
Estratégia e Movimentação como Características Evolucionárias de Jogos de Populações

Abimael R. Sergio¹

Pedro Henrique T. Schimit²

Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento, Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP

Neste artigo, propõe-se uma dinâmica evolucionária para jogos de populações baseada em algoritmos evolucionários, como o algoritmo genético [2]. A população é modelada por um autômato celular, e cada célula representa um indivíduo, que contém em seu genótipo informações sobre sua estratégia e características de movimentação. Cada indivíduo interage com seus vizinhos na forma do jogo do Dilema do Prisioneiro [3] e uma parte da população é renovada a cada passo de tempo. O objetivo do trabalho é avaliar a estratégia e as características de movimentação dos indivíduos mais aptos da população.

Usa-se um autômato celular bidimensional de dimensão $n \times n = N$, em que cada indivíduo i interage com outros C_i indivíduos dentro de um raio r_i de sua vizinhança (que é formada por um quadrado de lado $2r_i + 1$ centralizada no indivíduo), sendo que há uma probabilidade maior de se movimentar para as células mais próximas, de acordo com o processo usado em [1], dado pela expressão $q_j = (r_i + 1 - j) / (r_i^2 + r_i - \sum_{k=1}^{r_i} k)$, em que $q(j)$ é a probabilidade do indivíduo i se conectar a outro na camada j , sendo que a camada 1 é similar à vizinhança de Moore [1]. Em cada interação, dois indivíduos jogam o Dilema do Prisioneiro de acordo com suas estratégias, que é a probabilidade de cooperação P_{Ci} , que resulta em uma das duas ações do jogo: cooperar ou trair. Após as ações serem decididas de acordo com as probabilidades, os indivíduos recebem a seguinte pontuação: 4 pontos cada, caso ambos cooperem, 1 ponto cada, caso ambos traiam, e 5 pontos para o traidor e 0 pontos para o cooperador em caso de ações diferentes.

Um passo de tempo na simulação termina quando todos os indivíduos fazem suas movimentações e jogos. Ao fim de cada passo de tempo uma porcentagem rp da população é renovada usando o processo de morte-nascimento com verificação da aptidão dos indivíduos na morte. Ou seja, sorteia-se rp posições e verifica-se qual o indivíduo menos apto (com menor pontuação média nos jogos) na vizinhança dessa posição, sendo que o raio máximo para avaliação é r_f . Esse indivíduo morre, e dentro dessa mesma região dois indivíduos são aleatoriamente escolhidos para gerarem um novo indivíduo, sendo que há uma taxa de mutação mr para cada bit do genótipo. O genótipo de cada indivíduo i consiste de 15 bits para P_{Ci} , 4 bits para r_i e 4 bits para C_i que são decodificados para formarem o fenótipo nas ações dos jogos e movimentação.

¹abima@uninove.edu.br

²schimit@uni9.pro.br

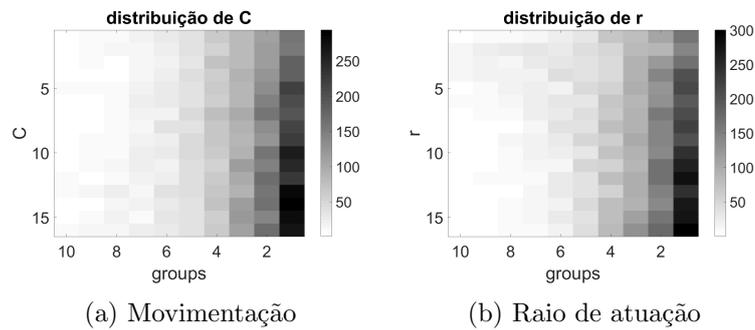


Figura 1: Indivíduos por grupo

Para verificar as características dos indivíduos mais aptos a esse processo, usa-se $n = 100$ ($N = 10000$), com o genótipo de cada indivíduo aleatório como condição inicial. Além disso, usa-se $mr = 0,1$, $rp = 0,05$ e $r_f = 4$. Para representar os resultados, divide-se a população em dez grupos: o grupo 1 contém indivíduos com $0 \leq P_{C_i} < 0,1$, o grupo 2, $0,1 \leq P_{C_i} < 0,2$, até o grupo 10 com $0,9 \leq P_{C_i} < 1$. Cada simulação tem 500 passos de tempo e a distribuição final de indivíduos está representada na Figura 1. A Figura 1a contém a distribuição de indivíduos por grupos e pela quantidade de movimentação presente em seu fenótipo, e a Figura 1b a distribuição por grupo e raio.

Note que a maioria dos indivíduos faz parte do grupo 1, ou seja, traidores, jogam várias vezes e tem um grande raio de atuação. Esse resultado mostra que, se a movimentação dos indivíduos for livre e entrar na dinâmica evolucionária, ela vai ajudar a selecionar um tipo de indivíduo. Essa escolha é diferente de estudos que fixam a quantidade de jogos por indivíduo em jogos populacionais [1]. Como próximos passos do trabalho, espera-se verificar a influência da dinâmica de renovação, mr , rp e r_f na evolução da população.

Agradecimentos

P.H.T.S tem suporte para pesquisa da FAPESP (#2017/12671-8) e do CNPq (#303743/2016-6 e #402874/2016-1).

Referências

- [1] P.H.T. Schimit. Evolutionary aspects of spatial Prisoner's Dilemma in a population modeled by continuous probabilistic cellular automata and genetic algorithm, *Applied Mathematics and Computation*, 290:178–188, 2016. DOI: 10.1016/j.amc.2016.05.052.
- [2] B.H. Sumida, A.I. Houston, J.M. McNamara e W.D. Hamilton, Genetic algorithms and evolution, *Journal of Theoretical Biology*, 147:59–84, 1990. DOI: 10.1016/S0022-5193(05)80252-8.
- [3] G. Szabó and G. Fáth, Evolutionary games on graphs, *Physics Reports* 446:97-216, 2007. DOI: 10.1016/j.physrep.2007.04.004.