

Interprétation d'images guidée par un modèle ontologique intégrant des relations spatiales

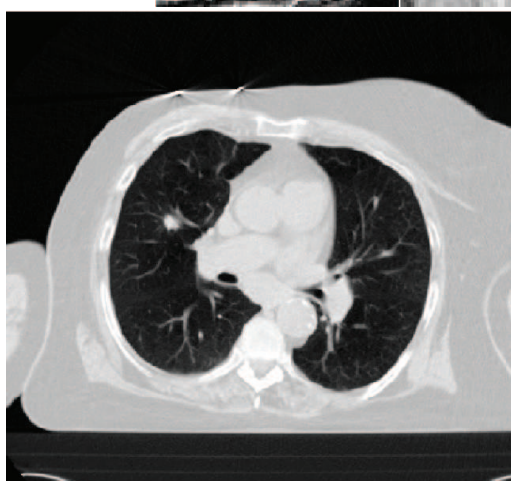
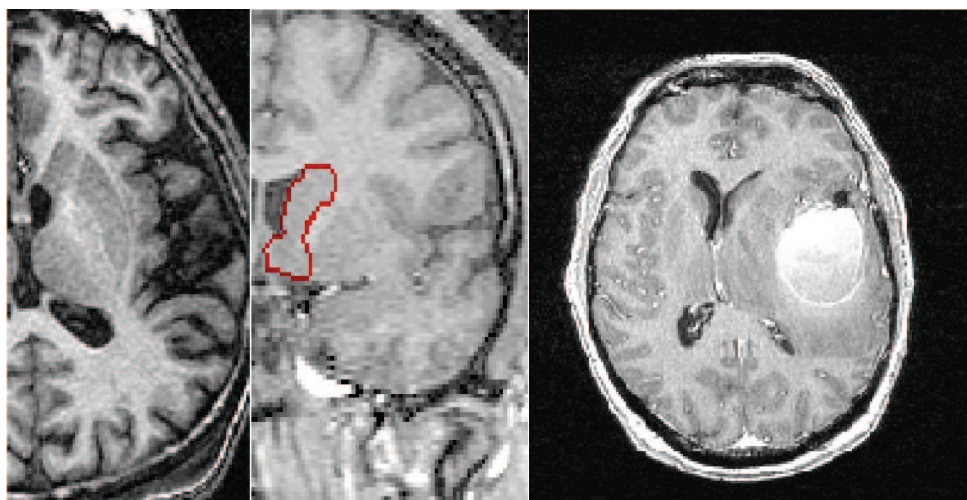
Isabelle Bloch - isabelle.bloch@telecom-paristech.fr

Télécom ParisTech - CNRS LTCI

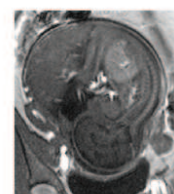


Mai 2012

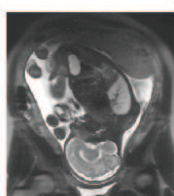
Interprétation d'images à partir d'un modèle



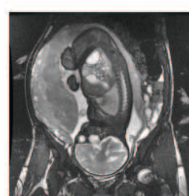
EPI



FSPGR



SSESE



SSFP



SSFP3D

Raisonnement spatial

Représentation de connaissances et raisonnement sur des entités spatiales et sur des relations spatiales

- Largement développé en IA
 - relations topologiques surtout
 - logiques formelles (ex : méréotopologie)
 - inférence
- Moins développé en interprétation d'images
 - besoin de représentation de connaissances imprécises
 - cadre (semi-)quantitatif (\Rightarrow évaluation numérique)
 - exemples : reconnaissance structurelle dans les images sous imprécision
- Ingrédients :
 - représentation des connaissances
 - représentation de l'imprécision
 - fusion d'information hétérogènes
 - raisonnement et décision
- Sources d'inspiration : philosophie, perception, cognition, linguistique...

Fusion d'informations

- **Connaissances :**
 - anatomiques
 - sur les formes, positions, relations spatiales
 - sur les acquisitions
 - sur les pathologies
 - ...
- **Informations extraites des images :**
 - radiométriques
 - spécifiques au patient
 - ...

⇒ représentation des connaissances, fusion d'informations hétérogènes, raisonnement spatial

Exemple de description anatomique

[morphologie]

morphologie fonctionnel atlas animations vidéo reconstruction 3D liens

Noyau caudé

embryologie
histologie
crâne
méninges

moelle épinière
tronc cérébral

nerfs crâniens
cervelet
cortex
cérébral


noyaux gris
substance
blanche

v3
v4
ventricules
latéraux


auteur : D Hasboun
illustrations : H Fournié




Le noyau caudé est un noyaux gris central, en forme de **fer à cheval** ouvert en avant.
Il s'enroule **autour du thalamus**, repose sur sa face supérieure, puis descend en arrière du thalamus.



Il se continue en avant dans le lobe temporal. Il présente d'avant en arrière :



- une **tête** volumineuse située en dehors de la come frontale du ventricule latéral
- un **corps** dont le volume diminue d'avant en arrière. Il repose sur le thalamus puis descend en arrière du pulvinar.



- la **queue** du noyau cadé chemine dans le lobe temporal, au-dessus de la come temporale du ventricule latéral, dans la région sous lenticulaire.

Le noyau caudé constitue le **néostriatum** avec le putamen.

CHU Pitié-Salpêtrière

UNIVERSITÉ PIERRE & MARIE CURIE ESPÉRIENCES À PARIS

noyau - morphologie - fonctionnel - anatomique - vidéo - atlas - 3D - liens - préface - bibliographie - aide
© Neur@nat - 1996 - 2003 * Les illustrations et articles sont la propriété de leurs auteurs respectifs *

<http://www.chups.jussieu.fr/ext/neuranat> (Dominique Hasboun, CHU La Pitié-Salpétrière)

Imprécision et flou

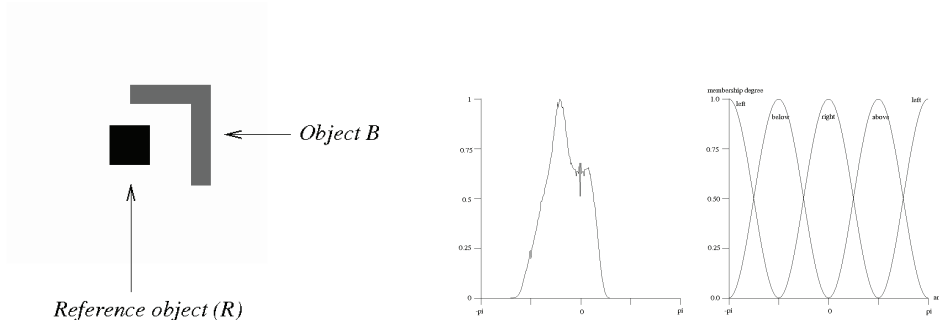
- Objets (absence de contours nets, segmentation grossière...)
- Relations (ex : *à gauche de, assez proche de*)
- Type de connaissance disponible (ex : *le noyau caudé est proche du ventricule latéral, les maisons sont alignées le long de la route*)
- Question posée (ex : *aller vers cet objet en restant à une certaine distance de sécurité*)

Morphologie mathématique floue pour modéliser des relations spatiales

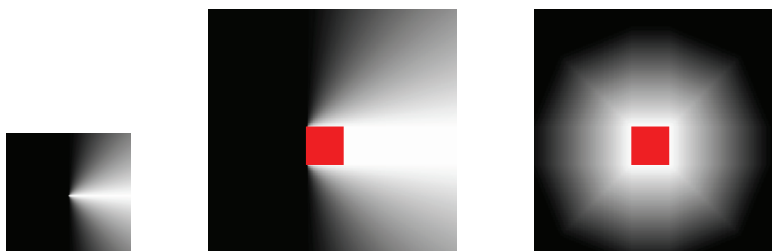
- Morphologie mathématique :
 - Cadre algébrique
 - Equivalents flous de notions ensemblistes et d'opérateurs algébriques
 - Bonnes propriétés
- Relations :
 - topologiques : inclusion, exclusion, intersection, adjacence
 - métriques : distances, direction relative
 - complexes : entre, le long de, parallèle, traverse, entoure...
- Calcul de relations entre deux objets.
- Représentations spatiales des relations.
- Fusion de relations.

Deux questions essentielles en reconnaissance structurelle dans les images

- Etant donnés deux objets (éventuellement flous), évaluer le degré avec lequel une relation est satisfaite.



- Etant donné un objet de référence, définir la région de l'espace dans laquelle une relation à cette référence est satisfaite (avec un certain degré).



Opérations de base : dilatation et érosion

- \mathcal{F} : ensembles flous définis sur \mathcal{S}
- (\mathcal{F}, \leq) = treillis complet
- adjonction :

$$\delta(\mu) \leq \mu' \Leftrightarrow \mu \leq \varepsilon(\mu')$$

- Dilatation (degré d'intersection) :

$$D_\nu(\mu)(x) = \sup\{t[\nu(y - x), \mu(y)], y \in \mathcal{S}\}$$

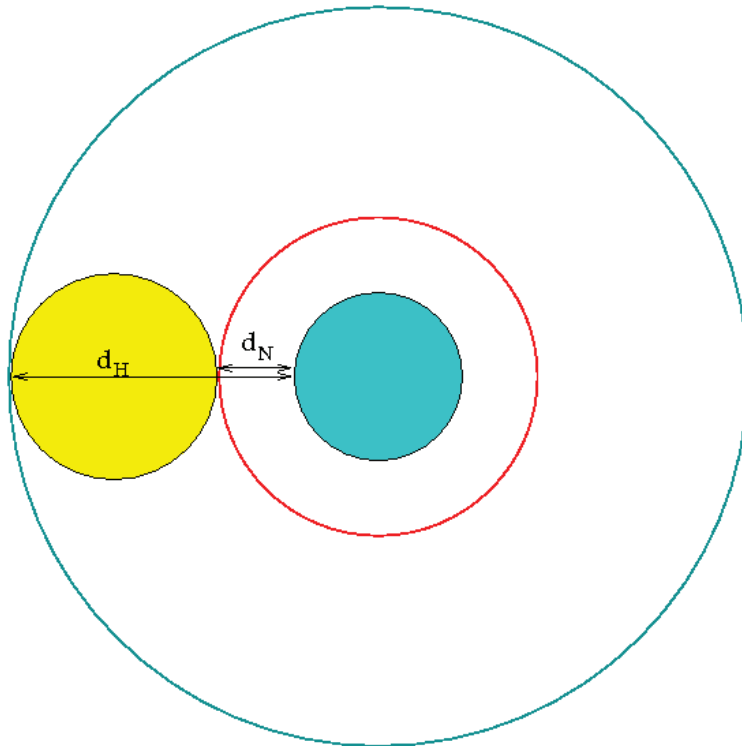
- Erosion (degré d'inclusion) :

$$E_\nu(\mu)(x) = \inf\{T[c(\nu(y - x)), \mu(y)], y \in \mathcal{S}\}$$

t = t-norme, T = t-conorme

Exemples : distances

Expression de distances (minimum, Hausdorff...) en termes morphologiques (algébriques) \Rightarrow extension facile au cas des ensembles flous



Densité de distance minimum

Cas binaire discret :

$$d_N(X, Y) = n \Leftrightarrow D^n(X) \cap Y \neq \emptyset \text{ et } D^{n-1}(X) \cap Y = \emptyset$$

$$d_N(X, Y) = 0 \Leftrightarrow X \cap Y \neq \emptyset$$

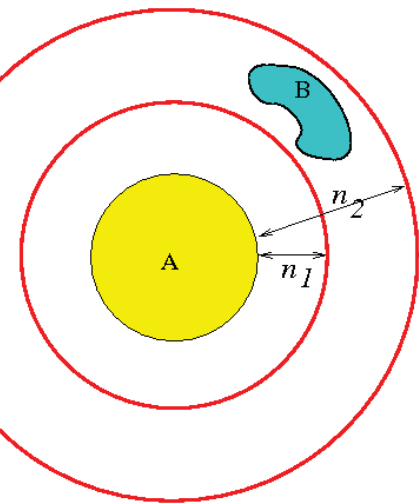
Degré avec lequel la distance entre μ et μ' est égale à n (densité de distance) :

$$d_N(\mu, \mu')(n) = t[\sup_{x \in \mathcal{S}} t[\mu'(x), \delta_\nu^n(\mu)(x)], c[\sup_{x \in \mathcal{S}} t[\mu'(x), \delta_\nu^{n-1}(\mu)(x)]]]$$

$$d_N(\mu, \mu')(0) = \sup_{x \in \mathcal{S}} t[\mu(x), \mu'(x)]$$

Distance de Hausdorff : équations similaires

Représentation spatiale de connaissances sur des distances



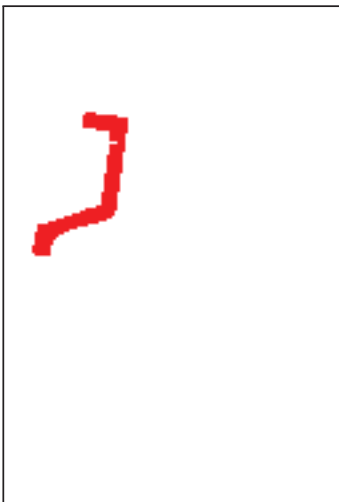
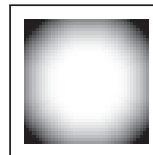
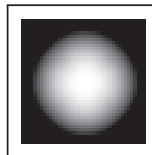
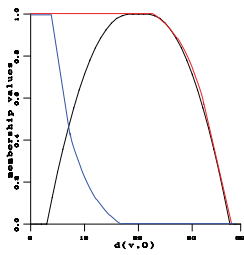
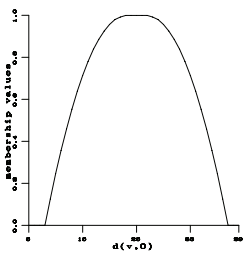
- Cas binaire : B doit être à une distance comprise entre n_1 et n_2 de A
 \Rightarrow région d'intérêt pour B :
 $\delta^{n_2}(A) \setminus \delta^{n_1-1}(A)$
- Cas flou : distance approximative exprimée comme un intervalle flou \Rightarrow deux éléments structurants :

$$\nu_1(x) = 1 - \mu_n(d_E(x, 0)) \text{ si } d_E(x, 0) \leq n_1, \quad 0 \text{ sinon}$$

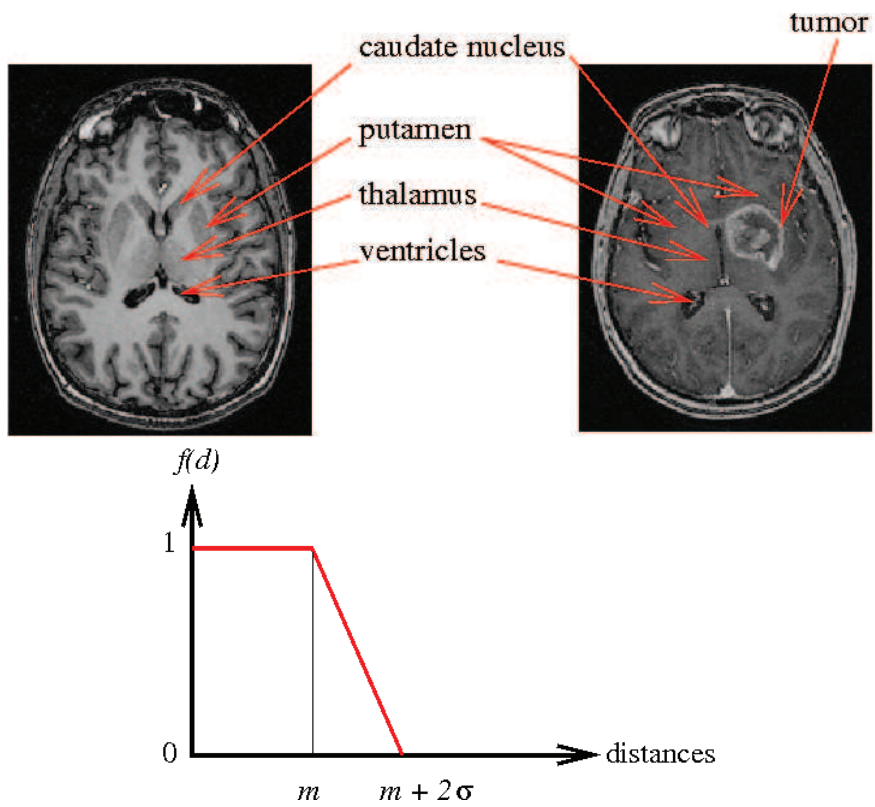
$$\nu_2(x) = 1 \text{ si } d_E(x, 0) \leq n_2, \quad \mu_n(d_E(x, 0)) \text{ sinon}$$

Région d'intérêt floue :

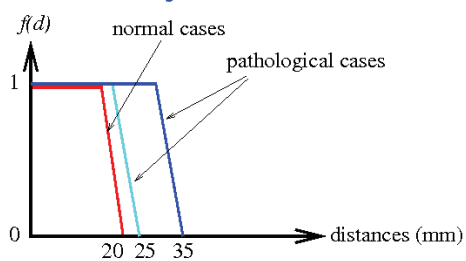
$$\mu_{\text{distance}} = t[\delta_{\nu_2}(\mu), 1 - \delta_{\nu_1}(\mu)]$$



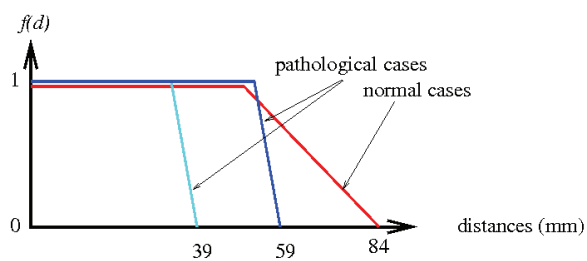
Apprentissage des relations spatiales



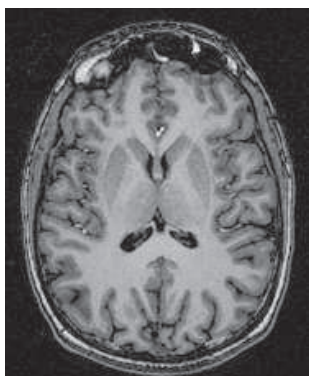
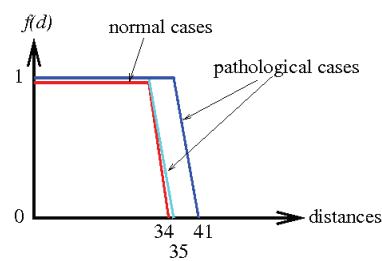
noyau caudé



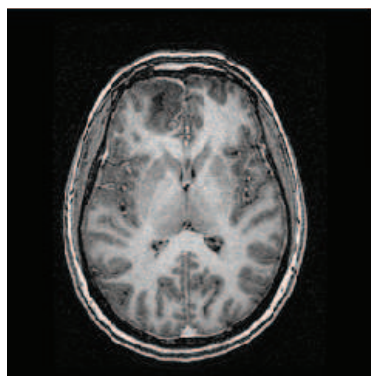
ventricule latéral



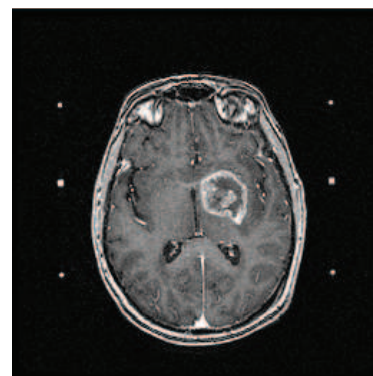
thalamus



● cas normal



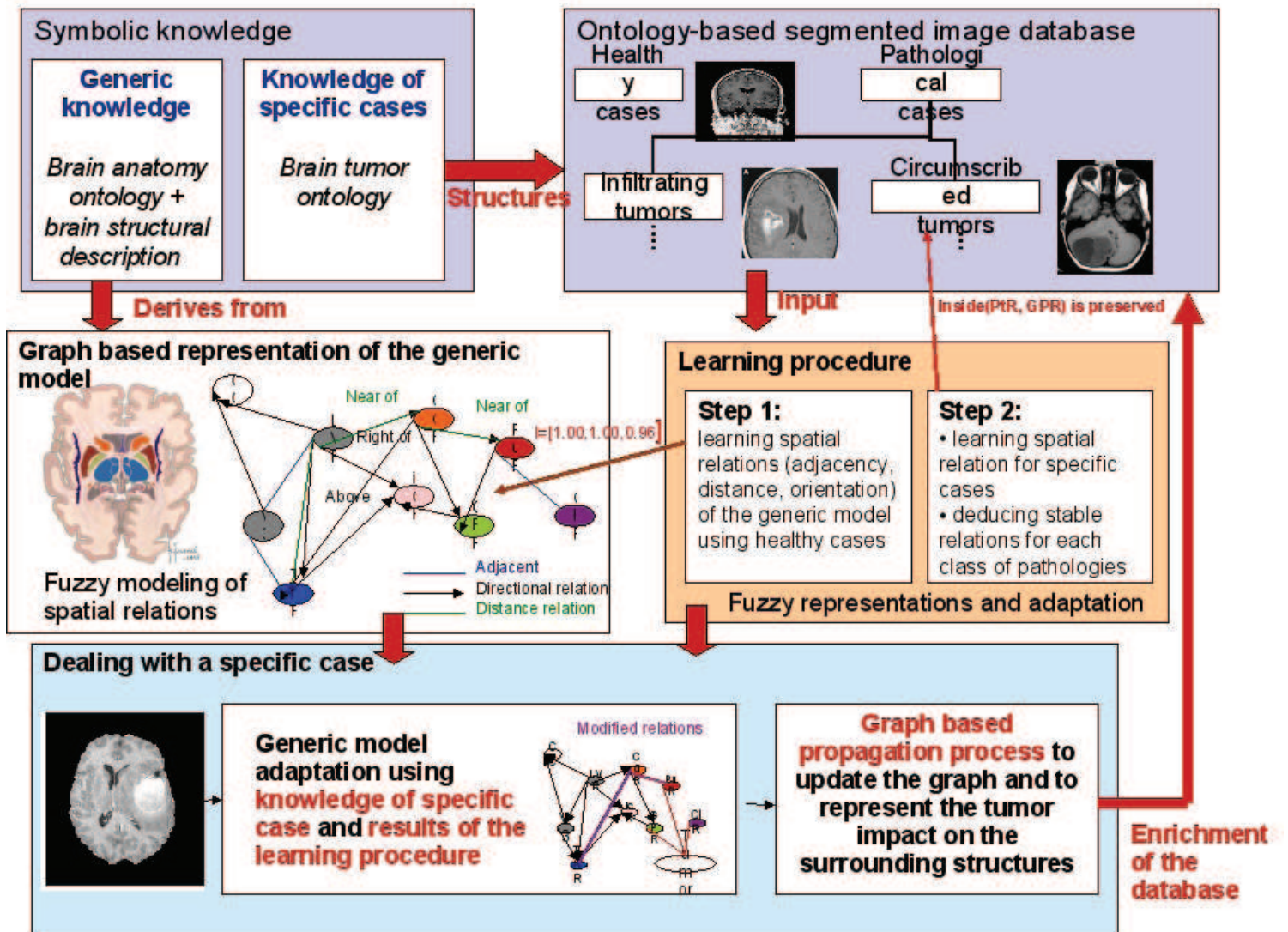
● cas avec peu d'impact sur les structures internes



● cas avec un fort impact

Représentation des connaissances : modèles structurels

- Graphes et hypergraphes attribués.
- Ontologies.
- Graphes conceptuels.



Ontologie de relations spatiales

