

ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИЧКИ НАУКИ И КОМПЈУТЕРСКО ИНЖЕНЕРСТВО

Претставување на знаењето

Содржина на лекцијата

- Претставување на знаењето
- Репрезентациски шеми
 - ☐ Логички
 - ☐ Процедурални
 - ☐ Мрежни
 - ☐ Структурни
- Проблеми при претставувањето на знаењето

Претставување (репрезентација) на знаењето

- Претставувањето на знаењето е еден од централните проблеми во вештачката интелигенција.
- $\pi = 3,141592\dots$
- Една од суштините на ВИ е да се најдат соодветни претставувања на знаењето со кои полесно ќе се реши проблемот.

Уште неколку прашања:

- Дали се согласувате со централната догма на вештачката интелигенција, според која сè се базира на пресметување?
- Дали постои начин да се претстави знаењето?
- Колку треба да биде голем еден комплетен систем за претставување на знаењето?
- Какво претставување на знаењето би користел тој систем?

Расудување со знаењето

- Кога луѓето размислуваат, не ги следат секогаш правилата за дедукција.
- Сакаме да веруваме сека живееме во свет во кој постои ред и тој е предвидлив.
- Се користат различни стратегии и тактики:
 - Генерализација (индуктивно расудување)
 - Објаснување
 - Дедукција
 - Визуелизација ...

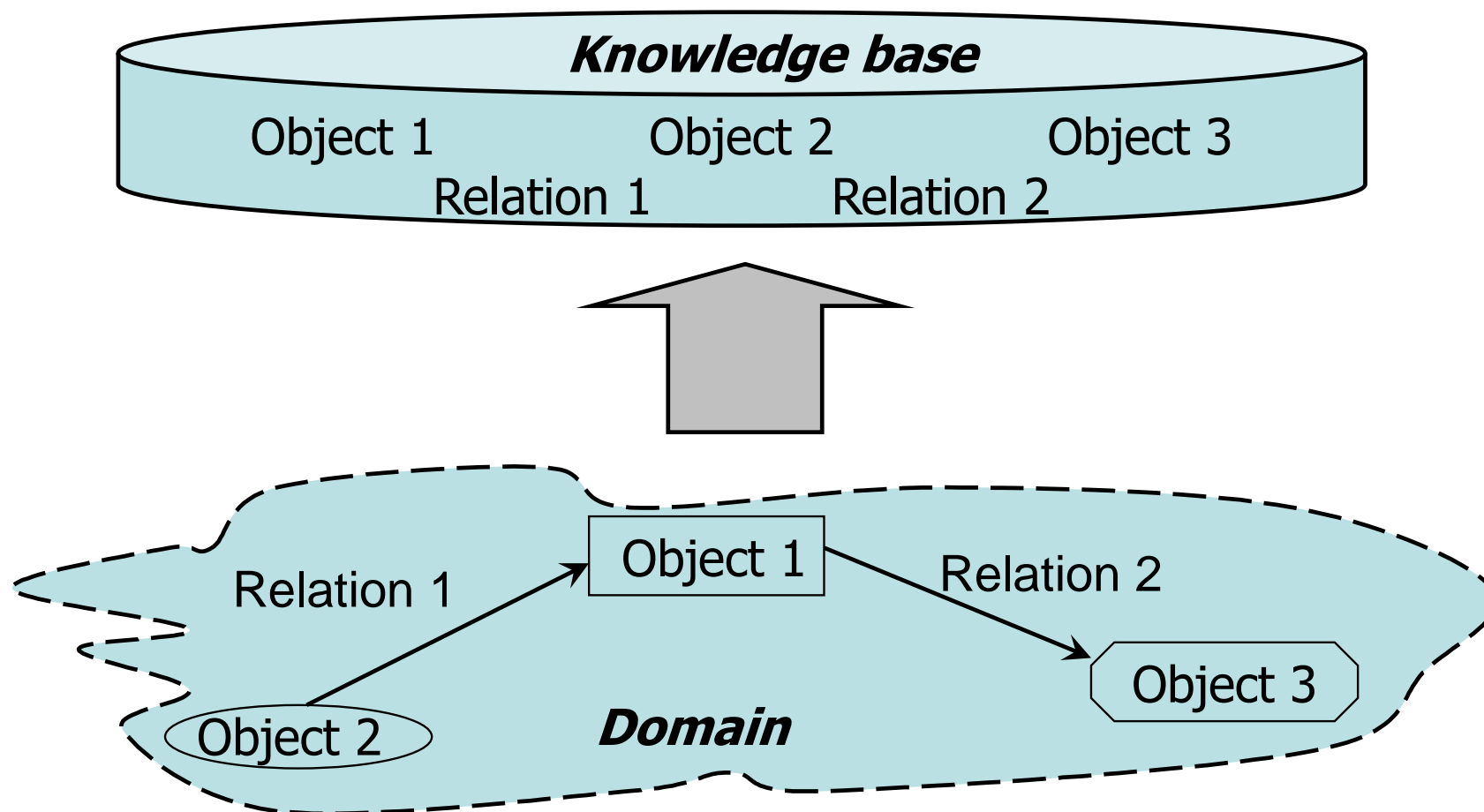
Претставување на знаењето

- При градењето на база на знаење инженерот мора да ги избере значајните објекти и релации од доменот на проблемот и да ги преслика во некој формален јазик.
- Програмата треба да има доволно „знаење“ (факти и правила) за да може да решава проблеми од доменот, да изведува правилни заклучоци од ова знаење и сето ова да го прави ефикасно.

Претставување на знаењето

- Резултатот на изведувањето од базата на знаење треба да соодветствува на резултати од акции или појави во реалниот свет.
- Објектите, релациите и изведувањето што се расположливи на програмерот зависат од изборот на јазикот за опис на знаење.
- Соодветната претстава може да ги олесни прибирањето (аквизицијата), организацијата и отстранувањето на грешки во базата на знаење.

Претставување на знаењето

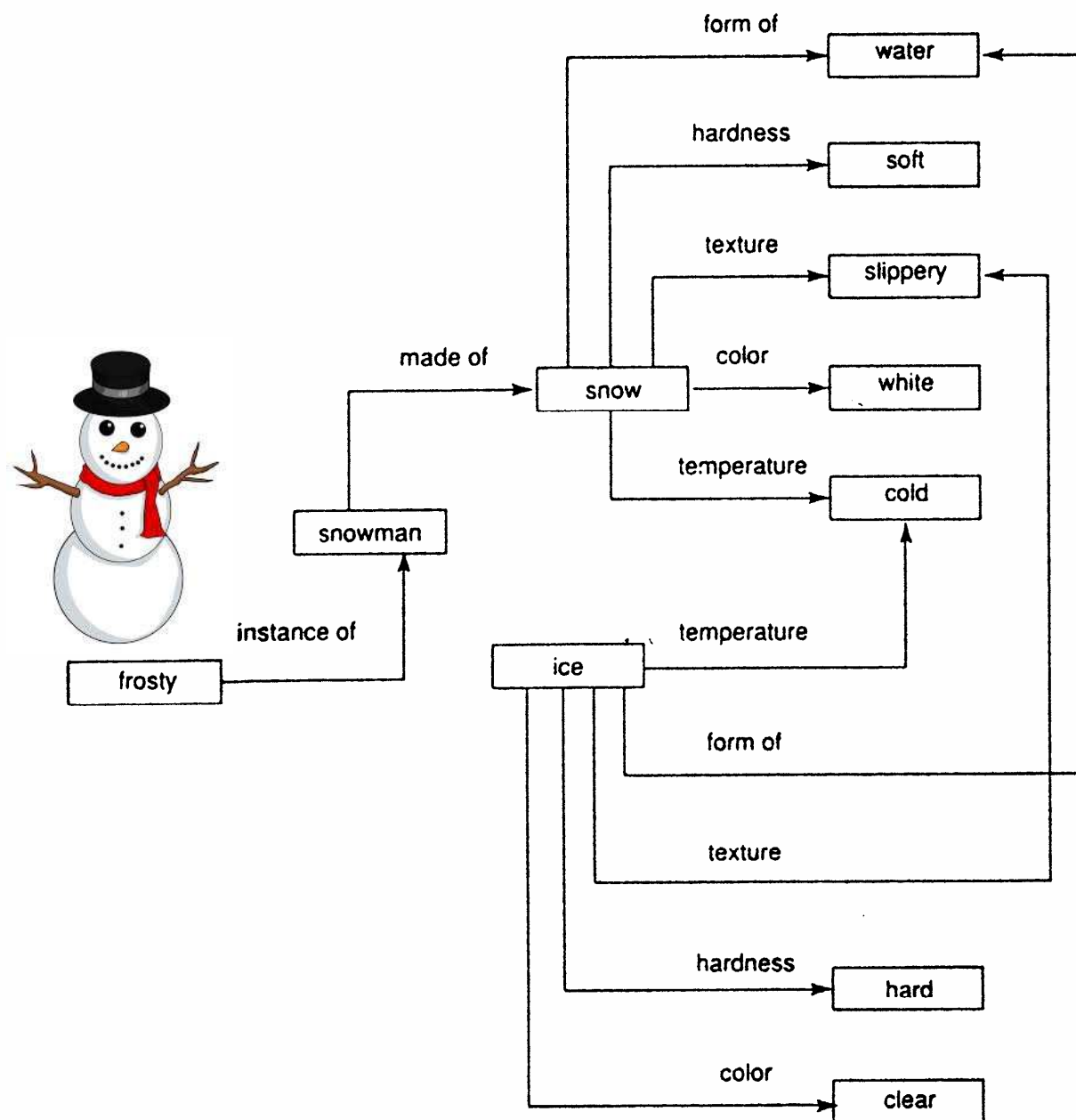


Концепти (Поими)

- Кога луѓето го спознаваат некој објект и резонираат околу него, ова спознание се формира во концепт (поим)
- Концептот е дел на нашето севкупно знаење и е поврзан со соодветни релации со други концепти.
- На пр. Од искуство, концептот за *снег* го поврзуваме со концептите како: *студено, бело, снешко, лизгаво, мраз.*

Претставување на концептите

- Не е доволно да се знае дека фактот „Снегот е бел“ е вистина.
- Потребна е претстава која би можела да одговори на прашањата како што се:
 - „Од што е составен снегот?“
 - „Која е температурата на снешкото Мразулко?“
 - „Ако снегот е бел, тогаш која боја е Мразулко?“



Општи принципи

- Општи принципи при организација на знаење на пр. хиерархија на класи
- Како?
 - ☐ Општ механизам за нивна претстава (претставување, репрезентација)
 - ☐ претставување на дефиниции
 - ☐ правила и исклучоци
 - ☐ информации кои недостасуваат и подразбирани (предодредени) вредности
 - ☐ претстава на време
 - ☐ причинско - последични односи
 - ☐ несигурност

Хиерархиска организација на ЧОВЕКОВОТО ЗНАЕЊЕ

- Постојат психо-физички експериментални докази кои наведуваат на заклучокот дека човековото знаење е хиерархиски организирано. Мерено е времето потребно испитаниците да одговорат (response time) на прашања како што се:
 - ☐ „Дали канаринецот е птица?“,
 - ☐ „Дали канаринецот пее?“
 - ☐ „Дали канаринецот лета?“

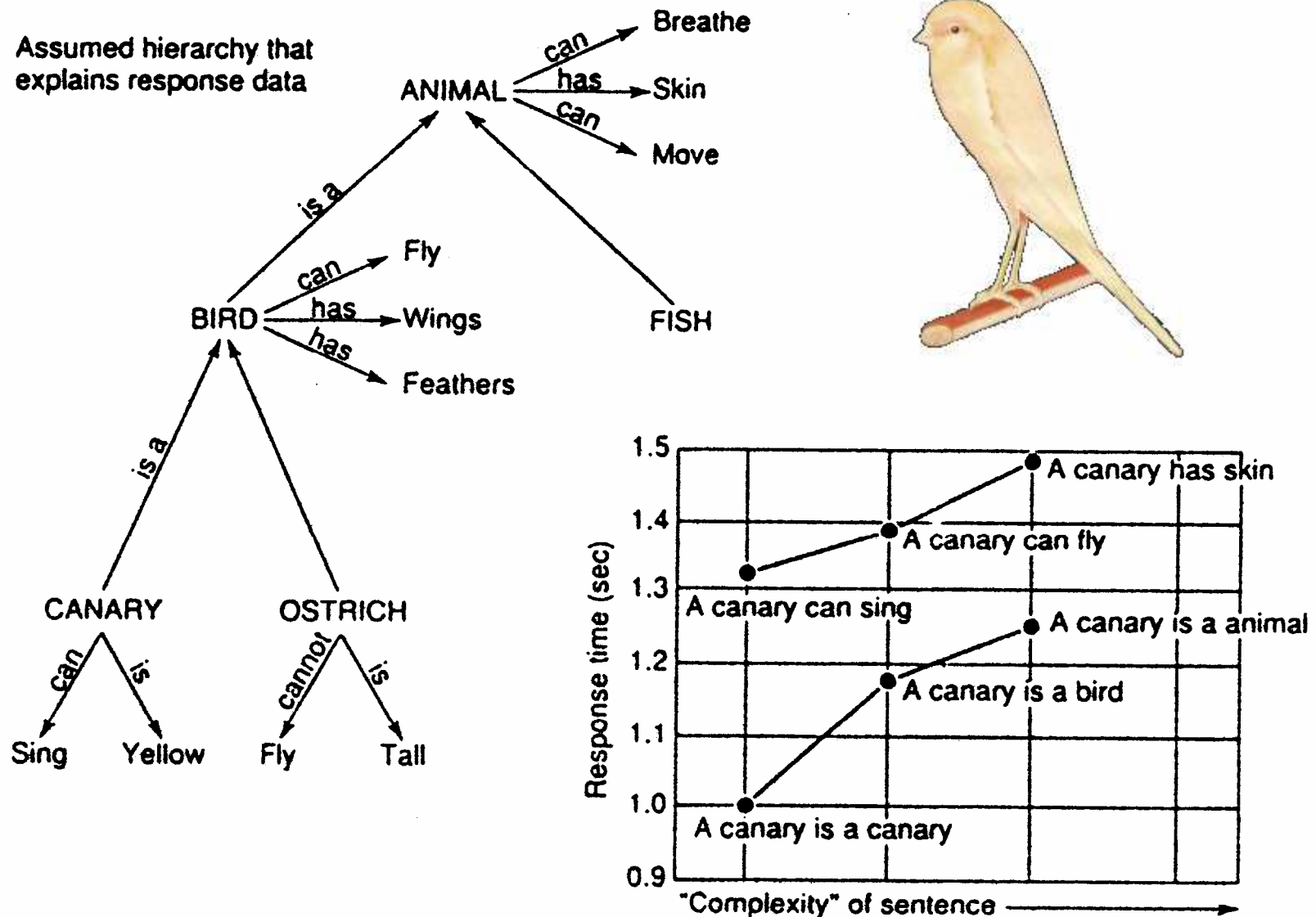


Figure 9.1 Semantic network developed by Collins and Quillian in their research on human information storage and response times (Harmon 1985).

Хиерархиска репрезентација на знаењето

- Придобивки од хиерархиската претстава на знаење (наследување)
 - се избегнува непотребното дуплирање на факти заеднички за поголема група
 - Лесно одржување на конзистентна база на знаење
 - Лесно додавање нови класи и индивидуи

Шема и медиум за претставување

- Разграничување помеѓу шемата и медиумот за репрезентација. Слично на податочни структури (медиум) и програмски јазици (шема) за имплементација.
- Јазиците за претставување на знаење вообичаено се поограничени од предикатното сметање и програмските јазици

Репрезентациски шеми

- Во изминатите 45 години предложени се голем број репрезентациски шеми (секоја со свои предности и слабости) кои може да се поделат на 4 главни категории:

1. Логички

- предикатно сметање
- исказна логика

2. Мрежни

- семантички мрежи
- семантички молекули
- концептуална теорија на зависност
- онтологии

3. Процедурални

- IF...THEN... правила

4. Структурни

- скрипти
- рамки

1. Логички репрезентациски шеми

- Оваа класа на репрезентации користи изрази во формална логика, правила за изведување и процедури за докажување
- Предикатно сметање од прв ред
- PROLOG

Формално расудување (formal reasoning)

- Логичко расудување
- Услов: Исказите кои се дадени *декларативно* (пр. “Децата имаат весел поглед.”) треба да се претстават *условно* (“Додека си дете, погледот ти е весел.” или “Кога си дете, тогаш погледот ти е весел.”, односно на крај “Ако си дете, тогаш погледот ти е весел”).

Начин на претставување на знаењето

- Експлицитен избор на референците, т.е сето она што постои, мора да има свое име.
- Сите предикати мора да бидат еднозначни, т.е. хомонимите треба да се претстават како различни предикати.
- Внатрешното претставување мора да ја изразува внатрешната структура, т.е. редоследот на компонентите мора да биде: субјект (кој го врши дејството во предикатот), објект (кој го трпи дејството на предикатот).

Експлицитен избор на референците

- Референтна повеќезначност (referential ambiguity)
- Пр: Јован ја фати топката
(Jovan_2 fati topka_17)

Еднозначни референци

- Зборовна повеќезначност (word-sense ambiguity)
- Јован фати топка.
(Jovan_2 fati_predmet topka_17)
- Јован фати грип.
(Jovan_2 fati_bolest grip)

Внатрешна структура

- Функционална структура (functional structure): (предикат, субјект, објект)
- Јован фати топка
(fati_predmet Jovan_2 topka_17)
- Јован фати зелена топка
(fati_predmet Jovan_2 topka_17)
(instanca topka_17 topka)
(boja topka_17 zelena)

2. Процедурално претставување (procedural reasoning)

- Користи симулација за да одговори на прашањата (експертни системи) или да ги решава проблемите (активноста на робот)
- Производни системи од правила од обликот
IF...THEN... правила

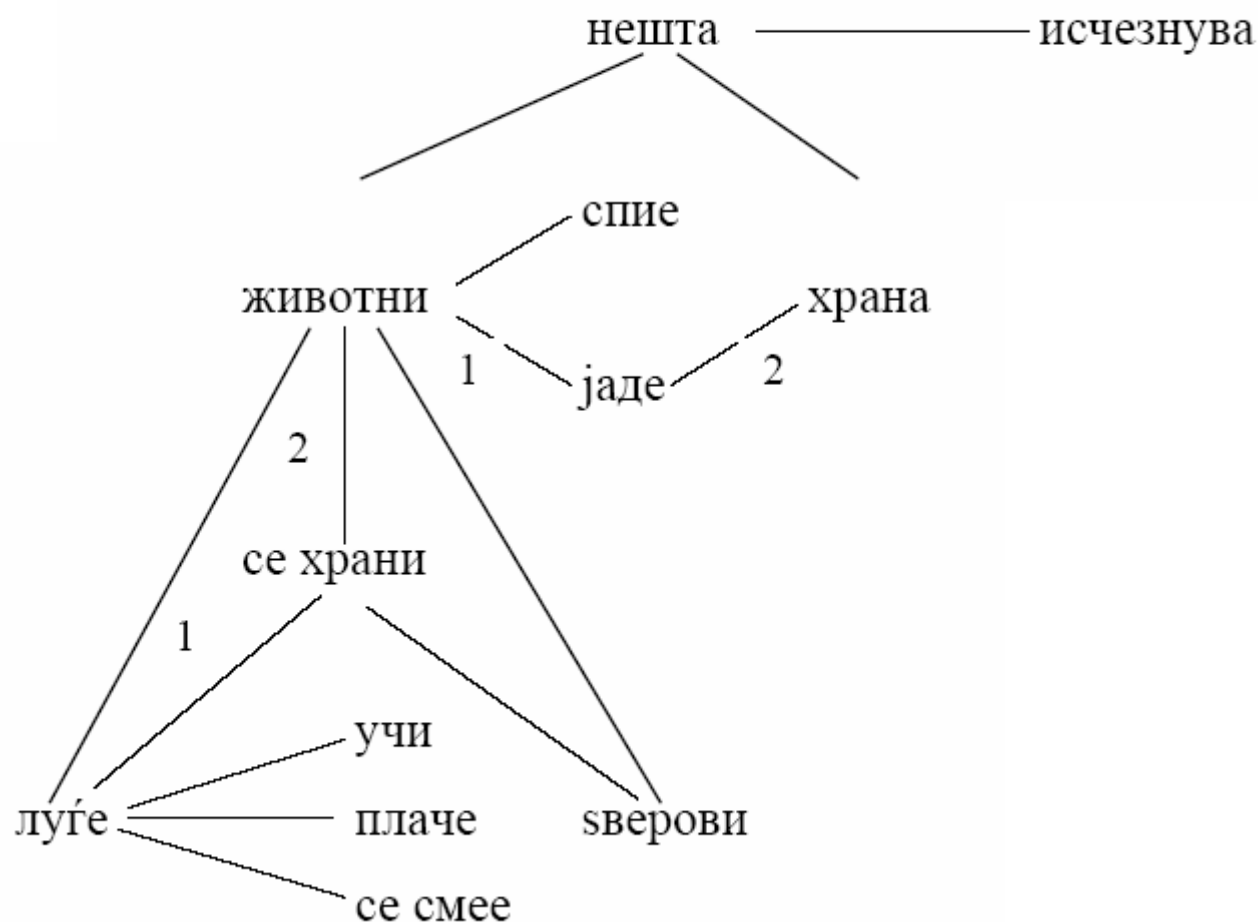
Својства на производните системи

- Се базираат врз паровите услов-акција, кои се викаат производни правила (production rules) или продукции (productions).
- Основни компоненти:
 - База правила (rule base) која ги содржи производните правила
 - Баферска податочна структура наречена контекст (context)
 - Интерпретатор (interpreter) за контрола на активноста на системот

3. Мрежни репрезентациски шеми

- Оваа класа на претставувања користи претстава во форма на граф во кој јазлите претставуваат објекти или концепти во доменот, а гранките претставуваат релации или асоцијации
 - семантички мрежи, концептуални зависимости, концептуални графови, онтологии

Пример на хиерархиска таксономија

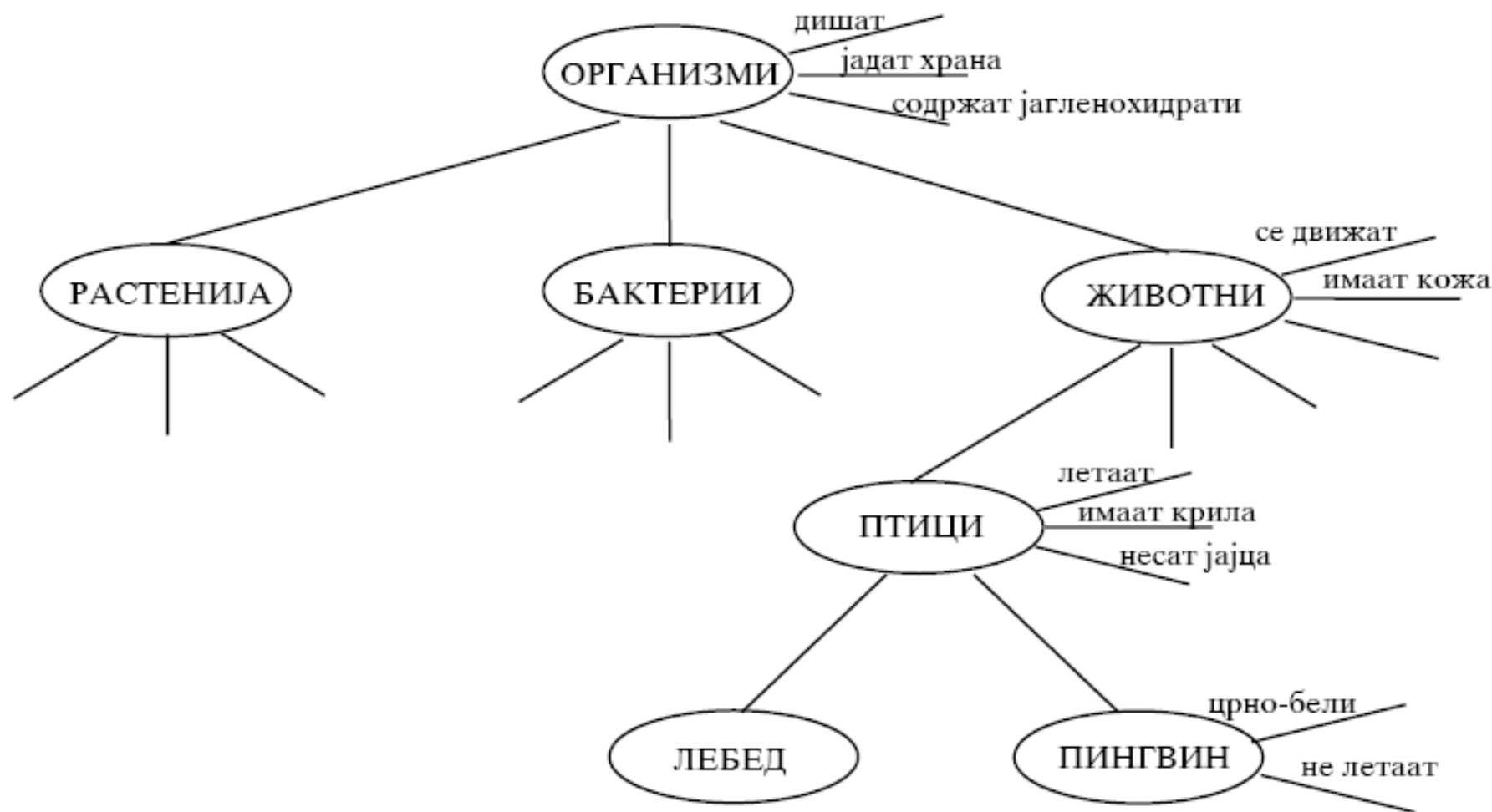




Семантички мрежи

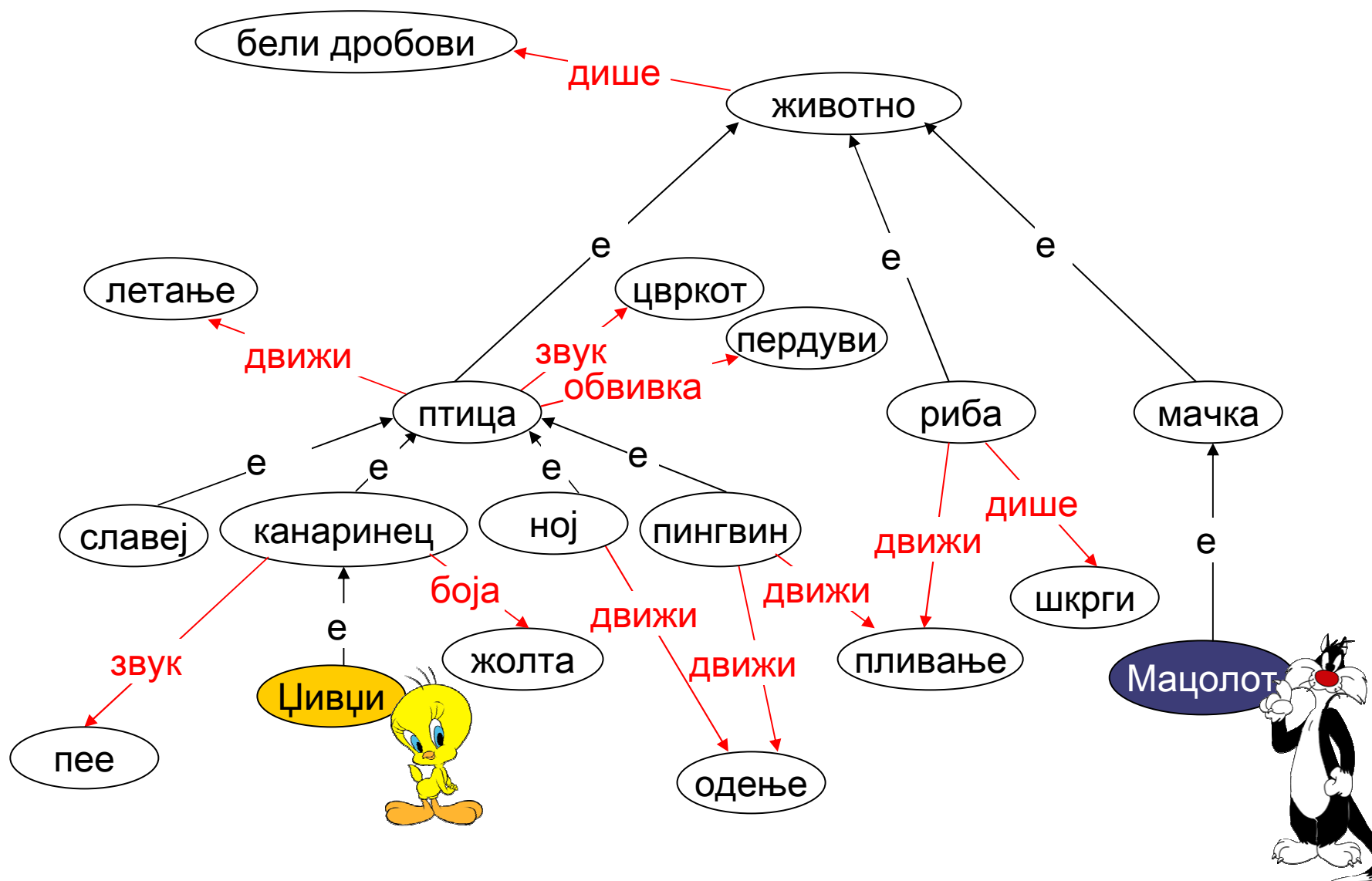
- Мрежа во која:
 - јазлите ги претставуваат објектите, концептите и настаните
 - врските меѓу јазлите ги претставуваат заемните односи
- И јазлите и лаците се именувани.
- Семантичките мрежи експлицитно ги откриваат односите.

Пример на семантичка мрежа со хиерархиска таксономија



Слика 1. Концепуална хиерархија преставена со СМ

Друг пример на семантичка мрежа



Пример на семантичка мрежа со четири објекти и четири категории

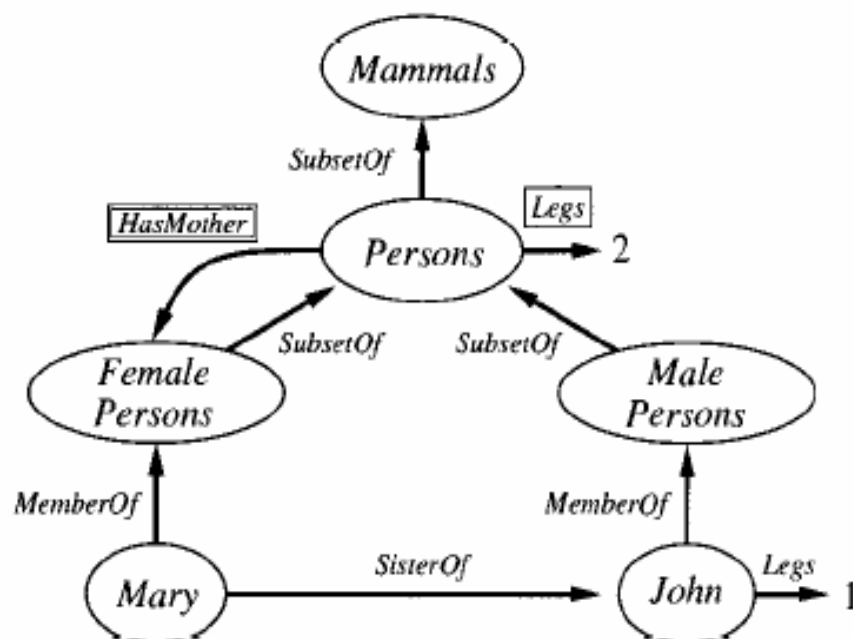
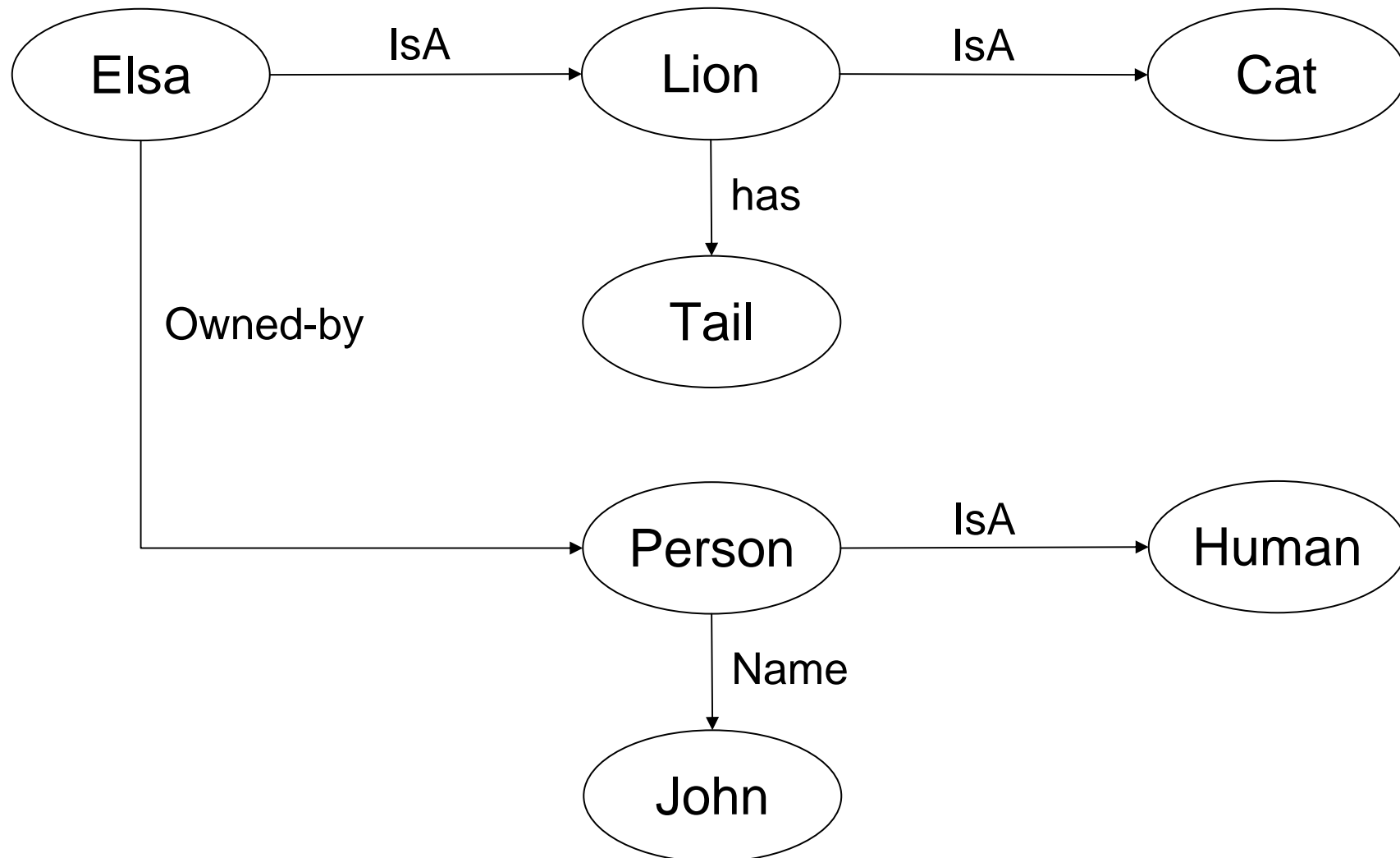
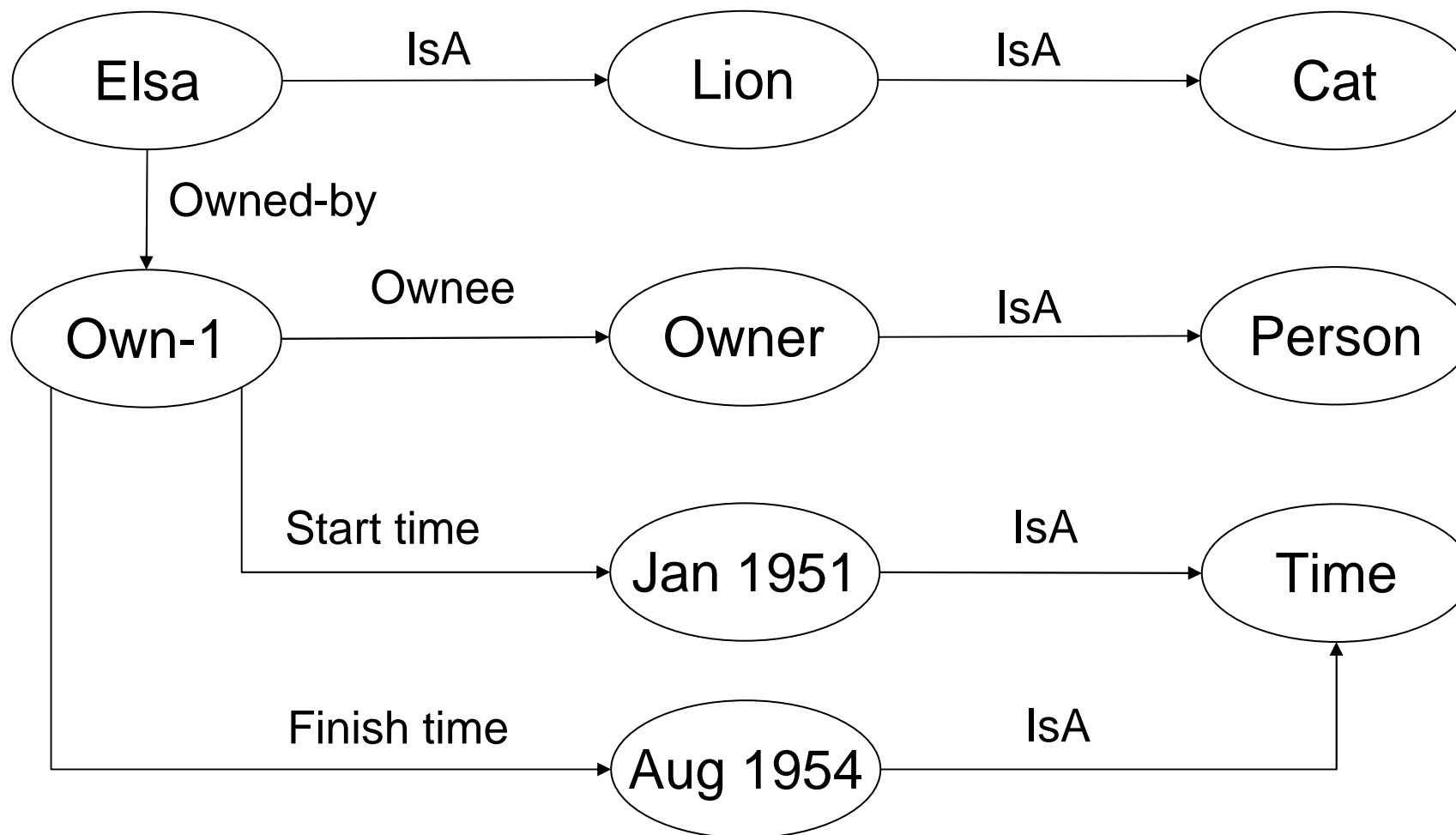


Figure 10.9 A semantic network with four objects (John, Mary, 1, and 2) and four categories. Relations are denoted by labeled links.

Семантичка мрежа – пример 5

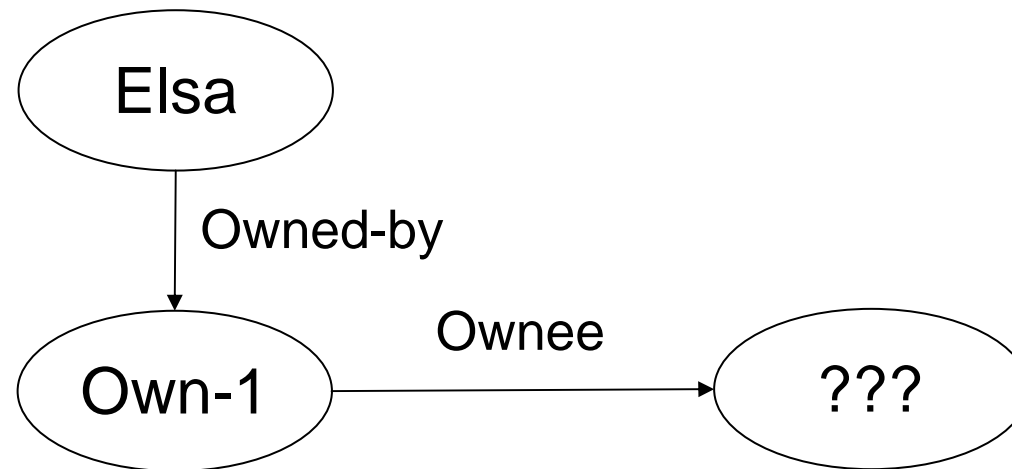


Семантичка мрежа – пример 6



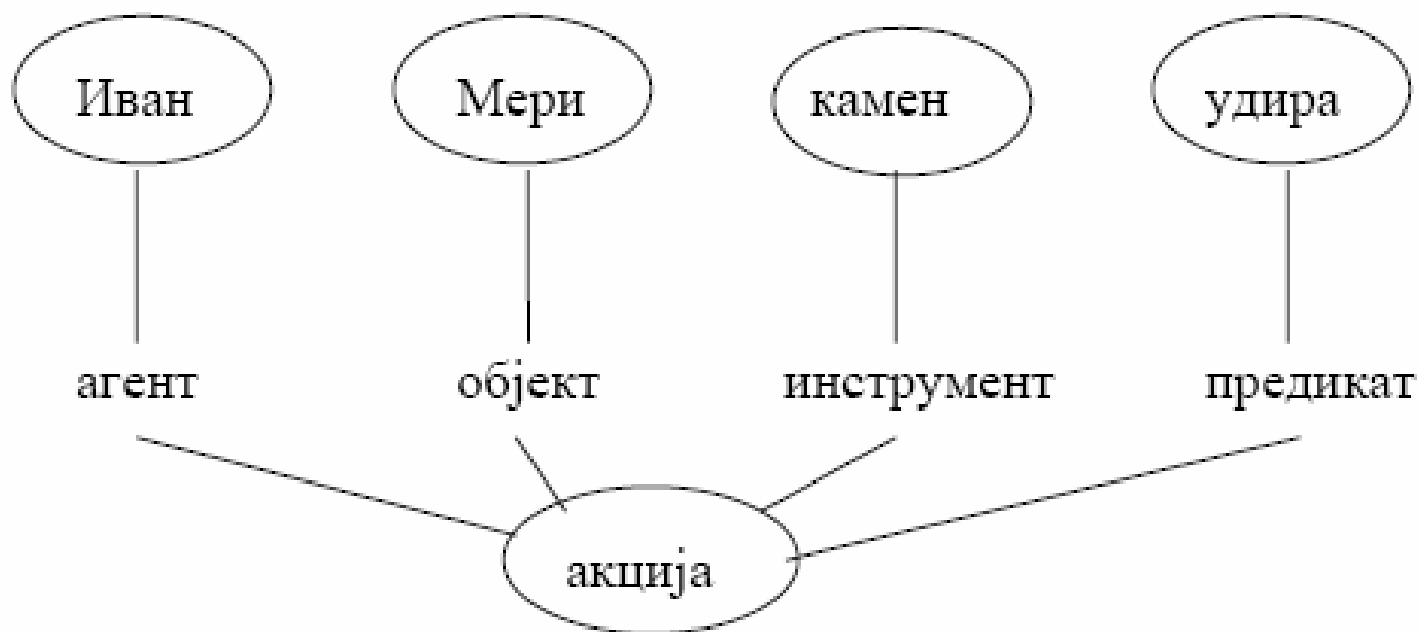
Изведување кај семантичките мрежи

- Изведување со совпаѓање на шаблони (template matching)
- За да се одговори на „Кој ја поседува Елса?“ треба да се бара подграфот



Пример 7. Семантичките мрежи и претставувањето на речениците

Иван ја удри Мери со камен.

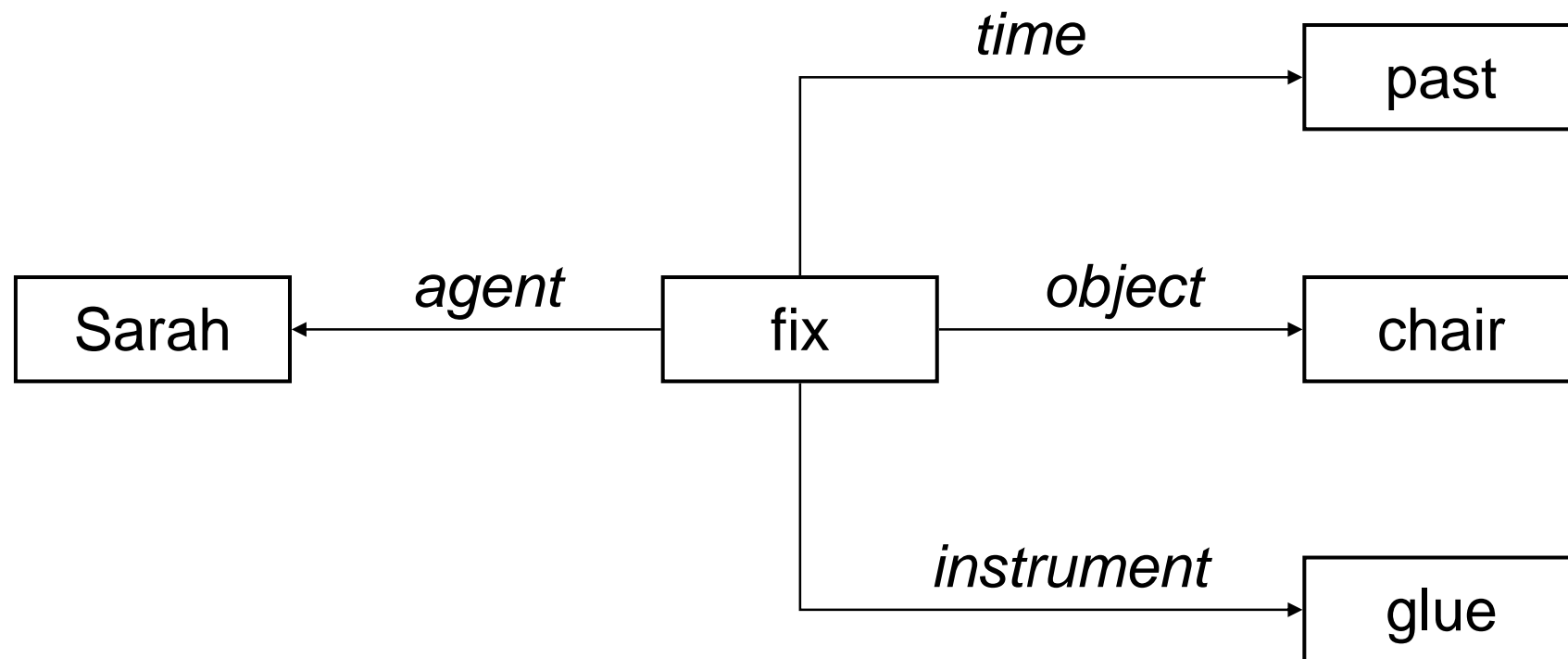


Стандардизација на релациите во мрежата

- Simmons (1973) – глаголски ориентирана претстава – врските ги одредуваат улогите кои именките и именските фрази ја играат во акцијата на реченицата – case frame структура. Релации: агент, објект, инструмент, локација и време.
- Претстава на знаењето независна од начинот на кој е формулирана реченицата, па дури и јазикот на кој е кажана.

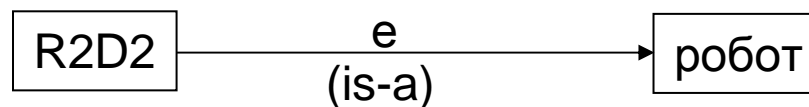


“Sara fixed the chair with glue.”



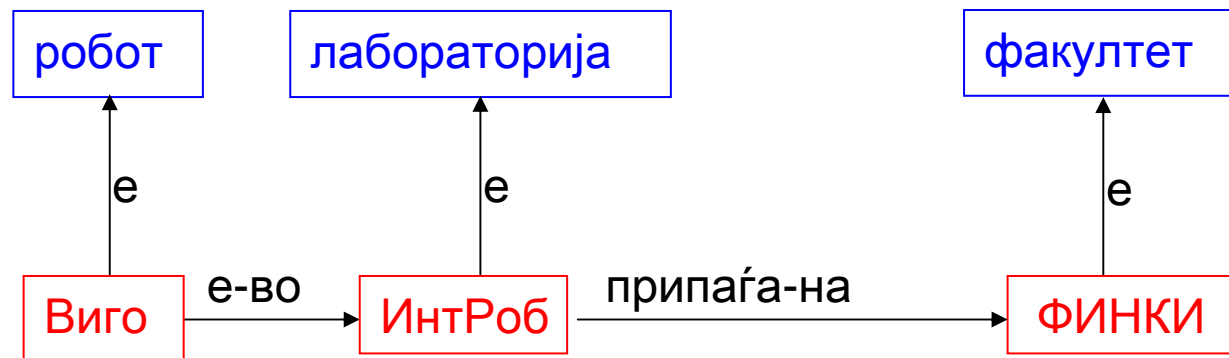
Семантички молекули

- Семантичка молекула (мрежа, сплет) е граф чии јазли претставуваат објекти, концепти или особини, а чии гранки ги опишуваат односите (релациите) помеѓу нив
- Тоа е мала семантичка мрежа за епизодна меморија (на конкретни настани и ситуации)



Пример на семантичка молекула

- Роботот Виго се наоѓа во лабораторијата ИнтРоб на факултетот ФИНКИ



Типови на јазли

- Јазлите во една семантичка молекула можат да бидат поделени на:

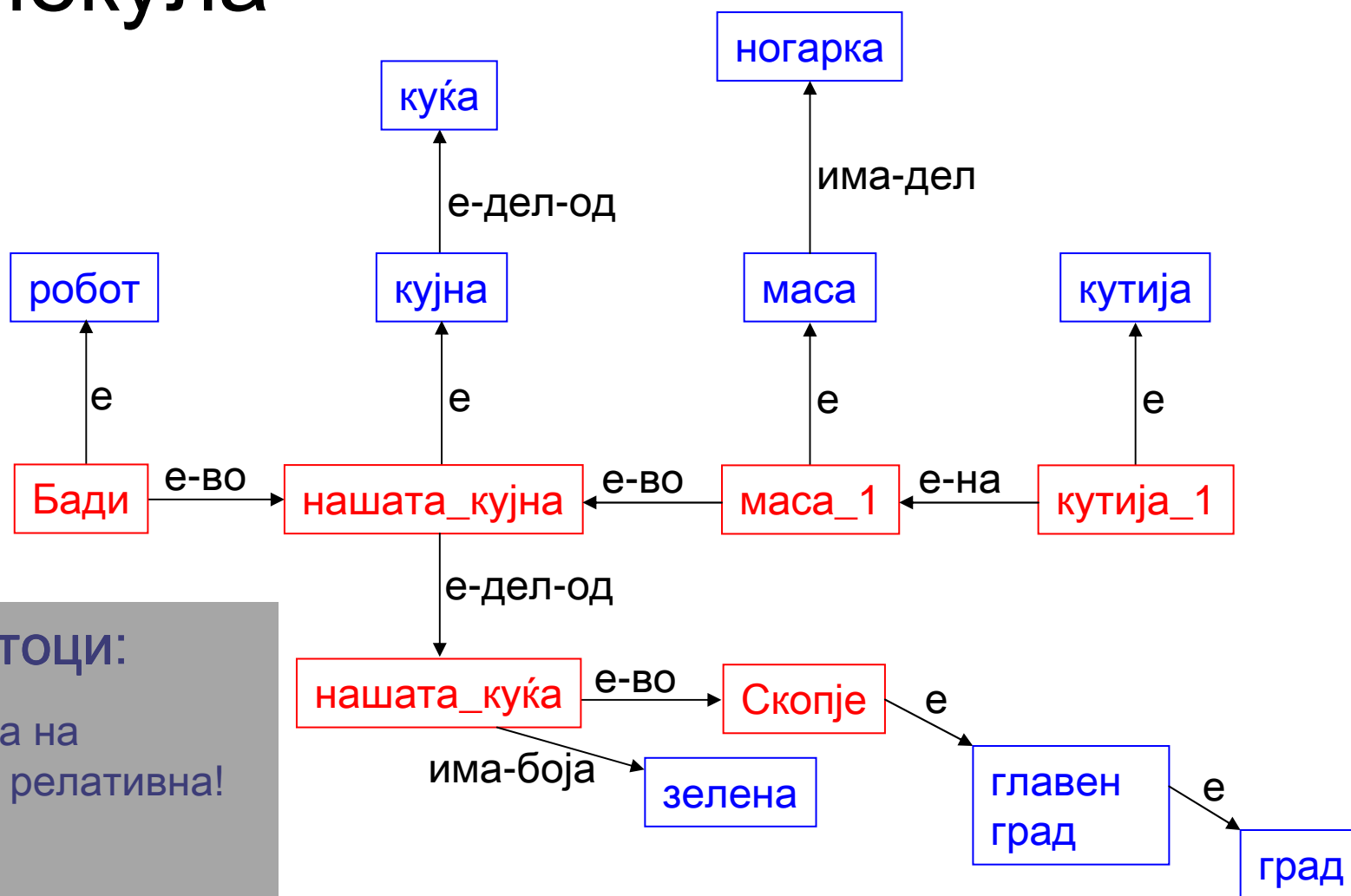
- ☐ Генерички (општи)

- Обично се во внатрешноста на мрежата

- ☐ Индивидуални

- Обично се на периферијата од мрежата

Посложен пример на семантичка молекула



Недостатоци:

Претставата на
знаењето е релативна!

Не постои
стандардизирано
множество релации!

Стандардизација на односите ...

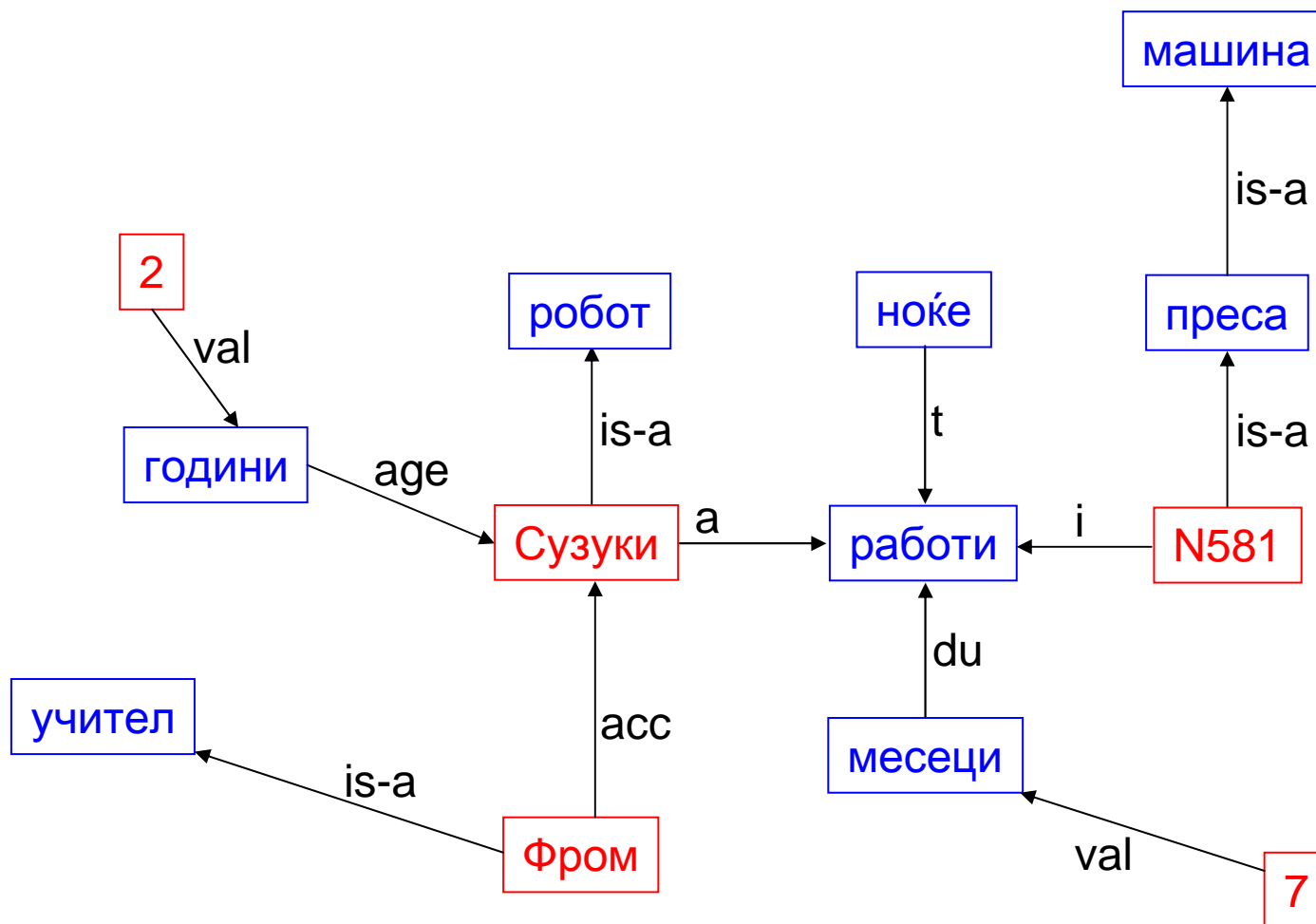
- Предлог преку падежната техника која е јасно изразена кај некои природни јазици

Падеж	Својство на објектот или акцијата	Релевантно прашање	Стандардна релација	Стандардна ознака
номинатив	иницијатор	кој?	agent	a
генитив	припаѓа	чиј?	belong	b
датив	цел	кому?	affected	aff
акузатив	предмет	кого? што?	object	o
аблатив 1	начин	како?	way	w
аблатив 2	време	кога?	time	t
аблатив 3	придружен	со кого?	accompanied	acc
инструментал	инструмент	со што?	instrument	i

... Стандардизација на односите

Падеж	Својство на објектот или акцијата	Релевантно прашање	Стандардна релација	Стандардна ознака
локатив	место	каде?	place	p
локатив 1	извор	од кој? од каде?	source	s
локатив 2	правец, одредиште	кон каде?	destination	d
	причина	зошто?	reason	re
	траење	колку долго?	duration	du
	старост	колку стар? од кога?	age	age
	вредност	колку? која мерка?	value	val

Пример со падежни односи



Кое знаење може да го протолкувате од оваа претстава?

Дискусија за Е-релацијата

- Може да поврзе:
 - два генерички јазли
(„е-подмножество-од-множеството“)
 - индивидуален со генерички јазел
(„е-елемент-од-множеството“)
- Формира природна хиерархија
- Сличност со релацијата „има“
- Наследување на својствата и исклучоците

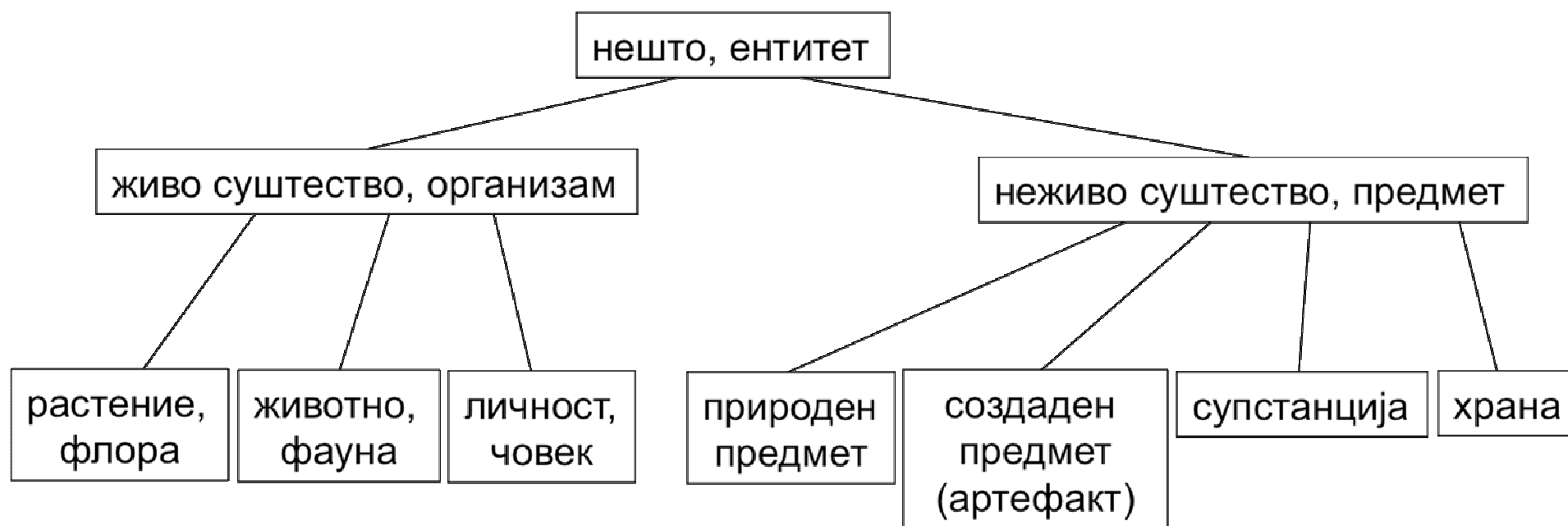
WORDNET

- Најголемата семантичка мрежа за англиски јазик
- Од Универзитетот Принстон
- Хиерархијата на наследства е најчесто 6-7 нивоа, но и преку 10 за некои специфични категории

WORDNET

- Три посебни бази на податоци, составени од множество од леми, секое аотирано со множество од различна смисла
 - именки (117.097 WordNet 3.0)
 - глаголи (11.488 WordNet 3.0)
 - придавки и прилози (22.141 WordNet 3.0)
- Во просек именките имаат 1,23 разлики на смислата, а глаголите 2,16 разлики на смислата
- Некои имаат и по 15 до 20 различни значења

Врвот на хиерархијата во WORDNET (2004 г.)



Најважни семантички односи (според Википедија и во Ворднет)

- **Синоними (synonym)**
 - А значи исто што и В
- **Антоними (antonym)**
 - А значи спротивно на В

- Според синонимија во WordNet
концептите се организирани во
множества на синоними, т.н. synsets

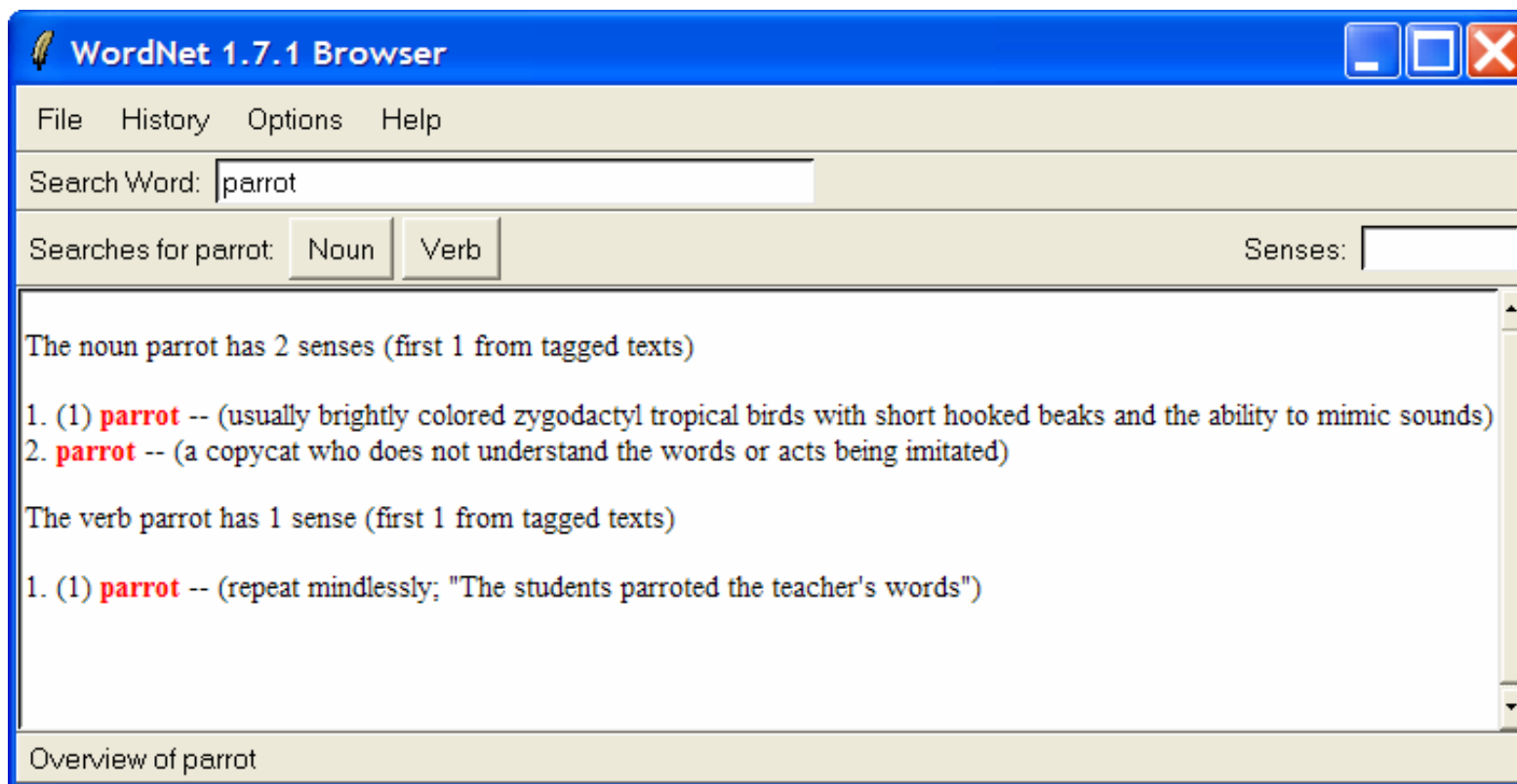
Најважни семантички односи (според Википедија и во Ворднет)

- **Хиперними (hypernym)**
(папагалот е вид на птица, птица во однос на папагал е хиперним)
- **Хипоними (hyponym)**
(ара е вид на папагал, ара во однос на папагал е хипоним)
- **Холоними (holonym)**
(папагалот има предувии, папагал во однос на пердуви е холоним)
- **Мероними (meronym)**
(крило е дел од папагал, крило во однос на папагал е мероним)

Примери со WORDNET Browser

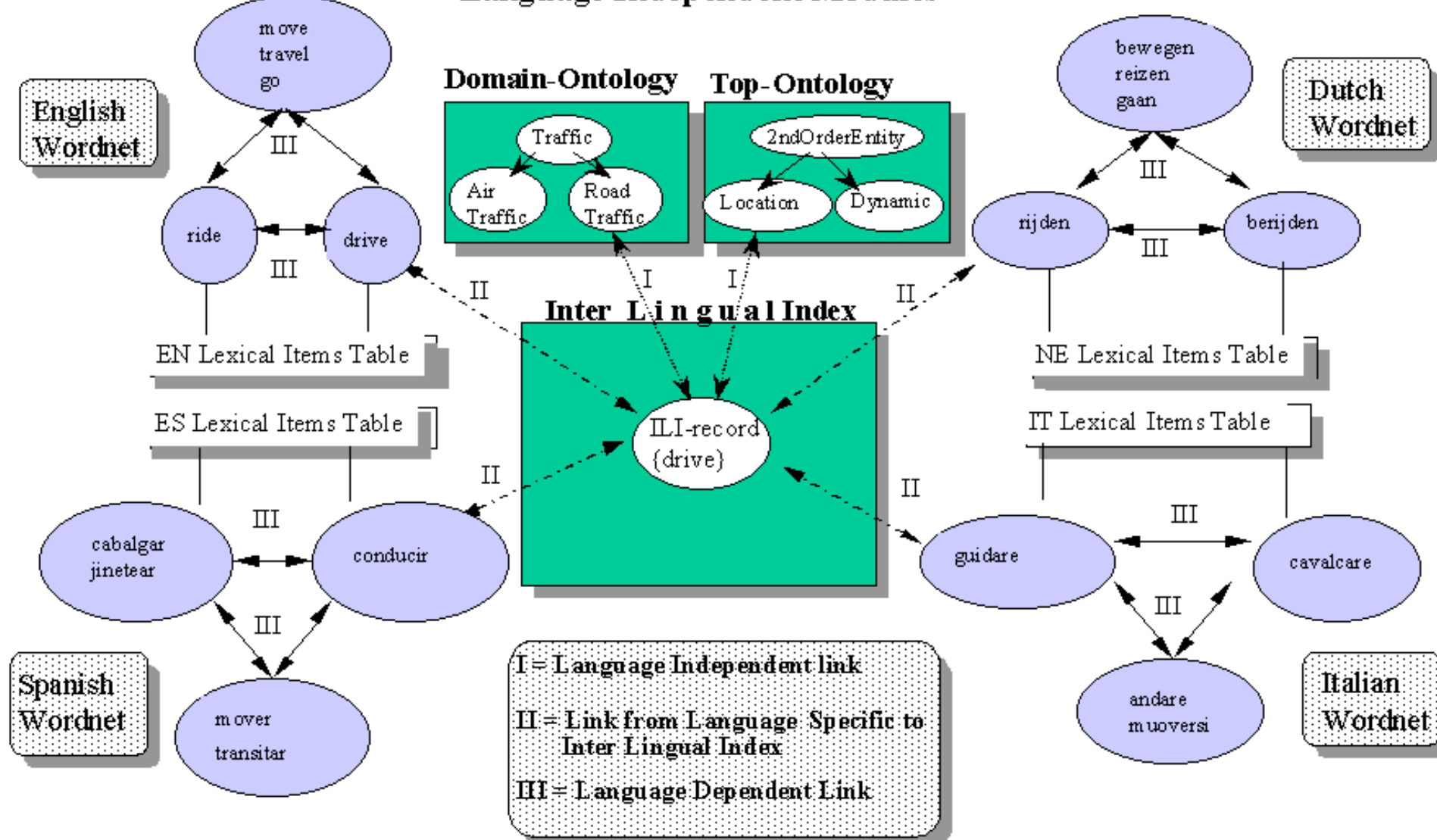
- parrot
- entity (thing)
- get

Онлајн-верзија:
<http://wordnetweb.princeton.edu/perl/webwn>



Архитектурата на EURO-WordNet

Language Independent Modules



Сега веќе постојат и многу други Ворднети, <http://globalwordnet.org/wordnets-in-the-world/> некои се целосно отворени (бесплатни), некои делумно, некои се само комерцијални.

Концептуална теорија на зависност

- Roger Schank – амбициозен обид да се моделира длабоката семантика на природните јазици – концептуална теорија на зависност (Conceptual Dependency Theory)
- Предлага 4 примитивни концептуализации:
 - ACTs – акции
 - PPs – објекти (picture producers)
 - AAc – модификатори на акции (action aiders)
 - PAs - модификатори на објекти (picture aiders)

Семантичките примитиви на Шанк (Schank) *

- (1) ATRANS трансфер на апстрактен однос, како поседување, сопственост или контрола
- (2) PTRANS трансфер на физичка локација на објект
- (3) PROPEL примена на физичка сила над објект
- (4) MOVE движење на дел од телото на животно од самото тоа животно
- (5) GRASP фаќање предмет од страна на учесник
- (6) INGEST прифаќање објект од животно
- (7) EXPEL исфрлување од тело на животно надвор
- (8) MTRANS трансфер на ментална информација меѓу животни или меѓу свесни процесори, долготрајна меморија или сетилни органи на животните
- (9) MBUILD конструкција на нова информација од страна на животно
- (10) SPEAK активност на производство звуци
- (11) ATTEND активност на следење или насочување на сетилото кон стимулот

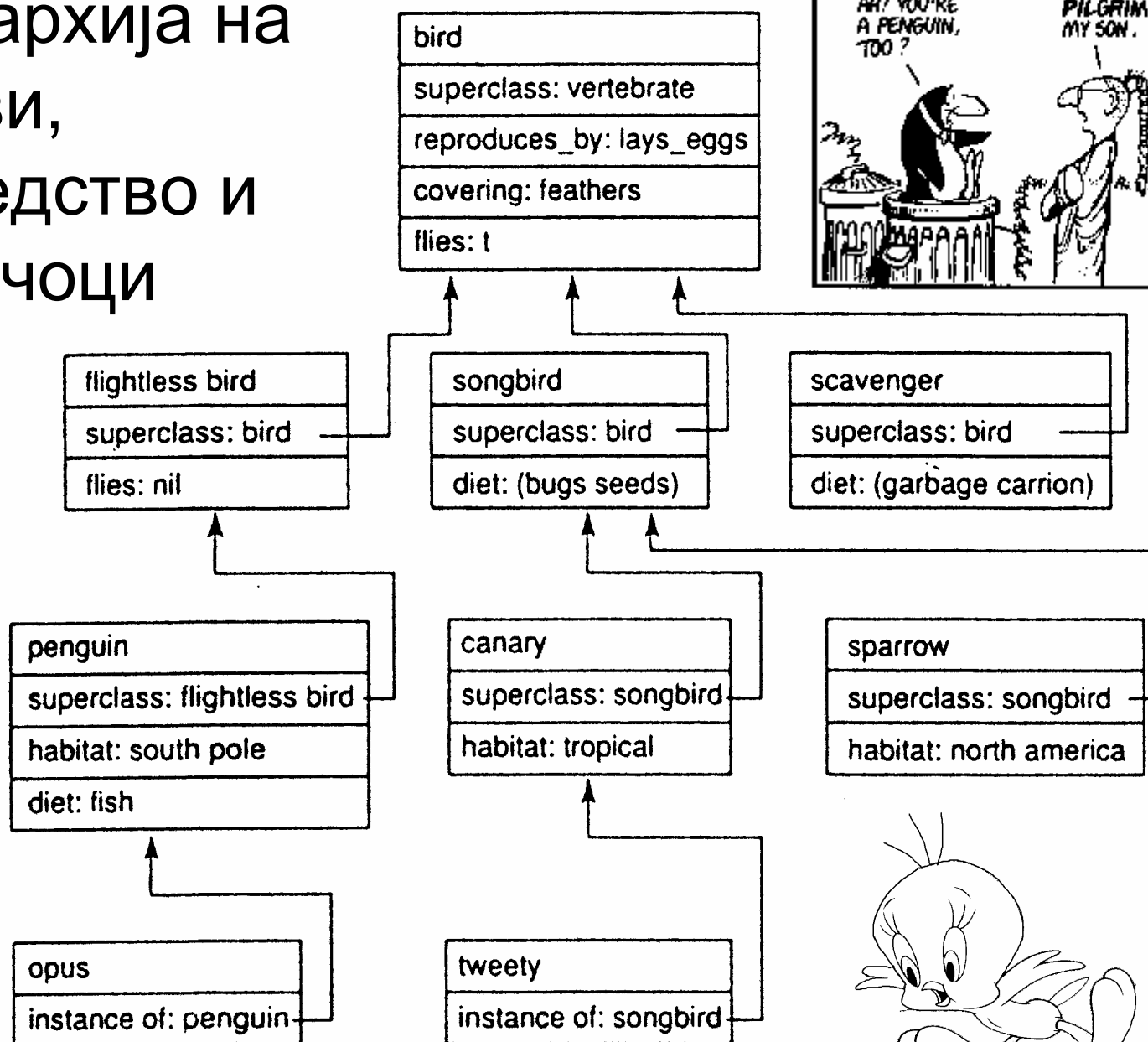
Пример за претставување на знаењето во Шанковиот модел

- Јован ја удри Мери.
- Јован ја примени силата на физичкиот објект од Јован кон Мери причинувајќи состојба на физички контакт меѓу објектот и Мери.

Наследувањето на својствата кај семантичките мрежи

- Наследувањето на својствата може да биде во противречност со различните типови јазли.
- Решение: откажување на наследувањето (cancelation of inheritance).
- Пр: Нека класата птици го има својството дека тие летаат. Појавата на пингвинот ја разложува класата птици на две поткласи, од кои само едната го наследува својството, а другата добива спротивно својство.

Хиерархија на типови, наследство и исклучоци



Повеќекратно наследување

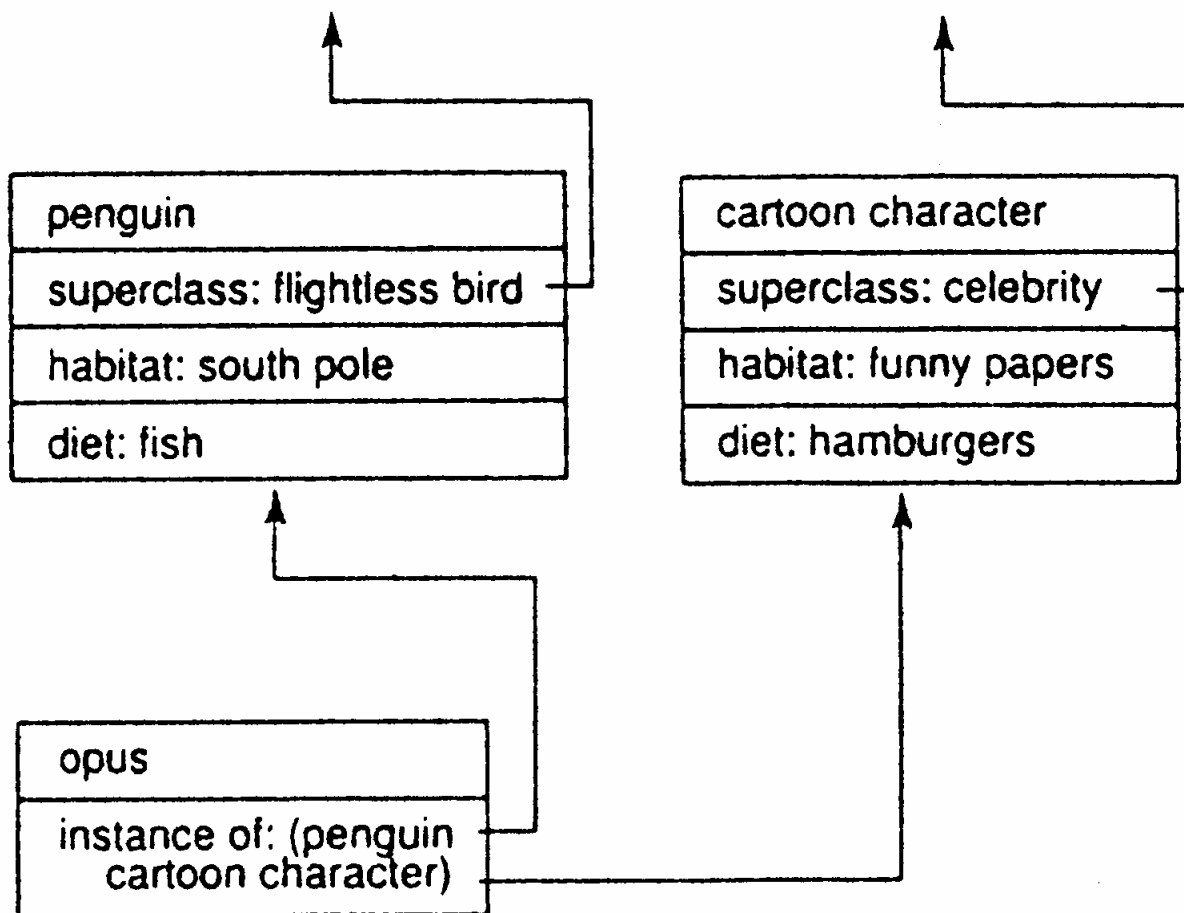


Figure 9.27 An ambiguous multiple inheritance situation.

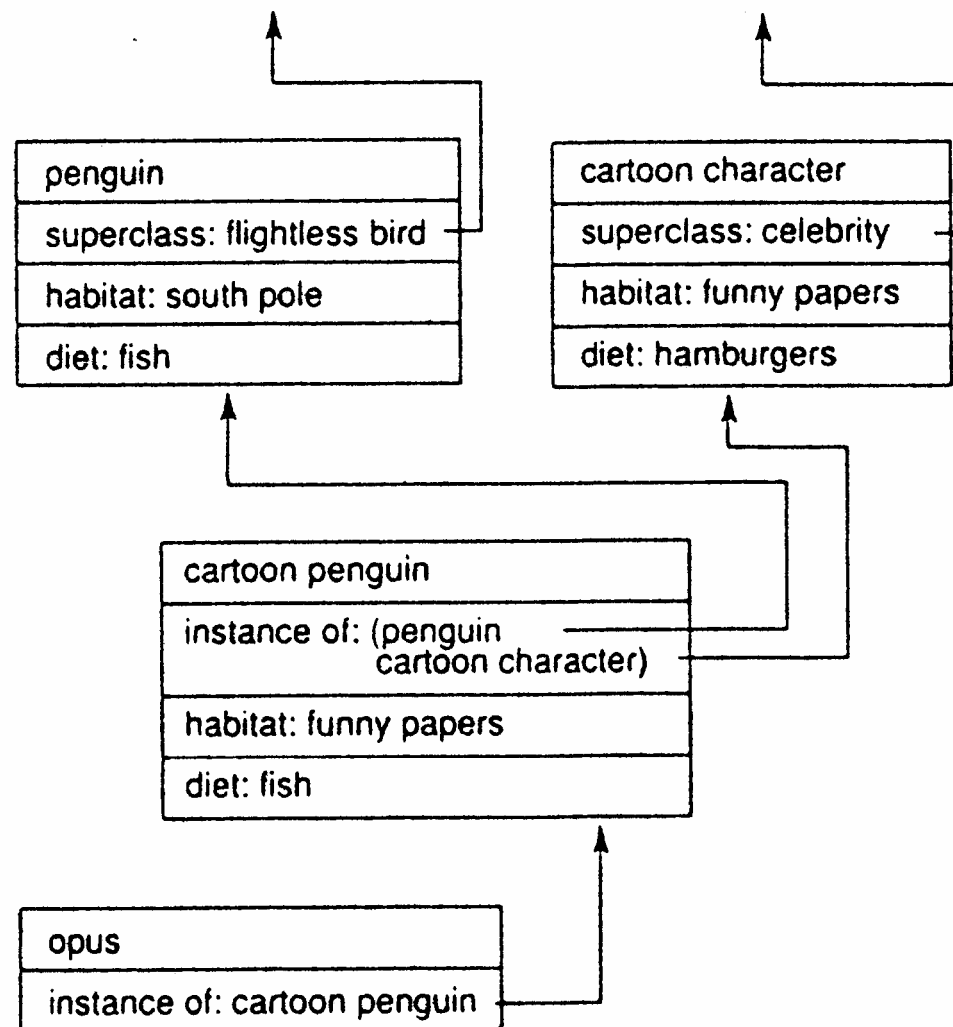
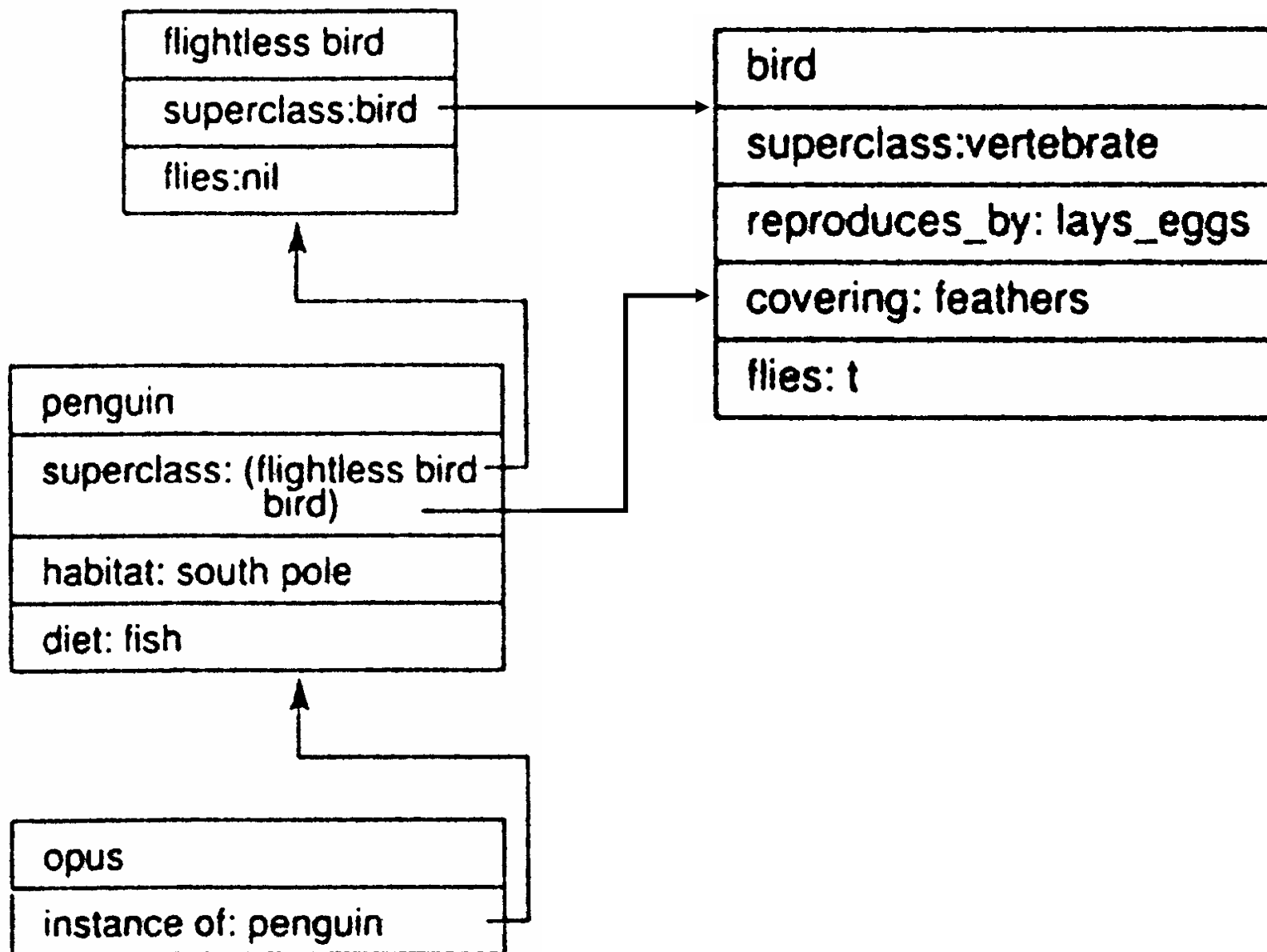


Figure 9.28 Introduction of a new class to resolve ambiguity.



Онтологији

- Онтологијата е наука која се занимава со суштината на концептите кои постојат во реалноста.
- Под онтологија се подразбира претставувањето на најопштите концепти кои се карактеристични за повеќе различни домени.
- WordNet и Сус се типични примери за таканаречените робусни онтологији.

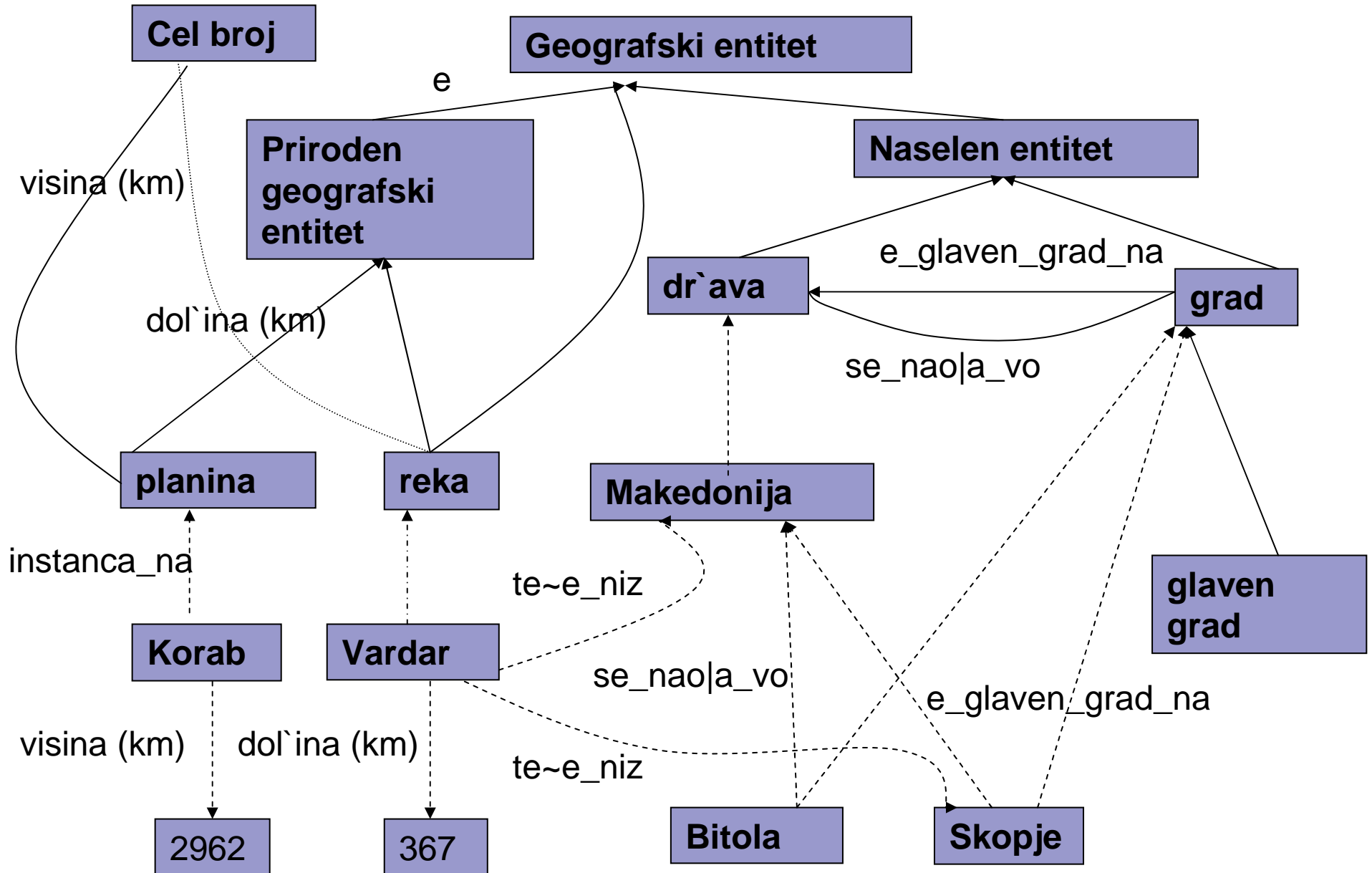
Онтологијата во информатиката

- Онтологијата е начин за прикажување на множества концепти и односите кои се воспоставени меѓу тие концепти.
- Онтологијата не е ограничена на мал број домени.
- Практичната примена на онтолошките концепти се вика апликативна онтологија.
- Постојат голем број програмски јазици кои ги поддржуваат онтологиите.

Основните компоненти на онтологијата

- Единки: објекти или инстанци
- Класи
- Атрибути
- Релации
- Функциски терми
- Правила
- Аксиоми
- Настани

Primer na ontologija



4. Структурни репрезентациски шеми

- Претставува проширување на мрежната репрезентација со дозволување секој јазел да биде комплексна податочна структура (рамка) составена од именувани атрибути со придружени вредности. Овие вредности можат да бидат примитивни нумерички или симболички податоци, покажувачи кон други рамки па дури и процедури за изведување одредена задача – скрипти, рамки, објекти

Рамки (frames)

- Оригинално воведени од Minsky во 1975
- Рамките се способни да поседуваат метазнаење
- Тие го организираат знаењето во форма на целини кои ги објаснуваат ситуациите (обично стереотипните) или објектите.
- Родителска рамка: мемориска структура која ги содржи сите слотови (slots) кои опишуваат еден објект или ситуација.
- Слотовите во суштина се својствата на објектот или ситуацијата.

Пример од Barr & Fiegenbaum, 1981

CHAIR Frame

Specialization_of:	FURNITURE
Number_of_legs:	an integer (default = 4)
Style_of_back:	straight, cushioned, . . .
Number_of_arms:	0, 1 or 2

John's CHAIR Frame:

Specialization_of:	CHAIR
Number_of_legs:	4
Style_of_back:	cushioned
Number_of_arms:	0

Расудувањето кај рамките и сценаријата (scripts)

- Рамките обезбедуваат структура во која новите податоци се интерпретираат преку претходно научени концепти.
- Организацијата на знаењето го олеснува процесирањето водено од очекувањата (expectation driven processing) барајќи ги нештата кои се очекуваат зависно од контекстот во кој се смета дека припаѓаат.

Кои се функциите кои го поддржуваат расудувањето

- Пополнување слотови (Slot Filler)
- Наследување (If-Needed)
- Програмчиња, т.н. “демони” за процедурално прикачување (Procedural Attachment Demons)

Рамка со сценарио, пример

Generic RESTAURANT Frame

Specialization-of: Business-Establishment

Types:

range: (Cafeteria, Seat-Restaurant, Wait-To-Be-Seated)
default: Wait-To-Be-Seated
if-needed: IF plastic-orange-counter THEN Fast-Food,
IF stack-of-trays THEN Cafeteria
IF wait-for-waitress-sign or reservation-made
THEN Wait-To-Be-Seated
OTHERWISE Seat-Yourself

Location:

range: an ADDRESS
if-needed: (Look at the MENU)

Name:

if-needed: (Look at the MENU)

Продолжение на примерот

Food-Style:

range: (Burgers, Chinese, American, Seafood, French)

default: American

if-needed: (Update Alternatives of Restaurant)

Times-of-Operation:

range: a Time-of-Day

default: open evenings except Mondays

Payment-Form:

range: (Cash, CreditCard, Check, Washing-Dishes-Script)

Event-Sequence:

default: Eat-At-Restaurant Script

Alternatives:

range: all restaurants with same FoodStyle

if-needed: (Find All Restaurants with the same FoodStyle)

Сценариото во рамката (1)

EAT-AT-RESTAURANT Script

Props:

(Restaurant, Money, Food, Menu, Tables, Chairs)

Roles: (Hungry-Persons, Wait-Persons, Chef-Persons)

Point-of-View:

Hungry- Persons

Time-of-Occurrence:

(Times-of-Operation of Restaurant)

Place-of-Occurrence:

(Location of Restaurant)

Сценариото во рамката (2)

Event-Sequence

```
first:      Enter-Restaurant-Script
then:      if (Wait-To-Be-Seated-Sign or
Reservations)
            then Get-Maitre-d's-Attention Script
then:      Please-Be-Seated- Script
then:      Order-Food-Script
then:      Eat-Food-Script unless (Long-Wait) when
            Exit-Restaurant-Angry Script
then:      if (Food-Quality was better than Palatable)
            then  Compliments-To-The-Chef Script
then:      Pay-For-It Script
finally:   Leave-Restaurant Script
```

Резиме за семантичките мрежи и рамките

- Мрежни формализми
- Поддржани од програмски алатки: FrameShop (<http://www.bagism.com/frameshop/>)
- Тешко ги опфаќаат логичките оператори
- Несоодветни за приказ на нетаксономното знаење
- Компромисно решение: терминолошка логика (terminological logics)
 - хиерархиска структура за приказ на ентитетите, класите и својствата
 - логички приказ на останатите информации

Главен недостаток на сите овие претставување на знаење

- Не е предложен начин како тие да се учат. Како машините самостојно да ги учат ваквите претстави.
- Нив мора стално некој инженер да ги додава во базата на знаење.
- А човекот, на пример, е способен постојано да измислува, да комбинира или да учи нови категории (концепти)

Оваа слика ја „буди“ (или ја повикува) вашата претстава за „јајце“ (ве потсетува на „јајце“)
(This image invokes your representation of “egg”)



Оваа слика ве потсетува на „тросед“
(This image invokes your representation of “sofa”)



Оваа слика ве потсетува на ???



Други примери на ад-хок категории (концепти)

- (кошница, чергичка, сендвичи, ноже, чаши, пиво, сок, ...)
 - Работи што се понесуваат со себе на излет
- (Рено-4, казан за печење ракија, систем со звучници, ...)
 - Работи што се нудат за продажба во огласник

Креативните луѓе секогаш измислуваат или откриваат нови работи

$$\pi = 3,141592\dots$$



Користена литература

- Artificial Intelligence, A Modern Approach
2nd edition, Russel and Norvig
- Artificial Intelligence, A New Synthesis, Nils J. Nilsson
- Божиновски С., Вештачката интелигенција,
Гоцмар, Скопје, 1994



Прашања?