

Inleveropgave 4: Massieve multi-agent systemen

Houd je aan de punten zoals vermeld in “Regeling toetsen” op de cursussite. Succes!

1. (Markovketens in discrete tijd, 12pt).
Mieren bewegen zich van een nest naar buiten. Eenmaal buiten, blijven ze buiten. In het begin bevinden zich twee mieren in het nest en geen mieren buiten. Soms creëren twee mieren in een nest twee nakomelingen, en blijven zelf leven. Mieren buiten het nest gaan soms dood.
 - (a) Hoe kunnen toestanden worden gerepresenteerd, i.e, kort worden opgeschreven in wiskundige notatie? Hint: het aantal mieren buiten moet ook zijn terug te vinden in de representatie.
 - (b) Specificeer alle drie soorten toestandovergangen, aannemende dat tijd zó fijnmazig is dat binnen elke tijdseenheid slechts één gebeurtenis kan plaatsvinden. Hint: er zijn oneindig veel toestandovergangen, maak dus gebruik van variabelen.
 - (c) Welke representeerbare toestanden zijn realiseerbaar, i.e., bereikbaar vanuit de begintoestand?
 - (d) Welke toestanden kunnen worden bereikt vanuit een toestand met 0 mieren binnen? Dezelfde vraag voor 1 mier binnen. Zijn overgangen vanuit toestanden met minder dan 2 mieren binnen omkeerbaar? Waarom (niet)?
 - (e) Teken een toestandengraaf (netwerk met pijlen tussen toestanden) met alle toestanden en alle toestandovergangen vanaf de begintoestand.
Teken alleen toestanden met in totaal hoogstens 4 mieren. Als een overgang mogelijk is naar een toestand met meer dan 4 mieren, teken dan een pijl naar stippeltjes, om aan te geven dat daar de toestandengraaf doorloopt, maar niet verder wordt getekend.
- Kleur toestanden met 1 mier binnen geel, en toestanden met 0 mieren binnen rood.
Aanwijzing: in totaal zijn er 15 toestanden en 26 pijlen, waarvan 5 eindigen in stippeltjes.
 - (f) Geef de doorgangsklassen, recurrente klassen en absorberende toestanden. Waarschuwing: i.t.t. het knikers-en-vazenmodel corresponderen klassen dit keer niet met ruimten die al dan niet leeg zijn.
2. (Mierenkolonieoptimalisatie, 12pt). Gegeven zijn de tabellen 1, 2, 3 (zie ommezijde). Verder $\beta = 0.5$ en $v(i, j) = 1/d(i, j)$.
 - (a) Completeer Tabel 3.
 - (b) Geef alle mogelijke toeren van een mier vanaf A bij exploitatie. Hoeveel toeren zijn dit?
 - (c) Hoeveel toeren zijn er mogelijk bij exploratie?
 - (d) Stel een mier staat op F en heeft A, B, C, E , en G al bezocht. Bereken

$$\Pr\{J \text{ wordt bezocht} \mid A, B, C, E, G \text{ zijn al bezocht}\}.$$
 Zal de mier bij exploitatie J bezoeken? Waarom (niet)?
 - (e) Bereken de kans dat de mier bij exploratie J bezoekt.
 - (f) (Moeilijke vraag.) Bewering:
Exploitatietoeren worden ook het vaakst afgelopen bij exploratie.
Becommentarieer.

Einde opgave.

Literatuur

- [1] Sheldon Ross. *A first course in probability*. MacMillan, first edition, 1976.

| | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>D</i> | <i>E</i> | <i>F</i> | <i>G</i> | <i>H</i> | <i>I</i> | <i>J</i> |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>A</i> | | 0.9 | 8.4 | 5.9 | 2.3 | 7.6 | 3.8 | 1.8 | 9.5 | 6.1 |
| <i>B</i> | | | 8.2 | 6.4 | 0.6 | 9.4 | 9.0 | 4.2 | 7.1 | 9.6 |
| <i>C</i> | | | | 1.6 | 1.6 | 3.3 | 4.6 | 3.5 | 6.8 | 7.9 |
| <i>D</i> | | | | | 3.5 | 7.0 | 8.8 | 4.1 | 5.0 | 9.4 |
| <i>E</i> | | | | | | 5.6 | 5.9 | 2.4 | 3.2 | 7.7 |
| <i>F</i> | | | | | | | 6.3 | 5.4 | 6.8 | 2.4 |
| <i>G</i> | | | | | | | | 1.3 | 3.0 | 2.7 |
| <i>H</i> | | | | | | | | | 3.7 | 9.5 |
| <i>I</i> | | | | | | | | | | 9.1 |

Tab. 1: De lengte van een kant.

| | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>D</i> | <i>E</i> | <i>F</i> | <i>G</i> | <i>H</i> | <i>I</i> | <i>J</i> |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>A</i> | | 0.8 | 3.1 | 2.0 | 1.8 | 2.9 | 1.9 | 0.7 | 3.3 | 2.2 |
| <i>B</i> | | | 2.9 | 2.3 | 0.8 | 3.5 | 3.6 | 2.3 | 2.6 | 3.2 |
| <i>C</i> | | | | 1.4 | 1.3 | 1.8 | 2.0 | 1.6 | 3.0 | 3.4 |
| <i>D</i> | | | | | 2.2 | 2.5 | 3.6 | 1.9 | 1.9 | 3.4 |
| <i>E</i> | | | | | | 2.5 | 2.5 | 0.9 | 1.8 | 3.2 |
| <i>F</i> | | | | | | | 2.5 | 2.3 | 3.2 | 1.4 |
| <i>G</i> | | | | | | | | 1.0 | 2.0 | 1.7 |
| <i>H</i> | | | | | | | | | 1.8 | 3.8 |
| <i>I</i> | | | | | | | | | | 3.4 |

Tab. 2: De hoeveelheid feromoon op een kant.

| | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>D</i> | <i>E</i> | <i>F</i> | <i>G</i> | <i>H</i> | <i>I</i> | <i>J</i> |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>A</i> | | 0.845 | 1.068 | 0.825 | 1.192 | 1.050 | 0.970 | 0.528 | 1.069 | 0.894 |
| <i>B</i> | | | 1.015 | 0.908 | 1.067 | 1.144 | 1.202 | 1.118 | 0.976 | 1.030 |
| <i>C</i> | | | | 1.123 | 1.025 | ? | ? | ? | 1.153 | 1.213 |
| <i>D</i> | | | | | 1.170 | 0.948 | 1.212 | 0.940 | 0.849 | 1.108 |
| <i>E</i> | | | | | | 1.053 | 1.028 | 0.577 | 1.011 | 1.152 |
| <i>F</i> | | | | | | | 0.999 | 0.993 | 1.231 | 0.912 |
| <i>G</i> | | | | | | | | 0.885 | 1.147 | 1.039 |
| <i>H</i> | | | | | | | | | 0.934 | 1.234 |
| <i>I</i> | | | | | | | | | | 1.128 |

Tab. 3: De aantrekkelijkheid van een kant.