

Selbst-organisierende, adaptive Systeme (WS 16/17)

Übungsblatt 03 (Bearbeitung bis: 09.11.2016, 23:59 Uhr)

Agentensysteme

In diesem Übungsblatt werden Sie das grundlegende Agentenmodell verwenden, um es in einer Agentensimulation einzusetzen.

Aufgabe 1 (*Zombie-Infektion*)

Wenn man der gängigen pop-kulturellen Meinung Glauben schenkt, so stehen unsere Chancen gegen eine groß angelegte Zombie-Invasion denkbar schlecht¹. Auch die Mathematiker sehen wenig Hoffnung gegen die lebenden Toten [1], wie sie mit Methoden der dynamischen Systeme prüfen. In dieser Übungsaufgabe entwickeln Sie eine agentenbasierte Simulation einer infektiösen Verbreitung von Zombieismus und untersuchen verschiedene Gegenmaßnahmen sowie die Auswirkung von Immunität auf die Bedrohung durch die Untoten. Benutzen Sie hierfür als Startpunkt das zur Verfügung gestellte Modell `B03A01-zombies.nlogo`.

- a) Machen Sie sich zunächst mit dem Modell und dem Code vertraut. Über die zwei entsprechenden Slider können Sie die initiale Populationsgröße sowie die initiale prozentuale Anzahl an Zombies an der Gesamtpopulation einstellen. Die Turtles bewegen sich mit einem zufälligen Muster durch die Welt. Infizierte Turtles, also Zombies, werden rot dargestellt und weisen eine entsprechend gesetzte Variable `infected` auf. Wenn ein gesunder Mensch sich mit einem Zombie auf demselben Patch befindet, so wird der gesunde Mensch ebenfalls infiziert. Wenn Sie das Modell laufen lassen, sollte sich die Infektion rasch ausbreiten, bis letztendlich alle Turtles infiziert sind.
- b) Zombies ernähren sich vom Fleisch der Lebenden und übertragen ihren Zustand durch einen Biss. Implementieren Sie anhand der Vorlage aus Tutorial 3 einen Energielevel für die Zombies, der ansteigt, wenn ein gesunder Mensch infiziert wird und kontinuierlich bis zum Tod eines Zombies sinkt, falls keine solche Interaktion stattfindet. Der Anstieg durch einen Biss und die kontinuierliche Reduktion pro Tick sollte per Slider einstellbar sein. Welche Entwicklung erwarten Sie durch die Erweiterung des Modells durch Energie? Stimmen Ihre Ergebnisse mit den Erwartungen überein?
- c) Ein gewisser Prozentsatz der Bevölkerung ist gegenüber der Plage immun. Fügen Sie einen Slider ein, um diesen Prozentsatz festzulegen, und passen Sie das Verhalten der Turtles so an, dass immune Menschen nicht infiziert werden. Erweitern Sie den Plot um eine Anzeige der immunen Menschen. Wie verändert sich das Modellverhalten nach der Einführung der immunen Menschen?
- d) Gesunde und immune Menschen haben außerdem die Möglichkeit, sich zu reproduzieren. Führen Sie einen Slider ein, der angibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit zwei gesunde/immune Menschen einen neuen, gesunden Mensch hervorbringen, wenn sie auf dem gleichen Patch sind und implementieren Sie das Reproduktionsverhalten. Beachten Sie, dass auch immune Menschen nur mit der vorher angegebenen Wahrscheinlichkeit wieder einen immunen Mensch

¹Es gibt keine allgemeingültige Auslegung des Zombieismus in der Popkultur. Während das v.a. von George Romero mit seiner „Living Dead“-Reihe geprägte Bild des Zombies (hier auch als „Ghoul“ bezeichnet) als wieder-auferstandenen Toten breite Anhängerschaft findet, mehrten sich in den letzten Jahren Beispiele, in denen Zombies durch Infektion von Lebenden entstehen. Hier seien insbesondere „28 Days Later“ und „I am Legend“ genannt, wobei die „Darkseekers“ aus letzterem auch den Vampiren zugerechnet werden. Die Verbreitung über einen Virus ist aber in beiden Fällen ähnlich. Auch die originalen Living Dead sind ansteckend, wobei Infizierte zunächst sterben, um dann als Ghouls zurückzukehren und auf die Suche nach frischem Menschenfleisch zu gehen.

hervorbringen.

Wie verändert sich das Modellverhalten?

- e) Nun zur Gegenwehr: Natürlich lässt sich die gesunde Bevölkerung eine Zombieplage nicht ohne weiteres Gefallen. Nach einer allgemeinen Bewaffnung der Überlebenden besteht nun bei einem Zusammentreffen die Chance, dass der Zombie durch gezielte Fremdkörpereinwirkung unschädlich gemacht wird. Machen Sie diese Wahrscheinlichkeit durch einen Slider steuerbar und implementieren Sie das entsprechende Verhalten.
Hat die Menschheit nun eine Chance?

- f) Auch immune und gesunde Menschen sind nicht unsterblich. Führen Sie eine Sterblichkeit für Nicht-Zombies ein.
Wie stehen Sterblichkeit und Reproduktion im Zusammenhang? Wann überrennen uns die Zombies, wann überlebt die Menschheit? Finden Sie einen Parametersatz, bei dem eine stabile Koexistenz möglich ist? Welche Werte halten Sie für die einzelnen Parameter für realistisch?

Aufgabe 2 (*Entropie*)

Unter <http://www.youtube.com/watch?v=D-y73F0A02Y> können Sie sich ein Video anschauen, in dem schwarze und weiße Bohnen, die zunächst voneinander getrennt in einer Schale liegen, auf einem Rütteltisch gemischt werden. Dadurch erhöht sich die Entropie des Systems. Ihre Aufgabe ist, ein ähnliches Beispiel in NetLogo nachzubauen, die Entropie zu messen und die von Ihnen beobachteten Ergebnisse mit der informationstheoretischen Definition der Entropie abzugleichen.

- a) Starten Sie mit dem Modell `B03A02-entropy.nlogo` und machen Sie sich mit dem Modell und Code vertraut. Mit den beiden Slidern können Sie die Größe der Welt sowie die Anzahl der erzeugten Bohnen einstellen. Bei einem Klick auf `setup` wird eine entsprechende Anzahl an Bohnen auf der Welt auf einen zufälligen Patch platziert. Bei einem Klick auf `go` bewegen sich alle Bohnen zufällig umher und verteilen sich in der Welt.
- b) Setzen Sie nun die Messung der Entropie um. Berechnen Sie dazu aus der **Anzahl der Bohnen pro Patch** die Wahrscheinlichkeit, dass sich eine Bohne auf einem gewissen Patch befindet. Nutzen Sie die Formel aus den Vorlesungsfolien um daraus die **Shannon-Entropie in bits** zu berechnen. Die Entropie soll in einem Plot als Verlauf über die Zeit angezeigt werden. Zeichnen Sie in den Plot auch die **theoretische maximale Entropie** ein.
Führen Sie nun Experimente mit verschiedenen Weltgrößen und Bohnenzahlen durch.² Überlegen Sie sich aber zunächst, wie Sie die Parameterwerte wählen und warum. Halten Sie Ihren Gedankengang in der Dokumentation fest. Interpretieren Sie dann die Ergebnisse Ihrer Experimente. Welchen Bezug hat das implementierte Modell zur informationstheoretischen Entropie?

Aufgabe 3 (*Rationalität, Agenten, Umgebungen*)

Betrachten wir zunächst den Staubsaugerroboter aus der Vorlesung:

- a) Der simple Staubsaugerroboter verhält sich unter den getroffenen Annahmen in Folie 16 *rational*. Zeigen Sie dies.
- b) Nehmen wir nun an, unnötige Bewegung würde bestraft, da zusätzliche Energie verbraucht wird. Beschreiben Sie zunächst ein geeignetes Performancemaß P' sowie eine Agentenfunktion f' , welche rational agiert. Beschreiben Sie, warum der simple Agent nun nicht mehr rational ist.
- c) Geben Sie eine PEAS-Beschreibung und Kategorisierung anhand der vorgestellten Dimensionen für die folgenden Task-Umgebungen an:

²Hierfür können Sie die Behavior-Space aus NetLogo verwenden

- Bieten auf einen Gegenstand bei einer Auktion
 - Suche nach Wrackteilen mit autonomen Unterwasser-Fahrzeugen
 - Intelligenter Stromverbrauch: Zu Zeiten hoher Strompreise sollten geplante energieintensive Vorgänge verschoben werden
- d) Entwickeln Sie eine Zustandsmaschine für den Staubsaugerroboter aus der Vorlesung (Folie 36). Der Roboter soll periodisch alle Felder besuchen und Schmutz möglichst effizient entfernen. Kann Nichtdeterminismus hilfreich sein? Geben Sie den Wert der *Agentenfunktion* für ein paar Wahrnehmungssequenzen an.
- e) Nehmen Sie an, Sie entwickeln ein autonomes Fahrzeug. Manche Autos verfügen über jeweils rote Blink- und Bremslichter (siehe Abbildung 1). In diesen Fällen kann nicht nur aufgrund des aktuellen Kamerabildes entschieden werden, ob das Vorderfahrzeug bremst. Nehmen wir an, dass ein Agent nur im Falle des erkannten Bremslichtes eine Bremsaktion ausführen möchte. Lehnen Sie sich an die Definition der Wahrnehmungsmenge aus der Vorlesung und realisieren Sie eine geeignete Agentenfunktion mit einem Agentenprogramm in Form einer Zustandsmaschine.

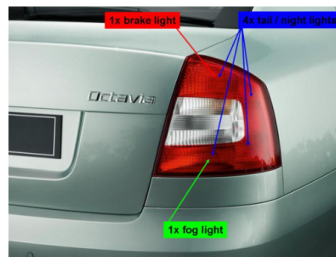


Abbildung 1: Die Erkennung eines Blink- oder Bremslichts ist nicht immer eindeutig möglich!

Literatur

- [1] P. Munz, I. Hudea, J. Imad, and R.J. Smith. When Zombies Attack!: Mathematical Modelling of an Outbreak of Zombie Infection. *Infectious Disease Modelling Research Progress*, pages 133–50, 2009.