAUSER, 2000), enquanto os macacos vervets “emitem vocalizações em diferentes interações sociais – como encontros com outros grupos, lutas internas entre membros, relações de dominância e subordinação no grupo – e também alarmes para avisar sobre a presença de predadores (LOULA apud SEYFARTH; CHENEY, 1992)”

Os macacos vervets são, de acordo com o Centro Nacional de Primatas CENP, animais primatas que habitam as regiões próximas ao Sudão, Etiópia e Eritreia, os machos adultos pesam em média cerca de 4 a 5 Kg e as fêmeas pesam em média 3 a 4 Kg, quando adultos podem atingir cerca 75cm de comprimento.

Os macacos vervets são animais que vivem em sociedade. Normalmente esses macacos são alvos de três principais predadores, leopardos, águias e cobras, para os quais os macacos vervets emitem alarmes para alertar o restante do grupo.

Assim sendo, para cada predador avistado por um macaco, o animal em questão dispara uma espécie de alarme para alertar os outros animais do seu grupo sobre a presença de um predador no território. Assim que um macaco capta um alarme, ele intercepta este sinal e o interpreta na finalidade de compreender a quem este sinal está relacionado, pois dependendo de qual predador se trata, os macacos tomam reações diferentes na busca pela sobrevivência.

- **Leopardo:** Quando um alarme referente a um leopardo é disparado, os macacos fogem para o topo mais alto das árvores, pois os leopardos são capazes de subir nos galhos baixos das árvores, pois eles são mais grossos e resistentes, porém os leopardos não são capazes de atingir o topo da árvore, onde os galhos são mais finos e os macacos possuem mais agilidade nestes galhos
- **Águia:** Quando um alarme referente a uma águia é disparado, os macacos fogem para os arbustos para se esconderem do predador, pois isto dificulta a visibilidade da águia a sua presa.
- **Cobra:** Quando um alarme referente a uma cobra é disparado, os animais descem ao chão e se distanciam do predador de forma que não possam ser alcançados pelo predador mais lento.

Desta forma, os macacos vervets conseguem manter um bom sistema de segurança para se manterem a salvo e protegidos de seus principais predadores

5. Simulador

O simulador desenvolvido neste trabalho foi inspirado no trabalho apresentado por Angelo Conrado Loula em sua dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas,

Baseando-se na teoria da semiose e dos signos de Charles Peirce, o simulador busca criar em um ambiente virtual multiagente o ambiente real dos macacos vervets, simulando as suas interações com o seu meio, os seus sistemas de alarmes ao visualizar um predador, na intenção de alertar os demais macacos próximos a ele, seguindo da detecção deste alarme pelas presas (“macacos vervets”) a interpretação do mesmo, e sua reação de fuga para um determinado abrigo.

O simulador é constituído de um ambiente em forma de matriz de dimensões n por n , ou seja, n linhas e n colunas. Espalhados neste ambiente se encontram os animais, sendo eles as presas (“macacos vervets”) e os predadores (“águia, cobra e tigre”). A figura 1 ilustra como é o ambiente do simulador.

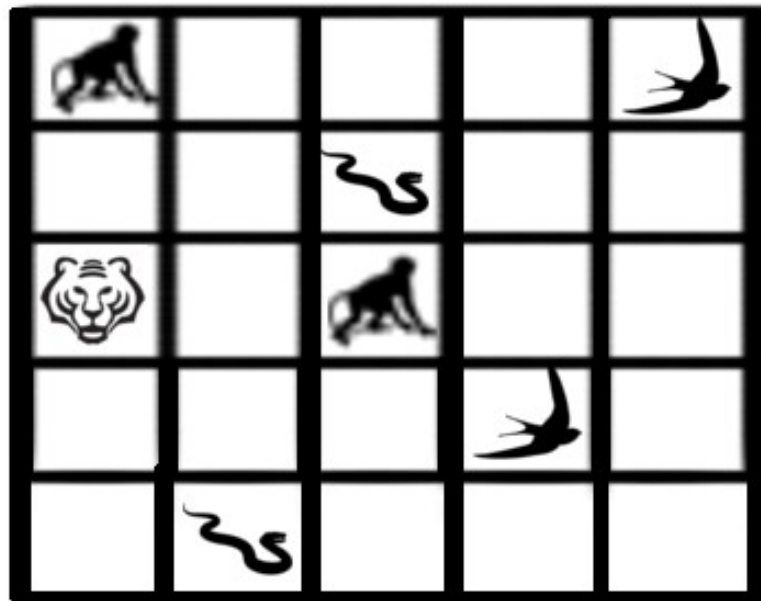


Figura 1 – Ambiente do simulador

Assim sendo, o simulador possui um conjunto de agentes inteligentes (“macacos vervets”) espalhados pelo ambiente. No início da execução do simulador, um determinado número de macacos são gerados e espalhados de forma aleatória pela matriz, de modo que cada animal esteja em uma posição de diferente, pois não é permitido que dois animais ocupem a mesma posição na matriz.

Os principais predadores dos macacos vervets também estão presentes no simulador, sendo eles uma águia, uma cobra e um tigre. Tanto a presa quanto os predadores possuem funcionalidades em comum, por exemplo, os animais, independente de ser presa ou predador, se movimentam pelo ambiente em quatro direções, sendo elas esquerda, direita, baixo e cima. Caso uma das posições do ambiente já esteja ocupada por um outro animal, o movimento para esta posição é bloqueada.

Uma representação na figura 2 demonstra a estrutura de classes deste sistema.

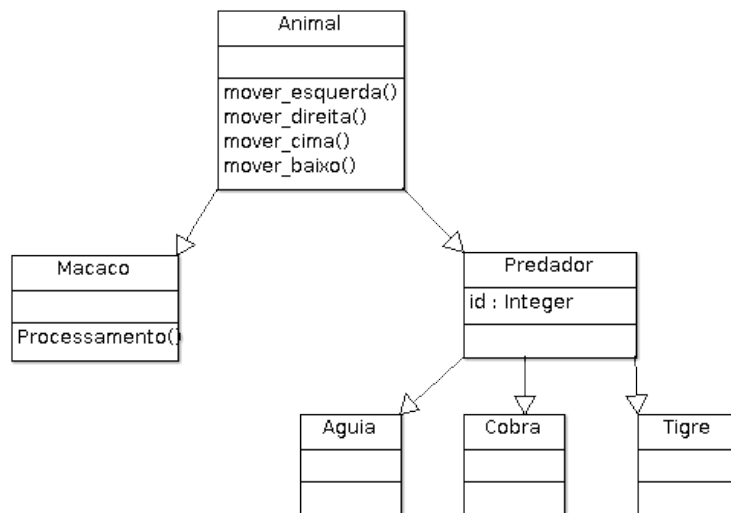


Figura 2 – Estrutura básica de classes

5.1 Agentes Inteligentes

Quando um agente (macaco) é instanciado no sistema, uma tabela de signos é criada juntamente com esta instancia, e os valores desta tabela são gerados aleatoriamente pelo sistema com variações de 0 a 1, por exemplo:

	P1	P2	P3
s1	0,9	0,4	0,7
s2	0,5	0,5	0,4
s3	0,1	0,2	0,6
s4	0,6	0,4	0,5
s5	0,7	0,3	0,2
s6	0,2	0,8	0,8
s7	0,8	0,2	0,1
s8	0,1	0,1	0,9
s9	0,7	0,6	0,3
s10	0,4	0,1	0,1

Macaco 1

	P1	P2	P3
s1	0,4	0,8	0,1
s2	0,5	0,4	0,5
s3	0,6	0,2	0,6
s4	0,8	0,3	0,1
s5	0,2	0,4	0,8
s6	0,3	0,6	0,3
s7	0,1	0,9	0,1
s8	0,6	0,7	0,4
s9	0,4	0,1	0,6
s10	0,3	0,2	0,3

Macaco 2

	P1	P2	P3
s1	0,6	0,2	0,3
s2	0,7	0,6	0,4
s3	0,2	0,4	0,6
s4	0,3	0,1	0,7
s5	0,7	0,7	0,8
s6	0,1	0,8	0,4
s7	0,3	0,3	0,2
s8	0,6	0,2	0,3
s9	0,1	0,9	0,4
s10	0,8	0,1	0,7

Macaco n

Dessa forma, no início da execução do sistema, cada macaco irá possuir uma tabela de signos com valores diferentes. As tabelas de signos são constituídas de dez linhas, cada linha da tabela representa um signo (s1, s2,..., s10), e possuem 3 colunas que representam três predadores distintos, sendo no caso dos macacos vervets, P1 representando o tigre, P2 representando a águia e P3 representando a cobra.

Temos então as teorias de Peirce sobre os signos e sua associação a um objeto perante há um interpretante, aplicadas nas tabelas de signos, por exemplo, se pegarmos a linha 4 coluna 3, obtemos a relação entre o signo “s3” e o predador “P2”. O valor que se encontra nesta posição da matriz indica o grau de relevância que o agente atribui para aquela associação. Portanto, para saber qual o significado dado por um macaco, a um determinado signo, basta olhar na tabela e observar a linha do signo em questão, e os valores nela representados, a coluna com o maior valor indica qual o predador o macaco irá reconhecer para o signo em questão.

Por exemplo, observando as tabelas de signos anteriores e partindo da intenção de se descobrir qual interpretação irá dar cada macaco para o signo “s8”, é fácil perceber que o Macaco 1 irá interpretar o signo “s8” como sendo o predador “P3”, para o Macaco 2 o “s8” representa o “P2”, e para o Macaco n, “s8” refere-se ao predador “P1”.

s8	0,1	0,1	0,9
----	-----	-----	-----

Macaco 1

s8	0,6	0,7	0,4
----	-----	-----	-----

Macaco 2

s8	0,6	0,2	0,3
----	-----	-----	-----

Macaco n

O problema ao qual a inteligência artificial deste simulador se propõem a resolver, aplicando-se técnicas de reforço com algoritmos evolutivos ou somente através do reforço, pode ser facilmente observado neste exemplo, pois para cada agente (“Macaco 1, Macaco 2, Macaco n”) o signo s8 se relaciona a um predador diferente, é como se cada macaco falasse uma língua diferente,

não permitindo que possam se comunicar entre se, sendo preciso que os agentes possam ser capazes de aprender e evoluir o seu sistema de linguagem emergente.

No ambiente real dos macacos vervets, ao visualizar um predador, um macaco dispara um alarme para alertar o restante do grupo sobre a presença de um predador. No ambiente virtual do simulador não é diferente, quando um macaco percebe a presença de um predador na sua Vizinhança de Moore, ele dispara um alarme (signo) que será detectado por todos os macacos que estiverem na mesma vizinhança.

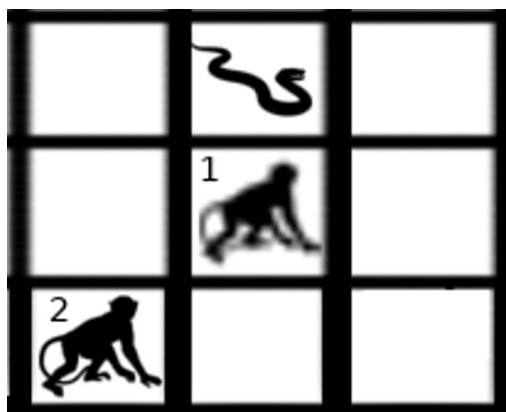


Figura 3 – Detecção de predador e alarme

Na figura 3, quando o macaco 1 perceber a presença da cobra na sua vizinhança de moore, ele dispara um alarme (signo) na sua vizinhança afim de alertar as demais presas que se encontram na mesma vizinhança, como no exemplo da figura 3, o macaco 2 receberia este alerta.

Quando um macaco perceber a presença de um predador, ele dispare um alarme baseando-se na sua tabela de signos. Por exemplo, quando o macaco 1 da figura acima avista a cobra, ele interpreta aquele predador como sendo um dos dez símbolos de sua tabela, mas como ele sabe a qual signo se refere a cobra? Para saber qual o signo um macaco usa para representar um predador, basta encontrar o maior valor na coluna do predador, em caso de maior valor repetido, o sistema irá considerar o que veio primeiro. No exemplo em questão, partindo do pressuposto de que a coluna P3 refere-se a cobra, fica fácil notar que o maior valor presente nesta coluna é o 0,9, valor presente na linha do signo “s8”. Assim sendo, para o macaco 1, a cobra é representada pelo signo “s8”, sendo este signo disparado por este macaco no alarme ao detectar a presença de uma cobra.

Ao receber um signo disparado por um outro macaco, o macaco receptor parte para a interpretação daquele signo, como já foi demonstrado anteriormente, o macaco irá na linha do signo recebido e irá buscar pelo maior valor naquela linha, este valor irá identificar a qual predador aquele signo esta associado para este macaco.

No caso de falha na comunicação entre os animais, o sistema considera que o macaco receptor, por não ter conseguido interpretar de forma correta o alarme, tendo esta presa interpretado como sendo o predador A, mas quando na verdade se tratava do predador B, o sistema incrementa nesta falha uma variável desta presa denominada de “morte”, pois o sistema considera que por ter havido esta falha, a presa escolheria o abrigo errado e que por isso seria alcançado pelo predador. A variável “morte” é muito útil na abordagem do algoritmo evolutivo, quando se há a intenção de eliminar os indivíduos menos hábitos de uma geração na passagem para a próxima geração.

Referencias bibliográficas

FERBER, J., CARVALHO, L. L., PHAN, D. & VARENNE, F. O que é Seguir uma Regra? Reflexão sobre as Normas e os Usos. In: E. J. Lopes (Org.). Temas em Ciências Cognitivas & Representação Mental (pp. 259-277). Porto Alegre: Sinopsys, 2012.

LOULA, A. C. Comunicação simbólica entre criaturas artificiais: um experimento de vida artificial. 2004. 141 f. Dissertação – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

STEELS, L. Intelligence with representation. Philosophical Transactions of the Royal Society A, Londres, v. 361, n. 1811, p. 2381-2395, 2003.

Pacheco, M. A. C. ALGORITMOS GENÉTICOS: PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES - ICA: Laboratório de Inteligência Computacional Aplicada, Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Marczyk A. Algoritmos genéticos y computación evolutiva, 2004.

Gershenson, C., Trianni V., Werfel J., Sayama H. Self-Organization and Artificial Life: A Review - Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City, Mexico