

HoGent

BEDRIJF
EN
ORGANISATIE

Artificiële Intelligentie

Jens Buysse (Jens.Buysse@hogent.be)

Stijn Lievens (Stijn.Lievens@hogent.be)

Inleiding

① Inleiding

- Definities van Artificiële Intelligentie

- Rationale Agenten

- Eigenschappen van Omgevingen

- Structuur van Agenten

- Oefeningen

Definities van Artificiële Intelligentie

<p>“[The automation of] activities that we associate with human thinking, activities such as decision-making, problem solving, learning ...” (Bellman, 1978)</p>	<p>“The study of the computations that make it possible to perceive, reason and act.” (Winston, 1992)</p>
<p>“The study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better.” (Rich and Knight, 1991)</p>	<p>“AI ... is concerned with intelligent behavior in artifacts” (Nilsson, 1998)</p>

Menselijk Handelen

- ▶ Turing-test: computer of mens?
- ▶ Belang Turing-test:
 - ▶ Beheersen natuurlijke taal.
 - ▶ Kennisrepresentatie.
 - ▶ Geautomatiseerd redeneren.
 - ▶ Machinaal leren: aanpassen en patroonherkenning
- ▶ Uitgebreide Turing-test:
 - ▶ De mogelijkheid om te zien.
 - ▶ Robotica mogelijkheden.
- ▶ Slagen in Turing-test is van niet zo groot belang.
 - ▶ Artificieel vliegen \neq imiteren van vogels!

Menselijk Denken

Basisidee: bouw model van menselijk denken (hersenen) en implementeer dit.

Nog niet voor morgen.

Rationaal Denken

- ▶ Wiskunde/Logica
- ▶ Correcte conclusies op basis van correcte premissen:
 - ▶ Alle mannen zijn sterfelijk.
 - ▶ Socrates is een man.
 - ▶ *Dus*: Socrates is sterfelijk.
- ▶ Problemen:
 - ▶ Informele kennis; uitzonderingen; onzekerheid
 - ▶ Theoretisch oplossen \neq praktisch oplossen.
 - ▶ Oplossingsmethodes met exponentiële tijdscomplexiteit

Rationaal Handelen

- ▶ Hedendaagse definitie van artificiële intelligentie: bouwen van rationale agenten.
- ▶ Onder impuls van boek: “Artificial Intelligence, A Modern Approach”
- ▶ Rationale agent tracht “beste” (verwachte) uitkomst te verkrijgen.
 - ▶ Kan rationaal denken omvatten.
 - ▶ Vakgebieden nodig voor slagen Turing-test ook nodig voor bouwen rationale agent in complexe maatschappij.

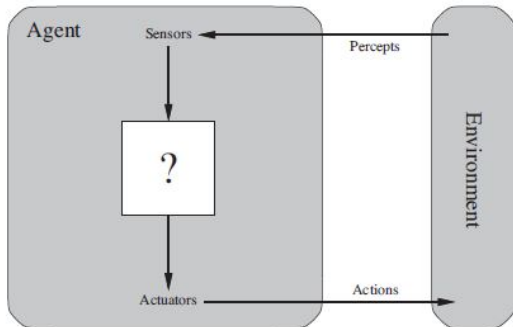


Moet je hierover nadenken? Is dit rationeel? Is het intelligent?

Definitie van Agent

Definitie

Een AGENT is elke entiteit die zijn omgeving kan waarnemen (Eng. perceive) aan de hand van zijn sensoren en die invloed kan uitoefenen op zijn omgeving aan de hand van zijn actuatoren.



Algemene Voorbeelden van Agenten

- ▶ Mensen. Sensoren? Actuatoren?
- ▶ Robots. Sensoren? Actuatoren?
- ▶ Softwareagenten. Sensoren? Actuatoren?

Stofzuigeragent

- ▶ Omgeving bestaat uit twee (naast elkaar gelegen) locaties A en B .
- ▶ Elke locatie kan vuil zijn of niet.
- ▶ Actuatoren kunnen acties Links en Rechts uitvoeren alsook ZuigVuil.
- ▶ Waarneming: huidige locatie (A of B) en is huidige locatie vuil (**true**) of niet (**false**).
 - ▶ Mogelijke waarneming (A , **false**): we zijn in A en deze locatie is niet vuil.

De Agentfunctie

- ▶ De WAARNEMINGSSEQUENTIE is de sequentie van waarnemingen tot nu.
- ▶ De AGENTFUNCTIE geeft voor elke waarnemingssequentie de bijhorende actie.
 - ▶ De agentfunctie is een abstract/wiskundig concept.
- ▶ De taak is om de “juiste” agentfunctie te vinden.

Voorbeeld van een Agentfunctie

Waarnemingssequentie	actie
<code>[(A, true)]</code>	ZuigVuil
<code>[(A, false)]</code>	Rechts
<code>[(B, true)]</code>	ZuigVuil
<code>[(B, false)]</code>	Links
<code>[(A, true), (A, true)]</code>	ZuigVuil
<code>[(A, true), (A, false)]</code>	Rechts
<code>[(A, true), (B, true)]</code>	ZuigVuil
<code>[(A, true), (B, false)]</code>	Links
...	...
<code>[(B, false), (A, true)]</code>	ZuigVuil
<code>[(B, false), (A, false)]</code>	Rechts
<code>[(B, false), (B, true)]</code>	ZuigVuil
<code>[(B, false), (B, false)]</code>	Links
<code>[(A, true), (A, true), (A, true)]</code>	ZuigVuil
...	...
<code>[(B, false), (B, false), (B, false)]</code>	Links
...	...

- ▶ Tabel wordt al snel (te) *groot*!
- ▶ Vraag: is de tabel “juist”?

Performantiemaat

- ▶ Zonder maatstaf om de agent te beoordelen kunnen we de vraag “is de tabel juist” **niet beantwoorden!**
- ▶ Agent wordt beoordeeld door de *gevolgen van de acties* te evalueren.
- ▶ Een PERFORMANTIEMAAT evalueert sequenties van (omgevings)toestanden.
 - ▶ “Wenselijke” sequenties: hoge waarde voor performantiemaat.
 - ▶ “Onwenselijke” sequenties: lage waarde voor performantiemaat.

Mogelijke Performantiemaat Stofzuigeragent

- ▶ We geven de stofzuiger één punt per hoeveelheid opgezogen vuil.
- ▶ Is dit een goede performantiemaat?

Opstellen van Performantiemaat

Opstellen performantiemaat

Definieer performantiemaat niet in functie van gedrag van agent maar wel in functie van wat je wil *bereiken*!

Rationaliteit

Wat rationaal is op een bepaald moment hangt af van de volgende vier factoren:

1. De *performantiemaat* die het succescriterium definieert.
2. De *ingebouwde kennis* van de agent betreffende de omgeving.
3. De *acties* die de agent kan ondernemen.
4. De huidige *waarnemingssequentie*.

Definitie Rationale Agent

Definitie

Een RATIONALE AGENT selecteert, voor elke mogelijke waarnemingssequentie, die actie waarvan verwacht wordt dat deze zijn performantiemaat maximaliseert, rekening houdend met het bewijs aangebracht door de huidige waarnemingssequentie en de eventuele ingebouwde kennis van de agent.

Merk op: elk van de vier factoren komt aan bod in de definitie!

Voorbeeld Rationale Agent

- ▶ Stofzuigeragent: vuile locatie wordt gekuist, anders wordt naar de andere locatie gegaan.
- ▶ Is dit rationaal?
 - ▶ Eerst weten wat performantiemaat, omgeving, actuatoren en sensoren zijn!
- ▶ Assumpties in dit voorbeeld:
 - ▶ De performantiemaat: 1 punt per propere locatie voor iedere van de 1000 tijdseenheden.
 - ▶ Geografie omgeving gekend; verdeling vuil en initiële locatie van de agent niet.
 - ▶ Propere locaties blijven proper.
 - ▶ Alle acties werken (perfect betrouwbaar) zoals men zou verwachten.
 - ▶ Beschikbare acties: Links, Rechts en ZuigVuil.
 - ▶ Waarneming: huidige locatie en of die locatie vuil is of niet.

Voorbeeld Rationale Agent

- ▶ Onder voorgaande assumpties is de agent perfect rationaal.
- ▶ Wat als de performantiemaat verandert. Bv. 10 punten voor propere locatie maar een strafpunt voor elke beweging (want energieverspilling).
- ▶ Wat als de omgeving verandert? Propere locaties kunnen weer vuil worden?

Rationaliteit vs. helderziendheid

- ▶ Rationaliteit gaat over maximaliseren **verwachte** performantiemaat.
- ▶ Agent kan niet in de toekomst kijken!
- ▶ Voorbeeld:

toestand	performantie	kans
niets doen	+1	1
praatje maken	+10	0.999
geraakt door deur	-1000	0.001

Eigenschappen van Omgevingen

Omgevingen kunnen worden gecatalogiseerd worden alnaargelang hun kenmerken.

Sommige omgevingen zijn gemakkelijk, andere een stuk moeilijker.

Compleet vs. partieel observeerbaar

Definitie

Een omgeving is COMPLETE OBSERVEERBAAR als de huidige waarneming toegang verschaft tot alle relevante aspecten om de volgende actie te ondernemen. Wanneer dit niet het geval is dan noemt men de omgeving PARTIEEL observeerbaar.

- ▶ Schaken?
- ▶ Poker?
- ▶ Zelfrijdende agent?

Eenpersoons vs. multipersoons omgeving

Definitie

Wanneer de agent alleen handelt in de omgeving dan spreken we van een EENPERSOONS omgeving. Wanneer er meerdere agenten zijn dan spreken we van een MULTIPERSOONS omgeving.

- ▶ Solitaire?
- ▶ Schaken?
- ▶ Autorijden?

Eenpersoons vs. multipersoons omgeving

Sommige agenten in een multipersoons omgeving zijn **competitief**, andere **coöperatief**.

- ▶ Schaken?
- ▶ Teamgenoten voetbal?
- ▶ Andere bestuurders bij autorijden?

Deterministisch vs. stochastisch

Definitie

Een omgeving is DETERMINISTISCH wanneer de volgende toestand van de omgeving volledig wordt bepaald door de huidige toestand en de actie die werd ondernomen door de agent. Wanneer dit niet het geval is dan wordt de omgeving STOCHASTISCH genoemd.

- ▶ Schaken?
- ▶ Backgammon?
- ▶ Autorijden?

Episodisch vs. sequentieel

Definitie

In een EPISODISCHE omgeving is de ervaring van de agent opgedeeld in verschillende onafhankelijke episodes. De actie die wordt ondernomen in de huidige episode heeft geen invloed op de volgende episode. Wanneer de huidige actie een (potentiële) invloed heeft op alle volgende acties dan noemt men de omgeving SEQUENTIEEL.

- ▶ Defecte onderdelen van lopende band halen?
- ▶ Schaken?

Statisch vs. dynamisch

Definitie

Een omgeving is STATISCH wanneer die niet verandert terwijl de agent nadenkt over zijn volgende actie; wanneer dit wel het geval is dan noemen we de omgeving DYNAMISCH.

- ▶ Kruiswoordraadsel invullen?
- ▶ Autorijden?

Discreet vs. continu

Definitie

Een omgeving kan DISCRETE of CONTINUE aspecten hebben. Die slaat op het aantal mogelijke toestanden, de manier waarop met de tijd wordt omgegaan en op de acties en de waarnemingen van agent. Wanneer er bv. maar een eindig aantal toestanden zijn dan noemt men dit een discrete omgeving; wanneer er bv. een oneindig aantal mogelijke acties zijn dan noemt men de acties continu.

- ▶ Schaken zonder klok?
- ▶ Autorijden?

Gemakkelijke vs. moeilijke omgevingen

Gemakkelijke omgevingen

- ▶ compleet observerbaar
- ▶ eenpersoons
- ▶ deterministisch
- ▶ episodisch
- ▶ statisch
- ▶ discreet

Realistische omgevingen

- ▶ partieel observeerbaar
- ▶ multipersoons
- ▶ stochastisch
- ▶ sequentieel
- ▶ dynamisch
- ▶ continu

Invoer van Agenten

- ▶ Implementatie van agent(functie) a.d.h.v. tabel niet realistisch.
- ▶ Agentfunctie vraagt *waarnemingssequentie* maar op elk moment heeft agent enkel rechtstreeks toegang tot laatste *waarneming*!

Vier types van agenten

Op abstract/hoog niveau zijn er vier types van agenten:

- ▶ Een eenvoudige reflex agent.
- ▶ Een modelgebaseerde reflex agent.
- ▶ Een doelgebaseerde agent.
- ▶ Een utiliteitsgebaseerde agent.

Deze lijst is in oplopende volgorde van

- ▶ complexiteit
- ▶ bruikbaarheid

De eenvoudige reflex agent

- ▶ Deze agent heeft *geen geheugen*.
- ▶ Beslissing (gekozen actie) enkel op basis *huidige waarneming*.
- ▶ Gebruikt (conceptueel) conditie-actie regels zoals:

ALS auto voor mij aan het remmen is DAN rem.

De eenvoudige reflex agent

- ▶ Probleem: wat in een partieel observeerbare omgeving?
- ▶ Kunnen we zien dat een auto aan het remmen is op basis van één frame?

Oplossing: houd bij hoe de wereld er (volgens de agent) uitziet.

De modelgebaseerde reflex agent

- ▶ Houd een *inschatting* bij van de huidige toestand.
- ▶ Doet dit aan de hand van een *model*.
 - ▶ Zegt hoe de wereld (i.e. de toestand) wijzigt onafhankelijk van de agent.
 - ▶ Zegt hoe de acties van de agent de wereld beïnvloeden.
- ▶ Na elke waarneming wordt de inschatting aangepast a.d.h.v.
 - ▶ het model
 - ▶ de meest recente waarneming
 - ▶ de laatst ondernomen actie
- ▶ Conditie-actie regels worden gebruikt om de volgende actie te bepalen.

De modelgebaseerde reflex agent

- ▶ Inschatting huidige toestand \neq werkelijke toestand.
 - ▶ Overeenkomst hangt af van complexiteit/kwaliteit model.
- ▶ Probleem: stel huidige toestand is “op kruispunt de Sterre in Gent”.
 - ▶ De actie die je nu moet ondernemen (links/rechts/rechtdoor) hangt af van je bestemming.
 - ▶ Een modelgebaseerde reflex agent heeft *geen notie van een doel*.
 - ▶ Een nieuwe bestemming vereist aanpassing van alle conditie-actie regels.

De doelgebaseerde agent

- ▶ Beschikt ook over een model van de wereld.
- ▶ Bedenkt hoe de wereld zal evolueren en selecteert die acties die (hopelijk) het doel zullen bereiken.
- ▶ Zoek- en planalgoritmes (geen onderdeel van deze cursus) kunnen worden gebruikt.
 - ▶ Interessant wanneer het doel niet in één stap kan worden bereikt.
- ▶ Een nieuwe bestemming vereist enkel de aanpassing van het doel.
 - ▶ Veel flexibeler dan de modelgebaseerde reflex agent.

De doelgebaseerde agent

- ▶ Momenteel in Gent, doel is om in Brugge te zijn.
- ▶ De agent neemt route Gent → Brussel → Doornik → Kortrijk → Brugge.
- ▶ Doel bereikt!
- ▶ Doelgebaseerde agent is tevreden.
- ▶ Dit is duidelijk niet de beste manier om Brugge te bereiken.
Doelgebaseerde agent is dichotoom: doel bereikt of niet.
Gelukkig of niet; geen gradaties van geluk.

De utiliteitsgebaseerde agent

- ▶ Gebruikt een UTILITEITSFUNCTIE die aangeeft hoe “goed” een toestand is.
- ▶ Is in zekere zin de internalisatie van de performantiemaat.
- ▶ Is veel flexibeler van een doelgebaseerde agent.

Oefeningen

1. Rush Hour wordt gespeeld op een $n \times n$ spelbord. Op het spelbord staan een aantal auto's, die elk twee aaneengrenzende vakjes beslaan, en een aantal vrachtwagens, die elk drie aaneengrenzende vakjes beslaan. Het spelbord bevat aan één van de zijden een uitgang. De spelregels zijn heel eenvoudig: je kan bij elke beurt een willekeurige auto of vrachtwagen een aantal vakjes voorwaarts of achterwaarts verplaatsen in de richting waarin deze geplaatst is op het spelbord. Uiteraard kunnen voertuigen elkaar niet overlappen en kunnen ze niet over elkaar springen. Het probleem is dat een specifieke auto (op de figuur gemarkeerd met X) naar de uitgang van het spelbord moet geleid worden. Hierbij moet de totale afgelegde afstand (som van alle afstanden door verplaatsen van auto's en/of vrachtwagens) zo laag mogelijk gehouden worden.

Illustratie Rush Hour



Vragen Rush Hour

- ▶ Geef een concrete invulling voor de performantiemaat van een agent die dit spel gaat spelen.
- ▶ Is de omgeving compleet of partieel observeerbaar? Verklaar bondig je antwoord.
- ▶ Is de omgeving een eenpersoons of een multipersoons omgeving? Verklaar bondig je antwoord.
- ▶ Is de omgeving deterministisch of stochastisch? Verklaar bondig je antwoord.
- ▶ Is de omgeving dynamisch of statisch? Verklaar bondig je antwoord.
- ▶ Is de omgeving continu of discreet? Verklaar bondig je antwoord.

Oefeningen

2. (Oefening 2.10, AIMA) Beschouw de versie van de stofzuigerwereld waarin de agent 10 punten krijgt voor elke propere locatie in één tijdseenheid, maar een strafpunt krijgt voor elke verplaatsing die hij uitvoert. De agent beschikt over 1000 tijdseenheden. De opbouw van de omgeving is gekend (twee locaties A en B), maar de initiële verdeling van het vuil is onbekend. Elke waarneming geeft de positie aan (A of B) en of de locatie vuil is of niet.
 - 2.1 Kan een eenvoudige reflex agent perfect rationaal zijn in deze omgeving? Verklaar je antwoord.
 - 2.2 Wat met een modelgebaseerde reflex agent? Ontwerp zo'n agent in pseudocode.
 - 2.3 Hoe veranderen de antwoorden op de voorgaande vragen eventueel wanneer elke waarneming bovendien ook de proper/vuil status van de andere locatie teruggeeft.

COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE

Huiswerk: Lees de paper van Turing "COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE "

1. Wat zijn de bezwaren bij zijn voorgestelde test voor intelligentie.
2. Kloppen die volgens jou?
3. Zijn er volgens jou vandaag andere bezwaren?
4. Denk je dat de Turing Test nu succesvol kan afgelegd worden?