

Efeito de Simbiose no jogo do Dilema do Prisioneiro com Punição

Lucas S. Flores

Resumo

Para explicar a sobrevivência da cooperação em jogos do Dilema do Prisioneiro é necessária alguma forma de combater a tentação a não cooperar. Ao introduzir entes que punem não cooperadores, vemos que a cooperação se mantém para maiores valores de r , parâmetro que representa incentivo a cooperação. Também é observado que em algumas regiões é necessária a existência tanto de cooperadores quanto de punidores para as duas estratégias sobreviverem, sendo somente possível devido a configuração de clusters onde cooperadores cercam punidores os isolando dos não cooperadores, caracterizando um efeito simbiótico entre as estratégias.

Introdução

Cada jogador é caracterizado por uma estratégia, sendo elas cooperar e não cooperar. Logo podemos criar situações para analisar qual é a melhor estratégia a ser adotada, Assim foi estudado o jogo conhecido como “Jogo do Dilema do Prisioneiro”(PD). Ao jogar vemos que não cooperar é a melhor opção [2], porém para explicar a natureza e as interações entre os seres vivos notamos que de fato a cooperação, de alguma forma, é mantida. Modelo possui uma abordagem em que o payoff representa um investimento de um grupo que é dividido igualmente entre todos os seus membros[1]. Além da introdução de uma terceira estratégia que consiste em punir todos os não cooperadores do grupo (P). Porém, na ausência de D's, os punidores agem como cooperadores, evitando uma possível disputa entre C's e P's que seriam pouco consistentes com a realidade [3].

Objetivos

- Estudar a manutenção da cooperação em populações cujos membros são motivados pelo interesse próprio.

Rede Quadrada

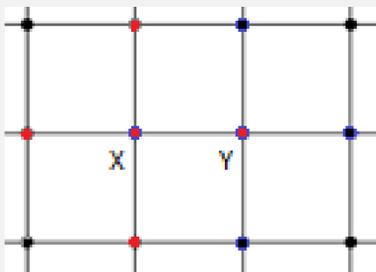


Figura 1: Grupo do jogador X consiste nele mesmo e seus 4 vizinhos mais próximos (em vermelho), o mesmo vale para o grupo de Y (em azul). Assim para o jogador Y ganhar do jogador X e se reproduzir em seu lugar, ou seja, o jogador X adota a estratégia de Y, é preciso que seu payoff seja melhor. O mesmo ocorre N vezes sorteando aleatoriamente jogadores da rede, sendo N o número total de jogadores, assim caracterizando um passo de monte carlo.

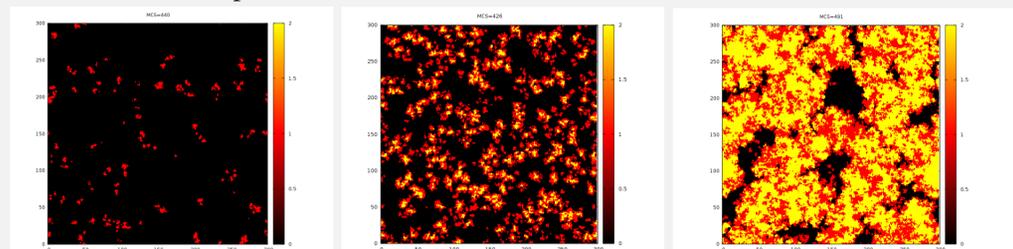


Figura 2 representa população em um certo tempo, onde C's (vermelho) acabam sendo extintos pelos D's (pretos) para um parâmetro fixo.

Figura 3, para um mesmo parâmetro, porém com P's (amarelos) podemos ver que os cooperadores formam clusters com os punidores assim dominando a população, onde para os parâmetros escolhidos, nenhuma das estratégias sozinha dominaria, assim vemos um efeito de simbiose que significa que C's e P's dependem um do outro para sobreviver.

Métodos

Modelo se baseia em um jogo do dilema do prisioneiro, que consiste em, ao se escolher um sítio (X), caracterizado por uma estratégia, forma-se um grupo, definido por X e seus vizinhos que em uma rede quadrada são dados pelos sítios que se encontram em cima, baixo, esquerda e direita, com o qual serão somados os investimentos ($c = 0$ para não cooperadores e $c = 1$ para resto) de todo o grupo. Cada investimento é característico da estratégia, sendo multiplicados por um fator r , e enfim dividido igualmente pelos membros do grupo.

Para cada punidor no grupo, é descontado um parâmetro δ no ganho dos não cooperadores, representando a intensidade da punição. Além de, para cada não cooperador no grupo, ha um desconto no ganho dos punidores, sendo γ o parâmetro relacionado ao custo da punição Logo o payoff de um dado sítio é dado por

$$P_C = (1/5) r c (N_p + N_0) - c; \quad (1)$$

$$P_P = (1/5) r c (N_p + N_0) - c - \gamma N_C \quad (2)$$

$$P_D = (1/5) r c (N_p + N_0) - \delta N_p; \quad (3)$$

sendo C para cooperadores, P para punidores, D para não cooperadores, N_0 para número de cooperadores, N_p : número de punidores e N_C : número de não cooperadores no grupo do sítio X .

O mesmo cálculo é realizado com um desses vizinhos aleatório (Y) que possui seu próprio grupo. A dinâmica ocorre com a comparação dos payoffs dos 2 sítios escolhidos, através da função de Fermi

$$W_{x \leftarrow y} = \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{P_x - P_y}{k}\right)} \quad (4)$$

sendo k um ruído associado a irracionalidade nas interações. Assim o sítio X pode ser invadido, copiando a estratégia do outro jogador, com uma probabilidade W calculada com a equação acima.

Conclusões

- Cooperação é beneficiada pela presença de punidores em geral.
- Percebemos que o fenômeno de simbiose emerge em entes egoístas para custos de punições suficientemente altos.

Perspectivas

Tal punição é considerada uma punição em benefício próprio, pois consiste em punir jogadores próximos espacialmente para 'desmotivar' D's a explorarem a cooperação, assim em um encontro futuro o jogador coopere e ajude na manutenção da cooperação. Porém podemos imaginar um cenário onde o jogador punido pode sair das proximidades do grupo que jogou com ele. Essa situação se chama de punição altruísta pois o jogador punido possivelmente interagirá com outro grupo no futuro, talvez beneficiando esse outro grupo[4].

Referências

- [1] C. Hauert and G. Szabo. Prisoner's dilemma and public goods games in different geometries: compulsory versus voluntary interactions. *Complexity*, 8(4):31–38, 2003.
- [2] C. Hauert and G. Szabó. Game theory and physics. *American Journal of Physics*, 73(5):405–414, 2005.
- [3] M. Perc and A. Szolnoki. A double-edged sword: Benefits and pitfalls of heterogeneous punishment in evolutionary inspection games. *Scientific reports*, 5:11027, 2015.
- [4] M. H. Vainstein, A. T. Silva, and J. J. Arenzon. Does mobility decrease cooperation? *Journal of theoretical biology*, 244(4):722–728, 2007.