

Tendências e Modas: a abordagem de modelos baseados em agentes

Rafael Fernando Gigante

Prof. Dr. José Fernando Fontanari

Instituto de Física de São Carlos/Universidade de São Paulo

rafaelgigante7@usp.br

Objetivos

Inicialmente, o projeto visa implementar o modelo apresentado por Bettencourt[1], que considera uma população homogênea sem restrições nas interações entre os agentes—ou seja, qualquer agente pode influenciar ou ser influenciado por outro. A implementação e reprodução dos resultados serão realizadas utilizando a linguagem *Python*. Em seguida, redes complexas[2] serão incorporadas no modelo de Bettencourt, permitindo interações mais realistas entre os agentes e a representação de círculos sociais autênticos. O objetivo principal é entender os mecanismos por trás da formação espontânea de tendências e modas através de simulações baseadas em agentes e verificar como a topologia da rede de influência mútua entre os agentes afeta essa dinâmica.

Métodos e Procedimentos

A metodologia envolve a simulação de um sistema com N agentes que exibem propriedades emergentes ou coletivas, como tendências ou modas. Cada agente segue uma única tendência das L tendências disponíveis em um dado momento, e todas as tendências são inicialmente igualmente atrativas, sem viés. O crescimento ou declínio de cada tendência, chamado de momento, é dado por $p_i(t) = N_i(t) - N_i(t-1)$, onde $N_i(t)$ é o número de agentes que seguem a tendência i no tempo t .

As interações entre os agentes podem alterar suas tendências. Quando dois agentes i e j se encontram, se o momento da tendência de i , p_i , for menor que o de j , então i adota a tendência de j (pressão de conformismo). Caso contrário, se p_i for maior ou igual a p_j mas menor que um limiar p_{crit} , i adota uma nova tendência inédita (pressão por singularidade). Cada interação corresponde a um passo de tempo de $1/N$, e após N interações, os momentos das tendências são

recalculados.

Para interpretar e caracterizar o sistema descrito, são introduzidas algumas medidas globais, inspiradas por análogos da física estatística, que capturam propriedades relevantes. Os ciclos de ascensão e declínio das tendências podem ser vistos como uma alternância entre estados de ordem (uma única tendência dominante) e desordem (coexistência de várias tendências). Essa incerteza é medida pela entropia de Shannon S , definida como:

$$S = - \sum_{i=1}^L n_i \ln n_i, \quad (1)$$

onde $n_i = N_i/N$ representa a fração de agentes seguindo a tendência i . Para interpretar a criticalidade auto-organizada do sistema, utiliza-se a teoria de percolação, caracterizada por dois expoentes: a força de percolação P_c (fração do sistema ocupada pelo maior grupo) e a susceptibilidade de percolação S_c (tamanho médio dos grupos com o maior subtraído). Formalmente, tem-se:

$$P_c = \frac{\max(N_i)}{N} \quad (2)$$

e

$$S_c = \frac{\left(\sum_{i=1}^L N_i^2\right)}{N^2} - P_c^2. \quad (3)$$

Após a implementação do modelo descrito, será utilizada a biblioteca *NetworkX* do *Python* para a geração e visualização das redes complexas que representarão as redes sociais dos agentes. As redes serão geradas utilizando o modelo de grafo aleatório de Erdős-Rényi, o modelo de mundo pequeno de Watts-Strogatz e o modelo livre de escala de Barabási-Albert. Com esses modelos, será possível analisar como a topologia da rede influencia os ciclos de formação e declínio de tendências e modas.

Resultados

Com o modelo descrito, é possível gerar ciclos de formação e declínio das tendências. Esses ciclos são representados pelos gráficos das medidas mostradas nas Figuras 1 e 2. Quando surge uma tendência dominante ($P_c = 1$) a entropia atinge seu mínimo ($S = 0$), representando o estado mais ordenado do sistema. O máximo de entropia ocorre com uma distribuição uniforme $n_i = 1/L$, resultando em $S = \ln L$. A susceptibilidade de percolação, cujo gráfico foi omitido aqui, apresenta um comportamento semelhante, apresentando picos nos instantes em que P_c é mínimo e sendo nula quando este é máximo.

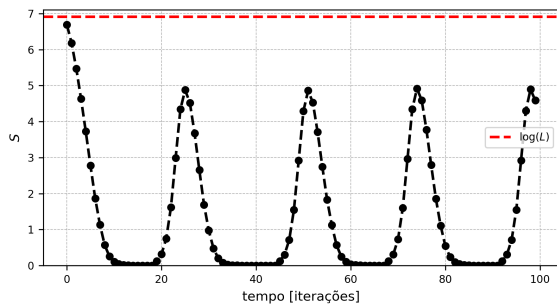


Figura 1: Entropia de Shannon para $N = 10^5$, $L = 10^3$ e $p_{crit} = 1$.

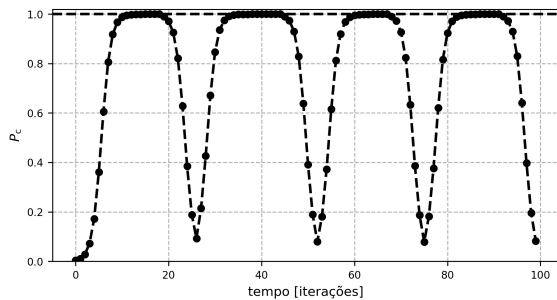


Figura 2: Força de percolação para $N = 10^5$, $L = 10^3$ e $p_{crit} = 1$.

Ao incluir redes complexas no modelo, foi possível obter resultados semelhantes aos apresentados anteriormente com os três modelos citados. A evolução do sistema é ilustrada na Figura 3, onde se observa a formação de uma tendência dominante (todos os agentes com a mesma cor), seu declínio e, em seguida, a formação de outra.

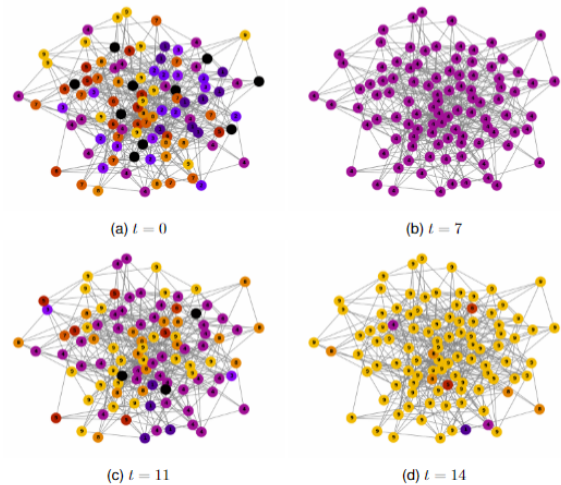


Figura 3: Evolução da rede complexa de agentes gerada pelo modelo de Erdős-Rényi com $N = 10^2$, $L = 10$ e $p_{crit} = 1$.

Conclusões

Nesse projeto foi desenvolvido um modelo baseado em agentes capaz de descrever o padrão dinâmico de formação e decaimento de tendências e modas considerando as pressões por conformismo e singularidade. Foram observados ciclos alternados de ordem, dominado por uma única tendência, e desordem onde muitas tendências pequenas competem por popularidade. Além disso, foram implementadas redes complexas para a geração da rede de interação entre os agentes, tornando assim o modelo mais realista.

Agradecimentos

Sou grato ao Fontanari por sua orientação e paciência durante o desenvolvimento deste projeto. Agradeço também à Universidade de São Paulo pelo apoio financeiro.

Referências

- [1] Luis MA Bettencourt. From boom to bust and back again: the complex dynamics of trends and fashions. *arXiv preprint cond-mat/0212267*, 2002.
- [2] Mark EJ Newman. The structure and function of complex networks. *SIAM review*, 45(2):167–256, 2003.