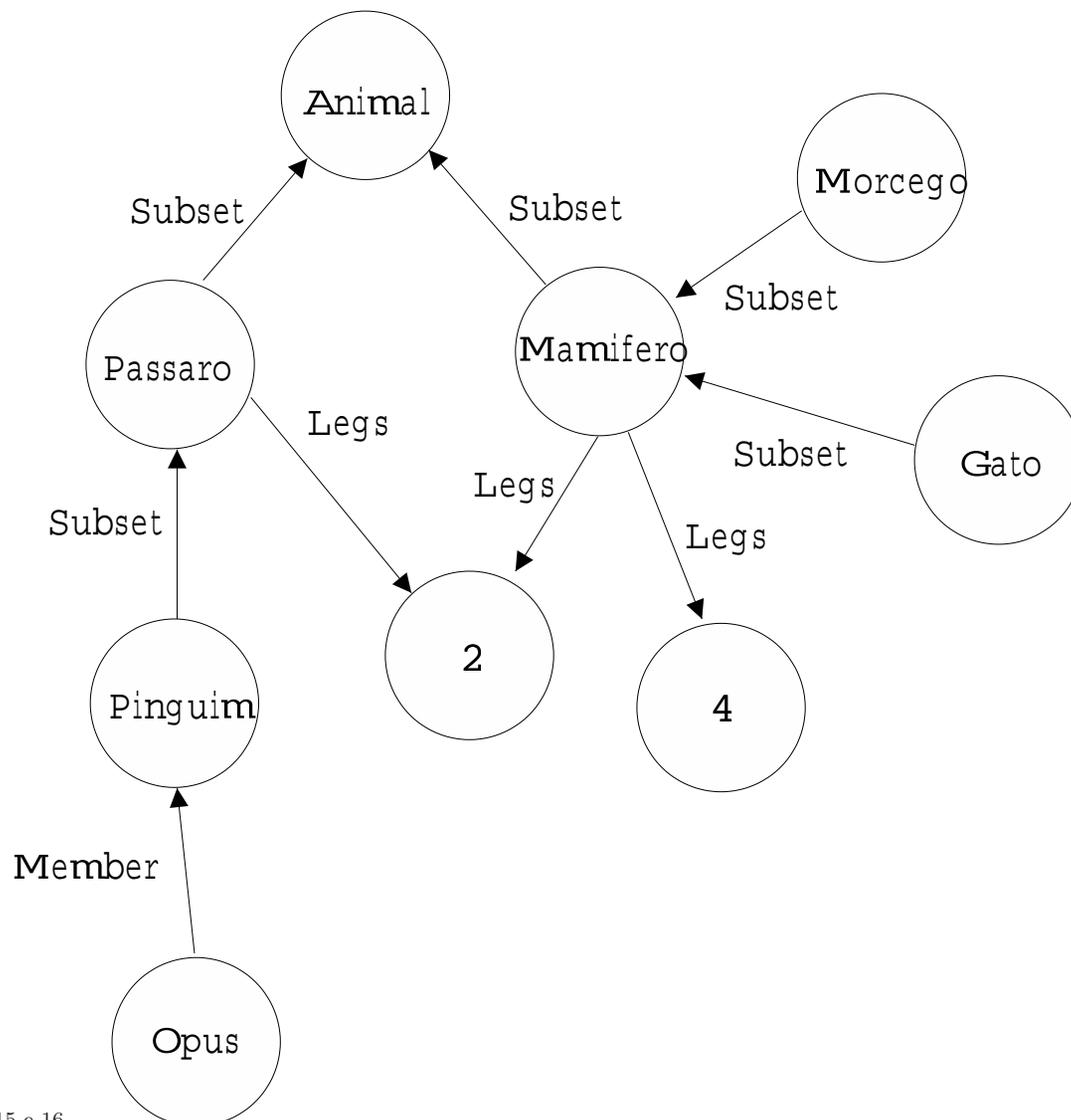


## Redes semânticas: definição

Uma rede semântica é:

- ◇ Uma representação do conhecimento envolvendo nós, ligações e rótulos.
- ◇ Nós representam categorias, propriedades ou objetos.
- ◇ Ligações são orientadas e definem relações (*Subset*, *Member* ou relações funcionais).
- ◇ Rótulos identificam as ligações.

Uma rede semântica é uma forma de representação.



## Por quê redes semânticas?

Existe uma equivalência entre redes semânticas e lógica. Por que então “inventar” se já temos métodos para lidar com lógica?

- ◇ Facilitação para projetista do SBC: uma descrição baseada em redes semânticas tende a ilustrar relações de modo mais claro.
  - ◇ Redes semânticas normalmente tem um modelo de execução simples: inferência é feita de modo natural por algoritmos de percurso em grafos.
  - ◇ Leva naturalmente ao conceito de herança ou hierarquia (muito útil na prática).
- É claro que precisamos definir operadores para este modelo de execução . . .

## Elementos e sintaxe

Sintaxe: Objetos e categorias são nós; relações são ligações.

Ligação    Semântica

$$A \longrightarrow B \quad A \subset B$$

$$A \longrightarrow B \quad A \in B$$

$$A \longrightarrow B \quad R(A, B)$$

$$A \longrightarrow B \quad \forall x \ x \in A \Rightarrow R(x, B)$$

$$A \longrightarrow B \quad \forall x \ \exists y \ x \in A \Rightarrow y \in B \wedge R(x, y)$$

Exemplo:

$$Gato \longrightarrow Mamifero \tag{2}$$

Observe que isso admite uma notação em LPO:

$$\forall x \ Gato(x) \Rightarrow Mamifero(x) \tag{3}$$

## Operadores para redes semânticas

- Construtores para:
  1. construir nós.
  2. construir uma ligação, dados dois nós e um rótulo para a ligação.
- Leitores para:
  1. Produzir lista de ligações saindo de uma dado nó.
  2. Produzir lista de ligações chegando em um dado nó.
  3. Indicar o nó de saída de uma dada ligação.
  4. Indicar o nó de chegada de uma dada ligação.
  5. Indicar o rótulo, dada uma ligação

## Herança em Redes Semânticas

Considere a query: “Quantas pernas tem Opus?”

A conclusão *Sim* decorre de um processo de encadeamento que envolve uma *herança*: diz-se que Opus *herda* a característica “2” da relação “Pernas” entre a categoria “Pássaro” e o número “2”.

Problema: E se Opus fosse um mamífero?

Redes semânticas devem ser analisadas em nível de implementação (resistir à tentação de achar que redes semânticas usam a nossa semântica).

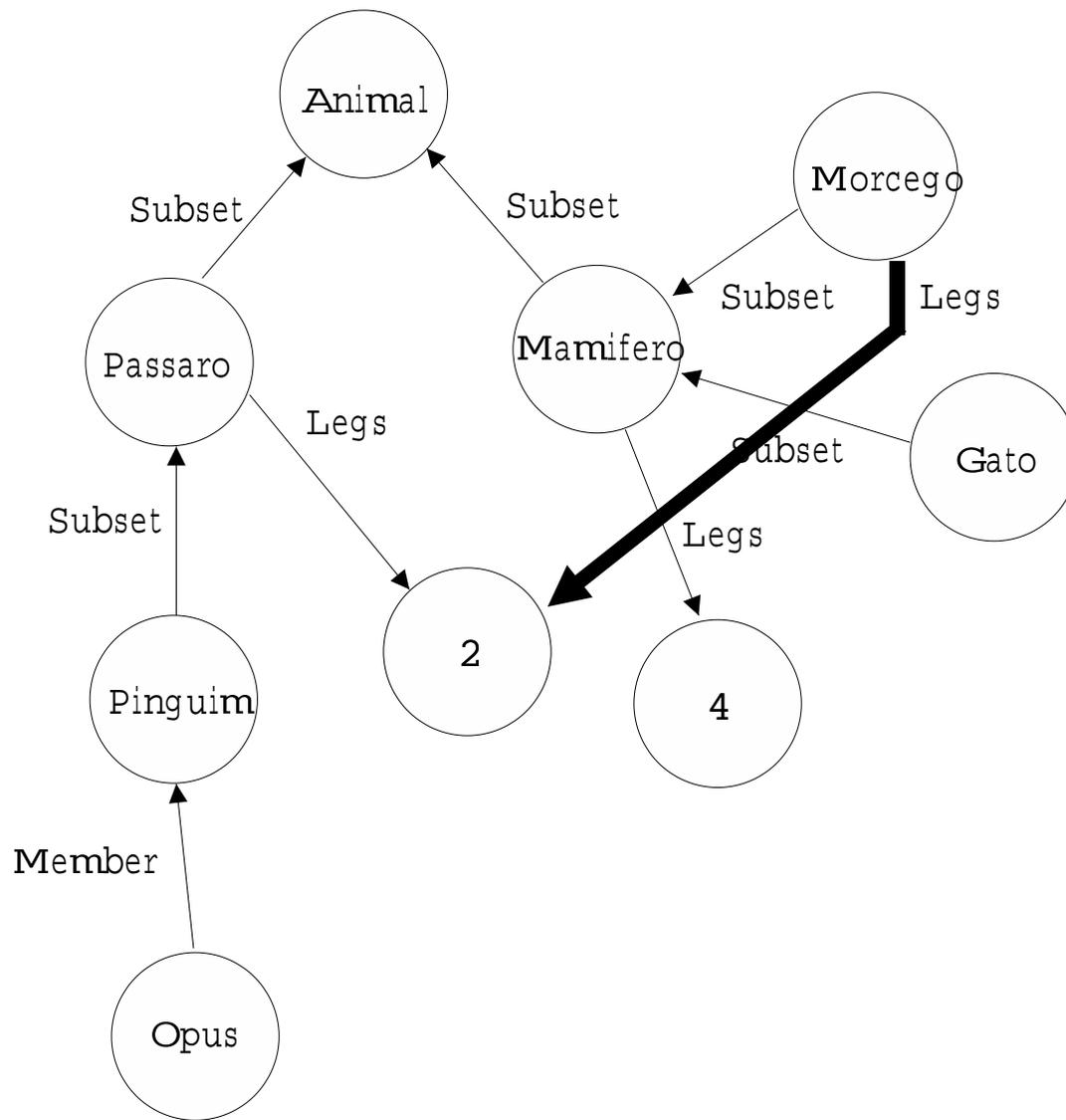
## Herança com Exceções

No exemplo: problema é causado pela categoria “Morcego”, que envolve uma exceção (naturalmente, também poderíamos pensar na categoria “Gato” como causadora da exceção).

Solução: criar ligação direta da categoria à exceção correspondente.

Interpretação: ligação direta tem prioridade sobre herança.

Cancelamento da Herança



## Raciocínio não-Monotônico

Monotonicidade: *if*  $BC \vdash P$  *then*  $(BC \wedge S) \vdash P$

Herança com exceções é um exemplo de raciocínio não-monotônico: aparecimento de um objeto da categoria “Morcego” altera raciocínio *default* “todo mamífero tem 4 pernas”.

Cancelamento da herança em redes semânticas é uma solução possível.

Outras possibilidades: lógicas estendidas (lógica não-monotônica, circunscrição, lógica de *defaults*, etc.).

## Relacionando redes semânticas e LPO

- Passo 1: transformar relações em objetos, definindo um novo predicado  $Rel$  para indicar a existência de uma relação.

Exemplo:  $Rel(R, A, B)$  é uma sentença atômica indicando a existência da relação  $R$  entre  $A$  e  $B$ .

Observe que isto implica não poder mais escrever algo como  $R(x, B)$ .

- Passo 2: defino predicado  $Val(R, x, B)$  para indicar que uma relação  $R(x, B)$  está *explicitamente* definida na rede.
- Passo 3: defino predicado  $Holds(R, x, B)$  para indicar que a relação  $R(x, B)$  está *implicitamente* definida na rede (ou seja, pode ser inferida por algum caminho).

## Herança com Exceções em LPO

Uma relação  $R$  existe entre  $x$  e  $B$  se:

1. existe um  $Val$  explícito  $Val(R, x, B)$ ; ou
2. existe um  $Rel(R, P, B)$  em uma categoria  $P$  da qual  $x$  é um elemento e não existe um  $Rel(R, P', C)$  em uma subcategoria  $P'$  de  $P$  da qual  $x$  seja um membro.

Ou seja:

$$\begin{aligned}\forall R, x, B \text{ Holds}(R, x, B) &\iff Val(R, x, B) \vee \\ &\quad (\exists P \ x \in P \wedge Rel(R, P, B) \wedge \neg InterveningRel(R, x, P)) \\ \forall R, x, P \text{ InterveningRel}(R, x, P) &\iff \exists i \text{ Intervening}(x, I, P) \wedge \exists P' \ Rel(R, I, P') \\ \forall x, I, P \text{ Intervening}(x, I, P) &\iff (x \in I) \wedge (I \subset P)\end{aligned}$$

BC LPO também deve ser informada que as relações definidas são as únicas válidas (isto é definido implicitamente pela rede semântica).

## Herança Múltipla

Um objeto pode pertencer a mais de uma categoria → herança ao longo de caminhos diferentes.

Isto pode causar conflitos!

Solução: informação contextual, preferências para a direção da inferência, raciocínio *default* (e.g., animais silvestres com nomes são personagens de desenho animado).

Outros problemas comuns em redes semânticas:

- Tratamento da disjunção.
- Tratamento explícito da negação de uma herança.
- Tratamento da quantificação universal.

## Frames: Uma Representação Alternativa

Frames: estruturas de dados para representação do conhecimento, caracterizadas por:

- Um nome, que corresponde a um nó de uma rede semântica.
- Uma coleção de pares atributo-valor (slots), em que os atributos são os rótulos das ligações associadas ao frame e os valores são os nós ligados pelos atributos ao nó do frame.

Exemplo:

Mamifero

subset\_of: Animal

superset\_of: {Morcego, Gato}

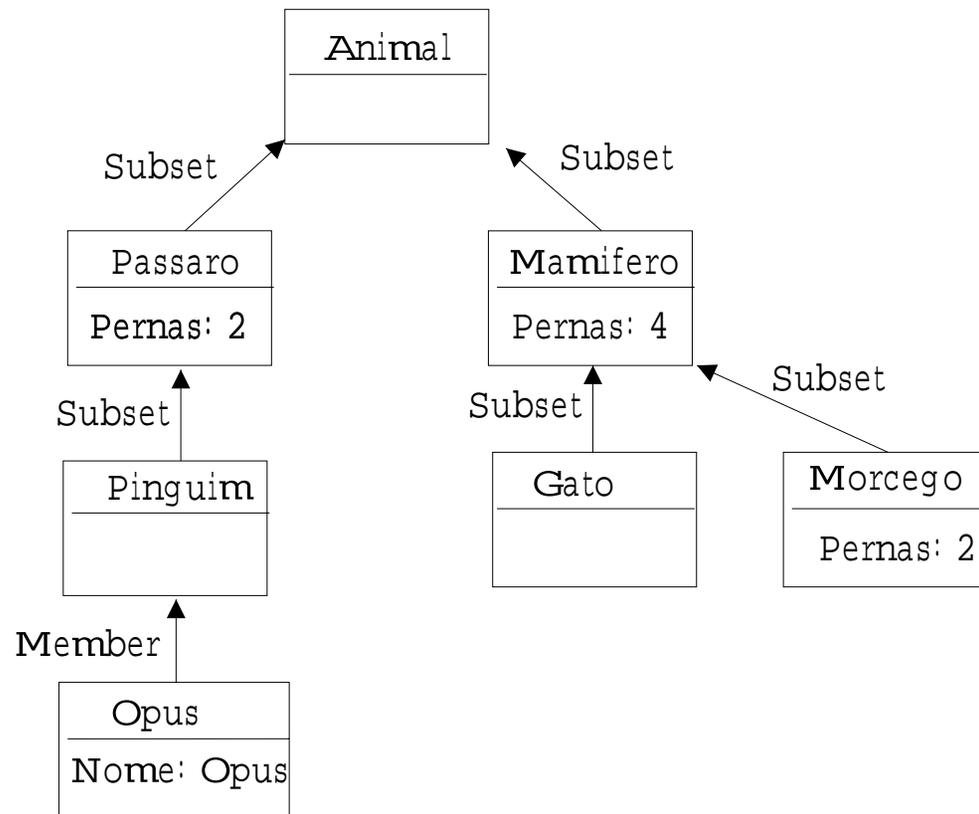
legs: {2, 4}

## Redes de Frames

Um “híbrido” de rede semântica e frames em que apenas as relações de pertinência de conjuntos (categorias) ou elementos aparecem como ligações. As relações funcionais aparecem como “propriedades” de categorias.

Idéia: estruturar a representação e explicitar melhor o conceito de herança.

Observe que a rede pode ser construída de várias maneiras, dependendo das categorias que escolho para serem escritas como propriedades funcionais (e.g., poderia ter definido categorias “Animal de 2 pernas” e “Animal de 4 pernas” como subconjuntos da categoria “Animal”).



## Retração em BCs

Vimos que o conceito de herança pode envolver raciocínio não-monotônico.

Numa rede semântica, vimos que isto pode ser resolvido por uma modificação da rede que envolve adição e remoção de ligações.

Este último equivale à remoção do conhecimento na BC.

Uma nova função `RETRACT` precisa então ser considerada (além de `TELL` e `ASK`).

`RETRACT` pode ser útil em outras situações:

Um fato pode perder importância com o tempo.

Um fato pode perder validade com o tempo (e.g., ambientes dinâmicos).

## Manutenção da Verdade

O grande problema é: como usar `RETRACT` sem introduzir inconsistências na BC?

Exemplo:

BC:  $P, P \Rightarrow Q$ , inferido  $Q$ . `RETRACT(P)`:  $Q$  também deve ser removido!

BC:  $P, P \Rightarrow Q$ , inferido  $Q, R, R \Rightarrow Q$ . `RETRACT(P)`:  $Q$  não deve ser removido!

Este é um problema tão complexo quanto o controle da inferência propriamente dita.

Programas especializados em manter a consistência da BC são chamados Sistemas de Manutenção da Verdade (SMV).