

MODELOS DE CONOCIMIENTO HEREDABLE

FRAMES (Minsky, 1975)

El proponente de la noción de *marco* (*frame*) fue el psicólogo cognitivo Marvin Minsky:

- Minsky, 75, “A Framework for representing knowledge”
“... Esta es la esencia de la teoría de los marcos: cuando nos enfrentamos a una nueva situación, o cuando realizamos un cambio sustancial en nuestra visión de un problema, seleccionamos en nuestra memoria una estructura denominada marco. Este es un esquema que nosotros recordamos y que debemos adaptar a la realidad cambiando los detalles según sea necesario...”

“Los marcos se basan en la idea de considerar la resolución de problemas humana como el proceso de rellenar huecos de descripciones parcialmente realizadas” (O. Selz)

El conocimiento relativo a individuos o clases de individuos, incluyendo las relaciones entre los mismos se almacena en una entidad compleja de representación llamada frame (unidad,objeto,concepto)

Un conjunto de frames que representa el conocimiento de un dominio de interés se organiza jerárquicamente en una taxonomía (asociada a un método de razonamiento automático llamado herencia.

Informalmente, un marco es una estructura de datos compleja que representa un estereotipo.

Cada marco posee un número de casillas (*slots*) donde se almacena la información respecto a los atributos relevantes para caracterizar el estereotipo

Los atributos ofrecen un medio de representar las propiedades de objetos individuales o clases de objetos.

Para adaptarnos a una situación nueva, accedemos a la estructura que más se asemeja, y modificamos los detalles necesarios.

Formalmente, un *marco M* es una lista de atributos (*slots*) y valores valores de esos atributos.

En la versión original de los marcos, el valor *V* de un *slot S* puede ser:

- **un valor simple, cuyo tipo se halla determinado por el *slot* mismo,**
- **una lista de valores.**
- **una condición sobre los valores del atributo.**
- **Un puntero a otro frame**

Posteriormente matizaremos estas ideas.

Los frames proporcionan un formalismo para agrupar explícitamente todo el conocimiento relativo a las propiedades de objetos individuales o clases de objetos.

Tipos de frames:

frames clase, o frames genéricos, que representan conocimiento de clases de objetos.

frames instancia, representan conocimiento de objetos individuales.

FRAME

VASOS-SANGUÍNEOS

forma

contenido

pared

diámetro

situación

?

Jerarquía o taxonomía de frames

El conocimiento de un dominio de interés es organizado jerárquicamente en una jerarquía o taxonomía de frames.

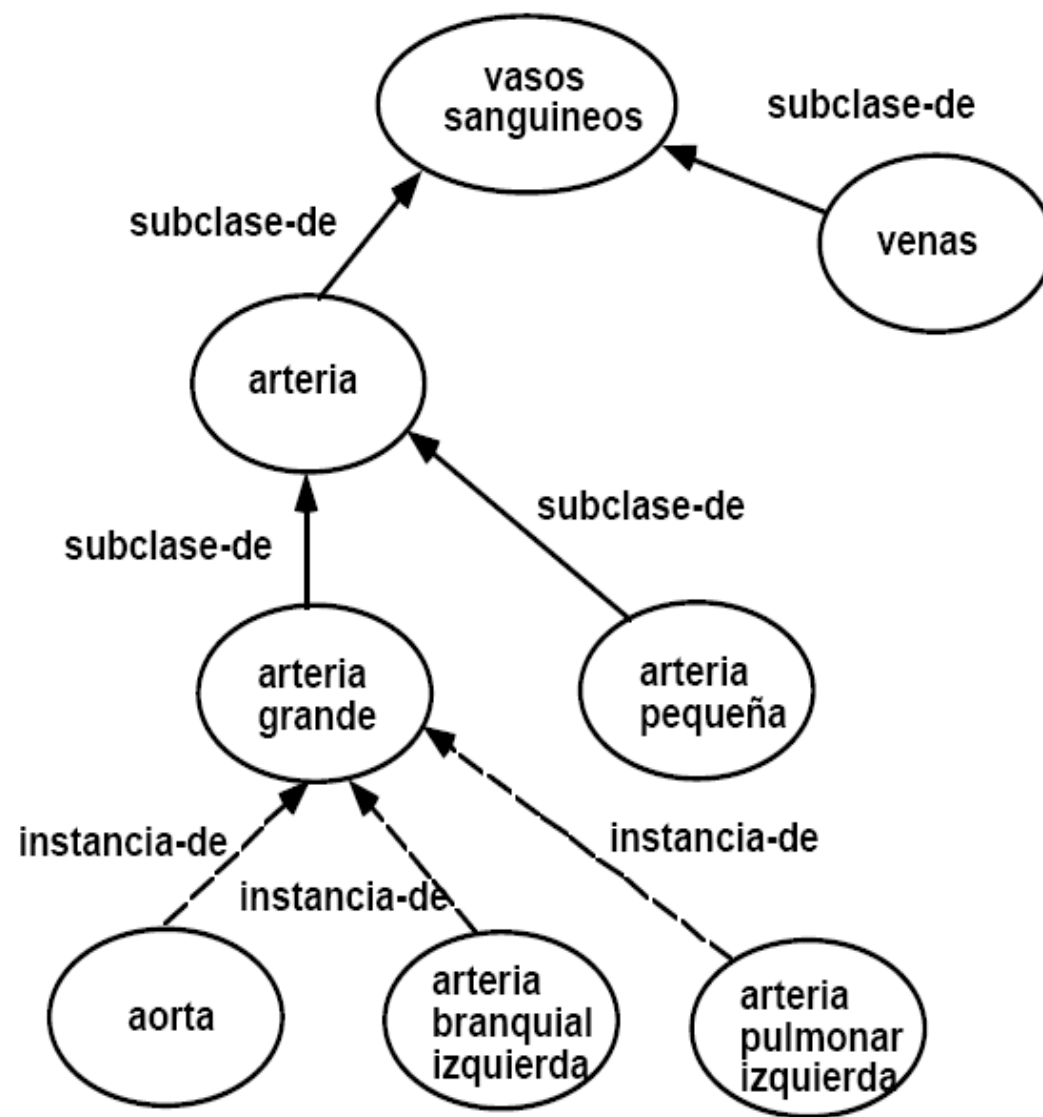
La taxonomía se representa mediante un grafo dirigido aciclico (generalmente un árbol) en el que solo se dan las relaciones:

- instancia-de**
- subclase-de**

Cada nodo denota un frame.

- raíz del árbol: descripción más general del dominio**
- hojas del árbol: descripciones de conceptos más específicos.**

- **especializaciones (instancias, subclases, subframe) son los descendiente de un frame en la taxonomía.**
- **generalizaciones (superclases, superframe) son los antecesores de un frame en la taxonomía.**
- **Las propiedades de los frame más generales son heredadas por sus especializaciones (herencia).**
- **Cada frame de una taxonomía tiene un nombre único.**
- **Un frame solo puede tener una superclase (herencia simple).**



FRAME

clase | instancia identificador **es**

subclase-de | instancia-de identificador

atributo	valor tipo
atributo	valor tipo
atributo	valor tipo
⋮	
atributo	valor tipo

end

instancia

 es

instancia-de

diametro	0.4
----------	-----

situación	brazo
-----------	-------

sangre	rica en oxigeno
--------	-----------------

end

Sintaxis FRAMES

<frame> ::= <clase> | <instancia>

<clase> ::= clase <nombre-clase> es

subclase-de <espec-super>;

<atributos-clase>

end

<instancia> ::= instancia <nombre-instancia> es

instancia-de <espec-super>;

<atributos-instancia>

end

<espec-super> ::= <nombre-clase> | nil

<atributos-clase> ::= <declaración> {; <declaración>* | <vacío>

<atributos-instancia> ::= <par-atributo-valor> {; <par-atributo-valor>* | <vacío>

<declaración> ::= <par-atributo-tipo> | <par-atributo-valor>

<par-atributo-tipo> ::= <nombre-atributo> : <tipo>

<par-atributo-valor> ::= <nombre-atributo> = <valor>

<tipo> ::= entero | real | string | <conjunto> | <nombre-clase>

<valor> ::= <constante> | <nombre-instancia>

El símbolo nil denota que un frame es la raíz de la taxonomía.

<conjunto> denotará un conjunto enumerado de constantes elementales y/o nombres de instancias

Se asume que un par atributo/tipo o atributo/valor, ocurre una única vez en una taxonomía (posteriormente se elimina esta suposición).

Los atributos que se emplean para determinar instancias deben haber sido declarados en los frames que definen la clase y los valores deben ser coherentes.

```
instancia arteria-branquial-izquierda es  
    instancia-de arteria;  
        diámetro = 0.4;  
        situación = brazo;  
        sangre = rica-oxigeno  
end  
instancia brazo es  
    instancia-de miembro;  
        posición = superior  
end
```

clase arteria **es**

subclase-de vasos-sanguíneos;

situación: {brazo, cabeza,
pierna, tronco}

end

clase miembro **es**

subclase-de nil;

posición:{superior, inferior}

end

En los frames clase se permite la asignación de valores a los atributos.

```
clase arteria es
  subclase-de vasos-sanguíneos;
  situación : {brazo, cabeza,
               pierna, tronco};
  sangre = rica-oxigeno
end
```

```
instancia arteria-branquial-izquierda es  
  instancia-de arteria;  
    diámetro = 0.4;  
    situación = brazo  
end
```

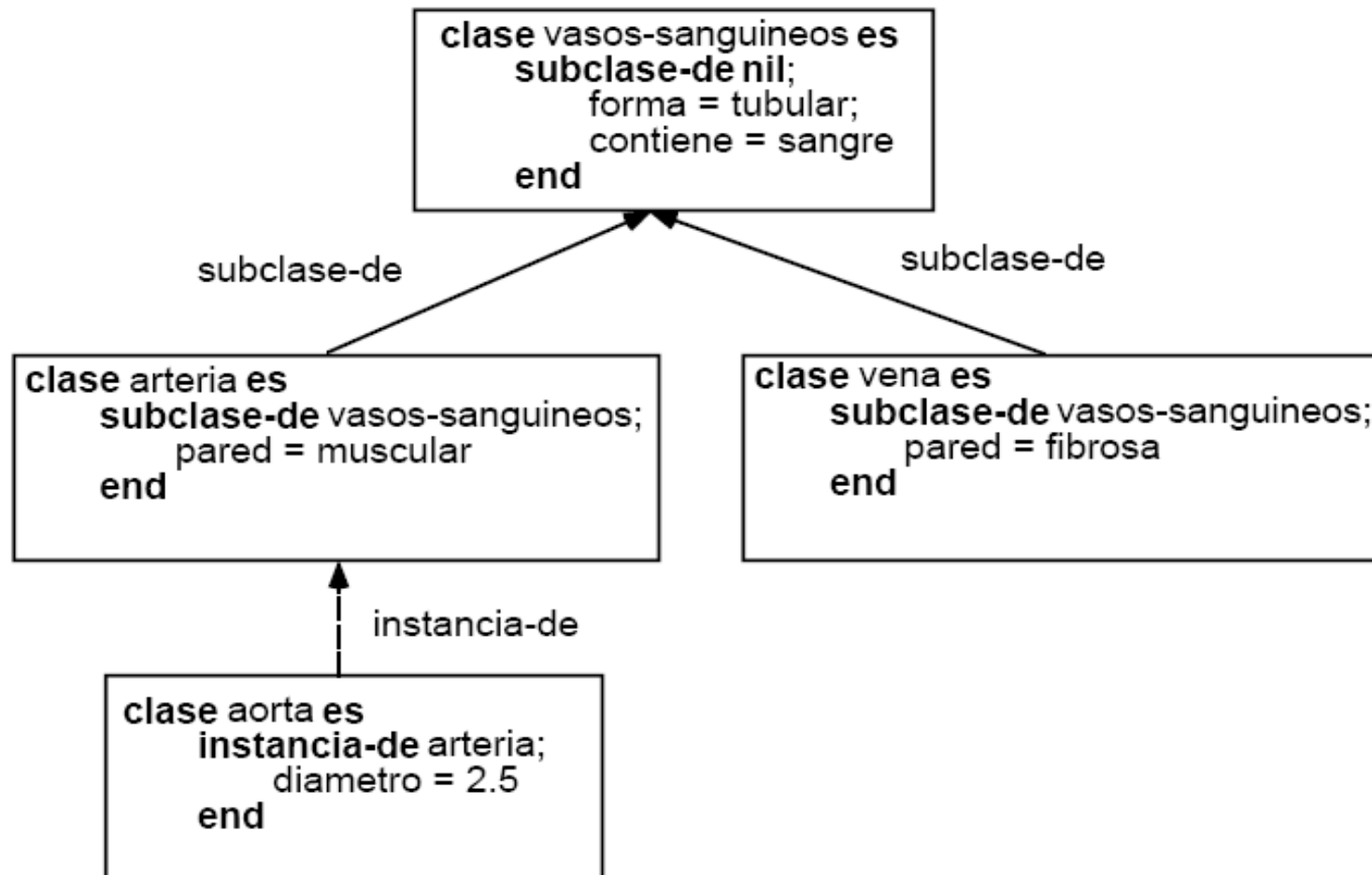
Redes Semánticas/Frames

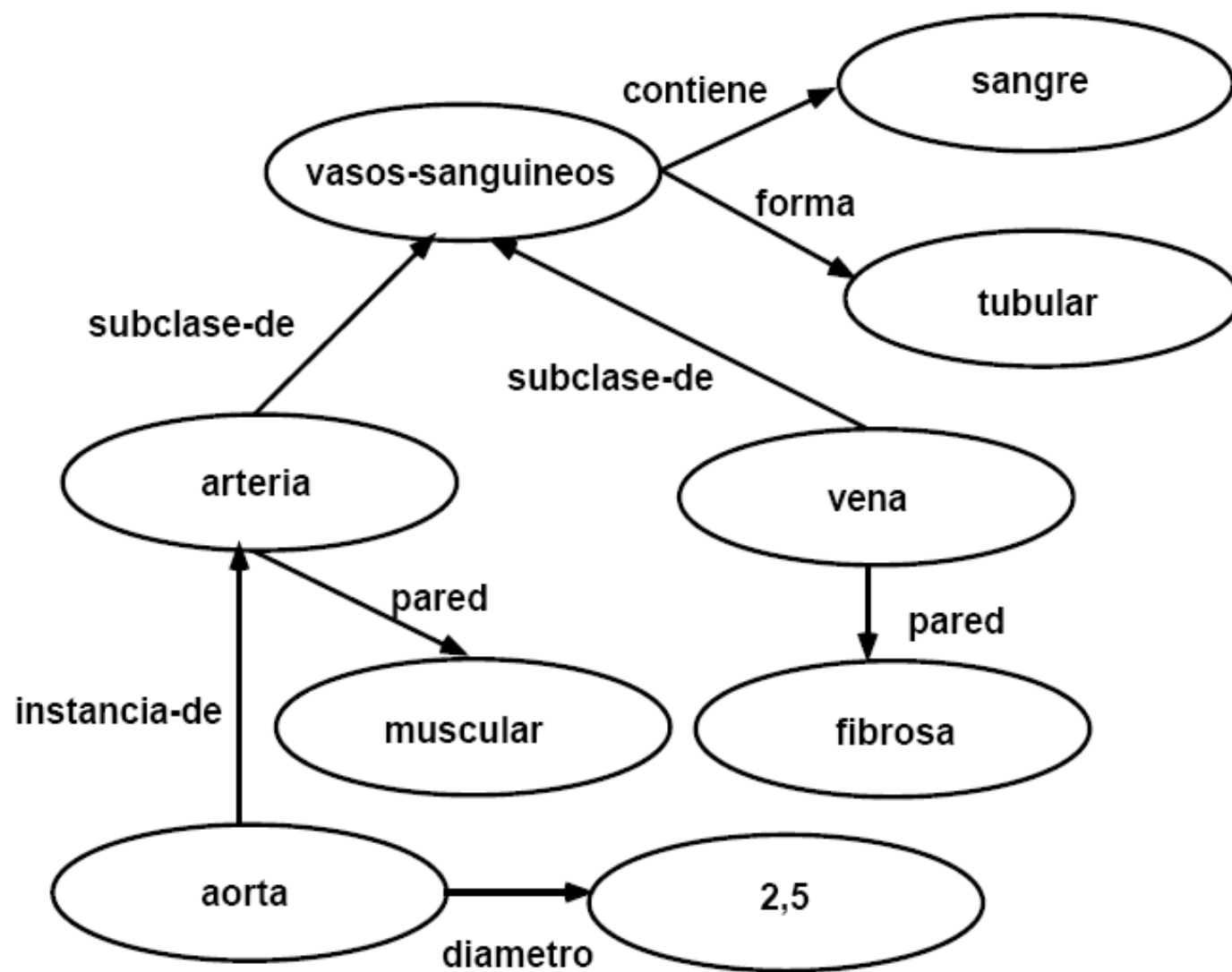
Son dos modelos de representación bastante relacionados.

Algunos autores los consideran equivalentes con la siguiente caracterización:

Conceptos (nodos)≡ clases, instancias , valores de atributos

Relaciones (arcos)≡ atributos





La herencia

Herencia simple (frames con una única superclase, taxonomías de tipo árbol).

Herencia múltiple (frame con más de una superclase, taxonomías de tipo grafo).

Tipos de información sobre atributos en una taxonomía de frames:

- información sobre tipo de atributo**
- información sobre valor de atributo**

Los enlaces instancia-de y subclase-de definen una ordenación parcial de frames clase en la taxonomía, que puede ser utilizado para razonar sobre los valores de los atributos de la misma forma que en las redes semánticas (las especializaciones 'heredan' los valores de los atributos de las generalizaciones).

El enlace subclase-de puede ser considerado como una relación que restringe los contenidos semánticos en la taxonomía de frames (los valores de un atributo de una subclase están restringidos por el tipo del atributo especificado en la superclase).

Herencia simple de atributos / valores

La herencia simple consiste en que una frame hereda todos los atributos de sus superclases, así como los valores de estos atributos.

La herencia aparece en Lógica de primer orden en forma de inferencia:

$\{arteria(aorta), \forall x(arteria(x) \Rightarrow pared(x)=muscular)\}$

$pared(aorta) = muscular$

De forma similar derivaríamos:

$vasos-sanguíneos(aorta)$

Esta información es heredada por la 'aorta' desde una información general de las arterias.

Este tipo de razonamiento es modelado en un método de inferencia para frames llamado 'herencia simple'.

Informalmente podemos definir el procedimiento de herencia simple de la siguiente forma:

- **Recorrer la taxonomía desde un frame específico hasta la raíz de la misma y coleccionar sucesivamente los atributos de los frames encontrados y sus valores asociados.**

Herencia simple con excepciones

Se permiten múltiples ocurrencias de un par atributo-valor en un camino de herencia.

Excepción: se produce una excepción cuando el valor de un atributo específico de un marco es distinto del valor del mismo atributo en una de sus generalizaciones.

- valor excepcional: el del marco más específico**
- Modificación de la herencia: se hereda el valor más específico**
- Aporta: mayor flexibilidad diseño jerarquía, excepciones**
- Consecuencia: ¿Semántica Herencia?**

Relación Marcos / LPO

- **Limitado a Herencia simple sin excepciones ni información de tipo**
- **Directrices:**
 - **Nombre particularizaciones: símbolo constante**
 - **Nombre clases: símbolo predicado unario**
 - **particularización-de: predicado unario (clase), término constante (particularización)**
 - **clase-superior: implicación lógica (salvo nil) y cuantificación universal**
 - **nombre atributo: símbolo función**
 - **par atributo-valor: igualdad entre término y constante**
- **Axiomas: igualdad + nombre único (nombre marcos y constantes)**

Extensión de la Definición de Frame

El formalismo de representación de frames que hemos descrito no permite:

- **Saber si el valor de un atributo es heredado o ha sido explícitamente asignado.**
- **Calcular el valor de un atributo a partir de valores de otros.**

Para obviar estos “fallos” se ha incorporado al formalismo de los frames unos constructores especiales llamados “facetas” de los slots (atributos).

Una faceta es considerada como una propiedad o característica asociada a un atributo:

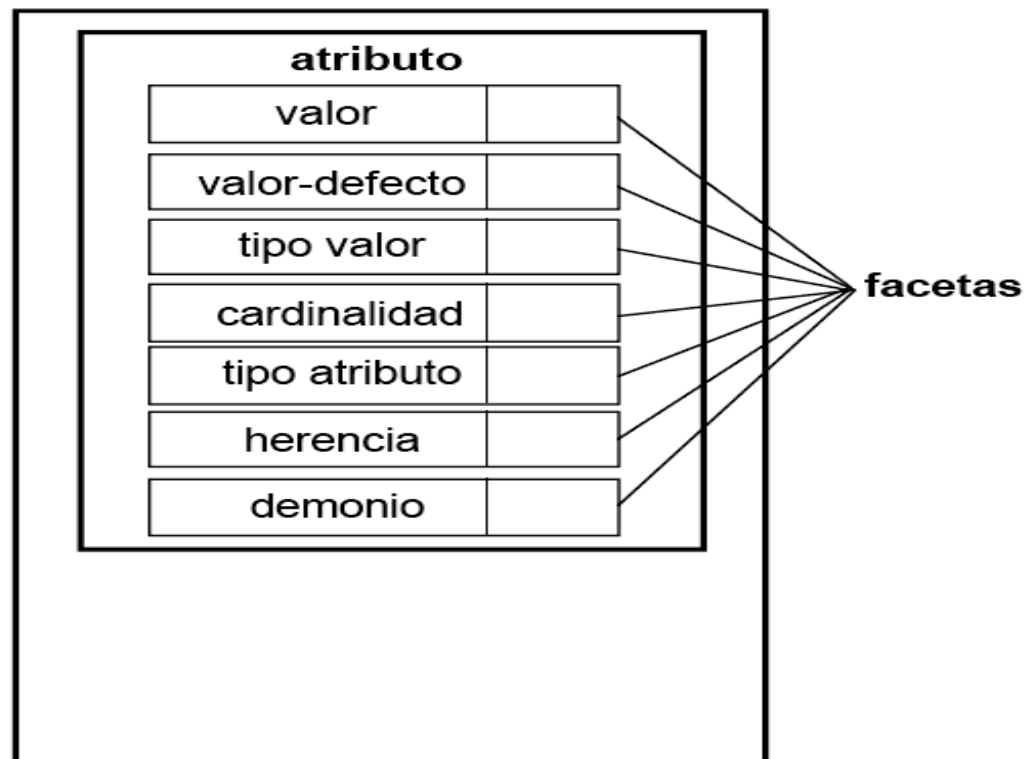
- **Valor:** es la más común y referencia el valor real del atributo.
- **valor por defecto:** denota el valor inicial del atributo en caso de que no se especifique lo contrario.
- **tipo valor:** especifica el tipo de datos del valor del atributo.
- **Cardinalidad:** especifica si se trata de un atributo uni- o multi-valuado.
- **máxima cardinalidad:** solo es valida para atributos multi-valorados y especifica el máximo número de valores asociados al atributo.

- **Demonio: permite la integración de conocimiento declarativo y procedural. Un demonio es un procedimiento que se invoca en un momento determinado durante la manipulación del atributo donde ha sido especificado:**
 - • **Los demonios pueden ser:**
 - if-needed (se activan al consultar el atributo);**
 - if-added (se activan al asignar valor al atributo);**
 - if-removed (se activan al borrar el valor del atributo); -**
 - if- modified (se activan al modificar el valor del atributo).**
 - • **Los demonios, en general, no poseen parámetros.**
 - • **Se puede declarar como les afecta el mecanismo de herencia.**

- **tipo atributo: especifica si se trata de un atributo heredable o no heredable.**
- **Herencia: especifica el tipo de herencia del atributo.**

clase | instancia identificador **es**

subclase-de | instancia-de identificador



end

Sintaxis Frames(extensión del lenguajes de frames)

```

<espec-super> ::=      <nombre-clase> | nil
<atributos> ::=        <atributo-faceta-par> | {; <atributo-faceta-
par>}* | <vacío>
<atributo-faceta-par> ::=      <nombre-atributo> = (<espec-faceta>
| {, <-espec-faceta>}*)
<espec-faceta> :=          <faceta> | demonio <tipo-demonio>
<llamada-demonio>

<faceta> ::=  valor <valor> | defecto <valor> | tipo-valor : <tipo> |
              max-card entero | card <tipo-card> |
              herencia <tipo-herencia> |      tipo-atributo <tipo-atributo>

```

<tipo-demonio> ::= si-necesario | si-añadido | si-eliminado
<tipo> ::= entero | real | string | <conjunto> | <nombre-clase> | <rango>
<valor> ::= <constante> | <nombre-instancia>
<vacío> ::=
<tipo-atributo> ::= heredable | no_heredable
<tipo-herencia> ::= Z | N
<tipo-card> ::= multi uni
|
<conjunto> ::= { <valor> | {, <valor>}* }
<rango> ::= [<constante> .. <constante>]

clase arteria **es**

subclase-de vasos-sanguíneos;

 pared = (**valor** muscular);

 sangre =(**defecto** rica-oxigeno, **tipo-valor**:{rica-oxigeno, pobre-oxigeno});

 presión-sanguínea = (**defecto** 20);

 flujo-sanguíneo =(**defecto** 4);

 resistencia =(**demonio**

 si-necesario

 R(presión-sanguínea,flujo-sanguíneo))

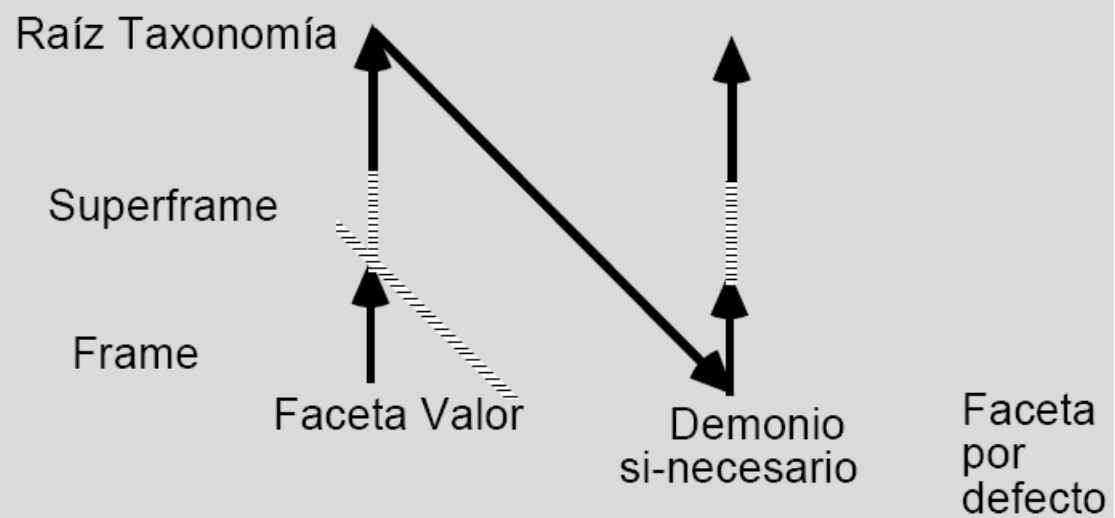
end

Criterios de herencia: N-herencia

Prioridad a las facetas de los atributos

- 1. Consultar la faceta valor del atributo en el marco considerado.**
- 2. Si no tiene valor, subir un nivel en la taxonomía y consultar valor.**
- 3. Repetir la operación hasta encontrar valor en algún marco.**
- 4. Si tampoco hay éxito, consultar función-para-calcular-valor del atributo**
- 5. Si el paso 3 no tiene éxito, volver al marco considerado y considerar valor-por-defecto del atributo y repetir la búsqueda hacia arriba**

N-herencia



Criterios de herencia: Z-herencia

Prioridad a los marcos más cercanos:

- 1. Consultar la faceta valor del atributo en el marco considerado.**
- 2. Si tampoco tiene, consultar función-para-calcular-valor.**
- 3. Si no tiene valor, consultar valor-por-defecto.**
- 4. Agotadas las posibilidades del marco considerado, se sube en la jerarquía y se hace lo mismo con el marco padre**

Z-herencia

Raíz Taxonomía

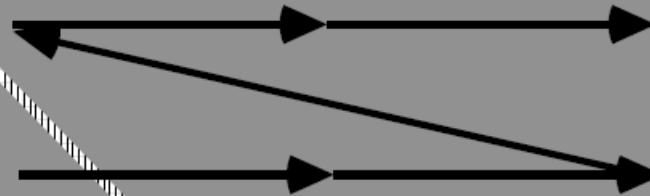
Superframe

Frame

Faceta Valor

Demonio
si-necesario

Faceta
por
defecto



Herencia de tipo de atributos

Una especialización hereda el tipo de valor de la superclase a menos que se especifique lo contrario.

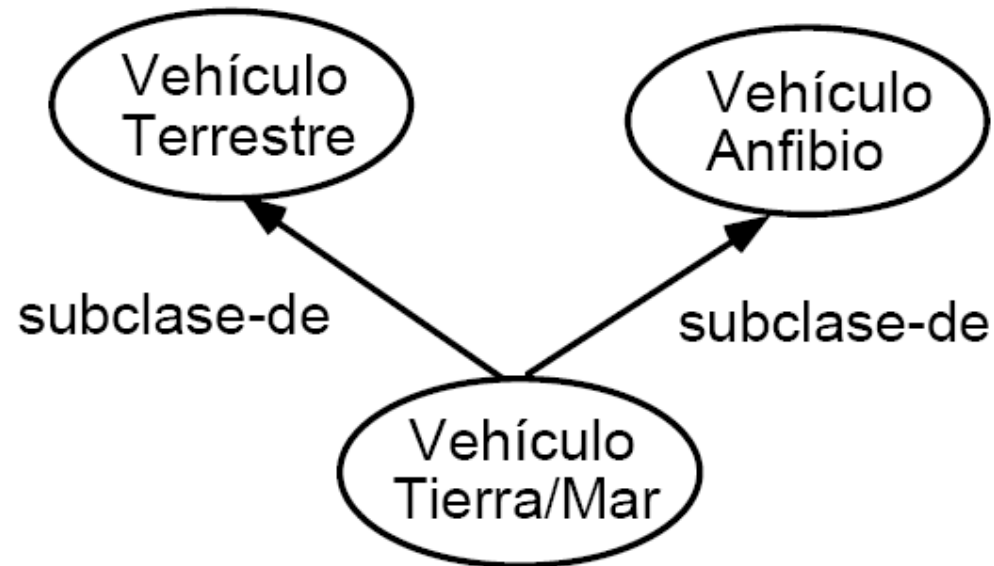
Excepciones: se puede restringir el tipo de una especialización de modo que sea un subtipo del tipo de la superclase

```
clase vasos-sanguíneos es
  subclase-de nil;
  sangre = (tipo-valor {rica-oxigeno, pobre-oxigeno});
  pared = (tipo-valor {muscular, fibrosa, mixta})
end

clase arteria es
  subclase-de vasos-sanguíneos;
  pared = (tipo-valor {muscular, mixta});
  espesor-pared = (tipo-valor real)
end
```


Herencia múltiple

Ocurre cuando la taxonomía no es un árbol sino un grafo dirigido y acíclico.



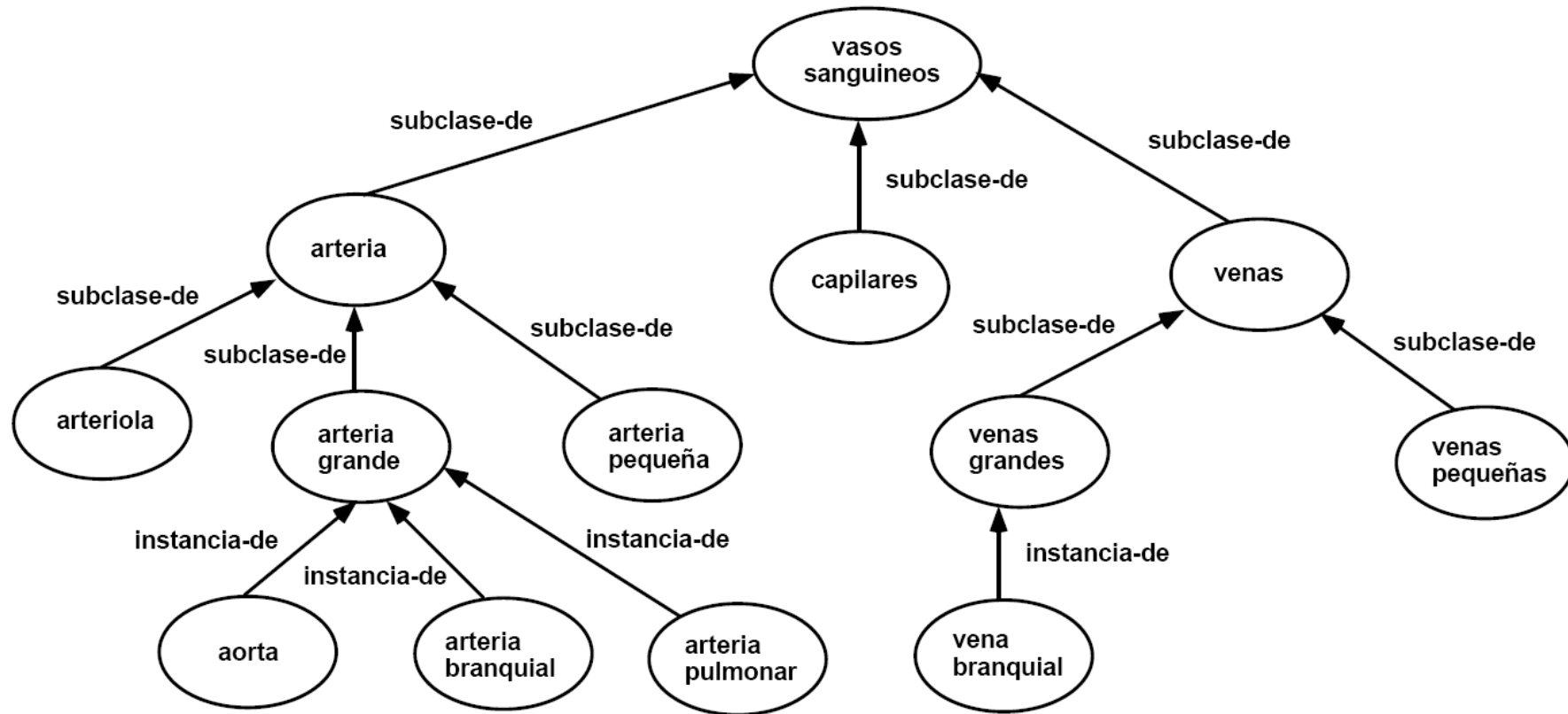
```
<clase> ::= clase <nombre-clase> es  
           subclase-de <espec-super>{,<espec-super>}*; <atributos>  
           end
```

Una especificación hereda los atributos de todas sus generalizaciones (su conjunto de atributos será la unión de los conjuntos de atributos de sus superclases).

Excepciones:

- **debidas a inconsistencias entre generalizaciones y especializaciones se resuelven mediante herencia simple.**
- **debidas a inconsistencias entre superclases de una misma especialización, se necesitan métodos para decidir que valores de facetas heredar de entre los de las superclases.**
- **Explicitas.**

Ejemplo



**clase vasos-sanguíneos es
subclase-de nil;**

**pared = (tipo-valor {muscular, fibroso}, tipo-atributo heredable);
oxigeno = (tipo-valor {rico, pobre}, tipo-atributo heredable);**

**presión-media = (tipo-valor real, tipo-atributo heredable,
demonio si-necesario media(presión-máxima, presión-mínima));
presión-mínima = (tipo-valor real, tipo-atributo heredable);
presión-máxima = (tipo-valor real, tipo-atributo heredable);**

end

clase arterias es
subclase-de vasos-sanguíneos;
pared = (valor muscular);
end

clase capilares es
 subclase-de vasos-sanguíneos;
 presión-media = (tipo-valor [0,10])
end

clase arterias-grandes es
 subclase-de arterias;
 presión-media = (tipo-valor [90,100])
end

```
clase arterias-pequeñas es  
    subclase-de arterias;  
    oxigeno = (valor rico);  
    presión-media = (tipo-valor [80,90])  
end
```