



## Numerische Simulationsverfahren im Ingenieurwesen

### Hausaufgabenblatt 2

WS 19/20

### 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  $k \in \{1, 2, 3, 4\}$ , soll nach dem Ausführen der Funktion die zeitliche Entwicklung einer von vier 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.

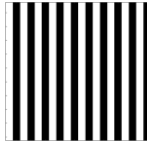
Im Folgenden werden nun die vier Anfangsverteilungen gegeben:

$k = 1$ : Zufällige Verteilung

Schwarze oder weiße Kästchen mit der Wahrscheinlichkeit 0.5.

$k = 2$ : Virus auf Streifen

Eine Anfangsverteilung im Stil des folgenden Bildes:

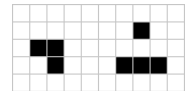


Erstellen Sie einen  $1 \times 2$ -Vektor mit den Elementen Null und Eins, anschließend replizieren Sie diesen. Bauen Sie nun eine *möglichst kleine* Störung in Form von falsch belegten Kästchen in das Feld ein, welche die Streifenstruktur von der Mitte ausgehend zerstört.

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

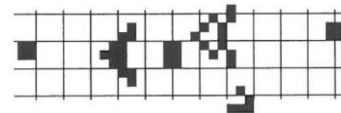
$k = 3$ : „Die hard“

Erstellen Sie die folgende Struktur ([www.conwaylife.com/wiki/Die\\_hard](http://www.conwaylife.com/wiki/Die_hard)) als Anfangskonfiguration und positionieren Sie diese ungefähr mittig im  $n \times n$  Gitter.



$k = 4$ : 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 21.11.2019 um 12<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
```