

# Programmeervaardigheden

## Opdracht 1: Cellulaire Automaten in Python

*2B Bio-Ingenieur  
Academiejaar 2012-2013*

Bart Meyers  
bart.meyers@ua.ac.be

### Belangrijke informatie

- Maak deze opdracht per twee.
- Dien de opdracht in op Blackboard, onder “opdrachten”.
- De deadline is maandag 11 maart 2013 om 23u55 (volgens de klok van Blackboard!).
- Je krijgt feedback op 25 maart 2013.
- Belangrijke bestanden:
  - assignment1.pdf: de beschrijving van de opdracht.
  - gopers\_gun.py: je startpunt voor de implementatie van Conway’s Game of Life. Je zal dit bestand moeten aanpassen.
  - gas\_diffusion.py: je startpunt voor de implementatie van Gasdiffusie. Je zal dit bestand moeten aanpassen.
  - show.pyc: een Python module met code die jouw cellulaire automaat visueel kan weergeven.
  - gopers\_gun\_solution.pyc: een voorbeeldoplossing voor Conway’s Game of Life (dubbelklikken om uit te voeren).
  - gas\_diffusion\_solution.pyc: een voorbeeldoplossing voor Gasdiffusie (dubbelklikken om uit te voeren).
- Benodigdheden: Python.
- Materiaal: Slides chapter 1 en 2.

## Doelstelling

De bedoeling van deze opdracht is dat je twee voorbeelden van cellulaire in Python implementeert, gebruik makend van de gegeven Python bestanden. Deze opdracht test het gebruik van lijsten, lussen en if-testen.

## Achtergrond

Een cellulaire automaat is een veelgebruikt simulatiemodel uit de theoretische biologie. Het kan gebruikt worden voor het simuleren, en dus analyseren en voorspellen van diffusie van gassen of vloeistoffen, de vlucht van vogels in een zwerm, ziekte-epidemieën in populaties, of stedenbouw, volgens een aantal eenvoudige regels.

Een cellulaire automaat wordt opgebouwd uit een seed en regels. De *seed* is een n- of meerdimensionaal raster van cellen dat een gediscretiseerde voorstelling is van een doorgaans continu universum voorstelt (doorgaans komen deze cellen overeen met coördinaten in dit universum). Elke cel kan een waarde hebben, bijvoorbeeld al dan aanwezig zijn van een besmette mens op een vierkante meter, of de dichtheid van een gas per vierkante centimeter.

Het gedrag van het universum (doorgaans in de tijd) wordt bepaald door de *regels*. Volgens deze regels wordt er per tijdstap voor elke cel een nieuwe waarde berekend, aan de hand van haar eigen waarde en die van haar nabije cellen. Een vogel zal zich bijvoorbeeld verplaatsen naar een positie met minder tegenwind, een gas zal makkelijker naar een plaats vloeien waar er minder massadichtheid is, en veel mensen zullen liever dichtbij stadskernen gaan wonen.

De regels en de seed moeten zo goed mogelijk overeenkomen met de werkelijkheid om een zinvolle simulatie te verkrijgen. De cellulaire automaat is dus een abstractie van een realistisch gedrag. Sommigen beweren zelfs dat het universum in wezen een cellulaire automaat is.

## Opdracht

De opdracht bestaat uit het oplossen van twee problemen met cellulaire automaten.

### Conway's Game of Life

Als eerste opdracht zal je een artificiële cellulaire automaat moeten implementeren: de Gosper Glider Gun volgens de regels van John Conway's Game of Life<sup>1</sup>. John Conway bedacht in de jaren '70 de "Game of Life" als een wiskundig spel. Het gaat om een cellulaire automaat waarin het universum een tweedimensionale matrix is, en elke cel twee waarden kan hebben: 0 of 1 (oftewel dood of levend). Bij een nieuwe tijdstap wordt elke cel berekend aan de hand van haar eigen waarde en de acht omliggende cellen. De Game of Life bevat steeds de volgende regels:

- een levende cel (waarde 1) met minder dan twee levende omliggende cellen sterft door onderpopulatie;
- een levende cel met twee of drie levende omliggende cellen blijft leven;
- een levende cel met meer dan drie overlevende omliggende cellen sterft door overpopulatie;
- een dode cel met exact drie levende omliggende cellen wordt levend door reproductie;
- een dode cel met niet exact drie levende omliggende cellen blijft dood.

---

<sup>1</sup>Lees hierover meer op Wikipedia: [http://en.wikipedia.org/wiki/Conway%27s\\_Game\\_of\\_Life](http://en.wikipedia.org/wiki/Conway%27s_Game_of_Life).

Naargelang de seed kunnen er interessante patronen optreden, zoals we zullen merken in deze opdracht, genaamd de “Gosper Glider Gun”.

Merk op dat we steeds uitgaan van de acht omliggende cellen of buren. Hierdoor rijst de vraag: wat doen we met cellen aan de rand van het universum oftewel matrix? In deze opdracht zal je het universum moeten beschouwen als een “torus”: buren die buiten de rand van de matrix zouden vallen, liggen aan de “overkant” van de matrix. De buren van element 5 van de onderstaande matrix zijn dus 1, 2, 6, 9, 10, maar ook 4, 8, 12. De buren van cel 4 zijn 3, 7, 8, 1, 5, 15, 16, 13. Op deze manier heeft elke cel 8 buren.

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

Concreet luidt de opdracht als volgt:

1. Implementeer de Game of Life in `gospers_gun.py`. Merk op dat de seed-matrix al gegeven is (als een lijst van lijsten) die zal resulteren in het patroon Gosper Glider Gun. Je zal ervoor moeten zorgen dat je nieuwe universum cel per cel opgebouwd wordt volgens de vijf regels die hierboven beschreven zijn. Dit gebeurt in totaal voor `TIME` (zie begin `gospers_gun.py`) tijdstappen. Zorg ervoor dat je een lijst aanmaakt met het universum op elk tijdstip, dus een lijst met `TIME` universums. Bekijk `gospers_gun_solution.pyc` om het gewenste gedrag te bekijken.
2. Zorg ervoor dat je oplossing ook werkt voor de cellen aan de rand van het universum, zodat het universum in feite een “torus” is.
3. Voer je oplossing uit voor meer tijdstappen, bijvoorbeeld 1000. Wat gebeurt er? Is het universum periodiek oftewel “stabiel”?
4. Schrijf een kort verslag (ongeveer 500 woorden) waarin je je oplossing uitlegt, moeilijkheden en hun oplossingen aankaart en je resultaten analyseert.

## Gasdiffusie

Als tweede opdracht zal je de verspreiding van gassen simuleren met cellulaire automaten. In dit model kunnen cellen een waarde hebben tussen 0 en 1 (die de dichtheid van het gas voorstelt) of -1, als het gaat om een cel met obstakel (bijvoorbeeld een muur). Stel (een) regel(s) op die de verspreiding van het gas modelleren: de nieuwe gasdichtheid van elke cel is het gemiddelde van alle omliggende cellen die geen obstakel zijn. Als een cel de waarde 1 heeft is dit een speciaal geval: we gaan ervan uit dat dit een gasbron is, en de waarde 1 zal blijven. Het universum is net als in de vorige opdracht een “torus”.

Concreet luidt de opdracht als volgt:

1. Bedenk volgens welke regels de nieuwe waarde van een cel berekend wordt.
2. Implementeer de regels in `gas_diffusion.py`. Merk op dat de seed-matrix al gegeven is (als een lijst van lijsten) waarbij twee gasbronnen in een nauw omsloten ruimte gemodelleerd zijn. Zorg er weer voor dat je een lijst aanmaakt met het universum op elk tijdstip, dus een lijst met `TIME` universums. Bekijk `gas_diffusion_solution.pyc` om het gewenste gedrag te bekijken.
3. Zorg ervoor dat je oplossing ook werkt voor de cellen aan de rand van het universum, zodat het universum in feite een “torus” is.

4. Voer je oplossing uit voor meer tijdstappen, bijvoorbeeld 500.
5. Schrijf een kort verslag (ongeveer 500 woorden) waarin je je oplossing uitlegt, moeilijkheden en hun oplossingen aankaart en je resultaten analyseert.