
Podstawy Sztucznej Inteligencji

Podstawy Sztucznej Inteligencji

Materiały do wykładu dla Studentów

Informatyki

Wydział EAIiB AGH

Antoni Ligeza

Materiały pomocnicze:

<http://home.agh.edu.pl/~ligeza>

<http://ai.ia.agh.edu.pl/wiki/pl:dydaktyka:ai:2015:>

start

Zasady pracy i współpracy

1. **Cel:** zdobywanie wiedzy i umiejętności — z obszaru *sztucznej inteligencji (inżynierii wiedzy)*.
2. Obowiązuje Regulamin Studiów w AGH¹, ale także **logika** i **zdrowy rozsądek**.
3. Przykładowe zasady szczegółowe GEIST: <http://geist.agh.edu.pl/pub:teaching:gris>
4. Formy zajęć i **zdobywania wiedzy**:
 - wykład,
 - ćwiczenia,
 - *e-learning*,
 - **samodzielne studiowanie**,
 - dyskusja,
 - konsultacje.
5. Obecność i aktywność na ćwiczeniach jest obowiązkowa.
6. Obecność i *uwaga* (ang. *mindfulness*) na wykładzie jest **usilnie pożądana**.
7. Entuzjizm, dodatkowa aktywność wsparta zdolnościami i pracą są mile widziane.
8. **Usilnie proszę** o prowadzenie notatek.
9. Obowiązuje **pełne zrozumienie materiału**.

¹http://www.agh.edu.pl/files/common/dokumenty/regulamin-studiow/regulamin_studiow_2012.pdf

10. W każdej chwili wolno pytać — prawie o wszystko.
11. Kolokwia, prace i egzaminy — obowiązuje **absolutnie samodzielna praca**.
12. **Zasady zaliczeń, egzaminów, oceny końcowej — do ustalenia — w ramach regulaminu.**

Plan pracy — Sylabus

1. Wstęp: historia, systemy, metody, obszary zastosowań. Definicje AI.
2. Architektury systemów inteligentnych. Systemy z bazą wiedzy (KBS).
Koncepcja inteligentnego agenta. Systemy wieloagentowe.
3. Metody reprezentacji i przetwarzania wiedzy symbolicznej. Logika w AI.
4. Algorytmy przeszukiwania przestrzeni stanów.
5. Metody szukania heurystycznego.
6. Prolog i programowanie w logice jako narzędzia AI.
7. Programowanie z ograniczeniami.
8. Systemy regułowe, ekspertowe i reguł biznesowych. Systemy wspomaganie decyzji.
9. Reprezentacja wiedzy niepewnej i niepełnej: współczynniki niepewności, Teoria Dempstera-Shafera, zbiory i logika rozmyta.
10. Metody probabilistyczne. Reguła i sieci Bayesowskie. Modele Markowa (HMM).
11. Planowanie. Automatyczna generacja planów.
12. Uczenie Maszynowe z nauczycielem i nienadzorowane.
13. Inteligencja obliczeniowa: sieci neuronowe i alg. genetyczne. Algorytmy ewolucyjne i inspirowane biologią.
14. Sieć semantyczna i ontologie.
15. Podsumowanie. Kierunki rozwoju.

Literatura

1. **Stuart Russell, Peter Norvig: Artificial Intelligence. A Modern Approach. Pearson, 2010.**
2. **Mariusz Flasiński: Wstęp do Sztucznej Inteligencji. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2011.**
3. **David Poole and Alan Mackworth: Artificial Intelligence. Foundations of Computational Agents.** <http://artint.info/html/ArtInt.html>
4. **Frank van Harmelen, Vladimir Lifschitz, Bruce Porter (Eds.): Handbook of Knowledge Representation. Elsevier B.V., Amsterdam, 2008.** <http://ii.fmph.uniba.sk/~sefranek/kri/handbook/>
5. **Ronald J. Brachman and Hector J. Levesque: Knowledge Representation and Reasoning. Morgan Kaufmann, 2004.**
6. **Antoni Ligęza: Logical Foundations for Rule-Based Systems. Springer-Verlag, Berlin, 2006. Wydawnictwo AGH, Kraków, 2005.**
7. **Michael R. Genesereth, Nils J. Nilsson: Logical Foundations of Artificial Intelligence. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., Los Altos, California, 1987.**
8. **Mordechai Ben-Ari: Mathematical Logic for Computer Science (Logika matematyczna w informatyce). Springer-Verlag, London, 2001 (WN-T, Warszawa, 2005).**
9. **Kenneth A. Ross i Charles R. B. Wright: Discrete Mathematics (Matematyka dyskretna). WN PWN, 2013.**
10. **Zbigniew Huzar: Elementy logiki dla informatyków. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2007.**

11. Marek Wójcik: Zasada rezolucji. Metoda automatycznego wnioskowania. PWN, Warszawa, 1991.
12. C. L. Chang and R. C. T. Lee: Symbolic Logic and Mechanical Theorem Proving. Academic Press, 1973.

Zasoby sieciowe. Kursy w Stanford

Kurs logiki on-line Stanford:

<https://www.coursera.org/>

1. Wikipedia-pl: <http://pl.wikipedia.org>
2. Wikipedia-en: <http://en.wikipedia.org>
3. AI-Lab-Prolog: <http://ai.ia.agh.edu.pl/wiki/pl:dydaktyka:ai:2015:start>
4. EIS-KRR: <http://ai.ia.agh.edu.pl/wiki/pl:dydaktyka:krr:start>
5. ALI-home: home.agh.edu.pl/~ligeza
6. David Poole and Allen Mackworth: Artificial Intelligence. Foundations of Computational Agents. <http://artint.info/>
7. Ulf Nilsson and Jan Maluszynski: Logic, Programming and Prolog. <http://www.ida.liu.se/~ulfni/lpp/>

Podejście systemowe — po co?

Modelowanie systemów — Inteligentny Agent:

- wejścia:
 - sterowanie (możemy kontrolować),
 - parametry (nie możemy zmieniać);
- wyjścia:
 - obserwowalne (mieralne),
 - nieobserwowalne;
- stan — pamięć wewnętrzna
- transformacja:
 - wejścia \times stan \longrightarrow stan,
 - wejścia \times stan \longrightarrow wyjścia,
- ograniczenia,
- zakłócenia,
- cel,
- kryteria jakości.

Budowa sytemów z AI/KBS — problemy do rozwiązania

1. **Reprezentacja wiedzy** (fakty, hipotezy, reguły, stany, własności, relacje, transformacje, ograniczenia heurystyki, niepewność, niepełność, ...).
2. **Mechanizm wnioskowania**: zasady przetwarzania wiedzy.
3. **Sterowanie wnioskowaniem**.
4. **Akwizycja wiedzy (wąskie gardło!)**.
5. Interfejs użytkownika, objaśnienia.
6. Testowanie, weryfikacja, własności.
7. Modyfikacja, adaptacja, uczenie.
8. Projektowanie.
9. Wdrażanie; interakcja z otoczeniem.

Logika — narzędzie reprezentacji i przetwarzania wiedzy

Obserwacje:

Nie wszystkie procesy dają się modelować numerycznie.

Język naturalny:

- bywa nieadekwatny,
- jest nieprecyzyjny; niepełne opisy,
- jest wieloznaczny,
- jest trudny do automatycznego przetwarzania,
- łatwo budować *teorie* niespójne,
- jest nadmiarowy,
- wymaga *ontologii*.

Język formalny — baza wiedzy — wymagania:

- adekwatny,
- precyzyjny,
- jednoznacznie interpretowany,
- automatyczne przetwarzanie,
- zapewnienie spójności ([consistency](#)),
- poprawność konkluzji ([validity](#); [soundness](#)),
- zapewnienie pełności ([completeness](#)),
- nienadmiarowość (brak redundancji).

Algebra Wiedzy

Logika — język naturalny — problemy

Paradoks kłamcy:

- *ja zawsze kłamię* (Eubulides),
- *Kreteńczycy zawsze kłamią* (Epimenides; sam był Kreteńczykiem),
- Kartka: Str.1 *Zdanie na odwrotnej stronie jest prawdziwe*; str.2 *Zdanie na odwrotnej stronie jest fałszywe*.

Matematyka:

- Paradoks zbioru wszystkich zbiorów (Cantor, 1899),
- Paradoks Russela (1901): rozważmy zbiór $V = \{X : X \notin X\}$. Czy $V \in V$?
- Paradoks fryzjera: *Pewien fryzjer goli wszystkich mieszkańców miasta, którzy sami się nie golą; co ma zrobić sam ze sobą?*

Przykłady bardziej znanych paradoksów: <http://pl.wikipedia.org/wiki/Paradoks>

Logika jako KRR — jak to działa

Język formalny:

- składnia,
- semantyka,
- reguły transformacji,
- reguły wnioskowania,
- wywód.

Modelowanie systemów:

- wybór języka (obiekty, relacje, zależności, ograniczenia, preferencje, ...),
- budowa modelu (input, output, structure, goals,...),
- badanie własności — analiza, weryfikacja,
- dowodzenie twierdzeń — wnioskowanie,
- strojenie modelu.

KRR — logika — co i jak?

- dowodzenie twierdzeń, weryfikacja logicznej konsekwencji:

$$\Delta \models H;$$

- badanie spełnialności (SAT); poszukiwanie modelu:

$$\models_I H;$$

- badanie niespełnialności:

$$\not\models_I H;$$

- badanie zupełności – weryfikacja tautologii:

$$\models H$$

- badanie poprawności reguł wnioskowania:

$$(\Delta \vdash H) \longrightarrow (\Delta \models H)$$

- badanie zupełności reguł wnioskowania:

$$(\Delta \models H) \longrightarrow (\Delta \vdash H)$$

Przykład — układ EX-OR

```
% Definicje działania bramek podstawowych
not(1,0).
not(0,1).

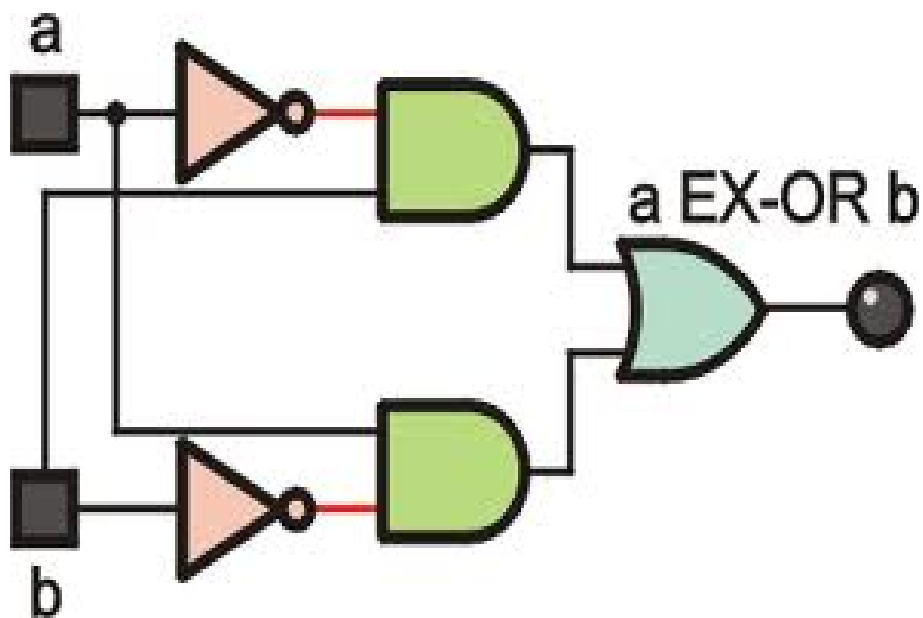
and(0,0,0).
and(0,1,0).
and(1,0,0).
and(1,1,1).

or(0,0,0).
or(0,1,1).
or(1,0,1).
or(1,1,1).

% Definicja przykładowego układu - xor

xor(Input1,Input2,Output) :-
not(Input1,N1),
not(Input2,N2),
and(Input1,N2,N3),
and(Input2,N1,N4),
or(N3,N4,Output).
```

Przykład — układ EX-OR



Rysunek 1: EX-OR digital circuit