



## Numerische Simulationsverfahren im Ingenieurwesen

### Hausaufgabenblatt 2

WS 18/19

### Thema: Zweidimensionale, zelluläre Automaten

#### Programmieraufgabe: Conway's game of life

Schreiben Sie eine Funktion `NumSimHA2(n, J, k)`, welche ein Gitter aus  $n \times n$  Kästchen in Figure 1 ausgibt. Ein Kästchen kann den Zustand 0 (weiß) oder 1 (schwarz) annehmen.

Je nach der Wahl von  $k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ , soll nach dem Ausführen der Funktion die zeitliche Entwicklung einer von fünf Ausgangskonfigurationen des zweidimensionalen zellulären Automaten gezeigt werden.

Die zeitliche Entwicklung mit insgesamt  $J$  Zeitschritten soll dabei folgenden Regeln unterliegen:

Zellraum:  $n \times n$  Gitter

Nachbarschaft: Moore-Nachbarschaft  $\mathbb{N}_{ij}$  mit Radius  $r = 1$

Zustandsmenge:  $\{0, 1\}$ , wobei 0 eine „tote“ und 1 eine „lebende“ Zelle beschreibt

Update-Regel: 
$$z_{ij}(t + 1) = \begin{cases} 1, & \text{wenn } \sum_{(k,l) \in \mathbb{N}_{ij}} z_{kl}(t) = 3 \\ 1, & \text{wenn } \sum_{(k,l) \in \mathbb{N}_{ij}} z_{kl}(t) = 4 \text{ und } z_{ij} = 1 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

Es sollen außerdem stets periodische Randbedingungen verwendet werden.

Nach jedem Zeitschritt soll die sich ergebende Verteilung in der Figure 1 geplottet werden. Damit es fortlaufend zur Darstellung als Video kommt können Sie in Ihrer Zeitschleife z.B. einen Befehl wie `pause(10^-6)` verwenden.

Bitte versuchen Sie ihren Code so zu optimieren, dass das Video bei einem vorgegebenen  $n, J$ , und  $k$  so schnell wie möglich durchläuft.

**Verwenden Sie insgesamt nur eine Schleife** (Zeitschleife). Versuchen Sie, jede neue räumliche Verteilung innerhalb der Zeitschleife ohne weitere Schleifen, sondern ausschließlich mit Matrixoperationen zu berechnen. Versuchen Sie außerdem, jede neue räumliche Verteilung innerhalb der Zeitschleife ohne die Anwendung von Abfragen wie z.B. `if, else if, else` oder `switch, case, otherwise` zu erhalten.

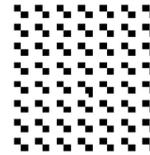
Im Folgenden werden nun die fünf Anfangsverteilungen gegeben:

$k = 1$ : Zufällige Verteilung

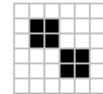
Schwarze oder weiße Kästchen mit der Wahrscheinlichkeit 0.5.

$k = 2$ : Beacon mit Fehler

Eine Anfangsverteilung im Stil des folgenden Bildes:



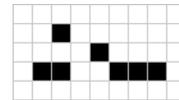
Erstellen Sie hierfür in einem  $6 \times 6$  -Feld die Struktur „Beacon“, replizieren Sie diese anschließend und bauen Sie ein weiteres schwarzes Kästchen als Fehler ein.



(Die Forderung, dass der Ausgabe Plot aus genau  $n \times n$  Kästchen besteht kann hier im Sinne eines „periodischen Mosaiks“ etwas gelockert werden. Runden Sie entweder auf oder ab. Positionieren Sie den kleinen Fehler im Mosaik ungefähr mittig in Ihrem Plot.)

$k = 3$ : Acorn

Eine Anfangsverteilung im Stil des folgenden Bildes:



(Positionieren Sie die Struktur ungefähr mittig im  $n \times n$  Gitter.)

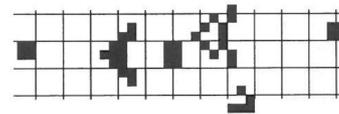
$k = 4$ : Spacefiller

Erstellen Sie den „Spacefiller Max“ ([www.conwaylife.com/wiki/Max](http://www.conwaylife.com/wiki/Max)) als

Anfangskonfiguration. Positionieren Sie die Struktur ungefähr mittig im  $n \times n$  Gitter.

$k = 5$ : Gleiterkanone

Eine Anfangsverteilung im Stil des folgenden Bildes:



(Die Gleiterkanone soll sich ganz oben links in Ihrem Plot befinden.)

Zusatzaufgabe: Fügen Sie in die Anfangskonfiguration an einer beliebigen Position im Feld eine zweite Gleiterkanone ein, sodass sich die Gleiter der beiden Kanonen gegenseitig auslöschen.

Nachdem das Video abgelaufen ist, soll ihre Funktion außerdem eine Figure 2 ausgeben, in der das Verhältnis von lebenden Zellen zu der Gesamtzellenanzahl (also z.B. 0.5 ganz am Anfang bei  $k = 1$ ) über allen Zeitschritten dargestellt wird. Verwenden Sie dafür eine doppellogarithmische Darstellung.

*Hinweise zur Abgabe der Programmieraufgabe:*

Das Skript NumSimHA2.m bitte als Anhang einer E-Mail mit dem Betreff NumSimHA2 an [j.benad@tu-berlin.de](mailto:j.benad@tu-berlin.de) senden.

Die Abgabedeadline ist der 19.11.2018 um 14<sup>15</sup> Uhr.

Bitte in dem Skript die folgende Form verwenden:

```
% Nachname1      Matrikelnummer1      (Liste bitte alphabetisch nach Nachnamen ordnen)
% Nachname2      Matrikelnummer2
% Nachname3      Matrikelnummer3
% Nachname4      Matrikelnummer4

function NumSimHA2(n, J, k)

    % Hier den Code einfügen. Bitte gut kommentieren.

end
```