

# Definitely not a plane

8 januari 2020

## 1 Een rustige zaterdag

Het was zaterdag, een warme zomerdag. Veel mensen trokken naar de stad om te winkelen of een terrasje te pakken. Plots hoorden zij een vreemd gezoem. Het geluid was eerst zacht, maar werd steeds luider. Aan de horizon doemden kleurige objecten op.

Vol verbazing zag een vrouw hoe een van deze objecten op haar afkwam. Toen het zich boven haar bevond, verblindde een felle flits de omstanders. Terwijl hun zicht terugkeerde, realiseerden de mensen zich dat de vrouw was verdwenen. . .

Wat als een mooie dag begon, verwordt tot een overlevingsstrijd.

### 1.1 Dramatis personae

In deze opdracht werk je aan een simulatie van een stad die aangevallen wordt door buitenaardse wezens. In deze simulatie zijn een aantal agenten actief dit zijn:

1. André van de ANWB, klaar om voertuigen te repareren
2. Vier UFO's op zoek naar mensen
3. Henk en Harrie, twee tankbestuurders
4. 100 mensen, zich aanvankelijk van geen kwaad bewust.

## 2 André van de ANWB

André van de ANWB begint op een willekeurige plek op de stad. Vanuit daar rijdt hij met zijn gele auto naar de knoop van het type '1', dan naar de knoop van het type '2', dan naar die van '3' en uiteindelijk die van '4'. Daar begint hij opnieuw met een reis naar type '1'.

### 3 Het gedrag van de UFO's



Figuur 1: Een UFO

UFO's kunnen zich vrij bewegen over de stad. Ze vliegen probleemloos over de gebouwen in de stad. Ze kunnen echter niet over de randen van het speeldveld bewegen.

Aan het begin van een ronde starten de UFO's op een willekeurige plek in de stad.

Aanvankelijk zullen ze dwalen door de stad. Op het moment dat ze een mens zien, wordt dit hun doelwit. De UFO zal het mens blijven achtervolgen tot hij deze gevangen heeft of een tank ziet. In zijn achtervolging houdt de UFO rekening met de snelheid van de persoon die hij achtergevolgd.

Als een UFO een tank ziet, zal hij stoppen waarmee hij bezig is en de tank volgen. Wat er gebeurt wanneer een UFO en tank elkaar ontmoeten lees je in paragraaf 5.

### 4 Het gedrag van de tanks

De twee tanks zijn te onderscheiden aan de hand van kleur. Er is een groene en rode tank die worden bestuurd door respectievelijk Henk en Harrie.

Henk is een voorzichtige, behulpzame man en zal mensen meenemen in zijn tank. In de tank zijn de mensen veilig (zelfs als er later iets met de tank gebeurt)

Harrie kijkt liever op zijn smartphone dan naar de weg. Mensen die in de buurt van zijn tank komen, worden overreden.

De tanks dwalen aanvankelijk over de straten. Zij bewegen dan van knoop naar aangrenzende knoop. Als ze een UFO zien binnen een straal van 200 pixels dan kunnen ze een van volgende drie zaken doen:

1. Ze gaan naar de snelst bereikbare EMP-granaat

2. Ze vluchten van de UFO weg
3. Ze gaan naar het snelst bereikbare laserwerend schild

De tank kiest een actie aan de hand van een kansberekening. Aanvankelijk heeft elke keuze dezelfde kans van ongeveer 33%. De tank wilt zo weinig mogelijk schade oplopen en gebruikt de uitkomst van zijn keuze om de kansen aan te passen. Het is toegestaan dat een kans hierdoor naar 0% gaat.

Als een tank in 100 schadepunten heeft, moet deze naar André van de ANWB gaan.

## 5 Een ontmoeting tussen een tank en een UFO

Als een UFO en een tank met elkaar botsen gebeurt één van de volgende zaken:

1. Als de tank niets bij zich heeft, krijgt de tank 50 schadepunten
2. Als de tank een EMP-granaat bij zich heeft, kan de UFO 20 beurten niet meer bewegen.
3. Als de tank een laserwerend schild heeft, krijgt de tank 20 schade.

## 6 Het gedrag van de mensen

De mensen kunnen zich vrij bewegen door stad. De mensen kunnen niet over en door gebouwen wandelen. Daarnaast mogen de mensen niet de rand van het scherm afbewegen.

Het doel van de mensen is om zo lang mogelijk op aarde te overleven. Zodra een mens in de buurt van een UFO komt, wordt deze opgestraald. Die persoon bevindt zich dan niet meer op de aarde.

De groene tank is behulpzaam en brengt mensen in veiligheid. Als een mens de groene tank aanraakt, is deze voor de rest van de ronde in veiligheid. De rode tank is onvoorzichtig en zal mensen die te dichtbij komen overrijden. Mensen kunnen daarnaast een gebouw betreden via een voordeur. Ook dan zijn ze in veiligheid. Elke persoon heeft een aantal eigenschappen die bepalen in welke mate deze aangetrokken of afgestoten wordt door de tanks en UFO's. De mensen vertonen daarnaast groepsgedrag. Dit groepsgedrag wordt bepaald door een aantal eigenschappen. Alle eigenschappen zijn te vinden in Tabel 1.

Tabel 1: De eigenschappen van elk mens. Elke eigenschap wordt gepresenteerd door een kommagetal. Het bereik van de eigenschappen staat in de laatste kolom.

<b>Eigenschap</b>	<b>Betekenis</b>	<b>Bereik</b>
Aangetrokkenheid tot rode tank	De mate waarin deze persoon wordt aangetrokken tot of afgestoten door de rode tank	-1.0 t/m 1.0
Aangetrokkenheid tot groene tank	De mate waarin deze persoon wordt aangetrokken tot of afgestoten door de groene tank	-1.0 t/m 1.0
Aangetrokkenheid tot UFO's	De mate waarin deze persoon wordt aangetrokken tot of afgestoten door een UFO's.	-1.0 t/m 1.0
Aangetrokkenheid tot deuren	De mate waarin deze persoon wordt aangetrokken tot of afgestoten door een deur.	-1.0 t/m 1.0
Cohesion	De mate waarin een persoon bij de groep wilt blijven.	0 t/m 1.0
Separation	De mate waarin een persoon uit de buurt van andere personen wilt blijven	0 t/m 1.0
Alignment	De mate waarin een persoon dezelfde kant op wilt als zijn burens.	0 t/m 1.0

## 7 Aangeleverde code

Voor deze opdracht krijg je code aangeleverd. Deze code plaats twee tanks op een willekeurige stuk asfalt. De UFO's en mensen worden op een willekeurige plek binnen de stad geplaatst.

De meegeleverde code bevat de mogelijkheid om je simulatie te versnellen en vertragen. Dit doe je respectievelijk met de `]`- en `[`-toetsen.

## 8 Het verloop van de simulatie

De simulatie verloopt in ronden, elk van 200 beurten. De lengte van een beurt mag je zelf kiezen. Een veilige optie is om een periode van één seconde aan te houden. Wil je de simulatie versnellen, dan regel je dat met de `[`- en `]`-toetsen.

Aan het begin van een ronde worden de tanks op een willekeurige 'T'-knoop van de graaf geplaatst met 0 schadepunten. Er worden 100 mensen op willekeurige plekken in de stad geplaatst (maar niet op de gebouwen). Ook de UFO's worden op willekeurige plekken geplaatst.

Ook worden er op willekeurige plekken op de graaf een drietal EMP-granaten en een drietal laserwerende schilden geplaatst. Deze kunnen opgepakt worden door een tank. Dit gebeurt alleen als de tank ook daadwerkelijk naar het betreffende voorwerp op zoek is. Als de tank bijvoorbeeld tijdens het dwalen op een EMP-granaat stuit, zal hij deze negeren.

De tanks bewegen zich over de graaf. Zij doen dit maximaal eens per beurt. Als de tanks zich op een modderweg bevinden, mogen zij zich slechts één keer per vier beurten verplaatsen.

De mensen zijn force driven entities die groepsgedrag vertonen en kunnen zich vrij bewegen over de wegen en de stoep. Ze mogen niet van het scherm afgaan en de gebouwen niet aanraken. (Dit moet je zelf voorkomen in je code).

Ook de UFO's zijn force driven entities. Zij vertonen echter geen groepsgedrag.

## 9 De opdracht

**Schrijf in C++** een Windows-, Linux-, of macOS-applicatie waarin mensen, de UFO's en tanks 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. Een ronde duurt 200 beurten. Daarna wordt er een nieuwe populatie varkens 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 op Blackboard aangeleverde code.**

## **9.1 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.

### **9.1.1 A\***

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

1. de gekozen afstandsfunctie (de functie waarmee je meet hoe lang de daadwerkelijk afgelegde afstand is)
2. de gekozen heuristiek,
3. de manier waarop rekening wordt gehouden met modderpaden
4. en de strategie waarmee de entiteiten hun (bewegende) doelen daadwerkelijk bereiken.

### **9.1.2 Finite state machine**

Je beschrijft de finite state machine in je programma

1. Volledig toetstandsdiagrammen voor de UFO's en tanks 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

#### **9.1.3 Force-driven entities**

Deze paragraaf beschrijft hoe de UFO's en mensen zijn geïmplementeerd. In deze paragraaf staat een

1. verantwoording van de krachten die op force driven entities werken
2. verantwoording strategie waarmee krachten worden gecombineerd

#### **9.1.4 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.

#### **9.1.5 Q-learning**

Deze paragraaf beschrijft hoe Q-Learning een rol kan spelen in deze simulatie. Welk gedrag is ook te leren aan de hand van dit algoritme? Bedenk hoe je Q-Learning in kan zetten in deze simulatie.

1. verantwoording van de gekozen taak die geleerd wordt
2. verantwoording van de gekozen rewards

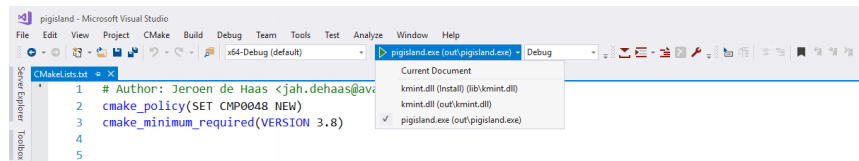
## 9.2 Startproject

Op blackboard is een startproject te vinden. Dit project bevat startcode die de tanks op de graaf plaatst, vier UFO's toevoegt en daarnaast 100 mensen aanmaakt.

Het project wordt aangeleverd als CMake-project. Om dit onder Visual Studio te compileren heb je minstens Visual Studio 2017 versie 15.8.1 nodig. Je kunt het project openen in het menu “File -> Open -> CMake” te kiezen en vervolgens de CMakeListst.txt in de hoofdmap te openen.

Wacht tot Visual Studio de CMakeCache heeft gecreëerd en kies vervolgens in het menu “CMake -> Build All”. Dit zorgt ervoor dat alle afbeeldingen juist gekopieerd worden.

Kies vervolgens `ufo.exe` als “Startup Item” door op het kleine pijltje naar beneden naast de groene afspelenknop te klikken. Zie Figuur 2 voor de lokatie van deze knop.



Figuur 2: Een startup item kiezen in Visual Studio 2017

## 9.3 Deadline

**Let op:** Zowel het document als de applicatie moeten voor de deadline door *beide* leden van het duo op Blackboard zijn ingeleverd. Zie blackboard voor de exacte deadline.

## 9.4 Beoordeling applicatie

De volgende voorwaarden zijn van kracht:

- De applicatie is in C++ geschreven.
- Beide studenten hebben het werk (applicatie, code én document) op tijd ingeleverd op Blackboard.
- De ingeleverde applicatie bestaat uit louter eigen code (en het framework)



- De code kan goed toegelicht worden tijdens het assessment door *beide* studenten.
- **NB:** *Indien er niet voldaan wordt aan bovenstaande voorwaarden, wordt het werk met een 1 beoordeeld.*

Voor een **7**:

- De tanks en André maken gebruik van het A\* algoritme, dat op de juiste wijze geïmplementeerd is. Maak zichtbaar in de simulatie wat de visited nodes zijn (welke zijn bezocht om het kortste pad te vinden) en het kortste pad zelf. Zorg ook voor een strategie dat ook bewegende doelen bereikt kunnen worden!
- Het gedrag van de UFO's is geïmplementeerd als finite state machine, het gedrag van de tanks is geïmplementeerd als *probabilistic* finite state machine. Al de gedragingen en transities zijn geïmplementeerd volgens de opdracht. Maak zichtbaar door middel van een overlay kleur welke staat een entiteit heeft. Implementeer een global state om gedupliceerde code te vermijden.
- De mensen en UFO's zijn geïmplementeerd als force-driven entities, waarbij ze *alleen* door krachten voortbewogen worden. De krachten worden gecombineerd op een manier die recht doet aan de waarde van hun eigenschappen.

Voor **2** punten extra:

- De mensenpopulatie wordt elke ronde samengesteld door een genetisch algoritme met *alle* stappen uit de evolutiecyclus.

Voor **2** punten extra:

- Integreer Q-learning in de applicatie, waardoor een entiteit (bijvoorbeeld de tanks) een policy leert aan de hand van dit algoritme en de gekozen taak (bijvoorbeeld het kiezen van de beste actie als een tank een UFO ziet) leert.

**NB:** Tijdens het assessment wordt ingezoomd op werking van de algoritmes in de simulatie en de implementatie. Zorg ervoor dat de gedragingen zo opgezet worden dat ze makkelijk uitbreidbaar en herbruikbaar zijn. Als er een onderdeel niet (goed) geïmplementeerd is, niet (goed) onderbouwd kan worden of niet (goed) gedocumenteerd is, levert dit maluspunten op. Hier valt bijvoorbeeld onder het niet uit kunnen leggen van de heuristiek die gebruikt wordt en waarom, maar ook het niet generiek opzetten van de finite state machine en states. Het maximale cijfer is gecapped op een 10.