

O gramatyce, logice, algorytmach i cywilizacji informatycznej

Uzupełnienie do rozdziału II – *Logika a gramatyka*

1. Nawiązanie do podziału wyrażeń języka na części mowy.

Zwrot „część mowy” tym się tłumaczy, że chodzi o podzbiory (a więc części) zbioru wszystkich wyrażeń danego języka, np. polskiego. Owe podzbiory charakteryzują się tym, że ich elementy są **wymienne z zachowaniem poprawności gramatycznej**. To znaczy, jeśli w jakimś zdaniu wymienimy np. rzeczownik na inny rzeczownik, pozostanie ono nadal wyrażeniem poprawnym gramatycznie (choć może to zmienić sens lub wartość logiczną, tj. prawdziwość lub fałszywość). Jeśli natomiast wymienimy np. rzeczownik na przymiotnik, powstanie w wyniku niepoprawny gramatycznie ciąg słów.

Przykłady zastąpienia zachowujących poprawność gramatyczną.

Piotr Wielki reformował Rosję na wzór europejski.
Piotr Wielki reformował Francję na wzór europejski.
Cromwell reformował Anglię na wzór azjatycki.
Cromwell zniszczył Anglię na wzór azjatycki.

Przykłady zastąpienia nie zachowujących poprawności gramatycznej.

Cromwell zniszczył Anglię na wzór reformował.
Pod zniszczył Anglię.
Cromwell zniszczył jeśli to na wzór azjatycki.
Cromwell zniszczył Anglię siedzieć azjatycki.

Podział wyrażeń na części mowy odzwierciedla podział zbioru elementów rzeczywistości na podzbiory, takie jak:

rzeczy – czemu odpowiadają rzeczowniki
cechy (przymioty) rzeczy – czemu odpowiadają przymiotniki
czynności lub procesy (a więc to, co zachodzi w czasie) – czemu odpowiadają czasowniki.
Itd.

Poprawność gramatyczna jest także określana mianem **spójności syntaktycznej**. Pierwszy termin jest używany raczej przez lingwistów, drugi raczej przez logików.

2. Działy semiotyki: syntaktyka, semantyka, pragmatyka.

W naukach o języku, komunikacji, znakach itp., takich jak logika, lingwistyka, nauki o kulturze itp. odróżnia się trzy rodzaje stosunków czyli relacji, w jakie wchodzi wyrażenia języka (ogólniej, wszelkie znaki).

Stosunki syntaktyczne zachodzą między wyrażeniami wewnątrz tego samego języka (np. relacja między podmiotem i orzeczeniem) lub między wyrażeniami różnych języków (np. przekładalność). Typowym przykładem problematyki syntaktycznej są zagadnienia składni języka.

Stosunki semantyczne zachodzą między wyrażeniami języka a elementami rzeczywistości pozajęzykowej. Należą do nich, w szczególności, **oznaczanie** i **prawdziwość**. Np. cyfra „5” oznacza

liczbę 5, a imię własne „Winston Churchil” oznacza osobę Winstona Churchila (1874-1965). Zdanie „Churchil był premierem brytyjskim” jest zgodne z faktem, że *Churchil był premierem brytyjskim*; ten stosunek zgodności zdania z faktem nazywamy prawdziwością zdania. Niezgodne natomiast z faktami czyli fałszywe jest zdanie „Churchil był królową brytyjską”, czy zdanie „5 jest liczbą parzystą”. Pojęcie prawdy należy do najdonioślejszych pojęć logiki; za jego pomocą definiuje się pojęcie prawa logiki, wynikania logicznego etc.

Trzeci rodzaj stosunków w jakie wchodzi wyrażenia i inne znaki to relacje **pragmatyczne**. Są to stosunki między wyrażeniami języka a podmiotami, w szczególności osobami ludzkimi, które wyrażeniami się posługują. Do tej klasy należą stosunki komunikowania (za pomocą wyrażen ktoś komuś coś komunikuje), wyrażania czyli ekspresji (ktoś językiem lub innymi znakami wyraża swoje myśli, dążenia, uczucia etc.).

Teoria stosunków syntaktycznych nazywa się **syntaktyką**. Na syntaktykę składają się reguły tworzenia (formowania, budowania, kształtowania) wyrażen złożonych i reguły przekształcania (transformowania) wyrażen złożonych. Np. w języku polskim istnieje reguła tworzenia zdania w stronie czynnej („Ala głaszczko kota”) oraz reguła przekształcania strony czynnej na bierną („Kot jest głaskany przez Alę”), i odwrotnie.¹ Wszystkie reguły tworzenia i niektóre reguły przekształcania należą do gramatyki.

Teoria stosunków semantycznych nazywa się **semantyką**. Jej działem o szczególnej doniosłości dla logiki jest teoria prawdy. Logika powstaje w ten sposób, że pewne syntaktyczne reguły przekształcania wyrażen są powiązane z pojęciem prawdy. Istnieją takie sposoby przekształcania zdań, że zdanie prawdziwe po tego rodzaju przekształceniu pozostaje nadal prawdziwe. Takie reguły przekształcania z zachowaniem prawdziwości (łac. *salva veritate*) odnoszą się do formy syntaktycznej wyrażen i określają, jak przekształcić daną formę zdania na inną tak, żeby dane zdanie nie utraciło prawdziwości. Tak np. gdy zdanie prawdziwe mające formę

Dla każdego x , jeśli x jest A , to x jest B .

przekształci się na zdanie o formie

Dla pewnego x , jeśli x jest A , to x jest B .

w każdym przypadku to drugie pozostanie prawdziwe. Natomiast transformacja odwrotna nie gwarantuje prawdziwości.

Teoria stosunków pragmatycznych nazywa się **pragmatyką**. Brane łącznie syntaktyka, semantyka i pragmatyka stanowią teorię, która nosi nazwę *semiotyki*.

3. Kategorie syntaktyczne a kategorie ontologiczne.

W kontekstach logicznych i filozoficznych zamiast terminu „część mowy” używa się terminu „kategoria składniowa” lub (zamiennie) „kategoria syntaktyczna”. Zwroty „część mowy” i „kategoria składniowa” są pokrewne znaczeniowo na tyle (choć nie równoznaczne), że za pomocą pierwszego można przybliżyć treść drugiego.

Terminem „kategoria” nawiązujemy do wielowiekowej tradycji filozoficznej, sięgającej Arystotelesa (384-322), w której występuje pojęcie kategorii ontologicznej. Rzeczy, cechy, relacje, procesy – to typowe przykłady kategorii ontologicznych. Jak wspomniano wyżej, kategorii ontologicznej

¹ Ćwiczenie: sformułuj obie reguły w postaci algorytmów, to znaczy tak, żeby przekształcenia mogły być wykonane przez komputer.

rzeczy odpowiada kategoria składniowa (część mowy) rzeczownika, k.o. cech odpowiada k.s. przyimiotnika, k.o. procesów odpowiada k.s. czasownika itd. Nauka o kategoriach ontologicznych jest częścią podstawowego działu filozofii zwanego **ontologia**.

Określenie „ontologiczna” tłumaczy się grecką etymologią tego słowa, mianowicie jego pochodzeniem od terminu „*on*” (dopełniacz „*ontos*”) oznaczającego byt. Kategorie ontologiczne to różne odmiany bytu, różniące się sposobem istnienia. I tak, rzecz czyli substancja odznacza się bytową samodzielnością, podczas gdy cechy i procesy istnieją tylko pod warunkiem, że istnieją rzeczy będące podmiotami tych cech czy procesów.

Ten rodzaj ontologii, wywodzący się od Arystotelesa, nie jest jedynym możliwym. Bierze się on z potocznego, przednaukowego oglądu świata, zdeterminowanego m.in. przez ukształtowaną ewolucyjnie budowę i funkcje naszych zmysłów, podczas gdy np. w ontologii kształtowanej przez współczesną fizykę pierwszoplanową kategorią ontologiczną są procesy (stąd ten rodzaj ontologii nazywa się procesualizmem). Jeszcze inna ontologia powstaje na gruncie matematyki, z czym zapoznamy się w jednym z następnych rozdziałów.

Kategorie ontologiczne dostarczają jakby ram pod nasz obraz świata; cokolwiek znajduje się w tym obrazie, powinno się w nich mieścić. Widzę np. konia ciągnącego wóz i obraz ten układa mi się w ramach kategorii rzeczy (koń i wóz) oraz relacji między rzeczami będącej zarazem czynnością (ciągnięcie wozu przez konia).

Te ramy obrazu świata znajdują odbicie w języku, mianowicie kategoriom ontologicznym odpowiadają kategorie syntaktyczne, o czym była wyżej mowa. Różne języki z różnym stopniem dokładności oddają obraz świata w swych kategoriach syntaktycznych. Uderzająca jest w tym względzie różnica między językami wybitnie fleksyjnymi w zakresie deklinacji, jak polski (i inne słowiańskie), a językami prawie pozbawionymi w tym względzie fleksji, jak angielski. Deklinacja czyli odmiana rzeczowników i przymiotników, gdy jest bogata, pozwala na dalej idące zróżnicowanie w kategoriach rzeczy i cech. Stąd mówimy „koń ciągnie wóz”, a nie „koń ciągnie woza”, wsiadamy na konia, ale nie na woza; w tym punkcie bowiem język polski odróżnia fleksyjnie kategorię rzeczy ożywionych i nieożywionych.

4. Definicja kategorii składniowej

Kto potrafi rozpoznać, czy po zamianie w zdaniu jakiegoś wyrażenia na inne zachowuje się czy zanika poprawność gramatyczna, ten daje dowód, że intuicyjnie rozumie, co to jest kategoria składniowa (syntaktyczna). Rozumienie intuicyjne, przejawiające się w umiejętności trafnych rozstrzygnięć, osiąga wyższy poziom, gdy zostaje uświadomione w formie definicji.

Definicję kategorii składniowej dogodnie jest ująć jako odpowiedź na pytanie: kiedy dwa porównywane wyrażenia **należą do tej samej kategorii składniowej**? Należą do tej samej wtedy i tylko wtedy, gdy dowolne zdanie zawierające jedno z nich nie przestaje być poprawnie zbudowanym zdaniem po zastąpieniu jednego przez drugie.

Wyrażenia spełniające powyższy warunek określamy jako **wzajemnie zastępowalne z zachowaniem gramatyczności**.

Teraz da się krótko powiedzieć: **kategoria składniowa** jest to klasa wyrażen wzajemnie zastępowalnych z zachowaniem gramatyczności.

Języki, które powstały samorzutnie w wyniku ewolucji w obrębie jakiejś grupy społecznej, w szczególności narodowej (np. polskiej), oraz są stosowane w życiu codziennym danej grupy nazywamy **językami naturalnymi**. Odróżniamy je od języków sztucznych, to jest, takich, które zostały utworzone dla jakiegoś szczegółowego celu w wyniku projektu powziętego przez określonych ludzi. Do sztucznych należy język oznaczeń chemicznych, arytmetyki, logiki symbolicznej etc.

Ile jest kategorii składniowych w języku naturalnym, np. polskim? Jest on tak bogaty, że trudno się tych kategorii doliczyć. Gdy rozpatrywać rzecz dokładnie, to okaże się, że każda forma fleksyjna

(deklinacji czy koniugacji) stanowi inną kategorię. Gdy w zdaniu „Ada gra w piłkę” zastąpić ostatnie słowo przez „piłką”, zdanie to utraci poprawność gramatyczną, choć z punktu widzenia podziału na części mowy, w obu przypadkach mamy do czynienia z tą samą częścią mowy, rzeczownikiem. Podobny brak zamienności powstaje w związku z odróżnianiem rodzajów gramatycznych (męski, żeński i nijaki) oraz liczby pojedynczej i liczby mnogiej.

Jeszcze większą różnorodność kategorii składniowych w obrębie jednej części mowy obserwujemy w przypadku czasownika z jego wielkim bogactwem form koniugacyjnych. Jak widać, terminy „część mowy” i „kategoria składniowa” nie są równoznaczne, ale teoria części mowy, będąc znana szerzej, przydaje się jako wprowadzenie w teorię kategorii składniowych.

5. O kategoriach składniowych w gramatyce uniwersalnego języka logicznego

Teorie gramatyczne są tworzone dla różnych celów, takich jak sformułowanie kryteriów poprawności językowej, jak podanie reguł przekładu z języka na język, jak ustalenie i kodyfikacja reguł rozumowania. To ostatnie jest bezpośrednim zadaniem logiki, gramatyka zaś ma istotny udział w jego realizacji, dostarczając reguł budowania formuł logicznych.

Język logiki jest uniwersalny w tym sensie, że potrafimy w nim zapisać schematy rozumowań z dowolnego naturalnego języka etnicznego. Choć języki etniczne mogą dalece się różnić w środkach wyrazu stosowanych w rozumowaniu, użytkownicy różnych języków etnicznych mają podobne pojęcia logiczne, niezależne od danego języka, i do tych pojęć nawiązuje teoria logiczna. Te niezależne od konkretnego języka struktury językowe nazywa się strukturami głębokimi, łącząc to z hipotezą, że istnieją pewne uniwersalne pojęcia wrodzone, niezależne od języka i kręgu kulturowego.

Żeby lepiej zrozumieć pogląd, że wszyscy, niezależnie od kręgu kultury, niejako rodzimy się logikami, należy go skonfrontować z poglądami, które mu zaprzeczają. Należy do nich teorie odmawiające zdolności myślenia logicznego ludom prymitywnym, w związku z czym przyjął się termin „umysłowość prelogiczna”, wprowadzony przez L. Lévy-Bruhla w jego słynnej książce z roku 1910 (polski przekład *Czynności umysłowe w społeczeństwach pierwotnych*, Wyd. Naukowe PWN, 1992). Polemizował z tą hipotezą Bronisław Malinowski, argumentując, że bez myślenia logicznego nie dałoby się rozwiązywać problemów praktycznych. Pisał on m.in., że rozpatrując u ludów pierwotnych sztukę, rzemiosło, przedsięwzięcia gospodarcze, należy „wyodrębnić sposób postępowania oparty na wiedzy empirycznej i na zaufaniu do logiki.” (rozdział „Magia, nauka i religia”, s. 400n w *Szkicach z teorii kultury*, Książka i Wiedza, 1958).

Koronnym przykładem może być pojęcie *przynależności do zbioru*. W językach posiadających przedimki jest ono oddawane gramatycznie z pomocą przedimka nieokreślonego. Na przykład:

George Bush is a politician,

podczas gdy identyczność jest oddawana z pomocą przedimka określonego, np.

George Bush is the present president of the US.

Osoba mówiąca językiem polskim, choć nie dysponuje takimi jak powyższe środkami gramatycznymi, żeby odróżnić logiczną relacji przynależności od logicznej relacji identyczności, bez trudu jednak te relacje odróżnia. Brak przedimków rekompensuje się odpowiednim kontekstem lub wiedzą o danym stanie rzeczy (wiadomo, że polityków jest wielu, a urzędujący prezydent USA jest jeden). Gdyby zaś środki takie zawiodły, można dać słowne dopowiedzenia, mówiąc np. „George Bush jest jednym z polityków” czy „George Bush jest jedynym obecnie urzędującym prezydentem USA” (tak powiemy na wypadek, gdyby rozmówca nie wiedział, że w USA, inaczej niż np. w republikańskim Rzymie, naczelna władza należy do jednego tylko człowieka).

Widać na tych przykładach, że wybór środków językowych kierowany jest rozumieniem będącej do opisanie sytuacji. Język więc powstaje tu ze zrozumień, nie zaś one z języka. Fakt ten nie pozostaje w sprzeczności z innym równie ważnym: że język znacząco wpływa na myślenie, a w

szczegółności formuje nasze pojęcia. Taka obustronna zależność nie jest w świecie niczym niezwykłym, mamy z nią do czynienia na każdym kroku (np. zdolności muzyczna umożliwia uczenia się muzyki, a nauka wzmacnia te zdolności; sukces poprawia nastrój, a dobry nastrój sprzyja sukcesowi itd). W każdym razie, dla obecnych rozważań istotne jest to, że istnieją pewne relacje logiczne, które ludzie pojmują także wtedy, gdy ich język ojczysty nie dostarcza środków do takiego pojmowania.

Różne języki mają w tym względzie różne ograniczenia. Stąd wniosek: dla wiernego i dokładnego oddania stosunków logicznych występujących w rozumowaniach powinien istnieć język nakierowany specjalnie na tę potrzebę. Jest on uniwersalny w tym sensie, że posiada nie tylko środki, które dla potrzeb rozumowania oferuje w jakimś zakresie taki lub inny język, ale dysponuje wszystkim, co jest do tego celu nieodzowne.

Gramatyka tak pojętego uniwersalnego języka logicznego jest tym, co będziemy odtąd krótko nazywać **gramatyką logiczną**. Jest ona teorią znacznie prostszą od znanej nam gramatyki języka naturalnego, opartej na podziale wyrażań na części mowy. Większa prostota bierze się stąd, że gramatyka języka naturalnego powinna uwzględniać wielorakie jego funkcje, którym odpowiada wielorakość form syntaktycznych, podczas gdy gramatyka logiczna ogranicza się do jednej funkcji, którą jest wyrażanie rozumowań.

Gramatykę nazywamy logiczną ze względu na jej przedmiot, którym jest język logiki. Od strony zaś metody opisu języka najważniejszym dla niej określeniem jest: **gramatyka funktorowa**. Nazwa bierze się stąd, że wśród kategorii rozważanych w tej gramatyce rodzaj wyrażań zwanych funktorami (o którym niżej) ma kluczową rolę w analizie syntaktycznej czyli w rozpoznawaniu struktur składniowych.²

Gramatyka funktorowa uwzględnia trzy główne kategorie wyrażań, a w każdej z tych trzech klas wyróżnia podklasy czyli **subkategorie**. Podane wcześniej kryterium gramatyczności trzeba stosować z dokładnością do subkategorii: mianowicie, gwarancję zachowania gramatyczności przy zamianie wyrażań mamy pod warunkiem, że zamiana dotyczy wyrażań z tej samej subkategorii. Oto kategorie, które trzeba nam tu rozważyć; w klamrach są podane skrótowe oznaczenia zwane **wskaznikami kategorii**.

1. Kategoria zdaniowa [z], która się dzieli na:
 - subkategorię zdań zamkniętych [zz].
 - subkategorię zdań otwartych [zo] czyli formuł zdaniowych.
2. Kategoria nazwowa [n], która się dzieli na
 - subkategorię nazw zamkniętych [nz]
 - subkategorię nazw otwartych [no] czyli formuł nazwowych.
3. Kategoria funktorowa, która się dzieli na subkategorie według zasady podanej dalej, w odcinku 8.

² Częściej używany jako nazwa tej teorii gramatycznej jest termin *gramatyka kategorialna*. Jest on usankcjonowany pewną tradycją historyczną; mianowicie główny twórca tej gramatyki polski logik Kazimierz Ajdukiewicz w pierwszej fazie jej tworzenia nawiązał do terminu *Bedeutungskategorien* wprowadzonego przez słynnego twórcę fenomenologii Edmunda Husserla. Ajdukiewiczowi towarzyszyli w tym przedsięwzięciu Stanisław Leśniewski i Alfred Tarski, a ponieważ wszyscy trzej wywarli wielki wpływ na logikę w 20 wieku w skali światowej (z tej trójki najślynniejszy stał się Tarski), terminologia przez nich proponowana przyjęła się szeroko. Ma ona jednak tę wadę, że zaciera różnicę między gramatyką tu rozważaną a innymi; każda bowiem gramatyka musi operować pojęciem kategorii składniowej, nawet jeśli nie ma wspomnianych wyżej historycznych związków z Husserlem. Nie każda jednak ma kategorię funktorową i to w roli kategorii szczególnie ważnej w analizach syntaktycznych; stąd termin „funktorowa” dobrze się nadaje na jej wyróżnik.

6. Kategoria zdaniowa

W rozważanym obecnie fragmencie gramatyki kategoria ta obejmuje tylko zdania oznajmujące, z pominięciem rozkazujących i pytajnych. Te ostatnie mają doniosłą rolę w tekstach naukowych, służąc do wyrażania problemów; nie ma jednak potrzeby zajmowania się nimi, póki mamy na uwadze tylko te pojęcia gramatyczne, które są konieczne do analizowania poprawności rozumowań. W rozumowaniach zaś występują jako przesłanki i jako wnioski wyłącznie zdania oznajmujące.

W badaniu poprawności rozumowań korzystamy z rozróżnienia zdań zamkniętych i otwartych. **Zdania zamknięte** to zdania nie zawierające symboli zmiennych. Z zamkniętymi mamy do czynienia w języku naturalnym, gdzie nie ma potrzeby budowania wyrażeń zawierających zmienne. **Zdania otwarte** to takie, które zawierają symbole zmienne, za które wolno podstawiać dowolne inne wyrażenia z tej samej kategorii. W związku z tym zdanie otwarte nie jest zdolne być prawdziwe ani fałszywe; staje się ono prawdą lub fałszem wtedy, gdy za wszystkie występujące w nim symbole zmienne podstawimy jakieś wyrażenia stałe czyli nie należące do zmiennych (o innym jeszcze sposobie przekształcania zdań otwartych w zamknięte mowa jest niżej, w odcinku 9.4).

Oto po kilka przykładów na jeden i drugi rodzaj zdań.

Zdania zamknięte: $1 < 2$, $0 + 1 = 1$, $7^2 = 49$, $1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 0$

(na końcu podano zdanie fałszywe, dla przypomnienia, że w teorii gramatycznej nie rozpatruje się kwestii prawdziwości, a jedynie kwestię poprawności gramatycznej wyrażeń).

Zdania otwarte: $x < 2$, $x > y$, $x + y = 12$, $x^3 = 27$, $ax^2 + bx + c = 0$.

Jeszcze inna postać zdań otwartych to wyrażenia, w których zmienne służą do reprezentowania całych zdań. Nazywamy je **zmiennymi nazwowymi**; w tej roli używamy zwykle liter: p, q, r, s . Zmienne zdaniowe łączone są w tego typu zdania otwarte za pomocą spójników; tak powstają wyrażenia: $p \wedge q$, $p \vee q$ itp.

Zdania otwarte nazywamy też **formułami zdaniowymi**, idąc za tym rozumieniem słowa „formuła”, które wymaga, żeby było to wyrażenie zawierające symbole zmienne.

7. Kategoria nazwowa

W rozważanej gramatyce kategoria ta mieści w sobie jedynie nazwy jednostkowe czyli indywidualne, to jest, odnoszące się dokładnie do jednego indywidualnego przedmiotu. Typowym ich przykładem są imiona własne ludzi, miejsc, zdarzeń itd. To, jakie nazwy należy uznać za jednostkowe jest określone w języku, który poddajemy analizie syntaktycznej. W języku arytmetyki nazwą jednostkową jest każda cyfra i każdy ciąg cyfr oznaczający jakąś jedną liczbę. Obiekty rozważane w naukach społecznych, jak wolny rynek, demokracja, ewolucja społeczna itp. mogą być uważane za obiekty indywidualne abstrakcyjne. Gramatyka logiczna nie ma w tej sprawie nic do wyrokowania; dostarcza ona reguł operowania nazwami indywidualnymi, a które uznać za indywidualne, to nie jej sprawa. lecz sprawa teorii dotyczącej danego rodzaju obiektów.

W pewnych ujęciach składni i semantyki przyjmuje się oprócz nazw jednostkowych nazwy ogólne odpowiadające temu, co w tradycyjnej gramatyce języka polskiego nazywa się rzeczownikami pospolitymi. W obecnym ujęciu jest to zbędne, ponieważ rolę tego rodzaju wyrażeń przejmuje, jak zobaczymy, subkategoria funktorów zwanych predykatami.

Nazwy bywają proste i złożone. Najprościej można to zilustrować na języku arytmetyki. Nazwą jest każda cyfra, od „0” do „9”, każdy szereg cyfr oznaczający liczbę, np. „1001” oznaczający liczbę 1001 i każde połączenie nazw w nową nazwę, bardziej złożoną, za pomocą odpowiednich symboli. W arytmetyce są nimi np. symbole działań; tak powstają nazwy w rodzaju:

$2+2$, $(2+2).5$, 10^2 , $1/10$.

Jeśli niektóre lub wszystkie nazwy składowe w tego rodzaju wyrażeniu zastąpi się zmiennymi nazwowymi, jak x, y, z , powstanie nazwa otwarta czyli formuła nazwowa, np.

$$2 + x, x + y, (x + y) - 2x, x/y.$$

8. Kategoria funktorowa

Jest to klasa wyrażeń, które nazwano funktorami przez analogię do występującego w tradycyjnej gramatyce terminu „słowa funkcyjne”. Są to wyrażenia, które nie niosą głównych treści zdania lecz są niejako pomocnicze, służące do konstruowania wyrażeń bardziej złożonych; dopiero te drugie mają walor informacyjny i stąd te kategorie, do których one należą bywają nazywane podstawowymi (do podstawowych zalicza się zwykle kategorie zdaniową i nazwową).³

Dobre rozeznanie w praktycznym zastosowaniu terminu „wyrażenia funkcyjne” daje następujący passus ze strony <http://angielski.nauka.pl/> (odsyłacz do pliku „Intonacja i nacisk”).

Słowa, na które nie kładziemy nacisku, uważane są za słowa *funkcyjne* takie, jak:

- rodzajniki np. the, a, some, a few
- czasowniki pomocnicze np. don't, am, can, were
- przyimki np. before, next to, opposite
- spójniki np. but, while, as
- zaimki np. they, she, us.

Zwrócenie uwagi na funkcyjny aspekt tego rodzaju dostarcza podstawy do wyróżnienia w obrębie kategorii funktorów licznych subkategorii różniących się między sobą tym, w jaki sposób funkcjonuje dany funktor.

Zacznijmy od spójników. Ich funkcja polega na tym, żeby ze zdań prostszych tworzyć zdania bardziej złożone; jest to dobry powód, żeby określić spójniki jako **funktory zdaniotwórcze**. Wyrażenia zaś składowe, które funktor łączy w większą całość, nazywamy jego **argumentami**, nawiązując tym do jednego z sensów łacińskiego słowa *argumentum* (oznacza ono m.in. temat; istotnie, argumenty funkтора wyznaczają w pewien sposób tematykę danej wypowiedzi), Skoro spójnik łączy dwa zdania, pełna jego charakterystyka, określająca przynależność do właściwej mu kategorii brzmi, jak następuje: **funktor zdaniotwórczy od dwóch argumentów zdaniowych**.

Powyższy sposób określania funktorów ma odwzorowanie w sposobie zapisywania ich subkategorii za pomocą skrótowych wskaźników. Zapis taki nazywa się notacją quasi-arytmetyczną, ponieważ wzoruje się na arytmetycznym sposobie zapisywania ułamków. W tym przypadku w liczniku występuje wskaźnik kategorii, którą dany funktor tworzy, a w mianowniku wskaźniki (jeden lub więcej) kategorii wyrażeń będących argumentami. Oto przykład (pomijamy w nim sprecyzowanie, czy chodzi o zdania zamknięte czy otwarte, jedno i drugie oznaczając wskaźnikiem z).

funktor zdaniotwórczy od jednego argumentu zdaniowego — z/z .

funktor zdaniotwórczy od dwóch argumentów zdaniowych — $z/z, z$.

funktor zdaniotwórczy od jednego argumentu nazwowego — z/n .

funktor zdaniotwórczy od dwóch argumentów nazwowych — $z/n, n$.

³ Rozróżnienie wyrażeń podstawowych oraz pomocniczych czyli funkcyjnych sięga w czasie co najmniej średniowiecza. W terminologii scholastycznej, pierwszym odpowiada łacińsko-grecki termin *categoremata*, drugim termin *syncategoremata* (gdzie przedrostek *syn* podpowiada, że służą one do syntetyzowania wyrażeń prostszych w większe całości). We współczesnej teorii języka naukowego mamy podstawy, żeby przypisywać niektórym funktorom znacznie większą doniosłość treściową niż to czyni (wciąż może jeszcze inspirowana scholastyką) gramatyka tradycyjna. W języku arytmetyki symbole takich funkcji arytmetycznych jak dodawanie, mnożenie etc., należące do kategorii funktorowej, nie są ani trochę mniej „ważne” niż symbole liczb (jak cyfry), które należą do kategorii nazwowej, zaliczanej wraz ze zdaniową do podstawowych.

.....
 funktor nazwotwórczy od jednego argumentu nazwowego — n/n .

funktor nazwotwórczy od dwóch argumentów nazwowych — $n/n, n$.

.....

Linie kropkowane wskazują na możliwość dowolnie dalekiej kontynuacji listy funktorów od argumentów nazwowych przez sukcesywne zwiększanie liczby argumentów.

Nim zajmiemy się zastosowaniem powyższej listy kategorii do języka logiki, zauważmy, że da się ją dalej rozwijać w kierunku kategorii funktorów funktorotwórczych. Wspomniemy o niej krótko dla pełności obrazu, pozostawiając ją potem na uboczu rozważań jako że nie ma ona zastosowania w języku logiki. W języku polskim czasownik „świeci” jest funktorem typu z/n , jak w zdaniu „kسیęzyc świeci”. Mamy też w polskim przysłówek „blado”, który po dołączeniu do „świeci” uformuje funktor złożony „blado świeci”. Ponieważ on też ma kategorię z/n , słowo „blado” musi mieć kategorię $\frac{z/n}{z/n}$; kreska pozioma, podobnie jak skośna, jest tu kreską ułamkową (za pomocą samych skośnych można to zapisać, jak następuje: $s/s//s/s$).

9. Kategorie składniowe w języku logiki

9.1. NAZWY. Cyfry i ich zestawienia czynione według reguł notacji pozycyjnej są nazwami indywidualnymi oznaczającymi liczby; jedno i drugie określimy mianem łańcuchów cyfrowych (najmniejszymi łańcuchami, jakby zredukowanymi do jednego ogniwa, są pojedyncze symbole od „0” do „9”). Nazwami indywidualnymi są także wyrażenia powstające z jednego lub dwóch łańcuchów cyfrowych. Z jednego łańcucha powstaje np. wyrażenie „następnik zera” (oznaczające liczbę jeden), czy $\sqrt{49}$ (oznaczające 7), a z dwóch łańcuchów wyrażenie „2+3” (oznaczające 5), „1001–1” (oznaczające 1000); i tak dalej, przy zostosowaniu dowolnych innych symboli działań arytmetycznych.

Jeśli przejdziemy do odróżniania subkategorii, w tym subkategorii nazw otwartych czyli formuł nazwowych, znajdziemy w niej pojedyncze symbole zmienne reprezentujące łańcuchy cyfrowe oraz ich zestawienia za pomocą symboli działań, tak jak w przypadku subkategorii nazw zamkniętych. W obu przypadkach symbole działań są funktorami nazwotwórczymi od jednego lub od dwóch argumentów nazwowych, czyli należą do kategorii n/n lub $n/n, n$.

Kategorię funktorów zdaniotwórczych od jednego argumentu nazwowego (z/n) stanowią te wyrażenia, za pomocą których orzekamy o indywidualach przysługujące im własności, Tak czynimy w zdaniu „19 jest liczbą pierwszą”, w formule „ x jest liczbą parzystą” itd. Przykładami funktorów zdaniotwórczych od dwóch argumentów nazwowych mogą być „ $<$ ”, jak w zdaniu „ $1 < 2$ ” czy w formule „ $x < y$ ”, oraz „=”, jak w „ $2 + 4 = 4$ ” czy w formułach „ $x = x$ ”, „ $2 + y = 100$ ”.

Podane wyżej przykłady nazw wzięte są z arytmetyki, ponieważ są to przykłady najlepiej się sprawiające z dydaktycznego punktu widzenia. Pprzykłady z języków naturalnych bywają w różnych aspektach niedoskonałe (by tak rzec, „kulejące”), toteż korzystanie z nich dobrze jest poprzedzić jakąś ilustracją bezdyskusyjną, jak ta, której dostarcza język arytmetyki. Przykładami, których dostarcza język naturalny są m.in. imiona własne osób. Należy jednak uzupełniać je uwagami w rodzaju, że „Jak Kowalski” jest imieniem własnym, choć osobników tak nazywanych jest wielu, ponieważ w sposób domyślny bierzemy to imię jako skrót, który w swym rozwinięciu obejmuje datę i miejsce urodzenia, imiona rodziców etc. Podobnie ma się rzecz z nazwami geograficznymi; niejedną miejscowość ochrzcili Polacy w USA mianem Warszawy, stąd dla ujednoznacznienia trzeba doń dodawać np. współrzędne geograficzne.

9.2. PREDYKATY. Funktory zdaniotwórcze od jednego lub więcej argumentów nazwowych są wyróżnione specjalnym określeniem, który należy do najważniejszych terminów logiki. Funktor

taki nazywamy **predykatem** od łacińskiego słowa *praedicatum*, którego polskim odpowiednikiem jest *orzeczenie*. Doniosłość tego pojęcia widoczna jest w tym, że podstawowa teoria logiczna nosi miano rachunku predykatów lub (inaczej) logiki predykatów.

Kategoria predykatów dzieli się na subkategorie, w zależności od tego, ilu argumentów wymaga dany predykat. W przypadku predykatów jednoargumentowych, jakimi są w polskim czasowniki nieprzechodnie („stoi”, „świeci” itd.), predykat pokrywa się z pojmowanym tradycyjnie orzeczeniem, a jego argument z podmiotem. Naturalne jest uogólnić pojęcie podmiotu w taki sposób, żeby w zależności od rodzaju danego predykatu mogło ich być więcej niż jeden: dlaczego w zdaniu, powiedzmy, „ $1 > 00$ ” nie uznać za równoprawne podmioty nazw „1” i „0”? Nie ma jednak potrzeby forsować taką reformę terminologiczną, skoro możemy się obejść bez słowa „podmiot” zastąpiwszy je słowem „argument”. Będziemy więc mówili o predykatach jedno-, dwu-, trzy- itd. -argumentowych. Teoretycznie nie ma ograniczeń na bogactwo predykatów o coraz większej liczbie argumentów, aż w nieskończoność. Praktycznie, dominują predykaty jedno- i dwuargumentowe; z trójargumentowych często spotykamy się z predykatami w rodzaju „leży między...i...”, np. „Polska leży między Bałtykiem i Tatrami”.

Mając w języku logicznym nazwy indywiduowe i predykaty, w tym predykat „=”, możemy wprowadzić za pomocą definicji symbole różnego rodzaju funkcji, w tym funkcji arytmetycznych, jak cztery działania etc. Wtedy gramatyka logiczna ma do czynienia także z nazwami złożonymi, zarówno zamkniętymi jak i otwartymi. Przykłady takich nazw złożonych zostały podane wyżej. A prostym przykładem transformacji prowadzącej od predykatu do nazwy złożonej jest przejście od zdania z predykatem trójargumentowym „jest sumą” do zdania o postaci równości, w sposób następujący:

od zdania „5 jest sumą liczb 2 i 3.”

do zdania: „ $2+3=5$.”

9.3. ZDANIA ATOMOWE I ZDANIA ZŁOŻONE. Predykat wraz z tyłoma nazwami zamkniętymi, ilu wymaga jego sens, tworzy najmniejszą, czyli najbardziej elementarną, jednostkę zdaniową określaną jako **zdanie atomowe**. Oto przykłady.

11 jest liczbą pierwszą,

$2 > 1$.

$101 = 100 + 1$

2 jest między 1 i 3.

Rzym jest miastem.

Rzym jest stolicą Włoch.

Bank Światowy zapobiega kryzysom finansowym.

Bank Światowy współdziała z Międzynarodowym Funduszem Walutowym.

Napoleon wydał wojnę Rosji.

Ze zdań atomowych tworzy się **zдания złożone** na dwa sposoby: bądź poprzedzając zdanie atomowe funktorem kategorii *s/s* (np. „nie jest prawdą, że”), bądź łącząc dwa zdania atomowe spójnikiem czyli funktorem kategorii *s/s*.

Zdanie złożone utworzone z atomowych może z kolei stać się składnikiem zdania bardziej złożonego, a składnikiem zdania jeszcze bardziej złożonego, i tak w nieskończoność. Stąd liczba zdań w każdym tak skonstruowanym języku jest potencjalnie nieskończona. To samo dotyczy złożonych nazw, także tworzących niekończoną potencjalnie hierarchię złożoności.

Inny sposób tworzenia zdań złożonych polega na poprzedzeniu funktorem typu *s/s* pojedynczej zmiennej zdaniowej lub łączenia spójnikiem dwóch zmiennych zdaniowych. Zmienne zdaniowe są to symbole reprezentujące dowolne zdania, bez wskazywania na ich strukturę syntaktyczną. W roli

takich symboli używane są pojedyncze litery, najczęściej małe litery, poczynając od „ p ” (ale bez liter „ x ” etc., rezerwowanych dla zmiennych indywidualnych). Także i tutaj mamy nieskończoną hierarchię złożoności.

Zdania atomowe tworzone według powyższego przepisu są zdaniami zamkniętymi (jeśli mówimy „zdanie atomowe” bez dalszych określeń, mamy na myśli wyrażenie zamknięte). Zdania atomowe otwarte czyli **formuły atomowe** otrzymujemy wtedy, gdy łączymy z predykatem nazwy otwarte, czyli zmienne nazwowe lub inne wyrażenia nazwowe zawierające symbole zmienne. Oto przykłady formuł atomowych.

x jest liczbą pierwszą,

$x > y$.

$x > 991$.

$y = 100 + 1$.

x jest między y i z .

x jest miastem.

z jest stolicą x . y zapobiega kryzysom finansowym.

y współdziała z z .

z wydał wojnę Rosji.

z wydał wojnę y .

Zdania atomowe pełnią ważną rolę w analizowaniu rozumowań pod kątem ich poprawności logicznej. Równie ważne w tym względzie są zdania będące zaprzeczeniami atomowych, np. „917 nie jest liczbą pierwszą”, „nie jest prawdą, że $1 > 2$ ”, „ $101 \neq 100 + 3$ ”. Jedne i drugie obejmujemy wspólną nazwą **zdań minimalnych**.

9.4. KWANTYFIKATORY. Kwantyfikatory są to symbole służące do przekształcania formuł czyli zdań otwartych w zdania zamknięte. Termin ten (z łac. *quantum* – ilość) wziął się stąd, że kwantyfikatory w pewien ogólny sposób wskazują na ilość rozważanych przedmiotów. Zależnie od tego, jaka dokładność jest wymagana od określenia ilości, przyjmuje się takie lub inne kwantyfikatory. W powszechnie stosowanej logice, zwanej z racji tej powszechności klasyczną, poprzestaje się na dwóch kwantyfikatorach, które noszą nazwy:

— **kwantyfikator ogólny** – odpowiadający polskiemu słowom „wszystkie”, „każdy”, „wszelki” „dowolny” itp.;

— **kwantyfikator egzystencjalny** – odpowiadający polskiemu zwrotom „istnieje przynajmniej jeden taki, przedmiot że...”, „pewien”, „niektóry”, „jakiś” itp.

Łatwo za ich pomocą wprowadzić kwantyfikator „istnieje dokładnie jeden...”; innego rodzaju kwantyfikatory należą do działów logiki bardziej zaawansowanych i zorientowanych na pewne problemy specjalistyczne.

Sposób funkcjonowania kwantyfikatorów będzie opisany dokładniej w rozdziale poświęconym teorii operującej kwantyfikatorami, która stanowi niejako rdzeń logiki. W tym punkcie wystarczy następujący przykład. Zdanie otwarte „ $100 < x$ ” z powodu nieokreśloności znaczeniowej biorącej się z występowania w nim symbolu zmiennego, nie jest ani prawdziwe ani fałszywe. Staje się prawdą lub fałszem na jeden z dwóch sposobów. Jednym jest zastąpienie symbolu zmiennego jakąś nazwą: gdy będzie to „101”, „102” etc., powstanie z powyższej formuły zdanie prawdziwe, a gdy „99”, „98” etc. – fałszywe. Drugi sposób polega na poprzedzeniu danej formuły kwantyfikatorem. Gdy będzie to kwantyfikator egzystencjalny „istnieje takie x , że”, otrzymamy zdanie prawdziwe, a gdy kwantyfikator ogólny „dla każdego x – fałszywe.

W dalszych rozdziałach zawrzemy z kwantyfikatorami bliższą znajomość, jest to bowiem (obok pewnych funkcyj zdanio-twórczych) jeden z dwóch głównych środków formułowania praw i reguł

logiki. Tutaj odnotowuje się je dla skompletowania listy kategorii w języku logicznym. Kategorię kwantyfikatora wyznacza odróżnienie zdań otwartych i zamkniętych. Skoro kwantyfikator przekształca zdanie otwarte w zamknięte, to jego kategorię charakteryzuje wskaźnik: zz/zo .

10. Ajdukiewiczza algorytm poprawności gramatycznej (spójności syntaktycznej)

Opatruje się ten algorytm nazwiskiem Kazimierza Ajdukiewicza (1890-1963), wybitnego polskiego logika, który wynikiem tym o ćwierć wieku wyprzedził późniejszą, zorientowaną algorytmicznie, lingwistykę matematyczną (stąd zajmuje w jej bibliografiach i opracowaniach poczesne miejsce). Jest to procedura, która pozwala w sposób mechaniczny rozstrzygnąć, czy badane zestawienie wyrażen jest czy nie poprawne syntaktycznie (inaczej, gramatycznie); sam Ajdukiewicz posługiwał się w tym miejscu terminem: **spójne syntaktycznie**.⁴

Wprowadzeniem do tego algorytmu jest rozważenie dwóch metod oddawania struktury składniowej za pomocą notacji, co uczynimy najpierw na przykładzie języka arytmetyki. Jedną z nich stosowaną w powszechnej praktyce, to **notacja infiksowa**. Polega ona na tym, że funktory od dwóch argumentów, czy to zdaniowych czy nazwowych, wpisuje się *między* (łac. *in*) argumentami. Druga, stosowana w praktyce informatycznej i do pewnych analiz teoretycznych, to **notacja prefiksowa** (łac. *pre* – przed) polegająca na wpisywaniu funktora, tak dwuargumentowego jak jednoargumentowego, przed jego argumentami; piszemy wtedy np. $= < 7 + 2, 5$, co odpowiada szykowi $7 < (2 + 5)$ w notacji infiksowej. Notacja prefiksowa obywają się całkowicie bez nawiasów (przy założeniu, że znana jest kategoria składniowa każdego z funktorów, co pozwala rozpoznać, ile doń przynależy argumentów).

Żeby zastosować algorytm Ajdukiewicza, trzeba najpierw zapisać analizowane wyrażenie w notacji prefiksowej (o ile było dotąd zapisane w infiksowej). Oznaczmy, dla skrótów, analizowany napis przez N i zapiszmy pierwszą instrukcję, jak następuje.

1. Jeśli N jest zapisane w notacji infiksowej, przepisz je na prefiksową.

Oto następne kroki.

2. Zastąp każde pojedyncze słowo wyrażenia N zapisanego w notacji prefiksowej jego wskaźnikiem syntaktycznym i zapisz ten ciąg wskaźników w kolejności występowania odpowiadających im słów w N . Tak powstaje kontrolny (do kontrolowania gramatyczności) szereg wskaźników wyrażenia N , w skrócie KSW(N).

3. Przeglądając KSW(N) od lewej do prawej, zbadaj, czy pojawi się w nim *zwarta grupa wskaźników mająca na pierwszym miejscu wskaźnik ułamkowy, po którym bezpośrednio następują takie wskaźniki, jakie znajdują się w mianowniku danego ułamka*. Jeśli znajdziesz taką grupę, zastąp ją licznikiem wskaźnika ułamkowego.

4. Postępowanie to powtarzaj do momentu, gdy się okaże, że żadna zwarta (tj. powiązana bezpośrednio sąsiedztwem) nie spełnia warunku opisanego (kursywą) w punkcie 4.

5. Jeśli w wyniku wykonania do końca instrukcji 4 KSW(N) redukuje się do jednego tylko wskaźnika będącego pojedynczą literą lub pojedynczym ułamkiem (gdy analizowanym napisem jest funktor), znaczy to, że N jest wyrażeniem poprawnym gramatycznie z kategorii oznaczonej tak użytym wskaźnikiem. W przeciwnym przypadku N nie jest wyrażeniem poprawnym gramatycznie.

Przykłady.

⁴ Zob. Kazimierz Ajdukiewicz, „O spójności syntaktycznej” w: Kazimierz Ajdukiewicz, *Język i poznanie*, tom 1, PWN, Warszawa 1960.

Zbadajmy poprawność gramatyczną następujących napisów.

(A) $9 = 3 * (5 - 2)$ (gwiazdka jest znakiem mnożenia)

(B) $9 = 3 * (5 = 2)$

(C) Jaś i Małgosia idą do Babci.

(D) Małgosia idą do i Jaś Babci

Ad A: $9 = 3 * (5 - 2)$

1: $= 9 * 3 - 5 2$

2: z/nn n n/nn n n/nn n n

3.1: z/nn n n/nn n n (uproszczenie trzech ostatnich wskaźników)

3.2: z/nn n n (uproszczenie trzech ostatnich wskaźników)

3.3: z (uproszczenie pozostałych wskaźników)

4: A jest napisem poprawnym gramatycznie.

Ad B. $9 = 3 * (5 = 2)$

1: $= 9 * 3 = 5 2$

2: z/nn n n/nn n z/nn n n

3.1: z/nn n n/nn n z

4: B nie jest napisem poprawnym gramatycznie.

Ad C: Jaś i Małgosia idą do Babci.

1: idą do i Jaś Małgosia Babcia

2: z/nn n/nn n n n

3.1: z/nn n n

3.2: z

4: C jest napisem poprawnym gramatycznie.

Ad D: Małgosia idą do i Jaś Babci

Potraktujemy ten napis jako będący już w notacji prefiksowej.

2: n z/nn n/nn n n

3.1: n z/nn n

4: B nie jest napisem poprawnym gramatycznie.

11. O roli algorytmów czyli o tym, jak operacje syntaktyczne na symbolach kodujących informację są czynnikiem sprawczym procesów fizycznych

11.1. Znajomość gramatyki logicznej, czyli gramatyki funktorowej opisującej uniwersalny język logiczny pomaga w zrozumieniu, czym są i jak funkcjonują algorytmy. Jest to wiedza, bez której nie da się zrozumieć, czym jest cywilizacja informatyczna. Zanim przejdziemy do tematu zapowiedzianego tytułem odcinka, poświęćmy nieco refleksji tej cywilizacji, która jest ważnym przedmiotem badań socjologicznych i rozważań filozoficznych.

Postęp cywilizacyjny w warstwie technologicznej to postępująca zdolność ludzkiego gatunku do przetwarzania trzech dziedzin – materii, energii, informacji. Trzeci człon jest czymś więcej niż tylko jednym z trzech równoległych, przenika bowiem dwa pozostałe. Przetwarzanie materii, które

się dokonuje za sprawą rąk, narzędzi i maszyn wymaga od ludzi wiedzy i umiejętności, a są to czynniki z dziedziny informacji, Podobnie, przetwarzanie energii za pomocą maszyn wymaga wiedzy o przyrodzie oraz umiejętności konstrukcji i obsługi, które należą do sfery informacji. Cywilizacja zaś w warstwie kulturowej, w której się znajdują mowa i pismo, nauka, sztuka, filozofia, moralność, prawo, religia etc. powstaje i rozwija się dzięki kolosalnym systemom symbolicznym, a więc także zjawisku należącemu do dziedziny informacji.

Dlaczego więc mianem informatycznej wyróżniamy tylko najnowszą formację cywilizacyjną – tę, w której zdarzyło się żyć naszemu pokoleniu? Powodów jest kilka.

Po pierwsze, rozważmy rzecz następującą. Choć w epokach poprzednich wynaleziono już maszyny do przetwarzania (czyli obrabiania) materii (zwane obrabiarkami) i maszyny do przetwarzania energii w celu pozyskania siły (zwane silnikami), to dopiero w naszej epoce powstały maszyny do przetwarzania informacji, będącego przedtem domeną organizmów (które uzdalnia do tego system nerwowy). Maszynami przetwarzającymi informację są przede wszystkim komputery.

Po drugie, żeby nastąpiła epoka informatyczna, nie wystarcza samo pojawienie się komputerów. Trzeba jeszcze, żeby ich przenikanie do wszystkich dziedzin życia, związane z ich wszechstronnością i dostępnością, przekroczyło pewien próg krytyczny, co właśnie się dzieje na naszych oczach.

Po trzecie, wynikiem tej uniwersalności i dostępności komputera jest przełomowa zmiana struktury gospodarki: coraz więcej jest czynności produkcyjnych, handlowych, usługowych, a także czynności planowania i zarządzania, w których do osiągnięcia zamierzonego celu komputer jest nieodzowny. Dlaczego? Bo tak kolosalnie zwiększa on wydajność działań, że wobec nieubłaganej konkurencji (stanowiącej wszak nerw życia ekonomicznego), kto nie posługuje się komputerem, ten przegrywa. Tak więc, dokonuje się podział na gospodarki nowoczesne czyli skomputeryzowane, i stąd mające szanse na światowym rynku, oraz gospodarki przestarzałe, pozbawione szans.

Po czwarte, konsekwencją tego przełomu technologicznego i ekonomicznego jest nowy stan świadomości przenikający całe życie społeczne. Polega on na myśleniu i postępowaniu w kategoriach obsługi automatów, gdy idzie o ich użytkowników, oraz myśleniu za pomocą wyrafinowanych narzędzi logiczno-matematycznych, gdy idzie o ich twórców. Jest bowiem tak, że aby doprowadzić do automatyzacji jak największej liczby działań za sprawą programów komputerowych, trzeba ze strony konstruktorów i teoretyków nieprzeciętnej intuicji twórczej.

Czwarty z wymienionych punktów wskazuje na rolę algorytmów w cywilizacji informatycznej. Podczas, gdy dziecko w dawnych rustykalnych czasach formowało swój obraz świata i sposób myślenia przez kontakt z żywą przyrodą, dziecko w epoce informatycznej pierwsze w swym życiu kroki myślowe stawia na gruncie algorytmów. Uczy się ono algorytmów postępowania, np. nawiązywania łączności przez telefon komórkowy, to zaś algorytmiczne postępowanie wprawia z kolei w ruch algorytmy zarządzające pracą danego urządzenia, zapisane na kostkach krzemu czy innych nośnikach elektronicznych.

Dziecku wystarczy mechaniczne opanowanie sekwencji ruchów, polegających np. na wciskaniu kolejnych klawiszy. Dorosły zaś obywatel epoki informatycznej, żeby umiał się w niej świadomie poruszać, powinien mieć także teoretyczną ideę algorytmu. Temu zaś dobrze służy zapoznanie się z problematyką składni. I tak przechodzimy do właściwego tematu tego odcinka.

11.2. W rozważaniach o składni przyda się obecnie nowy termin – „operator” – który jest równoznaczny z dotychczas stosowanym „funktor”. Nadmiar taki o tyle jest celowy, że w pewnych kontekstach lepiej sprawia się „funktor”, a w innych (np. informatycznych) „operator”. Ich związek znaczeniowy bierze się stąd, że w terminologii matematycznej używa się zamiennie ter-

minów „funkcja” i „operacja”; mówimy np. o funkcji czyli operacji (czyli działaniu) dodawania liczb.

W obu kontekstach pozostaje bez zmiany termin „argument”. Składnię języka, w którym zapisujemy algorytmy cechuje wszechobecność relacji operator-argument(y). Operator to wyrażenie mówiące, jaką operację należy wykonać, zaś argument jest tym, na czym się ją wykonuje. Składnia taka dysponuje też środkami (np. nawiasami) do wskazywania, jaki jest zasięg operatora. Ponadto, w pewnych językach algorytmicznych, np. w języku poleceń systemu operacyjnego Unix mamy w postaci opcji i parametrów odpowiedniki funkcyjnych funkcyjotwórczych, są to bowiem symbole precyzujące w określony sposób zapis polecenia pełniący rolę operatora.⁵ Jak z tego widać, gramatyka funkcyjowa czyli operatorowa stanowi szkołę, czy może raczej dobre przedszkole, posługiwania się algorytmami czyli, praktycznie rzecz biorąc, programami. **Program** jest to algorytm zapisany w kodzie „czytelny” dla komputera. Samo wykonanie algorytmu jest czynnością mechaniczną, czyli doskonale bezmyślną, nie wymagającą do rozwiązania danego problemu. żadnej inwencji, żadnej intuicji; człowiek wykonujący dobrze opanowany algorytm zachowuje się dokładnie jak automat.

Pojęcie automatu ma szerszy zakres niż pojęcie komputera. Pewne automaty nie są komputerami, bo są zaprogramowane do określonych, takich a nie innych, zadań. Komputer natomiast jest automatem uniwersalnym dzięki temu, że jest wyposażony w program zwany systemem operacyjnym, który potrafi współpracować z każdym programem do zadań szczegółowych – edytorskim, graficznym, kalkulacyjnym etc.

Żeby jednak osiągnąć taką automatyzację zachowań, potencjalny wykonawca algorytmów musi przejść proces uczenia się, pod pewnym względem analogiczny do programowania automatu. Jest to jakby autoprogramowanie, bo kandydujące do funkcji automatu urządzenie jest zarazem programistą (standardowy komputer nie musi przechodzić takiego procesu uczenia się, bo jest programowany przez człowieka). Jednym ludziom przychodzi takie autoprogramowanie łatwiej, innym trudniej. Pomaga w nim znacząco nabycie ogólnej wiedzy o algorytmach (pewien jej ułamek oferuje niniejszy rozdział).

Istotnym rysem cywilizacji informatycznej jest to, że na wielką skalę zachodzi następujący proces. Automaty dzięki wbudowanym w nie algorytmom wykonują zadania, które inaczej byłyby dla ludzi niewykonalne. Na przykład, awarii statku kosmicznego może zapobiec tylko zmiana trajektorii o kąt, którego obliczenie jest tak skomplikowane, że zajęłoby ludziom lata, podczas gdy decyzję trzeba podjąć w ułamku sekundy; i w tymże ułamku czasu przeprowadza konieczne obliczenie komputer. Wykonywanie tego rodzaju zadań przez automaty wymaga jedynie od człowieka opanowania stosunkowo prostych algorytmów obsługi automatu. Taka zamiana czynności niewykonalnych na łatwo wykonalne dokonuje obecnie się w naszej cywilizacji na każdym kroku, będąc czynnikiem sprawczym jej sukcesów.

Prześledźmy to na przykładzie operacji pobierania pieniędzy z bankomatu w kwocie 100 zł. Oto kolejne instrukcje składające się na algorytm obsługi.

- 1. Włóż kartę do otworu (w naszym algorytmie mamy tu jeszcze opis ustawienia wkładanej karty).
- 2. Naciśnij kolejno klawisze, na których napisane są cyfry składające się na twój numer identyfikacyjny.

⁵ Na przykład, w systemie Unix istnieje operacja zmiany praw dostępu do określonego pliku. Wyraża ją operator *chmod* mający dwa argumenty: plik, którego dotyczy modyfikacja uprawnień oraz rodzaj wchodzących w grę uprawnień (prawo tylko do odczytu, prawo do zapisu itd.). Operator *chmod* podlega dwóm sprecyzowaniom, z których jedno nazywa się parametrem, a drugie opcją. Parametrem jest wskazanie, kogo zmiana uprawnień dotyczy, a opcją wskazanie, na czym ta zmiana polega (nadanie praw, cofnięcie praw i in).

- 3. Naciśnij klawisz z napisem *enter*.
- 4. Po ukazaniu się następnej planszy ekranu naciśnij klawisz z napisem „wypłata”.
- 4. Po ukazaniu się następnej planszy ekranu naciśnij klawisz z napisem „100”.
- 5. Wyjmij kartę.
- 6. Wyjmij banknoty.

Przypomnijmy na tym przykładzie istotne cechy algorytmu, wymieniane w jego definicji. Jest on skończoną sekwencją instrukcji określających fizyczne operacje, które mają być wykonane na dokładnie opisanych przedmiotach fizycznych (argumentach operacji) w celu rozwiązania postawionego problemu (zadania).

W naszym przykładzie zadaniem jest uzyskanie banknotu, na którym będzie napisane „100 złotych”. Jest ono wykonalne niezawodnie (gdy tylko dokładnie trzymać się instrukcji) w sześciu krokach, co jest liczbą skończoną. Każda z instrukcji składa się ze wskazania fizycznej operacji i opisu fizycznych argumentów. Np. w instrukcji 1 jest to operacja wsuwania, której argumentami są karta i szczelina w ścianie automatu. Operacja 2 tym się różni od 1, że dotyczy operacji na symbolach, ale nie jest to różnica istotna, ponieważ kształty cyfr są też obiektami fizycznymi. Aby prawidłowo wykonać instrukcję 2, nie jest konieczne posiadanie pojęcia liczby, wystarczy rozpoznawać kolejne kształty tworzące numer identyfikacyjny posiadacza karty; toteż tę operację, podobnie jak pozostałe składające się na nasz algorytm, mógłby wykonać odpowiednio wytresowany domowy szympan (wysłany z domu do bankomatu przyniósłby w pysku banknot stuzłotowy).

11.3. Pozostaje naszkicować, żeby dać bodaj pobieżne o tym pojęcie, jak funkcjonuje algorytm realizowany przez bankomat. Od algorytmu realizowanego przez człowieka różni go to, że wszystkie operacje są wykonywane na ciągach cyfr, a dokładniej, dwóch symboli cyfrowych „0” i „1”. Gdy człowiek wkłada kartę do otworu, powstaje, zaprogramowana w algorytmie dla bankomatu, seria impulsów, którymi są zera i jedyneki.

Zera i jedyneki oddane są w składni języka maszynowego jako dwa rodzaje impulsów (powiedzmy, silny i bardzo słaby). Nasz bankomat jest tak skonstruowany, że ta seria impulsów włącza mechanizm, który powoduje wyświetlenie na ekranie instrukcji, żeby użytkownik nacisnął kolejno klawisze odpowiadające cyfrom w jego numerze identyfikacyjnym. Gdy to zostanie zrobione i potwierdzone przez *enter*, kolejna seria zer i jedynek, czyli impulsów słabych i mocnych dociera (z prędkością bliską prędkości światła) do komputera w banku, gdzie znajduje się konto użytkownika (zakodowane na jego karcie). Następuje porównanie tej sekwencji zer i jedynek z tą, która w bazie danych banku została wpisana w charakterystyce danego użytkownika. Jeśli sekwencje są identyczne, komputer bankowy wysyła do bankomatu komunikat, który trafiwszy do bankomatu uruchamia mechanizm wyświetlający napis z pytaniem o rodzaj transakcji zamierzonej przez klienta. Ten odpowiada, i dalszy proces toczy się podobnym trybem, wciąż jako operacje na sekwencjach zer i jedynek. W każdym z kolejnych punktów, bankomat wysyła do komputera bankowego informację o pobranej kwocie, a ten tyle pomniejsza stan konta klienta.

Operatory są kodowane, jak i pozostałe dane, w zerach i jedynekach. Odróżniają się od argumentów tym, że stanowią stałe konfiguracje przewidziane w algorytmie dla bankomatu. Argument natomiast, np. sekwencja zer i jedynek reprezentująca numer identyfikacyjny klienta, jest elementem zmiennym.

Powyższy opis działania automatów, reprezentowanych przykładowo przez bankomat, ma uprzytomnić istotę i doniosłość zdarzenia, które w pełni zasługuje na miano cywilizacyjnego przełomu. Jest nim rozwiązanie techniczne, które z algorytmu czyni przyczynę sprawczą takich procesów fizycznych, jak wysunięcie pliku banknotów przez bankomat, jak wyświetlanie napisów na ekranie, jak funkcjonowanie mechanizmów drukarki itd. Tym rozwiązaniem jest sprzężenie dwójkowego

(binarnego) zapisu arytmetycznego z dwoma rodzajami impulsów elektrycznych. Każdy tekst da się wtedy zakodować w cyfrach (np. gdy zastąpimy umownymi cyframi litery), a każdy ciąg cyfr da się wyrazić w zapisie binarnym. Stąd, każdy tekst można transmitować jako serię impulsów elektrycznych. Da się on również przetwarzać przez oddziaływanie nań impulsami, które sprawiają, że miejsca naznaczone (np. magnetycznie) jako jedynki zostają zastąpione zerami lub odwrotnie. Takie przetwarzanie jest operacją syntaktyczną, bo dotyczy konfiguracji znaków, a zarazem fizyczną, bo znaki te, jako impulsy elektryczne czy inne, oddziałują sprawczo na świat fizyczny.

Tak więc, binarną notację arytmetyczną można porównać do przekładni (po angielsku powiedzialoby się *interface*), która zakodowany w syntaktycznych konfiguracjach zer i jedynek tekst programu komputerowego (tj. pewnego algorytmu) przenosi na odzorowujące ów tekst konfiguracje impulsów fizycznych. Wynalezienie takiej przekładni między abstrakcyjnym światem algorytmów i światem fizycznym – to jeden z milowych kroków w kierunku cywilizacji informatycznej.

Z socjologicznego punktu widzenia, krok ten stanowi lekcję, jak przemiany społeczne o największej skali bywają zależne od tego, co się dzieje w najbardziej abstrakcyjnych rejonach matematyki, w szczególności zaś arytmetyki oraz logiki matematycznej, od której pochodzi podstawowa idea komputera. Z filozoficznego zaś punktu widzenia, godne refleksji jest to, że platoński, czyli idealny czyli abstrakcyjny, świat liczb i algorytmów tak realnie może oddziaływać na świat fizyczny wraz z tymi jego aspektami, które determinują rzeczywistość społeczną.

12. Język a myśl – z filozoficznego i z socjologicznego punktu widzenia

12. 1. Powyższe sformułowanie tematu obecnego odcinka nastąpiło po pewnej deliberacji autora, które to rozważania przytoczę w roli wprowadzenia do tematu. W pierwszej wersji tytuł był krótszy o jedno „z”; fraza po myślniku brzmiała: „z filozoficznego i socjologicznego punktu widzenia”.

Napisawszy tytuł w tym brzmieniu, doświadczyłem poczucia, że coś tu jest niedobrze. Mianowicie, że wkradła się **wieloznaczność syntaktyczna**, inaczej **amfibologia** (grecki termin na wieloznaczność) lub, w skróceniu, **amfibolia**. Brała się ona z rozmieszczenia wyrażen nie dającego dostatecznej wskazówki, które wyrażenie wchodzi z którym w związek składniowy. Stąd, wieloznaczność taka zwana jest syntaktyczną, w odróżnieniu od leksykalnej, która polega na posiadaniu przez jedno wyrażenie więcej niż jednego znaczenia (np. „gwiazda” w kontekstach „gwiazda polarna” i „gwiazda rocka”). Przypatrzmy się frazie z jednym „z” (tj. wersji, która została poniechana na rzecz obecnej), oznaczywszy ją przez FAT (faza z tytułu alternatywnego):

FAT. *z filozoficznego i socjologicznego punktu widzenia*

Może być FAT tak rozumiana, że relacja między językiem i myśleniem jest rozpatrywana z podwójnego punktu widzenia, który jest zarazem filozoficzny i socjologiczny. To tak, jak gdyby się powiedziało „z twojego i [zarazem] mojego punktu widzenia jest to korzystne, ale nie z punktu widzenia Kowalskiego”; mowa tu o stanowiskach (dwu osób) będących jednym i tym samym punktem widzenia (przeciwstawionym jakiemuś innemu). W przypadku FAT jednak uprawnione jest też inne rozumienie: że mamy do czynienia nie z jednym tak połączonym punktem (podzielanym przez filozofię z socjologią), ale z dwoma różnymi, z których jeden jest filozoficzny, a drugi socjologiczny. Jest to interpretacja uprawniona, skoro reguły poprawnej polszczyzny dopuszczają, żeby przyimka odnoszącego się do dwóch członów użyć w sposób wyraźny tylko przy pierwszym członie, podczas gdy do drugiego odnoszony jest on domyślnie (jak w zdaniu „byłem na balu z Basią i Zosią”).

Opisałem na gorąco to doświadczenie, żeby tak konkretnie udokumentowanym faktem zakwestionować teorię o pierwszeństwie języka przed myślą. Wedle tej teorii (której historia i motywacja będzie opisana w ustępie 12.4) myśl nigdy nie wyprzedza języka, nie byłaby więc możliwa korekta

syntaktyczna już zaistniałego napisu. „Myślę tylko to, co napisałem (powiedziałem), nigdy zaś nie jest tak, że piszę (mówię) to, co wpierw pomyślałem” – oto kwintesencja owej teorii.

Wbrew jednak wspomnianej teorii, w opisanym doświadczeniu, gdy wytworzyłem napis FAT, moja myśl nie została przez ten napis zdeterminowana. Przeciwnie, pokierowała jego przekształceniem na inną postać. Nim zrealizowałem tę drugą, było konieczne, żeby pojawiła się niezwerbalizowana jeszcze świadomość dwóch sytuacji pozajęzykowych o różnej strukturze, które powinny dać się odróżnić przez sformułowania odpowiednio różniące się składnią, odwzorowujące językowo tę pozajęzykową odmienną. Napis FAT dlatego nie był zadowalający, że swą składnią dopuszczał możliwość interpretowania zarówno w jeden jak i w drugi sposób.

12.3. Z różnicy tej zdamy sprawę, zwróciwszy uwagę na odmienną w każdej z interpretacji kategorię syntaktyczną spójnika „i”. Niech interpretacja przyjęta po opisanym wyżej namyśle nazywa się rozłączną, druga zaś – łączną. To drugie znaczy, że ten sam punkt widzenia jest zarazem filozoficzny i socjologiczny.

Dla ułatwienia, będziemy rozważać interesujące nas zwroty w formie pierwszego przypadku (mianownika), a kolejnym ułatwieniem będzie posłużenie się skrótami:

FP — Filozoficzny Punkt [widzenia]

SP — Socjologiczny Punkt [widzenia].

Sa to zwroty (frazy) nazwowe; ich połączenie spójnikiem „i” tworzy nową nazwę, bardziej złożoną; w takim kontekście trzeba uznać „i” za funktor nazwotwórczy od dwóch argumentów nazwowych. Odnotujmy ten fakt w przejrzystym skrócie, podając przy każdym wyrażeniu wskaźnik jego kategorii składniowej.

Interpretacja rozłączna

1. FP i SP — n
2. FP — n
3. SP — n
4. i — $n/n, n$

Tak więc, wyrażenie 4 tworzy jako funktor wyrażenie 1 z wyrażen 2 i 3 jako argumentów.

Dokonując interpretacji łącznej środkami gramatyki funktorowej, trzeba określić kategorię przymiotnika, który tu występuje w roli przydawki; zauważmy, że przymiotniki mogą występować ponadto w roli składnika orzeczenia („Dyzio jest niegrzeczny”). Przydawka tworzy nazwę (złożoną) od nazwy (prostszej), jest więc funktorem nazwotwórczym od jednego argumentu nazwowego. Jaka więc będzie kategoria spójnika „i”, gdy połączymy nim dwie przydawki, uzyskując przydawkę złożoną, która razem z jakąś nazwą utworzy nową nazwę (bardziej złożoną)? Będzie to funktor nazwotwórczy od dwóch argumentów funktorowych (z kategorii wyżej opisanej). Zapiszmy to znowu w skrócie.

Interpretacja łączna

1. (F-i-S)P — n
2. F-i-S — n/n
3. F — n/n
4. S — n/n
5. i — $n/n // n/n, n/n$

Wiersz 5 zawiera liniowy zapis ułamka, który w zapisie piętrowym ma postać:

$$\frac{\frac{n}{n}}{\frac{n}{n}}$$

Tak więc, wyrażenie 5 tworzy z argumentów 3 i 4 wyrażenie 2, będące funktorem, który od nazwy „P” tworzy 1.

Została tu uruchomiona duża machina syntaktyczna, żeby zdać sprawę z powodu, dla którego jedno małe „z” powinno wystąpić w tytule odcinka 12 nie jeden lecz dwa razy, jeśli chce się uniknąć wieloznaczności syntaktycznej. Mianowicie, drugie wystąpienie „z” sprawia, że funktor „i” przestaje łączyć przydawki „filozoficzny” i „socjologiczny” w nową (złożoną) przydawkę, a więc przesądza na rzecz interpretacji rozłącznej tego funktora.

W ten sposób, jeden przykład konstrukcji składniowej, najdosłowniej „z życia wzięty”, bo wzięty z przeżyć myślowych autora i na żywo pokazany czytelnikom, wypełnia dwa różne zadania: obrazuje realną przydatność gramatyki funktorowej w zdawaniu sprawy ze zjawisk językowych (tak dopełniając odcinki 1-10), a zarazem ukazuje absurdalność mniemania, że myśl nie jest w stanie kierować językiem i w tym sensie język wyprzedzać. W opisanym bowiem doświadczeniu widać wyraziście, jak po zwerbalizowaniu myśli we wcześniejszej (potem odrzuconej) wersji FAT pojawia się świadomość, że wersja ta jest dwuznaczna i wymaga naprawy, nadania jednoznaczności. Ta świadomość nie jest zwerbalizowana, skoro jest świadomością tego, że trzeba dopiero znaleźć werbalizację odpowiednią do rozważanego stanu rzeczy: tego, że punkt widzenia filozoficzny jest czymś innym niż socjologiczny. Mówiąc słowami Norwida, trzeba „odpowiednie dać rzeczy słowo”, którego to słowa czy konstrukcji (np. podwojenia słowa „w”) w danym momencie brakuje. Jest już myśl, nie ma jeszcze słów (skąd by się miały brać, gdybym nie wiedział wcześniej, co chcę nimi opisać?). Ten fakt, że istnieli uczeni autorzy (o których mowa w ustępie 12.4) zaprzeczający, iżby mogło być w myśli coś, czego nie ma w języku, nie powinien nam przeszkadzać w tej oczywistości – jawiącej się każdemu z nas wtedy, kiedy próbuje *odpowiednie dać rzeczy słowo*.

Pokazana wyżej dwoistość funkcji i związanej z nią kategorii składniowej słowa „i” jest częstym w tekstach zjawiskiem. Występuje ono w conajmniej dwóch odmianach. Jedną, odnoszącą się do obiektów indywidualnych, ilustruje przykład dotąd rozważany (określony punkt widzenia to obiekt indywidualny, choć zarazem abstrakcyjny).

Druga odmiana, dotycząca zbiorów, jeszcze o tyle jest ciekawsza, że można ją analizować nie tylko od strony konstrukcji syntaktycznych, lecz także od pewnej strony semantycznej, mianowicie działań na zbiorach czyli klasach. Rozważmy zdanie:

A. Mile są widziane panny bogate i urodziwe.

Jego syntaktyczna dwuznaczność da się oddać, jak w przykładzie poprzednim, środkami gramatyki funktorowej [to temat do łatwego ćwiczenia], a nadto środkami teorii klas.

W jednym znaczeniu, mianowicie w interpretacji rozłącznej, funktor „i” jest odpowiednikiem symbolu dodawania klas, a w interpretacji łącznej – mnożenia klas. Sumę klas panien bogatych i panien urodziwych stanowi klasa, której elementami są jedne lub (w nie wyłączającym sensie „lub”) drugie. A więc bogate nieurodzone, urodzone niebogate, jak również obdarzone obiema zaletami. Wtedy zdanie A mówi, że mile są widziane wszystkie elementy tej sumy klas. Żeby ten sens uwydatnić, dzięki temu zapobiegając wieloznaczności, wystarczy powtórzyć słowo „panny” po „i”, co rozdzieli (podobnie jak „z” w poprzednim przykładzie) przydawki. W interpretacji zaś łącznej mamy do czynienia z iloczynem klas panien bogatych i panien urodziwych, a więc z klasą tych panien, które są zarazem bogate i urodziwe.

Taką samą, dającą się ująć środkami teorii klas, dwuznaczność syntaktyczną spotykamy w tytule z gazety (*Rzeczpospolita* z 12 listopada 2003): „Poszukiwani pracownicy młodzi i doświadczeni”. Wymagający pracodawca ma tu na myśli iloczyn, a mniej wymagający może mieć na uwadze sumę: wystarczy być młodym (nawet gdy niedoświadczonym) lub doświadczonym (nawet gdy niemłodym), żeby zostać zatrudnionym. W przypadku sumy można rzecz uwyraźnić, zapobiegając nieporozumieniu, gdy rozdzieli się przydawki (funktory) przez powtórzenie rzeczownika (nazwy),

np. „poszukiwani pracownicy doświadczeni i pracownicy młodzi”, ale takie rozwlekłe zwroty nie zawsze są pożądane; unika się ich np. w tytułach, zwłaszcza gazetowych.

Tym mniejsza bywa motywacja do takiej kompletności sformułowań, że często kontekst w połączeniu z naszą wiedzą o danej rzeczywistości eliminuje nieporozumienia. Gdy młody człowiek powie „ożenię się z panną bogatą i urodziwą”, to gdy jest to w kontekście sytuacyjnym społeczeństwa monogamicznego, mamy pewność, że chodzi o jedną osobę mającą oba rzeczzone przymioty. Ale nie będzie to już tak pewne w społeczności poligamicznej; można w niej aprobować taką rozsądną strategię, że jedna żona będzie urodziwa, a druga bogata. przypisując odpowiednią do tego intencję powyższemu oświadczeniu jakiegoś wyznawcy Mahometa.

Jeszcze wyraźniej eliminuje interpretację łączną taki kontekst, w którym występują przydawki wykluczające się nawzajem: jak w ewangelicznej opowieści o weselu, na które zaproszono panny mądre i głupie. Tutaj rozłączność, i stąd operowanie sumą nie zaś iloczynem, jest oczywista. Kropkę nad tym „i”, zauważmy, stawia ikonografia kościelna, przedstawiając obie klasy jako grupy oddzielone nawet przestrzennie (np. na frontonie pewnego kościoła w Bambergu).

12.4. Wróćmy do drugiego z zadań, jakie ma pełnić przykład rozterki autorskiej co do sformułowania tytułu odcinka 12. W tym drugim aspekcie służy on do pokazania, jak myśl wyprzedza język.⁶

Każdy z nas tego wyprzedzania doświadcza, gdy mając myśl szuka właściwego słowa; albo gdy nie jest zadowolony ze słowa, które znalazł, czując, że jeszcze nie dość przystaje ono do myśli. Skoro jest to doświadczenie tak wyraźne i powszechne, to czy dyskusowanie z poglądem mu przeciwnym nie będzie wyważaniem otwartych drzwi?

To zależy od tego, jaki jest przeciwnik. Jeśli jest to kierunek wielce wpływowy, albo taki, że choć już przebrzmiał, odegrał znaczącą rolę w historii myśli, to nie należy go ignorować. Takim kierunkiem, do niedawna jeszcze uchodzącym za szczyt myśli naukowej w psychologii, lingwistyce i naukach społecznych jest **behawioryzm**. Bierze on nazwę od słowa *behavior* – zachowanie – gdyż głosi, że metoda naukowa w wymienionych dyscyplinach polega na tym, żeby brać pod uwagę tylko bodźce fizyczne oraz zewnętrzne zachowania będące reakcjami na bodźce. Natomiast stany wewnętrzne, świadomość, przeżycia itp. są to zdaniem behawiorysty fikcje, którymi poważny uczony nie powinien się zajmować. W rezultacie, myślenie zostaje utożsamione z zachowaniem językowym czyli mówieniem. Da się to wyrazić w następującej maksymie (przypominającej swą strukturą tezę kierunku również, choć na inny sposób, restryktywnego, mianowicie empiryzmu).

B: Nie ma niczego w myśli, czego by nie było w języku.

Twierdzenie sformułowane tak ogólnie dopuszcza dwie interpretacje, odpowiadające dwóm odmianom behawioryzmu. W wersji radykalnej, wspomnianej już wyżej, neguje się istnienie procesów myślowych; w umiarkowanej zaś twierdzi się tylko o ich wtórności wobec języka. To drugie znaczy, że tyle tylko jesteśmy w stanie pomyśleć, ile da się wypowiedzieć w języku.

Behawioryzm ma teoretyczną kontynuację w kierunku, niegdyś podobnie przebojowym i dominującym, który określa się jako **fizykalizm**. Każdy fizykalista jest behawiorystą, ponieważ twierdzi

⁶ Warto wykorzystać ostatnią część tego zdania, żeby tym zilustrować jeszcze inny przypadek wieloznaczności syntaktycznej, typowy dla języków z bogatą deklinacją (nie zachodzi on np. w angielskim). W polskim można umieszczać podmiot i dopełnienie w dowolnym szyku, to jest, przed lub za czasownikiem. W wielu przypadkach końcówka deklinacyjna zapobiega dwuznaczności; tak jest w zdaniach „geniusz wyprzedza swą epokę” i „swą epokę wyprzedza geniusz”; oba mówią to samo na temat kto kogo wyprzedza. Tam jednak, gdzie formy biernika i czasownika się nie różnią, powstaje dwuznaczność, jak w powyższym zdaniu „myśl wyprzedza język”. Jeśli kontekst nie może tej wieloznaczności rozwikłać, pomaga zastosowanie strony biernej. W naszym przypadku chodzi, oczywiście, o to, że język jest wyprzedzany przez myśl.

on to samo, co behawiorysta radykalny, a ponadto twierdzi, że owe opisy zachowań dokonywane przez badacza i formułowane zwykle w języku potocznym powinny dać się przełożyć na język fizyki. Takiego programu można się dopatrzeć już w pozytywizmie „ojca socjologii” Augusta Comte’a, a wyraźną i radykalną postać nadali mu neopozytywiści z Koła Wiedeńskiego w latach dwudziestych i trzydziestych ubiegłego wieku. Byli to, w szczególności, Otto Neurath (1882-1945), który jako żarliwy marksista łączył program fizykalistyczny z marksistowskim materializmem, oraz Rudolf Carnap (1891-1970), który nie wiązał tego programu ani z materializmem ani z jego odrzuceniem, lecz motywował go metodologicznie. Ów взгляд metodologiczny to dążenie do jak największej sprawdzalności, którą najbardziej wykazuje się fizyka, a która dla psychologii i socjologii dopiero wtedy – wedle fizykalizmu – będzie osiągalna, gdy przetłumaczy się te dyscypliny na język fizyki.

Jeśli powodem do polemiki z jakimś kierunkiem ma być jego aktualna żywotność na scenie prądów myślowych, behawioryzm nie wymaga polemiki. Zdezaktualizował się on, w szczególności, w wyniku rozwoju lingwistyki oraz informatyki. W lingwistyce za sprawą Noama Chomsky’ego (1928-) doszła do głosu świadomość, że istnieje coś w rodzaju zaprogramowania, zapewne w mózgu, warunkującego zdolność uczenia się i stosowania języka; pojęcia zaś programu nie da się przełożyć na kategorie fizyki. Informatyka, z kolei, nieustannie daje nam dostrzeżać, jak czymś realnie oddziałującym, a różnym od fizycznej rzeczywistości, jest oprogramowanie (*software* w odróżnieniu od *hardware*’u jako czynnika fizycznego). Ponadto, maszyna do przetwarzania informacji definiowana jest w informatyce przez fakt, że każde jej zachowanie czyli to, co prowadzi do danych na wyjściu, jest funkcją dwu zmiennych, mianowicie danych wejściowych oraz aktualnego stanu wewnętrznego danej maszyny. Dane na wejściu odpowiadają, w terminologii behawioryzmu, bodźcom, dane wyjściowe reakcjom. Tu kończy się porównanie, bo stanów wewnętrznych behawioryzm nie uznawał, skazując się tym na takie ubóstwo pojęciowe, że nawet nie mógł opisać funkcjonowania automatu.

Także fizykalizm jest w odwrocie mimo zdumiewających (jeszcze bardziej niż w czasach Neuratha i Carnapa) sukcesów fizyki. Narasta zrozumienie, też biorące się z postępów informatyki, że funkcjonowanie wielu urządzeń fizycznych, a w każdym razie takich jak automaty i organizmy, zależy nie tylko od praw fizyki lecz także od praw innego rodzaju, obowiązujących w sferze *software*’u czyli algorytmicznej. Na przykład, żeby zrozumieć pewne zakłócenia w systemie operacyjnym komputera powstałe w wyniku przegrzania się procesora, trzeba nie tylko uwzględnić prawa fizyki dotyczące ciepła, lecz także rozumieć, jak powstałe w wyniku zmian termicznych zmiany w konfiguracji elektronów zniekształciły kod, w którym zapisany jest system operacyjny. Równie więc ważne jak prawa fizyki okazują się w tym przypadku prawa syntaktyki, żadną miarą nie dające się sprowadzić do prawidłowości mechanicznych, termodynamicznych czy innych. Co więcej, idee informatyki coraz szerzej wkraczają do fizyki, w której robi karierę pojęcie złożoności algorytmicznej – fundamentalna idea informatyczna.

12.5. Behawiorizm, fizykalizm i kierunki im podobne, jak również im przeciwstawne, należą do dziedziny idei filozoficznych, w szczególności filozofii nauki i filozofii umysłu. Z zapowiedzi więc zawartej w tytule tego odcinka był dotąd realizowany człon pierwszy – filozoficzny punkt widzenia. Punktowemu socjologicznemu, jako mniej związanemu z problematyką logiczną poświęćmy mniej uwagi, na tyle jednak, żeby odnotować w tym kontekście problem uniwersaliów językowych jako mający dużą doniosłość logiczną.

Z socjologicznego punktu widzenia, zagadnienie stosunku między językiem i myślą obejmuje kwestie w rodzaju następujących. Język jest istotnym czynnikiem tworzenia się i rozwoju relacji i więzi społecznych, jest też miarodajnym wskaźnikiem tych relacji i więzi. Najoczywistszą, nie wymagającą komentarzy, zależnością jest związek między językiem narodowym i świadomością

narodową (jak w *Rocie*: „nie rzucim ziemi, skąd nasz ród, nie damy pogrześć mowy”). Z kolei, dialekty w ramach jednego języka dają odwzorowanie specyficznych cech regionalnych. Grupy zawodowe, warstwy społeczne, różne kręgi kultury i subkultury – to kolejne struktury społeczne, których właściwości odwzorowują się w odmiennościach językowych.

Nie te jednak socjologiczne aspekty relacji między myślą i językiem są najbardziej interesujące dla logiki. Najbardziej interesujące jest to, że badania społeczne, odsłaniając ogromną różnorodność kultur, ukazują na tym tle elementy językowe i logiczne, które są powszechne, wspólne wszystkim kulturom i wszystkim językom naturalnym. Określamy je jako **językowe uniwersalia**.

Wyraziste przykłady tej uniwersalności to (1) konstruowanie zdań złożonych ze zdań prostszych, (2) konstrukcja podmiot-orzeczenie, (3) przekształcenia zachodzące między zdaniem o wszystkim (z pewnego określonego zakresu) i zdaniem dotyczącymi tylko niektórych elementów. Pierwsza z tych konstrukcji jest badana w logicznej teorii zdań złożonych (rachunku zdań), a dwie pozostałe w logicznej teorii orzekania (rachunku predykatów). Stąd, współczesna logika formalna, obejmująca rachunek zdań i rachunek predykatów daje znaczący wgląd w zagadnienie uniwersaliów językowych.

Z połączenia wyników logiki, lingwistyki, biologii i nauk społecznych powstaje następujący obraz stosunku myśli do języka. Uniwersalia językowe są to struktury myślowe, uwarunkowane zarówno przez struktury mózgowie jak i struktury postrzeganego przez nas świata, którym zawdzięczamy formowanie się struktur składniowych. To na przykład, że wszyscy ludzie postrzegają świat jako mnogość rzeczy grupujących się w jakieś klasy, jest podstawą dla struktur syntaktycznych takich jak różne formy orzekania o przynależności elementu do klasy.

Są więc tak pojęte uniwersalia czymś, co warunkuje powstanie i rozwój języka; brak dyspozycji mózgowych do posiadania uniwersaliów jest zapewne tym, co wyjaśnia, dlaczego nie dorobiły się języków inne gatunki zwierzęce. I tak, na przykład, najpierw musi być ujmowanie świata w kategoriach orzekania, żeby potem w różnych językach wykształciły się właściwe im formy gramatyczne realizujące jakby na powierzchni języka tę głęboką uniwersalną strukturę. W językach np. angielskim, niemieckim, francuskim, nieodzownym elementem w orzekaniu jest przedimek (lub rodzajnik) nieokreślony, podczas gdy łacina czy języki słowiańskie radzą sobie bez niego.

Ten kierunek zależności, od myśli do języka, współgra z drugim, który prowadzi od języka do myśli. Znaczy to, że nabyty wraz z językiem zasób pojęć oraz właściwe temu językowi struktury składniowe głęboko wpływają na żywiony przez nas obraz świata oraz kolosalnie zwiększają efektywność myślenia. Nie jest to jednak wpływ bez reszty zniewalający. Im bardziej jest czyjś umysł inteligentny i twórczy, tym bardziej potrafi się wysforować poza odziedziczone w języku ścieżki myślowe.

W taki to sposób dane socjologiczne i refleksja filozoficzna prowadzą do wniosku o zachodzącym między myślą i językiem sprzężeniu zwrotnym – sprzężeniu, w którym myśl rozwija i kształtuje język, a język rozwija i kształtuje myśl.