

AI

Kunstmatige Intelligentie (AI)

Walter Kosters, Universiteit Leiden

voorjaar 2012, Leiden & Den Haag = DH

www.liacs.nl/home/kosters/AI/

Huishoudelijke mededelingen

Lectures are in DUTCH!

De Leidse colleges zijn op dinsdagen, 13.45–15.30 uur, in zaal 412 van het Snellius. Data: 7 februari tot en met 15 mei 2012 (niet op 6 maart). En de werkcolleges: maandagen 13 februari tot en met 14 mei (niet op 9 en 30 april), 13.45–15.30 uur, in zaal 174 (of computerzalen).

In Den Haag: colleges op woensdagen 29 februari tot en met 23 mei, 11.15–13.00 uur, met aansluitend werkcollege, 13.45–15.30 uur. Zaal Plein (of computerzalen). Eerste college in Archipel.

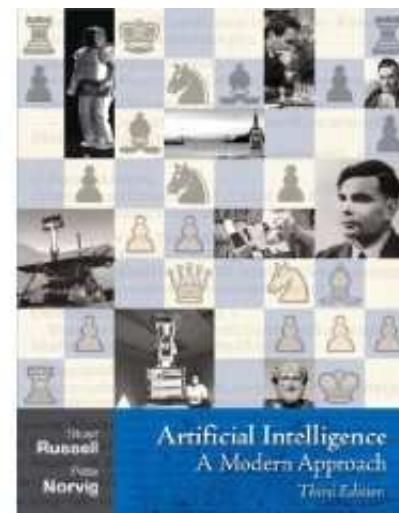
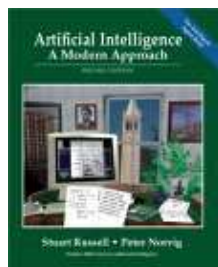
Schriftelijk tentamen:

- woensdag 13 juni 2012, 14.00–17.00 uur (ook in DH)
vragenuur: maandag 11 juni 2012, 14.00 uur (Leiden)
- hertentamen: vrijdag 10 augustus 2012,
14.00–17.00 uur (Leiden)

We maken gebruik van het volgende **boek**:

Stuart J. Russell en Peter Norvig
Artificial Intelligence, A Modern Approach
third edition
Prentice Hall, 2010

Afkorting: [RN]. Er zijn vele andere boeken, zie de website.



Het **practicum** kent **vier** opgaven met **strikte deadlines**:

- 28 februari 2012 (DH—21 maart): Spel (Tetris)
- 27 maart (DH—11 april): Robotica/Agenten (...)
- 17 april (DH—2 mei): Neuraal netwerk (...)
- 8 mei (DH—23 mei): Genetisch algoritme (...)

Assistentie bij het practicum:
Marijn Schraagen, Frank Takes
en Ugo Vespier.



Eindcijfer = dat van het schriftelijk tentamen, *mits* de vier practicumopgaven voldoende gemaakt zijn; 6 EC.

Bij elke practicumopgave, te maken in \leq tweetallen, moet een circa zes pagina's tellend **verslag** in \LaTeX gemaakt worden (zie voorbeeldfile op de website). Globale opzet:

1. Inleiding
2. Uitleg probleem
3. Relevant werk (= Related work)
4. Aanpak
5. Implementatie (kort!)
6. Experimenten (tabel, grafiek)
7. Conclusie (inclusief verder onderzoek)

Referenties

Appendix: programma

Het superieure tekstverwerkingssysteem L^AT_EX is gebaseerd op Donald Knuth's T_EX, en draait op “iedere” computer.

Je maakt met een editor naar keuze een ASCII-file `iets.tex` met je eigen tekst, “`latex-t`” deze met `latex iets.tex` naar een DVI-file (device independent), daarna previewen met `xdvi iets.dvi` (of vergelijkbare software), en naar een printbare PostScript-file `iets.ps` sturen met `dvips iets.dvi`. Er zijn vele varianten: `pdflatex iets.tex` → `iets.pdf`, (onder Windows:) MiKTeX met TeXworks (dankzij Qt), ...

Handleiding:

`www.liacs.nl/home/kosters/stuva1/lshort.pdf`

met name Hoofdstuk 1, 2 en 3 (plaatjes: 4)

of: lees `sample2e.tex`

```
% commentaar: voorbeeldfile
\documentclass[12pt]{article}
\author{P.~Puk}
\title{Kabouters in de Tweede Kamer}
\frenchspacing

\begin{document}  %\maketitle
\section*{Verkiezingen}
In 2012--13 w\’e\’er \emph{ver-kie\ -zingen}
--- geldt  $a^n - b_n = c \times n$ ?
\end{document}
```

Verkiezingen

In 2012–13 wéér *ver-kiezingen* — geldt $a^n - b_n = c \times n$?

#	Leiden/DH	Onderwerp	
1	7.2/29.2	Algemene introductie [RN1]	
2	14.2/7.3	Intelligente agenten [RN2]	
3	21.2/14.3	Probleemoplossen en zoeken [RN3]	
4	28.2/21.3	Robotica [RN25]	Opgave 1
5	13.3/28.3	Geïnfomeerd zoeken [RN4]	
6	20.3/4.4	Spel(I)en [RN5]	
7	27.3/11.4	Neurale netwerken [RN18.7]	Opgave 2
8	3.4/18.4	CSP's [RN6]	
9	10.4/25.4	Logische agenten [RN7;8]	
10	17.4/2.5	Genetische algoritmen [RN4.1.4]	Opgave 3
11	24.4/9.5	Leren van voorbeelden [RN18;19.1;21;17.1,2]	
12	1.5/16.5	Bayesiaanse netwerken [RN13;14]	
13	8.5/23.5	Uitloop, oude tentamens	Opgave 4
14	15.5	Idem	

Idee:

- Een aantal werkcolleges (vier tot zes) bestaat uit het maken van sommen; zaal 174 (Leiden) en zaal Plein (Den Haag).
- De overige werkcolleges zijn in de computerzalen: 302, ... (Leiden) en Paleistuin (Den Haag); hier wordt actief aan de programmeeropgaven en de bijbehorende verslagen gewerkt. Aanwezigheidscontrole!
- Direct aansluitend op de wekelijkse colleges is er ook gelegenheid vragen over de opgaven te stellen.

AI—introdunctie

Informele introdunctie

Kunstmatige intelligentie is een verzamelnaam voor een heel breed vakgebied, met onder andere:

- *robotica*: Hoe programmeer je een robot?
- *data mining*: Wat staat er in/op WikiLeaks?
- *rechtspraak*: Word je volautomatisch be/veroordeeld?
- *vertalen*: “the spirit is willing but the flesh is weak” → ... → “the vodka is good but the meat is rotten”?
- *computer games*: Hoe speelt de computer bij CoD?
- *neurale netwerken*: Kun je beurskoersen voorspellen?

Je kunt op minstens **twee** manieren naar Kunstmatige intelligentie kijken:

1. vanuit een meer *psychologische* of *filosofische* richting:
Wat is het verschil tussen een mens en een computer?
Kan een computer denken?
2. vanuit een meer *technische* richting:
Hoe werkt een schaakprogramma?
Hoe werkt een Marsrobot?

Kunstmatige intelligentie laat computers zich zo gedragen dat het **intelligent** zou heten als mensen het op die manier zouden doen.

De beroemde **Turing-test** (1950) stelt het volgende probleem:

In een afgesloten kamer bevindt zich een mens *of* een computer, waarmee we alleen via een computerverbinding contact kunnen hebben. Kunnen wij bepalen of het een mens is, of juist een computer?

Het originele probleem was overigens met man ↔ vrouw.

IBM heeft in 2011 een computer “Jeopardy!” laten spelen:

1980 POP CULTURE	17 CAPITAL	KNOW YOUR BORDERS	WHAT'S YOUR SCORE	FLY LIKE AN EAGLE	NATIONAL HISTORIES
\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100
\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200
\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300
\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400
\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500

LAUREN & SHE STOPPED SPEAKING AFTER SHE MOVED IN WITH SPENCER --ON MTV's "THE HILLS", DUH



What is Toronto????



In 1964–66 schreef Joseph Weizenbaum van het MIT in Boston het beroemde programma **ELIZA/DOCTOR**, dat een psychotherapeut “speelt” — met veel succes.

Een voorbeeldconversatie (Jason Hutchens’ HAL/HeX):

my name is bob

Pleased to meet you.

how are you doing, jas?

I am just fine, thanks! And you?

i am feeling great!

If you are feeling great, it’s your business, mate!

Dit soort computerprogramma’s doet mee in de jaarlijkse **Loebner-contest**.

Een **robot** is een “actieve, kunstmatige agent wiens omgeving de fysieke wereld” is. Het woord stamt uit 1921 (of eerder), en is gemaakt door de Tsjechische broers Capek. Nu kennen we ook **softbots**: internet programma’s.

Van de science fiction schrijver Isaac Asimov (auteur van “I, Robot”) zijn de drie wetten van de **robotica**:

1. Een robot mag een mens geen kwaad doen.
2. Een robot moet menselijke orders gehoorzamen (tenzij dat tegen 1. ingaat).
3. Een robot moet zichzelf beschermen (tenzij dat tegen 1. of 2. ingaat).

Een simpel programma voor een Lego-robot is:

```
task main ( ) {  
    while ( true ) {  
        OnFwd (OUT_A + OUT_C);  
        Wait (Random (100) + 40);  
        OnRev (OUT_A);  
        Wait (Random (85) + 30);  
    }  
}
```



Dit laat de robot schijnbaar willekeurig rondlopen. En dat ziet er al heel intelligent uit!

Maxi en **Mini** spelen het volgende eenvoudige spel: **Maxi** wijst eerst een horizontale rij aan, en daarna kiest **Mini** een verticale kolom.

3	12	8
2	4	6
14	5	2

Bijvoorbeeld: **Maxi** kiest rij 3, daarna kiest **Mini** kolom 2; dat levert einduitslag 5.

Maxi wil graag een zo groot mogelijk getal, **Mini** juist een zo klein mogelijk getal.

Hoe analyseren we dit spel?

Als **Maxi** rij 1 kiest, kiest **Mini** kolom 1 (levert 3); als **Maxi** rij 2 kiest, kiest **Mini** kolom 1 (levert 2); als **Maxi** rij 3 kiest, kiest **Mini** kolom 3 (levert 2). Dus kiest **Maxi** rij 1!

3	12	8
2	?	?
14	5	2

Nu merken we op dat de analyse hetzelfde verloopt als we niet eens weten wat onder de twee vraagtekens zit. Het α - β -algoritme onthoudt als het ware de beste en slechtste mogelijkheden, en kijkt niet verder als dat toch nergens meer toe kan leiden.

Ieder schaakprogramma gebruikt deze methode.

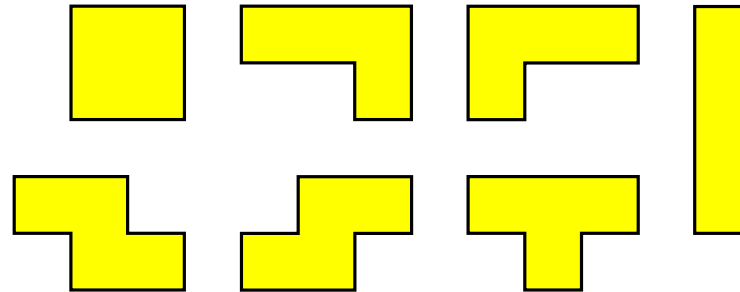
Ook aan een spel als Tetris kleven allerlei vragen:

- Hoe speel je het zo goed mogelijk? (AI)
- Hoe moeilijk is het? (complexiteit)
- Wat kan er allemaal gebeuren?

Zo is bijvoorbeeld bewezen dat sommige Tetris-problemen **NP-volledig** zijn, dat je bijna alle configuraties kunt bereiken, maar dat niet alle problemen “beslisbaar” zijn, zie:

www.liacs.nl/home/kosters/tetris/

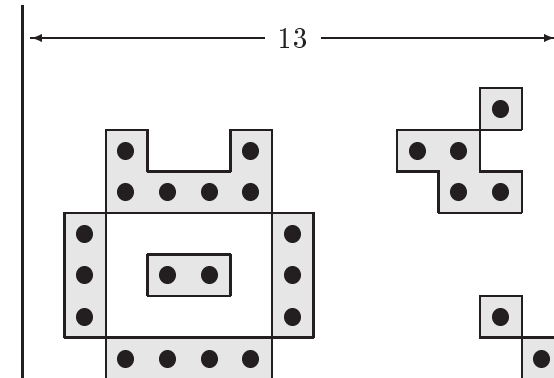
De 7 Tetris-stukken:



Stukken vallen random; volle regels worden verwijderd. De vraag “Kun je met een gegeven serie (inclusief volgorde) van deze stukken een bord helemaal leeg spelen?” is NP-volledig. (Ander voorbeeld: kun je een gegeven postzegelwaarde plakken?)

Als iemand het bord leeg speelt kun je dat eenvoudig controleren. Als het *niet* kan, kan men (tot nu toe) niks beters verzinnen dan alle mogelijkheden één voor één na te gaan!

Een “willekeurige” configuratie:



Deze kan gemaakt worden door 276 geschikte Tetris-stukken op de juiste plaats te laten vallen, zie de website. Let op: alleen geheel gevulde regels verdwijnen, alles daarboven zakt *één rij*.

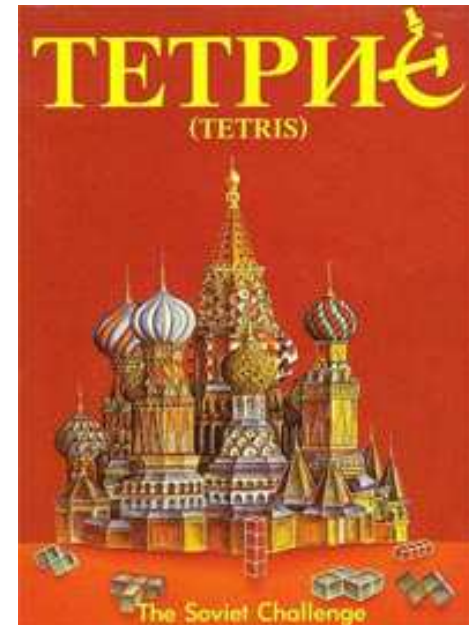
Claim: op een bord van oneven breedte kan elke configuratie bereikt worden!

De eerste programmeeropgave
(deadline: 28 februari 2012;
DH: 21 maart 2012;
denk ook aan het verslag)
gaat over Tetris.

Schrijf een C++-programma dat
redelijk Tetris speelt.
Kijk alleen naar het resultaat
van het huidige stuk.
Gebruik verschillende eenvoudige
“strategieën” (random, slim, slimmer),
en beschrijf experimenten.

Zie verder, ook voor voorbeeldcode:

www.liacs.nl/home/kosters/AI/teet.html



(voor liefhebbers . . .) Bij de Monte Carlo techniek laat je voor elk van de mogelijke zetten een aantal (1000?) potjes *random* tot het eind doorspelen.

Je kiest dan de zet met de hoogste gemiddelde (?) uitkomst.



1. Wat is het verschil tussen een mens en een computer?
2. Kan een computer denken?
3. Hoe werkt een Marsrobot?
4. Hoe werkt een vertaalprogramma?
5. Hoe bedenkt een computer een zet bij vier-op-een-rij?

En **Tetris**? En **schaken**?

AI—introdunctie

Serieuze introdunctie

AI

Kunstmatige Intelligentie (AI)

Hoofdstuk 1 van Russell/Norvig = [RN]

Introductie

voorjaar 2012

College 1, 7 februari 2012 (= DH—29 februari 2012)

www.liacs.nl/home/kosters/AI/

Er zijn vele verschillende definities van AI, zie [RN]. Ze vallen in vier categorieën uiteen:

Systemen die
denken als mensen

Systemen die
redelijk denken

Systemen die
handelen als mensen

Systemen die
redelijk handelen

Boven: gedachten-processen, redeneren; onder: gedrag.
Links: succes afmeten aan de mens; rechts: aan ideaal
beeld.

Als je de definitie “Systemen die handelen (**act**) als mensen” aanhangt, kom je bij de **Turing-test** — zie ook eerder.

Een computer slaagt voor deze test als hij/zij/het voor een menselijke ondervrager (met “typemachine-contact”) niet van een mens te onderscheiden is. Noodzakelijk:

- verwerking van natuurlijke taal
- kennis-representatie
- geautomatiseerd redeneren
- machine learning



Alan Turing, 1912–1954

Voor de totale Turing-test (met video, en doorgeven van fysieke voorwerpen) komen daar nog bij: computer-zien en robotica.

De Turing-test lijkt op het beroemde **Chinese kamer** gedachten-experiment van **John Searle** uit 1980 ([RN] Hoofdstuk 26).

Hierbij zit iemand in een kamer, krijgt geschreven Chinese opdrachten, zoekt in een (groot) boek het juiste “antwoord” — inclusief bijvoorbeeld manipulaties met stapeltjes en pennen —, en geeft dit door naar de buitenwereld.

Volgens Searle betekent het correct verwerken van het juiste programma niet noodzakelijk begrip, of bewustzijn.



Een **agent** is iets wat handelt. Een **rationele agent** is iets wat handelt om de beste (verwachte) uitkomst te bereiken. Er is dus een doel.

AI “is” de studie van dit soort agenten.

We streven naar *perfecte* rationele agenten. In de praktijk nemen we — door bijvoorbeeld tijdsbeperking — genoegen met wat minder.

De grondslagen van AI zijn te vinden in:

- Filosofie
- Wiskunde (algoritme, **Kurt Gödel**'s stelling, NP-volledigheid (Karp, Cook, Garey, Johnson))
- Economie
- Neuro-wetenschap
- Psychologie (behaviorisme van Watson, cognitieve psychologie)
- Informatica (**John von Neumann**, ...)
- Control theorie en Cybernetica (Wiener)
- Linguïstiek (**Noam Chomsky**)



De beginperiode: 1943–1955

1943 — McCulloch en Pitts — artificiële neuronen

1949 — leerregel van Hebb



schaakprogramma's van Shannon en Turing (en de test!)

1951 — Minsky en Edmonds — neurale netwerk computer

1956 — geboorte van de AI: Dartmouth

1956 — Newell en Simon — Logic Theorist (LT)

Groot enthousiasme: 1952–1969

John McCarthy noemde dit het “Look ma, no hands” tijdperk.

1952 — Samuel — checkers

1957 — Newell en Simon — General Problem Solver (GPS)

1958 — McCarthy (MIT, Stanford; 1927–2011) — de taal Lisp, time sharing, Advice Taker

1958 — Minsky (MIT) — microwerelden (Slagle’s SAINT (1963), Evans’ ANALOGY (1968), ...): blokkenwereld (Huffman, Waltz, Winston, Winograd’s SHRDLU, ...)

1960–62 — Widrow en Hoff — adalines; Rosenblatt — perceptrons

Een dosis realiteit: 1966–1973

Spoedig bleek dat alle optimistische claims niet werden waargemaakt. Een beroemd voorbeeld is de volgende vertaling van Engels via Russisch terug naar Engels: “the spirit is willing but the flesh is weak” naar “the vodka is good but the meat is rotten”. Alle subsidiëring in de VS werd in die tijd stop gezet.

Problemen: er werd geen “kennis” opgeslagen, maar louter syntactisch gemanipuleerd; en de echte problemen waren te groot. Zo experimenteerde men al in 1958 (weinig succesvol) met Genetische Algoritmen. Het boek van Minsky en Papert uit 1969 toonde ook zekere grenzen aan.

Daarna vonden/vinden allerlei ontwikkelingen plaats:

1969–1979 — kennis-gebaseerde systemen (zoals expert-systemen: MYCIN (Feigenbaum, ...))

1980–... — AI wordt een industrie

1986–... — neurale netwerken zijn weer terug en in: ...
Support Vector Machines

1987–... — AI wordt een wetenschap (Hidden Markov Modellen (HMM's), data mining, Bayesiaanse netwerken)

1995–... — intelligente agenten

2001–... — beschikbaarheid van grote datasets

In Hoofdstuk 26 van [RN] staat van alles over de **filosofische grondslagen** van de AI.

Men maakt onderscheid tussen de **zwakke** AI-hypothese (machines kunnen zich wellicht intelligent gedragen) en de **sterke** (machines kunnen denken). Vergelijk: “Kan een machine vliegen?” en “Kan een machine zwemmen?”.

Mensen als Ray Kurzweil (The Age of Spiritual Machines, 1999) voorspellen een versmelting van mens en computer.

Het huiswerk voor de volgende keer (dinsdag 14 februari 2012 / DH: woensdag 7 maart 2012): lees **Hoofdstuk 2**, p. 34–59 van [RN], en in het bijzonder Figure 2.6, door. Kijk eens naar de vragen bij dit hoofdstuk.

Lees daarnaast ook een keer Hoofdstuk 1, p. 1–30 van [RN]. En — voor de aardigheid — Hoofdstuk 26. En de teksten van Alan Turing en Jason Hutchens, zie de website.

Denk na over **Tetris**.