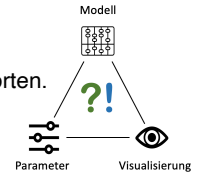
GAME OF LIFE – CHEAT SHEET

Simulationen

Simulationen gehen von einer Fragestellung aus und versuchen diese zu beantworten.



3 Bestandteile:
- Modell (vereinfachtes Abbild der Wirklichkeit)
- Parameter (können verändert und ihr Einfluss auf das Geschehen beobachtet werden)
- Visualisierung (graphische Darstellung; optional)

Game of Life

MODELL

Das Game of Life simuliert eine Welt über die Zeit. Die Welt besteht aus einem zweidimensionalen Raster von Zellen.

Jede Zelle kann **zwei Zustände** annehmen:
- 1: lebend
- 0: tot

Jede Zelle hat 8 **Nachbarzellen**:

1	2	3
8		4
7	6	5

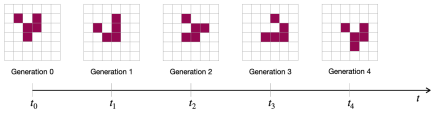
Der **Zustand** einer Zelle **zum Zeitpunkt *t+1*** ermittelt sich aus dem Zustand der Zelle und den Zuständen ihrer Nachbarzellen zum Zeitpunkt *t*.

Regeln

Zeitpunkt *t*			Zeitpunkt *t+1*
Zustand Zelle	**Anzahl lebender Nachbarn**		**Zustand Zelle** (neu)
lebend	< 2	(Unterpopulation)	tot
	> 3	(Überpopulation)	
	∈ {2,3}	(Überleben)	lebend
tot	3	(Geburt)	

Eine **Generation** ist der *Zustand der Welt* zu einem *Zeitpunkt t*.

Neue Generationen werden zyklisch berechnet. Die Länge dieser Zyklen ist die **Ticklänge**, die Zeitpunkte werden **Ticks** genannt.



Umsetzung in Python

Abbildung der Welt als 2D-Array (Matrix)

Die **Welt** wird in einem **2-dimensionalen Array** (auch **Matrix** genannt) abgebildet.

Arrays (in Numpy)

Arrays als Datentyp sind nicht in Python integriert. Um Arrays zu verwenden wird eine **Bibliothek** benötigt, z.B. NumPy (Numerical Python), die mathematische Berechnungen mit mehrdimensionalen Arrays (Matrizen) erlaubt.

```
import numpy as np
```

Eindimensionale Arrays sind sehr ähnlich wie Listen:
- **Definition** eines Arrays mit `np.array`:
  ```
  my_array = np.array([])
  my_array = np.array([1,2,3,4])
  ```
- Ihr Array hat den **Typ**
  `type(my_array)` —> numpy.ndarray
  ndarray steht für n-dimensional array
- **Zugriff** auf das erste Element eines Arrays:
  `my_array[0]` —> 1
- Zugriff auf Teilbereiche von Arrays mittels **Teilbereichsoperator**: `[`*von*`:`*bis und ohne*`:`*Schrittlänge*`]`

In **zweidimensionalen Arrays** ist jede Zeile ein Array.
- **Definition**:
  ```
  array_2d = np.array([[0,1,0],[1,1,1]])
  —> [[0, 1, 0],
      [1, 1, 1]]
  ```
- **Leere Welt** erstellen: **Matrix von Nullen**
  `new_world = np.zeros((4,8), int)`
  (Dimension n.m: Tupel (n Zeilen, m Spalten); Datentyp)
- **Zugriff** auf das Element (1,2) eines Arrays:
  `array_2d[1][2]` —> 1
- **Konstellation in die Welt einfügen**:
  Teilbereich ersetzen:
  `new_world[1:3,2:5]=array_2d`

(0,0) 0	(0,1) 0	(0,2) 0	(0,3) 0	(0,4) 0	(0,5) 0	(0,6) 0	(0,7) 0
(1,0) 0	(1,1) 0	(1,2) 0	(1,3) 1	(1,4) 0	(1,5) 0	(1,6) 0	(1,7) 0
(2,0) 0	(2,1) 0	(2,2) 1	(2,3) 1	(2,4) 1	(2,5) 0	(2,6) 0	(2,7) 0
(3,0) 0	(3,1) 0	(3,2) 0	(3,3) 0	(3,4) 0	(3,5) 0	(3,6) 0	(3,7) 0

- Zufällige Welt (Matrix mit zufälligen Werten) im Bereich [Minimum, Maximum[erstellen z.B. [0,2[, für zufällige Werte aus {0,1}:
  `np.random.randint(0,2,(20,40))`
  (Minimum; Maximum (exklusiv); Dimension: Tupel (Zeilen, Spalten))
- **Dimension**:
  `shape` liefert den Tupel (Zeilen, Spalten)
  `dimension = new_world.shape` —> (4, 8)
  `height = new_world.shape[0]` (Anz. Zeilen)
  `width = new_world.shape[1]` (Anz. Spalten)
- **Iteration (Schleife) über alle Zellen**:
  `np.ndindex` liefert alle Koordinatenpaare (i,j) einer Matrix der Dimension (Zeilen, Spalten)
  ```
  for index in np.ndindex(dimension):
      print(index)
  ```
  —> (0,0), (0,1), …, (3,7)

VISUALISIERUNG

Eine graphische Darstellung (Visualisierung) ist für eine Simulation nicht zwingend nötig, aber eine gute Visualisierung trägt zu einem besseren Verständnis bei.

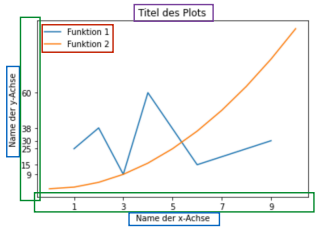
Die Bibliothek pyplot aus matplotlib erlaubt die graphische Darstellung (Plots).

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

Beispiel Funktionsplots

- Werte für x und y definieren:
  ```
  x=[1,2,3,4,6,9]
  y=[25,38,9,60,15,30]
  ```
- Plot definieren
  `plt.plot(x,y,label='Funktion 1')`
- Werte für einen zweiten Plot definieren:
  ```
  x1=np.arange(0,11,1)
  y1=x1**2 (x1²)
  ```
- Zweiten Plot definieren
  `plt.plot(x1,y1,label='Funktion 2')`
- Achsennamen
  ```
  plt.xlabel('Name der x-Achse')
  plt.ylabel('Name der y-Achse')
  ```
- Achsenbeschriftung:
  ```
  plt.xticks(np.arange(1,11,step=2))
  plt.yticks(y)
  ```
- Titel des Plots
  `plt.title('Titel des Plots')`
- Legende
  `plt.legend()`
- Plot anzeigen
  `plt.show()`

(Werte verteilen: `np.arange(von, bis (exklusiv), Schrittweite)`)



Welt darstellen: Matrix plotten

- **Matrix plotten** (graphisch darstellen):
  `plt.imshow(new_world, cmap=plt.cm.Blues)`
  (Farbschema; Argument der Funktion imshow spezifizieren mit `cmap=…`)
- **Beschriftung** der x- und y-**Achsen**
  `plt.xticks([1,2,5,7])` <— festgelegte Werte
  Für Zeilen- und Spalten-Indizes:
  ```
  plt.xticks(range(0, new_world.shape[1]))
  plt.yticks(range(0, new_world.shape[0]))
  ```
  falls ***keine*** Beschriftung gewünscht:
  leere Arrays übergeben:
  `plt.xticks([]), plt.yticks([])`
- **Titel**
  `plt.title('Plot der Welt')`
- Plot anzeigen
  `plt.show()`