

IL MODELLO A OGGETTI IN IA

Premessa:

- Concetto di *oggetto* riconducibile a settori dell'informatica sviluppatisi storicamente in modo alquanto disgiunto e indipendente:
 - **linguaggi di programmazione**
 - **basi di dati**
 - **intelligenza artificiale**
- Necessità di una migliore **integrazione** tra sottosistemi diversi (basi di dati, pacchetti applicativi, reti di comunicazione, supervisori intelligenti)
- Modello ad oggetti come fattore di **aggregazione** sia a livello concettuale sia realizzativo
- Come perseguire questa integrazione è ancora un problema aperto
- Esiste un insieme di **concetti comuni** per dare una caratterizzazione largamente accettabile del paradigma ad oggetti?
- Importanza dei formalismi per Semantic Web

CONCETTO DI OGGETTO

- **Oggetto** = "Knowledge grain"

per rappresentare **concetti** del mondo reale

*A knowledge representation framework should not merely prescribe how small bits of information ought be represented, but it should also detail how the totality of information ought to be **structured** and organized so that information may be **retrieved** and relevant **inferences** may be drawn **efficiently*** (Shastri, 1989)

RAPPRESENTAZIONE A OGGETTI VS. RAPPRESENTAZIONE RELAZIONALE

Dipendenza dal modo con cui si rappresentano i dati

- *Rappresentazione relazionale:* **dati raggruppati concettualmente attraverso le loro proprietà**
 - person (john)
 - job (john, employee)
 - project (john, cnr1234)
- *Rappresentazione ad oggetti:* i dati sono concettualmente tutti raggruppati all'interno dello stesso oggetto
 - object john: is-a person
 - job -> employee
 - project -> cnr1234

RAPPRESENTAZIONE A OGGETTI VS. RAPPRESENTAZIONE RELAZIONALE

- L'utente può accedere a *tutte* le informazioni di un oggetto mediante l'identificatore unico (logico o fisico) dell'oggetto stesso
- Si possono individuare altre proprietà (opzionali).
- Anche se storicamente i linguaggi ad oggetti adottano uno stile di programmazione procedurale, i *paradigmi di rappresentazione* (dichiarativo, procedurale) e *programmazione* (funzionale, imperativo, dichiarativo) possono essere concepiti come *ortogonali* rispetto al concetto di sistema "*object-oriented*"

APPROCCI

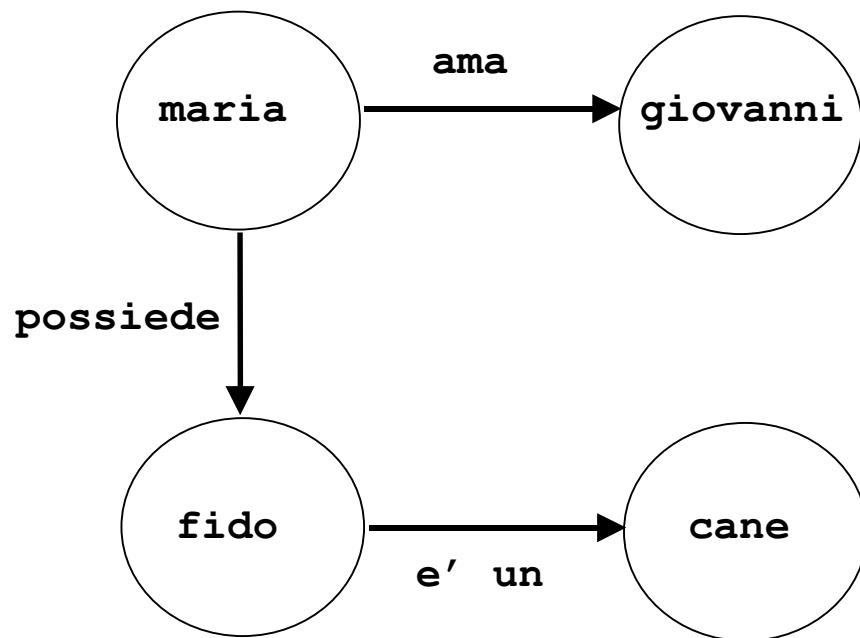
- ***Approccio Logico o Dichiаратivo:***
 - Usato nelle reti semantiche, nella logica terminologica o descrittiva (famiglia KL-ONE).
 - Un oggetto è una congiunzione di **proprietà** e può essere rappresentato come clausole della logica
- ***Approccio Procedurale:***
 - Usato nei sistemi di rappresentazione della conoscenza basati su *frames* e nei linguaggi di programmazione ad oggetti
 - Un oggetto è una struttura dati con uno **stato** e un **comportamento** (behaviour)
 - Le proprietà di un oggetto possono essere attributi, relazioni e procedure (slots, subslots, tipi, cardinalità, vincoli)
 - Conoscenza procedurale espressa mediante demoni (attaccati agli attributi) e metodi (attaccati agli oggetti)

RETI SEMANTICHE

(Brachman, 1979)

- Non sono di chiara origine e definizione;
- Particolarmente utili per il linguaggio naturale, descrizione e comprensione di forme, elaborazione di modelli psico-cognitivi.
- Oggetto o **concetto** rappresentato da un nodo
- Relazioni gerarchiche (*is-a*, *instance-of*)
- Valori di proprietà rappresentati come nodi legati attraverso archi etichettati
- **CONOSCENZA: OGGETTI E RELAZIONI BINARIE**
 - OGGETTI = NODI di un grafo diretto etichettati;
 - RELAZIONI = ARCHI etichettati con una direzione per evitare ambiguità

ESEMPIO



CARATTERISTICHE

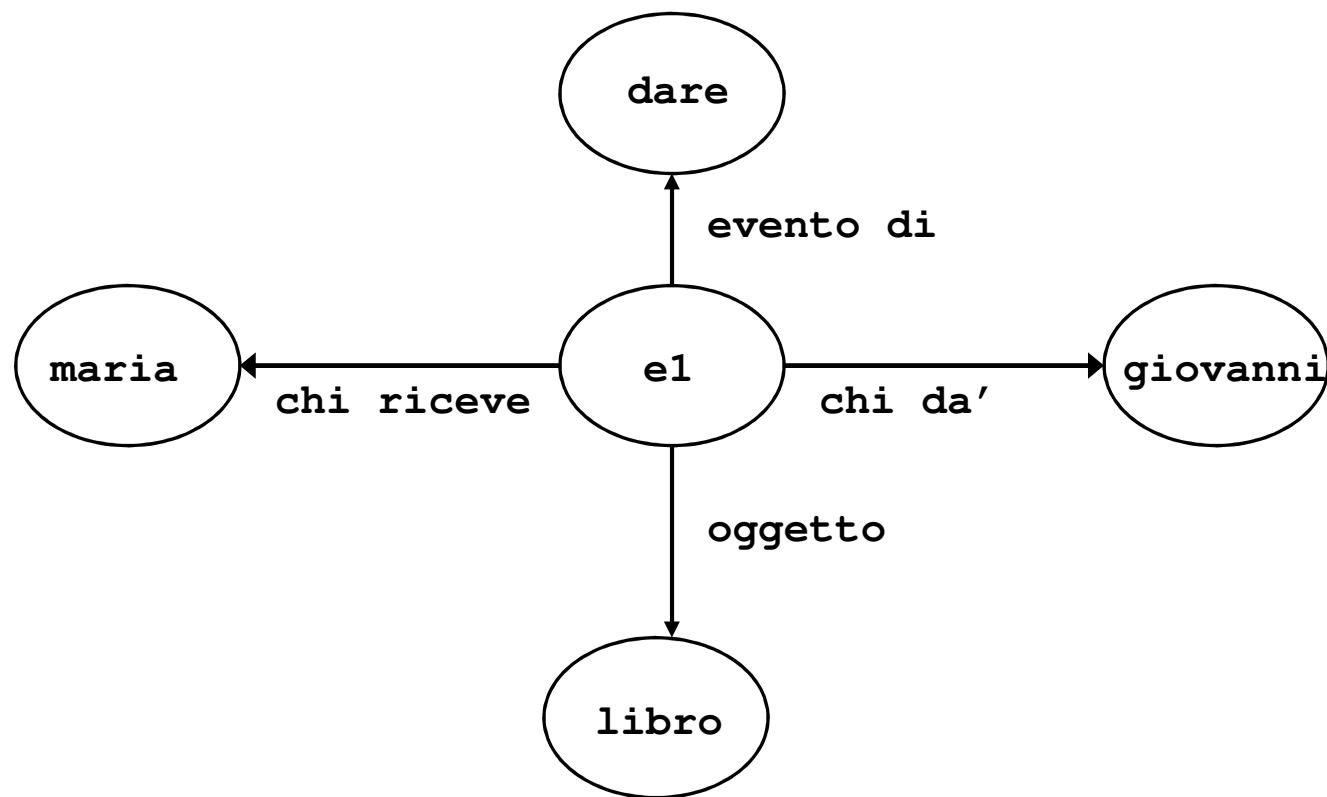
- La duplicazione di nodi che rappresentano lo stesso concetto viene sempre evitata.
- NON RIDONDANZA:
 - NODI: singola locazione di memoria
 - ARCHI: strade concettuali, ma anche fisiche (puntatori), per raggiungere in modo efficiente i concetti interessati.
- **Rappresentazione = Conoscenza + Metodi di Accesso** (Newell)
- Corrispondono a una LOGICA DEI PREDICATI CON RELAZIONI BINARIE (senza duplicazione)
 - Rappresentazione binaria:
 - modificabilità;
 - modularità.

ESEMPIO

“giovanni dà un libro a maria”.

- **LOGICA DEI PREDICATI:**
 - a1) `dà(giovanni, libro, maria);`
 - a1 può essere considerato come un evento `e1` con le seguenti caratteristiche:
 - a2) `evento(e1,dare,giovanni,libro,maria);`
- oppure alternativamente:
 - a3) `evento(e1,dare)` and `chi-da(e1,giovanni)` and `chi-riceve(e1,maria)` and `oggetto(e1,libro)`

RETI SEMANTICHE



RETI SEMANTICHE

- **ESPRIMONO IN MODO IMPLICITO REGOLE PER:**
- Trattare concetti di ereditarietà (semplice o multipla) di proprietà;
- Permettere la sovrascrittura di proprietà ritenute erronee, aggiornabili, o più semplicemente sconosciute in base a nuova/vecchia conoscenza acquisita (eccezioni e default).
- Semantica? Spesso riconducibile a frammenti di FOL

NODI

- NODI: possono rappresentare diverse entità semantiche
 - singole entità individuali.



- Insiemi (categorie) di entità.

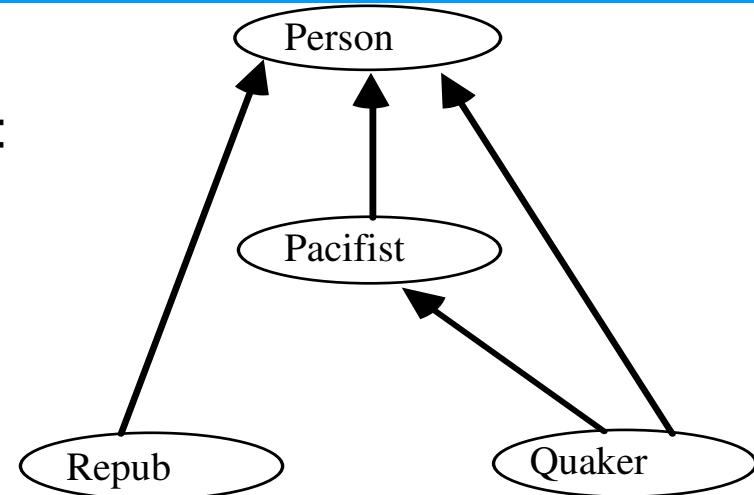


- Netta distinzione fra questi differenti tipi di nodi per ottenere maggiore chiarezza nella notazione.

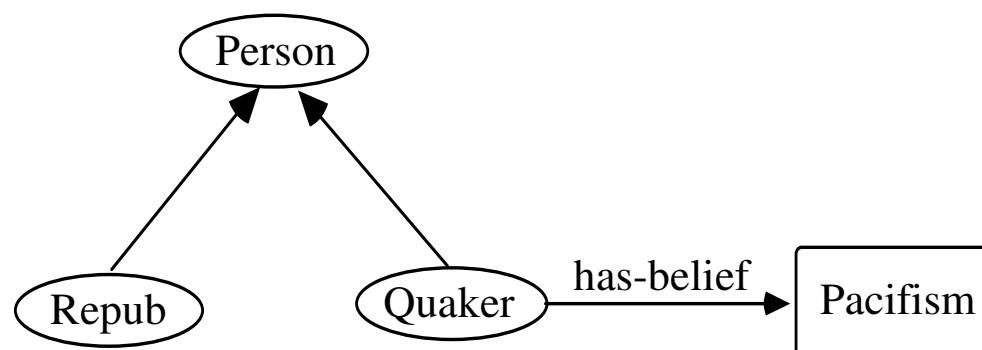
NODI

Sistemi :

- “di sole categorie (classi)” (e istanze):



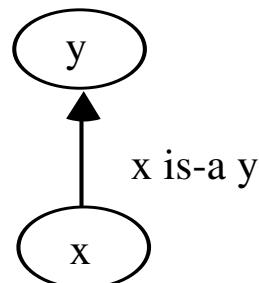
- “di categorie e proprietà”:



- Rappresentabili in Logica dei Predicati del I Ordine

TRASLAZIONE IN LOGICA

- Se x è un individuo e y una classe il legame:



- Può essere interpretato come la formula logica:

y(x) Es: cane(fred)

- Se x e y sono classi, il legame tra loro può essere interpretato come la formula logica:

$$\forall z \ x(z) \Rightarrow y(z)$$

Ese: $\forall z \text{ cane}(z) \Rightarrow \text{mammifero}(z)$

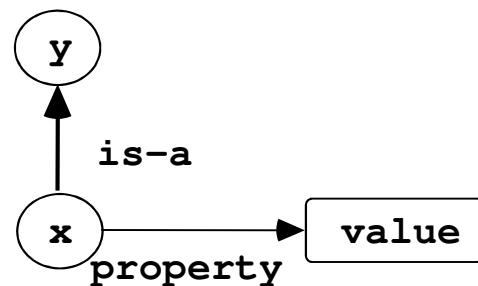
TRASLAZIONE IN LOGICA

- Se una classe o un individuo ha delle proprietà, queste possono essere traslate in predicati binari

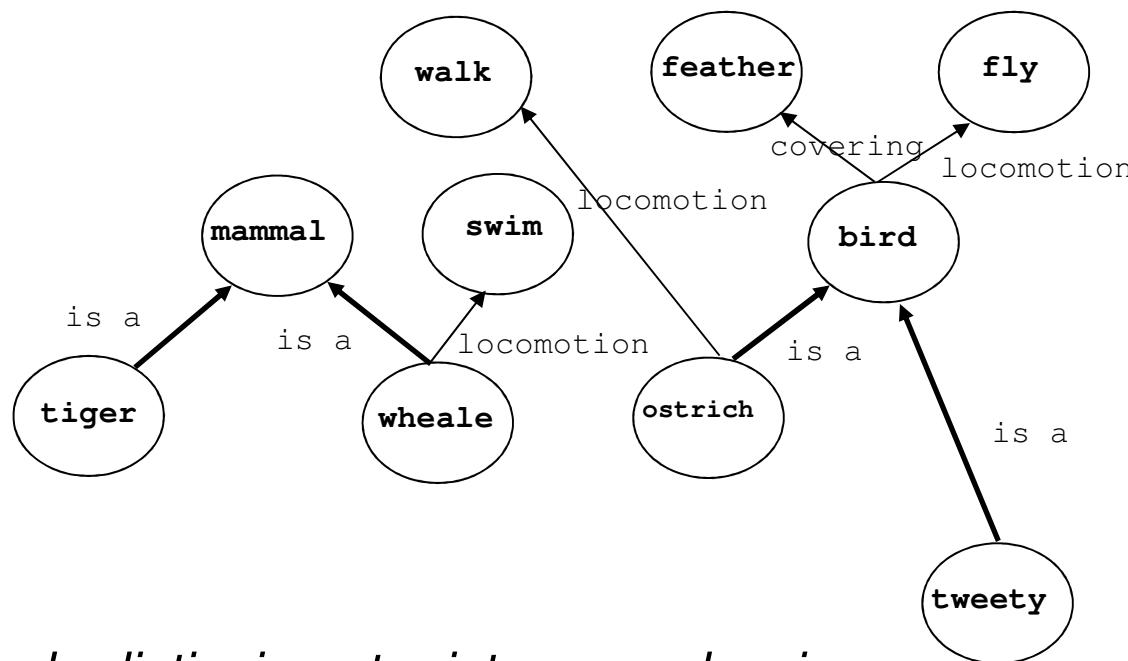
$$\forall z \ y(z) \Rightarrow \text{property}(z, \text{value})$$

property(x, value)

classe
individuo



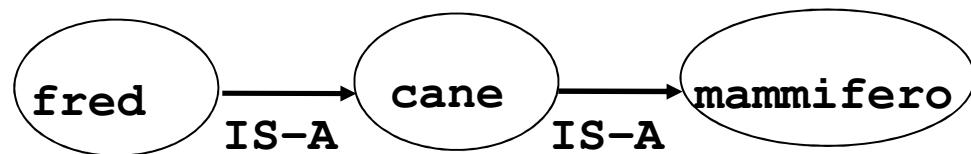
PROBLEMI DELLE RETI SEMANTICHE



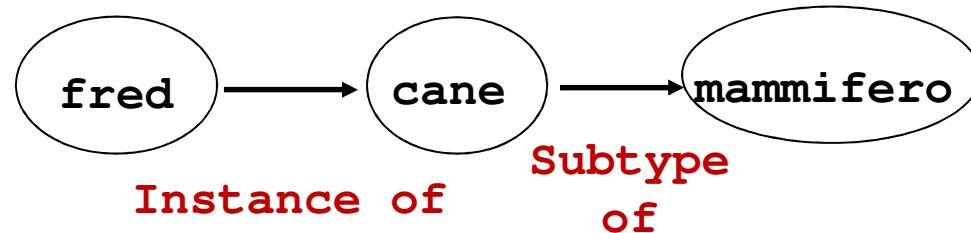
- *Manca la distinzione tra istanze e classi*
 - In realtà, l'unico link “*is-a*” è “sovraffatto” (Woods, 1975)
 - Rappresenta sia la relazione di *appartenenza* ad una classe, sia quella di *sottoclasse*.
 - Richiedono la presenza di un secondo link “*instance-of*” (ma anche *part-of*, etc.)

PROBLEMI DELLE RETI SEMANTICHE

Significato di “IS-A”...



- "fred è un cane"
- "il cane è un mammifero".



- Due significati diversi:
 - 1) member-of; instance-of;
 - 2) Is-a; subset-of; subtype-of.
- Non esiste distinzione tra attributi associati a una classe e attributi (ereditati) dalle istanze della classe

ATTRIBUTI DI CLASSI E ISTANZE

Esempio:

- *Gli elefanti sono una specie in via di estinzione*
- *Clyde è un elefante*
- *Clyde è in via di estinzione*

- *Gli elefanti sono numerosi*
- *Clyde è un elefante*
- *Clyde è numeroso*

Semantica formale:

- Manca una semantica formale (almeno nelle prime versioni)
- Aumento del potere espressivo e semantica:
 - **grafi concettuali** (Sowa, 1984)
 - famiglie dei **linguaggi terminologici** (alla KL-ONE)

Logiche terminologiche o descrittive

Possono essere viste come:

1. *Evoluzioni “logiche” di linguaggi di KR basati sulle nozioni di *frame* e *reti semantiche**
 2. *Contrazioni della logica del prim’ordine (FOL) per ottenere migliori proprietà computazionali*
- Verso gli anni ‘80 si ha una sterzata verso la logica delle reti semantiche
 - Il processo di formalizzazione consiste nel ...
 - riformulare i costrutti secondo i canoni della logica
 - eliminare i costrutti che non si prestano a tale riformulazione (*default* ed *eccezioni*)

Esempio

La seguente è una formula di una delle LT:

(**and** paper
 (**atmost** 2 author)
 (**atleast** 2 author))[paper372]

equivalente a:

paper(paper372) \wedge
 $\exists x \text{ author}(\text{paper372}, x) \wedge$
 $\exists y \text{ author}(\text{paper372}, y) \wedge x \neq y \wedge$
author(paper372, z) $\Rightarrow (z = x) \vee (z = y)$

Concetti e ruoli

- Ogni LT è caratterizzata da operatori per la costruzione di termini di due tipi:
 - *concetti* (corrispondenti a relazioni unarie) con operatori `and`, `or`, `not`, `all`, `some`, `atleast`, `atmost`, ... per la costruzione di concetti complessi
 - *ruoli* (corrispondenti a relazioni binarie)

FRAMES

- Molto simili al formalismo delle reti semantiche
- Utilizzati assieme a regole in gran parte degli ambienti evoluti per sistemi esperti
- Introdotti per la prima volta da Minsky nel 1975 (Minsky, 1975)
 - *"Quando si incontra una nuova situazione (o si fa un sostanziale cambiamento nel modo di concepire un certo problema) si seleziona dalla memoria una struttura chiamata **frame** che è uno **schema concettuale** precedentemente memorizzato che viene adattato per rappresentare la realtà ..."*
 - *"Un **frame** è una struttura dati per rappresentare una **situazione stereotipata**, come essere in un certo tipo di camera o andare al compleanno di un bambino. **Attaccate a ogni frame** ci sono vari tipi di **informazioni**. Alcune sono relative a **come utilizzare il frame**, altre a cosa può richiamare in seguito ..."*

FRAMES

Concetto intuitivo: Modulo di conoscenza che descrive qualcosa in termini delle sue *proprietà*

- Ha un **nome** che identifica ciò che è descritto
- Ognuna delle proprietà possedute è rappresentata mediante una coppia **slot/valore** (KRL, NETL, KEE, KAPPA, ART)
- **Esempio:**

Nome	Slot	Valore (<i>default</i>)
Volpe	Is-a	Piccolo-Animale
	Colore	Fulvo
	Furbizia	Molto-sviluppata
Volpe_albina	Is-a	Volpe
	Colore	Bianco

FRAMES

- Differentemente dai linguaggi terminologici, l'**appartenenza a una categoria** (classe o concetto) non viene caratterizzata mediante proprietà **necessarie e sufficienti**, ma nei termini di una maggiore o minore **somiglianza** rispetto a membri tipici della categoria detti **prototipi**
- In generale, tutti i sistemi a frame permettono di ragionare su classi di oggetti usando **rappresentazioni prototipali** che, valide in linea di massima, devono essere adattate e modificate (**eccezioni**)
- Le descrizioni dei prototipi non sono nemmeno condizioni necessarie
- I valori per **default** vengono usati come valori **provvisori** e **approssimativi**, in assenza dei valori reali
- Come nelle reti semantiche, le **connessioni** fra un frame e gli altri e i rispettivi ruoli che devono rappresentare nella conoscenza globale sono determinati da valori attribuiti a specifici slots.

SUBSLOT O FACET

- Gli slot possono contenere *informazioni aggiuntive* sui valori associati (default, tipo, quantità, etc.)
- *Informazioni procedurali*:
 - Connesse anch'esse agli slot del frame (*procedural-attachment*)
 - Indicano come utilizzare tale frame, come trovare i valori per gli slots, etc.
- *Integrazione di conoscenza dichiarativa e procedurale*
 - Le procedure (*demoni*) sono spesso individuate da particolari “facet” che attivano la procedura associata durante:
 - la ricerca di valori di uno slot if-needed
 - l'aggiunta di valori if-added
 - la cancellazione di valori if-removed

ESEMPIO

Nome	Attributo	Facet	Valore
• Resistenza	Is-a	Uguale	Componente
	Valore	Unit	Ohm
	Precisione	Dominio	(1 5 10)
		Default	5
	Potenza	If-needed	Request

Istanza di nome R1:

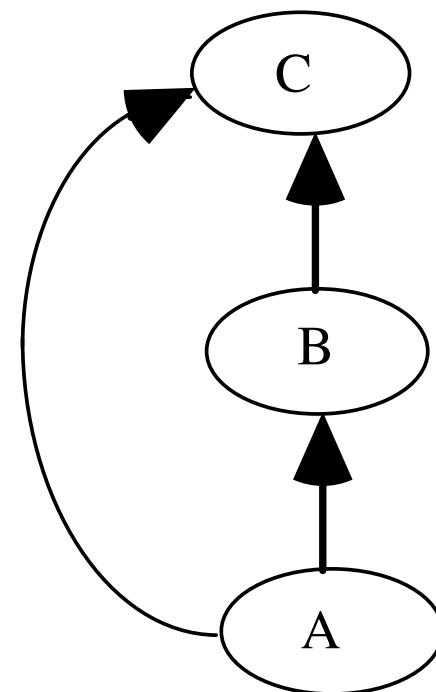
Nome	Attributo	Facet	Valore
• R1	Is-a	Uguale	Resistenza
	Valore	Uguale	5000
	Precisione	Uguale	1

ORGANIZZAZIONE DI OGGETTI E INFERENZE

- Gli oggetti vengono organizzati in una *gerarchia* o *ordinamento parziale* detta *gerarchia di ereditarietà* o *tassonomia*
- *Oggetti* rappresentati da nodi
- *Relazioni gerarchiche* tra oggetti rappresentate connettendo nodi via archi “is-a” o “instance-of”
- Cattura il principio base di organizzazione sia delle reti semantiche, dei sistemi a frames e dei sistemi a oggetti
- La *tassonomia* viene utilizzata per memorizzare informazioni al livello più appropriato di generalità, rendendole automaticamente disponibili agli oggetti più specifici mediante il meccanismo di *ereditarietà*

TASSONOMIA

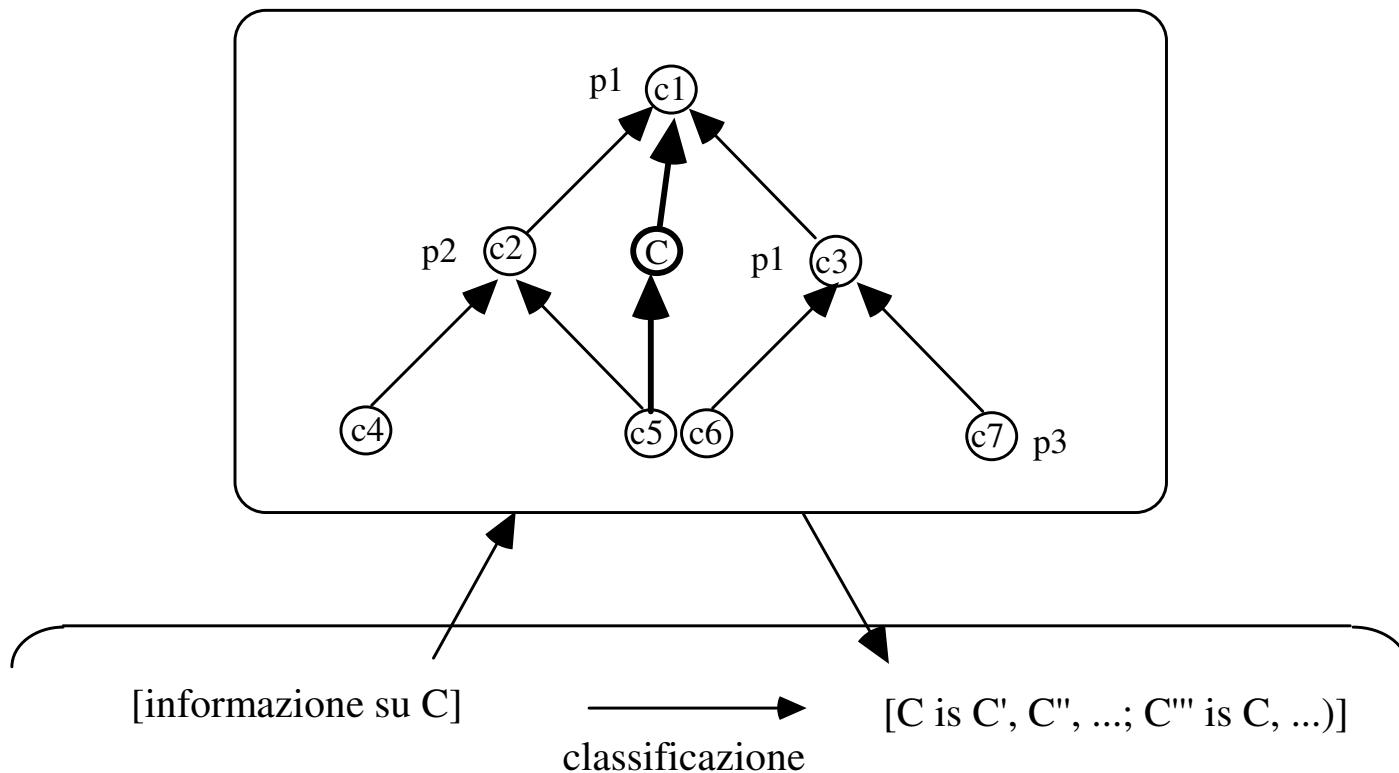
- La *tassonomia* può essere *costruita*:
 - *direttamente* dal programmatore, asserendo i legami “is-a” tra coppie di concetti (reti semantiche, sistemi a frames e a oggetti)
 - *automaticamente* inferendo i legami “is-a” tra coppie di concetti (ad esempio a partire dalla loro struttura nella famiglia KL-ONE dei linguaggi terminologici)
- Costruita la tassonomia, interrogazioni sui legami gerarchici tra oggetti presenti nella tassonomia sono risolte attraverso l'applicazione della chiusura transitiva



FORME DI INFERENZA

- **Tre tipi di inferenze:**
 - *classificazione*
 - *riconoscimento*
 - *ereditarietà*

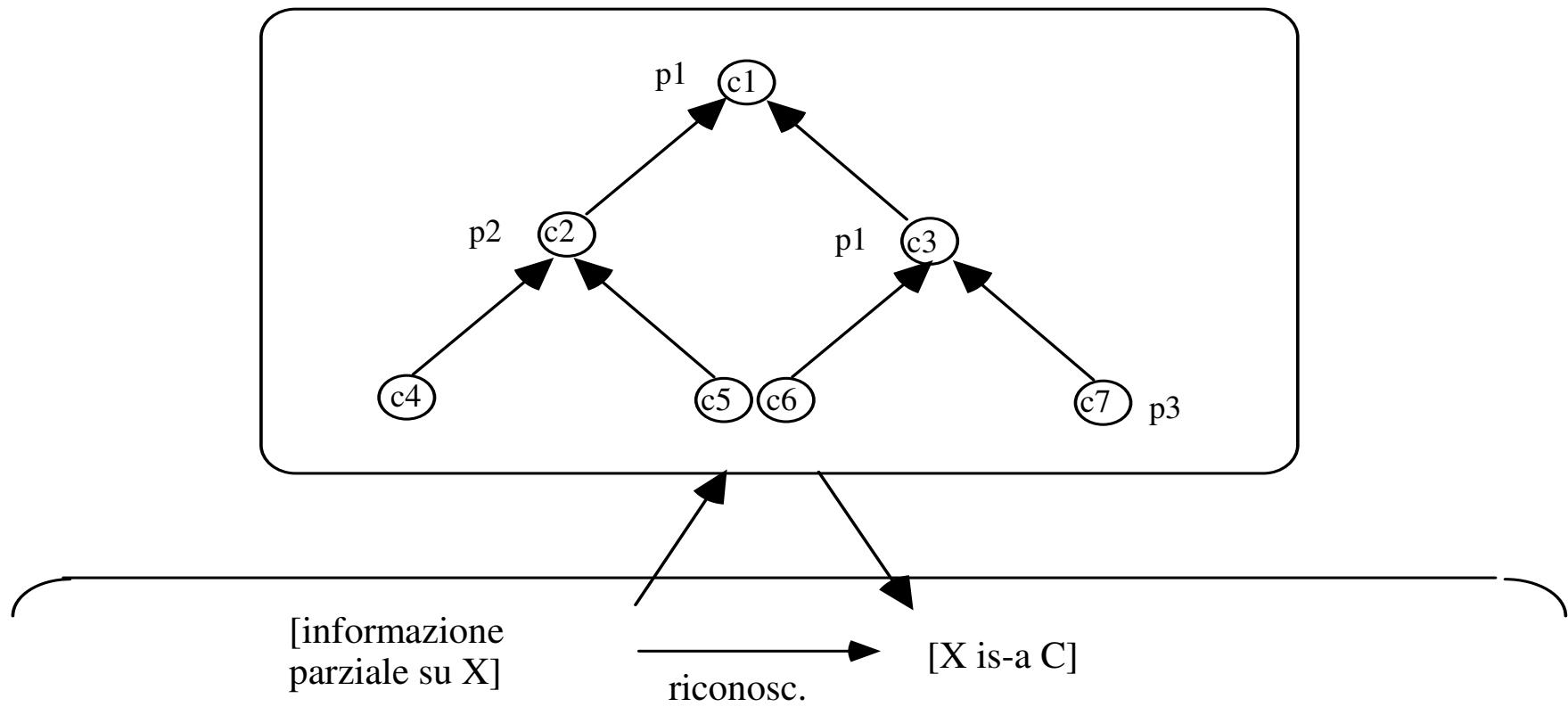
CLASSIFICAZIONE



CLASSIFICAZIONE

- Inserisce un concetto nella tassonomia al livello più appropriato (linguaggi terminologici)
- Utilizza il test di sussunzione
- L'algoritmo di classificazione di un nuovo oggetto (concetto) C consiste di due parti:
 - *most specific subsumers*, per individuare i concetti più specifici che sussumono C
 - *most general subsumees*, per individuare i concetti più generali sussunti da C
- Richiede che le classi siano descritte da proprietà necessarie e sufficienti

RICONOSCIMENTO

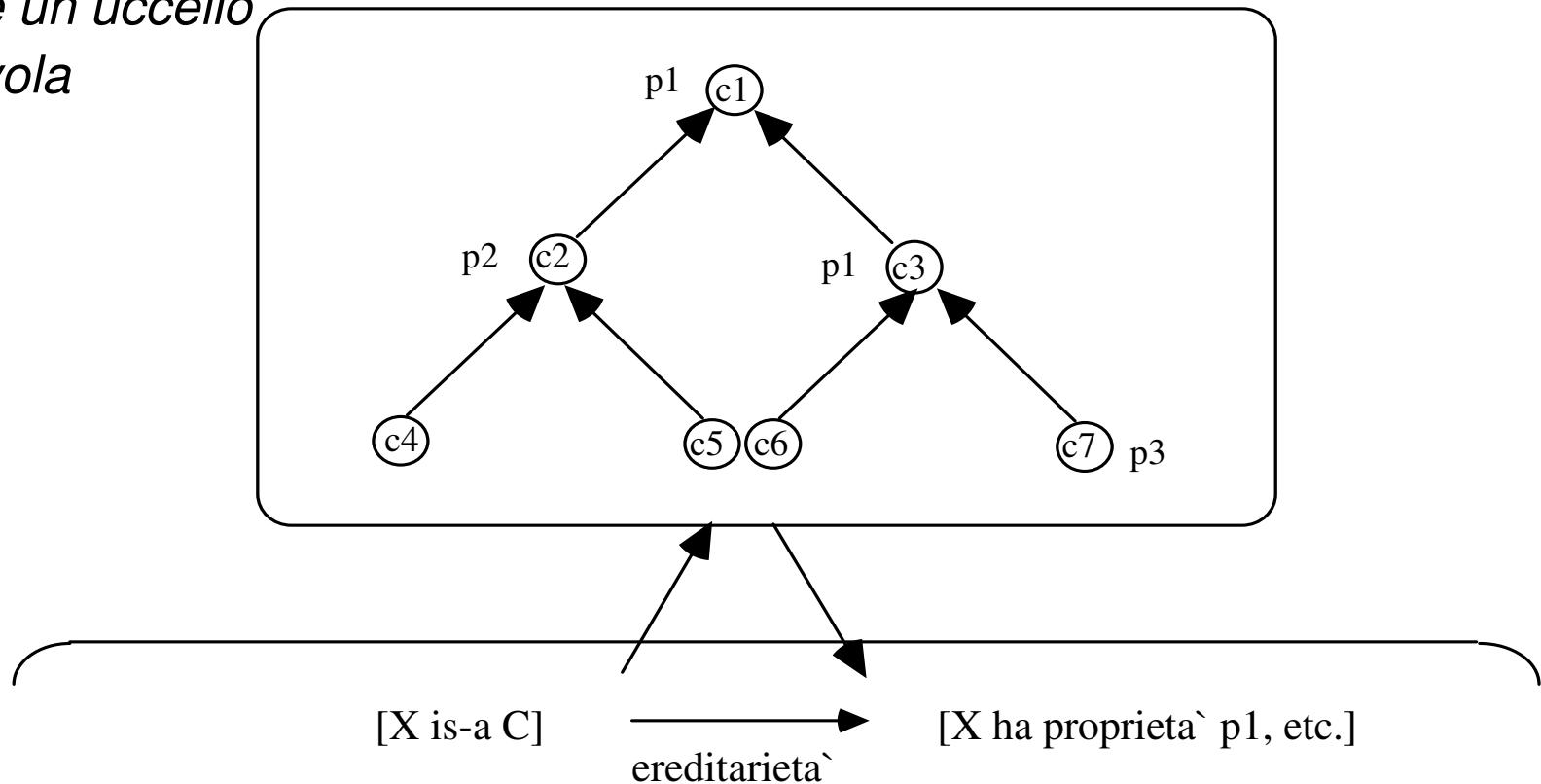


RICONOSCIMENTO

- Data una tassonomia, è l'operazione con cui si "classificano" individui cioè istanze (linguaggi terminologici)
- Data una descrizione che consiste di un insieme di proprietà, trovare un concetto che *meglio* corrisponde alla descrizione data
- Inserimento di un individuo sotto i suoi *most specific subsumers* (prima parte dell'algoritmo di classificazione)
- Inferenza corretta nel caso di descrizioni complete (*necessarie e sufficienti*)

EREDITARIETA'

- È una forma di inferenza che consente di determinare le proprietà di un oggetto basandosi sulle proprietà dei suoi *antenati*
- *Gli uccelli volano*
- *Titti è un uccello*
- *Titti vola*



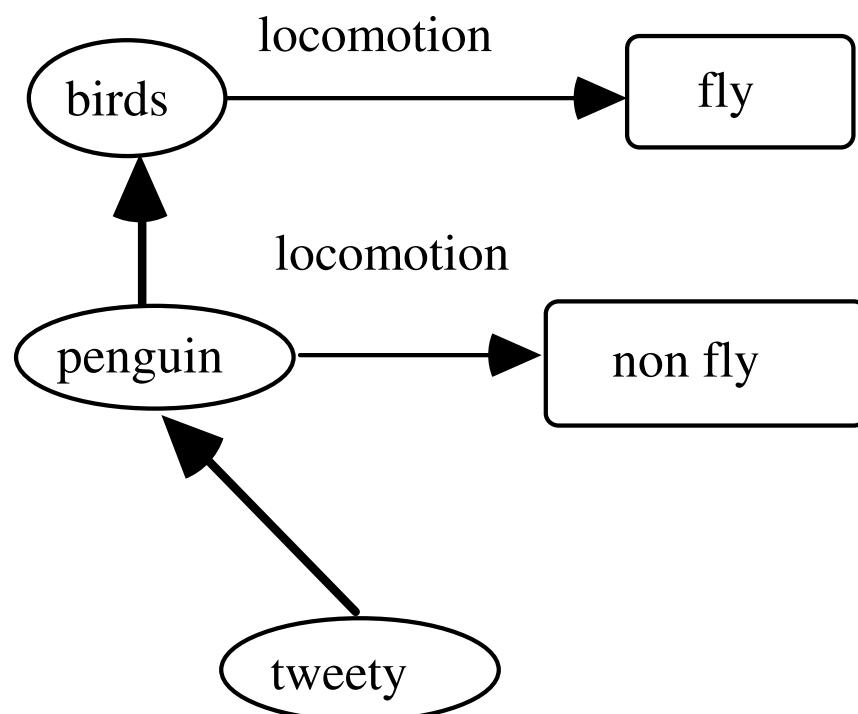
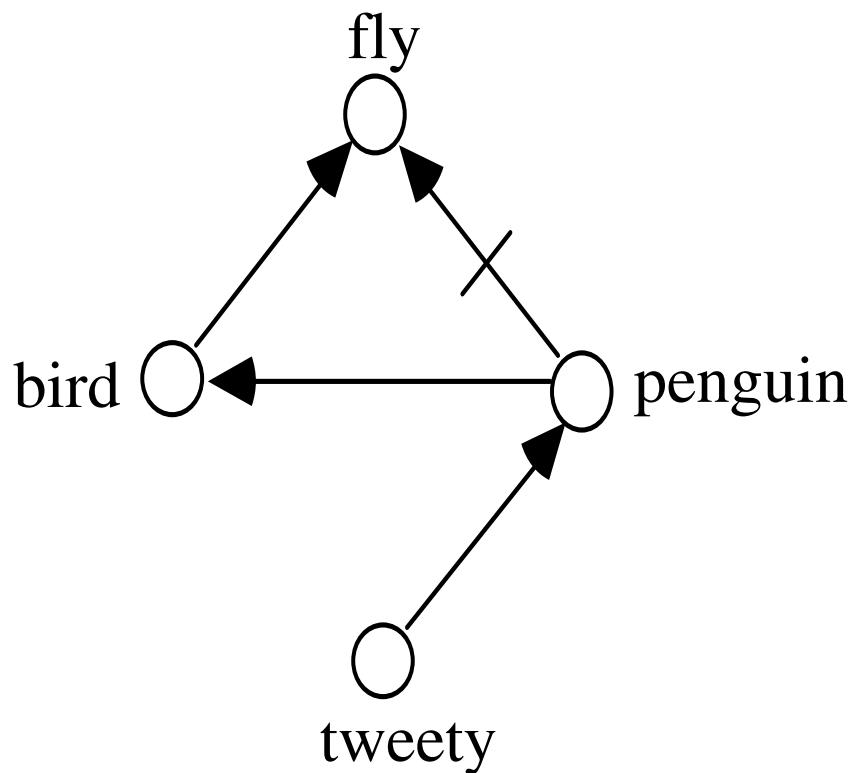
EREDITARIETÀ

Molto spesso ereditarietà, classificazione, riconoscimento sono combinati tra loro

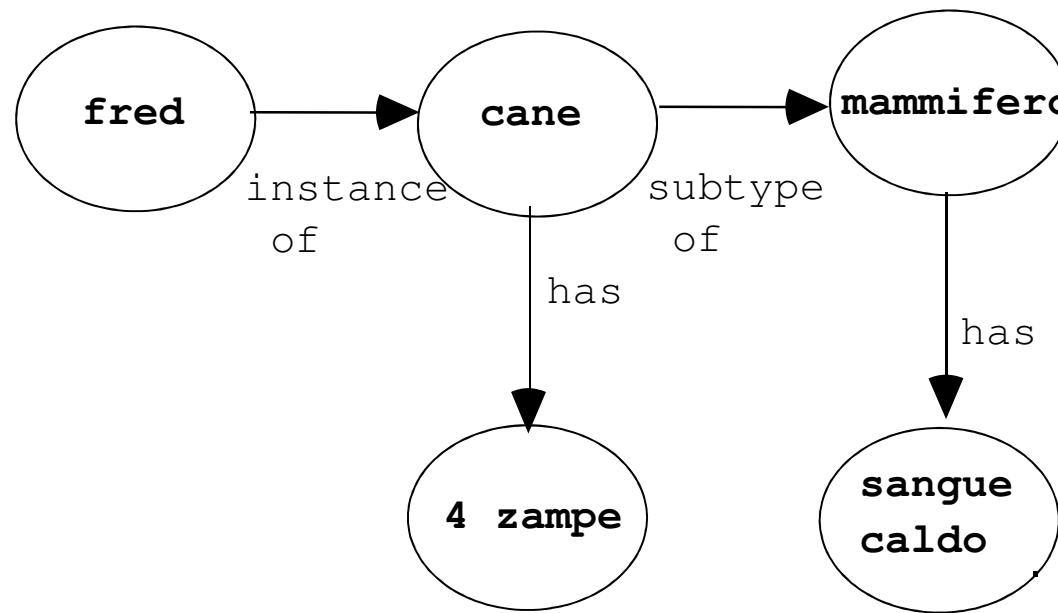
- Problema: possibile presenza di proprietà in conflitto (eccezioni, ereditarietà multipla)
- Molti sistemi sono *non-monotoni*
- *Non-monotonicità:*
 - Un sistema di ereditarietà è *non monotono* se ammette archi “annullabili” (defeasible)

EREDITARIETÀ

- Attraverso archi *is-not-a* (reti di ereditarietà) oppure *overriding* di proprietà (frame, oggetti)

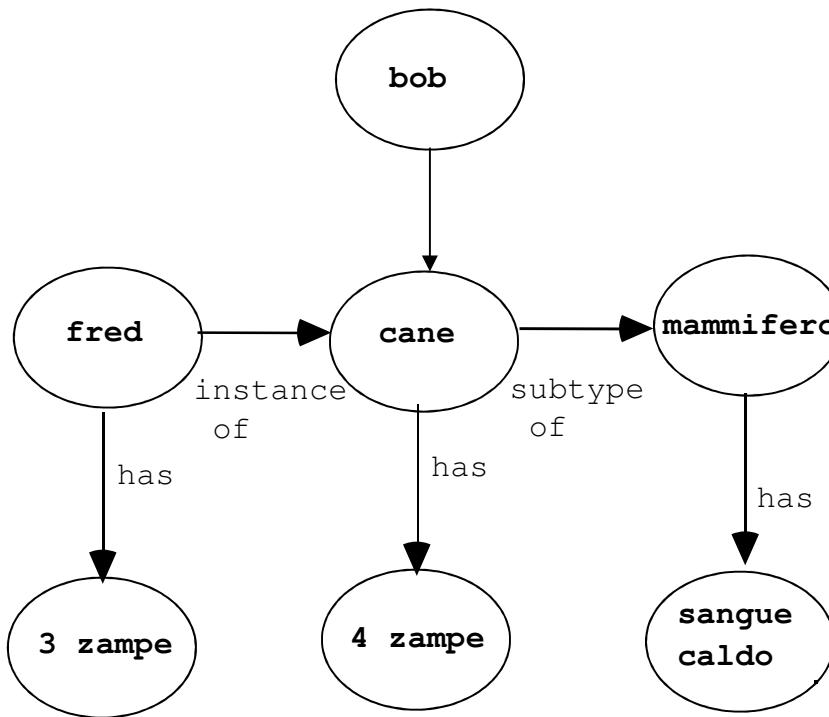


GERARCHIA ED EREDITARIETÀ DI PROPRIETÀ



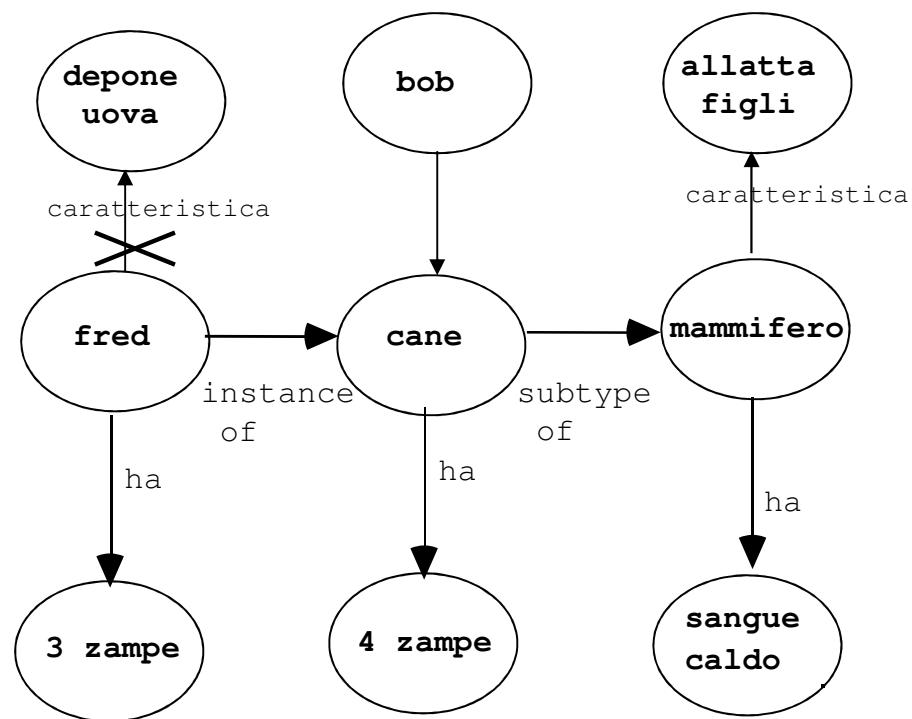
- fred è un cane allora:
- ha 4 zampe e ha il sangue caldo.

DEFAULT

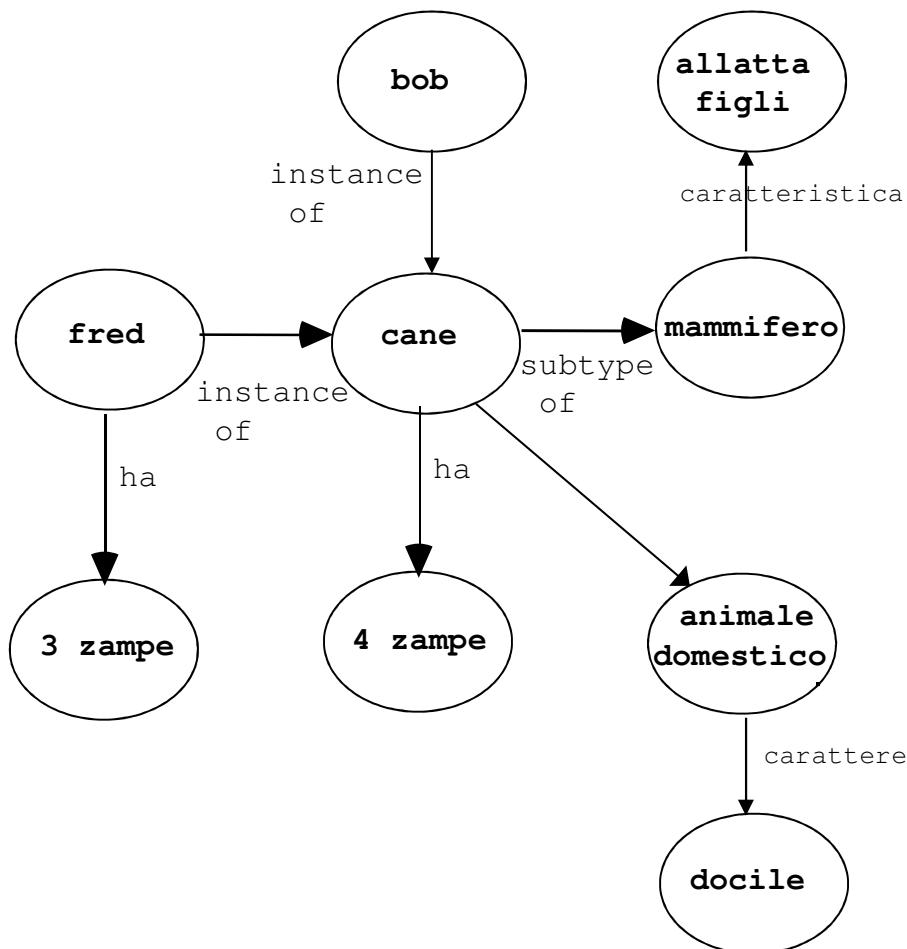


- mediante ricopertura di proprietà ai livelli più bassi della gerarchia
- fred ha tre gambe (eccezione).
- **ATTENZIONE!!!** ci sono proprietà che non possono essere ricoperte:
(alcune sono quantificazioni universali)

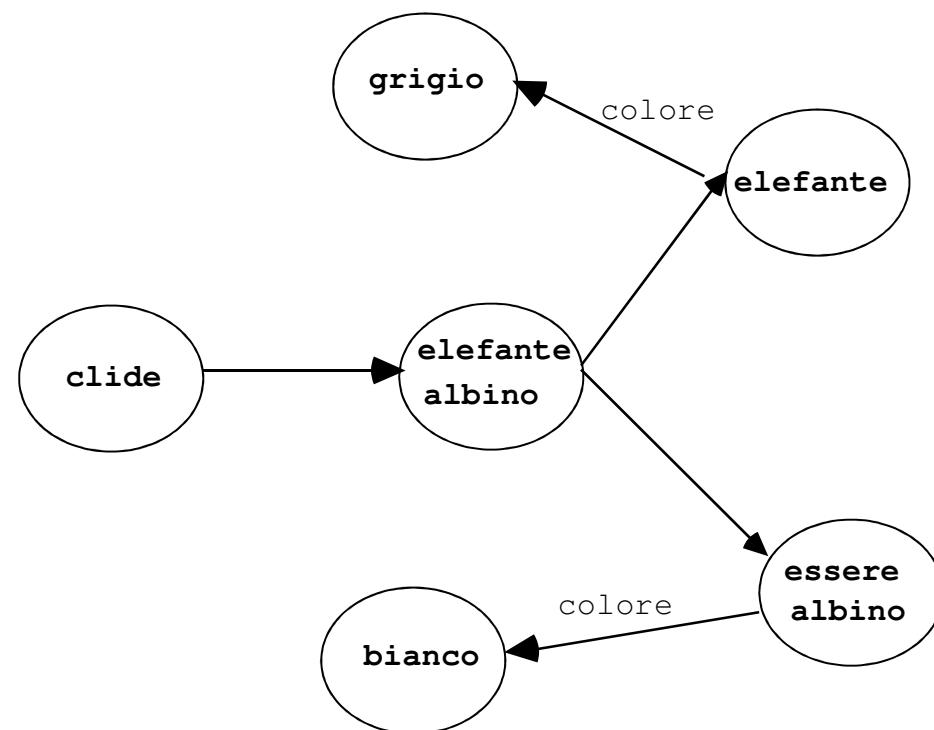
RICOPRIRE VALORI DI PROPRIETA`



EREDITARIETÀ MULTIPLA:

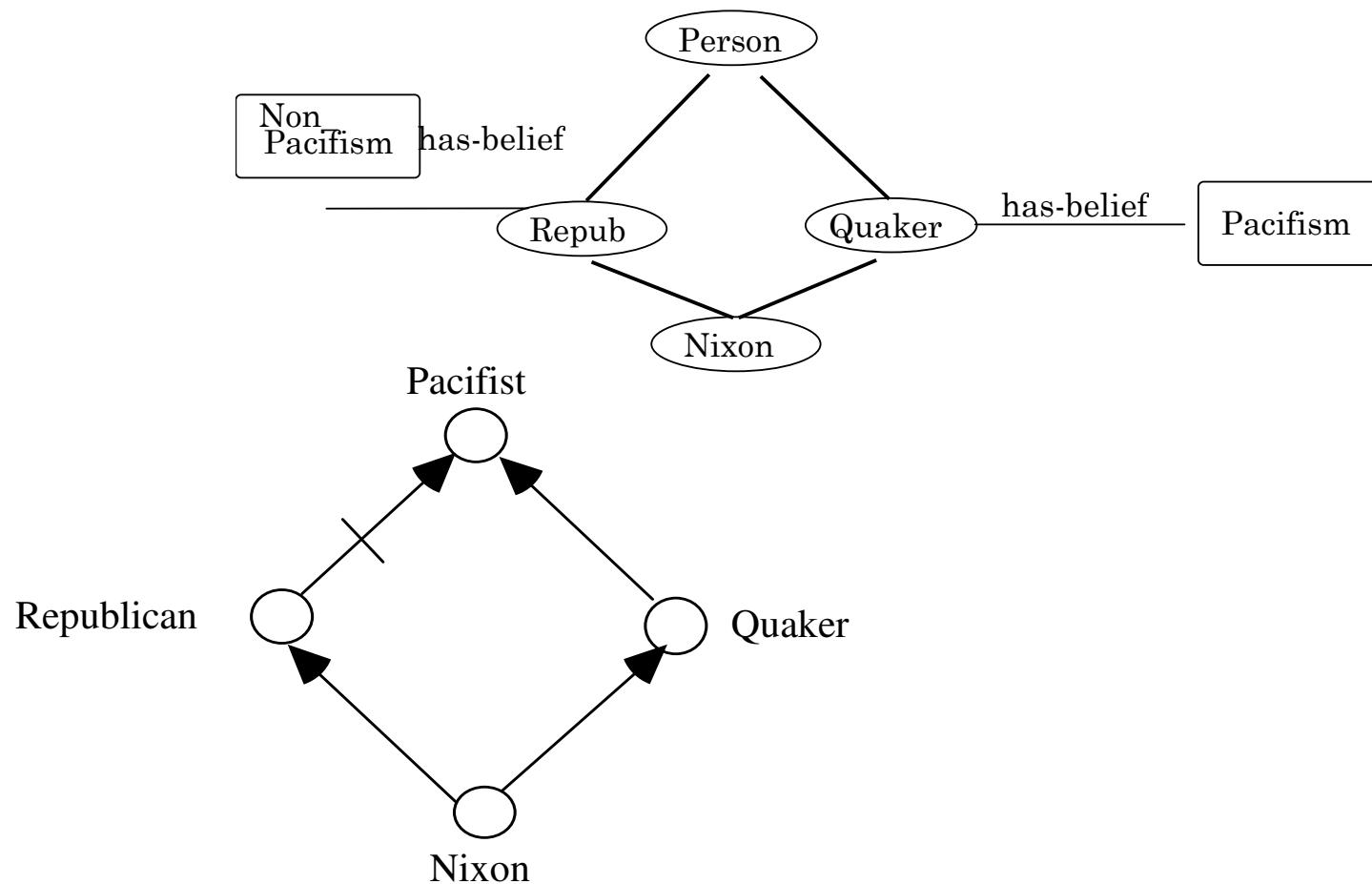


PROBLEMI: EREDITARIETÀ PROPRIETÀ IN CONTRADDIZIONE DI



- Si deve indicare un VERSO DI PERCORSO
- Normalmente depth-first con backtracking da sinistra verso destra.

EREDITARIETA' MULTIPLA



EREDITARIETÀ

Due approcci:

- nell'ambito della rappresentazione della conoscenza *reti di ereditarietà*
 - derivano dalle reti semantiche
 - si ereditano proprietà
 - esistono archi defeasible (“is-not-a”)
 - ereditarietà multipla
- nell'ambito dei linguaggi di programmazione, *linguaggi a oggetti* (*Java, C++, C#*)
 - si ereditano attributi (variabili) e metodi (operazioni)
 - sia le variabili sia le operazioni ereditabili possono essere ridefinite (overriding)
 - in alcuni (ad es. C++) c'è ereditarietà multipla, in altri si fa una scelta più tranquilla (Java, C#)

PATH-BASED REASONING

- Sistemi di ragionamento basato su cammini
- Ampiamente accettato perché intuitivo e di facile realizzazione
- *Eccezioni* (vedi esempio di “fred è un cane a tre zampe”)
- I concetti che hanno valori di proprietà in conflitto possono essere ordinati totalmente all'interno della gerarchia is-a
- Il conflitto può essere risolto sulla base della *locazione* identificando il concetto “più vicino” (il *più specifico*) e utilizzando l'informazione in esso (*overriding*)

AMBIGUITÀ

- Il conflitto *non* può essere risolto sulla base della locazione dei concetti nella gerarchia (si veda l'esempio di Nixon)

Possibili soluzioni:

- *Approccio credulo*
 - Enumerazione delle risposte possibili
 - Stessi risultati ottenuti con la traslazione nella logica default
 - *Nixon è Pacifista*
 - *Nixon non è Pacifista*
- *Approccio scettico*
 - Non trae alcuna conclusione
 - *Non posso concludere nulla su Nixon*
- NOTA: l'*ereditarietà scettica ideale* dovrebbe trarre quelle conclusioni che sono vere in *ogni* estensione credula
- *Priorità*
 - Aumento della potenza espressiva del linguaggio
 - È più probabile che un Repubblicano sia Pacifista piuttosto che un Quacchero sia non Pacifista

EREDITARIETÀ PROCEDURALE

- Usata nei sistemi a frame e ad oggetti
- È definita solo in termini di un algoritmo che opera sulla struttura dati rappresentante il grafo di ereditarietà
- Algoritmo:

Dato un oggetto A e una proprietà P, trovarne il valore V:

 1. Se c'è un valore per la proprietà P in A restituisci quel valore.
 2. Altrimenti, sia Class l'insieme di tutte le classi che sono puntate da archi che escono da A;
 3. Se Class è vuoto restituisci fallimento;
 4. Altrimenti seleziona una classe C in Class. Se in C c'è un valore per la proprietà P restituisci quel valore. Altrimenti aggiungi a Class tutte le classi puntate da archi che escono da C.
 5. Ritorna al passo 3.
- Nel caso di ereditarietà semplice si percorre un unico cammino nella gerarchia
- Nel caso di ereditarietà multipla, la struttura dati (ad esempio coda o pila) utilizzata per memorizzare l'insieme Class corrisponde alle due strategie di ricerca breadth-first e depth-first

Abbiamo visto che:

- Molti dei ragionamenti che si fanno sono sulle categorie piuttosto che sugli individui
- Se organizziamo la conoscenza in categorie (e sottocategorie) è sufficiente classificare un oggetto, tramite le proprietà percepite, per inferire le proprietà della categoria a cui appartiene (ereditarietà)

In conclusione...

- Le relazioni di sottoclasse organizzano la conoscenza in tassonomie (come in botanica, biologia, nelle scienze librarie ...)
- Ontologie di dominio = tassonomie specializzate
- Molte delle idee delle reti semantiche e dei frame sono state raccolte in logiche specializzate (terminologiche o descrittive)
- Queste logiche sono alla base delle proposte per il *Web semantico*