

Implementação de autômatos celulares com o uso de software livre

Daniel Vieira Franzolin¹

Sônia Ternes²

Concebida no campo da Ecologia, a modelagem baseada no indivíduo (MBI) é proposta como uma alternativa aos clássicos modelos matemáticos determinísticos. Nessa abordagem, os indivíduos são autônomos e o comportamento do sistema, como um todo, depende do comportamento individual de cada agente.

Autômato celular (AC) é uma das técnicas de MBI, constituída por um sistema dinâmico discreto composto de uma grade regular de células, cada uma possuindo um número finito de possíveis estados (do tipo “on” e “off”), que variam de acordo com um conjunto de regras de transição. Num dado momento, o estado de cada célula é determinado a partir do estado anterior de todas as células na sua vizinhança.

Os AC foram originalmente inventados por John Von Neumann e Stanislaw Ulam na década de 1940/1950, mas só puderam começar a ser usados com o advento de computadores de maior velocidade. A aplicação de autômatos celulares é vasta, com grande potencial de uso em estudos da dinâmica de mudança de uso do solo (SOARES-FILHO et al., 2002), avaliação do impacto de políticas públicas (OGUZ et al., 2007) e estudos de dispersão de doenças de impacto para a agricultura (FERREIRA; FERREIRA, 2005) .

¹ Universidade Estadual de Campinas; danielfranzolin@gmail.com

² Embrapa Informática Agropecuária; sonia@cnptia.embrapa.br

Este trabalho tem como objetivo avaliar ferramentas para implementação e simulação de modelos baseados em AC, preferencialmente disponíveis sob uma licença de software livre, visando ao reuso e à independência tecnológica.

Assim, a partir de ferramentas indicadas em artigos científicos, que possibilitam a implementação de AC, foi feita uma vasta busca na Internet, visando avaliar a usabilidade das ferramentas. No processo de caracterização dos softwares foram considerados: sistema operacional (Linux ou Windows), licença de uso, sob a qual o software está disponível, tipo de interface, flexibilidade de definição e implementação de regras e evolução do AC, disponibilidade de documentação, última atualização e versão disponível.

Paralelamente à caracterização foi feito o download e a instalação de várias ferramentas para qualificá-las conforme os critérios pré-estabelecidos. Dentre essas ferramentas foram testadas o Golly¹, o Cellulate² e o MASyV2³. Para efeito de uma avaliação aprofundada o Golly demonstrou-se mais recomendável, pois percebeu-se, pelas informações disponíveis em seu sítio web, que parece apresentar um grande potencial de uso.

Para testar esse software foi escolhida a regra de evolução conhecida como Jogo da Vida, desenvolvido pelo matemático britânico John Conway em 1970 (BERLEKAMP et al., 2001), um autômato celular que simula processos de evolução de células biológicas. As regras de atualização dos estados das células são descritas por:

- uma célula sobrevive (continua com um valor 1 ou “on”) se possui 2 ou 3 vizinhos vivos (com um valor 1);
- uma nova célula é criada num quadrado vazio (o seu valor passa de 0 a 1) se essa célula tem exatamente 3 vizinhos vivos.

¹ Disponível em: <http://golly.sourceforge.net/>

² Disponível em: <http://cellulate.sourceforge.net/>

³ Disponível em: <http://sourceforge.net/projects/masyv/files/MASyV/>

O Golly tem por padrão a implementação da regra do Jogo da Vida. O autômato testado no estado inicial possui dimensão 7, como mostrado na Figura 1. O sistema operacional usado para a execução do software foi o Ubuntu 10.04.

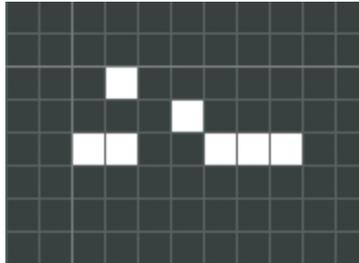


Figura 1. Estado inicial do autômato.

A Figura 2 apresenta o estado do autômato após 50 iterações. A ferramenta Golly mostrou-se eficaz na execução de modelos com regras simples de evolução.

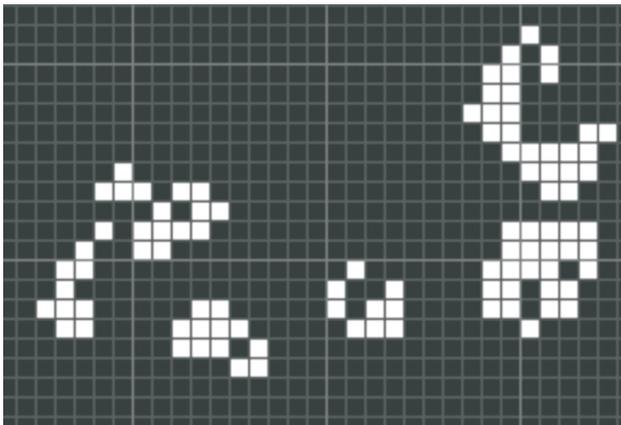


Figura 2. Estado após 50 iterações.

O Golly é um software visualmente amigável, de fácil uso e com abertura para utilização de *scripts* nas linguagens de programação Python e Perl para a implementação das regras de evolução das

células. Apresenta disponível, em seu site, um grande número de exemplos que facilitam a familiarização com o software. Entretanto, o Golly (disponível no repositório do Ubuntu) ainda utiliza uma versão obsoleta da linguagem Python para implementar scripts que calculam densidade e mudam a forma de evolução, dentre outras funções. A versão do Python em uso pelo Golly é a 2.5, porém, atualmente, o suporte é dado a partir da versão 2.7.

Não houve imprevisto na instalação do Golly, porém na instalação de outras ferramentas como Cellulate e MASyV, surgiram problemas com bibliotecas de código antigas e necessárias para a execução, erros de compilação, dependência de outros softwares e documentação desatualizada.

Portanto, o Golly mostrou ser uma ferramenta promissora por permitir a inserção de diferentes regras de iteração e pela possibilidade de implementação de *scripts* em duas linguagens de programação de grande aplicabilidade (Python e Perl), o que implica uma grande flexibilidade de uso da ferramenta. Como sequência deste trabalho, pretende-se implementar e simular modelos de AC mais complexos, permitindo complementar a avaliação das ferramentas no que se refere ao desempenho e robustez dos softwares¹.

Referências

BERLEKAMP, E.; CONWAY, J.; GUY, R. H. **Winning ways for your mathematical plays**. 2nd ed. Natick: A.K. Peters, 2001. 296 p. v. 1.

FERREIRA, I. E. P.; FERREIRA, C. P. Modelagem matemática para dispersão de fungos patogênicos no campo via autômatos celulares. 2005. In: CONGRESSO DE FÍSICA APLICADA A MEDICINA, 4., 2005, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Unesp, Instituto de Biociências, 2005. p. 43-44.

OGUZ, H.; KLEIN, A.G.; SRINIVASAN, R. Using the sleuth growth model to simulate the impacts of future policy scenarios on urban land use in

¹ Os autores agradecem o CNPq pela concessão da bolsa PIBIC, sob a qual o trabalho está sendo desenvolvido.

the Houston-Galveston-Brazoria CMSA. **Research Journal of Social Sciences**, v. 2, p.72-82, 2007.

SOARES-FILHO, B. S.; PENNACHIN, C.; CERQUEIRA, G. DINAMICA – a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. **Ecological Modelling**, v. 154, n. 3, p. 217-235, Sept. 2002