

Logika

Michał Lipnicki

Zakład Logiki Stosowanej UAM

7 października 2010

Zdroworozsądkowe wprowadzenie

W codziennym życiu na pewno nieraz zdarzyło się Państwu użyć wyrażenia „logika”, „logiczny”, np.

- „Kobiety są bardziej *logiczne* od mężczyzn”
- „*Logika* władzy to kłamstwa i represje”
- „To co Pan mówi jest całkowicie *nielogiczne*”

W jakim znaczeniu w powyższych przykładach użyty został termin „logika”?

Potoczne rozumienie terminu logika nie do końca jest tożsame z technicznym, naukowym znaczeniem terminu **LOGIKA**.

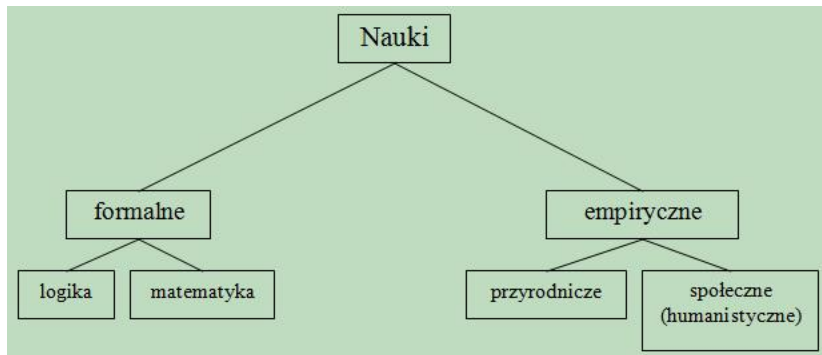
Garść definicji

Przyjmijmy następującą definicję roboczą:

Logika — to analiza języka i czynności badawczych (rozumowanie (wnioskowanie), definiowanie, klasyfikowanie, itd.) w celu podania takich reguł postępowania się językiem i wykonywania owych czynności, które uczyniły by tę działalność jak najbardziej skuteczną.

Logika wśród innych nauk

Podstawowy podział nauk:

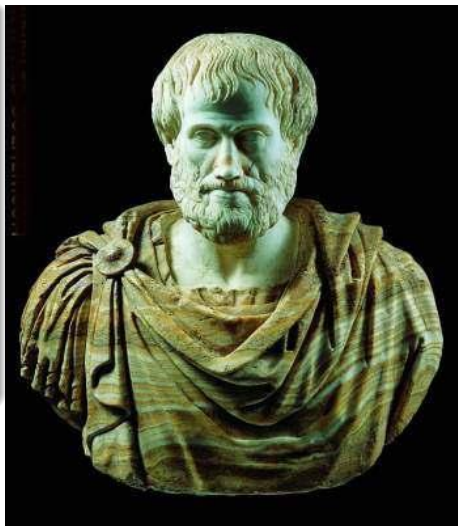


Początki logiki

Przyjmuje się, że o refleksji logicznej można mówić w odniesieniu do trzech kultur:

- chińskiej,
- indyjskiej,
- greckiej

Początki systematycznej logiki greckiej (oraz europejskiej) wiążą się z postacią **Arystotelesa** (384 — 322 w. p.n.e.)



Prehistoria

VII - VI w. p.n.e. początki greckiej nauki i filozofii — **szkoła jońska**.

- Nauka i filozofia wyrasta z umiejętności technicznych „doprawionych” magią. Nauka poprzez doświadczenie i rozumowanie dąży do prawdziwych twierdzeń o świecie.
- Umiejętności rozumowanie wiążą się głównie z rozwojem matematyki (szkoła pitagorejska) oraz nauk prawniczych (sofiści).
- Rozważania nad procesem poznania, zwłaszcza opozycją rozumowanie — doświadczenie. Rozumowanie jako narzędzie kontroli danych doświadczenia (Heraklit z Efezu VI/V w. p.n.e.).
- V w. p.n.e. — Parmenides z Elei — degradacja roli doświadczenia; prawdziwe twierdzenia o świecie są wynikiem rozumowania.

Prehistoria

Koncepcje Parmenidesa rozwijane były w szkole **eleatów**. Rozwinięta została dialektyka i sformułowano szereg paradoksów (Zenon z Elei ?490 — 430?)

Paradoks — (sofizmat, antynomia) pozornie poprawne rozumowanie prowadzące do sprzeczności lub do konkluzji nie zgodnych z doświadczeniem.

Paradoksy Zenona z Elei:

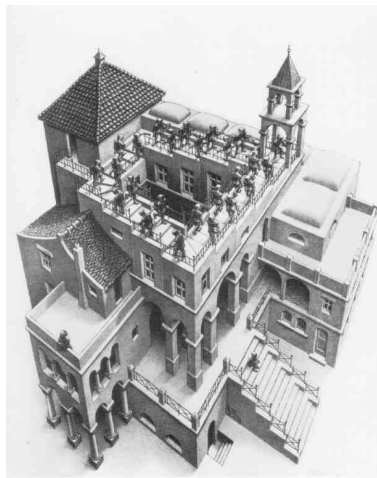
- **Paradoks strzały** — Lecząca strzała jest w każdej chwili swego lotu w pewnym określonym miejscu. To jednak, co w każdej chwili należącej do pewnego okresu jest w jakimś określonym miejscu, przez cały ten czas spoczywa. Zatem lecząca strzała przez cały czas spoczywa.
- **Achilles i żółw** — Przypuśćmy, że Achillesa dzieli od żółwia 100 m i Achilles biegnie 100 razy szybciej niż żółw. Kiedy Achilles przebiegnie 100 m, żółw przejdzie jeden metr; kiedy Achilles przebiegnie 1 m, żółw przesunie się o jeden centymetr, itd. Zatem Achilles nigdy nie dogoni żółwia.

Paradoksy wzrokowe

Nieвозмоżliwy trójkąt przestrzenny



Niekończące się schody



Prehistoria

Sztuka prowadzenia sporów (**erystyka**) była rozwijana przez szkołę megarejską a później przez sofistów.

Sofiści odchodzą od racjonalizmu i zwracają się w stronę **sensualizmu** głoszącego, że jedynie zmysły mogą dostarczyć prawdziwej wiedzy o rzeczywistości. Jednocześnie zaprzeczają istnieniu intersubiektywnej prawdy.

Uznanie, że tak samo można uzasadnić różne, często przeciwstawne twierdzenia sprawiło, że sofisci wyspecjalizowali się w nauczaniu sztuki argumentacji.

Prehistoria

Paradoks Protagorasa. Protagoras zgodził się przyjąć ucznia bez opłaty pod warunkiem, że gdy ten wygra swoją pierwszą sprawę, to zapłaci Protagorasowi pewną sumę. Uczeń co prawda ukończył naukę, ale nie występował w żadnym procesie. Po pewnym czasie Protagoras zaskarżył go do sądu o zapłatę. Jak wyglądałyby argumenty stron?

Arystoteles (384 — 322 w. p.n.e.)

Podstawowe pojęcia i zasady logiczne zostały sformułowane po raz pierwszy przez Arystotelesa.

- Ustalenie postępowania typowego dla logiki formalnej — poszukiwanie i badanie formalnych schematów rozumowań.
- Stworzenie rachunku logicznego — logiki nazw (**sylogistyki**) zawierającą problematykę **wynikania logicznego** i wnioskowania **niezawodnego**.
- Sformułowanie zasady dwuwartościowości zdań.
- Wprowadzenie pojęcia **sprzeczności**: psychologicznej, ontologicznej i logicznej.

Dwóch mistrzów



Stoicy

Niezwykle ważnym dokonaniem w dziejach logiki są dokonania szkoły filozoficznej **stoików**, szczególnie w wydaniu **Chryzypa** (280—207 p.n.e.).

- Zbudowanie aksjomatycznego systemu rachunku zdań, którego prawa są niezawodnymi regułami wnioskowania.
- Podanie schematów „pierwszych dyrektyw rozumowania”.
- Stoicy sformułowali współcześnie przyjmowane znaczenie implikacji (\rightarrow , „jeżeli . . . , to . . .”), która jest prawdziwa zawsze z wyjątkiem sytuacji, gdy równocześnie prawdziwy jest poprzednik a fałszywy następnik.

Rozwój logiki w starożytnej Grecji

Na rozwój logiki europejskiej u samych jej początków można patrzeć jako na proces zależny od trzech determinant:

- 1. Związków logiki z szerszymi rozważaniami epistemologicznymi.
- 2. Wyłaniania się teorii rozumowania z erystyki.
- 3. Gromadzenia materiału logicznego — wszelkich konstrukcji pojęciowych twierdzeń rozumowania i teorii danych w wypowiedziach mówionych oraz pisanych.

Logika w Indiach

W starożytnych i średniowiecznych Indiach niezwykle popularne było odbywanie publicznych debat na tematy filozoficzne i religijne.

Debaty takie charakteryzowały się usystematyzowaną strukturą. W efekcie właśnie tradycji dyskusowania wyłoniły się schematy poprawnego wnioskowania - *anumāna*



Debata w tradycji indyjskiej

W klasycznej literaturze indyjskiej, zarówno świeckiej, jak i religijno-filozoficznej, można znaleźć liczne opisy przebiegu toczonych ówczesnie debat.

Poza tym dają się odnotować próby usystematyzowania reguł, jakimi uczciwa debata powinna się rządzić.

Debata w tradycji indyjskiej

Janaka-sulabhā-saṁvada

Fragment eposu *Mahabharata* przedstawia dyskusję między ascetką o imieniu Sulabhā a królem - Janaka. Ascetka formułuje tam pięć zasad wystawiania się, które rodzą zrozumienie u słuchacza. Są to:

- **subtelność** - wypowiedź musi jasno i klarownie wyjaśniać skomplikowane zagadnienia;
- **struktura wewnętrzna** - wypowiedź musi krytycznie rozważać prawdziwość i fałszywość danego zagadnienia;
- **logiczny przebieg**;
- **jasno sformułowana teza** - przedstawia związek omawianej problematyki z prawem moralnym (*dharma*), dobrobytem (*artha*), przyjemnością zmysłową (*kāma*) i wyzwoleniem (*mokṣa*).
- **celowość** - wypowiedź wskazuje jak osiągnąć upragniony cel i jak uniknąć skutków niepożądanych.

Debata w tradycji indyjskiej

Pierwsze próby systematyzacji przebiegu debaty znajdujemy w dorobku nurtu *Ānvīkṣiki*.

W sporach toczonych publicznie często arbitrami była widownia, dlatego przy doborze „chwytów” w debacie należało brać pod uwagę nie tylko potencjał intelektualny i wiedzę oponenta, ale także nastawienie publiczności.

Carakasamhitā (Kodeks Czaraki)

W dziele tym debata została podzielona na wrogą i przyjazną. Przeciwnicy zostali podzieleni na lepszych, słabszych i równych. Zgromadzenie - na mądre lub głupie, a ponadto - przyjazne, bezstronne i stronnicze.

Debata w tradycji indyjskiej

Chcąc wygrać debatę, należy (wg traktatu *Carakasamhitā*) dobrać środki odpowiednie do konkretnego połączenia powyższych czynników.

Oto niektóre z zaleceń:

- Nie zaleca się wchodzić w debatę przed zgromadzeniem stronnictwym.
- Przed zgromadzeniem głupim zaleca się podejmowanie polemiki z kimś nieznanym, nielubianym przez dostojników.
- W przypadku dysputy przed głupim zgromadzeniem, z tym że z oponentem inteligentnym i oczytanym skuteczne (wg kodeksu *Carakasamhitā*) mogą się okazać nieuczciwe chwytły, tj. przedrzeźnianie adwersarza, używanie *argumentum ad hominem*, *argumentum ad personam* i *argumentum ad populum*.

Debata w tradycji indyjskiej

W traktacie *Nyāya-sūtra* wyróżniono zostały trzy typy debaty:

- (1) **Debata właściwa** (*vāda*) - jej celem jest dążenie do prawdy, co w końcowym rozrachunku prowadzi do zwiększenia wiedzy i szczęścia obu dysputantów.
Ma ona przyjacielski charakter, zatem obie strony posługują się akceptowalnymi zabiegami erystycznymi i poprawnymi wnioskowaniami.
Ważnym punktem debaty tego rodzaju jest konieczność zajęcia konkretnego stanowiska przez obie ze stron.
- (2) **Spór (para) dialektyczny** (*jalpa*) - debata o mniej przyjaznym przebiegu niż *vāda*. Celem jest „wygrana za wszelką cenę”, zatem nie chodzi o zbliżenie się do prawdy, ale o udowodnienie własnej tezy (nawet jeśli jest fałszywa), lub obalenie tezy przeciwnika (nawet jeśli jest prawdziwa).

Debata w tradycji indyjskiej

- (3) **Spór erystyczny** (*vitaṇḍā*) - spór, w którym jeden z uczestników nie zajmuje żadnego stanowiska, a jedynie atakuje tezy przeciwnika. Używa w tym celu sofizmatów i nieuczciwych chwytów erystycznych.

Debata w tradycji indyjskiej

Traktat *Nyāya-sūtra* klasyfikuje również przeróżne **paralogizmy** i **chwyty erystyczne**, które bywają używane w debacie.

Przykłady kilku paralogizmów racji (*hetv-ābhasā*)

- **Racja pokrętna** (*savyabhicāra*) - prowadzi do więcej niż jednej konkluzji.
- **Racja sprzeczna** (*viruddha*) - uzasadnia przeciwieństwo tezy.
- **Racja typu „błędne koło”** (*prakaraṇasama*) - aby ją uzasadnić, trzeba odwołać się do problemu, który miała rozwiązywać.
- **Racja niedowiedziona** (*sādhyasam*) - jeżeli potrzebuje uzasadnienia.
- **Racja użyta „nie w porę”** (*kālātīta*) - jeżeli czas, w którym była by skuteczna już przeminął.

Debata w tradycji indyjskiej

Przykłady chwytów erystycznych:

Przeinaczanie sensu wypowiedzi przeciwnika:

- Ekwiwokacja (*vāk-chala*) - przyjęcie innego znaczenia danego terminu.
(A: *On ma nowy koc (nava-kambala).*
B: *To on ma dziewięć koców (nava-kambala).*)
- Fałszywe uogólnienie (*sāmānya-chala*) - przeniesienie znaczenia danego terminu na całą klasę przedmiotów podobnych.
(A: *Tego bramina cechuje mądrość i zacne postępowanie.*
B: *Jeśli każdy bramin posiadałby mądrość i zacnie postępował, to także braminów heretyków cechowałaby mądrość i zacne postępowanie!*)

Debata w tradycji indyjskiej

- Wypaczenie metaforycznego użycie (*upacāra-chala*) - zignorowanie faktu, że dany termin został użyty w znaczeniu pierwotnym lub przerośnym.

(A: *Trybuna woła.*

B: *To nie trybuna woła, tylko ludzie stojący na trybunie.*)

Pozorne mankamenty (*jāti*) - zabieg erystyczny opierający się na naciąganych, pozornych analogiach.

Problematyka logiczna w Indiach

Logika w Indiach była uprawiana w szerszym kontekście epistemologicznym — jako źródło wiedzy o świecie. Mianem tym określa się teorię rozumowania (*anumāna*) wspartą metalogicznymi regułami jego uprawomocniania.

Inference (*anumāna*) is knowledge which is preceded by perception, and is of three kinds, viz., *a priori*, *a posteriori* and "commonly seen" (NS I.1.5.).

- *A priori* — wiedza o skutku uzyskiwana przez percepcję jego przyczyny.
- *A posteriori* — wiedza o przyczynie uzyskiwana przez percepcję skutku.
- *Commonly seen* — wiedza o jednym zjawisku na podstawie innego, z którym to pierwsze współwystępuje.

Schematy formuły dowodowej — *Nyāya-sūtra*

- 1. **Teza** — Dźwięk (*pakṣa*, *subject*) jest nietrwały (*sādhya*, *probandum*).
- 2. **Racja**:
 - 2a. **Na podstawie podobieństwa** — ponieważ dźwięk jest produktem (posiada własność powstania) (*hetu*; *probans*), a wszystko, co jest produktem, jak wskazuje doświadczenie, jest nietrwałe.
 - 2b. **Na podstawie odmienności** — dźwięk jest nietrwały, ponieważ jest produktem (posiada własność powstania), a zgodnie z zasadą ogólną, to co nie jest produktem (nie posiada własności powstania), jak wskazuje doświadczenie, jest trwałe.
- 3. **Przykład**:
 - 3a. **pozytywny** — tak jak garnek,

- 3b. **negatywny** — nie tak jak dusza, przestrzeń, itp.
- 4. **Zastosowanie**:
 - 4a. **pozytywne** — garnek, jak i inne przedmioty, które są produktem (posiadają własność powstania), są — jak wskazuje doświadczenie — nietrwałe, tak też dźwięk jest produktem.
 - 4b. **negatywne** — dusza i tym podobne substancje nie są produktem (nie posiadają własności powstania), są jak wskazuje doświadczenie trwałe. Dźwięk jednak jest produktem.
- 4. **Konkluzja** — zatem skoro dźwięk jest produktem (posiada własność powstania), to jest nietrwały.

Schematy formuły dowodowej — *Nyāya-sūtra*, ver. 2

- 1. **Teza** — tam, na górze (*pakṣa*, *subject*) jest ogień (*sādhya*, *probandum*).
- 2. **Racja:**
 - 2a. **Na podstawie podobieństwa** — ponieważ tam na górze jest dym (*hetu*, *probans*) — a jak wskazuje doświadczenie — wszędzie tam, gdzie jest dym, jest też ogień
 - 2b. **Na podstawie odmienności** — ponieważ tam na górze jest dym - a jak wskazuje doświadczenie - wszędzie tam, gdzie nie ma dymu, nie ma też ognia.
- 3. **Przykład:**
 - 3a. **pozytywny** — tak jak w kuchni,

- 3b. **negatywny** — nie tak jak w jeziorze.
- 4. **Zastosowanie:**
 - 4a. **pozytywne** — w kuchni jak innych tego typu miejscach, gdzie można stwierdzić obecność dymu, można też stwierdzić obecność ognia, tak też na tej górze jest dym.
 - 4b. **negatywne** — w jeziorze, jak i innych tego typu miejscach — jak wskazuje doświadczenie — nie można stwierdzić obecności dymu, tym samym nie można stwierdzić obecności ognia. Na tej górze jednak stwierdzono obecność dymu.
- 4. **Konkluzja** — zatem skoro na górze jest dym, to jest też ogień.

Schemat formuły dowodowej — buddyzm

- 1. **Teza** — Słowo (dźwięk) jest nietrwałe (Na górze jest ogień).
- 2. **Racja** — Ponieważ jest wytworzone (Ponieważ na górze jest dym).
- 3. Uzasadnienie i przykład:
 - 3a. **pozytywne** — cokolwiek jest wytworzone, jest — jak wskazuje doświadczenie — nietrwałe, tak jak dzban (tam gdzie jest dym, jest — jak wskazuje doświadczenie — ogień).
 - 3b. **negatywne** — cokolwiek jest trwałe, jest — jak wskazuje doświadczenie — niewytworzone, na przykład przestrzeń (tam gdzie nie ma ognia — jak wskazuje doświadczenie — nie ma też dymu).

Problematyka logiczna

Zadaniem logiki jest dostarczanie wiadomości, które pozwalają na sprawdzenie poprawności przeprowadzonych przez nas wnioskowań.

Wnioskowanie — to proces myślowy polegający na uzasadnianiu na podstawie pewnych zdań (**przesłanek**) innego zdania (**wniosku**).

Wnioskowanie opiera się na założeniu, że między przesłankami a wnioskiem zachodzi **stosunek wynikania logicznego** (o którym jeszcze wiele sobie powiemy).

Wnioskowanie w odróżnieniu od obserwacji jest uzasadnieniem pośrednim.

Uwaga!

Badanie wnioskowania **nie jest** analizą zjawisk psychicznych!

Wnioskowanie

Jeżeli wniosek **wynika logicznie** z przesłanek i przesłanki są prawdziwe, to i wniosek jest prawdziwy.

Czyli badając wnioskowania na gruncie logiki ogranicza się do badania, czy między przesłankami a wnioskiem zachodzi stosunek wynikania logicznego.

Każdy, kto żyje z cudzego nieszczęścia jest łajdakiem. Każdy lekarz żyje z cudzego nieszczęścia. A zatem każdy lekarz jest łajdakiem.

We współczesnej logice można wyróżnić trzy grupy problemowe:

- logika formalna, której zgłębianiu poświęcimy bieżący rok akademicki 2010/2011;
- semiotyka logiczna;
- metodologia nauk.

Pojęcie języka

Język — system znaków służący do przekazywania myśli, bądź informacji (Malinowski, *Logika ogólna*).

Wyróżniamy języki:

- naturalne;
- sztuczne;
- mieszane.

Podstawowe elementy języka:

- **Słownik** — zasób słów danego języka;
- **Wyrażenia** — słowa oraz ich konfiguracje budowane zgodnie z **regułami składni** danego języka;
- **Reguły składniowe** — określają w jaki sposób z wyrażeń prostych tworzyć złożone;
- **Reguły semantyczne** — określają przedmioty, do których odnosi się dane wyrażenie.

Język przedmiotowy i metajęzyk

Wyrażenia **języka przedmiotowego** odnoszą się do rzeczywistości pozajęzykowej. Natomiast wyrażenia **metajęzyka** opisują rzeczywistość językową. Metajęzyk danego języka przedmiotowego zazwyczaj jest ten sam język.

Uwaga!

Każde stwierdzenie fałszywości jakiegoś zdania jest **wypowiedzią metajęzykową**.

Paradoks kłamcy:

To zdanie jest fałszywe.

Paradoksalność powyższego zdania wynika właśnie z pomieszania dwóch poziomów języka — języka przedmiotowego z metajęzykiem.

Zadanie domowe

Jedno z często spotykanych sformułowań paradoksu kłamcy brzmi: *Pewien Kreteńczyk powiedział, że wszyscy Kreteńczycy kłamią.*

Pytania:

Czym różni się to sformułowanie od poprzedniego? Czy nadal jest to paradoks?

Kategorie składniowe

Wyrażenia językowe można podzielić na:

- sensowne — zbudowane zgodnie z regułami składniowymi;
- bezsensowne — nie zbudowane zgodnie z regułami składniowymi.

Mówimy, że wyrażenia należą do tej samej kategorii składniowej (syntaktycznej), jeżeli zastępując jedno przez drugie w dowolnym zdaniu sensownym na powrót otrzymuje się zdanie sensowne.

Podstawowe kategorie składniowe to: nazwy, zdania, funktory i operatory.

Nazwy

W logice, do **nazw** zalicza się wszystkie wyrażenia mogące pełnić funkcję podmiotu lub orzecznika w zdaniu sensownym postaci „ X jest Y ”.

Znaczenie językowe nazwy nazywamy **pojęciem w sensie logicznym**.

Znaczenie, to sposób rozumienia danej nazwy w języku.

Nazwa „ N ” oznacza jakiś przedmiot P , gdy prawdziwe jest zdanie „ P jest « N »”, czyli gdy można ją zgodnie z prawdą orzec o tym przedmiocie.

Proszę zwrócić uwagę na różnicę między **znaczeniem**, a **oznaczaniem**.

Związek między nazwą, a jej znaczeniem nazywamy relacją **konotowania**.

Związek między nazwą, a obiektami do których się odnosi to relacja **denotowania**.

Desygnat — to obiekt trafnie oznaczany przez daną nazwę.

Denotacja — zbiór desygnatów danej nazwy.

Nazwy

Każda nazwa denotuje swój **zakres**, a konotuje swoją **treść**.

Nazwy można dzielić na wiele sposobów:

- ze względu na rodzaj desygnatów (konkretne, abstrakcyjne, zbiorowe, niezbiorowe);
- ze względu na ich przydatność do roli podmiotu i orzecznika (indywidualne, generalne);
- ze względu na aktualną ilość desygnatów (puste, oznaczające).

Zdania

Przedmiotem logiki klasycznej są tylko zdania oznajmujące, tj. **zdania w sensie logicznym**. Zdaniom tym przysługuje własność prawdy i fałszu.

Przedmiotowymi odpowiednikami zdań w sensie logicznym są **stany rzeczy**, np. posiadanie określonej cechy, należenie obiektu do zbioru, zachodzenie określonego stosunku między wyrażeniami. Znaczenie zdania, to **sąd w sensie logicznym**.

W logice przyjmujemy tzw. **klasyczną definicję prawdy** — zdanie jest prawdziwe wtedy i tylko wtedy, gdy istnieje stan rzeczy przez nie komunikowany. Jeżeli taki stan rzeczy nie zachodzi, to zdanie to jest fałszywe.

Zasada dwuwartościowości — każde zdanie jest prawdziwe lub fałszywe.

Funktory

Funktory — to wyrażenia, które wraz z wyrażeniami składowymi (ich argumentami) tworzą nowe wyrażenia sensowne.

Przyjmijmy, że kategorię nazw będziemy oznaczać wskaźnikami „ n ”, a zdania „ z ”. Przy ich pomocy będziemy charakteryzować pozostałe kategorie składniowe zgodnie z zasadą, pozwalającą konstruować wskaźniki złożone przypominające ułamki. W „liczniku” występuje wskaźnik kategorii tworzonej za pomocą funktora, a w mianowniku wskaźniki kategorii argumentów funktora:

$$\frac{t}{v_1 v_2 \dots v_n}$$

Funktor tworzący wyrażenie t z argumentami v_1, v_2, \dots, v_n

Funktory

- Funktor zdaniotwórczy o jednym argumente zdaniowym — „nie”
wskaźnik: $\frac{z}{z}$, np. „**Nie** ma nic za darmo.”;
- Funktor zdaniotwórczy o dwóch argumentach zdaniowych — tworzy zdanie złożone z dwoma zdaniami składowymi — spójniki: „i”, „lub”, „jeśli . . . , to . . .”, wskaźnik: $\frac{z}{zz}$;
- Funktor zdaniotwórczy o jednym argumente nazwowym — tworzy zdanie z jedną nazwą — predykat, wskaźnik: $\frac{z}{n}$, np. „**Piotr pije.**”;
- Funktor zdaniotwórczy o dwóch argumentach nazwowych — tworzy zdanie z dwoma nazwami — predykat dwuargumentowy, wskaźnik $\frac{z}{nn}$, np. „**Piotr jest między młotem a kowadłem.**”;

Funktory

- Funktor nazwotwórczy o jednym argumencie nazwowym — tworzy nazwę z inną nazwą — wskaźnik: $\frac{n}{n}$, np. „*Ojciec Piotra*”;
- Funktor nazwotwórczy o dwóch argumentach nazwowych — tworzy nazwę z dwoma nazwami — wskaźnik $\frac{n}{nn}$, np. „*Piotr i Paweł*”;
- Funktor funktorotwórczy — tworzy funktor z innym funktorem — wskaźnik: np. $\frac{\frac{z}{z}}{n}$ w zdaniu: „*Słońce jasno świeci*”.

Stałe i zmienne

Zmienne — są to obiekty, za które podstawiamy **stałe**, które nazywamy wartościami danej zmiennej.

Ze względu na to jakiego typu stałe są reprezentowane przez zmienne, wyróżniamy:

- zmienne nazwowe,
- zmienne zdaniowe,
- zmienne predykatywne.

Kryterium spójności syntaktycznej

Spójne (poprawne) syntaktycznie wyrażenie jest nazwą (n), funktorem ($\frac{t}{v_1 v_2 \dots v_n}$) lub zdaniem (z).

Sprawdzenia czy mamy do czynienia z wyrażeniem spójnym syntaktycznie:

- Przypisanie poszczególnym częściom składowym wyrażeń wskaźników ich kategorii składniowej;
- uproszczenie powstałego ciągu przez „skracanie” wskaźników w sposób analogiczny do czynności skracania ułamków — określony indeks z mianownika wskaźnika A skraca się z indeksem tego samego kształtu z licznika sąsiadującego z nim wskaźnika B ;
- jeżeli po skróceniu indeksów otrzymamy wskaźnik nazwy, funktora lub zdania, to wyrażenie jest spójne syntaktycznie.

Kryterium spójności syntaktycznej

Rozważmy pary zdań:

- ① *Piotr pije*

$$n \frac{z}{n} \Rightarrow \cancel{n} \frac{z}{\cancel{n}} \Rightarrow z$$

- ② *Piotr pije piwo*

$$n \frac{z}{nn} n \Rightarrow \cancel{n} \frac{z}{\cancel{n}n} \cancel{n} \Rightarrow z$$

- ③ *Piotr pije ciepłe piwo*

$$n \frac{z}{nn} \frac{n}{n} n \Rightarrow \cancel{n} \frac{z}{\cancel{n}n} \frac{\cancel{n}}{\cancel{n}} \cancel{n} \Rightarrow \frac{z}{\cancel{n}} \cancel{n} \Rightarrow z$$

Rozgrzewka

Zanim zajmiemy się poważnymi problemami logiki formalnej dobrze jest rozruszać powakacyjny intelekt rozwiązując zagadki logiczne.

Jesteśmy na wyspie, którą zamieszkują dwa typy mieszkańców: mówiący wyłącznie prawdę **rycerze** oraz wypowiadający same fałszywe **łotry**.

- W pewnym ogrodzie znajdują się trzej mieszkańcy **A**, **B** oraz **C**. Przechodzący tamtędy przybysz pyta **A**: „Czy jesteś rycerzem, czy łotrem?” **A** odpowiada bardzo niewyraźnie. Przybysz pyta **B** co powiedział **A**, a **B** odpowiada: „**A** powiedział, że jest łotrem”. W tym momencie **C** mówi: „*Nie wierz B, on kłamie*”.

Kim są **B** i **C**?

- Tym razem mamy dwóch mieszkańców **A** oraz **B**. **A** mówi: „*Jestem łotrem lub B jest rycerzem*”.

Kim są **A** i **B**?

Rozgrzewka

- Ponownie mamy trzech tubylców **A**, **B** oraz **C** (każdy z nich jest rycerzem lub łotrem). **A** i **B** wygłaszają następujące zdania.
A: Wszyscy jesteśmy łotrami.
B: Dokładnie jeden z nas jest rycerzem.
Kim są **A**, **B** oraz **C**?

A oto zagadka nieco innego rodzaju.

- Mamy trzy nagrody **A**, **B** oraz **C**. Nagroda **A** jest najlepsza, **B** jest pośrednia, a **C** jest nagrodą pocieszenia. Masz wypowiedzieć stwierdzenie; jeśli będzie ono prawdziwe, to obiecuję dać ci albo nagrodę **A**, albo nagrodę **B**, ale gdy będzie ono fałszywe otrzymasz nagrodę **C** — nagrodę pocieszenia.
Jest tak, że pożądasz właśnie nagrody **A** — jakie stwierdzenie mógłbyś wygłosić wygłosić, aby zmusić mnie do obdarowania cię nagrodą **A**?

Kategorie syntaktyczne — zadanie domowe

Zbadaj poprawność gramatyczną poniższych wyrażeń:

- *Piotr pije ciepłe i wygazowane piwo;*
- *Człowiek strzela, a Bóg kule nosi;*
- *Bożena wykąpała się i bardzo ładnie pachnie;*
- *Bezbarwne zielone idee wściekle śpią;*
- *Niczego nie ma, a jeśli coś jest, to jest niepoznawalne..*