Logika

Materiały pomocnicze do wykładu

dla

Studentek i Studentów Informatyki
Wydziału EAIiIB AGH

Antoni Ligęza

Materiały pomocnicze:

`http://home.agh.edu.pl/~ligeza`

`http://ai.ia.agh.edu.pl/wiki/`

Zasady pracy i współpracy

1. **Cel:** zdobywanie wiedzy i umiejętności — z obszaru *logiki*.
2. Ramy formalne: Regulamin Studiów w AGH[1], 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* (Wikipedia, Coursera,...),
   - samodzielne studiowanie,
   - dyskusja,
   - konsultacje.
5. Obecność i aktywność na ćwiczeniach jest obowiązkowa.
6. Obecność i uważność (ang. *mindfulness*) na wykładzie jest usilnie pożądana.
7. Entuzjazm, dodatkowa aktywność wsparta zdolnościami i pracą są mile widziane.
8. Usilnie proszę o prowadzenie notatek.
9. Każdy budje swoją Bazę Wiedzy Logicznej!
10. Obowiązuje pełne zrozumienie materiału.

[1] `http://http://www.agh.edu.pl/pracownicy/dokumenty/regulaminy/`

11. W każdej chwili wolno pytać — prawie o wszystko.

12. Kolokwia, prace i egzaminy — obowiązuje absolutnie samodzielna praca.

13. Zasady zaliczeń, egzaminów, oceny końcowej — *w ramach regulaminu*.

14. Nowość: 10 wykładów

15. Plan wykładów i materiały pomocnicze: `http://ai.ia.agh.edu.pl/wiki/pl:dydaktyka:logic:start?&#plan_wykladu_z_logiki2016`

16. Egzamin końcowy: test (komputerowy?)

Plan pracy — Sylabus

Wiedza:

M_W001 Zna i rozumie podstawowe pojęcia i koncepcje logiki.

M_W002 Zna i rozumie składnię i semantykę podstawowych formalizmów logicznych.

M_W003 Zna i rozumie reguły i metody wnioskowania.

M_W004 Zna i rozumie zasady konstrukcji modeli logicznych oraz ich analizy.

Umiejętności:

M_U001 Potrafi operować aparatem pojęciowym logiki.

M_U002 Potrafi posługiwać się językiem logiki w zakresie składni i semantyki podstawowych formalizmów logicznych.

M_U003 Potrafi stosować reguły i metody wnioskowania.

M_U004 Potrafi wykonać formalizację logiczną prostych problemów i dokonać jej analizy.

Kompetencje społeczne:

M_K001 Ma świadomość roli i znaczenia logiki w informatyce i technice, przedsiębiorstwie, gospodarce i społeczeństwie.

Plan pracy — Sylabus

Wprowadzenie do logiki, istota logiki, rola i zadania logiki, obszary zastosowań.

Rola i znaczenie języka.

Składnia, semantyka, interpretacja, model.

Własności logiczne.

Wywód. Pojęcie logicznej konsekwencji.

Przykłady formalizacji problemów.

Język rachunku zdań. Składnia i semantyka. Reguły przekształcania formuł. Postacie CNF, DNF, NNF. Reguły wnioskowania. Dowodzenie twierdzeń.

Drzewa decyzyjne i diagramy OBDD.

Logika rachunku predykatów. Składnia i semantyka. Reguły przekształcania formuł. Postacie CNF, DNF, NNF. Reguły wnioskowania. Dowodzenie twierdzeń.

Logiki atrybutowe. Składnia i semantyka. Reguły przekształcania formuł. Postacie CNF, DNF, NNF. Reguły wnioskowania. Dowodzenie twierdzeń.

Tablice i drzewa decyzyjne.

Podstawy automatycznego dowodzenie twierdzeń. Reguła rezolucji. Reguła dualna. Podstawienia i unifikacja. Sprowadzanie do postaci normalnej. Strategie dowodzenia.

Wstęp do programowania logicznego. Idea języka Prolog.

Wybrane problemy i ograniczenia logiki klasycznej.

Wybrane zastosowania i narzędzia logiki.

Informacja o innych logikach.

Literatura

1. Mordechai Ben-Ari: Mathematical Logic for Computer Science (Logika matematyczna w informatyce). Springer-Verlag, London, 2001 (WN-T, Warszawa, 2005).

2. Kenneth A. Ross i Charles R. B. Wright: Discrete Mathematics (Matematyka dyskretna). WN PWN, 2013.

3. Antoni Ligęza: Logical Foundations for Rule-Based Systems. Springer-Verlag, Berlin, 2006. Wydawnictwo AGH, Kraków, 2005.

4. Michael R. Genesereth, Nils J. Nilsson: Logical Foundations of Artificial Intelligence. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., Los Altos, California, 1987.

5. Zbigniew Huzar: Elementy logiki dla informatyków. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2007.

6. Stuart Russell, Peter Norvig: Artificial Intelligence. A Modern Approach. Pearson, 2010.

7. Marek Wójcik: Zasada rezolucji. Metoda automatycznego wnioskowania. PWN, Warszawa, 1991.

8. C. L. Chang and R. C. T. Lee: Symbolic Logic and Mechanical Theorem Proving. Academic Press, 1973.

9. Ronald J. Brachman and Hector J. Levesque: Knowledge Representation and Reasoning. Morgan Kaufmann, 2004.

10. 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/`

Zasoby sieciowe. Kurs w Stanford

Kurs logiki on-line Stanford:

https://www.coursera.org/course/intrologic

1. Wikipedia-pl: http://pl.wikipedia.org/wiki/Logika_matematyczna
2. Wikipedia-en: http://en.wikipedia.org/wiki/Logic
3. AI-Lab-Prolog: http://ai.ia.agh.edu.pl/wiki/pl:prolog:prolog_lab
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/

Przykłady... wieloznaczność języka naturalnego

```
Żona do męża informatyka
- Kup parówki, jak będą jajka to kup 10.
Mąż w sklepie
- Są jajka?
- Są
- To poproszę 10 parówek
```

Przykłady wyrażeń w języku naturalnym:

- *Mądrej głowie dość po słowie*.
- *Mądrej głowy włos się nie trzyma*.
- *Dobry kogut to chudy kogut*.
- *Iloma językami władasz tylekroć jesteś człowiekiem*.
  Logika to także język.
- *Historia uczy jednego: nigdy, nikogo, niczego nie nauczyła*.

Przykłady... wnioskowanie — ale czy logiczne?

```
Ojciec:
- Ktoś ukradł nam krowę!
Starszy syn:
- Jak ukradł to znaczy konus jakiś.
Średni syn:
- Jak konus to pewnie z Trojanowa.
Najmłodszy syn:
- Jak z Trojanowa to pewnie Wasyl.
Zaprzęgli konia do wozu i pojechali do Trojanowa.
I dali Wasylowi po mordzie.
Wasyl jednak nie przyznał się do kradzieży.
Profilaktycznie dali mu po mordzie drugi raz, ale także bez efektu.
Chcąc nie chcąc, wsadzili Wasyla na wóz i pojechali do sądu grodzkiego.
Stanęli przed sędzią i ojciec mówi:
- Obudziłem się rano, patrzę krowę ktoś ukradł. Mówię o tym synom.
Najstarszy mówi, że jak krowę ukradł, to musiał być konus.
Średni mówi, że jak konus to z pewnością z Trojanowa.
Najmłodszy mówi, że jak z Trojanowa to na pewno Wasyl.
Daliśmy mu po mordzie, ale krowy nie chce oddać!
Sędzia:
- Hmmm... logika niby żelazna, ale to jeszcze niczego nie dowodzi.
No, na ten przykład, powiedzcie mi co mam w tym pudełku?
Ojciec:
- Pudełko kwadratowe.
Najstarszy syn:
- To znaczy, że w nim coś okrągłego.
Średni syn:
- Jak okrągłe to musi być pomarańczowe.
Najmłodszy:
- Jak pomarańczowe to z pewnością mandarynka.
Sędzia zdumiony zagląda do pudełka i mówi:
- No, Wasyl.... Krowę trzeba jednak oddać.
```

Wnioskowania logiczne — przykłady

Przykłady wnioskowania logicznego:

- dedukcja — wywód logiczny (weryfikacj hipotezy);
- sprawdzanie spełnialności — poszukiwanie modelu, analiza ograniczeń;
- wykrywanie niespójności;
- weryfikacja tautologii;
- abdukcja — stawianie hipotez (odkrywanie przyczyn);
- indukcja — uogólnianie;
- modelowanie systemów.

Przykłady i ich klasyfikacja:

- obietnica zarobków powyżej średniej dla każdego,
- wymierny wynik potęgowania liczb niewymiernych,
- wzór na sumę nieskończonego ciągu geometrycznego,
- SEND+MORE=MONEY,
- dowodzenie (Fitch, diagramy),
  - pełny sumator,
  - wyświetlacz 7-seg. - na kod 16-tkowy
  - system głosowania 3/5
  - śluza do banku,
  - przejazd kolejowy.

Logika - próba definicji i pomocne narzędzia

Definicja 1 *Logika (logos — rozum, słowo, myśl) — nauka o sposobach jasnego i ścisłego formułowania myśli, o regułach poprawnego rozumowania i uzasadniania twierdzeń.*

Logika = (formalny zapis) + (mechaniczne przetwarzanie) wiedzy

Narzędzia:

- Formalizacja, język formalny:
  - składnia,
  - semantyka,
  - reguły wnioskowania;
- wizualizacja zbiorów — diagramy Venna,
- tabele (przegląd wariantów),
- drzewa (systematyzacja przeglądu wariantów),
- diagramy (grafy; grafy AND-OR; schematy),
- modele formalne.

Logika — podejście systemowe

Modelowanie systemów:

- wejścia (zmienne wejściowe):
  - sterowanie (możemy kontrolować),
  - parametry (nie możemy zmieniać);
- wyjścia (zmienne wyjściowe):
  - obserwowalne (mierzalne),
  - nieobserwowalne;
- stan — pamięć wewnętrzna (zmienne stanu)
- transformacja:
  - wejścia $\times$ stan $\longrightarrow$ stan,
  - wejścia $\times$ stan $\longrightarrow$ wyjścia,
- ograniczenia,
- zakłócenia,
- cel,
- kryteria jakości,
- sterownik/regulator — realizacja celu,
- sprzężenie zwrotne i jego rola.

Pojęcia: Automat Moore'a, Automat Mealy'ego.

Logika — podejście systemowe — racjonalność

– Czy nie mógłby pan mnie poinformować, którędy powinnam pójść? – mówiła dalej.
– To zależy w dużej mierze od tego, dokąd pragnęłabyś zajść – odparł Kot-Dziwak.
– Właściwie wszystko mi jedno.
– W takim razie również wszystko jedno, którędy pójdziesz.
– Chciałabym tylko dostać się dokądś – dodała Alicja w formie wyjaśnienia.
– Ach, na pewno tam się dostaniesz, jeśli tylko będziesz szła dość długo.

Przykład: Uczelniany system zapewnienia jakości kształcenia.

Pytania:

- Logika a racjonalizm?
- Logika a prawda?
- Logika a prawo?
- Logika a mądrość?
- Logika a wiedza?
- Logika a inteligencja?
- Logika a wnioskowanie przez człowieka?
- Logika a wnioskowanie maszynowe?

Logika jest podstawowym narzędziem reprezentacji i przetwarzania wiedzy (w tym w *Sztucznej Inteligencji* oraz *Inżynierii Wiedzy*).

Logika — narzędzie reprezentacji i przetwarzania wiedzy

Obserwacje:

Nie wszystkie procesy dają się modelować numerycznie.

Język naturalny:

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

Język formalny — wymagania:

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

Po co komu logika?

Po co komu krawat? Sprzedawca krawatów...

- logika pozwala definiować pojęcia (małżeństwo, szybki tramwaj, średnioroczny wzrost cen, jakość wykształcenia, jakość kształcenia, jakość procesu kształcenia,...),
- i zależności między nimi — np. taksonomie, inne relacje, ontologie,
- logika porządkuje dyskusję; dyskusja *na argumenty*,
- logika dostarcza formalnych metod reprezentacji wiedzy,
- logika dostarcza poprawnych metod wnioskowania — dedukcja,
- logika umożliwia wnioskowanie indukcyjne i abdukcyjne,
- wiedza wyspecyfikowana logicznie może być analizowana:
  - wewnętrzna niesprzeczność (spójność),
  - zupełność,
  - minimalna reprezentacja,
  - wynikanie logiczne — logiczna konsekwencja,
  - spełnialność lub niespełnialność.
- aparat logiki jest uniwersalny (ma zastosowanie w wielu dziedzinach, od filozofii i matematyki, poprzez nauki techniczne, do prawa, medycyny i biologii a nawet ekonomii, socjologii i psychologii).

Gdzie nie stosuje się logiki? Co nie podlega prawom logiki?

Logika — problemy

Język naturalny:

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*.
- **Mukator** — Co to jest mukator? To jest coś, co *nie daje się zdefiniować*.

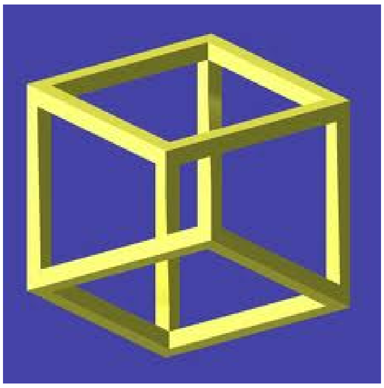
Język formalny:

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`

Coś nie tak...



Logika — jak to działa

Logika — język formalny:

- alfabet,
- składnia (ang. *syntax*),
- semantyka (ang. *semantics*),
- aksjomatyzacja

$$\models p \vee \neg p$$

$$\not\models p \wedge \neg p$$

- reguły transformacji (wyrażenia równoważne),
- reguły wnioskowania (logiczna konsekwencja),
- wywód (wyprowadzenie).
- hipoteza,
- dowód.

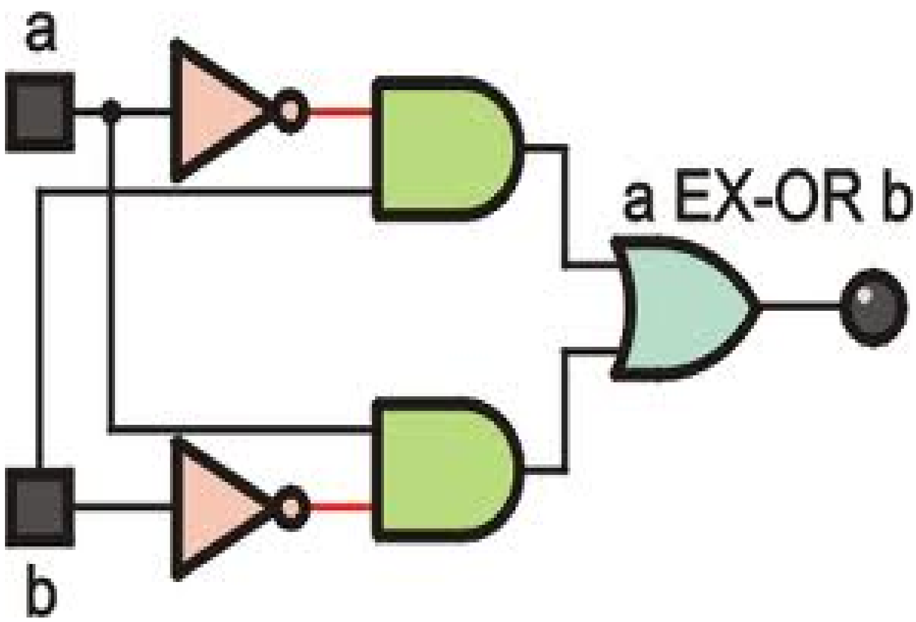
Modelowanie systemów:

- wybór języka (obiekty, własności, relacje, zależności, ograniczenia, wynikanie, ...),
- budowa modelu,
- badanie własności — analiza, weryfikacja,
- dowodzenie twierdzeń — wnioskowanie,
- strojenie modelu.

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

KRR — logika — co i jak?

- dowodzenie twierdzeń, weryfikacja logicznej konsekwencji:

$$\Delta \models H;$$

- prowadzenie rozumowań — wywód:

$$\Delta \vdash H;$$

- badanie spełnialności (SAT); poszukiwanie modelu:

$$\models_I H;$$

- badanie niespełnialności:

$$\not\models_I H;$$

- badanie zupełności – weryfikacja tautologii:

$$\models H$$

- badanie poprawności reguł wnioskowania:

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

- badanie zupełności reguł wnioskowania:

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

Example: Unicorn

Given the following Knowledge Base (KB):

- If the unicorn is mythical, then it is immortal
- If the unicorn is not mythical, then it is a mortal mammal
- If the unicorn is either immortal or a mammal, then it is horned
- The unicorn is magical if it is horned

answer the following questions:

- Is the unicorn mythical? (M)
- Is it magical? (G)
- Is it horned? (H)

In terms of logic:

$$\text{KB} \models G, H, M$$

$$\text{KB} \vdash G, H, M$$

BREAK

Unicorn - Logical Model

Definition of propositional variables:

- M: The unicorn is mythical
- I: The unicorn is immortal
- L: The unicorn is mammal
- H: The unicorn is horned
- G: The unicorn is magical

Building a **Logical Model** for the uzzle:

- If the unicorn is mythical, then it is immortal:

$$M \longrightarrow I$$

- If the unicorn is not mythical, then it is a mortal mammal:

$$\neg M \longrightarrow (\neg I \wedge L)$$

- If the unicorn is either immortal or a mammal, then it is horned:

$$(I \vee L) \longrightarrow H$$

- The unicorn is magical if it is horned:

$$H \longrightarrow G$$

Resulting Boolean formula (the Knowledge Base):

$$(M \longrightarrow I) \wedge (\neg M \longrightarrow (\neg I \wedge L)) \wedge ((I \vee L) \longrightarrow H) \wedge (H \longrightarrow G)$$

A Solution

$$(M \longrightarrow I) \equiv (\neg M \vee I)$$

$$(\neg M \longrightarrow (\neg I \wedge L)) \equiv (M \vee (\neg I \wedge L))$$

$$(M \vee (\neg I \wedge L)) \equiv ((M \vee \neg I) \wedge (M \vee L))$$

$$\frac{\neg M \vee I, M \vee L}{I \vee L}$$

$$\frac{I \vee L, (I \vee L) \longrightarrow H}{H}$$

$$\frac{H, H \longrightarrow G}{G}$$

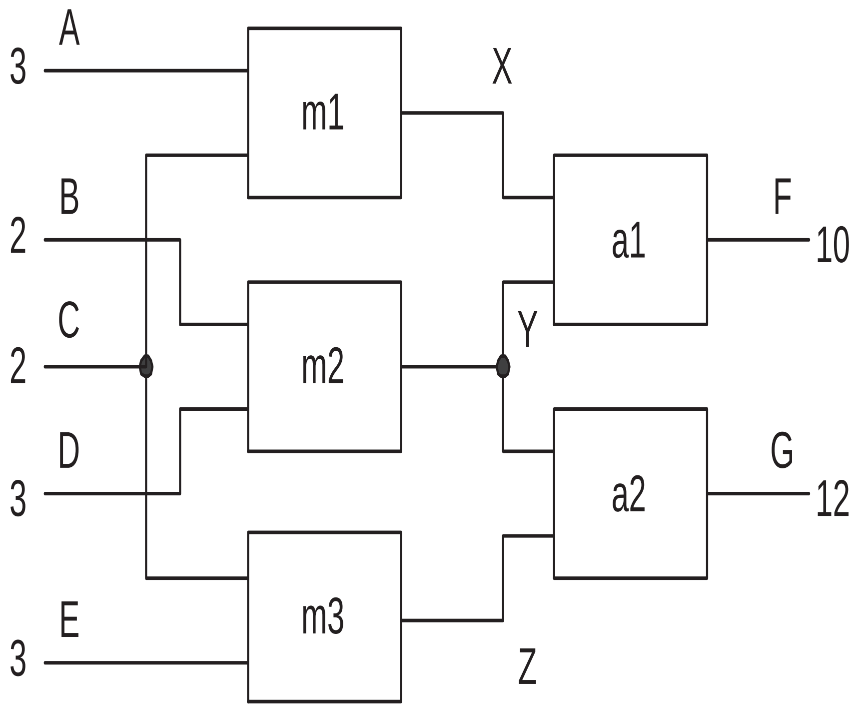
So we have:

$$\mathrm{KB} \vdash H \wedge G$$

Questions:

- What about M (mythical), I (immortal) and L (mammal)?
- What combinations are admissible?
- How many models do we have?

Wnioskowanie abdukcyjne i wnioskowanie na bazie niespójności



Pytania:

- Czy układ działa poprawnie (Fault Detection)?
- Który/które elementy nawaliły (Fault Isolation)?
- Jakie są diagnozy (diagnozy minimalne)?

Przykład: prosta wersja logiki rachunku zdań

Alfabet:

- P — zbiór symboli propozycjonalnych,
- spójniki logiczne: $\neg$, $\wedge$, $\vee$, $\Rightarrow$,
- nawiasy.

Składnia:

- każde $p \in P$ jest formuła (atomiczną),
- jeżeli ϕ, ψ są formułami, to:
  - $\neg(\phi)$ jest formułą (także $\neg(\psi)$),
  - $\phi \wedge \psi$ jest formułą,
  - $\phi \vee \psi$ jest formułą,
  - $\phi \Rightarrow \psi$ jest formułą;
  - *nic innego nie jest formułą*.

Każda poprawnie skonstruowana formuła posiada jednoznacznie określone drzewo struktury.

Semantyka:

Interpretacja — dowolna funkcja I postaci:

$$I \colon P \to \{\mathbf{T}, \mathbf{F}\}$$

Pojęcie interpretacji rozszerzamy na zbiór formuł (jak???).

Notacja: $I(\phi) = \mathbf{T}$ zapisujemy $\models_I \phi$; $I(\phi) = \mathbf{F}$ zapisujemy $\not\models_I \phi$

Dla każdej formuły logicznej można zbudować tablicę prawdy.

Reguły dowodzenia

Przykładowe reguły dowodzenia (wywodu):

Reguła odrywania:

$$\frac{\phi, \phi \Rightarrow \psi}{\psi}$$

Reguła potwierdzania przez zaprzeczenie (wykluczenie):

$$\frac{\neg\phi, \phi \vee \psi}{\psi}$$

Reguła przechodniości:

$$\frac{\phi \Rightarrow \varphi, \varphi \Rightarrow \psi}{\phi \Rightarrow \psi}$$

Reguła rezolucji:

$$\frac{\phi \vee \neg p, p \vee \psi}{\phi \vee \psi}$$

Reguła rezolucji dualnej:

$$\frac{\phi \wedge \neg p, p \wedge \psi}{\phi \wedge \psi}$$

Przykład aksjomatyzacji i wywodu

A – pojawił się sygnał do procesu,

P – sygnał został dodany do zbioru sygnałów oczekujących na odebranie przez proces,

B – sygnał jest zablokowany przez proces,

D – sygnał został dostarczony do procesu (i odebrany),

S – stan procesu jest zachowany,

M – maska sygnałów jest obliczana,

H - procedura obsługi sygnałów jest wywołana,

N – procedura obsługi jest wywołana w zwykły sposób,

R – proces wznawia wykonanie w poprzednim kontekście,

I – proces musi sam odtworzyć poprzedni kontekst.

Dane są reguły:

$A \longrightarrow P$,

$P \land \neg B \longrightarrow D$,

$D \longrightarrow S \land M \land H$,

$H \land N \longrightarrow R$,

$H \land \neg R \longrightarrow I$,

Dane są fakty:

A, $\neg B$, $\neg R$.

Konkluzje

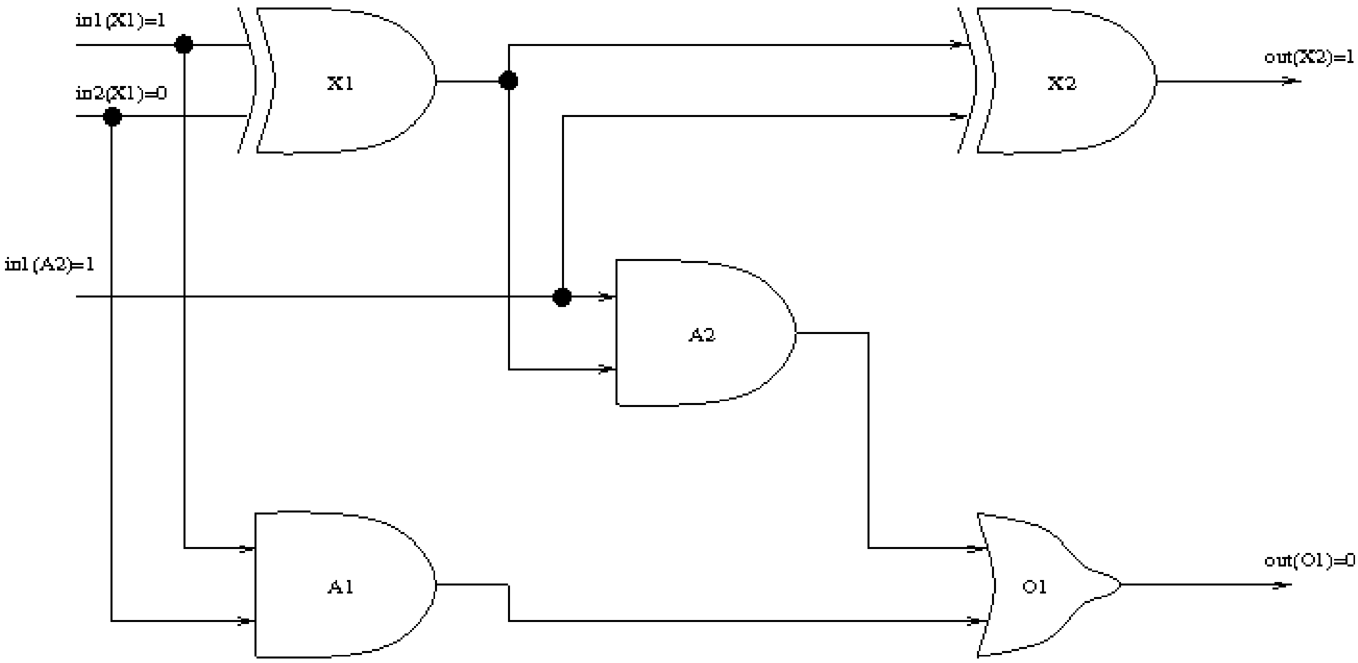
P, D, S, M, H, I, $\neg N$.

Przykład praktyczny

```
% 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 praktyczny

```
foo(I1,I2,I3,O1,O2) :-
   xor(I1,I2,X1),
   xor(X1,I3,O1),
   and(I1,I2,A1),
   and(X1,I3,A2),
   or(A1,A2,O2).
```



Własności formuł

Formuła ϕ jest:

prawdziwa/spełniona — dla danej interpretacji I, $\models_I \phi$,

nieprawdziwa/niespełniona — dla danej interpretacji I, $\not\models_I \phi$,

spełnialna — istnieje interpretacja I, $\models_I \phi$,

niespełnialna/fałszywa — nie istnieje interpretacja I, $\models_I \phi$,

tautologią — dla każdej interpretacji I, $\models_I \phi$; piszemy

$$\models \phi$$

formułą zawsze fałszywą — dla każdej interpretacji I interpretacji I; piszemy

$$\not\models \phi$$

Zależności pomiędzy własnościami formuły

$$\psi$$

oraz jej negacją

$$\neg\psi$$

Proszę spróbować odkryć.

KRR — logika — co i jak?

- dowodzenie twierdzeń, weryfikacja logicznej konsekwencji:

$$\Delta \models H;$$

- prowadzenie rozumowań — wywód:

$$\Delta \vdash H;$$

- badanie spełnialności (SAT); poszukiwanie modelu:

$$\models_I H;$$

- badanie niespełnialności:

$$\not\models_I H;$$

- badanie zupełności – weryfikacja tautologii:

$$\models H$$

- badanie poprawności reguł wnioskowania:

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

- badanie zupełności reguł wnioskowania:

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

Ograniczenia logiki rachunku zdań

Język logiki rachunku zdań ma niską siłę ekspresji. Przykład:

Sokrates jest człowiekiem.
Każdy człowiek jest śmiertelny.

Sokrates jest śmiertelny.

```
man(plato).
man(socrates).

mortal(X):- man(X).
```

```
ojciec(jacek,wojtek).
ojciec(jacek,barbara).
ojciec(jan,ewa).
ojciec(jan,tomek).
ojciec(jan,jacek).
m(tomek).
m(jacek).
m(wojtek).
k(ewa).

brat(B,X) :-
   ojciec(P,X),
   ojciec(P,B),
   m(B),
   B \= X.
```

Błędy systemów logicznych i ich wykrywanie

- niespójność,
- niekompletność,
- nieadekwatność,
- indeterminizm,
- nadmiarowość.

P. Łukasz Urbanek:

Zgodnie z prośbą przesyłam przykład na niespójność w regulaminie AGHa. Przedziały 60-61%, 70-71%, 80-81%, 90-91% nie mają przypisanej do siebie oceny.

§ 13 Skala ocen

1. W Uczelni stosuje się następującą skalę ocen:
   1) 91 – 100% bardzo dobry (5.0);
   2) 81 – 90% plus dobry (4.5);
   3) 71 – 80% dobry (4.0);
   4) 61 – 70% plus dostateczny (3.5);
   5) 50 – 60% dostateczny (3.0);
   6) poniżej 50% niedostateczny (2.0).
2. W wyjątkowych sytuacjach kiedy brak jest podstaw do ustalenia oceny, prowadzący przedmiot może zaliczyć go pozytywnie używając zapisu „zaliczono (zal.)".
3. Z przedmiotu wystawiane są oceny z zaliczeń zajęć obowiązkowych i z egzaminu, jeżeli przewiduje go plan studiów, z zastrzeżeniem ust. 4.
4. Przy zaliczeniach zajęć z wychowania fizycznego, ze względu na specyfikę tego przedmiotu, stosuje się wyłącznie zapisy:
   1) zaliczono – dla studentów, którzy uzyskali minimum wymagane do zaliczenia zajęć z wychowania fizycznego,
   2) niezaliczono – dla studentów, którzy nie uzyskali minimum wymaganego do zaliczenia zajęć z wychowania fizycznego,
   3) zaświadczenie lekarskie.
5. Zapis słowny „zal." nie ma żadnego odpowiednika w ocenie liczbowej i nie może być uwzględniany przy obliczeniu średniej oceny za okres rozliczeniowy.

Problemy

- Mieszkańcy pewnej wyspy to bracia bliźniacy; jeden z nich zawsze kłamie, a drugi zawsze mówi prawdę. Spotykamy ich przy rozstaju dróg, jedna prowadzi na bagna, a druga do miasta, tam też chcemy się udać. Możemy zadać jedno tylko pytanie jednemu z nich (nie wiadomo, czy będzie to ten który kłamie, czy ten prawdomówny). Jak powinno ono brzmieć, aby mieć pewność co do wyboru drogi?
- Weź kartkę papieru i napisz źdanie na odwrotnej stronie jest prawdziwe". Teraz odwróć kartkę na drugą stronę i napisz: źdanie na odwrotnej stronie jest fałszywe". Spróbuj dokonać interpretacji: które z tych zdań jest prawdziwe, a które fałszywe? Coś tu ńie gra", ale co?
- Obietnica wyborcza: każdy będzie zarabiał powyżej średniej! Czy to możliwe?
- Czy liczba niewymierna a podniesiona do niewymiernej potęgi b może dawać w wyniku liczbę wymierną?

$$a^b \in \mathbf{Z} \quad ???$$

- Czy istnieje wielomian wszędzie silnie większy od zera, ale taki, że posiada wartości dowolnie bliskie zeru?

Extra problem

Assumptions:

A1. There are 3 houses in a row

A2. The houses are numbered 1, 2 and 3, from left to right

A3. Each house has one of the colors Blue, Green or White

A4. Each house is inhabited by one person with one of the nationalities: Dutch, German and Italian

A5. Each person drinks (exactly one) of the following beverages: Coffee, Tea and Water

Conditions (constraints):

C1 The third house is green

C2 There is one house between the house of the person drinking coffee and the blue house

C3 The person drinking water lives in the blue house

C4 The Italian lives to the left of the coffee drinking person

C5 The German lives in house two

Query:

Who lives in the 1st house? What does the Dutch drink?

Zadania:

- oryginalny przykład problemu i rozwiązania/wnioskowania (wywód),
- oryginalny przykład analizy niespójności,
- oryginalny przykład spełnialności (ograniczenia).
- Ochotnicy: system i jego model logiczny.