

Reprezentacja wiedzy: Struktura świata i jej odbicie w języku

Wojciech Jaworski

Instytut Informatyki
Uniwersytet Warszawski

W dowolnym momencie w historii dysponujemy wyobrażeniem o naturze rzeczywistości, które potem zawsze w części okazuje się fałszywe i prowadzi nas do kolejnych wyobrażeń, bardziej akuratnych, i tak dalej; póki co jednak, w owym momencie, każdy z wariantów może okazać się prawdziwy, świat pozostaje opisywalny przez konkurencyjne teorie.

Jacek Dukaj

- Formalizm grafów pojęć oraz ontologia przedstawiona na wykładzie pochodzą z książki

John F. Sowa

„Knowledge Representation

Logical, Philosophical, and Computational Foundations”

- Na stronie

`http://www.jfsowa.com/krbook`

znajdują się materiały dotyczące książki, m.in.:

- ▶ opis ontologii,
 - ▶ definicja grafów pojęć i przykłady,
 - ▶ opis ról tematycznych i pozostałych relacji występujących w grafach pojęć.
- Edytor grafów pojęć CharGer

`http://charger.sourceforge.net`

Konwencja nazewnicza

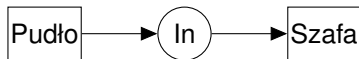
- Z uwagi na to, że ani pozostawienie nazw w wersji angielskiej, ani ich konsekwentne tłumaczenie na język polski nie jest korzystne, przyjąłem zasadę tłumaczenia na polski nazw pojęć i pozostawienia nazw relacji pojęciowych w wersji angielskiej.
- Pojęcia wyrażane przez czasowniki zapisuję za pomocą 3 osoby czasu teraźniejszego (w przeciwieństwie do konwencji słownikowej — bezokolicznik — i encyklopedycznej — odsłownik)

Przedmioty fizyczne i czasoprzestrzeń

- Wszystko jest **bytem** (Entity).
- Byty zanurzone w czasoprzestrzeni nazywamy **fizycznymi** (Physical).
- **Przedmiot fizyczny** (Object) jest to zanurzony w czasoprzestrzeni (materialny) byt, który jest **trwały w czasie** (Continuant) i **samoistny** (niezależny, Independent).
- Przedmioty fizyczne znajdują się wobec siebie w relacjach przestrzennych (spatial relation) takich jak **In, On, Under, ...**

Pudło jest w szafie.

$(\exists x : \text{Pudło})(\exists y : \text{Szafa}) \text{ in}(x, y)$



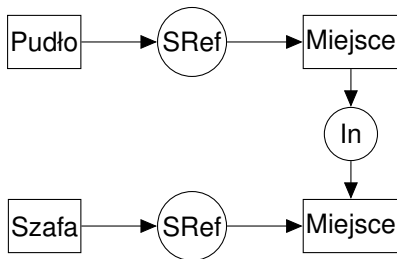
Przedmioty fizyczne i czasoprzestrzeń

- Alternatywnie możemy zdefiniować relację odniesienia przestrzennego (spatial reference), która łączy przedmiot z obszarem czasoprzestrzeni, czyli **miejscem** (Place).
- Wówczas miejsca znajdują się wobec siebie w relacjach przestrzennych, a nie przedmioty.

Pudło jest w szafie.

$(\exists x : \text{Pudło})(\exists y : \text{Szafa})(\exists a, b : \text{Miejsce})$

$\text{sref}(x, a) \wedge \text{in}(a, b) \wedge \text{sref}(y, b)$



- Rozpatrzmy następujące byty:
 - ▶ *węzeł na linii,*
 - ▶ *staw między kośćmi,*
 - ▶ *połączenia pomiędzy częściami samochodu.*
- Są to trwałe w czasie byty fizyczne.
- Nie są samoistne (np. węzeł nie może istnieć bez linii), lecz **względne** (Relative).
- Nazwiemy je **połączeniami** (Juncture, spojeniami).

Typy strukturalne

- Typ strukturalny (phenomenal type) opisuje byt poprzez tkwiącą w nim strukturę.

drewniane koło

- *koło* — nazwa formy geometrycznej, która opisuje kształt — może odnosić się zarówno do formy abstrakcyjnej jak i bytu fizycznego.
- *drewniany* opisuje realizację (ucieleśnienie, wcielenie, inkarnację) tej formy jako obiektu z drewna.
- Aby zbadać przynależność bytu do typu strukturalnego wystarczy mieć dany ten byt i procedurę sprawdzania przynależności do pojęcia.
- Typy strukturalne odzwierciedlają fenomenologiczną koncepcję widzenia świata *takim, jakim się on jawi, oglądu tego, co bezpośrednio jest dane.*
- Typ przedmiot fizyczny oraz jego podtypy charakteryzują należące do nich indywidua ze względu na typ strukturalny.
- Typ strukturalny odpowiada klasie w modelowaniu obiektowym.

Rola

- Typ **rola** (Role) jest to rola jaką byt (aktor) odgrywa w relacji z innym bytem (odniesieniem roli).
- Rola jest specyfikacją typowego zachowania, umiejętności, stosunków społecznych, uprawnień bytu 'grającego' rolę (aktora).
- Na przykład *matka, pracownik, przechodzień, student*.
- Przypisanie bytom ról jest subiektywne, wymaga obserwatora i zależy od jego intencji (tym role różnią się od połączeń).
- Na przykład *samochód* może być traktowany jako *pojazd*, albo *wyznacznik statusu społecznego*.
- Czasami rola zadana jest przez kontekst: *karp* w restauracyjnym menu pełni *rolę jedzenia*, a nie *żywej istoty*.
- Klasyfikacja zwn. rolę nie zależy od struktury obiektu,
- Tę samą rolę mogą mieć byty, które diametralnie różnie przejawiają się, np. *samochód* i *hulajnoga* są pojazdami.
- Role odpowiadają interfejsom w modelowaniu obiektowym.

- Czasami formę można wywnioskować z roli, np. student jest człowiekiem, ale nie jest to ścisła implikacja.
- Nawet jeśli aktualnie wszystkie byty będące aktorami dla danej roli należą do jakiegoś ustalonego typu strukturalnego, to może się to zmienić w przyszłości.
- Przykładowe typy ról:
 - ▶ **Funkcja przedmiotu** (Function) — rola, której aktorem nie jest osoba.
 - ▶ **Funkcja społeczna** (Social Role), np. ojciec.
 - ▶ **Funkcja w organizacji** (Organisation Role), rola pełniona przez członka organizacji, np. kierownik, student, urzędnik, petent.

Prehensja

- Role i połączenia, są przykładem zjawiska **prehensji**, wtórości, splotu (dosłownie: pochwycenia, uwikłania).
- Aktor roli (prehending entity) jest spleciony z odniesieniem roli (prehended entity) przez splatającą go intencję (subiektywną formę).
- Przykładem prehensji, która niekoniecznie jest rolą, jest określenie osoby ze względu na cechę: *grubas*, *rudzielec*, itp.
- Splatająca intencja nie musi należeć do splecionego bytu: właściciel rudej czupryny nie decyduje o tym jak go inni postrzegają.
- Intencja określa między innymi sposób w jaki aktor odgrywa rolę.
- Dla zadanego dopełnienia splotu możemy stworzyć nazwę roli:
 - ▶ człowiek, który *zajmuje się komputerami* to *komputerowiec*;
 - ▶ byt, który *ma silnik* to *silnikowiec*;
 - ▶ *narzędzie do wbijania* to *wbijacz*;
- Podobnie *kopiarka*, *odkurzacz*, *nożownik*, *obrońca*, ...

Test posiadania

- Odróżnia aktora roli (prehensji), od odniesienia roli. Procedura:
 - ▶ Dla danych słów X i Y, wypowiedz zdanie „X ma Y”.
 - ▶ Jeśli zdanie brzmi naturalnie to X jest spleciony z Y.
- Np. *Samochód ma silnik. Samochód ma kolor.,*
ale nie: *Silnik ma samochód. Kolor ma samochód.*
- Jeżeli odniesienie jest bytem abstrakcyjnym to możemy powiedzieć „X ma wiedzę o Y”, np. *Fizyk ma wiedzę o fizyce.*
- Dla bytów współzależnych relacja jest symetryczna:
Matka ma dziecko. Dziecko ma matkę.
Pracodawca ma pracownika. Pracownik ma pracodawcę.
- Posiadanie jest podstawową relacją między rzeczownikami:
mam cnotę, ubranie, wiedzę, dom, wykład, żonę itp.
- Prehensję będziemy utożsamiać ze spełnianiem testu posiadania i wyrażać relacją **Has**.
- Has jest podstawową relacją pojęciową, wszystkie inne relacje w grafach pojęć są jej podtypami.

Reprezentacja ról (prehensji)

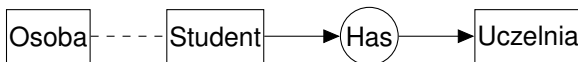
- W języku naturalnym koncentrujemy się na aktorze pozostawiając odniesienie roli domniemanym.

student

- W logice role reprezentujemy jako relacje dwuargumentowe.

$student(x, y)$

- W grafach pojęć role traktujemy jako pojęcia (pudełka).
- Desygnat roli jest jednocześnie obiektem mającym swój typ strukturalny.

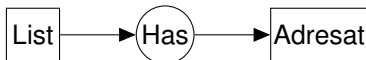


Przykłady prehensji

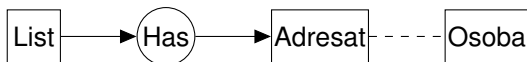
Lina ma węzeł.



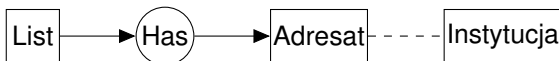
List ma adresata.



List ma adresata (osobę).

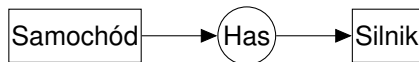


List ma adresata (instytucję).



Relacja bycia częścią

Samochód ma silnik.



*Silnik jest częścią samochodu.
Samochód ma silnik wśród swoich części.*



- Bycie **częścią** (Part) jest podtypem roli.
- Definiujemy dla niego relację pojęciową **Part**.

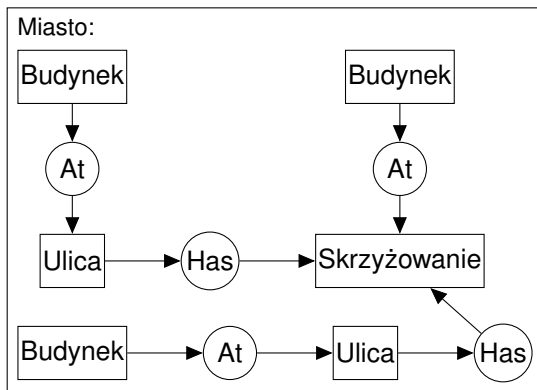


- Relacja Part jest podtypem relacji Has, takim, że jej drugi argument jest w roli bycia częścią wobec pierwszego argumentu.

- **Struktury** są to trwałe w czasie byty fizyczne.
- Struktura jest bytem **pośredniczącym** (Mediating)
- Opisuje w jaki sposób połączenia wielu bytów fizycznych (jej komponentów) są zorganizowane tak, by pełnić jakąś funkcję.
- Dla każdej struktury istnieje powód uzasadniający jej istnienie.
- Przykłady:
 - ▶ sklepienie łukowe składa się z połączeń bloków kamiennych
 - ▶ ptasie gniazdo jest połączeniem gałązek, liści itp.
 - ▶ miasto składające się z bloków, ulic, ...

Konteksty

- Struktury reprezentujemy za pomocą kontekstu.
- Jako desygnat strukturalnego pojęcia umieszczamy graf przedstawiający jego strukturę.



Kontekst opisujemy w języku logiki za pomocą metajęzykowego predykatu $dscr$:

$$\begin{aligned} & (\exists m : \text{Miasto}) dscr \left(m, (\exists b_1, b_2, b_3 : \text{Budynek}) \right. \\ & \quad (\exists u_1, u_2 : \text{Ulica}) (\exists s : \text{Skrzyżowanie}) \\ & \quad \left. at(b_1, u_1) \wedge at(b_2, u_2) \wedge at(b_3, s) \wedge has(u_1, s) \wedge has(u_2, s) \right) \end{aligned}$$

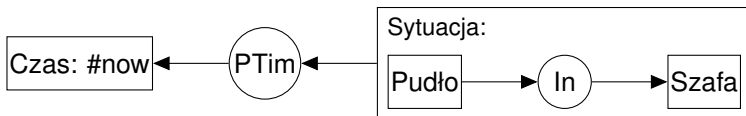
- Czas opisujemy za pomocą mereologii, tzn. składa się on z interwałów (okresów) powiązanych ze sobą relacjami czasowymi.
- Np. $\text{finishes}(t_1, t_2)$ mówi, że t_1 kończy t_2 , czyli t_2 zaczyna się przed t_1 i oba kończą się w tym samym momencie.
- Momenty, czyli punkty w czasie traktujemy jako byty abstrakcyjne: granice zstępujących ciągów interwałów.
- W grafach pojęć będziemy korzystać z:
 - ▶ typu **czas** (Time) zawierającego interwały;
 - ▶ relacji **PTim** wiążącej byty **zmienne w czasie** (Occurrent) z interwałami;
 - ▶ relacji **Succ** wiążącej następujące po sobie interwały oraz byty zmienne w czasie;
 - ▶ wskaźnika **#now** (teraz) wskazującego na czas zależny od kontekstu, w którym zostało użyty.
- Daty są stałymi czasowymi, indywidualami typu czas.

Byty fizyczne zmienne w czasie

- **Procesy** (Process) są to byty fizyczne zmienne w czasie, istniejące samoistnie.
- Na przykład: ogień, przygotowanie obiadu, . . .
- Rozróżnienie pomiędzy obiektami fizycznymi, a procesami wynika z przyjętej skali czasu i poziomu dokładności (np. lodowiec obserwowany przez 5 minut, albo 5 lat).
- **Uczestnictwo** (Participation) jest relacją pomiędzy procesem a obiektem trwałym w czasie zwanym **uczestnikiem** (Participant), np. szczekający pies.
- **Sytuacja** (Situation) jest to stan rzeczy, konfiguracja bytów mająca miejsce w czasie.

Sytuacja terazniejsza

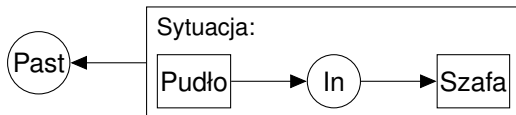
- Zdanie *Pudło jest w szafie* opisuje sytuację umiejscowioną w czasie.



$$\text{Czas}(06.11.2012) \wedge (\exists s : \text{Sytuacja}) \text{pTim}(s, 06.11.2012) \wedge \\ \text{dscr}(s, (\exists x : \text{Pudło})(\exists y : \text{Szafa}) \text{in}(x, y))$$

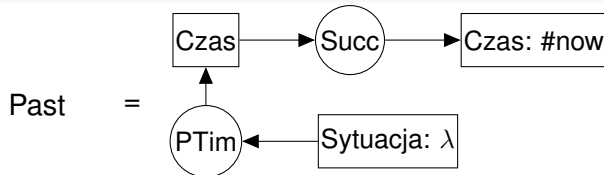
- Graf zawarty w pudełku sytuacji jest graficzną reprezentacją sytuacji, a nie samą sytuacją.

Zdanie *Pudło było w szafie* opisuje inną sytuację.

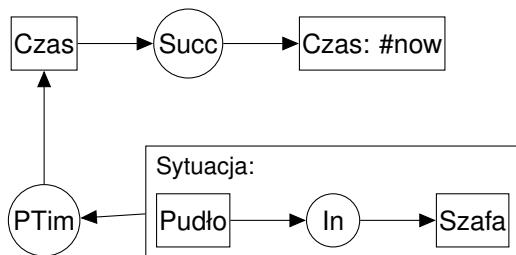


$$(\exists s : \text{Sytuacja}) \text{past}(s) \wedge \\ \text{dscr}(s, (\exists x : \text{Pudło})(\exists y : \text{Szafa}) \text{in}(x, y))$$

Definicja przeszłości



Opis sytuacji po rozwinięciu definicji:

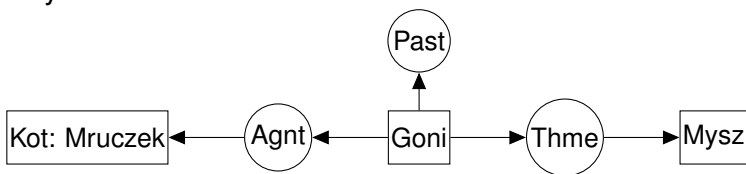


Rodzaje procesów

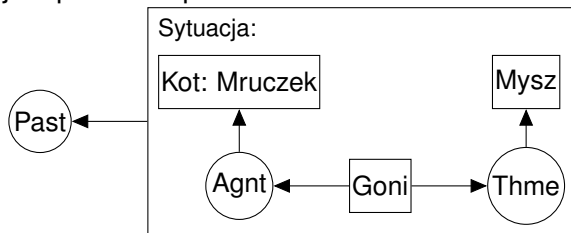
- Zmiana wywoływana przez proces może być ciągła w czasie (np. procesy fizyczne) lub dyskretna (np. wykonania programów).
- Procesy dyskretny możemy podzielić na **zdarzenia** (Event), kiedy ma miejsce zmiana, i **stany** (State), kiedy zmiana nie następuje.
- Z drugiej strony **Akcja** (Action) to zmiana wywołana celowym działaniem agenta.
- **Agent** (Agent) jest to byt mający zdolność do celowego działania.
- Agent jest związany z akcją relacją **Agnt**.
- Przykładami agentów są osoby, zwierzęta, organizacje, programy komputerowe.
- Zaimki *ja* oraz *ty* wskazują agentów zależnie od kontekstu.
- Analizę pojęcia przyczyny i celowego działania zajmiemy się w dalszym ciągu wykładu.
- Uwaga: słowa *proces*, *zdarzenie* i *akcja* nie mają ustalonego znaczenia w literaturze.

Umiejscowienie akcji w czasie

- Zdanie *Mruczek gonit mysz* możemy przetłumaczyć na dwa sposoby



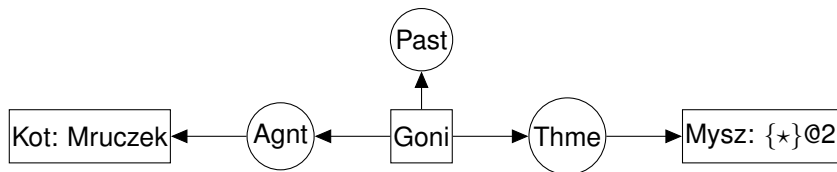
- W powyższej interpretacji umiejscowienie czasowe Mruczka i myszy nie jest podane wprost.



- Drugą interpretację można uzyskać z pierwszej za pomocą wnioskowania.

Zdania prawdziwe tylko w przeszłości

- Zdanie *Mruczek gonił dwie myszy* możemy zapisać jako



- Nie było jednak sytuacji, w której Mruczek gonił jednocześnie dwie myszy.
- $\{*\}$ wskazuje, że mamy do czynienia ze zbiorem anonimowych myszy, a @2 określa jego liczebność.
- Dodając w grafie **Dist** przed $\{*\}$ @2 stwierdzimy, że mamy na myśli dystrybucyjną relację między myszami a resztą zdania, oznaczającą, że miały miejsce dwie akcje gonienia.
- Zaś gdybyśmy dodali **Col** stwierdzilibyśmy, że liczba mnoga jest kolektywna, czyli że Mruczek faktycznie gonął dwuelementowy zbiór myszy.

Zakres argumentów czasownika

- Okoliczniki mogą określać całą sytuację bądź konkretny byt biorący w niej udział.

Studiował na uniwersytecie w Warszawie

- Mamy tu niejednoznaczność składniową, ale semantycznie *w Warszawie* dotyczy całej sytuacji.

Studiował przez internet na uniwersytecie w Warszawie,

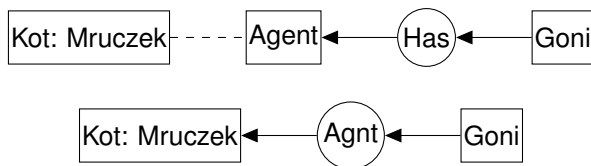
- *przez internet* sugeruje, że w Warszawie był uniwersytet, a sam akt studiowania jest przestrzennie nieokreślony.

W Warszawie studiował przez internet na uniwersytecie

- Położenie okolicznika *w Warszawie* wskazuje na to że określa on czynność (lokalizację agenta), zaś uniwersytet może być gdziekolwiek.

Role tematyczne

- Role tematyczne są relacjami klasyfikującymi byty odnoszące się do akcji i procesów.
- W przybliżeniu odpowiadają one z relacjom składniowym i kategoriom gramatycznym.
- Nie ma arbitralnie ustalonego zbioru ról tematycznych i do różnych zastosowań wykorzystuje się różne ich zestawy.
- Role tematyczne reprezentujemy w grafach pojęć jako relacje pojęciowe (kółka); są podrelacjami relacji Has.



Role semantyczne wg Johna F. Sowy

- <http://www.jfsowa.com/ontology/thematic.htm>
- Koncepcja Sowy ma charakter drzewa decyzyjnego.
- Dla danego argumentu zadajemy kolejne pytania i w zależności od odpowiedzi określamy rolę.
- Konstrukcja systemu jako drzewa decyzyjnego daje gwarancję tego, że nie trzeba będzie rozszerzać zbioru ról oraz upraszcza ich przypisywanie.

Drzewo decyzyjne:

Does the participant determine the direction of the process, either from the beginning as the initiator or from the end as the goal?

- Yes → Must be present at the beginning of the process, but need not participate throughout the process?

Must be present at the end of the process but need not participate throughout the process?


- ▶ Yes, No → An active animate entity that voluntarily initiates an action?
 - ★ Yes → Agent (**Agnt**)
 - ★ No → An active determinant source?
 - Yes → Effector (**Efct**)
 - No → Origin (**Orgn**)
- ▶ No, Yes → Is participant animate?
 - ★ Yes → Is participant an active animate goal of an experience?
 - Yes → Experiencer (**Expr**)
 - No → Recipient (**Rcpt**) (Beneficiary (**Benf**))
 - ★ No → Result (**Rslt**)
- ▶ Yes, Yes → wybieramy jeden powyższych rodzajów lub przypisujemy do obu
- ▶ No, No → zakładamy, że takich argumentów nie ma

Drzewo decyzyjne:

Does the participant determine the direction of the process, either from the beginning as the initiator or from the end as the goal?

- No → Must be present at the beginning of the process, but need not participate throughout the process?
Must be present at the end of the process but need not participate throughout the process?
 - ▶ Yes, No → Is participant changed by the event?
 - ★ Yes → Matter (**Matr**)
 - ★ No → Instrument (**Inst**)
 - ▶ No, Yes → Does the participant undergo some structural change as a result of the event?
 - ★ Yes → Patient (**Ptnt**)
 - ★ No → Theme (**Thme**)
 - ▶ Yes, Yes → wybieramy jeden powyższych rodzajów lub przypisujemy do obu
 - ▶ No, No → zakładamy, że takich argumentów nie ma

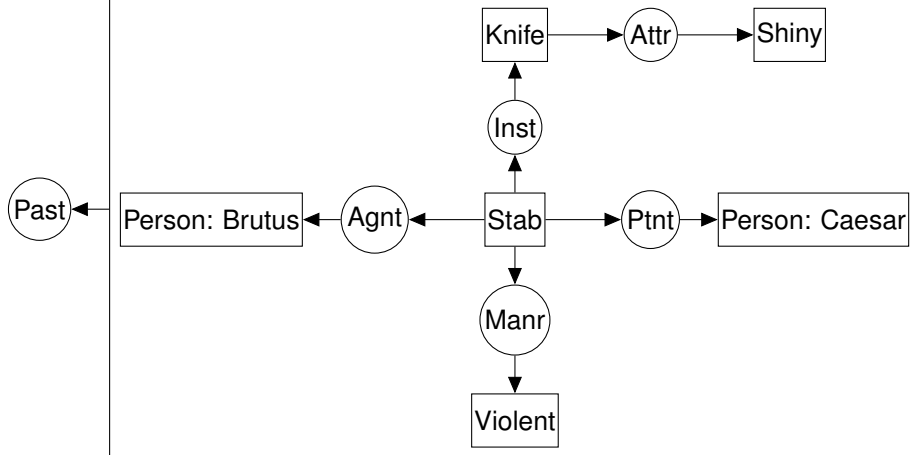
Oprócz powyższych mamy role przestrzenne i czasowe:

- Origin (**Orgn**), Path (**Path**), Destination (**Dest**), Location (**Loc**)
- Start(**Strt**), Duration(**Dur**), Completion(**Cmpl**), PointInTime(**PTim**), 

Brutus stabbed Caesar violently with a shiny knife.

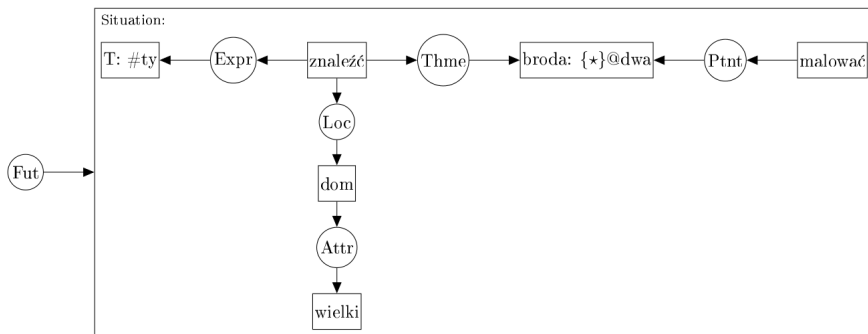
Brutus dźgnął Cezara gwałtownie lśniąącym nożem.

Sytuacja:



Rola Manner (**Manr**) określa sposób w jaki prowadzone jest działanie.

W wielkim domu znajdziesz dwie malowanie brody



- Lista 5257 sensów czasowników z określonymi rolami tematycznymi argumentów i ich wymaganiami semantycznymi.
- Czasowniki pogrupowane są w 274 klasy ze względu na zbiór ról tematycznych.
- 1396 zdań anotowanych rolami semantycznymi.
- <http://verbs.colorado.edu/mpalmer/projects/verbnet.html>
- Role verbnetowe można podzielić na dwie kategorie:
 - ▶ role ogólne: Agent, Experiencer, Recipient, Beneficiary, Product, Material, Instrument, Patient, Theme, Location, Source, Destination, Time;
 - ▶ role specyficzne dla VerbNetu: Actor, Asset, Attribute, Cause, Extent, Predicate, Stimulus, Topic.
- W przykładach występują też role nie wymienione na liście np: Co-Agent.

FrameNet

- Zbiór 1164 ram semantycznych
- Rama semantyczna odpowiada pojęciu
- Ramka zawiera
 - ▶ listę argumentów (i modyfikatorów) dla swojego pojęcia opisanych poprzez rolę semantyczną (sumie dla wszystkich ram 10011).
 - ▶ listę leksemów (lub wyrażień wielosłownych) wyrażających pojęcie (w sumie 12714)
 - ▶ relacje pomiędzy ramkami takie jak np. dziedziczenie, czy bycie podramką.
- Z każdym leksemem skojarzona jest lista typów semantycznych jego argumentów, a każdemu typowi przypisane są możliwe realizacje gramatyczne.
- Leksemy realizujące pojęcia to czasowniki (4880), rzeczowniki (5177), przymiotniki (2270) i inne (387) np
 - ▶ ramka “Death” dotyczy leksemów “die”, “death”, “perish”, “pass away”,
 - ▶ ramka “Documents” dotyczy różnych typów dokumentów: “license”, “certificate”, “confirmation”, “permit”, “subpoena”, “visa”.

Ramy semantyczne

- Schematyczne reprezentacje sytuacji.
- Rama składa się ze zbioru czasowników opisujących sytuację oraz nazw ról ich argumentów.
- Np. sytuacja *Becoming_a_member* może być wyrażona m. in. przez czasowniki *join*, *enroll* i *enlist*.
- Jeden czasownik wystąpić w wielu rolach, które odpowiadają różnym jego znaczeniom.
- Np. *join* występuje w *Attaching*, *Cause_to_amalgamate* i *Becoming_a_member*.
- Zbiory ról zależą od projektu:
 - ▶ FrameNet przyjmuje role specyficzne dla konkretnej sytuacji, np.: *Group*, *New_member*.
 - ▶ VerbNet korzysta z ról tematycznych podobnych do omówionych na wcześniejszych slajdach.
 - ▶ PropBank ma generyczne role *Arg0*, *Arg1*, *Arg2*,...
- SemLink jest projektem scalającym 3 powyższe.

Akcje jako role

- Czasowniki mogą wyrażać formę, czy też strukturę akcji, a mogą też opisywać rolę

Zosia ukryła piłkę wkładając ją do pudła.

- Zosia wykonała jedną akcję, opisuje ją zarówno 'ukryć' jak i 'włożyć'.
- Obserwator zewnątrz mógł widzieć, że Zosia wkłada piłkę do pudła, ale nie wie, że ona ją tam 'ukrywa' (chce ukryć) nie znając jej intencji.

*Burmistrz spędził dużo czasu przedstawiając swoje projekty.
Mówił prawie trzy godziny.*

- Trzy czasowniki wyrażają tu tą samą czynność:
 - ▶ *mówił* określa formę czynności (pierwszość);
 - ▶ *przedstawiając* ignoruje formę, wskazuje na jej efekt (wtórość);
 - ▶ *spędził czas* odnosi się jedynie do czasu trwania, który jest aspektem efektu czynności.
- Ta sama akcja może być opisana za poprzez jej formę (pierwszość), rezultat (wtórość), intencje agenta (trzeciość).

Klasyfikacja przymiotników

- **Przymiotniki jakościowe (charakteryzujące)** wskazują na bezwzględne (tzn. przypadkowe, niestałe) cechy, np. formę, rozmiar, smak, kolor, temperaturę itp.
- Cechy, do których odnoszą się przymiotniki jakościowe mogą występować w mniejszym lub większym natężeniu oddawanym przez stopień przymiotnika.
- **Przymiotniki dzierżawcze** stwierdzają, do kogo należy dana rzecz, np. ojcowska rada, babcine ciasto, mysi ogon, lisia kita, szcurzy pyszczek, bociani dziób, krowie wymię, końska grzywa, rybia łuska.

Klasyfikacja przymiotników

- **Przymiotniki gatunkujące (klasyfikujące, wyróżniające)** wyrażają względne (tzn. stałe, niezmiennie) cechy i właściwości danego przedmiotu.
- Wskazują na cechę gatunkową, wyróżniającą, a nie po prostu na jedną z wielu cech przedmiotu.
- Określają cechy, które mogą odnosić się np. do materiału, z którego dany przedmiot wykonano (*kamienna rzeźba*), charakteru substancji chemicznej (*kwasiarkowy*), typu pojazdu (*lokomotywa spalinowa*), rodzaju czynności wyrażonej rzeczownikiem (*odprawa celna, przelew bezgotówkowy*), czasu (*letnia olimpiada*) czy miejsca (*sklep osiedlowy*).
- Cechy, które wyrażają nie posiadają stopnia ich natężenia.

Przydawka przymiotna

- Przymiotnik stojący przed rzeczownikiem jest **przydawką charakteryzującą**, opisującą cechę przygodną.
- Gdy przymiotnik następuje po rzeczowniku jest **przydawką klasyfikującą**.
- Przykłady:
- *karlik większy* jest nazwą gatunkową i nic nie mówi o wielkości danego osobnika względem innego;
- *większy karlik* porównuje rozmiar osobnika względem drugiego.

Uwaga metodologiczna

- Powyższa klasyfikacja nie stanowi pełnego dokładnego i całkowicie prawdziwego opisu zjawiska.
- Nie ma tu jednoznacznego przyporządkowania do klas, a do tego zbiór klas nie pokrywa wszystkich możliwości.
- Interpretację pozycji przymiotnika w zdaniu należy traktować jako zgrubne przybliżenie.
- Tym, co stanowi o wartości klasyfikacji jest jej statystyczna skuteczność określana przez odsetek przypadków, dla których klasyfikator udzielił odpowiedzi, i odsetek poprawnych odpowiedzi.

Reprezentacja cech

- Cechy to kolory, kształty, rozmiary, nazwy, itp.
- Reprezentacje frazy *czerwona piłka*:
 - ▶ prosta ale niepraktyczna reprezentacja

$$(\exists x : \text{Piłka})\text{czerwony}(x)$$

- ▶ reprezentacja zgodna z semantyką języka naturalnego:

$$(\exists x : \text{Piłka})(\exists y : \text{Czerwień})\text{attr}(x, y)$$

każdemu słowu odpowiada pojęcie. Relacja bycia atrybutem „attr” wiąże obiekt z jego cechą — innym obiektem.

- ▶ reprezentacja w stylu relacyjnej bazy danych:

$$(\exists x : \text{Piłka})(\text{kolor}(\text{Czerwony}) \wedge \text{chrc}(x, \text{Czerwony}))$$

Mamy tabelę „Piłka” mającą kolumnę „kolor”. x jest obiektem w tej tabeli a „Czerwony” wartości atrybutu „kolor” dla tego obiektu. „chrc” jest predykatem wiążącym obiekt w tabeli z jego cechą — typem.

- Typ „Kolor” jest typu „Charakterystyka”, który jest typem trzeciego rzędu.

Związek przymiotnika jakościowego z rzeczownikiem

- Relację bycia cechą zapisujemy za pomocą **Attr** (Attribute).

zielone jabłko



- Relację Attr możemy uznać za identycznościową.
- Oznacza to, że mamy na myśli obiekty typu wskazanego przez rzeczownik, które mają cechę podaną przez przymiotnik.
- Powyższa konstrukcja pozwala opisać przymiotniki jakościowe.
- Dla przymiotników gatunkujących wystarcza w sytuacji, gdy gatunek jest wyznaczany przez przecięcie typu rzeczownika i przymiotnika, np. *kamienna rzeźba*.
- Nie oddaje to jednak gatunkowego charakteru związku jaki ma miejsce.
- Przymiotnik gatunkujący można użyć w znaczeniu jakościowym, np.: *siarkowy zapach*.

Związek przymiotnika *siarkowy* z rzeczownikiem

- Przymiotnik *siarkowy* wyznacza przedmioty zawierające siarkę lub z nią związane: *mydło siarkowe, szampon siarkowy, krem siarkowy, pumeks siarkowy, beton siarkowy, knot siarkowy, nawóz siarkowy, przemysł siarkowy*
- W znaczeniu związanym z chemią (*iperyt siarkowy, kwas siarkowy, aminokwas siarkowy, elektrolit siarkowy*) sposób w jaki siarka występuje jest precyzyjnie określony przez rzeczownik.
- W każdym z powyższych przypadków ze znaczenia rzeczownika i przymiotnika możemy wywnioskować znaczenie frazy co zapiszemy za pomocą typów

Siarkowy(Mydło)

Siarkowy(Kwas)

itd.

- Zapis „Siarkowy(Kwas)” możemy rozwinąć do postaci grafu, który opisuje w jaki sposób algorytm wykrywania cząsteczek kwasu zostaje zawężony pod wpływem przymiotnika do algorytmu wykrywania cząsteczek kwasu siarkowego.

Nazwy gatunkowe

- Jako nazwa gatunku *żółciak siarkowy*, *mleczaj siarkowy* i *kwiat siarkowy* nie mają związku z siarką (poza kolorem), ale są podtypami odpowiednio *żółciaka* i *mleczaja*, a *kwiat siarkowy* — *kwitnie*.
- Tym niemniej znaczenia nie da się wydedukować z znaczeń części składowych.
- *Świnka morska* to przypadek skrajny: nie ma żadnego związku ze *świnką* i nie jest *morska*.
- *miara zewnętrzna*, jest pojęciem ogólniejszym od *miary*.

Domyślne procesy

- Kiedy rzeczownik wyraża proces interpretujemy przymiotnik jako rolę tematyczną tego procesu.
- W pewnych sytuacjach zarówno rzeczownik jak i przymiotnik stanowią role tematyczne jakiegoś domniemanego procesu.
- Na przykład *kamienna rzeźba*, to *rzeźba zrobiona z kamienia*, co daje graf



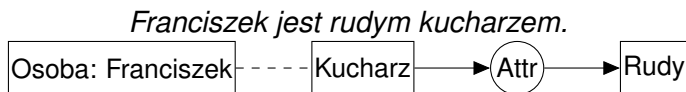
- Z kolei *Włoska książka* to może być *książka napisana we Włoszech*, *książka kupiona we Włoszech*, itp.



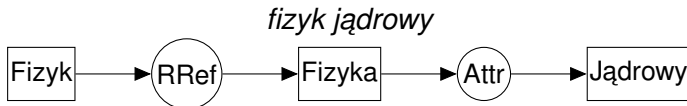
- **Prtc** (Participant) jest relacją obejmującą wszystkie role tematyczne.

Przymiotniki modyfikujące rolę

- Gdy rzeczownik opisuje byt ze względu na jego typ strukturalny, byt ten jest jedynym którego cechę można wyrazić.
- Kiedy rzeczownik wyraża rolę, przymiotnik może modyfikować aktora roli, jej odniesienie lub intencję, która określa sposób w jaki aktor realizuje swoją rolę.
- *Rudy kucharz to rudy człowiek.*



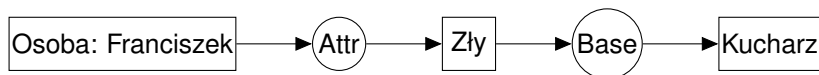
- Jednak *zły kucharz* nie musi być *złym człowiekiem*.
- Podobnie *fizyk jądrowy* nie jest *człowiekiem jądrowym*.



- Zakładamy tutaj, że *fizyk jądrowy* różni się od *fizyka* jedynie odniesieniem roli.

Przymiotniki modyfikujące role

Franciszek jest złym kucharzem.



- O roli możemy myśleć jako o zbiorze umiejętności, zdolności, właściwości posiadanych przez aktora.
- Na przykład kucharz posiada umiejętność gotowania.
- W takiej konwencji przymiotnik *zły* staje się modyfikatorem typu *kucharz* pozbawiającym go zdolności profesyjnych.
- Podobnie *były senator, informatyk teoretyczny, nauczyciel akademicki, starszy specjalista, doktor habilitowany*.
- W języku angielskim może być w takiej sytuacji użyty rzeczownik, np. *assistant professor*

Przydawki

- Przydawka dopełniaczowa zwykle oznacza prehensję, fakt posiadania kogoś, czegoś, bycia z kimś w relacji.
- Można interpretować ją za pomocą relacji Has (*ojciec Jana*), ale może być też modyfikatorem (*organy ścigania*).
- Przydawka rzeczowna zwykle wprowadza nazwę własną obiektu, którego typ podaje określany rzeczownik (*kino Świt*).
- Apozycja (*lekarz dentysta, miasto stołeczne Warszawa*) wyraża koreferencję, dwie nazwy dla tego samego bytu.
- Przydawkę przyimkową możemy interpretować jako argument domyślnego czasownika: *uniwersytet w Warszawie to uniwersytet zlokalizowany w Warszawie*.
- Pozwala to zastąpić w grafie relację Has przez odpowiednią rolę tematyczną, albo dodać domyślny proces.
- Zadanie odkrywania właściwych relacji czyni rozumienie języka naturalnego trudnym dla ludzi i komputerów.