

Naam: Collegekaart-nummer:

- Legitimatie verplicht.
- Je mag tijdens de eerste 30 minuten de tentamenzaal niet verlaten.
- Op de tafel: legitimatie, tentamenvel, schrijfgerei, A4tje met aantekeningen, eten, drinken.
- Niet op de tafel: al het overige. (Eigen kladpapier, etui, dictaat, slides, elektronische apparatuur incl. telefoon.)
- Het gebruik van markeerstiften is niet toegestaan.
- Als je naar het toilet wilt, steek dan x' je 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 telefoon of vergelijkbare elektronische apparaten mee naar het toilet te nemen.
- Verplicht inleveren: alle antwoordbladen, ook als ze leeg zijn.
- Niet inleveren: de opgavenbladen.
- Nadat je de tentamenzaal hebt verlaten, is het niet toegestaan je op te houden in de gangen/hal direct buiten de tentamenzaal in verband met geluidsoverlast en toiletbezoek. Je volgt de instructies van de surveillant op.

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. In het voorwoord en in Hoofdstuk 1 van *The Computational Beauty of Nature* legt Flake uit dat multi-agent systemen op drie manieren kunnen worden begrepen. Welke drie manieren zijn dat?

- Systemen zien als één geheel (monisme); systemen zien als een stelsel van tegenwerkende krachten (dualisme); Het begrijpen van overgangen tussen monisme en dualisme.
- Systemen begrijpen door ze te observeren (empirisme); systemen begrijpen door er over te redeneren (rationalisme); het combineren van deze twee: redeneren over observaties.
- Het begrijpen van de onderdelen (reductionisme); het begrijpen van het geheel, zonder te letten op de onderdelen (holisme); het begrijpen van de interactiepatronen tussen de onderdelen.
- Het begrijpen van individueel gedrag; het begrijpen van endogene invloeden; het begrijpen van exogene invloeden.

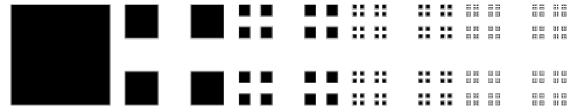
2. Geef de kardinaliteit van de uitkomstenruimte van de volgende experimenten.

- Een onbepaald eindig aantal keer een dobbelsteen werpen.
 - Herhaaldelijk een dobbelsteen werpen, totdat een zes verschijnt.
- $i): |\mathbb{N}|; ii): |\mathbb{N}|$.
 - $i): |\mathbb{N}|; ii): |\mathbb{R}|$.
 - $i): |\mathbb{R}|; ii): |\mathbb{N}|$.
 - $i): |\mathbb{R}|; ii): |\mathbb{R}|$.

3. We beschouwen het volgende experiment: net zo lang een dobbelsteen werpen totdat een zes verschijnt. Welke van de volgende uitspraken zijn waar?

- Het is zeker dat ooit een zes verschijnt.
 - De kans dat ooit een zes verschijnt is 1.
- $i)$ en $ii)$.
 - Alleen uitspraak $i)$.
 - Alleen uitspraak $ii)$.
 - Geen van beide uitspraken is waar.

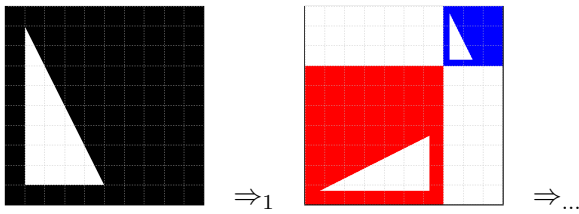
4. De kardinaliteit (niet de dimensie) van de fractal, waarvan de eerste stadia hier zijn afgebeeld



is gelijk aan

- overaftelbaar
 - aftelbaar oneindig
 - $|\lfloor [0.123456, 0.654321] \rfloor|$
 - $\log(4)/\log(3)$
5. Gödelnummering als functie van strings naar getallen is
- Surjectief en berekenbaar.
 - Surjectief en tweewegs-berekenbaar.¹
 - Injectief en berekenbaar.
 - Injectief, en tweewegs-berekenbaar.
6. Iemand wil de onbeslisbaarheid van een vraagstuk X aantonen. Welke aanpak zou kunnen slagen?
- Laat zien dat instanties van probleem X , kunnen worden uitgedrukt als instanties van een bekend onbeslisbaar probleem.
 - Laat zien dat instanties van probleem X , automatisch kunnen worden vertaald naar instanties van een bekend onbeslisbaar probleem.
 - Laat zien dat instanties van een bekend onbeslisbaar probleem, automatisch kunnen worden vertaald naar instanties van probleem X .
 - Een ander antwoord.
7. Definieer $H \subseteq \mathbb{N}$ als volgt. Enumereer invoerloze programma's P_1, P_2, P_3, \dots en laat $i \in H$ als en slechts als programma P_i stopt.
- H is opsombaar.
 - H is beslisbaar.
- $i)$ en $ii)$.
 - Alleen uitspraak $i)$.
 - Alleen uitspraak $ii)$.
 - Geen van beide uitspraken is waar.
8. De figuur hieronder geeft de ontwikkeling weer van een IFS. De lengte van de ribbe van het grootste beeld is 0.7.
- Beschrijf wat de grootste contractie doet, en geef de dimensie van de resulterende fractal.

¹ Berekenbaar in twee richtingen: zowel de functie als haar inverse functie zijn berekenbaar op alle plekken waar ze zijn gedefinieerd.



- (a) $\times 0.7$, dan $\nearrow (0.7, 0.7)$, dan $\curvearrowright 90^0$. $D = 1.72$
 (b) $\times 0.7$, dan $\nearrow (0.7, 0.7)$, dan $\curvearrowright 90^0$. $D = 1.76$
 (c) $\times 0.7$, dan $\curvearrowright 90^0$, dan $\nearrow (0.7, 0.0)$. $D = 1.72$
 (d) $\times 0.7$, dan $\curvearrowright 90^0$, dan $\nearrow (0.7, 0.0)$. $D = 1.76$

9. Er zijn verschillende manieren om het uiteindelijke beeld van een IFS te genereren. Welke manier benadert steeds beter de ideale fractal?

- (a) Doe op het hele domein één iteratie van alle contracties, verenig de beelden, en herhaal.
 (b) Itereer één contractie, en herhaal dit voor de andere contracties.
 (c) Doe op één willekeurige pixel een vast aantal iteraties, zeg 100, van steeds één willekeurige contractie. Plot het resultaat van de laatste iteratie.
 (d) Itereer op elke pixel elke contractie een willekeurig aantal keren. Plot voor elke contractie de laatste benadering.

10. Wat is een quad tree?

- (a) Een fractal met op elke splitsing vier vertakkingen.
 (b) Een fractal die begint met een vierkant, daarop schuin twee vierkanten, etc.
 (c) Een IFS met vier contracties.
 (d) Een adaptieve representatie van ruimtelijke informatie.

11. Welke string is de codering van een 1D CA met $\lambda = 0.8$? (Elke string is 20 karakters lang.)

- (a) 14243013243133401323
 (b) 00004313231424340000
 (c) 00120400001003001042
 (d) Een ander antwoord.

12. Geef de λ van een 1D CA met $K = 3$, $R = 1$, waarbij de volgende toestand van een cel de som van de omgeving is, modulo drie.

- (a) $2/7$
 (b) $3/7$
 (c) $4/7$

(d) Een ander antwoord.

13. Hoeveel cellen bevat een Moore-omgeving met straal 5?

- (a) 21
 (b) 24
 (c) 25
 (d) 121

14. De radius van een 1-dimensionale cellulaire automaat met codering

20202100110011 . . . 00120011100012
 243

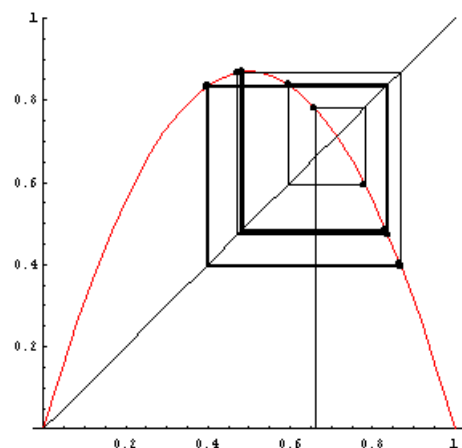
is gelijk aan

- (a) 2
 (b) 3
 (c) 5
 (d) 4

15. Welke van de volgende berekeningsmechanismen is **niet** Turing-compleet?

- (a) Multiple reduction copy machine (MRCM).
 (b) Conway's game of life (2-dimensionale CA).
 (c) Rule 110 (1-dimensionale CA).
 (d) Wire world.

16. Van welke afbeelding zien we hier een spinnenwebdiagram? En met welke periode?



- (a) De logistieke afbeelding met periode 4.
 (b) De logistieke afbeelding met periode 8.
 (c) De bifurcatievergelijking met periode 4.
 (d) De bifurcatievergelijking met periode 8.

17. Gegeven is

$$\kappa : [0, 1] \rightarrow [0, 1] : x \mapsto \mu x(1 - x)$$

waarbij $\mu \in [0, 4]$. Welke van de volgende uitspraken zijn waar? Voor sommige μ convergeert $\kappa \dots$

- i)* ... naar één waarde.
- ii)* ... naar een cyclus.
- iii)* ... niet.

- (a) *i)* en *ii)*.
- (b) *i)* en *iii)*.
- (c) *ii)* en *iii)*.
- (d) Een ander antwoord.

18. Welke van de volgende twee uitspraken zijn van toepassing voor een chaotische afbeelding?

- i)* Deterministisch.
- ii)* Omkeerbaar in de tijd.

- (a) *i)* en *ii)*.
- (b) Alleen uitspraak *i)*.
- (c) Alleen uitspraak *ii)*.
- (d) Geen van beide uitspraken.

19. Beschouw het volgende (gedachten-) experiment. Bij aanvang worden 100 balletjes verdeeld over 7 vazen. Vervolgens springt er steeds één balletje over van een vaas naar een (niet noodzakelijk andere) niet-lege vaas. Dit is een Markov-proces. Hoeveel doorgangsklassen bezit dit proces?

- (a) 7
- (b) 120
- (c) 127
- (d) 128

20. Wat is er emergent aan het houtsnippers-en-termietenmodel?

- (a) Het individuele gedrag van de termieten.
- (b) Het ontstaan van houtstapels.
- (c) Het ontstaan van één grote houtstapel.
- (d) De locaties van de houtstapels.

21. Aan welke van de volgende vier clausules voldoet een CA niet altijd?

- (a) Deterministisch.

- (b) Homogeen.
- (c) Discreet.
- (d) Lokaal gedefinieerd.

22. Welke van de volgende uitspraken zijn waar?

- i)* Toernooiselectie is makkelijker te implementeren dan fitness-proportionele selectie.
- ii)* Toernooiselectie lijdt minder aan verlies van selectiedruk dan fitness-proportionele selectie.

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

23. Er wordt fitness-proportioneel geselecteerd uit een populatie van 100 genomen waarbij de fitness als volgt is verdeeld:

type	1	2	3	4	5	6
multipliciteit	4	21	31	7	16	21
fitness	0.1	1.9	2.1	0.2	0.9	1.1

(Dus van type 1 zijn er vier exemplaren, allen met fitness 0.1.) Bereken de kans dat, bij één trekking, een genoom van type 1 geplaatst wordt de mating pool.

- (a) 0.001
- (b) 0.003
- (c) 0.011
- (d) 0.031

24. Gegeven is een populatie met 100 genotypen, met oplopende (fitness-) rang $1, \dots, 100$. Bereken de kans dat (na 100 trekkingen op basis van rang-gebaseerde selectie) genotype met rang 1 in de mating pool terecht komt.

De volgende informatie mag worden gebruikt:

$$1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}.$$

- (a) 0.0002
- (b) 0.002
- (c) 0.02
- (d) Een ander antwoord.