

Naam: Collegekaart-nummer:

- Legitimatie verplicht. Geldige documenten zijn: geldig paspoort; geldige identiteitskaart; geldig Nederlands rijbewijs. Een collegekaart is géén geldig legitimatiebewijs tijdens een tentamen.
- 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. smartphones, rekenmachine, mobiel.)
- Het gebruik van markeerstiften is niet toegestaan.
- Als je naar het toilet wilt, steek je 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.
- Tip: sla tijdrovende vragen over en bekijk die later.

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. Uitbetalingsmatrix:

		<i>Kolomspeler</i>		
		q	$1 - q$	
<i>Rijspeler:</i>	p	U	(1, 1)	(3, 2)
	$1 - p$	D	(4, 3)	(0, 0)

Nash-evenwichten voor (p, q) gelijk aan $(1, 0)$, $(0, 1)$ en

- (a) $(2/3, 1/4)$.
- (b) $(1/4, 2/3)$.
- (c) $(1/2, 3/4)$.
- ✓ $(3/4, 1/2)$.

2. Hoeveel pure Nash-evenwichten bezit het volgende twee-persoons competitieve niet-nulsom spel met simultane zetten en kwantitatieve beloningen?

	W	X	Y	Z
T	(2, 2)	(4, 0)	(1, 1)	(3, 2)
M	(0, 3)	(1, 5)	(4, 4)	(3, 4)
B	(2, 0)	(2, 1)	(5, 1)	(1, 0)

- (a) 1.
- (b) 2.
- ✓ 3.
- (d) Het goede antwoord staat er niet bij.

3. Grid in een SIEPD:

D	D	D	D	D
D	C	C	C	D
D	C	C	C	D
D	C	C	C	D
D	D	D	D	D

De randen zijn geïdentificeerd als volgens een torus. Buren worden gevormd door de Moore neighborhood. Cellen spelen tegen burenen en adopteren de strategie C of D van een buur met de hoogste opbrengst.

Uitbetalingsmatrix:

		<i>Kolomspeler</i>	
		C	D
<i>Rijspeler:</i>	C	(3, 3)	(0, 5)
	D	(5, 0)	(1, 1)

- ✓ Deze configuratie is stabiel.
- (b) Op den duur zijn er alleen nog maar samenwerkers.
- (c) Op den duur zijn er alleen nog maar verzakers.
- (d) Deze configuratie convergeert niet naar een stabiele toestand.

Antwoord. De samenwerkers blijven samenwerken vanwege de opbrengsten van de middelste cel. De verzakers blijven verzaken omdat zichzelf of de best verdienende verzakende buur altijd nog meer verdienen dan de best verdienende samenwerkende buur:

12	16	20	16	12
16	9	15	9	16
20	15	24	15	20
16	9	15	9	16
12	16	20	16	12

4. Beschouw een GA met populatiegrootte $N \geq 1$ en een gemiddelde fitness f . Neem verder aan dat generatie t ($t \geq 0$) een aantal van $w \geq 1$ winnaars bevat. Deze winnaars bezitten allen een fitness F . Er wordt een mating pool aangelegd met behulp van fitness-proportionele selectie, zonder te doen aan elitisme.

De kans dat een winnaar in de mating pool wordt geplaatst, uitgedrukt in f , F , w en N , is gelijk aan

(a) $(\frac{F}{fN} - 1)^N - 1$

(b) $(\frac{fN}{F} - 1)^N - 1$

✓ $1 - (1 - w\frac{F}{fN})^N$

(d) $1 - (1 - w\frac{fN}{F})^N$

Antwoord.

- (a) De totale fitness, T , is fN .
- (b) De kans dat, bij één selectiemoment, dus bij één keer spinnen van het gewogen roulette-wiel, een specifieke winnaar, bv. winnaar nr. 1 wordt gekozen is gelijk aan

$$p = \frac{F}{fN}.$$

- (c) De kans dat, bij één selectiemoment een willekeurige winnaar wordt gekozen is gelijk aan wp .
- (d) De kans dat, bij één selectiemoment, geen winnaar wordt gekozen is gelijk aan $1 - wp$.
- (e) De kans dat alle N selectiemomenten geen winnaar wordt gekozen is gelijk aan $(1 - wp)^N$.
- (f) De kans dat, na N selectiemomenten, tenminste één winnaar werd gekozen is gelijk aan $1 - (1 - wp)^N$. Uitgedrukt in f , F , w en N is dat

$$1 - \left(1 - w \frac{F}{fN}\right)^N.$$

5. Niet-evidente implementeerbaarheid en het mogelijk wegvallen van selectiedruk zijn twee nadelen van

- ✓ fitness-proportionele selectie.
- (b) toernooi selectie.
- (c) rang selectie.
- (d) stochastische selectie.

6. We werken met Common Lisp. Evalueer de volgende s-expressies. De variabele x is niet gebonden.

- `(list '1 (* x 3))`
- `(list 1 ' (* x 3))`
- `'(list 1 (* x 3))`

- (a) Eerst `Error`, dan `Error`, dan `(1 (* x 3))`.
- (b) Eerst `(3)`, dan `Error`, dan `(1 (* x 3))`.
- ✓ Eerst `Error`, dan `(1 (* x 3))`, dan `(list 1 (* x 3))`.
- (d) Eerst `Error`, dan `(1 (* x 3))`, dan `(1 (* x 3))`.

7. Hoeveel kruisingen zijn er mogelijk tussen

```
(if (< x 3) (if (< y 5)
  (rand) 3) z)
```

en zichzelf? Top-expressies mogen ook kruisen, en er mag ook op dezelfde plek gekruist worden. Verder mag worden aangenomen dat alle niet-Boolese termen hetzelfde type hebben.

- (a) 29
- (b) 54
- ✓ 85
- (d) Het goede antwoord staat er niet bij.

Antwoord. Deze expressies bevat twee Boolese sub-expressies, en negen numerieke sub-expressies. (Een hoofd-expressie is ook een sub-expressie.) Elke Boolese expressie uit Ouder 1 kan kruisen met twee Boolese expressies uit Ouder 2. Kruisen op Boolese expressies geeft dus $2 \times 2 = 4$ mogelijkheden. Elke numerieke expressie uit Ouder 1 kan kruisen met negen numerieke expressies uit Ouder 2. Kruisen op numerieke expressies geeft dus $9^2 = 81$ mogelijkheden. In totaal geeft dit 85 mogelijkheden.

8.

$$\begin{cases} S_i = \sum_{j=1}^n P_j R_{ij} \\ P_i = \frac{P_i S_i}{\sum_{j=1}^n P_j S_j} \end{cases}$$

- ✓ Updateformules voor score en properties in het IEPD.
- (b) Updateformules voor score en properties in het SIEPD.
- (c) Vergelijkingen voor score en properties in het IEPD.
- (d) Vergelijkingen voor score en properties in het SIEPD.

9. Anomalieën bij computationele co-evolutie:

- (a) Red queen effect, over-specialisatie, relativisme.
- ✓ Te weinig gevarieerde tegenstand, over-specialisatie, relativisme.
- (c) Te weinig gevarieerde tegenstand, red queen effect, relativisme.
- (d) Te weinig gevarieerde tegenstand, red queen effect, over-specialisatie.

10. In “Coevolutionary dynamics in a minimal substrate” werken Watson en Pollack met individuen waarvan de fitness niet wordt gerepresenteerd door één getal maar door een 2-dimensionale vector. Later worden zelfs 10-dimensionale vectoren gebruikt. Waarom is dit, althans volgens de auteurs, zinvol?

- ✓ Het succes van een individu kan niet altijd in één dimensie worden afgemeten en hangt typisch af van meerdere factoren.
- (b) Omdat van vectoren de norm kan worden bepaald.
- (c) Op deze manier kunnen dimensies bij elkaar worden opgeteld om de absolute fitness uit te rekenen.
- (d) Het goede antwoord staat er niet bij.

11. Beschouw individuen in Watson en Pollack’s model van co-evolutie. We vergelijken

$$a = (4, 2, 3, 6), \quad b = (1, 7, 3, 4), \quad c = (9, 5, 1, 2).$$

met Min-d.

- (a) $a < b, c < a, b < c$.
- (b) $a < b, a < c, c < b$.
- (c) $b < a, a < c, b < c$.
- ✓ $b < a, c < a, c < b$.

12. Het Physarummodel van Jones en Adamatzky. Welke van de volgende beweringen zijn waar?

- i) Gevormde paden kunnen, als ze eenmaal zijn samengekomen, niet meer uiteengaan.
- ii) In de gevormde paden bewegen de deeltjes zich in een heen- en de terugstroom door elkaar heen (“shuttle streaming”).
- (a) Geen.

- (b) Alleen *i*.
- ✓ Alleen *ii*.
- (d) Beiden.

Antwoord. De dynamiek is volatiel. Door het wegvallen van feromoon kunnen paden splijten. Deeltjes volgen paden die door andere deeltjes wordt aangelegd of onderhouden. In welke richting die andere deeltjes zich bewegen doet er niet toe.

13. Wat doet een deeltje in het Physarummodel van Jones en Adamatzky als het staat op een patch p_1 en naar een patch p_2 wil dat al bezet is door een ander deeltje?

- ✓ Het blijft staan op p_1 en scheidt geen feromoon af.
 (b) Het blijft staan op p_1 en scheidt feromoon af.
 (c) Het gaat naar p_2 en scheidt geen feromoon af.
 (d) Het gaat naar p_2 en scheidt vervolgens feromoon af.

Antwoord. Cf. bronartikel J. Jones & A. Adamatzky (2011). "Influences on the formation and evolution of Physarum Polycephalum inspired emergent transport networks". In: *Natural Computing* **10**, pp. 1345-1369.

14. Jones en Adamatzky gebruiken hun Physarum model voor het genereren van oplossingen van een NP-volledig probleem. Welk probleem is dat?

- (a) Het netwerkprobleem.
 (b) Het kortste-paden probleem.
 ✓ Het handelsreizigerprobleem.
 (d) Het routeringsprobleem.

15. Het meest belangrijke verschil tussen Physarum en Dicty is

- (a) De germinatiefase.
 (b) De vegetatieve fase.
 ✓ De migratiefase.
 (d) De culminatiefase.

Antwoord.

- (a) De germinatiefase ("bevruchting").
 (b) De vegetatieve fase ("voeden").
 ✓ De migratiefase ("slak").
 (d) De culminatiefase ("stengel").

Dicty kan aggregeren tot een zg. pseudoplasmodium ("naaktslak") en vervolgens migreren.

16. Mierenkolonie-optimalisatie. Een mier kan kiezen uit vijf steden waarvan er al twee zijn bezocht. De paden p_1 , p_2 , en p_3 naar de niet bezochte steden zijn respectievelijk 7, 6, en 8 eenheden lang, met een hoeveelheid feromoon van respectievelijk 20, 30, en 10.

De constante β is gelijk aan 2. Hoe groot is de kans dat wordt p_1 gekozen bij exploratie?

- (a) 0
 ✓ 0.29
 (c) 0.41
 (d) 1

Antwoord.

$$a_1 = m(p_1)v(p_1)^\beta = 20 \left(\frac{1}{7}\right)^2 = \frac{20}{49} \approx 0.41,$$

$$a_2 = m(p_2)v(p_2)^\beta = 30 \left(\frac{1}{6}\right)^2 = \frac{30}{36} \approx 0.83,$$

$$a_3 = m(p_3)v(p_3)^\beta = 10 \left(\frac{1}{8}\right)^2 = \frac{10}{64} \approx 0.16.$$

Dus:

$$P\{p_1\} = \frac{a_1}{a_1 + a_2 + a_3} = \frac{0.41}{0.41 + 0.83 + 0.16} \approx 0.29.$$

17. Mierenkolonie-optimalisatie. Bij veel concurrerende sub-optimale toeren zal, als er te snel wordt geleerd, de optimale toer regelmatig veranderen dankzij

- ✓ Een sub-optimale exploratie van een winnende mier.
 (b) Een sub-optimale exploitatie van een winnende mier.
 (c) Een winnende exploratie van een sub-optimale mier.
 (d) Een winnende exploitatie van een sub-optimale mier.

18. Welke van de volgende twee uitspraken passen bij de sterke Gaia hypothese?

- i) Om het leven op aarde te begrijpen, kan de aarde worden beschouwd als een intelligent organisme.
 ii) De dimethylsulfide kringloop ondersteunt de hypothese dat aardse organismen hun eigen leefklimaat sturen.
 ✓ Geen.
 (b) Alleen i).
 (c) Alleen ii).
 (d) Beiden.

Antwoord. i) is zwak: "kan worden beschouwd als". Niet: 'is'. ii) is zwak: de hypothese dat aardse organismen hun eigen leefklimaat onderhouden kan (in principe) wetenschappelijk worden getoetst.

19. In Lovelock's daisy world komen bij een relatief lage temperatuur alleen nog maar witte daisies voor. De temperatuur stijgt. Wat zal er gebeuren?

- (a) Het aantal witte daisies zal toenemen totdat een temperatuur-evenwicht is bereikt. Vanaf dan is er een globaal evenwicht.
- (b) Het aantal witte daisies zal afnemen totdat een temperatuur-evenwicht is bereikt. Vanaf dan is er een globaal evenwicht.
- ✓ Het aantal witte daisies zal toenemen totdat een temperatuur-evenwicht is bereikt. Dit evenwicht is tijdelijk. Bij een te hoge temperatuur zullen de witte daisies uiteindelijk verdwijnen.
- (d) Het aantal witte daisies zal afnemen totdat een temperatuur-evenwicht is bereikt. Dit evenwicht is tijdelijk. Bij een te hoge temperatuur zullen de witte daisies helemaal verdwijnen.

Antwoord. De witte daisies floreren bij een hoge temperatuur waardoor er meer witte daisies ontstaan. Door het albedo (reflectievermogen) van witte daisies zal de temperatuurstijging aanvankelijk getemperd worden totdat de witte daisypopulatie het niet meer aan kan. Dit kun je proefondervindelijk controleren met het Daisy world model uit de programmabibliotheek van Netlogo.

20. Welke van de volgende beweringen zijn waar?

- i) Neuronen (eenheden, knopen) in kunstmatige neurale netwerken schakelen sneller dan neuronnen in biologische neurale netwerken.
 - ii) Kunstmatige neurale netwerken kunnen goed met vervuilde data omgaan.
- (a) Geen.
 - (b) Alleen i).
 - (c) Alleen ii).
 - ✓ Beiden.

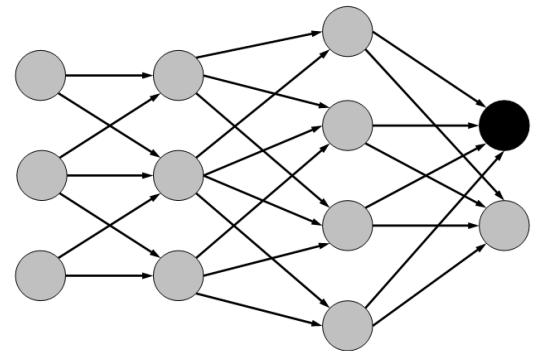
21. Er zijn 1,000 voorbeelden om een feedforward netwerk te laten leren. Wat is van de hier genoemde methoden de meest verstandige aanpak?

- (a) Niets doen. Duizend voorbeelden is überhaupt te weinig om een netwerk significant te laten leren.
- (b) Herhaaldelijk laten leren over alle 1,000 voorbeelden. Stoppen als alle netwerkgewichten niet of nauwelijks meer veranderen.
- ✓ Herhaaldelijk laten leren op de eerste 900 voorbeelden. De laatste 100 voorbeelden gebruiken als testvoorbeelden. Stoppen met leren als de performance over de testvoorbeelden gaat dalen.
- (d) Als het vorige antwoord, maar dan met respectievelijk 990 en 10 voorbeelden.

Antwoord. Antwoord 21d is niet goed omdat 10 geen representatieve steekproef geeft, dat is pas bij 30 of meer.

Er is een nog beter methode: voorbeelden opdelen in tien groepen. dan tien keer laten leren over negen groepen met telkens één andere groep als controle. Telkens stoppen met leren als de performance over de testvoorbeelden gaat dalen. Run vervolgens een elfde keer met het gemiddeld aantal runs van alle vorige tien keren. Zie verder Chapt. 4, Artificial Neural Networks, Mitchell. Maar deze methode werd niet genoemd en dan is (21b) het meest verstandige.

22. Van hoeveel eenheden (units, knopen) in onderstaand feed-forward netwerk wordt de activatiewaarde beïnvloedt bij het terug-propageren van een fout uit de zwarte uitvoer-eenheid? De zwarte eenheid wordt meegeteld.



- (a) 1
- (b) 5
- ✓ 11
- (d) Het goede antwoord staat er niet bij.

23. De overeenkomst tussen feed-forward neurale netwerken en Hopfield neurale netwerken is

- (a) De aanwezigheid van een in- en uitvoerlaag.
- ✓ De vrijheid om naar eigen inzicht een netwerkstructuur (topologie) aan te leggen.
- (c) De richting van de verbindingen.
- (d) Het leeralgoritme.

Antwoord. Hopfield netwerken kennen geen in- en uitvoerlaag, alle units zijn gelijkwaardig. Verbindingen in Hopfield netwerken kennen geen richting, ze zijn bi-directioneel. Feed-forward netwerken leren door middel van terug-propagatie, Hopfield netwerken leren door "relaxeren".

24. Gegeven is een lineair perceptron met initiële gewichten 0.3, 0.5, en 0.2 voor de bias input 1.0.

Er wordt het leervoorbeeld $(0.5, 0.5) \rightarrow 1.0$ aangeboden. De leersnelheid is $\alpha = 0.5$. Geef de nieuwe uitkomst van het perceptron bij een volgende presentatie van hetzelfde leervoorbeeld.

✓ 0.9

(b) 1.0

(c) 1.1

(d) Het goede antwoord staat er niet bij.

Antwoord.

$$Y = \mathbf{0.3} * 0.5 + \mathbf{0.5} * 0.5 + \mathbf{0.2} * 1.0 \\ = 0.6.$$

$$T - Y = 1.0 - 0.6 \\ = 0.4.$$

Nu:

$$w_i^{nieuw} = w_i^{oud} + \alpha(T - Y)X_i.$$

Dus:

$$w_1 = \mathbf{0.3} + 0.5 * 0.4 * 0.5 = 0.4,$$

$$w_2 = \mathbf{0.5} + 0.5 * 0.4 * 0.5 = 0.6,$$

$$w_3 = \mathbf{0.2} + 0.5 * 0.4 * 1.0 = 0.4.$$

Dus:

$$Y' = \mathbf{0.4} * 0.5 + \mathbf{0.6} * 0.5 + \mathbf{0.4} * 1.0 \\ = 0.9.$$

Einde. We stellen het zeer op prijs als je de onderwijsenquête invult.

Nog meer kladpapier.