

Eindopdracht kunstmatige intelligentie - eerste kans

Jeroen de Haas, Reinout Versteeg

11 december 2017

1 Rabbit island

Okunoshima, beter bekend als Rabbit Island, is een klein Japans eiland, waar konijnen zonder natuurlijke vijanden leven. Deze konijnen zijn onbevreesd. Door de afwezigheid van jachtdieren zijn zij hun natuurlijke vluchtgedrag verleerd. Het eiland trekt veel toeristen die de konijnen voeren en knuffelen.

2 Een roofdier verschijnt

Na decenialang vredevol geleefd te hebben, wordt de konijnenkolonie op Okunoshima opgeschrikt door de aankomst van meneer en mevrouw Janssen en hun geliefde rottweiler genaamd Schaap.

Meneer en mevrouw Janssen laten Schaap namelijk vrij rondlopen op het eiland. En Schaap gaat graag op konijnenjacht.

3 Het eiland

Het eiland bevindt zich in een gebied van 1280x720 pixels. Dit gebied is onderverdeeld in vakken van 20 bij 20 pixels. De graaf wordt beschreven in het bestand `graaf.txt`. Dit bestand bevat een tekstuele representatie van de vlakken. De karakters geven het soort vlak aan. Daarnaast krijg je een afbeelding van het eiland dat je in je applicatie kunt gebruiken. Elk soort vlak heeft hierin zijn eigen kleur. Tabel 1 geeft een overzicht van de verschillende soorten vlakken en hun representaties.

Een voorbeeld van de tekstuele representatie van een kleine graaf vind je hieronder. De bijbehorende afbeelding vind je in Figuur 1.

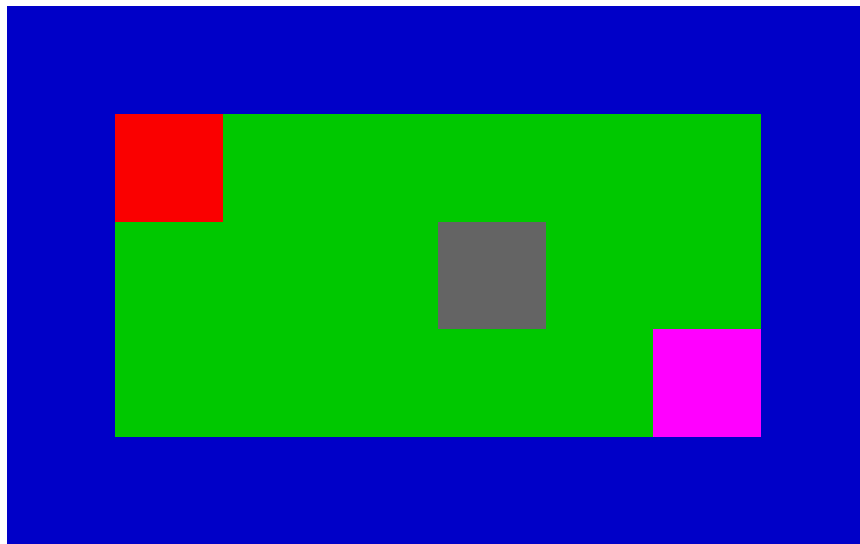
Tabel 1: Soorten vlakken op het eiland en hun representaties

| Soort | Karakter | Kleur |
|------------------------------|----------|---------|
| Water | ~ | blauw |
| Gras | X | groen |
| Grot | O | grijs |
| Beginpositie meneer Janssen | M | rood |
| Beginpositie mevrouw Janssen | V | fuchsia |

```

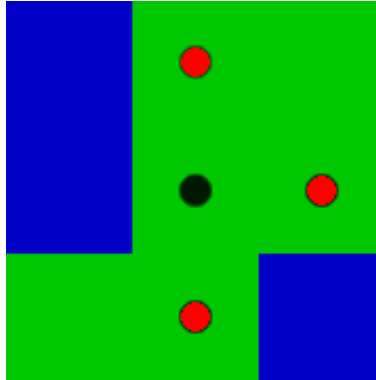
~~~~~
~MXXXX~
~XXXOX~
~XXXXV~
~~~~~

```



Figuur 1: Een voorbeeld van een grafische weergave van een eiland

Behalve de blauwe vlakken, vormen alle vlakken een graaf. De knopen van de graaf bevinden zich in het middelpunt van elk vlak. Een knoop is verbonden met zijn linker-, rechter-, boven- en onderbuur. Figuur 2 toont een zwarte knoop en de knopen waarmee deze verbonden is.



Figuur 2: Voorbeeld van een buurt. De zwarte knoop is verbonden met de rode knopen.

4 Het gedrag van Schaap



Schaap beweegt over de graaf. Standaard dwaalt hij over het eiland. Als hij zich binnen een straal van 50 pixels van een konijn bevindt, gaat hij naar de knoop die het dichtst bij dat konijn ligt. Wanneer zich geen konijnen meer bevinden binnen een straal van 50 pixels om Schaap, gaat hij weer dwalen. Komt een konijn in een straal van 15 pixels van Schaap, dan wordt hij altijd verorbert ongeacht waar Schaap op dat moment mee bezig is.

Zoals alle honden krijgt ook Schaap dorst. Hoe dorstig hij is wordt bepaald door zijn dorstniveau, een getal van 0 tot en met 100. Elke seconde die Schaap wakker doorbrengt, stijgt zijn dorstniveau met 1. Wanneer zijn dorstniveau de waarde 100 bereikt, stopt hij waarmee hij bezig was en gaat hij op zoek naar één van zijn baasjes. Aanvankelijk gaat hij met een kans van 50% naar mevrouw Janssen en met eenzelfde kans naar meneer Janssen. Schaap evalueert hoeveel water hij krijgt en past de kansen aan waarmee hij zijn baasjes kiest. *Het dorstniveau stijgt nooit verder dan 100.*

Als Schaap gedronken heeft, gaat hij verder met dwalen. Maar na elke tweede drinkbeurt, gaat Schaap slapen. Hij trekt zich hiervoor terug in de grot op het eiland. De grot is met een 0 gemarkeerd in `graaf.txt`.

Schaap neemt altijd de kortste route wanneer hij ergens naar op weg is.

Zorg ervoor dat de positie van Schaap te allen tijde te zien is in je applicatie. Gebruik voor Schaap een sprite of een vierkant van ongeveer 10 bij 10 pixels. Ook moet de applicatie altijd laten zien in welke toestand Schaap zich bevindt.

5 Het gedrag van meneer Janssen

Meneer Janssen bevindt zich initiëel in de linkerbovenhoek van het eiland, op het rode vlak dat met M is gemarkeerd in `graaf.txt`. Standaard dwaalt hij over de graaf. Elke 20 seconden blijft hij stilstaan om een foto te nemen. Tien seconden later dwaalt hij weer verder.

Als Schaap op zoek is naar meneer Janssen en zij zich op dezelfde knoop bevinden, krijgt Schaap water van meneer Janssen. Schaaps dorstniveau wordt dan verminderd met een willekeurig getal tussen de 30 en 50.

Schaap beweegt twee keer zo snel als meneer Janssen

6 Het gedrag van mevrouw Janssen

Mevrouw Janssen bevindt zich initiëel in de rechteronderhoek van het eiland, op het fuchsia vlak dat met V is gemarkeerd in `graaf.txt`. Zij dwaalt over de graaf. Als zij binnen een straal van 30 pixels van een konijn komt, blijft ze stokstijf staan. Ze gaat verder met dwalen wanneer zich binnen die straal geen konijnen meer bevinden.

Als Schaap op zoek is naar mevrouw Janssen en zij zich op dezelfde knoop bevinden, krijgt Schaap water van mevrouw Janssen. Schaaps dorstniveau wordt dan verminderd met een willekeurig getal tussen de 10 en 80. Schaap beweegt twee keer zo snel als mevrouw Janssen

7 Het gedrag van de konijnen

De konijnen kunnen zich vrij bewegen en vertonen groepsgedrag. Een konijn op Okunoshima kent slechts twee gevaren: Schaap en het water. Een konijn komt namelijk te overlijden wanneer het

1. opgegeten wordt door Schaap,
2. of in het water belandt.

Een konijn is 5 bij 5 pixels groot. Konijnen mogen nooit met elkaar botsen. De sprites van twee konijnen mogen niet overlappen.

Alle konijnen beschikken over een aantal eigenschappen die hun groepsgedrag bepalen en de mate waarin ze zich aangetrokken voelen tot Schaap en het water. Een overzicht is te vinden in Tabel 2. Alle eigenschappen worden verderop in meer detail besproken.

Door middel van een genetisch algoritme evolueert de konijnenpopulatie zodanig dat de overlevingskansen van de individuen groter wordt.

De initiële konijnenpopulatie bestaat uit 100 konijnen. Deze konijnen bevinden zich op de grasvelden van het eiland. In deze initiële populatie heeft elk konijn willekeurige waarden voor elk van de vijf eigenschappen. Deze eigenschappen worden beschreven door kommagetallen, `floats` of `doubles` in C++. Op het moment dat Schaap gaat slapen, ontstaat een nieuwe generatie konijnen. De eigenschappen van deze konijnen worden via een genetisch algoritme bepaald.

7.1 De eigenschappen van een konijn

7.1.1 Aangetrokkenheid tot Schaap

Deze eigenschap is een waarde in het bereik van -1 tot en met 1. Wanneer deze eigenschap 1 is, is het konijn zo nieuwsgierig dat hij een maximale aantrekkingskracht tot Schaap voelt. Wanneer deze eigenschap -1 is, wordt het konijn met maximale kracht afgestoten van Schaap.

Als een konijn binnen een straal van 15 pixels van Schaap komt, wordt deze opgegeten (en komt dus te overlijden).

7.1.2 Aangetrokkenheid tot water

Deze eigenschap is een waarde in het bereik van -1 tot en met 1. Wanneer deze waarde 1 is zal op een konijn een maximale kracht werken die het konijn

Tabel 2: De eigenschappen van elk konijn. Elke eigenschap wordt gepresenteerd door een kommagetal. Het bereik van de eigenschappen staat in de laatste kolom.

| Eigenschap | Betekenis | Bereik |
|-----------------------------|--|--------------|
| Aangetrokkenheid tot Schaap | De mate waarin een konijn wordt aangetrokken tot of afgestoten door Schaap | -1.0 t/m 1.0 |
| Aangetrokkenheid tot water | De mate waarin een konijn wordt aangetrokken tot of afgestoten door water. | -1.0 t/m 1.0 |
| Cohesion | De mate waarin een konijn bij de groep wilt bijven. | 0 t/m 1.0 |
| Separation | De mate waarin een konijn uit de buurt van andere konijnen wilt zijn | 0 t/m 1.0 |
| Alignment | De mate waarin een konijn dezelfde kant op wilt als zijn burens. | 0 t/m 1.0 |

naar het dichtsbijzijnde water worden gelokt. Bij een waarde van -1 gebeurt het tegenovergestelde en wordt het konijn volledig van het water weggeduwd.

Als een konijn in het water belandt, verdrinkt deze.

7.1.3 Cohesion, separation en alignment

Deze bepalen de mate waarin de individuele flocking krachten bijdragen tot de algehele kracht die op een konijn werkt.

8 Opdracht

Schrijf in C++ een Windows-, Linux-, of macOS-applicatie waarin Schaap, meneer en mevrouw Janssen en de konijnen interageren volgens de hierboven beschreven regels. De opdracht bestaat uit een aantal delen. Deze onderdelen staan verderop beschreven. Bij elk deel zul je een aantal keuzes moeten maken. Je zult deze moeten verantwoorden op je assessment.

De applicatie werkt met rondes. De eerste ronde begint bij het opstarten. Bij aanvang van deze ronde

- worden meneer en mevrouw Janssen op hun beginposities geplaatst
- worden er 100 konijnen met willekeurige eigenschappen op willekeurige plekken op de grasvlakken geplaatst

- en wordt Schaap in een wakkere toestand op de knoop van de grot geplaatst.

Een ronde is afgelopen wanneer Schaap gaat slapen. Als Schaap wakker wordt is er een nieuwe konijnenpopulatie van 100 groot gegenereerd met behulp van een genetisch algoritme.

Je levert uiteindelijk één zipbestand in met daarin

1. de code van je applicatie
2. en een document waarin je je gemaakte keuzes verantwoord.

Ieder vermoeden van plagiaat wordt aan de examencommissie voorgelegd. Je programma mag louter bestaan uit zelfgeschreven en de op Blackboard aangeleverde code.

8.1 Document

Het document bestaat uit een viertal paragrafen. Deze paragrafen gaan over de verschillende lesonderdelen. Het document maakt inzichtelijk welke beslissingen zijn genomen bij de ontwikkeling van de applicatie. Houdt het document beknopt.

8.1.1 A*

Deze paragraaf beschrijft hoe het A*-algoritme is geïmplementeerd. Hieronder vallen

1. de gekozen afstandsfunctie,
2. de gekozen heuristiek,
3. en de strategie waarmee Schaap zijn doel bereikt.

8.1.2 Eindigetoestandsautomaten

In de eerste paragraaf worden de eindigetoestandsautomaten beschreven. Deze paragraaf bevat de volgende zaken:

1. Volledig toetstandsdiagrammen voor Schaap en meneer en mevrouw Janssen met daarin
 - (a) de toestanden;

- (b) transities;
 - (c) en de transitiekansen
2. Een beschrijving van welk gedrag hoort bij een toestand, of het betreden of verlaten ervan.
 3. Aanpassingsstrategieën voor transitiekansen

8.1.3 Force-driven entities

Deze paragraaf beschrijft hoe de konijnen zijn geïmplementeerd. In deze paragraaf staat een

1. verantwoording van de krachten die op konijnen werken
2. verantwoording strategie waarmee krachten worden gecombineerd

8.1.4 Genetisch algoritme

Deze paragraaf beschrijft de wijze waarop het gekozen genetisch algoritme

1. een initiële populatie genereert;
2. de fitness van de chromosomen bepaalt;
3. ouders selecteert;
4. nakomelingen genereert;
5. en de nieuwe populatie samenstelt.

8.2 Applicatie

1. De applicatie is in C++ geschreven. *Is dit niet het geval wordt het werk met een 1 beoordeeld.*
2. Het gedrag van Schaap, meneer en mevrouw Janssen is geïmplementeerd als eindigetoestandsautomaat.
3. De konijnen zijn geïmplementeerd als force-driven entities.
4. De konijnenpopulatie wordt elke ronde samengesteld door een genetisch algoritme.

9 Rubric

De rubric is onderverdeeld in vijf categoriën. Elke categorië telt voor twintig procent mee. Elke categorie is onderverdeeld in vier niveaus. Om een hoger niveau te behalen, moet de applicatie ook aan de criteria van de lagere niveaus voldoen.

Noot: Een docent behoudt het recht om af te wijken van de rubric wanneer er aan slechts een deel van de criteria is voldaan.

| Onderdeel | Punten | Criteria |
|-----------------------------------|--------|--|
| <i>A*</i> | 0 | Niet geïmplementeerd óf gedocumenteerd |
| | 3 | A* zonder kloppende heuristiek |
| | 6 | A* met aantoonbaar kloppende heuristiek. De applicatie kan hiertoe de door het algoritme bezochte nodes en het gekozen pad weergegeven |
| | 10 | A* wordt zo toegepast in de applicatie dat Schaap zijn doel bereikt. |
| <i>Eindige-toestandsautomaten</i> | 0 | Niet geïmplementeerd óf geen toestandsdiagrammen aangeleverd in het document. |
| | 3 | Toestandsdiagram plus de implementatie van Schaap als FSM. De applicatie laat altijd zien in welke toestand Schaap zich bevindt. |
| | 6 | Alle eindigietoestandsautomaten zijn beschreven met toestandsdiagrammen en geïmplementeerd. De beschrijving en implementatie komen overeen. |
| | 10 | Er is een updatestrategie voor de kansen. Daarnaast is de controle van het dorstniveau van Schaap geïmplementeerd met behulp van een global state. |

| Onderdeel | Punten | Criteria |
|------------------------------|--------|---|
| <i>Force-driven entities</i> | 0 | Niet geïmplementeerd óf gedocumenteerd. |
| | 3 | De bewegingen van de konijnen zijn enkel afhankelijk van de krachten die op hen werken. |
| | 6 | Alle vijf de eigenschappen van de konijnen zijn vertaald naar krachten. |
| | 10 | De krachten van konijnen worden gecombineerd op een manier die recht doet aan de waarde van hun eigenschappen. Er is een mechanisme dat voorkomt dat de sprites van konijnen overlappen. |
| <i>Genetisch algoritme</i> | 0 | Niet geïmplementeerd óf gedocumenteerd. |
| | 3 | Na elke ronde wordt een nieuwe generatie konijnen gegenereerd door genen van twee ouders te combineren met crossover en mutatie. |
| | 6 | Het genetisch algoritme selecteert ouders met een fitnessfunctie die aansluit bij de overlevingsdrang van de konijnenpopulatie |
| | 10 | Het genetisch algoritme bevat alle vijf de aspecten die genoemd zijn in paragraaf 8.1.4. |
| <i>Kwaliteit code</i> | 0 | De code is niet gestructureerd in klassen en functies. Aparte verantwoordelijkheden zijn niet gespreid over functies en klassen. |
| | 3 | De code is overzichtelijk. Elke klasse en functie heeft een duidelijk afgebakende verantwoordelijkheid. |
| | 6 | Verschillende gedragingen worden in verschillende onderdelen geïmplementeerd. |
| | 10 | De code voor eindigetoestandsautomaten en force-driven entities is zodanig opgezet dat deze her te gebruiken is voor andere agenten. Zo is je applicatie voorbereid op eventuele uitbreidingen. |