

Naam: Collegekaart-nummer:

- Legitimatie verplicht.
- Je mag tijdens de eerste 30 minuten de tentamenzaal niet verlaten.
- Op de tafel: legitimatie, tentamenvel, schrijfgerei, rekenmachine, A4tje met aantekeningen, eten, drinken.
- Niet op de tafel: al het overige. (Eigen kladpapier, etui, dictaat, slides, telefoon.)
- 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.

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. De Pavlov strategie kan op tenminste twee manieren worden uitgelegd. (Maak ter verheldering zo nodig een tabelletje dat actieprofielen afbeeldt op acties.)

- i) Als TFT, maar pas vergelden na twee opeenvolgende defects van de tegenstander.
- ii) Werk samen als en slechts als zowel jij als de tegenstander in de vorige ronde dezelfde strategie hanteerden.
- iii) Wissel van strategie als de tegenstander in de vorige ronde verzaakte.
- iv) Wissel van strategie als die bij gelijkblijvend gedrag van de tegenstander meer zou opleveren.

(a) *i* en *ii*.

(c) *ii* en *iv*.

✓ *ii* en *iii*.

(d) *iii* en *iv*.

Toelichting. Pavlov = win-stay, lose-shift: wissel van strategie als de tegenstander in de vorige ronde verzaakte:

(c, c)	— >	c	
(c, d)	— >	d	(wissel)
(d, c)	— >	d	
(d, d)	— >	c	(wissel)

Werk samen als en slechts als zowel jij als de tegenstander in de vorige ronde dezelfde strategie hanteerden:

(c, c)	— >	c	(samen hetzelfde)
(c, d)	— >	d	
(d, c)	— >	d	
(d, d)	— >	c	(samen hetzelfde)

2. Twee algoritmen spelen herhaald het gevangenens-dilemma, tot in het oneindige. Eén algoritme volgt de tit-for-tat strategie. Van het andere algoritme is de strategie onbekend. Van beide algoritmen beschouwen we de limiet van de gemiddelde opbrengst.

(a) Deze limieten bestaan niet.

(b) Deze limieten bestaan soms.

✓ Als deze limieten bestaan, zijn ze gelijk.

(d) Deze limieten zijn gelijk.

Toelichting. Beide limieten hoeven niet te bestaan: stel dat na een groot aantal ronden het gemiddelde van de niet-TFT speler gelijk is aan x . Dan kan dit gemiddelde altijd weer “gedestabiliseerd” worden door voldoende lange periodes C danwel D te spelen, wat bij TFT leidt tot convergeren naar 3 danwel convergeren naar 1.

Als beide limieten bestaan, dan volgt volgens de “break even” eigenschap van TFT (uitgelegd op college) dat TFT op de lange termijn nooit beter of slechter zal presteren dan de opponent—wat voor strategie de laatste ook hanteert.

3. Gegeven is een populatie met proporties $P^t = (0.2, 0.5, 0.3)$ en relatieve score-matrix

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 3 \\ 2 & 0 & 1 \\ 1 & 3 & 0 \end{bmatrix}.$$

Bereken P_3^{t+1} volgens de discrete replicator-vergelijking.

(a) 0.301

✓ 0.447

(b) 0.401

(d) 0.613

Toelichting. Score per soort:

$$R \cdot P = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 3 \\ 2 & 0 & 1 \\ 1 & 3 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.2 \\ 0.5 \\ 0.3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.4 \\ 0.7 \\ 1.7 \end{bmatrix}$$

Ongenormaliseerde nieuwe proporties:

$$Q = \begin{bmatrix} 0.2 \times 1.4 \\ 0.5 \times 0.7 \\ 0.3 \times 1.7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.28 \\ 0.35 \\ 0.51 \end{bmatrix}$$

Genormaliseerde nieuwe proporties:

$$P = \frac{1}{\sum Q} Q = \frac{1}{0.28 + 0.35 + 0.51} \approx \begin{bmatrix} 0.246 \\ 0.307 \\ 0.447 \end{bmatrix}.$$

4. Een genetisch algoritme is een

- (a) deterministisch zoekalgoritme.
- (b) deterministisch simulatie-algoritme.
- ✓ probabilistisch zoekalgoritme.
- (d) probabilistisch simulatie-algoritme.

5. Een populatie genotypen is gegeven met multipliciteit 3, 10, 11, 12 resp. fitness 2, 20, 21, 22.

Bereken de kans dat het eerste genotype in de mating pool terecht komt, wanneer selectie fitness-proportioneel plaatsvindt. Er mag worden aangenomen dat de mating pool even groot is als de populatie.

- (a) 0.00233.
- (b) 0.00266.
- (c) 0.233.
- ✓ 0.266.

Toelichting.

$$\begin{aligned} \Pr\{g_1\} &= \frac{m_i f_i}{\sum_{j=1}^n m_j f_j} \\ &= \frac{3 \times 2}{3 \times 2 + 10 \times 20 + 11 \times 21 + 12 \times 22} \\ &= \frac{6}{701} \approx 0.0085. \end{aligned}$$

Kort deze kans af tot p .

Nu voor de kans dat g_1 in de mating pool geplaatst wordt. De omvang van de populatie en mating pool is $m_1 + \dots + m_n = 36$. Kort dit af tot M . Met complementaire kansen:

$$\begin{aligned} \Pr\{g_i \text{ wordt geplaatst}\} &= 1 - (1 - p)^M \\ &= 1 - \left(1 - \frac{2}{697}\right)^{36} \\ &\approx 0.266. \end{aligned}$$

6. Gegeven zijn twee LISP-programma's

```
(if (test-1)
    (action-1)
    (if (test-2)
        (if (test-3)
            (action-3))
    ))
```

```

        (action-1)
      )
      (if (test-1)
        (action-2)
      )
    )
  )

```

resp.

```

(if-test-1
  (action-1)
  (if-test-2
    (if-test-3
      (action-3)
      (action-1)
    )
    (if-test-1
      (action-2)
    )
  )
)

```

Geef het aantal mogelijke kruisingen van programma 1 met programma 2.

- 64
 68
 80
 Een ander antwoord.

Toelichting. Programma 1 bestaat uit vier testen en acht statements; programma 2 bestaat uit nul testen en acht statements. Geen test uit programma 1 kan wisselen met een test uit programma 2. Acht statements uit programma 1 kunnen kruisen met acht statements uit programma 2. In totaal zijn er dus $8 \times 8 = 64$ kruisingen mogelijk.

7. Wat betekent “pressure of parsimony” in de context van genetisch programmeren?

- Verbied de creatie van grotere genotypen.
 Geef grotere genotypen een lagere fitness.
 Definieer fitness zó dat selectiedruk spaarzaam wordt toegepast.
 Definieer fitness zó dat selectiedruk in niches wordt toegepast.

Toelichting. Zorg er voor dat genotypen niet te groot worden door voor omvang een penalty te geven in de fitness. Ook wel: Ockham’s razor. Het simpelweg verbieden van grote genotypen is iets anders.

8. Waarin onderscheidt genetisch programmeren zich van (de studie van de) genetische algoritmen?

- i)* Genotypen kunnen worden gemuteerd.
ii) Genotypen bezitten een verschillende grootte.
iii) Genotypen worden gemanipuleerd met programmacode.
iv) Genotypen zijn syntaxbomen van programmacode.
- Alleen *i)* en *ii)*.
 Alleen *ii)* en *iii)*.
 Alleen *iii)* en *iv)*.
 Een ander antwoord.

Toelichting. Alleen *ii*) en *iv*). We lopen de vier uitspraken af: *i*) Genotypen kunnen ook worden gemuteerd bij GA's. *ii*) Bij GA's zijn genotypen vaak arrays van dezelfde grootte. Het genetisch materiaal is i.i.g. altijd van dezelfde grootte. *iii*) Ook bij GA's worden genotypen gemanipuleerd door programmatuur. *iv*) Bij GA's zijn genotypen uiteraard geen syntaxbomen van uitvoerbare programma's.

9. (Gaia.) Kirchner schrijft over “the good, the bad, and the ugly”. Wat bedoelt hij daar mee?

- (a) Optimaliserende Gaia, invloeds-Gaia, en teleologische Gaia.
- ✓ Ware, onware, en onverifieerbare hypothesen.
- (c) Acceptatie, ontkenning, danwel veronachtzaming van de Gaia-hypothese.
- (d) Onderzoek naar, ontkenning van, danwel veronachtzaming van geo-feedback.

Toelichting. Zie slides, danwel bron.

10. In de Daisy world wordt de hoeveelheid licht iets verhoogd. Wat gebeurt er op de lange termijn?

- ✓ De verhouding tussen witte en zwarte daisies wijzigt ten gunste van de witte daisies.
- (b) De verhouding tussen witte en zwarte daisies wijzigt ten gunste van de zwarte daisies.
- (c) De verhouding tussen witte en zwarte daisies wijzigt, de temperatuur neemt iets toe.
- (d) De verhouding tussen witte en zwarte daisies wijzigt niet, de temperatuur neemt iets toe.

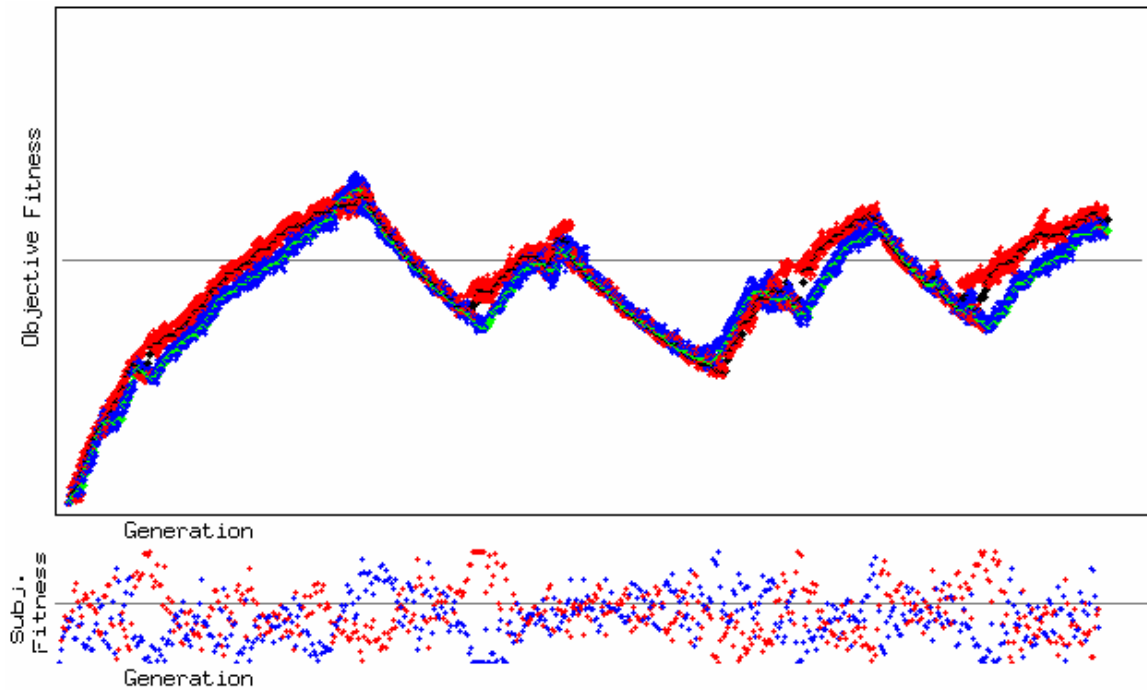
Toelichting. De Daisy world absorbeert meer licht, de omgeving wordt warmer, dat vinden de witte daisies prettiger dan de zwarte daisies, er zullen meer witte daisies bijkomen die het licht meer reflecteren, de temperatuur gaat weer omlaag naar de oude temperatuur.

11. Watson and Pollack definiëren de *score3* functie (ook: de *Min-d* functie) om individuen te vergelijken met twee of meer attributen. Wat is doel hiervan?

- (a) Het creëren van een irreflexieve vergelijkingsmaat.
- (b) Het creëren van een intransitieve vergelijkingsmaat.
- (c) Laten zien dat het vergroten van attribuutwaarden niet noodzakelijk hoeft te betekenen dat meer individuen worden gedomineerd.
- ✓ Laten zien dat een relatieve score kan zorgen voor een negatieve selectiedruk.

Toelichting. Als middel wordt een intransitieve vergelijkingsmaat gecreëerd, met als doel om te laten zien een relatieve score kan zorgen voor een negatieve selectiedruk. Een van de effecten van een intransitieve vergelijkingsmaat is dat vergroten van attribuutwaarden niet noodzakelijk hoeft te betekenen dat meer individuen worden gedomineerd. Echter, dat is ook niet het doel.

12. Co-evolutie volgens Watson en Pollack.



- i)* De algemene tendens wordt veroorzaakt door over-specialisatie.
ii) Perioden van dalende gemiddelde absolute fitness worden veroorzaakt door de afwezigheid van selectiedruk.
- (a) Beide beweringen zijn waar.
 (b) Alleen bewering *i)* is waar.
 (c) Alleen bewering *ii)* is waar.
 ✓ Beide beweringen zijn onwaar.

Toelichting. (*i)*): bij transitiviteit veroorzaakt over-specialisatie een monotoon stijgende tendens. (multi-b:relativisme) Drift trekt de absolute fitness nooit door de middelmaat heen. Dit kan alleen worden veroorzaakt door negatieve selectiedruk.

13. Het principe van de Rode Koningin behelst het volgende.

- (a) Bij een fitness-proportionele selectie dient in ieder geval het meest fitte individu meegenomen te worden naar de volgende generatie.
 ✓ In co-evolutie moeten individuen blijven verbeteren om fit te blijven.
 (c) Het co-evolutieproces verloopt sneller als individuen vaker gekruist worden met fitte individuen.
 (d) Exploratie op feromoon wordt bepaald door de laatste winnaar.

14. Mierenkolonieoptimalisatie met parameters $\alpha = 1/2$, $\beta = 1$, en $\rho = 9/10$.

Een mier m is bezig met een toer, staat op knoop A , heeft knopen B , C , en E al bezocht, en kan nu kiezen tussen knopen D en F . De lengte van AD en AF is resp. 1 en 2. De hoeveelheid feromoon op AD en AF is resp. 7 en 8. Geef de kans dat m , in de eerstvolgende stap, knoop F bezoekt.

- ✓ $2/11$ (c) $4/7$
 (b) $9/11$ (d) Een ander antwoord.

Toelichting. Knopen A , B , C en E zijn al bezocht, die spelen verder geen rol. Voor D en F moeten we de aantrekkelijkheid van de kanten AD en AF bepalen. De aantrekkelijkheid van een kant wordt gedefinieerd door de hoeveelheid feromoon op die kant gedeeld door lengte van die kant tot de macht β . Voor AD en AF zijn dit respectievelijk $7/1 = 7$ en $8/2 = 4$. Met kans $\alpha = 1/2$ zal de mier exploiteren en kiest deze de optimale kant AD met kans 1, dus kant AF met kans 0. Als de mier exploreert zal deze kant AF met kans $4/(7 + 4) = 4/11$ kiezen.

Dus

$$P\{AF \text{ word geselecteerd}\} = \frac{1}{2} \times 0 + \frac{1}{2} \times \frac{4}{11} = \frac{2}{11}.$$

(Merk op dat de waarde van ρ hier nergens een rol speelt.)

15. Van een NP-volledig probleem proberen we een optimale oplossing te vinden met mierenkolonieoptimalisatie. We laten het mierenkolonieoptimalisatie-algoritme oneindig lang doorlopen.

- (a) Het is mogelijk dat een optimale oplossing gevonden wordt.
- (b) Het is mogelijk dat een optimale oplossing nooit gevonden wordt.
- ✓ Met kans 1 wordt een optimale oplossing gevonden.
- (d) Het is zeker dat een optimale oplossing gevonden wordt.

Toelichting. Het mierenkolonieoptimalisatie-algoritme is een probabilistisch algoritme dat een eindige zoekruimte doorloopt. Als het algoritme maar lang genoeg loopt wordt de kans steeds groter dat het op een optimale oplossing stuit. Dus het beste antwoord is (c).

Antwoorden (a) en (b) zijn ook juist, maar minder specifiek dan antwoord (c). De afspraak is dat in dergelijke gevallen het meest beste antwoord geldt, dus (c). (Zie items onder kopje “Meerkeuze antwoorden”).

Vanwege de controversialiteit over de duiding van het goede antwoord is deze vraag afgekeurd.

16. In het deeltjesmodel van Physarum betekent *plasmodiale krimp* dat deeltjes bij aanvang met een ...

- (a) ... lage dekkingsgraad over het canvas worden verspreid.
- (b) ... lage dekkingsgraad op voedselplekken worden gedropt.
- (c) ... hoge dekkingsgraad over het convexe omhulsel van de voederplekken worden verspreid.
- ✓ ... hoge dekkingsgraad over het convexe omhulsel van de voederplekken worden verspreid. Daarna worden willekeurig deeltjes weggenomen.

Toelichting. Bij filamenteuze condensatie worden deeltjes met een lage dekkingsgraad (typisch 2%) over het canvas verspreid. Bij filamenteus voederen worden deeltjes met een lage dekkingsgraad (typisch 2%) bij aanvang van de simulatie gedropt op voedselplekken. Bij plasmodiale krimp worden deeltjes met een hoge dekkingsgraad (typisch 50%) over het convexe omhulsel van de voederplekken verspreid, waarna de mierenpopulatie langzaam afneemt (typisch sterfte met een kans 0.00025 per mier per tik).

17. In het deeltjesmodel van Physarum ontstaan tussen punten vaak structuren. Hoe wordt de vorm van deze structuren genoemd?

- ✓ Steinerbomen.
- (b) Stroomnetwerken.
- (c) Kortste-pad netwerken.
- (d) Minimaal opspannende bomen.

Toelichting. Steinerbomen zijn netwerken tussen knopen met minimale lengte. Herinner de presentatie “Connect the towns solution” van James Grine over Steiner trees: <https://youtu.be/dAyDi1aa40E>. Zie ook de video's: <https://youtu.be/de5EAyk7c7g> en <https://youtu.be/tS35bDueblI>.

18. Gegeven is een lineair perceptron met initiële gewichten 0.3, 0.5, en 0.4 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.

- (a) 0.75
- (b) 0.85
- ✓ 0.95
- (d) Een ander antwoord.

Toelichting.

$$\begin{aligned}
 Y &= \mathbf{0.3} * 0.5 + \mathbf{0.5} * 0.5 + \mathbf{0.4} * 1.0 \\
 &= 0.8. \\
 T - Y &= 1.0 - 0.8 \\
 &= 0.2.
 \end{aligned}$$

Nu:

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

Dus:

$$\begin{aligned}
 w_1 &= \mathbf{0.3} + 0.5 * 0.2 * 0.5 = 0.35, \\
 w_2 &= \mathbf{0.5} + 0.5 * 0.2 * 0.5 = 0.55, \\
 w_3 &= \mathbf{0.4} + 0.5 * 0.2 * 1.0 = 0.50.
 \end{aligned}$$

Dus:

$$\begin{aligned}
 Y' &= \mathbf{0.35} * 0.5 + \mathbf{0.55} * 0.5 + \mathbf{0.50} * 1.0 \\
 &= 0.95.
 \end{aligned}$$

19. Na het verschijnen van het boek “Perceptrons” (Minsky en Papert, 1969), zakte het onderzoek naar neurale netwerken in. Waarom was dat?

- ✓ Minsky en Papert lieten zien dat het lineaire perceptron zelfs de meest eenvoudige logische schakelingen niet kan representeren.
- (b) Minsky en Papert bewezen dat de schakeltijd van het lineaire perceptron te traag is om er intelligente netwerken mee te kunnen bouwen.
- (c) Door middel van een gegeneraliseerd tel-argument beargumenteerden Minsky en Papert dat kunstmatige neurale netwerken nooit intelligent gedrag kunnen opleveren.
- ✓ Een ander antwoord.

Toelichting. De exclusieve “of”-poort (de XOR-gate) kon niet worden gerepresenteerd. Dit vond men niet cool. Uitleg waarom (d) bij nader inzien ook goed wordt gerekend: schakeling staat in het meervoud: “eenvoudige logische schakelingen”. Hierdoor is het mogelijk dat je denkt dat dit het antwoord niet kan zijn, immers, andere logische schakelingen zoals de AND en de OR kunnen wel degelijk met een lineair perceptron worden gerepresenteerd.

20. In een klassiek feed-forward is op een zeker moment bij een bepaalde uitvoerknoop met doelwaarde $t = 0.5$ de uitvoer gelijk aan $o = 0.4$. Bereken de correctiefactor δ voor die knoop.

- (a) 0.021.
- (b) 0.022.
- (c) 0.023.
- ✓ 0.024.

Toelichting.

$$\begin{aligned}
 \delta &= o(1 - o)(t - o) \\
 &= 0.4(1 - 0.4)(0.5 - 0.4) \\
 &= 0.024.
 \end{aligned}$$

21. We bekijken het Hopfield-netwerk voor het terugroepen van letters op een 40×40 grid. Hoeveel symmetrische verbindingen bezit dit netwerk, exclusief bias?

- (a) 3120 ✓ 1279200
 (b) 3200 (d) 1722900

Toelichting. Er zijn $40 \times 40 = 1600$ patches. Elke patch staat in verbinding met $1600 - 1$ andere patches (niet met zichzelf). Dus er zijn $1600(1600 - 1)/2 = 1279200$ verbindingen. (Delen door twee, want verbindingen kennen geen richting, i.e., zijn symmetrisch.)

22. Continue Hopfield netwerken. Waar dient de term $-U_i/\tau$ voor in

$$\frac{d}{dt}U_i = \sum_{j=1}^n T_{ji}V_j + I_i \underbrace{-\frac{U_i}{\tau}}_?$$

- (a) Dit is de bias.
 (b) Dit zorgt voor een input bias, proportioneel aan de gewogen input.
 (c) Dit zorgt voor de harmonisatie van U_i .
 ✓ Dit houdt de activatiewaarden binnen de perken.

Toelichting. De term $-U_i/\tau$ zorgt er voor dat U_i altijd een trend in de tegenovergestelde richting bezit. Des rest is onzin: de bias is gelijk aan I_i . Knopen kunnen niet harmoniseren, dit kunnen alleen verbindingen, of een heel netwerk.

23. Gegeven is een volledig verbonden discreet Hopfield netwerk. Bepaal w_{42} als het netwerk de volgende drie patronen krijgt ingeprent

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} -1 & 2 & -1 & 1 & 1 \\ -2 & 1 & 1 & -1 & 2 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & -2 \end{bmatrix}.$$

- (a) 1/2 (c) 3/4
 (b) 2/3 ✓ Een ander antwoord.

Toelichting.

$$\begin{aligned} w_{52} &= \frac{1}{n} \mathbf{x}_i^T \cdot \mathbf{x}_j \\ &= \frac{1}{3} \mathbf{x}_4^T \cdot \mathbf{x}_2 \\ &= \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix} \\ &= \frac{1}{3} (1 \cdot 2 + -1 \cdot 1 + 1 \cdot -1) \\ &= 0. \end{aligned}$$

24. Beschouw het volgende (taak-) toewijzingsprobleem, waarbij de entries opbrengsten representeren. Geef de bias voor de cel (Ad, T_1) , als dit toewijzingsprobleem gemodelleerd wordt in een Hopfield netwerk volgens Hopfield en Tank, en de k -uit- n regel wordt toegepast.

	T_1	T_2	T_3
Ad	10	4	1
Ed	3	8	4
Jo	1	9	7

✓ 3.8

(c) 4.3

(b) 4.1

(d) Een ander antwoord.

Toelichting. Elke cel is lid van twee clusters. We passen de k -uit- n regel toe. Voor elk cluster is $k = 1$, dus de totale input bias per cel is $2 \text{ clusters} \times (2k - 1) = 2$. Deze bias doet geen recht aan de opbrengsten per cel. Om wel recht te doen aan de opbrengsten per cel verdelen moeten $9 \text{ cellen} \times 2 = 18$ eenheden worden verdeeld, zó dat elke cel een input bias krijgt evenredig met haar opbrengst.

Om te beginnen is de totale opbrengst gelijk aan de som van alle opbrengsten, dat is $10 + 4 + \dots + 9 + 7 = 47$. De opbrengst van cel (Ad, T_1) heeft dus $10/47$ e aandeel in de totale opbrengst. Die bias die deze cel krijgt is dus $18 \times 10/47 \approx 3.8$.