

Projeto de Iniciação Científica:

Estudo de Modelagem Matemática e Aplicação em Dinâmica Populacional

Aluno: Felipe da Cruz Rodrigues
Orientador: Prof. Fabiano Lemes Ribeiro

May 29, 2013

Abstract

Nesse projeto de pesquisa, apresenta-se um plano de estudo de modelagem matemática e computacional. Estamos interessados no estudo dos chamados *modelos baseados em agentes* e de suas aplicações em dinâmica populacional.

1 Introdução

O uso da modelagem matemática e computacional para a descrição de sistemas reais tem ganhado atenção significativa dentro da comunidade científica nos últimos anos. Essa abordagem teórica tem sido aplicada na predição e descrição de sistemas biológicos, econômicos, sociais, entre outros [1, 2, 3].

A utilização e estudo de *modelos* em substituição ao estudo de sistemas *in natura* permite a investigação de aspectos não acessíveis desses sistemas reais, seja por questões práticas ou econômicas. Por exemplo, podemos destacar as simulações de modelos computacionais de sistemas evolutivos sujeitos à seleção natural [4]. Esse tipo de simulação, que leva poucas horas para ser realizada em um computador comum, representa uma situação que levaria milhares de anos na natureza.

Dentre as técnicas comuns de modelagem podemos destacar pelo menos duas: i) a modelagem via equações diferenciais; e ii) a modelagem via modelos baseados em agentes. A modelagem via equações diferenciais é muito usada na descrição de dinâmica de populações, propagação de doenças, etc.. Este tipo de abordagem focaliza em *valores médios*, sem se ater à análise individual dos componentes do sistema a ser estudando. Os modelos baseados em agentes, por outro lado, descrevem detalhadamente os componentes do sistema. Cada componente do sistema é representado por um modelo computacional.

Nesse presente projeto de trabalho de iniciação científica, estamos interessados em estudar e modelar populações (características, emergência de padrões, etc) via modelos baseados em agentes.

2 Os Modelos Baseados em Agentes (MBA)

Os modelos baseados em agentes (MBA) são usados, principalmente, para o estudo de populações formadas por indivíduos que interagem entre si. Esses modelos simulam sistemas populacionais, representando cada indivíduo da população por *agentes* que possuem características próprias. Esse tipo de método é adequado para simular populações cujos componentes possuem características distintas e individuais. Os agentes são representados explicitamente e carregam tantas informações quantas forem convenientes para o interesse do modelador. Cada agente, dentro de uma simulação,

possui sua própria história de interações com o ambiente e com os outros agentes da população. O objetivo desse tipo de abordagem é capturar as interações locais que eventualmente são perdidas quando tratamos as populações por modelos tipo campo médio, como é o caso dos modelos de equações diferenciais.

Aplicação: Usando Modelos Baseados em Agentes para estudo de disseminação Cultural

Nesse presente trabalho estamos interessados em aplicar os MBA para estudo de sistemas sociais. Um proposta seria o estudo do chamado *modelo de Axelrod*, apresentado em [5] para descrever disseminação cultural.

Na tentativa de entender o processo de difusão cultural entre pessoas, Axelrod considerou duas premissas básicas:

1) Pessoas interagem com maior frequência com pessoas que possuem atributos culturais parecidos;

2) Essa interação promove uma maior proximidade cultural entre as pessoas.

Usando as próprias palavras de Axelrod : “a person is more likely to talk to someone who speaks a similar language than one who speaks a dissimilar language, and the very act of communication tends to make their patterns of speech even more similar” ¹. Axelrod estava interessado em responder a seguinte questão: se as pessoas tendem a se aproximar em termos culturais, por que as pessoas não convergem para um estado único de cultura (monocultura)? Sendo que, na verdade, as sociedades humanas são dominadas pela diversidade cultural (multicultura).

Para responder tal pergunta, Axelrod criou um modelo computacional baseado em agentes para simular uma população que apresenta características de forma a obedecer as premissas citadas. O que ele observou, pela simulação computacional, foi que o número de traços culturais (um parâmetro representado pela variável q) é uma quantidade importante. Quando há muitos traços culturais dentro de uma população (q grande), o sistema converge para um estado multicultural. No entanto, quando q é pequeno (menor que um certo valor crítico), a população converge para um estado de monocultura.

3 Objetivo: Aplicações do modelo de Axelrod

O modelo de Axelrod tem sido usado em diversas questões que envolvem interações entre indivíduos. Por exemplo, podemos citar o uso desse modelo: no estudo da dinâmica de votos em eleições (também conhecido por modelo do votante); no estudo de propagação de opiniões [2]; no estudo de dinâmica dos efeitos de mídia [6]. Nesse trabalho de iniciação científica gostaríamos de explorar essas aplicações. Em especial, gostaríamos de estudar e implementar computacionalmente um modelo baseado em agentes para estudar a evolução da linguagem e de sua manutenção dentro de uma população.

¹“É mais provável que uma pessoa se comunique com outra que fale uma língua similar, do que com outra que fala uma língua diferente, e o ato de comunicação tende a fazer com que os padrões de fala se tornem ainda mais similares”. Tradução livre.

4 Plano de Trabalho de 1 ano

- Estudo da literatura: Modelos matemáticos e computacionais. Em especial os livros-textos citados na referência bibliográfica desse projeto - 3 meses;
- Estudo e implementação computacional de uma plataforma computacional de um Modelo Baseado em Agentes - 2 meses;
- Estudo e implementação computacional do modelo de Axelrod - 2 meses;
- Estudo e aplicação do modelo implementado - 2 meses;
- Aplicação do modelo computacional implementado no estudo de emergência de linguagem - 2 meses;
- Redação do relatório de atividades - 1 mês;

References

- [1] Murray, J.D.. *Mathematical Biology: An Introduction*. 3rd edition, Springer Verlag, New York (2002).
- [2] N. Boccarda. *Modeling Complex Systems*. Springer-Verlag New York (2004).
- [3] G. Bendoricchio and S.E. Jorgensen. *Fundamentals of Ecological Modelling*. Elsevier Science; 3 edition (August 28, 2001).
- [4] Melanie Mitchell. *Complexity: A Guided Tour*. Oxford University Press (2009).
- [5] Axelrod R. *The dissemination of culture - A model with local convergence and global polarization*. Journal of Conflict Resolution 41(2), pp. 203-226 (1997).
- [6] González Avella J, Cosenza M G, Klemm K, Eguíluz V M & San Miguel M. *Information feedback and mass media effects in cultural dynamics*. Journal of Artificial Societies and Social Simulation 10(3)9 (2007).
- [7] K. Hoffmann and M. Schreiber. *Computational Statistical Physics*. Springer.