

Dois experimentos com atualização assíncrona por prioridade de vizinhança em autômatos celulares elementares

Felipe S. A. e Silva, Marcelo V. Rozanti
Prof. Dr. Pedro Paulo Balbi de Oliveira

Motivação e Objetivo

Um autômato celular consiste em um reticulado de células, cada uma com um número finito possível de estados, discretos. O reticulado pode ser de qualquer número finito de dimensões. Uma configuração inicial é selecionada atribuindo um estado para cada célula. A cada iteração, uma nova configuração é criada, de acordo com alguma regra fixa, de ação local, que determina o novo estado de cada célula em termos do estado atual da célula e dos estados das células vizinhas. Tipicamente a atualização dos estados é feita de forma síncrona. Um conjunto fundamental deles, chamados Autômatos Celulares Elementares (ACEs) são os ACs unidimensionais binários, com 3 células por vizinhança. O presente projeto explora os ACEs com um tipo específico de atualização assíncrona de estados, com o objetivo de estudar duas importantes propriedades em configurações cíclicas:

- conservabilidade numérica;
- capacidade de classificação de densidade.

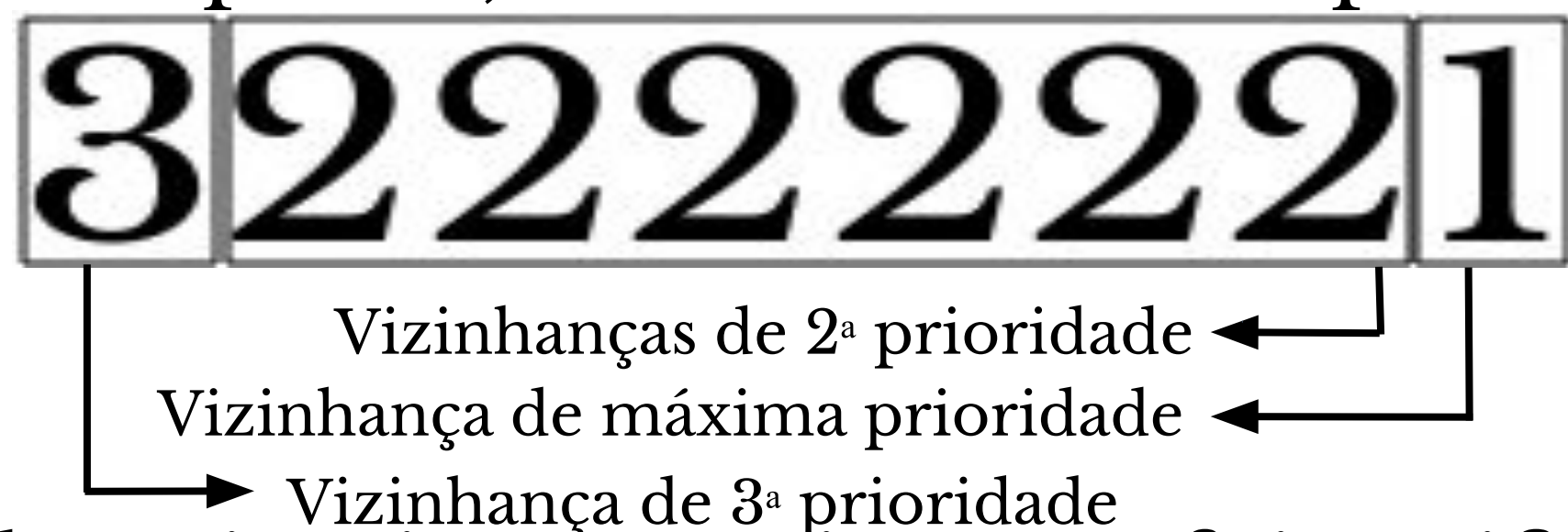
Uma execução é dita conservativa caso, para qualquer configuração inicial, a soma dos estados das células se mantém constante ao longo da evolução temporal². Já a capacidade de classificação de densidade se dá quando o reticulado cíclico de um ACE torna-se totalmente preenchido pelo estado predominante na configuração inicial. Para tanto, assume-se necessariamente que o reticulado tem tamanho ímpar.

Os ACEs são enumerados por suas regras de transição, de 0 a 255, o que é conhecido como número de Wolfram¹. Uma definição direta de regra de transição consiste na enumeração de todas as combinações de estado possíveis da vizinhança de uma célula, e do próximo estado associado a elas, o que define a função local a ser usada na evolução temporal do reticulado; a Fig. 1 ilustra o caso para o ACE 184.



Figura 1: As 8 transições de estado da regra que definem a regra elementar 184.

Quando executados de forma assíncrona, ACs definem vários esquemas possíveis de atualização, como o esquema independente aleatório, o esquema de ordem aleatória, o esquema cíclico, entre outros. Neste trabalho os ACEs são executados com uma nova estratégia de atualização assíncrona “por prioridade da vizinhança”, em que os esquemas associados contém a prioridade da atualização de cada uma das 8 possíveis vizinhanças do espaço elementar, as quais deverão ser seguidas deterministicamente durante as evoluções temporais, conforme o exemplo a seguir:



O objetivo do primeiro experimento foi verificar se a regra 184, que é uma das regras conservativas em modo síncrono e também a mais rica do ponto de vista dinâmico entre as conservativas, se mantém conservativa em algum esquema de atualização assíncrono.

Considerando que é fato conhecido que nenhum AC síncrono é capaz de classificar densidade perfeitamente, o objetivo do segundo experimento foi verificar se algum ACE poderia adquirir essa capacidade em modo assíncrono.

Metodologia

Ambos os experimentos foram de natureza computacional. Foram testados comprimentos de reticulado (N) sucessivamente maiores, de N=5 em diante. Para o primeiro experimento, foram testados esquemas de atualização *independentes* para o ACE 184, i.e., os esquemas cujas dinâmicas são definidas pelas transições *ativas* de estado da regra, as que mudam o estado da célula central. Para o segundo experimento, foram escolhidas regras *balanceadas* (as que têm quatro transições de estado para cada um dos estados, 0 e 1) e que tivessem no máximo 75 esquemas independentes por regra; o balanceamento se deve a uma condição necessária do problema, e a restrição em 75 esquemas para diminuir as demandas computacionais.

Conclusões e resultados

Experimento 1

Em relação à conservabilidade, a execução da regra 184 com todas as configurações iniciais de comprimento até N=15, e com todos os seus esquemas de prioridade independentes, resultou num conjunto de esquemas assíncronos em que a regra permanece conservativa, como mostra a Fig. 2. Nota-se, entretanto, que todos correspondem ao modo síncrono, já que eles só diferem entre si nas prioridades das transições inativas, e as prioridades das ativas são as mesmas em cada esquema.

Regra	Esquema
184	32222221
	31111112
	23333331
	21111113
	13333332
	12222223
	22222221
	21111112
	21111111
	12222222
	12222221
	11111112
	11111111

Figura 2: Todos os esquemas assíncronos conservativos da regra 184 são equivalentes.

Experimento 2

Já em relação à capacidade de classificação de densidade, a simulação das determinadas regras e esquemas de prioridade independentes até comprimento N=7 bastou para mostrar que nenhuma das regras elementares testadas foi capaz de classificar a densidade totalmente, qualquer que fosse o esquema de atualização independente utilizado.

A próxima etapa deste trabalho consiste em executar o segundo experimento com algumas das regras restantes, que contém maiores números de esquemas independentes de atualização assíncrona.

Referências

1. p. 305, 2011. WOLFRAM, S. *A new kind of science*. [S.l.]: Wolfram media Champaign, IL, 2002. v. 5.
2. BOCCARA, N.; FUKS, H. Number-conserving cellular automaton rules. *Fundamenta Informaticae*, IOS Press, v. 52, n. 1-3, p. 1-13, 2002.