

Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

INAOE

Contenido

- 1 Representaciones Estructuradas
 - Redes Semánticas
 - Frames
- 2 Sistemas Híbridos
 - Híbridos Externos
 - Híbridos Internos
 - Centaur: Marcos y Reglas.
 - Nexpert: Reglas y Objetos
 - Implementación

Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

Nexpert: Reglas y Objetos

Implementación

Introducción

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Nexpert: Reglas y
Objetos

Implementación

- Las representaciones estructuradas buscan atacar algunas de las limitaciones de las reglas de producción, en particular representar aspectos como estructura y relaciones.
- Existen dos principales tipos de representaciones estructuradas:
 - Redes semánticas
 - *Frames* (prototipos o marcos)

Grafos

- Las representaciones estructuradas se basan en *grafos*
- Un grafo representa relaciones binarias (arcos) entre objetos (nodos)
- Hay grafos no dirigidos (relaciones simétricas) y dirigidos (relaciones anti-simétricas)
- Los grafos pueden representar relaciones entre conceptos (redes semánticas) o jerarquías para discriminación y clasificación (frames)

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Nextpert: Reglas y
Objetos

Implementación

Redes Semánticas

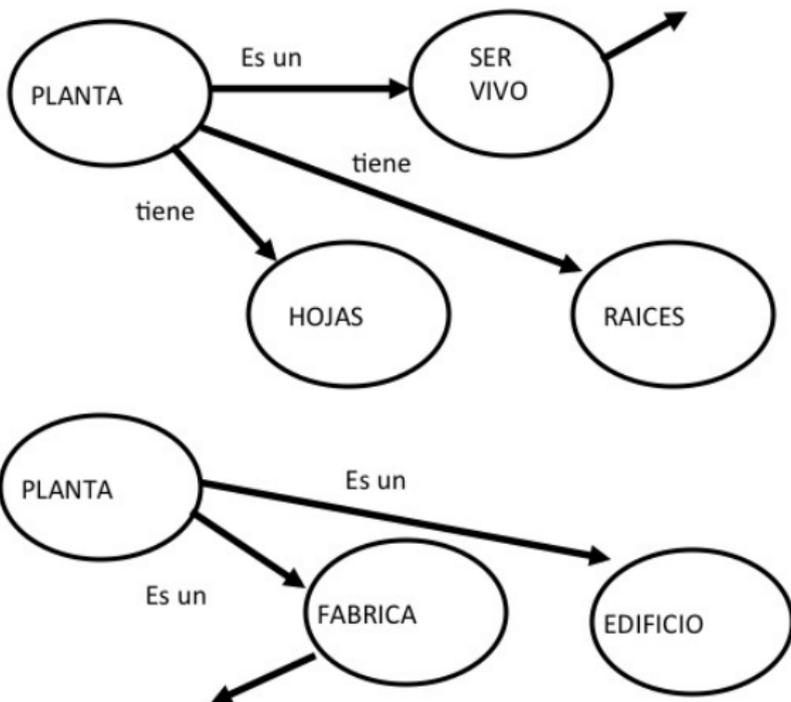
- “Modelo de la memoria humana para capturar la semántica de las palabras y lograr un uso del significado parecido a los humanos”[Quillan 1966]
- Es un grafo donde los nodos representan objetos, conceptos o situaciones; y los arcos representan relaciones entre ellos
- Se usaron inicialmente para representar el sentido de expresiones en lenguaje natural

Ejemplos

Definiciones ...

- **PLANTA:** (1) cosa viviente con hojas y raíces; (2) fábrica o edificio industrial
- **FÁBRICA:** lugar donde se fabrican bienes con máquinas

Ejemplos



Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos

Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

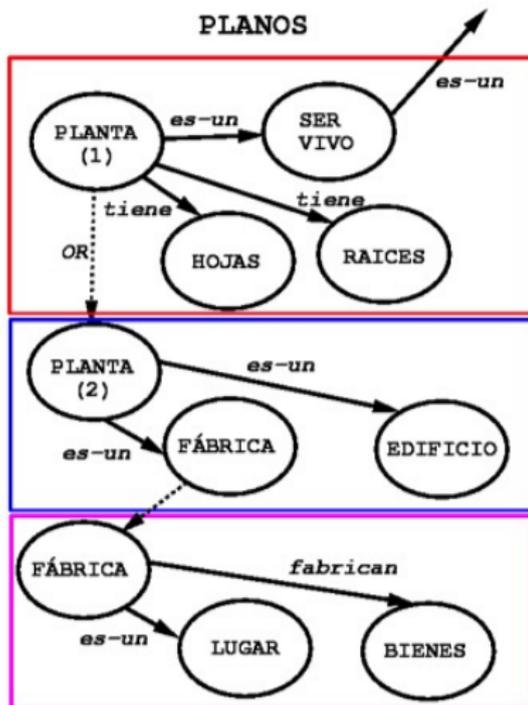
Nextpert: Reglas y Objetos

Implementación

Representación

- **Nodos:** conceptos de palabras
- **Arcos:** ligan los conceptos para establecer la definición
- Cada palabra o nodo conceptual se considera la cabeza de un “plano” que contiene su definición –si un concepto tiene varias definiciones se tienen varios planos
- Las relaciones / nodos en el plano establecen la definición
- Apuntadores fuera del plano hacen referencia a otros objetos y el plano donde se definen

Planos



Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos

Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

Nexpert: Reglas y Objetos

Implementación

Tipos de Relaciones

Existen varios tipos de relaciones, dos de las más comunes:

- **Subclase (is-a):** las clases superiores están definidas en términos de conceptos generales que se asume se cumplen para todas sus subclases (herencia)
- **Modificadores:** propiedades particulares de los conceptos
- Pueden existir apuntadores a super-clase, modificadores, disyunciones, conjunciones, etc.
- Puede existir herencia de propiedades

Case Frames

Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

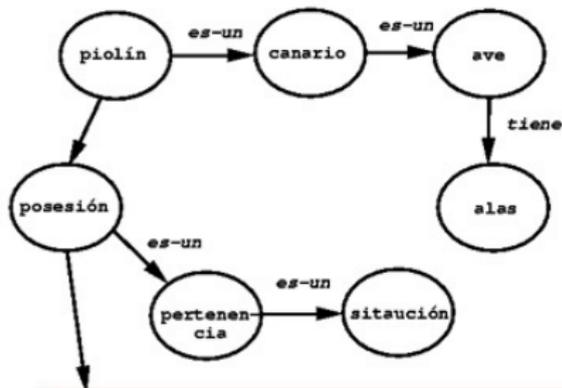
Nextpert: Reglas y Objetos

Implementación

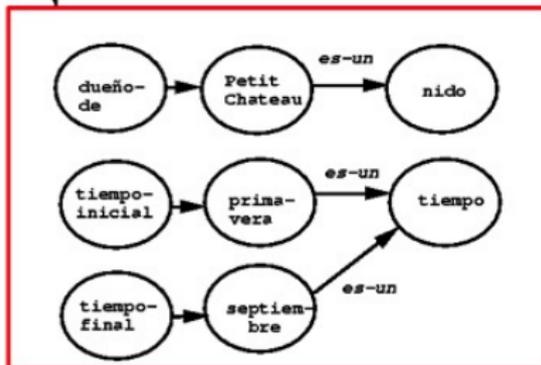
- Un *case frame* agrupa información de un concepto (conjunto de arcos de salida)
- Por ejemplo: posesión es una instancia de “pertenencia”, así que hereda los arcos del *case frame*
- La idea es tratar un conjunto adecuado de nodos y *case frames* genéricos

Ejemplo de Case Frame

RELACIONES "MÁS COMPLICADAS"



Case
Frame



Inferencia

- La idea original de las redes semánticas fue la interpretación del lenguaje natural
- Quillian describe dos formas de uso: encontrar las similitudes y diferencias entre palabras, y expresar oraciones congruentes en base a la información en la red
- En general las RS se pueden usar para diferentes tipos de razonamiento

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Nexpert: Reglas y
Objetos
Implementación

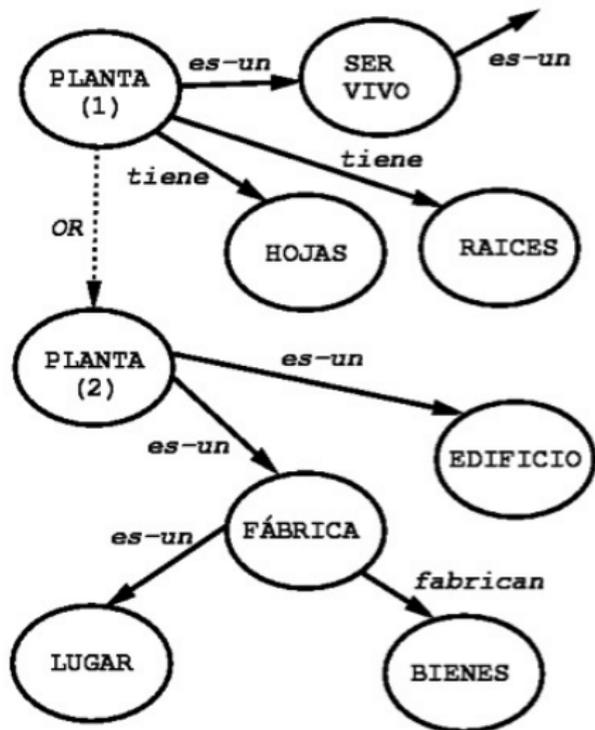
Tipos de Razonamiento

- 1 **Búsqueda asociativa:** encontrar la relación entre dos o más conceptos mediante el seguimiento de las trayectorias en la red
- 2 **Reconocimiento:** dada una serie de características (nodos) encontrar el concepto (nodo clase) que mejor las define mediante su búsqueda y seguimiento en la red
- 3 **Descripción:** expresar un concepto en base a sus componentes y relaciones entre ellas

Ejemplos de Inferencia

Ejemplos de Inferencia

RED SEMÁNTICA



Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

Nextpert: Reglas y Objetos

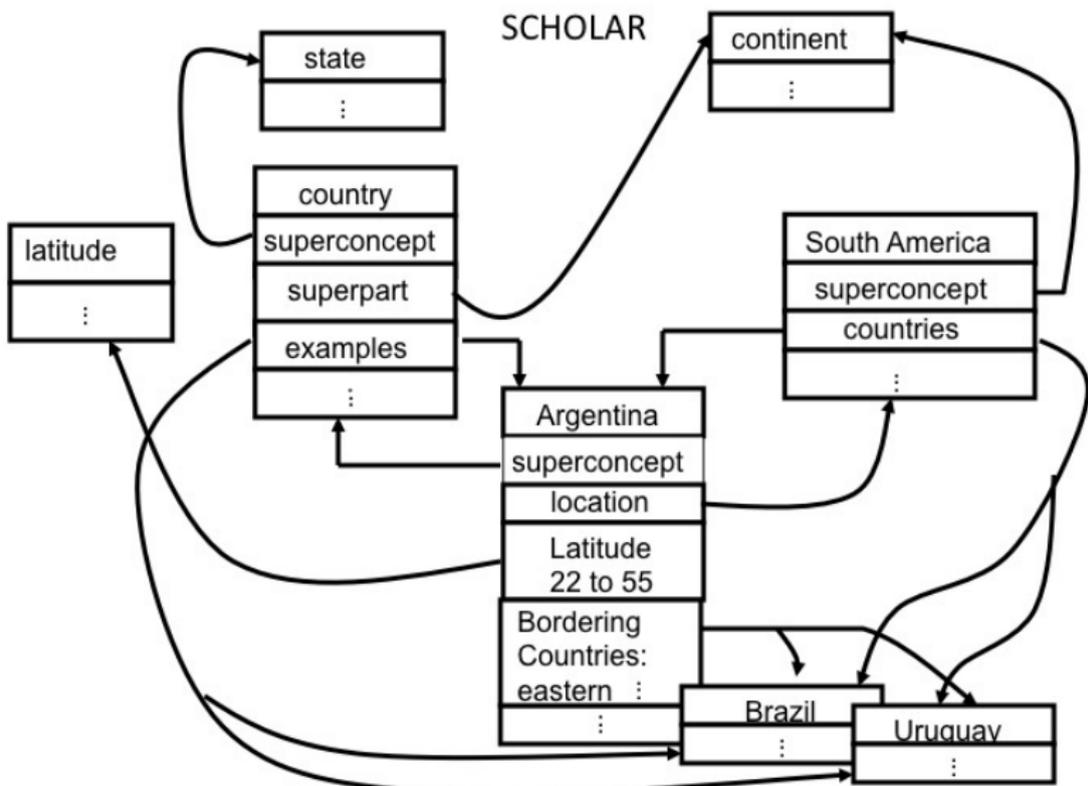
Implementación

Ejemplos de sistemas basados en RS

Dos sistemas clásicos baados en redes semánticas:
SCHOLAR y ARCH

- SCHOLAR [Carbonell]: representa conceptos de geografía y se utilizó dentro de un tutor inteligente para enseñar geografía de Sudamérica
- Distingue entre unidades conceptuales (clases) y unidades de ejemplos (instancias)
- Explota el uso de etiquetas (tags): irrelevancia (aumenta la distancia semántica), temporales, ...; incluye procedimientos dentro de la red (para inferir hechos)

SCHOLAR



Sistemas basados en RS

- ARCH (Winston): sistema para aprender conceptos de estructuras físicas a partir de ejemplos de estructuras descritas en forma de RS
- El proceso de generalización permite cambiar relaciones entre objetos

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

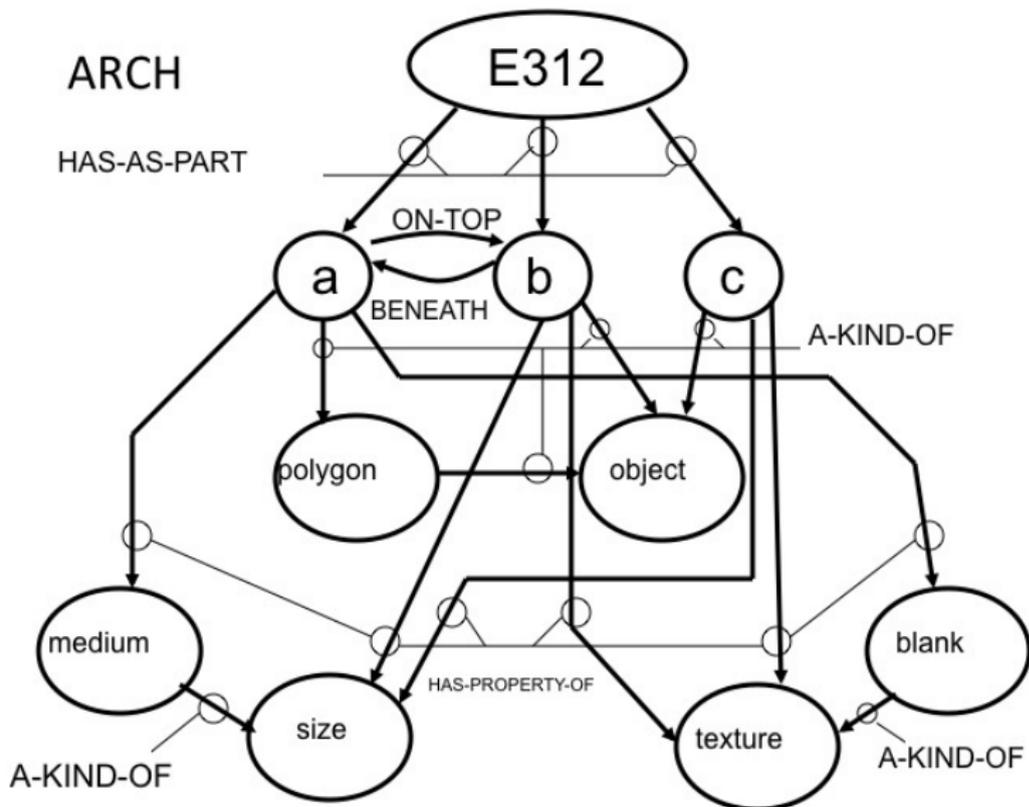
Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Nextpert: Reglas y
Objetos

Implementación

ARCH



Redes Semánticas en el WEB (Semantic Web)

- Incorporar *significado* a la información en el WWW:
 - Ontologías – de conceptos en diversos dominios
 - Relaciones entre conceptos
- Esto facilita a agentes artificiales entender la información y hacer búsquedas más sofisticadas
- Uso de estándares como XML y RDF

Ventajas

- Representación estructurada del conocimiento
- Economía cognoscitiva – no es necesario representar en forma explícita todas las propiedades
- Definición de distancia semántica entre conceptos (número de arcos)
- Representación analógica del conocimiento

Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

Nextpert: Reglas y Objetos

Implementación

Limitaciones

- No son muy escrupulosas sobre el significado de los nodos (perro se refiere a la clase, concepto o un perro en particular)
- El proceso de búsqueda de intersección puede implicar una explosión combinatoria
- Falta de distinción entre lo intensional (significado) y lo extensional (referencia), ejemplo: “rojo- todas las cosas rojas (extensional) vs. la propiedad de ser rojo (intensional)

Implementación

- Representación (lógica) en forma de cláusulas restringidas a predicados binarios
- Predicado binario representan las relaciones (arcos en el grafo): símbolo del predicado corresponde a la etiqueta del grafo, los argumentos son los vértices incidentes en dicho arco.
- La dirección del arco se expresa en el orden de los argumentos.

Ejemplo

Red semántica sobre componentes de una planta industrial:

- *isa(tanque, componente)* ←
- *pared(tanque, acero)* ←

Implementación

- La representación se puede extender utilizando variables y predicados no aterrizados – una cláusula representa una *subred*
- Ejemplos:
 - $pared(X, acero) \leftarrow isa(X, tanque)$
 - $contenido(X, agua) \leftarrow isa(X, tanque)$
 - $isa(X, tanque) \leftarrow isa(X, tanque - domo)$
- En principio no es un problema la restricción a predicados binarios – un predicado de grado $n > 2$ se puede representar como $n + 1$ predicados binarios

Introducción

- *Frames* (prototipos): estructuras de datos que representan situaciones prototípicas [Minsky 75]
- Esta representación se basa en la idea de que la memoria utiliza estereotipos (propiedades típicas de objetos o situaciones).
- Los sistemas de frames razonan acerca de clases de objetos basado en representaciones prototípicas; pero pueden modificarse para capturar las complejidades del mundo.

Representación

- Idea: tener una sola estructura de datos para poner el conocimiento relevante acerca de una clase de objetos, en lugar de tener el conocimiento distribuido en forma de reglas o fórmulas lógicas.
- Permite construir conocimiento declarativo y procedural en un registro con *slots* y *fillers* o *facets*.
- Los slots son atributos y los fillers o facets son los valores; pueden tener valores múltiples. Ejemplo:

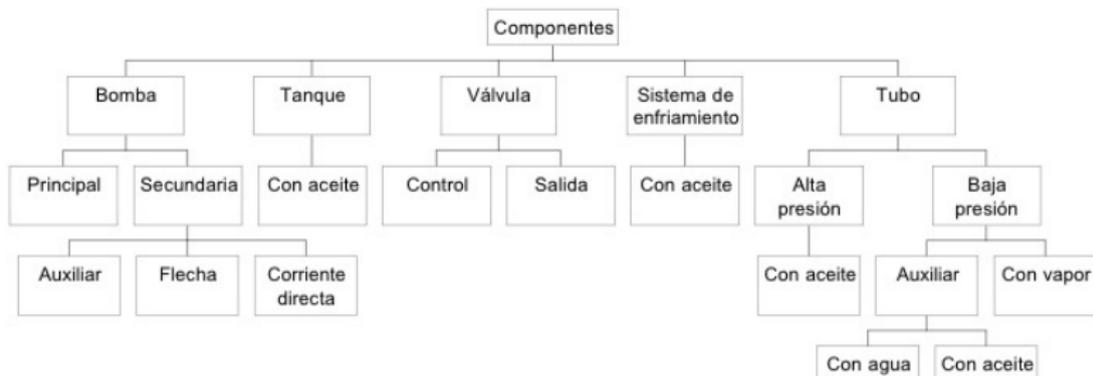
```
( frame ( nombre camión)  
        (isa objeto)  
        (color rojo)  
        (llantas 10)  
        ... )
```

Jerarquías de Frames

- Los Frames frecuentemente se organizan en una jerarquía en donde los frames de “abajo” pueden heredar los valores de los slots de los frames de “arriba”.
- Normalmente la herencia se hace por medio de los arcos: is-a (al final instance-of)
- En general los frames de “arriba” tienen información típica (poco variable) mientras que los de “abajo” tienen información más específica. En ausencia de ésta, se utiliza la de los padres
- Se pueden hacer deducciones a través de la jerarquía (se distinguen entre los frames clases o genéricos y los frames instancias).

Ejemplo de Jerarquía de Frames

Jerarquía de los componentes de los sistemas de lubricación de una planta de energía.



Excepciones, Defaults y Demons

Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

Nexpert: Reglas y Objetos

Implementación

- El permitir que un slot esté presente en más de un frame nos permite manejar excepciones.
- Se puede tener información adicional:
 - procedimientos para calcular el valor de un slot cuando no se tiene,
 - procedimientos para actualizar valores de un slot cuando un valor de otro slot es actualizado,
 - restricciones en los valores que puede tener un slot,
 - etc.

Procedimientos

- Existen diferentes procedimientos que pueden estar asociados a un sistema de frames.
- Los fillers o facets pueden tener varias formas de calcular un valor: value, default y demons.
- Pegados a los slots pueden existir procedimientos que se activan cuando el slot es accesado o actualizado
- Ejemplo - si no tiene un valor toma el default:

(frame coche

(color (valor ?))

(llantas (valor ?)

(default 4)))

Demons (Métodos)

- IF-NEEDED: si no tiene un valor y se necesita, se invoca al procedimiento escrito en el facet if-needed (éste podría ser preguntarle al usuario, por ejemplo)

- Ejemplo:

```
(frame tanque
  (largo (valor 3))
  (ancho (valor 5))
  (area (valor ?)
    (if-needed (func-area(largo ancho))))))
(defun func-area (A L)
  (* A L ))
```

Demons (Métodos)

- IF-ADDED: al añadir un valor en un slot se puede activar un procedimiento (el cual puede afectar el valor de otro slot)

- Ejemplo:

```
(frame tanque1
  (área (valor ?)
    (if-added (mult*2 área)
      (imprime: el doble del área))))
```

Demons (Métodos)

Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

Nexpert: Reglas y Objetos

Implementación

- IF-REMOVED: al quitar un valor de un slot se activa un procedimiento.
- También se puede tener: before y after, los cuales se activan antes y después de obtener un valor

Inferencia

- 1 Reconocimiento: dados ciertos valores (atributos) encontrar el Frame
- 2 Valores típicos/Demons: deducir información faltante de un Frame
- 3 Herencia: obtener información de instancias o subclases a partir de sus ascendientes.

Estrategias

- Herencia-Z: Valores, defaults, demons en un nivel, y luego hacia arriba – los valores que se puedan obtener en un nivel son más confiables que los de sus niveles superiores.
- Herencia-N: Valores hacia arriba, defaults hacia arriba y demons hacia arriba – si se puede obtener un valor es más confiable del que se obtenga por default o por medio de los demons

Procedimientos

Herencia:

Sea F un frame y S un slot

UNTIL se encontró un valor para S o F = nil

IF F tiene un valor para S acaba

ELSE sea F = superclase de F por medio del slot IS-A

Default / Demon:

Sea F un frame y S un slot

UNTIL se encontró un valor para S o F = nil

IF F tiene un (demon/default) para S

Then (ejecuta el demon/asigna el default) y acaba

ELSE sea F = superclase de F por medio del slot IS-A

Herencia-Z

Sea F un frame y S un slot
UNTIL se encontr un valor para S o F = nil
IF F tiene un valor para S Then asigna el valor
ELSE IF F tiene un demon, Then ejecuta el demon.
ELSE IF F tiene un default para S, Then usa el default
ELSE sea F = superclase de F por medio del slot IS-A

Herencia-N

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas

Frames

Sistemas
Híbridos

Híbridos Externos

Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Nexpert: Reglas y
Objetos

Implementación

Realiza:

- Herencia con valor
- Herencia con demos
- Herencia con defaults

Herencia Múltiple y Ambigüedad

Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

Nextpert: Reglas y Objetos

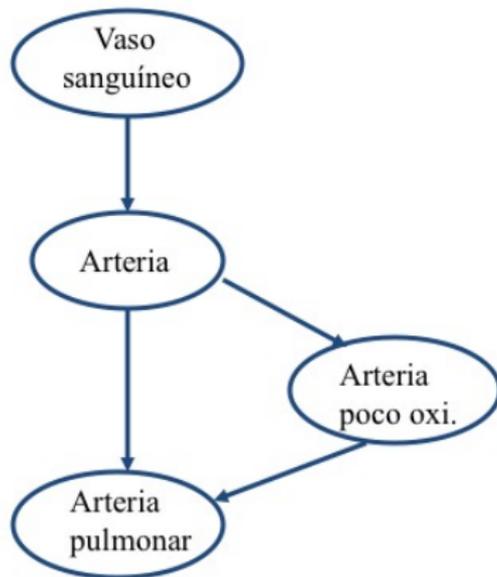
Implementación

- A veces se quiere heredar información de más de un frame (la jerarquía se vuelve una red)
- Con herencias múltiples no se tiene problemas mientras no exista conflicto en la información
- Cuando hay conflicto se tiene que incluir un método que decida de donde heredar

Manejo de Conflictos

- No se decide - valor queda en blanco (escépticos)
- Se permiten varias conclusiones – múltiples valores (crédulos)
- Usar información adicional para resolver la ambigüedad (IF-NEEDED)
- Slots apuntan a otros frames
- Cancelar líneas de herencia para eliminar ambigüedades (preclusión)

Ejemplo de Herencia Múltiple



Análisis

- Los Frames tienen ventajas y desventajas similares a las redes semánticas
- Se pueden ver los frames como una forma modular de red semántica, con ligas a atributos (dentro del frame) y a super-clases (fuera del frame). Ejemplo:



Implementación

Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

Nextpert: Reglas y Objetos

Implementación

Podemos representar un Frame en lógica como una serie de predicados aterrizados (hechos). Existen varias formas de hacerlo, tres posibles son:

- 1 `frame(objeto, atributo, valor)`
- 2 `objeto(atributo, valor)`
- 3 `atributo(objeto, valor)`

Ejemplos de Frames en Prolog

- isa(tubo-alta-presión,tubo).
- isa(tubo,componente).
- componente(uso,sistema-lubricación).
- tubo(forma,tubular).
- tubo-alta-presión(pared,acero).
- tubo-alta-presión(contiene,aceite).

Esquemas Híbridos

- Las formas de representar conocimiento que vimos no son mutuamente exclusivas.
- Un esquema híbrido es una combinación de diversas formas de representación de conocimiento para resolver un problema.
- Hay dos formas básicas de combinar diversas representaciones: Externa e Interna.

Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos

Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

Nextpert: Reglas y Objetos

Implementación

Híbridos Externos

- En este esquema dos o mas módulos con diferentes formas de representación interactúan entre si.
- Cada módulo tiene una sola forma de representación y se combina con los otros módulos mediante variables de entrada/salida o mediante una estructura de datos común (Base de Datos).
- En principio cada subsistema tiene la forma de representación más adecuada para resolver una parte del problema, y se combina con las demás para solucionar un problema mayor.
- Este esquema da origen al sistema de pizarrón, y al hacerse en forma distribuida, a los sistemas multi-agentes.

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

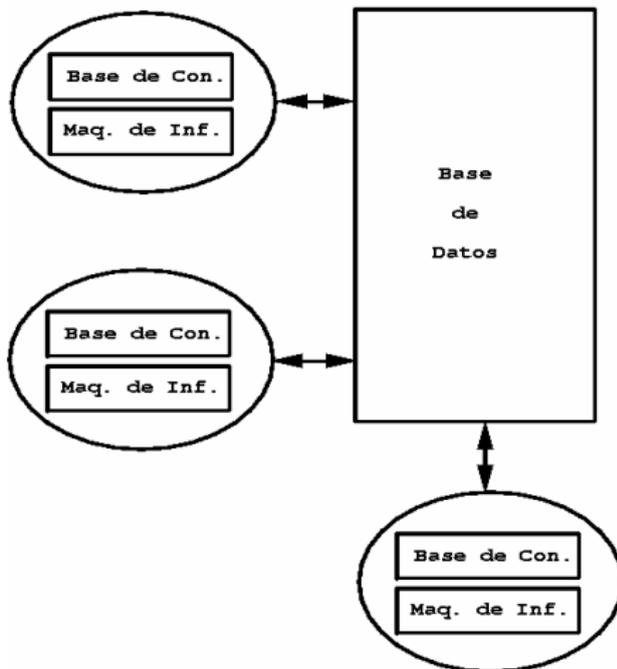
Centaur: Marcos y
Reglas.

Nexpert: Reglas y
Objetos

Implementación

Híbridos Externos

Híbridos "Externos"



Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos

Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

Nextpert: Reglas y Objetos

Implementación

Híbridos Internos

- En este tipo de sistemas se combinan varias formas de representación que interactúan para resolver cierto problema.
- Con esto se aprovechan diversas propiedades de las formas de representación que complementan sus capacidades.
- Por ejemplo, se combinan las reglas con prototipos aprovechando las abstracciones de marcos dentro de reglas, o marcos y redes semánticas formando redes de prototipo, etc.
- Dos ejemplos de este tipo de esquemas son: *Centaur*, que combina marcos y reglas para diagnóstico médico; y *Nexpert*, una herramienta que involucra reglas y objetos para el desarrollo de sistemas expertos.

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Nexpert: Reglas y
Objetos

Implementación

Centaur: Marcos y Reglas

- Originalmente diseñado para el diagnóstico de enfermedades pulmonares, ha sido extendido para otro tipo de aplicaciones.
- La idea básica es la de asociar reglas a marcos. Es decir, que una estructura tipo marco provee un contexto explícito en el que actúan ciertas reglas.
- Las reglas se ligan a un atributo de un marco, y se ven simplemente como un “slot” adicional del prototipo correspondiente.
- De esta forma, el marco indica la “situación” o contexto en que aplica la regla, evitando los “trucos” que se tienen que hacer en sistemas de producción “puros” para tener un efecto similar.

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Next: Reglas y
Objetos

Implementación

Reglas dentro de Prototipos

- Centaur tiene una clasificación de enfermedades pulmonares que se estructuran en una jerarquía de prototipos.
- Cada prototipo contiene un número de marcos (subprototipos) que incluyen el conocimiento e información referente ese tipo de enfermedad; y asociado a c/u de estos hay una serie de reglas que indican como obtener dicha información.
- También los marcos pueden tener meta-reglas que le indican como razonar con dichas estructuras.

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Suar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

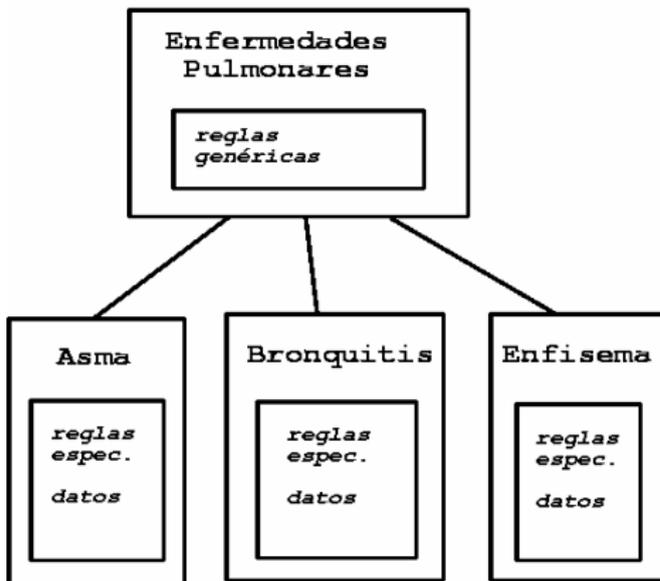
Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Nextpert: Reglas y
Objetos
Implementación

Híbridos Externos

CENTAUR



Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

Expert: Reglas y Objetos
Implementación

Jerarquía de prototipos en Centaur

- En operación, primero se dan ciertos datos iniciales de la enfermedad.
- Estos activan ciertas reglas que llevan a la activación de algunos prototipos.
- Se tiene una forma de darles prioridad a los prototipos, y se escoge para su evaluación el de mayor prioridad.
- Se obtiene la información referente a ese marco, y se continua el ciclo hasta llegar a cierto nivel de confianza en los resultados.
- De esta forma se usan marcos para estructurar reglas en forma modular, y controlar la interacción entre ellas.

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Nexpert: Reglas y
Objetos
Implementación

Nexpert: Reglas y Objetos

- *Nexpert* es una herramienta (coraza o *shell*) de propósito general para el desarrollo de sistemas expertos.
- Se basa en la combinación de reglas y objetos.
- En cierta forma es similar a Centaur, ya que los objetos de Nexpert se pueden considerar como un sistema de prototipos.
- Sin embargo, la forma en que interactúan estas 2 representaciones es diferente, ya que en vez de agrupar reglas dentro de objetos, estas 2 representaciones se ven como dos dimensiones del conocimiento que interactúan (se intersectan) entre sí.

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Nexpert: Reglas y
Objetos

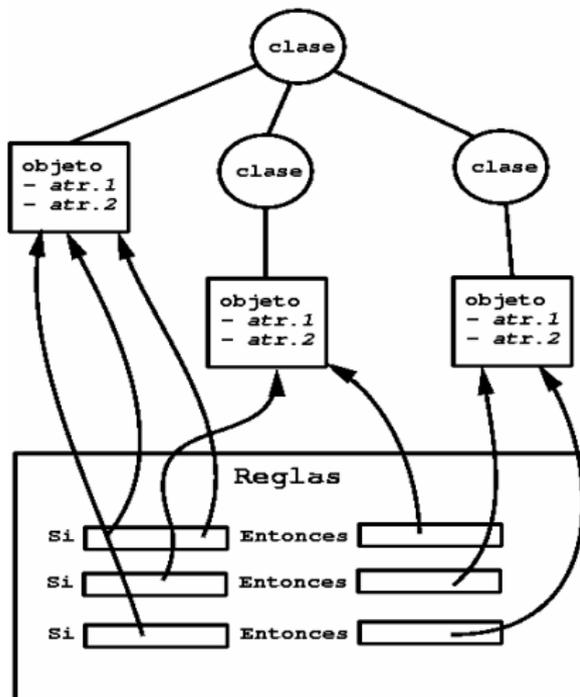
Implementación

Interacción entre objetos y reglas

- Las reglas operan sobre atributos de objetos.
- Las reglas pueden ser genéricas operando sobre clases o partes de objetos (*pattern-matching*).
- Al evaluar reglas se pueden heredar atributos de la jerarquía de clases/objetos y se pueden disparar los métodos para obtener valores (*demons*).

Híbridos Externos

Nexpert Object



Representaciones Estructuradas e Híbridos

Eduardo Morales, Enrique Sucar

Representaciones Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y Reglas.

Nexpert: Reglas y Objetos

Implementación

Implementación

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Nextpert: Reglas y
Objetos

Implementación

Una regla puede ser representada por un frame:

```
(frame reglaN  
  (if (valor: ...))  
  (then (valor: ...))  
  (notas (valor: ...)))
```

Implementación

Una regla puede apoyarse en la estructura de los frames:

(Regla N

(IF (frame₁ propiedad_{1,i} valor_{1,i})

(frame₂ propiedad_{2,j} valor_{2,j})

...)

(THEN (frame_n propiedad_{n,k} valor_{n,k})

(frame_m propiedad_{m,l} valor_{m,l})

...))

Implementación

- La regla toma valores de *frames* en sus condiciones y modifica/genera frames en sus acciones.
- También se puede combinar con mecanismos de herencia para obtener valores de *frames* a partir de herencia de sus antecesores.
- Por ejemplo:

(regla 37

```
(If (clase ?X camion)
    (valor peso ?X ?P)
    (> ?P 10000)
    (min-cardinalidad llantas ?X 10))
(THEN (clase ?X camion-grande)))
```

Implementación

- Al disparar la regla añadimos a una instancia de camión la clase de camión-grande y por lo tanto hereda todos los valores del frame camión-grande.
- También se pueden organizar módulos de reglas al asociar éstos con los *frames*.
- Por ejemplo, un frame camión asociado a un método que invoque reglas de diagnóstico (heredables a sus especializaciones).
- Puede servir para guiar las reglas por especificidad.

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Nexpert: Reglas y
Objetos

Implementación

Algunos sistemas comerciales

- KEE: frames, reglas, Lisp
- ART: OPS5, TMS
- Knowledge Craft: OPS5, Prolog, CRL

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

Híbridos Externos
Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Nexpert: Reglas y
Objetos

Implementación

Referencias

- Quillian, M. R. (1968). Semantic Memory. *Semantic Information Processing*, 227–270.
- Marvin Minsky (1975). A Framework for Representing Knowledge, *The Psychology of Computer Vision*, P. Winston (Ed.), McGraw-Hill, 1975.
- Russel and Norvig, Cap. 12.

Tarea

- Desarrolla una red semántica o jerarquía de frames para el problema para el cual definiste la ontología. Define para que tipo aplicación usarías esta representación y da ejemplos de inferencias.

Representaciones
Estructuradas
e Híbridos

Eduardo
Morales,
Enrique Sucar

Representaciones
Estructuradas

Redes Semánticas
Frames

Sistemas
Híbridos

Híbridos Externos

Híbridos Internos

Centaur: Marcos y
Reglas.

Nextpert: Reglas y
Objetos

Implementación