

Naam: Collegekaart-nummer:

- Legitimatie verplicht.
- Tijdens de eerste 30 minuten mag de zaal niet worden verlaten.
- Op de tafel: legitimatie, tentamenvel, schrijfgerei, rekenmachine, A4tje met aantekeningen, eten, drinken.
- Niet op de tafel: al het overige, in het bijzonder telefoon en/of apparaten met internet.
- Het gebruik van markeerstiften is niet toegestaan.
- Als je naar het toilet wilt, steek dan een vinger op om een surveillant te waarschuwen. Hij of zij zal je toestemming geven om te gaan en met je meelopen naar het toilet. Toiletbezoek is niet toegestaan tijdens het eerste en het laatste halfuur van het tentamen. Redelijkerwijs gaat de surveillant er vanuit dat je hooguit éénmaal tijdens het tentamen het toilet bezoekt.
- Het is verboden een apparaat met internettoegang mee naar het toilet te nemen.
- Verplicht inleveren: alle antwoordbladen, ook als ze leeg zijn.
- Niet verplicht inleveren: de opgavenbladen.
- Nadat de zaal is verlaten, is het niet toegestaan te verblijven in de gangen/hal direct buiten de zaal in verband met geluidsoverlast.
- De instructies van de surveillant dienen te worden opgevolgd.

Meerkeuze antwoorden

- Bij elke vraag is steeds precies één antwoord het juiste. In enkele gevallen kunnen andere antwoorden “bijna juist” of “deels juist” zijn. In dergelijke gevallen geldt het beste antwoord.
- Antwoord in de daarvoor bestemde vakjes door een kruisje te plaatsen. Heb je je vergist, kras dan het kruisje door, en zet een kruisje in een ander vakje.
- Het is mogelijk om aan de surveillant een nieuw antwoordvel te vragen. Onze voorraad vellen is eindig, first come first serve.
- Omdat er verschillende versies van de opgaven bestaan, correspondeert de volgorde van de meerkeuzevragen opgaven niet altijd met de volgorde van de stof zoals die behandeld is in de colleges.

Succes!

	A	B	C	D
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				

	A	B	C	D
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				

	A	B	C	D
17.				
18.				
19.				
20.				
21.				
22.				
23.				
24.				

Kladpapier.

Meerkeuzevragen

1. (Speltheorie.) Geef alle Nash-evenwichten van

	C	D
C	$(-2, 3)$	$(3, -2)$
D	$(1, 1)$	$(-2, 2)$

- (a) $\{(3/8, 5/6)\}$.
 (b) $\{(5/8, 1/6)\}$.
☒ $\{(1/6, 5/8)\}$.
 (d) Een ander antwoord.

Toelichting. Er zijn geen pure evenwichten (wandelen de toeren $CC \rightarrow DC \rightarrow DD \rightarrow CD \rightarrow CC$).

Dan gemengde strategieën. Zoals gebruikelijk staat (p, q) voor het strategieprofiel waarbij Rij met kans p , en Kolom met kans q samenwerkt. Als Rij en Kolom gemixte strategie respectievelijk p en q onderhouden, dan zijn beiden indifferent als $6q - 1 = 0$ en $-8p + 5 = 0$. Samen geeft dit gemengd evenwicht $(p, q) = (1/6, 5/8)$.

2. (Speltheorie.) De uitbetalingsmatrix voor het SIEPD is, zoals bekend, gelijk aan

	C	D
C	$(1, 1)$	$(0, \alpha)$
D	$(\alpha, 0)$	$(0, 0)$

Geef voor de volgende configuraties aan of de centrum-cel meewerkt in de volgende generatie.

C	D	C	C	C	C
C	D	C	D	C	D
C	C	D	C	C	D
$\alpha = 1.2$			$\alpha = 1.4$		
$U_{\max} = (C, 7.3)$			$U_{\max} = (D, 7.0)$		

Het paar $U_{\max}$ staat voor de toestand van de cel met de hoogste opbrengst van alle cellen in de omgeving.

Welke van de volgende uitspraken zijn waar?

- i) In de eerste configuratie gaat de centrum-cel meewerken.
 ii) In de tweede configuratie gaat de centrum-cel meewerken.

- (a) i) en ii).
☒ Alleen uitspraak i).
 (c) Alleen uitspraak ii).
 (d) Geen van beide uitspraken is waar.

Toelichting. De opbrengst voor de centrum-cel is $6\alpha + 2 \cdot 0 = 6 \cdot 1.2 = 7.2$. Het paar $U_{\max}$ is gelijk aan $(C, 7.3)$. Er geldt $7.3 > 7.2$ dus de centrum-cel gaat meewerken in de volgende generatie.

De opbrengst voor de tweede centrum-cel is $5 \cdot 1 + 3 \cdot 0 = 5$. Het paar $U_{\max}$ is gelijk aan $(D, 7)$. Er geldt $7 > 5$ dus de centrum-cel gaat verzaken in de volgende generatie.

3. (Speltheorie.) Gegeven is de discrete replicator-vergelijking met relative score-matrix

$$R = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 5 \\ 2 & 0 & 1 \\ -1 & 3 & 0 \end{pmatrix}$$

en initiële proporties $P = (0.2, 0.5, 0.3)$.

Bereken één iteratie met de hand, en rond af op twee decimalen.

✓ (0.21, 0.37, 0.41)

(b) (0.30, 0.28, 0.42)

(c) (0.40, 0.19, 0.41)

(d) Een ander antwoord.

Toelichting. Score per soort:

$$S = R \cdot P = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 5 \\ 2 & 0 & 1 \\ -1 & 3 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.2 \\ 0.5 \\ 0.3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.0 \\ 0.7 \\ 1.3 \end{pmatrix}.$$

Ongenormaliseerde nieuwe proporties:

$$Q = P * S = \begin{pmatrix} 0.2 \\ 0.5 \\ 0.3 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 1.0 \\ 0.7 \\ 1.3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.20 \\ 0.35 \\ 0.39 \end{pmatrix}.$$

Waarbij “*” het Hadamard-product is. Genormaliseerde nieuwe proporties:

$$P = \frac{1}{\sum Q} Q = \frac{1}{0.94} \begin{pmatrix} 0.20 \\ 0.35 \\ 0.39 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.21 \\ 0.37 \\ 0.41 \end{pmatrix}.$$

Het precieze antwoord is (0.212766, 0.37234, 0.414894), afgerond op twee decimalen is dat (0.21, 0.37, 0.41).

4. (Speltheorie.) Welke van de volgende beweringen zijn waar in de context van de replicator-dynamiek zoals die is besproken op het college?¹

i) Als een soort afwezig is, zal deze nooit intreden.

ii) Als een soort aanwezig is, zal deze nooit uitsterven.

(a) Geen.

✓ Alleen i).

(c) Alleen ii).

(d) Beiden.

Toelichting. Om i) in te zien kijken we naar

$$P_i^{\text{nieuw}} = P_i \frac{S_i}{\sum_{j=1}^n P_j S_j} = P_i \times \text{een factor}.$$

Als $P_i = 0$ blijft dat dus zo. In het geval $\sum_{j=1}^n P_j S_j = 0$ is de breuk hierboven ongedefinieerd, en zal de dynamiek “klappen”. Ook in dat geval zal P_i niet intreden.

¹ Er zijn namelijk meerdere versies van de discrete replicator-dynamiek.

Een tegenvoorbeeld voor *ii*) is de volgende:

$$R = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \text{ en } P = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Dit zou geven $S = (0, 1, 1)$. Q is dan $(0, 0, 0)$, waardoor de nieuwe P ongedefinieerd is.

5. (Genetische algoritmen.) Gegeven is de volgende populatie met vijf individuen.

<i>Fenotype</i>	<i>Genotype</i>	<i>Fitness</i>
f_1	g_1	1
f_2	g_2	5
f_3	g_2	4
f_4	g_1	2
f_5	g_3	3

Individuen worden fitness-proportioneel geselecteerd. De verwachte verdeling van genotypen g_1 , g_2 en g_3 in de aan te leggen mating pool is gelijk aan, respectievelijk:

- (a) $5 \cdot 3/9$, $5 \cdot 9/9$, en $5 \cdot 3/9$.
- (b) $5 \cdot 3/15$, $5 \cdot 9/15$, en $5 \cdot 3/15$.
- $\sqrt{5 \cdot 1.5/9}$, $5 \cdot 4.5/9$, en $5 \cdot 3/9$.
- (d) $5 \cdot 1.5/15$, $5 \cdot 4.5/15$, en $5 \cdot 3/15$.

Toelichting. De gemiddelde fitness van g_1 , g_2 en g_3 is gelijk aan resp. 1.5, 4.5, en 3. In totaal is de gemiddelde fitness dus gelijk aan 9. De kans dat genotypen g_1 , g_2 , en g_3 bij één trekking in de volgende populatie komen is dus gelijk aan resp. $1.5/9$, $4.5/9$, en $3/9$.

Het verwachte aantal genotypen g_1 , g_2 , en g_3 dat bij vijf trekking in de volgende populatie komt is dus gelijk aan resp. $5 \cdot 1.5/9$, $5 \cdot 4.5/9$, en $5 \cdot 3/9$.

6. (Genetische algoritmen.) G is een populatie genotypen $g_1, \dots, g_n$ met fitness respectievelijk $f_1, \dots, f_n$. (Genetische algoritmen.) Geef de verwachte fitness van een genotype dat fitness-proportioneel wordt geselecteerd uit G .

- (a) $(\sum_{i=1}^n f_i)/(f_1 + \dots + f_n)$.
- (b) $(\sum_{i=1}^n f_i)/(f_1 + \dots + f_n)^2$.
- $\sqrt{(\sum_{i=1}^n f_i^2)/(f_1 + \dots + f_n)}$.
- (d) $(\sum_{i=1}^n f_i^2)/(f_1 + \dots + f_n)^2$.

Toelichting.

$$P\{X = f_i\} = \frac{f_i}{F},$$

waarbij $F = f_1 + \dots + f_n$. Immers: er wordt fitness-proportioneel geselecteerd. Nu de definitie van verwachting toepassen:

$$E[X] = \sum_{x \in X} xP\{X = x\} = \sum_{i=1}^n f_i P\{X = f_i\} = \sum_{i=1}^n f_i \left(\frac{f_i}{F} \right) = \frac{1}{F} \sum_{i=1}^n f_i^2.$$

7. (Algemeen.) Hoeveel van de volgende optimalisatie-algoritmen worden in het algemeen erkend als oorspronkelijk en valide?

PSO, ACO, Cuckoo search, Simulated Annealing, Elephant herding, μ/λ -ES, GA, GP.

- (a) Vier.

- (b) Vijf.
 ✓ Zes.
 (d) Een ander antwoord.

Toelichting. PSO = particle swarm optimization; ACO = ant colony optimization; μ/λ -ES = μ/λ evolutionary strategy; GA = genetische algoritmen; GP = genetisch programmeren. Het kennen van deze afkortingen behoort tot de te toetsen stof.

Cuckoo search en Elephant herding werden afgeserveerd in de literatuur, en dat is ook gezegd op college. We houden nog zes items over.

8. (μ, λ -ES.) Gegeven $\mu = 25$ en $\lambda = 200$. De fitness van de huidige populatie is uniform verdeeld over $[0, 50]$. Bereken de verwachte gemiddelde fitness van individuen in de volgende generatie, in twee decimalen.

- ✓ 46.77
 (b) 47.77
 (c) 48.77
 (d) Een ander antwoord.

Toelichting. De volgorde-statistiek (Eng.: *order statistics*) van de continue uniforme verdeling U op het eenheidsinterval $[0, 1]$ bezit de volgende eigenschap. Worden n elementen $U_1, \dots, U_n$ getrokken uit $[0, 1]$, en daarna op volgorde

$$U_{(1)} < \dots < U_{(n)}$$

gezet, dan geldt

$$E[U_{(k)}] = \frac{k}{n+1}.$$

We nemen de beste 25 van 200 elementen, dus elementen 176 tot en met 200. De verwachte gemiddelde fitness van deze 25 individuen in de volgende generatie is dan gelijk aan

$$\begin{aligned} E\left[\frac{X_{(176)} + \dots + X_{(200)}}{25}\right] &= \frac{E[X_{(176)}] + \dots + E[X_{(200)}]}{25} \\ &= \frac{E[50U_{(176)}] + \dots + E[50U_{(200)}]}{25} \\ &= \frac{50 \times \frac{176}{201} + \dots + 50 \times \frac{200}{201}}{25} \\ &= \frac{50}{25 \cdot 201} (176 + \dots + 200) \\ &= \frac{2}{201} \left(\frac{200 \cdot 201}{2} - \frac{175 \cdot 176}{2} \right) \quad \left[\text{gebruik } 1 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2} \right] \\ &= 46.7662. \end{aligned}$$

In twee decimalen is dat 46.77.

9. (Genetisch programmeren.) Wat wordt er verstaan onder het begrip “bloat”?

- ✓ Survival of the fittest.
 (b) Het nadeel dat de fitness van de door evolutie gevonden programma's run-time getest moet worden.
 (c) Het verschijnsel dat elementen van inhomogene term-verzamelingen niet zo maar onderling mogen worden gekruist.
 (d) Het verschijnsel dat in de constructie van de initiële populatie syntaxbomen moeten worden geconstrueerd, wat tijdrovend is.

Toelichting. Bloat is het, door de generaties heen, ontstaan van genotypen met redundante code. Zulke redundante code wordt “bloat” genoemd. Genotypen met bloat bevatten, gezien als LISP-syntaxbomen, veel knopen. Ze zijn dus groot. Vandaar de term “survival of the fittest”.

10. (Genetisch programmeren.) De s-expressie E is gelijk aan

$$(/ \text{ (SQRT (+ 4 (- X 5))) } (- Y (- W)))$$

Hoeveel kruisingen van E met zichzelf zijn er mogelijk zonder E weer terug te krijgen?

- (a) 30.
- (b) 90.
- ✓ 110.
- (d) Een ander antwoord.

Toelichting. De s-expressie $(/ \text{ (SQRT (+ 4 (- X 5))) } (- Y (- W)))$ bezit 11 sub-expressies. (Vijf lijsten, waarvan één top-expressie, en vijf bladeren.) bij twee ouders is elke sub-expressie is een mogelijk punt van kruising. Deze punten moeten wel verschillend zijn. Bij Ouder 1 zijn er dus 11 keuzes, en bij Ouder 2 zijn er dan nog maar $11 - 1 = 10$ keuzes. Dat geeft 110 mogelijke kruisingen.

11. (Co-evolutie.) Waarom gebruiken Watson & Pollack de unitaire notatie als representatie voor fitness?

- (a) Om op een natuurlijke manier te kunnen kruisen en muteren.
- (b) Om fitness van individuen eenvoudiger, dat wil zeggen, zonder omzetting, te kunnen meten.
- (c) Om te bewerkstelligen dat mutaties één op één mappen op bits van genotypen.
- ✓ Om te bewerkstelligen dat in latere stadia mutaties bijna altijd een nadelig effect bezitten.

Toelichting. Kruisen en muteren gebeurt in feite (i.e., in de implementatie) alsnog op getallen in decimale representatie, maar met aangepaste kansen. Dus de andere antwoorden vallen daarmee meteen al af. Het gaat dus om het effect en niet om getrouwheid of efficiëntie.

12. (Co-evolutie.) De verzamelingen van punten die gedomineerd worden door $(2, 1)$ en die $(0, 1)$ domineren

- (a) is leeg.
- (b) bestaat uit één element.
- (c) is eindig.
- ✓ is oneindig.

Toelichting. Het best om deze som aan te pakken is om de volgende twee verzamelingen te tekenen:

$$A = \{(m, n) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{Z} \mid (m, n) \text{ wordt gedomineerd door } (2, 1)\}$$

$$B = \{(m, n) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{Z} \mid (m, n) \text{ domineert } (0, 1)\}.$$

We zien dan al snel dat, als n groot is, er geldt dat $(0, 1) < (1, n) < (2, 1)$, omdat deze drie punten altijd op de eerste coördinaat worden vergeleken.

13. (Co-evolutie.) Er is een verzameling genotypen A , met fitness 1, 2, 3, 4, en 5. Verder is er een verzameling genotypen B met fitness 2 en 3. Elk element van A wordt vergeleken met alle elementen uit B . Geef een zo klein mogelijk groepje $C \subseteq A$, waardoor A wordt onderverdeeld in zo veel mogelijk klassen.

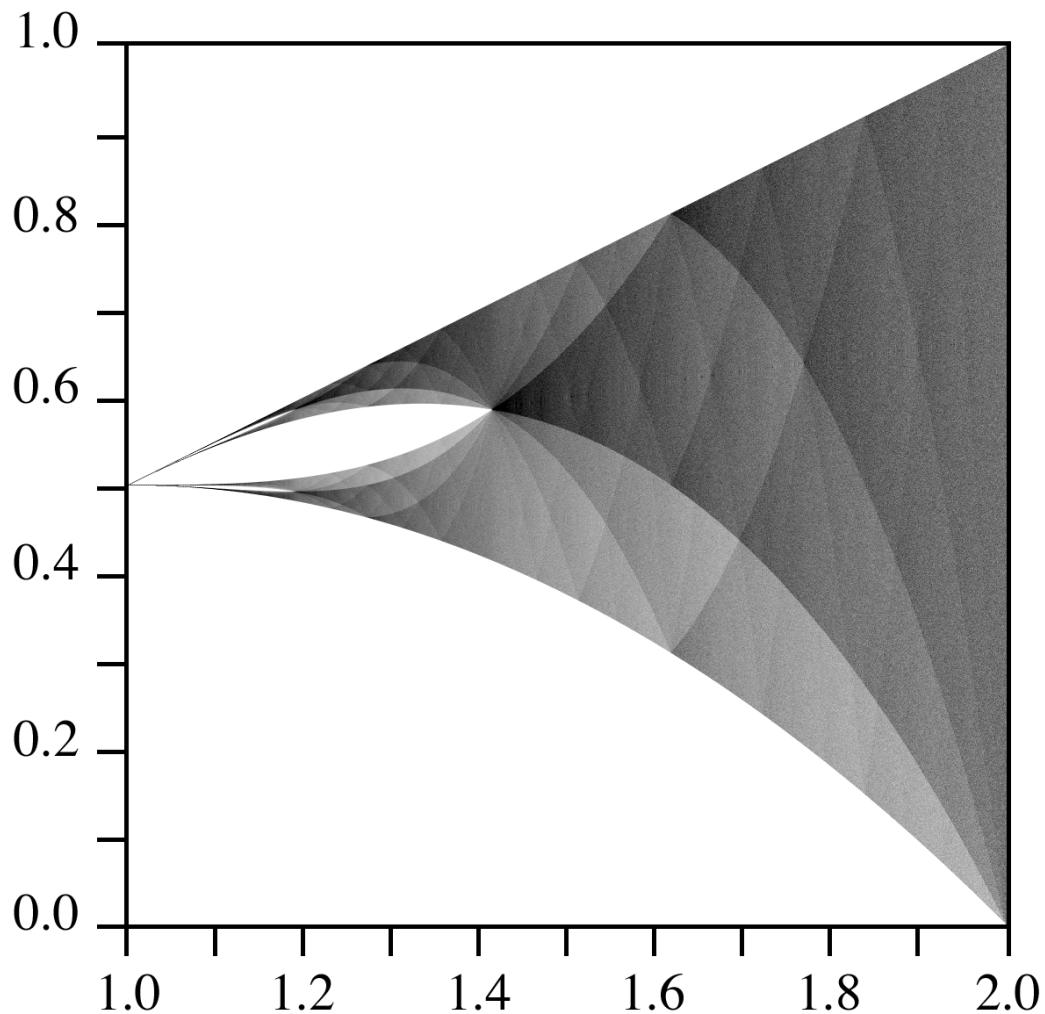
- (a) $C = \{1, 2\}$
- (b) $C = \{1, 2, 3\}$

$$\sqrt{C} = \{1, 2, 3, 4\}$$

(d) Een ander antwoord.

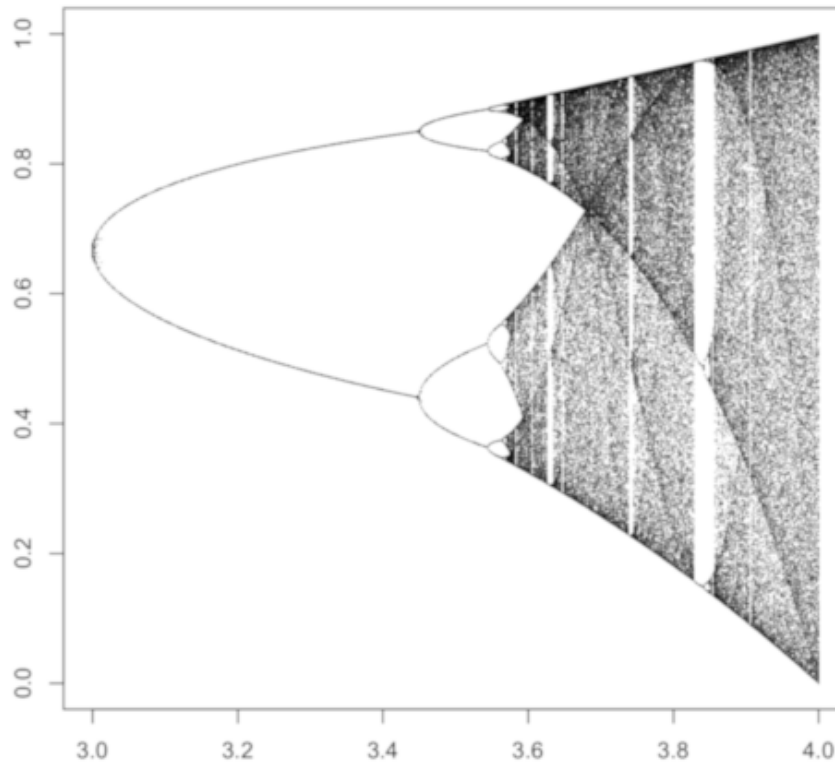
Toelichting. $C = \{1, 2, 3, 4\}$ geeft scores resp. 0, 1, 2, 3, en 4, wat A onderverdeeld in vijf singleton klassen. C hoeft niet groter: alle klassen zijn singleton, dus meer klassen zijn sowieso niet mogelijk; C kan niet kleiner: 4 wegnemen nivelleert de elementen met fitness 4 en 5.

14. (Chaos.) Wat stelt de volgende afbeelding voor?



- (a) Een fase-diagram van de logistieke afbeelding.
- (b) Een fase-diagram van de tent-afbeelding.
- (c) Een bifurcatie-diagram van de logistieke afbeelding.
- ✓ Een bifurcatie-diagram van de tent-afbeelding.

Toelichting. Een fase-diagram is hetzelfde als een spinnenweb-diagram, en dat is de afbeelding duidelijk niet. Het bifurcatie-diagram van de logistieke vergelijking is bekend, deze ziet er uit als een continu splitsende “parabool”:



Er blijft één antwoord over. Het is handig om te weten wat de tent map is, maar nodig is het niet om de vraag te kunnen beantwoorden.

15. (Chaos.) Bekijk de volgende vier uitspraken over chaos.

- i) Het is deterministisch.
- ii) Het is gevoelig voor kleine veranderingen in startwaarden.
- iii) Er is een punt dat, geïtereerd, dicht ligt in de toestand-ruimte.
- iv) De verzameling periodieke punten ligt dicht in de toestand-ruimte

Hoeveel van deze uitspraken zijn waar?

- (a) 1.
- (b) 2.
- (c) 3.
- ✓ (d) 4.

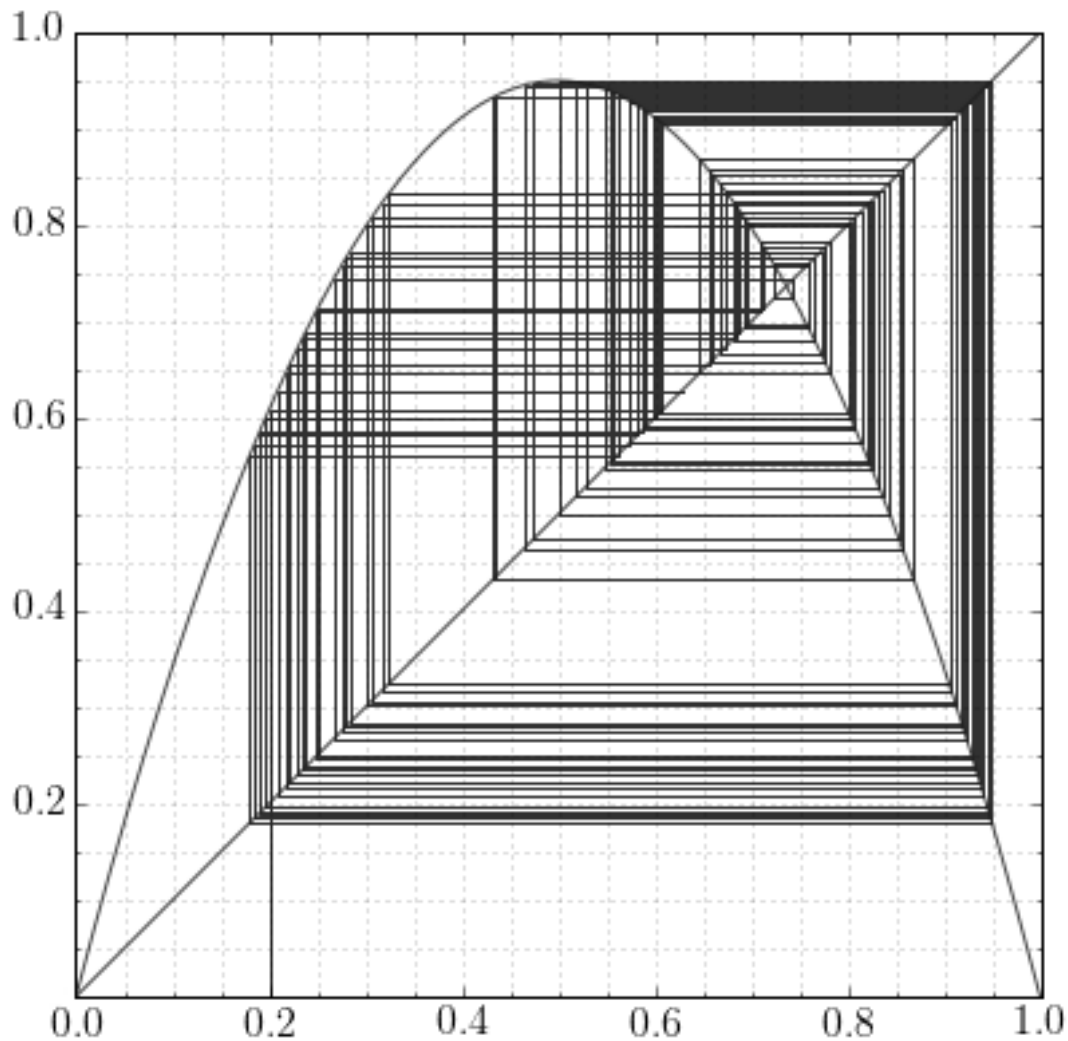
Toelichting. Dit is één van de slides uit het HC.

16. (Chaos.) A ligt dicht in X . Welke van de hier volgende vier omschrijvingen is NIET correct?

- (a) Alle elementen uit X zijn verdichtings-punten van A .
- ✓ (b) Voor alle $x \in X$ en voor alle $\epsilon \geq 0$ is er een $a \in A$ zo dat $|x - a| < \epsilon$.
- (c) Voor alle $x \in X$ en voor alle $\epsilon > 0$ is er een $a \in A$ zo dat $|x - a| \leq \epsilon$.
- (d) Voor alle $\epsilon > 0$ en voor alle $x \in X$ is er een $a \in A$ zo dat $|x - a| \leq \epsilon$.

Toelichting. Elke omgeving van x moet elementen van A bevatten. Het geval $\epsilon = 0$ levert geen omgeving van x op, alleen x zelf.

17. (Chaos.) Wat stelt de volgende afbeelding voor?



- (a) Een bifurcatie-plot van de logistieke afbeelding, met maximale groeifactor r .
- (b) Een bifurcatie-plot van de logistieke afbeelding, met sub-maximale groeifactor r .
- (c) Een cobweb plot van de logistieke afbeelding, met maximale groeifactor r .
- ✓ Een cobweb plot van de logistieke afbeelding, met sub-maximale groeifactor r .

Toelichting. De groeifactor r is hier sub-maximaal. Als deze maximaal was, zou de top van de parabool de lijn $y = 1$ raken.

18. (Het spin-model van annealing.) De temperatuur loopt van 0 tot 100. Geef de kans dat de toestand van de middelste cel verandert, als de maximum lokale energie gelijk is aan 4 conflicterende cellen, en de temperatuur gelijk is aan 40 eenheden.

←	→	↑
↑	↑	←
↑	↑	↑

- (a) 0.0
- (b) 0.31123
- ✓ 0.4
- (d) 1.0

Toelichting. De middelste cel conflicteert met minder dan 4 cellen, dus zal om die reden niet van toestand veranderen. De middelste cel kan dan alleen nog door het annealing-effect veranderen. De kans daarop is $40/100 = 0.4$.

19. (Simulated annealing.) Er wordt een functie op twee variabelen geminimaliseerd. Op enig moment wordt de oplossing $f(0.3, 0.7) = 5.2$ gevonden, terwijl de tot dan toe kleinst gevonden oplossing gelijk is aan $f(0.5, 0.1) = 2.3$. Geef de kans dat de oplossing $(0.3, 0.7)$ in de huidige iteratie wordt geaccepteerd. Neem aan $T = 2$, $K = 10$.

- (a) 0.77
- ✓ (b) 0.87
- (c) 0.97
- (d) Een ander antwoord.

Toelichting. In simulated annealing is de kans op het accepteren van een mindere oplossing gelijk aan

$$P\{T, \Delta U\} = e^{-\frac{\Delta U}{KT}}.$$

Hierbij staat T voor de temperatuur, en ΔU voor het absolute verschil in uitkomst tussen de huidige oplossing en de gevonden oplossing. K is een constante.

$$P\{T, \Delta U\} = e^{-\frac{\Delta U}{KT}} = P\{2, 5.2 - 2.3\} = e^{-\frac{5.2 - 2.3}{10 \cdot 2}} = 0.865022$$

Afgerond op twee decimalen is dit 0.87. Bij $\Delta U = -2.9$ zou de kans op accepteren 1.15604 zijn, dit resultaat is betekenisloos. ΔU wordt altijd positief genomen.

20. (Simulated annealing.) Welk uithaal-algoritme werd gebruikt bij het zoeken naar oplossingen van het 0-1 knapsack-probleem? Het gaat om het algoritme dat werd behandeld in het college, met de groene en gouden dozen.

- (a) Het gretige algoritme.
- (b) Het uitputtend algoritme met herinnering.
- ✓ (c) Het iteratief algoritme met vaste uithaalgrootte K .
- (d) Het iteratief algoritme met variabele uithaalgrootte K .

Toelichting. Alternatieve oplossingen werden gegenereerd door telkens twee willekeurige boodschappen te vervangen door twee willekeurige andere boodschappen. Er wordt dus een vaste uithaalgrootte gebruikt, met $K = 2$.

21. (Particle life en Achem.) In Mohr's particle life is, op een gegeven moment, de aantrekkingsfactor van rood naar blauw gelijk aan -2 .

Bereken de kracht op een rood deeltje als het zich op een afstand 0.7 van een blauw deeltje bevindt, in 2 decimalen nauwkeurig. Er mag worden aangenomen dat $\beta = 0.3$. Ook mag worden aangenomen dat er zich geen andere deeltjes in de buurt van het rode deeltje bevinden.

- (a) +1.6
- (b) -1.6.
- ✓ (c) -1.7.
- (d) Een ander antwoord.

Toelichting.

$$F(r, a) = \begin{cases} \frac{r}{\beta} - 1 & \text{als } r < \beta, \\ a \left(1 - \frac{|2r - 1 - \beta|}{1 - \beta} \right) & \text{als } \beta < r < 1, \\ 0 & \text{anders.} \end{cases}$$

Dus

$$F(0.7, -2) = a \left(1 - \frac{|2r - 1 - \beta|}{1 - \beta} \right) = -2 \left(1 - \frac{|2 \cdot 0.7 - 1 - 0.3|}{1 - 0.3} \right) = -1.71429.$$

22. (Particle life en Achem.) In Schmickl *et al.*'s life like system beweegt een deeltje zich in een richting van 127^0 . Bereken de nieuwe richting als $L = 14$, $R = 5$, en $(\alpha, \beta) = (135, 21)$.

- (a) 88^0 .
- (b) -88^0 .
- ✓ -137^0 .
- (d) Een ander antwoord.

Toelichting.

$$\begin{aligned} \Delta\phi &= \alpha + \beta(L + R)\text{sgn}(R - L) \\ &= 135 + 21(14 + 5)\text{sgn}(5 - 14) \\ &= -264^0. \end{aligned}$$

Daarmee $\phi + \Delta\phi = 127^0 - 264^0 = -137^0$.

23. (Algemeen.) Welke uitspraak kan, in het licht van het vak Natuur en Berekening, NIET worden verdedigd?

Aanwijzing: omdat er in de statements ontkenningen voorkomen, en we niet willen stappen in de valkuil van dubbele ontkenningen, is het denk ik 't handigst om eerst aan te kruisen wat wél te verdedigen is. Wat overblijft zou dan het goede antwoord moeten zijn.

- (a) Berekening is niet het alleenrecht van CPU's en video-kaarten.
- (b) Misschien moeten de notie "berekening" wel ruimer worden opgevat dan Turing-volledigheid.
- (c) De natuur kan ook rekenen. Zo niet, dan heeft de natuur ons in ieder geval geïnspireerd om na te denken over nieuwe vormen van berekening.
- ✓ Op de natuur geïnspireerde algoritmen zijn, naar hun aard, beter toegespitst op het probleem-domein waarvoor ze zijn ontworpen, dan conventionele algoritmen.

Toelichting. Nature-inspired algorithms worden vaak geprezen om hun flexibiliteit en aanpasbaarheid, maar dit betekent niet dat ze, in vergelijking met conventionele algoritmen, inherent beter zijn. Hun ontwerp is doorgaans algemeen, en gebruikt probabilistische processen zoals mutatie, crossover of zwermgedrag om grote zoekruimtes te verkennen. Hoewel dit ze nuttig maakt voor complexe of slecht begrepen problemen, betekent het ook dat ze domeinspecifieke kennis missen.

Conventionele algoritmen, daarentegen, worden vaak ontworpen met een min of meer diepgaand wiskundig begrip van het probleem in kwestie. Lineaire programmering of op gradiënten gebaseerde optimalisatie kunnen bijvoorbeeld de structuur (zoals convexiteit of differentieerbaarheid) benutten voor snellere, nauwkeurigere resultaten. NIA's behandelen het probleem daarentegen als een black box, wat prestaties opoffert bij problemen waarbij de probleem-structuur zou kunnen worden uitgebuit. Bovendien vereisen NIA's doorgaans zorgvuldige afstemming en kunnen ze last hebben van problemen zoals parameter tuning, voortijdige convergentie en buitensporige rekentijd. Zonder domeinkennis zoals coderingsstrategieën of fitnessfunctie-shaping, presteren ze misschien niet beter dan

willekeurige zoekopdrachten.

24. (Particle life en Achem.) Beschouw onderstaande tabel.

	Mohr's Particle life	Schmickl's life like system	Hutton's Achem
Deeltjes	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Kleur	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
Aggregatie-niveau	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>
Bindingen	<i>j</i>	<i>k</i>	<i>l</i>
Aantrekking	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>o</i>
Mutatie	<i>p</i>	<i>q</i>	<i>r</i>

De vakjes *a, b, c, . . . , p, q, r* laten zich als volgt invullen.

- (a)

- *N* typen, *N* typen, Homogeen.

- Aantal deeltjes in de omgeving, Type deeltje, Type deeltje.

- Clusters, Clusters, Cellen.

- Nee, Nee, Ja.

- Per paar, Linker- en rechter-semicirkel, Vrij of gebonden.

- Nee, Nee, Door chemische reactie.
- (b)

- *N* typen, Homogeen, *N* typen.

- Type deeltje, Aantal deeltjes in de omgeving, Type deeltje.

- Clusters, Cellen, Clusters.

- Nee, Nee, Ja.

- Per paar, Linker- en rechter-semicirkel, Vrij of gebonden.

- Nee, Nee, Door chemische reactie.
- ✓

- *N* typen, Homogeen, *N* typen.

- Type deeltje, Aantal deeltjes in de omgeving, Type deeltje.

- Clusters, Clusters, Cellen.

- Nee, Nee, Ja.

- Per paar, Linker- en rechter-semicirkel, Vrij of gebonden.

- Nee, Nee, Door chemische reactie.
- (d)

Een ander antwoord..

Toelichting.

	Particle life	Schmickl's life like system	Hutton's kunstmatige chemie
Deeltjes	N typen	Homogeen, i.e., alle deeltjes zijn hetzelfde, en gedragen zich hetzelfde	N typen. Elk type bezit een eindig aantal toestanden
Kleur	Type deeltje	Aantal deeltjes in de omgeving	Type deeltje
Aggregatie-niveau	Clusters	Clusters	Cellen
Bindingen	Nee	Nee	Ja
Aantrekking	Gedefinieerd per paar van typen	Linker- en rechter-semicirkel	Deeltjes bewegen vrij, of zijn gebonden. Verder is er geen aantrekking of afstoting
Mutatie	Nee	Nee	Door chemische reactie