Naukoznawstwo (Etnolingwistyka V)

Jerzy Pogonowski

Zakład Logiki Stosowanej UAM
www.logic.amu.edu.pl
pogon@amu.edu.pl

3 XI 2007

Na dzień dobry

Zanim zaczniemy trudy dzisiejszej Przygody Edukacyjnej popatrzmy na spokojny, wrześniowy (2006) wschód słońca:

Procedury poznawcze III: uzasadnienia

Plan na dziś:

- Uzasadnianie twierdzeń w naukach formalnych
- Wnioskowania indukcyjne i statystyczne
- Uzasadnianie praw nauk empirycznych
- Spory, dyskusje, kłótnie naukowe.

Uzasadnienia

Czy ustalenia naukowe mają charakter dogmatyczny?
Z reguły — **nie** (choć są wyjątki).

Prawa i twierdzenia naukowe wyrażają sądy uznane.
Aby sąd mógł zostać uznany, musi zostać uzasadniony.
Jest to **niezmienna** norma metodologiczna w nauce (a co najmniej w nauce nowożytnej).

Uzasadnienia

W rozpowszechnionym w kręgu cywilizacji zachodniej rozumieniu WIEDZA to:

- Justified
- True
- Belief,

czyli

- uzasadnione
- prawdziwe
- przekonanie.

Uzasadnienia

Uzasadnianie przekonań związane jest z (obiektywną, niezależną od podmiotów poznających) relacją wynikania logicznego. Poprzedniki tej relacji nazywamy racjami, a jej następniki następstwami.

$$\text{Racja} \underset{\text{Wynikanie logiczne}}{\longrightarrow} \text{Następstwo}$$

Na mocy definicji wynikania logicznego (znanej Paniom z kursu logiki), następstwo nie może być fałszywe przy prawdziwej racji.

Uzasadnienia

Poszczególne człony relacji wynikania logicznego mogą być znane bądź nieznane, a także prawdziwe lub fałszywe. W zależności od tego, mamy różne typy uzasadnień (a więc poszukiwań członu nieznanego).

Racja	Prawdziwa	Fałszywa
Znana	x_1	x_2
Nieznana	x_3	x_4

Następstwo	Prawdziwe	Fałszywe
Znane	y_1	y_2
Nieznane	y_3	y_4

Nie wszystkie układy (x_i, y_j) (gdzie $1 \leqslant i, j \leqslant 4$) są możliwe. Nadto, niektóre z możliwych nie są interesujące.

Uzasadnienia

Do najważniejszych interesujących metodologię nauk należą następujące z powyższych możliwości:

- dowodzenie
- wyjaśnianie
- sprawdzanie (konfirmacja i falsyfikacja).

Uzasadnienia

W dowodzeniu dla znanej prawdziwej racji szukamy jej (nieznanych dotąd) prawdziwych następstw.

W wyjaśnianiu dla znanego prawdziwego następstwa szukamy jego (nieznanej dotąd) prawdziwej racji.

W przypadku sprawdzania, mamy jakieś zdanie, traktowane jako racja o nieznanej wartości logicznej i szukamy jej następstw. W przypadku znalezienia następstw fałszywych mamy do czynienia z falsyfikacją, a dla następstw prawdziwych — z konfirmacją.

Uzasadnianie twierdzeń w naukach formalnych

Zaczynamy od tego, co lubicie najbardziej, tj. od matematyki i logiki matematycznej.

Typową (a właściwie: jedyną) formą uzasadniania twierdzeń w naukach formalnych (matematyce oraz logice matematycznej) jest DOWODZENIE, a więc procedura szukania prawdziwych następstw dla znanych i prawdziwych racji.

Uzasadnianie twierdzeń w naukach formalnych

Przykłady dowodów.

1. Liczb pierwszych jest nieskończenie wiele.

Przypuśćmy, że jest tylko skończenie wiele liczb pierwszych (tj. takich liczb n, które mają dokładnie dwa podzielniki: 1 oraz n): 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17,…,p

Zatem p jest (rzekomo) największą liczbą pierwszą.

Tworzymy iloczyn: $m = 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 13 \cdot 17 \cdot \ldots \cdot p$ (rzekomo) wszystkich liczb pierwszych.

Liczba $m + 1$ jest liczbą pierwszą, ponieważ nie dzieli się bez reszty przez żadną z liczb pierwszych 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17,…,p. Nadto, $m + 1$ jest większa od p.

Otrzymujemy sprzeczność: $m + 1$ jest liczbą pierwszą **większą** od (rzekomo) największej liczby pierwszej p. Zatem, musimy odrzucić przypuszczenie, iż liczb pierwszych jest skończenie wiele. W konsekwencji, liczb pierwszych jest nieskończenie wiele. Nie istnieje największa liczba pierwsza.

Uzasadnianie twierdzeń w naukach formalnych

2. Istnieją liczby niewymierne. Przypomnimy szkolny dowód, iż $\sqrt{2}$ nie jest liczbą wymierną, tj. nie jest równa ilorazowi $\frac{a}{b}$ dla żadnych liczb całkowitych a oraz b takich, że $b \neq 0$ oraz a i b są względnie pierwsze (tzn. nie mają wspólnego podzielnika różnego od którejkolwiek z nich i > 1). Przypuśćmy, a contrario, że **istnieją** takie a oraz b. Wtedy:

$\sqrt{2} = \frac{a}{b}$

$$2 = \frac{a^2}{b^2}$$

$$2 \cdot b^2 = a^2$$

Ponieważ lewa strona tego równania jest liczbą parzystą, więc prawa też. Jeśli a^2 jest parzysta, to i a jest parzysta. Stąd $a = 2 \cdot c$ dla pewnego c i mamy:

$2 \cdot b^2 = (2 \cdot c)^2$

$$2 \cdot b^2 = 4 \cdot c^2$$

$$b^2 = 2 \cdot c^2$$

Uzasadnianie twierdzeń w naukach formalnych

Prawa strona tego równania jest liczbą parzystą, a więc także b^2 jest liczbą parzystą. Stąd, b jest liczbą parzystą i otrzymujemy sprzeczność z przypuszczeniem, iż a oraz b są względnie pierwsze: wszak pokazaliśmy przed chwilą, że obie są parzyste (a więc obie dzielą się bez reszty przez 2). Zatem musimy odrzucić uczynione przypuszczenie, że $\sqrt{2}$ jest liczbą wymierną. Ostatecznie, $\sqrt{2}$ nie jest liczbą wymierną.

Uwaga. Odkrycie liczb niewymiernych, dokonane przez Pitagorejczyków, było — można bez przesady użyć tego określenia — szokiem cywilizacyjnym. To tak, jakbyś ujrzała DUCHA: oto okazuje się, że w Kosmosie, który (wedle Pitagorejczyków) rządzony jest wyłącznie przez Liczby (wymierne) istnieją byty, niedostępne dotychczasowemu rozumieniu pojęcia liczby.

Uzasadnianie twierdzeń w naukach formalnych

Na kursie logiki poznaliście niektóre z metod dowodowych używanych w logice matematycznej:

- metoda aksjomatyczna;
- metoda założeniowa;
- dedukcja naturalna;
- rachunki sekwentów;
- metoda rezolucji;
- metoda tablic analitycznych (drzew semantycznych).

Uzasadnianie twierdzeń w naukach formalnych

Przykład. Dowód Prawa De Morgana w KRP.
Jedno z Praw De Morgana dla kwantyfikatorów ma postać:

$$\neg\exists x\, A(x) \leftrightarrow \forall x\, \neg A(x)$$

Aby wykazać, że

$$\neg\exists x\, A(x) \leftrightarrow \forall x\, \neg A(x)$$

jest tautologią KRP należy wykluczyć możliwość, by formuła ta była fałszywa w jakiejś interpretacji. Trzeba zatem wykluczyć możliwość, aby jej zaprzeczenie, tj. formuła

$$\neg(\neg\exists x\, A(x) \leftrightarrow \forall x\, \neg A(x))$$

była w jakiejkolwiek interpretacji prawdziwa:

Uzasadnianie twierdzeń w naukach formalnych

$\neg(\neg\exists x\, A(x) \leftrightarrow \forall x\, \neg A(x))$ $\;^{1.\neg\leftrightarrow}$

$(1_{lg})\quad \neg\exists x\, A(x)\;^{3.\star a}$

$(1_{ld})\quad \neg\forall x\, \neg A(x)\;^{2.\surd a}$

$(2)\quad \neg\neg A(a/x)$

$(3)\quad \neg A(a/x)$

$\times_{2,3}$

$(1_{pg})\quad \forall x\, \neg A(x)\;^{6.\star a}$

$(1_{pd})\quad \neg\neg\exists x\, A(x)\;^{4.\neg\neg}$

$(4)\quad \exists x\, A(x)\;^{5.\surd a}$

$(5)\quad A(a/x)$

$(6)\quad \neg A(a/x)$

$\times_{5,6}$

Uzasadnianie twierdzeń w naukach formalnych

Podawane dotąd przykłady były dowodami nie wprost. Dowody te wykorzystują następujące Prawo Redukcji do Absurdu:

$$(A \rightarrow B) \rightarrow ((A \rightarrow \neg B) \rightarrow \neg A).$$

Zapewne na kursie logiki poznaliscie również dowody wprost. Przykładem takiego dowodu jest rozumowanie odwołujące się do indukcji strukturalnej (po budowie formuł).

Ale dość już tej udręki matematycznej. Jeszcze tylko dwie ciekawostki.

Uzasadnianie twierdzeń w naukach formalnych

Ciekawostka: ω-reguła.

W logice **elementarnej** zbiory przesłanek są skończone. W rozumowaniach matematycznych korzysta się także z nieskończonych zbiorów przesłanek. Niech L będzie językiem, w której możemy „mówić" o liczbach naturalnych. Przez ω-regułę w języku L rozumiemy regułę, na mocy której uznajemy zdanie $\forall x \; A(x)$, jeśli uznaliśmy **nieskończenie** wiele przesłanek postaci: $A(0)$, $A(1)$, $A(2)$, $A(3)$, ...

Jeśli jesteś Kartezjanistką, to zapytasz w tym miejscu: a czy stosowanie takiej reguły przystoi nam, śmiertelnym istotkom, o **skończonych** umysłach?

Odpowiedzi szukaj w tworzonej przez nas Matematyce.

Uzasadnianie twierdzeń w naukach formalnych

Na koniec, przytoczmy za Profesorem Markiem Tokarzem (dla uciechy) Wielkie Twierdzenie Apta jako świadectwo tego, że nie zawsze trzeba obawiać się matematycznego żargonu:

WTA: Każda przeliczalnie zwarta przestrzeń Lindelöfa jest zwarta.

Brzmi tajemniczo (a więc mądrze), prawda? Ale, przestrzeń jest:

- przeliczalnie zwarta, gdy z każdego jej pokrycia (zbiorami otwartymi) można wybrać pokrycie przeliczalne;
- przestrzenią Lindelöfa, gdy z każdego jej przeliczalnego pokrycia (zbiorami otwartymi) można wybrać pokrycie skończone;
- zwarta, gdy z każdego jej pokrycia (zbiorami otwartymi) można wybrać pokrycie skończone.

Uzasadnianie twierdzeń w naukach formalnych

Niech teraz A, B i C będą odpowiednimi (być może skomplikowanymi, to nieistotne) formułami takimi, iż właściwe są odczytania:

- $A \rightarrow C$: Z każdego pokrycia przestrzeni (zbiorami otwartymi) można wybrać pokrycie skończone.
- $A \rightarrow B$: Z każdego pokrycia przestrzeni (zbiorami otwartymi) można wybrać pokrycie przeliczalne.
- $B \rightarrow C$: Z każdego przeliczalnego pokrycia przestrzeni (zbiorami otwartymi) można wybrać pokrycie skończone.

Wtedy WTA sprowadza się do sprawdzenia prawdziwości formuły:

$$(\bigstar) \quad ((A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow C)) \rightarrow (A \rightarrow C),$$

a to potrafi uczynić nawet Pani Przedszkolanka, ponieważ $(\bigstar)$ jest tautologią Klasycznego Rachunku Zdań.

Wnioskowania indukcyjne i statystyczne

Poznaliście niebezpieczeństwa zawierzeniu, iż jesteśmy *intuicyjnymi statystykami* [np. *The Monty Hall Problem*].
Z drugiej strony, jesteście oczywiście świadomi, iż zarówno w naukach empirycznych, jak i w codziennych staraniach, aby utrzymywać się na szczycie Wielkiego Łańcucha Pokarmowego Planety, nie ograniczamy się do wnioskowań dedukcyjnych, bazujących na niezawodnych regułach wnioskowania.
Uznawanie pewnych reguł zawodnych za poprawne nie jest niezgodne z zasadami racjonalności. Trzeba jednak w miarę precyzyjnie określić kryteria owej poprawności.

Jednym z takich kryteriów jest zalecenie, aby stopień pewności, z jakim przyjmujemy wniosek nie przewyższał stopnia pewności z którym uznajemy przesłanki oraz stopnia ufności w stosowane reguły inferencji.

Wnioskowania indukcyjne i statystyczne

Ograniczymy się tu do bardzo tradycyjnego wyliczenia podstawowych typów wnioskowań **uprawdopodobniających**, tj. wnioskowań, w których wniosek (choć nie wynika logicznie z przesłanek, to) przyjmowany jest z pewnym prawdopodobieństwem prawdziwości:

- indukcja enumeracyjna;
- wnioskowania z analogii;
- indukcja eliminacyjna (kanony Milla);
- wnioskowania statystyczne.

Wnioskowania indukcyjne i statystyczne

Indukcja enumeracyjna. Jest to typ rozumowania, w którym z tego, iż pewna liczba przedmiotów danego rodzaju posiada jakąś cechę (i przy braku przykładu, iż jakiś przedmiot rozważanego rodzaju tejże cechy nie posiada) wnioskujemy, że wszystkie przedmioty tego rodzaju mają daną cechę.

$$\begin{array}{c}
\text{Przedmiot } x_1 \text{ rodzaju } A \text{ ma cechę } W. \\
\text{Przedmiot } x_2 \text{ rodzaju } A \text{ ma cechę } W. \\
\text{Przedmiot } x_3 \text{ rodzaju } A \text{ ma cechę } W. \\
\vdots \\
\text{Przedmiot } x_n \text{ rodzaju } A \text{ ma cechę } W. \\
\text{Nie znaleziono przedmiotów rodzaju } A \text{ nie posiadających cechy } W. \\
\hline
\text{Zatem: wszystkie przedmioty rodzaju } A \text{ mają cechę } W.
\end{array}$$

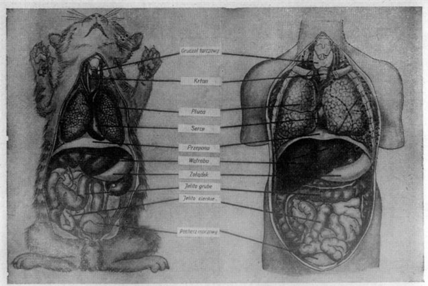
Wnioskowania indukcyjne i statystyczne

Wnioskowanie z analogii. Jest to typ rozumowania, w którym z tego, iż pewna liczba przedmiotów danego rodzaju posiada jakąś cechę (i przy braku przykładu, iż jakiś przedmiot rozważanego rodzaju tejże cechy nie posiada) wnioskujemy, że następny z przedmiotów tego rodzaju ma rozważaną cechę.

$$
\begin{array}{c}
\text{Przedmiot } x_1 \text{ rodzaju } A \text{ ma cechę } W. \\
\text{Przedmiot } x_2 \text{ rodzaju } A \text{ ma cechę } W. \\
\text{Przedmiot } x_3 \text{ rodzaju } A \text{ ma cechę } W. \\
\vdots \\
\text{Przedmiot } x_n \text{ rodzaju } A \text{ ma cechę } W. \\
\text{Nie znaleziono przedmiotów rodzaju } A \text{ nie posiadających cechy } W. \\
\hline
\text{Zatem: przedmiot } x_{n+1} \text{ rodzaju } A \text{ ma cechę } W.
\end{array}
$$

Wnioskowania indukcyjne i statystyczne

O wnioskowaniach z analogii mówi się także, gdy dokonujemy porównań strukturalnych:



Rozmieszczenie wnętrzności kota i człowieka

Wnioskowania indukcyjne i statystyczne

Indukcja eliminacyjna (Kanony Milla).
To rozumowania, które odwołują się do związku przyczynowego.
Tradycyjnie, wyróżnia się następujące typy indukcji eliminacyjnej:

- kanon jedynej różnicy;
- kanon jedynej zgodności;
- kanon zmian towarzyszących.

Poniżej, $\overline{A}$ oznacza niezachodzenie zjawiska A
(ew.: zdarzenie przeciwne do A).

Wnioskowania indukcyjne i statystyczne

Kanon jedynej różnicy.

$$\frac{\text{Współwystępują: } A, C, D, B. \quad \text{Współwystępują: } \overline{A}, C, D, \overline{B}.}{\text{Zatem: } A \text{ jest przyczyną } B.}$$

Uwaga. Za pomocą tego kanonu sprawdzamy nie tylko okoliczności zachodzenia skutku, lecz także okoliczności jego niezachodzenia (istotną rolę odgrywają tu tzw. eksperymenty kontrolne).

Wnioskowania indukcyjne i statystyczne

Kanon jedynej zgodności.

$$\frac{\begin{array}{c}\text{Współwystępują: } A, C, D, B.\\ \text{Współwystępują: } A, \overline{C}, D, B.\\ \text{Współwystępują: } A, C, \overline{D}, B.\\ \text{Współwystępują: } A, \overline{C}, \overline{D}, B.\end{array}}{\text{Zatem: } A \text{ jest przyczyną } B.}$$

Uwaga o zasadzie caeteris paribus: w rozważaniu wpływu jednych wyróżnionych zjawisk na drugie zakłada się, że pozostałe, nie brane pod uwagę czynniki są takie same (a więc ich obecność można ignorować).

Wnioskowania indukcyjne i statystyczne

Kanon zmian towarzyszących.
Niech A_i (dla $i = 1, 2, 3, \ldots$) oznacza stopnie intensywności czynnika A. Jeśli zmianom intensywności czynnika A odpowiadają zmiany intensywności czynnika B, to między tymi czynnikami zachodzi zależność, będąca prawdopodobnie związkiem przyczynowym.

Współwystępują: A_1, C, D, B_1.
Współwystępują: A_2, C, D, B_2.
Współwystępują: A_3, C, D, B_3.

Zatem: istnieje zależność między A i B.

A im bardziej Puchatek zaglądał do środka, tym bardziej Prosiaczka tam nie było.

Wnioskowania indukcyjne i statystyczne

Wyjaśnianie probabilistyczne. Niech prawdopodobieństwo zachodzenia zdarzenia Z w warunkach W, tj. $P(Z/W)$ wynosi p. Schemat wyjaśniania probabilistycznego ma postać:

$$\begin{array}{c} W \\ P(Z/W) = p \\ \hline\hline Z \end{array}$$

(podwójna kreska ma tu oznaczać, że wnioskowanie ma charakter probabilistyczny: wniosek przyjmujemy z prawdopodobieństwem p).
Kiedy takie wyjaśnienie uznajemy za wystarczające? Jest to pytanie o wartość p, dla której będziemy skłonni akceptować tego typu wyjaśnienia.

Wnioskowania indukcyjne i statystyczne

Przewidywanie probabilistyczne. Gdy mamy do czynienia z próbą przewidzenia, jak prawdopodobne jest, że dane zjawisko Z zajdzie w warunkach W, to schematem takiego wnioskowania jest:

$$\frac{\begin{array}{c} W \\ P(Z/W) = p \end{array}}{Z}$$

(przesłanki takiego wnioskowania to jego praedicens, zaś jego wniosek to praedicandum).

Wnioskowania indukcyjne i statystyczne

„Paradoksy statystyczne" — np. paradoks Condorceta polega na tym, że globalne preferencje wyborców mogą być cykliczne — czyli że relacja *większość preferuje X nad Y* **nie jest** przechodnia, nawet jeśli dla każdego wyborcy z osobna jego preferencje (*dany wyborca preferuje X nad Y*) są przechodnie.

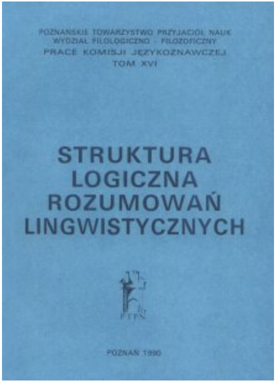
Preferencje wyborców dla kandydatów A, B, C:

- Wyborca 1 — $A \geqslant B \geqslant C$
- Wyborca 2 — $B \geqslant C \geqslant A$
- Wyborca 3 — $C \geqslant A \geqslant B$

Wtedy $\frac{2}{3}$ wyborców uważa że A jest lepszy niż B, $\frac{2}{3}$ uważa że B jest lepszy niż C, i $\frac{2}{3}$ uważa że C jest lepszy niż A. Nie ma zwycięskiej koalicji większościowej.

Lektury nieobowiązkowe

O różnorakich typach wnioskowań stosowanych w lingwistyce przeczytać możesz np. w:



Uzasadnianie praw nauk empirycznych

W uzasadnianiu twierdzeń nauk empirycznych posługujemy się różnorakimi procedurami:

- DOWODZENIEM,
- WYJAŚNIANIEM,
- SPRAWDZANIEM.

Rozważa się różne typy wyjaśniania (np. genetyczne, funkcjonalne). Jak już wiemy, sprawdzanie także występuje w różnych wersjach (konfirmacja, falsyfikacja).

Uwaga: używa się także terminu weryfikacja dla wykazania prawdziwości stwierdzenia w całym zakresie jego stosowalności; wtedy konfirmacja polega na potwierdzeniu stwierdzenia dla pewnej liczby przypadków. Odwrotnością konfirmacji jest dyskonfirmacja: osłabienie wiarygodności stwierdzenia.

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Stosujemy przy tym procedury DEDUKCYJNE i INDUKCYJNE:

DEDUKCJA	WYNIKANIE LOGICZNE	REDUKCJA (INDUKCJA)
Przesłanka $\downarrow$ Wniosek	RACJA $\Downarrow$ NASTĘPSTWO	Wniosek $\uparrow$ Przesłanka

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Rodzaje zdań (ze względu na budowę składniową) występujących w stwierdzeniach nauki:

- atomowe — postaci $R(t_1, \ldots, t_n)$ (gdzie R jest predykatem, a $t_1, \ldots, t_n$ termami);
- molekularne — kombinacje Boolowskie zdań atomowych;
- jednostkowe — atomowe lub molekularne;

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

- egzystencjalne — zaopatrzone (w prefiksie) w co najmniej jeden kwantyfikator egzystencjalny;
- egzystencjalne (czyste) — zaopatrzone (w prefiksie) w co najmniej jeden kwantyfikator generalny i bez wystąpień kwantyfikatora generalnego;
- egzystencjalne (mieszane) — pozostałe zdania egzystencjalne;
- ogólne — zaopatrzone (w prefiksie) w co najmniej jeden kwantyfikator generalny;
- numeryczne ogólne — zdania ogólne o zasięgu zlokalizowanym, czasoprzestrzennie ograniczonym;
- ściśle ogólne — zdania ogólne o czasoprzestrzennie nieograniczonym zasięgu ważności.

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Przykłady:

- Jaś zdradza Marysię z Krzysiem. (atomowe)
- Nie dość, że Jaś zdradza Marysię z Krzysiem, to nie robi tego z Kasią. (molekularne) (Uwaga: czy jest to zdanie jednoznaczne?)
- Jednorożce istnieją. (egzystencjalne (czyste))
- Dla każdej cząstki istnieje antycząstka. (egzystencjalne (mieszane))
- Wszystko, co istnieje, ginie. (ogólne)
- Wszyscy obywatele w tramwaju są umyci. (ogólne (numeryczne))
- Wszystkie ciała grawitują. (ściśle ogólne)

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Stosowalność procedur uzasadniania:

Typ zdania	Weryf.	Konfirm.	Falsyf.	Dyskonfirm.
Atomowe	TAK	TAK	TAK	TAK
Molekularne	TAK	TAK	TAK	TAK
Egzystencjalne cz.	TAK	TAK	NIE	TAK
Egzystencjalne m.	NIE	TAK	NIE	TAK
Numeryczne og.	NIE	TAK	TAK	TAK
Ściśle og.	NIE	TAK	TAK	TAK

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Prawidłowości przyrody: *obiektywne związki (zależności, relacje) zachodzące w naturze, które odznaczają się takimi cechami, jak:*

- ogólność [zachodzenie nie tylko między poszczególnymi zjawiskami, lecz pomiędzy całymi klasami zjawisk]
- istotność [ważna charakterystyka (cecha relacyjna) zjawisk].
- wewnętrzność [zachodzenie nie na powierzchni zjawisk, lecz na poziomie głębszego mechanizmu, wyznaczającego przebieg zjawisk]
- konieczność [zachodzenia w danych warunkach]

Pomyśl: co byłoby, gdyby w naturze nie występowały prawidłowości?

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Prawo nauki: twierdzenie ściśle ogólne opisujące jakąś prawidłowość przyrody.

Warunki formalne.

- ścisła ogólność (uniwersalność czasoprzestrzenna zasięgu);
- nierównoważność skończonej klasie zdań jednostkowych;
- (przeważnie) otwartość ontologiczna (dotyczy również zjawisk przyszłych);
- otwartość epistemologiczna (dotyczy także zjawisk dotąd nie poznanych).

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Warunki merytoryczne.

Prawo nauki powinno być twierdzeniem:

- dobrze potwierdzonym (dostatecznie uzasadnionym);
- przynależnym do jakiejś teorii naukowej;
- zdolnym do pełnienia funkcji wyjaśniającej;
- zdolnym do pełnienia funkcji przewidywania.

Rodzaje przewidywań:

- prognoza — przewidywanie zjawisk przyszłych;
- diagnoza — przewidywanie zjawisk teraźniejszych;
- postgnoza — przewidywanie zjawisk przeszłych.

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Schemat falsyfikacji. Poprzez obalenie prognozy dochodzimy do odrzucenia sprawdzanego prawa:

- wyprowadzamy ze sprawdzanego prawa T prognozę P (na drodze dedukcyjnej);
- konfrontujemy prognozę z wynikami eksperymentów;
- stwierdzamy, iż prognoza P nie zachodzi;
- odrzucamy prawo T.

Stosowanym schematem logicznym jest tu prawo *modus tollens*:

$$\frac{\begin{array}{c} T \rightarrow P \\ \neg P \end{array}}{\neg T}$$

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Zwykle, oprócz sprawdzanego prawa, mamy jeszcze do czynienia z pewnymi *warunkami początkowymi* E oraz *wiedzą towarzyszącą* H. Zatem rozbudowany schemat falsyfikacji ma postać:

$$\frac{\begin{array}{c}(T \wedge (E \wedge H)) \rightarrow P \\ \neg P\end{array}}{\neg T \vee \neg E \vee \neg H}$$

Tak więc, choć schemat falsyfikacji jest niezawodny, to nie przesądza jeszcze o tym, że to właśnie sprawdzane prawo należy odrzucić (a nie warunki początkowe lub wiedzę towarzyszącą).

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Schemat konfirmacji. Konfirmacja jest procedurą redukcyjną (a więc zawodną):

- wyprowadzamy ze sprawdzanego prawa T prognozę P (na drodze dedukcyjnej);
- przeprowadzamy eksperymenty;
- stwierdzamy, iż prognoza P jest prawdziwa (zgodna z wynikami eksperymentów);
- uznajemy, że prognoza P potwierdza sprawdzane prawo.

Podobnie jak w przypadku falsyfikacji, najczęściej bierze się pod uwagę także warunki początkowe oraz wiedzę towarzyszącą.

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Schemat wyjaśniania. Wyjaśniamy jakieś **fakty**. Szukanie wyjaśnienia dla tego, iż fakt F miał miejsce, to pytanie, z jakich praw nauki $T_1, \ldots, T_n$ (oraz, ewentualnie, warunków początkowych $E_1, \ldots, E_n$) można F wyprowadzić. Schematem logicznym jest tu:

$$\frac{\begin{array}{c} T_1, \ldots, T_n \\ E_1, \ldots, E_n \end{array}}{F}$$

Przesłanki tego wnioskowania nazywamy eksplanansem, zaś jego wniosek — eksplanandum.

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Idealizacja i faktualizacja. Prawa idealizacyjne mają postać:

$$\forall x \ (W_f(x) \wedge W_i(x) \rightarrow Z(x))$$

Tu W_f oznacza warunki faktualne, zaś W_i warunki idealizacyjne. Warunki idealizacyjne polegają na (kontrfaktycznym) pominięciu wpływu pewnych czynników na badane zjawisko.
Uchylenie poszczególnych warunków idealizacyjnych nazywa się faktualizacją rozważanego prawa.

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Przykład. Prawo Boyle'a-Mariotte'a zawiera dwa założenia idealizacyjne: zakłada ono, że rozmiary molekuł a oraz siły międzymolekularne b są równe zeru. Zawiera też założenie faktualne $G(x)$, iż badany układ x jest gazem. Prawo głosi, iż przy tych założeniach iloczyn ciśnienia i objętości jest wielkością stałą:

$$G(x) \wedge a(x) = 0 \wedge b(x) = 0 \rightarrow p(x) \cdot V(x) = C$$

Przez uchylenie założeń idealizacyjnych otrzymujemy prawo van der Waalsa:

$$G(x) \wedge a(x) \geqslant 0 \wedge b(x) \geqslant 0 \rightarrow (p + \frac{a}{V^2})(V - b) = C,$$

które jest (przybliżonym) prawem faktualnym.

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Zasada korespondencji. Prawa starej teorii są granicznym (przybliżonym) przypadkiem praw nowej teorii, zastępującej starą w określonej dziedzinie. O nowej teorii mówi się wtedy, że jest korespondencyjnym uogólnieniem starej.
Zasada korespondencji ma opisać (obiektywną) relację korespondencji między teoriami.

Niektórzy filozofowie nauki nie uznają zasady korespondencji za ogólną zasadę sterującą zmianami w nauce. W szczególności, mówi się o tezie o niewspółmierności teorii — w wyniku rewolucji naukowych teorie stają się logicznie i empirycznie nieporównywalne.

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Przykład. Druga zasada dynamiki Newtona wyraża się wzorem:

$$(K) \quad F = m \cdot a$$

Jej odpowiednik w fizyce relatywistycznej to:

$$(R) \quad F = \frac{m \cdot a}{(1 - \frac{v^2}{c^2})^{\frac{1}{2}}}$$

Przejście graniczne od (R) do (K) ma miejsce w dwóch przypadkach: (1) gdy $v \to 0$ oraz (2) gdy $c \to \infty$. Ponieważ (2) jest na gruncie teorii względności wykluczony, więc przejściem granicznym jest w tym wypadku (1), czyli sytuacja, gdy rozważane prędkości są bardzo małe (w porównaniu z prędkością światła w próżni).

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Problem istnienia *experimentum crucis*. Faktem rozstrzygającym (krzyżowym) [*instantia crucis* — termin Francisa Bacona] miałby być fakt, który pozwala rozstrzygnąć spór między dwiema konkurującymi hipotezami. Sir Izak Newton bodaj jako pierwszy wprowadził termin eksperyment krzyżowy (*experimentum crucis*) przy omawianiu sporu między dwiema teoriami dotyczącymi natury światła.

Teza Duhema-Quine'a głosi (w przybliżeniu), iż nie możemy z całkowitą pewnością utrzymywać, że wynik eksperymentu uznawanego za rozstrzygający jest ostateczny — może się zdarzyć, że porównując dwie hipotezy przyjęliśmy (np. nieświadomie) pewne odmienne założenia.

Sytuacja rozstrzygająca (termin Profesora Jana Sucha) składa się ze składnika teoretycznego i eksperymentalnego. Dopiero gdy dojrzeje sytuacja rozstrzygająca, możemy przeprowadzić eksperyment krzyżowy.

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Prawa statystyczne. Rachunek prawdopodobieństwa zaczęto stosować w formułowaniu praw nauki około połowy XIX wieku.
Niektórzy filozowie wzdragali się przed uznaniem, iż prawa statystyczne adekwatnie opisują prawidłowości przyrody. (*Bóg nie gra w kości. Dodajmy:* *Bóg rozdaje karty w naszej grze w pokera z Naturą.*)
Pytanie, czy prawa statystyczne są adekwatne wiąże się oczywiście z problemem determinizmu.
Obecnie z prognoz statystycznych korzystamy nagminnie także w naukach społecznych, by nie wspomnieć o manipulowaniu opinią publiczną za pomocą stosownie spreparowanych sondaży statystycznych.
Z punktu widzenia filozofii nauki istotne jest to, że dla opisu pewnych sfer zjawisk jedynym aparatem pojęciowym (matematycznym), którego możemy używać, jest opis probabilistyczny.

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Przykłady praw statystycznych.

Twierdzenie Boltzmanna: $S = k \cdot \log W$

(entropia jest wprost proporcjonalna do prawdopodobieństwa mikrostanu gazu; tu: S — entropia danej porcji gazu, W — prawdopodobieństwo jej mikrostanu, k — stała Boltzmanna).

Zasada nieoznaczoności Heisenberga: $\triangle p \cdot \triangle x \leqslant h$

(nie jest możliwy **dokładny** pomiar jednocześnie: pędu p oraz położenia x cząstki — im dokładniej mierzymy jedną z tych wielkości, tym bardziej nieokreślona staje się wartość drugiej; ich iloczyn nie może być mniejszy od stałej Plancka h).

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Definicja ilości informacji według Shannona:

$$I = p \cdot \log p$$

(tu ilość informacji jest wyznaczona przez parametr probabilistyczny p).

Prawa statystyczne występują powszechnie w takich dyscyplinach empirycznych, jak np.:

- ekonomia;
- socjologia;
- psychologia;
- biologia.

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Klasyfikacje praw i nauk. Klasyfikację nauk ze względu na ich odniesienie przedmiotowe podano na wykładzie 4 listopada 2006 roku. Podstawowym rozróżnieniem czynionym ze względu na postać praw, którymi posługują się nauki jest wydzielenie nauk:

- nomologicznych [przede wszystkim ustalają (odkrywają? tworzą?) **prawa**)];
- idiograficzno-nomologicznych [przede wszystkim zbierają i opisują (użyjmy śmiało terminu:) **fakty**].

Coraz większa liczba różnego rodzaju badań interdyscyplinarnych burzy dawne schematy klasyfikacyjne. Dodajmy na marginesie, iż fakt ten kłopoci *zacne i czcigodne* Rady Wydziałów wielu polskich Uczelni. Cóż, to **ich** problem, nie nasz.

Uzasadnianie praw nauk empirycznych

Uff. Zakończmy te poważne rozważania arcysympatyczną historyjką: tu opowiadam żarcik o barometrze.

Spory, dyskusje, kłótnie naukowe

To wolna planeta. Nie ma nakazu, aby uczeni pracujący w naukach empirycznych mieli zawsze takie samo zdanie. Zatem, skoro różnice poglądów nie są wykluczone, może dochodzić do ich konfrontacji, w formie bardziej lub mniej poprawnej politycznie.

Jak wiadomo od ok. 70 lat, idea von Leibniza, aby **wszelkie** spory naukowe rozstrzygać za pomocą rachunku (*Calculemus!*), jest niewykonalna. Nie oznacza to jednak, iż w prowadzeniu dyskusji naukowych panuje całkowita dowolność. Podobnie rzecz się ma z jakąkolwiek racjonalną dyskusją.

W wielu podręcznikach znaleźć można przepisy i zalecenia, jak prowadzić dyskusję, negocjacje, spór, itp. Ustala się zasady skutecznej argumentacji, perswazji, manipulacji.

Problematyka ta określana jest czasem mianem critical thinking.

Spory, dyskusje, kłótnie naukowe

Problematyka ta badana była tradycyjnie w ramach retoryki. Współcześnie należy zaś ona do teorii argumentacji. Jej omawianie wykracza — niestety — poza ramy czasowe tego kursu. Polecam następujące pozycje bibliograficzne:

- Marek Tokarz: *Argumentacja. Perswazja. Manipulacja. Wykłady z teorii komunikacji.* Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2006.
- Krzysztof Szymanek, Krzysztof A. Wieczorek, Andrzej S. Wójcik: *Sztuka argumentacji. Ćwiczenia w badaniu argumentów.* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
- Krzysztof Szymanek: *Sztuka argumentacji. Słownik terminologiczny.* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.

Spory, dyskusje, kłótnie naukowe

W teoriach argumentacji zajmujemy się nie tylko zależnością wynikania logicznego.
Bada się mianowicie ARGUMENTACJĘ: zespół czynności podejmowanych w celu uzasadnienia jakiegoś poglądu.

W argumentacjach werbalnych przesłanki mogą wspierać wniosek (tezę):

- szeregowo — przesłanki łącznie wspierają konkluzję;
- równolegle — każda przesłanka wspiera konkluzję niezależnie od innych.

Spory, dyskusje, kłótnie naukowe

Poszczególnym przesłankom oraz przejściom inferencyjnym przypisać można określone wagi (stopnie akceptacji).

Nadto, można ustalić sposób obliczania stopnia akceptacji poszczególnych kroków w argumentacji (biorąc pod uwagę strukturę argumentu — tzw. jego diagram).

Wreszcie, można przyjąć jakiś próg, powyżej którego oceniane kroki w argumentacji są akceptowalne (uznane za wystarczająco uzasadnione). Ostatecznie, cała argumentacja może zostać oceniona jako akceptowalna bądź nie, w zależności od dystrybucji stopni akceptowalności jej kroków.

Spory, dyskusje, kłótnie naukowe

Formalna analiza argumentacji odnosi się także do sytuacji, w której odbywa się dyskusja bądź spór.

Wtedy mamy jednak najczęściej do czynienia nie tylko z proponentem oraz oponentem jakiejś tezy, lecz także z audytorium, które odgrywa rolę arbitra.

W konsekwencji, do czynników warunkujących skuteczność argumentacji zaliczyć trzeba nie tylko własności samego komunikatu, ale także wiele innych, pragmatycznych czynników.

Spory, dyskusje, kłótnie naukowe

Różne są sposoby prowadzenia sporów naukowych, szlachetne i nieszlachetne:

Spory, dyskusje, kłótnie naukowe

Nieskuteczność argumentacji może być spowodowana popełnieniem błędów argumentacji (*paralogizmów*, *sofizmatów*). Oto typowe z nich:

- błąd wadliwej generalizacji (pochopnego uogólnienia);
- brak związku logicznego (*non sequitur*);
- błędy kwantyfikacji i modalności;
- błędy związku przyczynowego;
- równia pochyła;
- niewłaściwe użycie *argumentu z autorytetu*;
- niejasność i wieloznaczność;
- błędne koło (w definiowaniu lub dowodzeniu).

Spory, dyskusje, kłótnie naukowe

Błędy zazwyczaj popełnia się nieświadomie. Na (nie)skuteczność argumentacji (w dyskusji, sporze, kłótni) wpływ mogą mieć także pewne działania podejmowane świadomie, celowo. Należą do nich m.in. tzw. nieuczciwe chwyty w dyskusji:

- przytyki osobiste (*argumentum ad personam*);
- użycie fałszywej przesłanki (np. tzw. *alternatywy sugerującej*);
- argumentacja pozorowana (*fałszywy trop*, *tendencyjna interpretacja*);
- celowe irytowanie przeciwnika (np. obelgi);
- nieobiektywne oceny (np. *definicje perswazyjne*);
- przerzucanie ciężaru dowodu (*onus probandi*);
- groźby (*argumentum ad baculum*);
- pochlebstwa (*argumentum ad vanitatem*);

i niezliczone inne...

Spory, dyskusje, kłótnie naukowe

Z Wielkimi Sporami w Nauce mamy do czynienia w przypadku każdej rewolucji naukowej, przy zmianie paradygmatu, przy okazji burzliwych przemian społecznych lub w wyniku ingerencji władz świeckich bądź religijnych w działalność uczonych, itd.

Pozostawiam Waszemu wyborowi, która z postaci nauki nowożytnej jest Wam bliższa:

Galileo Galilei: *A jednak się kręci...*

Giordano Bruno: *Będąc człowiekiem, nie jesteś bliższy Nieskończoności, niż gdybyś był Mrówką. Ale też nie jesteś dalszy, niż gdybyś był Ciałem Niebieskim.*

Koniec

Ale żeby nie kończyć wykładu w nastroju poważno-nostalgicznym, zerknijmy na ostatnie dwa rysunki:

— Co z tego, że on mówi prawdę, jeżeli ją mówi przeciw nam!!!

— Że masz rację to jasne. Nie wiem tylko z jakich pozycji...