**SZTUCZNA INTELIGENCJA W ZASTOSOWANIACH**

**METODY REPREZENTACJI WIEDZY**

**Opracowania studentów**

\* W jaki sposób wiedza jest zapisywana i/lub kodowana w przypadku ludzi? Pomyśl o języku, logice, ale także o mózgu? Na czym polega różnica między zapisem symbolicznym i niesymboliczny (nazywanym niekiedy: subsymbolicznym)?

(Opracowanie: Alicja Pawelska)

Wiedzę zapisujemy i kodujemy za pomocą pamięci. Pamięć to zdolność do rejestrowania i ponownego przywoływania wrażeń zmysłowych, skojarzeń, informacji, występująca u ludzi, niektórych zwierząt i w komputerach.

Dokładnie istnieją cztery kategorie pamięci, które pozwalają nam na zachowanie wiedzy. **Są to: [[1]](#footnote-1)**

**Pamięć zmysłowa**

Obejmuje pięć zmysłów, ale najpotężniejszym wyzwalaczem wspomnień jest zapach. Zmysły pozwalają nam doceniać świat, nic więc dziwnego, że wiele wspomnień można pobudzić właśnie dzięki nim. Określona melodia może np. przywołać wspomnienie ślubu lub rodzinnego spotkania. Ludzie obdarzeni świetną pamięcią często tworzą w umyśle wizualne wskazówki wspomagające pamięć długotrwałą.

**Pamięć ruchowa**

Pozwala kontrolować ruchy konieczne do wykonania pewnych wyuczonych czynności – od subtelnych zmian napięcia strun głosowych pozwalających nam mówić po kontrolę mięśni umożliwiających chodzenie bez utraty równowagi. Ta pamięć wiąże się z nabywaniem nowych umiejętności. Z niedawnych badań wynika, że pamięć ruchowa wpływa na ich naukę w dwóch etapach: najpierw dochodzi do rekrutacji obwodów neuronowych najlepiej odzwierciedlających ruchy niezbędne do opanowania nowej umiejętności. Np. przy grze na pianinie konieczne są oczy, uszy i palce. Druga faza zachodzi po opanowaniu i zapamiętaniu podstawowych ruchów. Wtedy mózg rekrutuje dodatkowe komórki nerwowe, by całość udoskonalić. Tu widać różnicę między poprawnym wykonaniem muzyka amatora a kogoś, kto gra w orkiestrze symfonicznej.

**Pamięć wizualno-przestrzenna**

Ten rodzaj pamięci łączy szlaki nerwowe z kory wzrokowej z tymi z płatów skroniowych odpowiedzialnymi za orientację przestrzenną. Lewa półkula ma większy udział w postrzeganiu szczegółów, zaś prawa łączy je w spójną całość. Wspólnie pozwalają ci zobaczyć zarówno drzewa, jak i las.

**Pamięć językowa**

Dzięki niej mamy zdolność przypisywania słów przedmiotom, co ma podstawowe znaczenie w komunikacji. Fizyczne „wpisanie” podstaw komunikacji w obwody mózgu odpowiedzialne za opanowanie języka może mieć poważne konsekwencje w postaci zaburzeń tego typu pamięci. Ktoś, kto nie potrafi odróżnić stwierdzeń opartych na prawdziwych wspomnieniach od tych, które mają swe źródło w fantazji, może mieć problemy z koncepcją prawdy i fałszu. Proces pamiętania polega na odzyskiwaniu informacji z „magazynów pamięci”, a potem ich ponownym zapisywaniu.  
 W jego trakcie wspomnienia są ubarwiane. Jedne dane są dodawane, inne ujmowane albo zastępowane nowymi. Im więcej czasu upływa od zdarzenia, tym bardziej prawdopodobne, że mózg pozmieniał coś w jego wspomnieniu.  
**Pamięć językowa jest szczególnie ważna, ponieważ języki i pamięć językowa umożliwia człowiekowi efektywny zapis wiedzy na poziomie kulturowym, a co za tym idzie rozwój kultury w ogóle.**

**Na czym polega różnica między zapisem symbolicznym i niesymbolicznym?**

(Opracowanie: Alicja Pawelska)

Pamięć możemy opisywać na co najmniej dwóch poziomach: biologicznym (mózg, neurony, połączenia między neuronami, nawet DNA) i psychologicznym (przedstawienia czyli coś co postrzegamy i czym operujemy świadomie, np. obrazy, słowa, zdania).

**Zapis symboliczny** to sposób zapisu na poziomie psychologicznym oraz kulturowym, a więc za pomocą obrazów, tekstów kultury, tekstów naukowych.

zaś

**Zapis niesymboliczny** to zapis na poziomie biologicznym, na poziomie mózgu i układu nerwowego. Taki sposób kodowania jest odzwierciedlany w przypadku sztucznych sieci neuronowych.

**\*Na czym polega różnica między zapisem wiedzy a metodami jej wykorzystywania? Odnieś to do logiki**.

(Opracowanie: Alicja Pawelska)

Wiedzę w logice możemy zapisać za pomocą formuł logicznych. Zapis ten odbywa się na określonych prostych zdań, faktów jako prawdziwe lub fałszywe. Dla zdań złożonych używamy dodatkowych operatorów logicznych jak alternatywa(p ∨ q), koniunkcja(p ˄q), implikacja(p =>q), negacja(~p). Dla każdego operatora istnieje tabela prawdy, która określa kiedy zdanie jest prawdziwe. Przykładowo zdanie „Dzisiaj pada deszcz i jest wiosna” jest koniunkcją gdzie p=”Dzisiaj pada deszcz” a q=”jest wiosna”. Z tabeli prawdy o koniunkcji wiemy że zdanie jest prawdziwe jeśli p i q są faktami prawdziwymi. W dniu dzisiejszym jest jesień więc q jest nieprawdziwe oraz całe zdanie również jest nieprawdziwe.

Z zapisanej wiedzy, która jest zbiorem prostych faktów prawdziwych lub fałszywych oraz operatorów logicznych jesteśmy w stanie wywnioskować bardziej zaawansowane zdania logiczne. Przykładową metodą wykorzystania tej wiedzy możemy się posłużyć metodą *Modus ponendo ponens(łac. sposób potwierdzający przez potwierdzenie).*

Tautologia rachunku zdań mówi, że jeśli uznajemy prawdziwość poprzednika prawdziwej implikacji, to musimy uznać też prawdziwość jej następnika:

[(p =>q) ˄ p] => q

Przykład

Jeżeli prawdą jest że pada deszcz i jednocześnie gdyby padał deszcz to byłoby wilgotno, więc jest wilgotno

Jako p uznajemy zdanie =”pada deszcz”

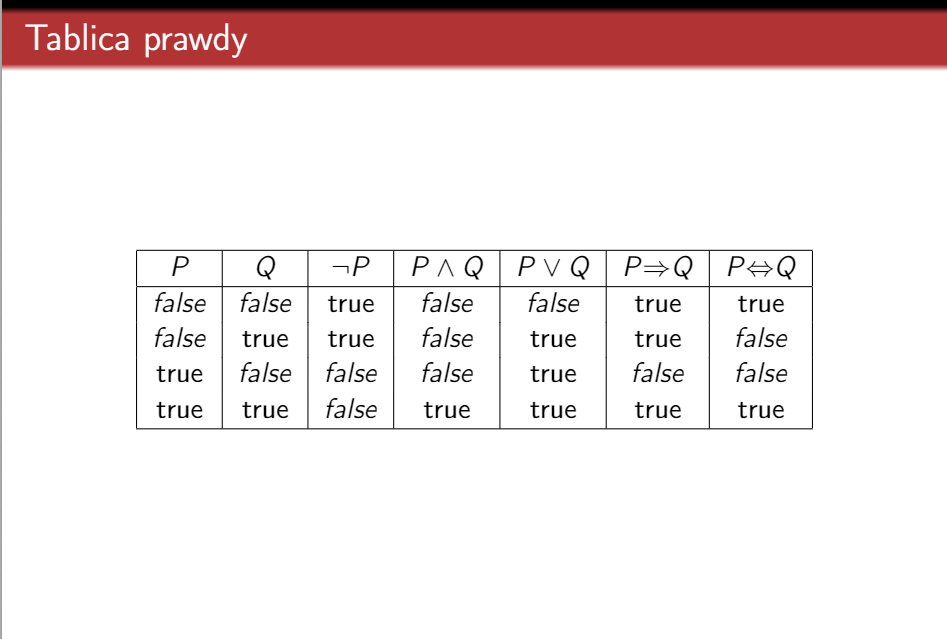
Jako q uznajemy zdanie =”jest wilgotno”

Pytanie 3. W jakim sensie najprostszy rachunek logiczny, czyli rachunek zdań można uznać za metode reprezentacji wiedzy? Podać przykłady zapisu.

(Opracowanie: Mikołaj Stańczuk)

Rachunek Zdań można uznać za metodę reprezentacji wiedzy, ponieważ dzięki jemu zapisowi, możemy zanegować, potwierdzić lub wyjaśnić dowolne stwierdzenie, na wszystkie możliwe sposoby.

**Operatory:**  
Negacja -, S (improwizuje, ponieważ word odrzucał mi znaczek negacji logicznej)  
Koniunkcja ^ - coś i coś np. Paryż jest stolicą Francji i Francja leży w Europie  
Dysjunckja v – coś lub coś np. Księżyc krąży wokół Ziemi lub pies ma osiem łap  
Implikacja (warunek) => Coś wynika z czegoś np. Jeśli jutro będzie ładna pogoda, to pójdziemy na grzyby  
Równowartość ⬄ wtedy i tylko wtedy np. Księżyc krąży wokół Ziemi wtedy i tylko wtedy, gdy ziemia krąży wokół słońca

Specyfikuje interpretację każdego symbolu i stałych i określa znaczenie zależności logicznych. Znaczenie symboli (ich interpretacja) jest dowolna. np. P może znaczyć „Paryż jest stolicą Francji”, czy też „Piotr ma niebieskie oczy ” P może stać się True, jeżeli fakt, o którym mówi zaistniał. Zdania złożone mają takie znacznie, które wynika z ich składowych. Można zdania złożone traktować jak funkcje. Gdy podane są wartości wejściowe, to można obliczyć wartość wynikową.  
  


Pytanie 4. Prolog oraz programowanie

(Opracowanie: Mikołaj Stańczuk)

Prolog to komputerowy język programowania. Jego początki sięgają roku 1970, od tego czasu używano go w aplikacjach związanych z przetwarzaniem symbolicznym, w takich dziedzinach, jak:  
 -relacyjne bazy danych,  
 -logika matematyczna,   
- rozwiązywanie problemów abstrakcyjnych,  
 -przetwarzanie języka naturalnego,  
 -automatyzacja projektowania,   
- symboliczne rozwiązywanie równań,  
 -analiza struktur biochemicznych,   
-różne zagadnienia z dziedziny sztucznej inteligencji.

Programowanie w Prologu nie polega na opisywaniu algorytmu, jak to ma miejsce w tradycyjnych językach programowania. Zamiast tego programiści Prologu zajmują się raczej formalnymi relacjami i obiektami związanymi z danym problemem, badając, które relacje są „prawdziwe” dla szukanego rozwiązania. Tak więc Prolog może być uważany za język opisowy i deklaratywny. Programowanie w Prologu polega przede wszystkim na opisaniu znanych faktów i relacji dotyczących problemu, w mniejszym stopniu na podawaniu kolejnych kroków algorytmu. Kiedy programujemy w Prologu, sposób pracy komputera częściowo wynika częściowo z tego, że Prolog na podstawie danego zbioru faktów może wnioskować nowe fakty, a jedynie częściowo na podstawie jawnie podanych przez programistę instrukcji sterujących.

W Prologu podaje się bazę faktów i reguł. Potem można wykonywać zapytania na tej bazie. Podstawową jednostką w Prologu jest predykat. Predykat składa się z nagłówka i argumentów, na przykład: ojciec(Tomasz, Agata), gdzie ojciec to nagłówek a Tomasz i Agata to argumenty. Predykat może zostać użyty do wyrażenia pewnych faktów o świecie, które są znane programowi. W tym przypadku programista musi nadać im znaczenie. Jedną z interpretacji zdania ojciec(Tomasz, Agata) jest „Tomasz to ojciec agaty”. Jednak równie dobrze mogłoby to znaczyć „ojcem Tomasza jest Agata”. Prolog nie ma pojęcia, co oznaczają te stwierdzenia. Wszystko co robi to manipulacja symbolami w oparciu o reguły. Dlatego można wybrać dowolny sposób zapisu tego, że „Tomasz to ojciec agaty”, pod warunkiem konsekwentnego przestrzegania kolejności argumentów w całym programie.

**Zapisy:**Najprostszym sposobem opisu świata (problemu), jest podanie faktów z nim związanych, jak na przykład:   
ciezszy(pomarancz,jablko).   
ciezszy(jablko,mandarynka).   
Ciezszy(arbuz,pomarancz).   
ciezszy(jablko,winogrono).   
  
Powyższe fakty stwierdzają, że   
- ciezszy(pomarancz,jablko). – pomarańcz jest cięższa od jabłka, -  
 ciezszy(jablko,mandarynka). – jabłko jest cięższe od mandarynki,   
- itd.

**Zapytania:**

Praca z programem Prologowym także odbywa się inaczej niż w innych językach programowania. Raczej trudno mówić o uruchamianiu programu i jego działaniu jako samodzielnej i niezależnej aplikacji, gdyż programy Prologu z natury są raczej interakcyjne. Bardziej adekwatnym określeniem zamiast uruchamianie wydaje się być formułowanie zapytań lub też interakcyjny tryb zapytanie–odpowiedź.   
Zapisany program wczytujemy poleceniem (znaki ?-są tzw. znakiem zachęty):   
?- [plikBezRozszerzenia].   
i od tego momentu możemy formułować zapytania,   
np. ?- posiada(piotr,ksiazka).  
 Zapytanie to, w języku naturalnym brzmiałoby: Czy Piotr ma książkę?   
Na potrzeby przetwarzania przez Prolog należy czytać je jednak trochę inaczej: Czy istnieje fakt mówiący, że Piotr ma książkę?

Kiedy mamy już jakies fakty, możemy zadawać dotyczące ich zapytania. W Prologu zapytanie wyglada tak samo jak fakt, ale umieszcza się przed nim specjalny symbol - pytajnik i minus (?-).   
?- posiada(maria,gazeta).   
Każde wpisane pytanie musi być zakończone kropką, po której naciskamy klawisz Enter celem wysłania go do systemu Prolog.   
Prolog przeszuka całą dostępną bazę wiedzy (w postaci faktów i reguł) i jeśli zostanie znalezione coś co pasuje do zapytania i zwraca przy tym wartość logiczną prawda, wówczas zostanie zwrócona odpowiedź yes; w przeciwnym razie no. Raz jeszcze zaznaczam, że no nie oznacza „nie”, ale „nie wiem”. Sam proces przeszukiwania, odbywa się linia po linii, czyli fakty i reguły rozpatrywane są w kolejności ich umieszczenia w pliku. Zamiast szukać odpowiedzi na pytanie “Czy Piotr ma książkę?”, możemy chcieć zapytać “Co ma Piotr?”, co w języku Prologu bardziej należy czytać jako: Jeśli Piotr ma X, to X jest tym czego szuka. ?- posiada(piotr,X).

5) Czym są regułowe reprezentacje wiedzy? Gdzie znajdują główne zastosowanie?

(opracowanie: Natalia Bogdan)

W 1972r. przedstawiono model systemu opartego na produkcjach (system reguł). Podstawowymi komponentami tego modelu są: pamięć reguł (production memory) oraz pamięć robocza (working memory). Pamięć reguł odpowiada pamięci długotrwałej w psychologii, natomiast pamięć robocza – pamięci krótkotrwałej. W pamięci długotrwałej wiedza zapisana jest za pomocą produkcji/reguł. Reguła jest formułowana w postaci:

Jeśli zachodzi pewien WARUNEK, to wykonaj pewną AKCJĘ.

Przy czym AKCJA ma najczęściej charakter konkluzji wyprowadzonej z WARUNKU albo jest czynnością bezpośrednio oddziałującą na środowisko zewnętrzne, w sytuacji kiedy WARUNEK jest spełniony. Zakłada się, że reguły zamieszczone w pamięci o charakterze długotrwałym, znajdują się w niej na stałe. Pamięć robocza natomiast, która zwiera informację dynamiczną, odnoszącą się do świata otaczającego system. W ciągłym cyku podlega ona sprawdzaniu przez część warunkową reguł (tz. część: Jeśli zachodzi pewien WARUNEK). Kiedy WARUNEK którejś z reguł jest spełniony to reguła ta jest stosowana. Jeśli zastosowanie reguły ma charakter reakcji w stosunku do otoczenia, system wykonuje pewną czynność, np. wyłącza jakieś urządzenie, wysyłając odpowiednie polecenie do procesora sterującego tym urządzeniem. W sztucznej inteligencji ma to zastosowanie w ekspertowym systemie regułowym. W takim modelu reguły służą do kodyfikacji szczegółowej wiedzy opisującej specyficzną, precyzyjnie określoną dziedzinę zastosowań tego systemu.

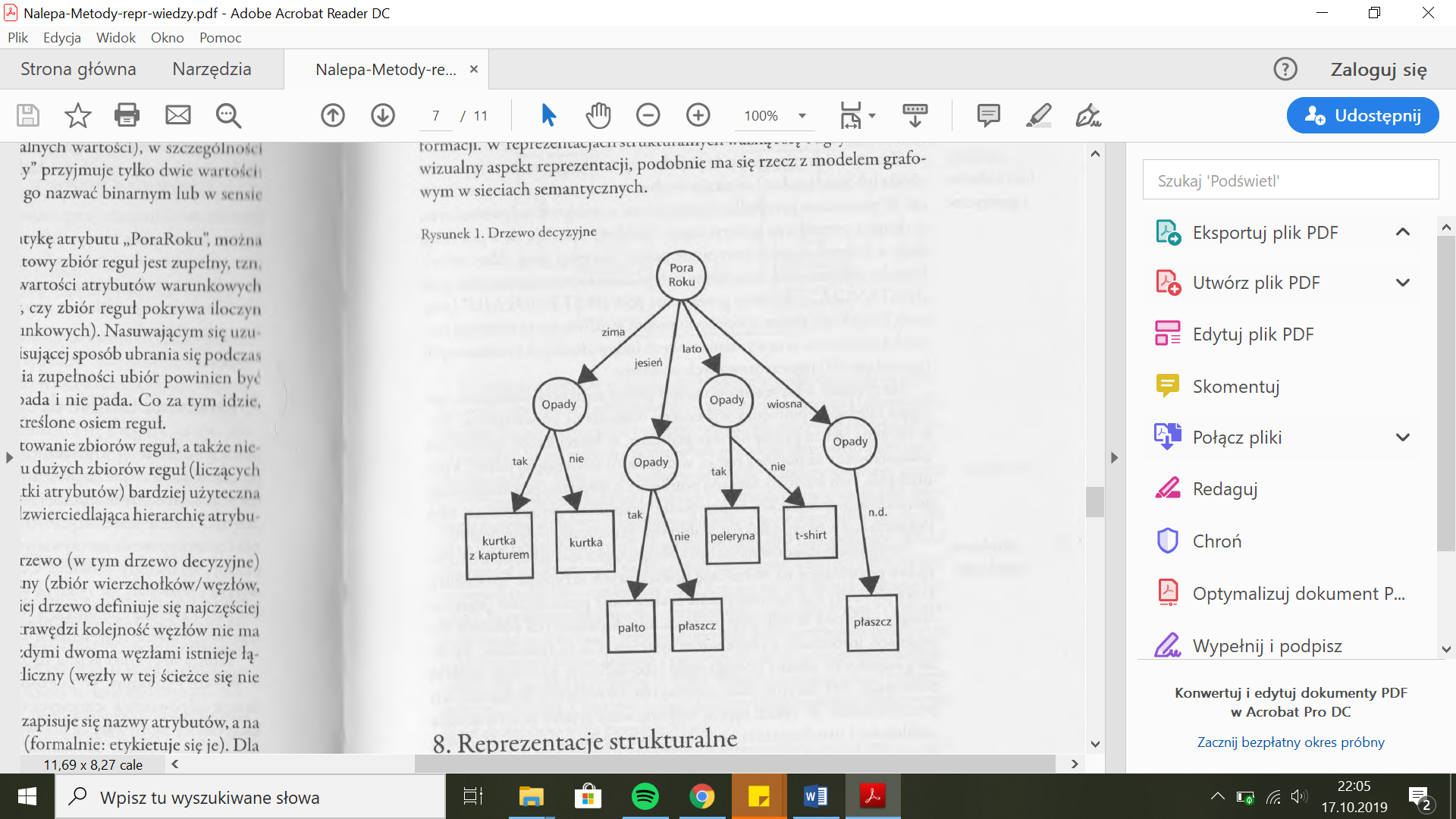
Systemy eksperckie (ekspertowe) to systemy oparte na wiedzy. Rozwiązują one problemy z pewnej dziedziny na podstawie wiedzy i umiejętności specjalistów z tej dziedziny, zgromadzonych w tzw. bazie wiedzy. Często służy to automatyzacji procesów.

Przykładem jest system BRUITLOG, który dotyczył modelowania regulacji prawnych. Miał on wspomagać decyzje burmistrza w zakresie polityki dotyczącej problemu hałasu i ciszy. System miał za zadanie odwzorować wiedze prawną na ten temat i symulować rozumowanie burmistrza. System ten brał m.in. pod uwagę uchwalone prawo, regulaminy a także orzecznictwo administracyjne.

Inne zastosowanie systemów eksperckich w administracji publicznej – w przypadku prawa podatkowego. Jest ono przedmiotem działania wyspecjalizowanych jednostek administracji publicznej, a jednocześnie obejmuje oddziaływaniem różne inne organizacje, w tym firmy czy po prostu podatników. Doradztwo w tym obszarze prowadzą specjaliści z tej dziedziny. Jednak od jakiegoś czasu możliwa jest zarówno dystrybucja wiedzy z tej dziedziny, jak i użycie jej w formie wspomagania decyzji dzięki technologii systemów eksperckich (TAXADVISOR, TAXMAN19).

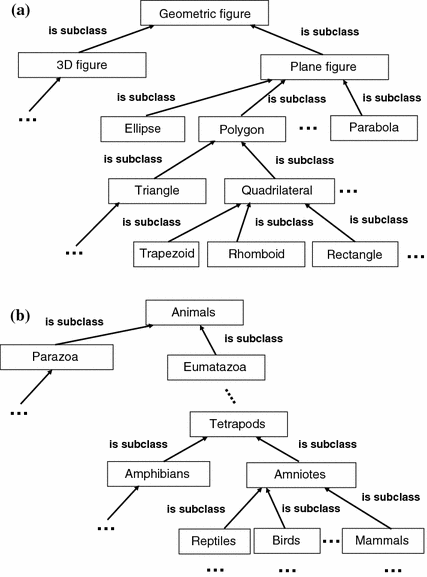
6) Czym są drzewa decyzyjne, a czym sieci semantyczne?

(opracowanie: Natalia Bogdan)

**Drzewo decyzyjne** – jest w formie grafu, gdzie zbiór wierzchołków (węzłów) jest połączony krawędziami.

W takim drzewie w węzłach zapisuje się nazwy atrybutów („*Pora roku”, „Opady”)* a na krawędziach zaznacza się ich wartości – etykietuje się („*zima”, „jesień”, „lato”, „wiosna”)*. Na zaprezentowanym przykładzie w przypadku „*wiosny”* wprowadzono wartość „*n.d.”,* która oznacza, że *„płaszcz”* wkłada się bez względu na opady.

Przyjmuje się, że drzewa decyzyjne odpowiadają zbiorom reguł. W reprezentacjach strukturalnych ważną rolę odgrywa wizualny aspekt prezentacji.

**Sieci semantyczne** – podstawą konstrukcji tego modelu była obserwacja, że sformułowanie wiedzy jako zbioru pojęć odnoszących się wzajemnie do siebie pozwala na jej lepsze zrozumienie. Przykładowo, w matematyce, wprowadzając w danej teorii kolejne pojęcia, odnosimy się do już uprzednio wprowadzonych pojęć, co ilustruje rys. (a). Kolejno wprowadzane pojęcia są uszczegółowieniami wcześniej wprowadzonych pojęć w tym sensie, że mają one wszystkie własności pojęć nadrzędnych i dodatkowo pewne specyficzne dla siebie cechy. Później wprowadzane pojęcia są *podklasami (subclass)* wcześniej wprowadzonych pojęć*.* Trapez jest podklasą Czworokąta, który jest z klei podklasą Wielokąta. W sieci semantycznej reprezentujemy takie fakty, za pomocą skierowanych krawędzi mających etykietę relacji: jest podklasą (*is subclass*).

Sieci semantyczne składają się na pojęcia atomowe, obiekty i role.

**Pojęcia atomowe** – to podstawowe pojęcia, które służą definicji innych, bardziej złożonych pojęć. Przykładowo, dla „ontologii kolorów” możemy zdefiniować następujące pojęcia atomowe odpowiadające barwom podstawowym: *czerwony* (R), *zielony* (G), *niebieski* (B). Dalej, możemy skonstruować kolejne pojęcia (złożone): *żółty* (Y) = *czerwony* zmieszany z *zielony; fioletowy* (V) = *czerwony* zmieszany z *niebieski.*

**Obiekty –** odpowiadają one konkretnym bytom opisywanego świata. Mówi się również, że są one **instancjami** (przykładami) właściwej im klasy (pojęcia). Np., obiekt  *Jan Kowalski* (konkretna osoba) jest instancją klasy *Polak.* Istnienie takiej instancji (w tym przypadku: osoby) w logikach deskrypcyjnych zapiszemy jako *Polak* (Jan Kowalski). Wtedy też klasy (pojęcia) możemy traktować jako zbiory obiektów. To, że obiekt należy do klasy opisujemy etykietą relacji: *należy do klasy.*

Przykładowo, na rys. (a) jest przedstawiony fragment sieci semantycznej zawierającej dwa obiekty: *John Smith*  oraz *Ava Smith,* wraz z ich charakterystyk. Można dowiedzieć się z tej reprezentacji, że obiekt *John Smith* jest mężczyzną i pułkownikiem (*colonel).* Klasa *pułkownik* jest podklasą klasy *junior officer* *(młodszy oficer)* a ta z kolei jest podklasą klasy *oficer(żołnierz).* Z kolei *Ava Smith* jest kobietą i lekarzem neurologiem.

**Role** – służą one do określania relacji, jakie zachodzą miedzy obiektami (czasem też klasami). Na przykład w celu reprezentacji wiedzy genealogicznej możemy wprowadzić role: *małżonek, rodzic, rodzeństwo*. Jak w przypadku *ról atomowych* (oraz pojęć) możemy określać bardziej złożone role, np. rolę *dziadek*  możemy zdefiniować jako *rodzic rodzica* oraz *mężczyzna,* a rolę *ciotka* jako *rodzeństwo rodzica* oraz *kobieta.*

7) Czym są modele obliczeniowe

(opracowanie: Natalia Bogdan)

Modele obliczeniowe – specjalne sieci reprezentujące wiedzę dotyczącą możliwości obliczania, czyli wyznaczania wartości zmiennych na podstawie wzorów wiążących te zmienne.

Modele obliczeniowe służą do rozwiązywania problemów z dziedzin elementarnych, np. matematyki, fizyki. Prosty model obliczeniowy składa się ze zbioru zmiennych i zbioru relacji częściowych wiążących te zmienne. Dla takiego modelu obliczeniowego *M* przyjmuje się, że var*(M)* oznacza zbiór zmiennych, a rel(*M*) – zbiór jego relacji.

Modele obliczeniowe należy reprezentować jako sieci – w postaci graficznej. Zmienne i relacje będą węzłami sieci. Jeśli zmienna jest związana pewną relacją częściową, to węzeł odpowiadający tej zmiennej należy połączyć łukiem z węzłem odpowiadającym relacji. Jeśli z modelu obliczeniowego usunie się relację zawierającą *k* operatorów i w zamian doda się *k* nowych relacji, każdą z jednym operatorem, to otrzyma się nowy model o tej samej mocy obliczeniowej. Tak więc można się ograniczyć do prostych modeli obliczeniowych zawierających jedynie relacje z jednym operatorem.

Przykład: Ciało o masie *m*  porusza się po prostej ze stałym przyśpieszeniem *a* w czasie *t.* Dla *t*<0 ma prędkość początkową v0, a po czasie *t* prędkość końcową *v*. Przebyta w czasie *t* droga wynosi *s,* siła bezwładności wynosi *F.* Energia kinetyczna ciała dla *t=0* wynosi *E*1, a po czasie *t*  wynosi *E*2. Można to przedstawić za pomocą równań i zmiennych, które zaś tworzą model obliczeniowy zawierający wiedzę o ruchu przyśpieszonym. Oznacza się go identyfikatorem RUCH i może on posłużyć do rozwiązywania wielu zadań dotyczących ruchu przyspieszonego.

S = v0t + (at2)/2

v = v0 + at

F = ma

E1 = [m(v0)2]/2

E2 = (mv2)/2

1. http://www.national-geographic.pl/ludzie/poznaj-sekrety-ludzkiej-pamieci [↑](#footnote-ref-1)