Systèmes Intelligents : Raisonnement et Reconnaissance

James L. Crowley

Deuxième Année ENSIMAG Deuxième Sémestre 2006/2007

Séance 5 7 mars 2007

Raisonemment avec Rélations et Schémas

Buts :
Voir une technique de raisonnement pratique dérivée d'une analyse formelle.
Voir une technique de représentation de l'incertain.
Voir une technique de réduction de la complexité par décomposition hiérarchique.

La Logique Temporelle d'Allen :

Les buts du système:

1) Exprimer la connaissance relative et imprécise.
2) Permettre l'incertitude (expression des contraintes).
3) Supporter le raisonnement dans des échelles variables
4) Supporter la persistance (raisonnement par défaut).
   (ex : si j'ai garé ce matin ma voiture dans le parking,
   elle doit toujours être là, même si on ne peut le prouver).

Dans le système d'Allen le temps est représenté par des intervalles :

Intervalle : Un ensemble T = {t} ordonné de points tel que
(t^-) (t T) ($t^- < t$) et
(t^+) (t T) ($t^+ > t$)

la paire t^-, t^+ sont des points limites ("end-points").

Il y a 13 relations qui peuvent être définies entre deux intervalles.

Il y a 7 relations de base, et leurs inverses :

Les Rélations

Pour les intervalles t et s, les 7 relations de base sont :

nom	anglais	notation	Schéma	définition
égal	equal	t = s	|-t-| |-s-|	$(t^- = s^-) \wedge (t^+ = s^+)$
avant	before	t < s	|-t-| |-s-|	$t^+ < s^-$
recouvrement	overlap	t o s	|-t-| |-s-|	$(t^- < s^-) \wedge (t^+ > s^-) \wedge (t^+ < s^+)$
rencontre	meets	t m s	|-t-| |-s-|	$t^+ = s^-$
pendant	during	t d s	|-t-| |---s---|	$(t^- > s^-) \wedge (t^+ < s^+)$
départ	starts	t s s	|-t-| |---s---|	$(t^- = s^-) \wedge (t^+ < s^+)$
fin	finishes	t f s	|-t-| |---s---|	$(t^- > s^-) \wedge (t^+ = s^+)$

Les relations inverses sont notées :

Relation	Inverse	
t < s	t > s	
t = s	t = s	(Nota : = est symétrique)
t o s	t oi s	
t m s	t mi s	
t d s	t di s	
t s s	t si s	
t f s	t fi s	

Les relations entre des intervalles sont représentées par un réseau de symboles.

Les flèches entre les intervalles sont étiquetées par la liste des relations possibles.

Il est possible de simplifier par remplacant pendant, départ et fin
par une relation "dur"
et de remplacer leur inverses par
pendant inverse, départ inverse et fin inverse par "cont"

l'Incertain :

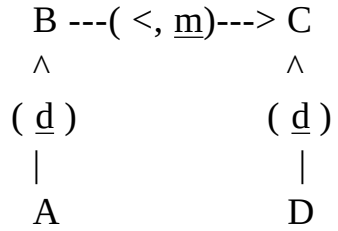
L'utilisation d'une liste permet de gérer l'incertitude par des contraintes.

Exemples :

t_1 d t_2 t_1 --(d)--> t_2
(t_1 d t_2) ou (t_2 d t_1) ou (t_1 < t_2) t_1 --(d, di, <)--> t_2
(t_1 < t_2) ou (t_1 < t_2) ou (t_1 m t_2) t_1 --(<, >, m)--> t_2

Quand un nouvel intervalle est introduit dans le réseau, toutes ses conséquences sont calculées par propagation des contraintes par transitivité :

par exemple, soit :



on a tout de suite A --(<)--> D

Table de Transitivité

La propagation est définie par un tableau 12 x 12 des relations de "transitivité".
(= est omis).

exemple : pour (A < B) et (B ? C)

	(B ? C)	Contrainte sur (B ? C)
(A < B)	(B < C)	(<)
(A < B)	(B > C)	No Info
(A < B)	(B d C)	(< o m d s)
(A < B)	(B di C)	(<)
(A < B)	(B o C)	(<)
(A < B)	(B oi C)	(< o m d s)
(A < B)	(B m C)	(<)
(A < B)	(B mi C)	(< o m d s)
(A < B)	(B s C)	(<)
(A < B)	(B si C)	(<)
(A < B)	(B f C)	(< o m d s)
(A < B)	(B fi C)	(<)

Propagation de Contraintes

Le tableau de transitivité est utilisé afin de développer les relations possible de chaque paire d' intervalles.

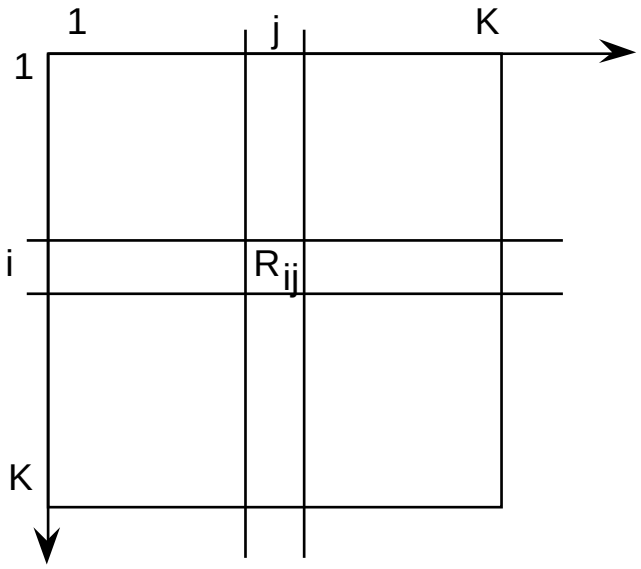
Soient A --(R_{AB})--> B --(R_{BC})--> C

Relations Possible de A --(R_{AC})--> C R_{AC} = Transitivite(R_{AB},R_{BC})

Transitivite (R_{AB},R_{BC})
R_{AC} <- NIL;
r_{ab} R_{AB}
r_b R_{BC}
R_{AC} := R_{AC} T(r_{ab}, r_{BC});
RETURN R_{AC};

Quand une nouvelle relation est affirmée, il faut propager les contraints sur les autres relations.

Pour K intervalles, on peut voir le reseau comme une tableau de K x K relations. Chaque entre du tableau est la liste de relations d'intervalle i vers intervalle j.



L'affirmation d'un nouveau relation permet de reduire les listes de relations possible.

Par exemple, s'il est affirmé que les relations possible entre A et B est la liste $NewR_{AB}$, on remplace R_{AB} par $NewR_{AB}$.
Ceci impose les nouveau contraints sur tout les autres relations

Soient A --(R_{AI})--> I --(R_{IJ})--> J
^----------(R_{AJ})----------^

Relations Possible de A--(R_{AB})--> B

Propogstate (RAB)
interval i
interval j
$R_{Aj} := R_{Ai} \cap$ Transitivite (R_{Ai},R_{ij});

Il faut propager les contraints sur tout le réseau.
Ily a $(N-1)^2/2$ pairs d'intervalles.

Coût : pour N intervalles, $O(N^2)$ opérations.

Pour le réduire, Allen applique une structure hiérarchique sur les intervalles.

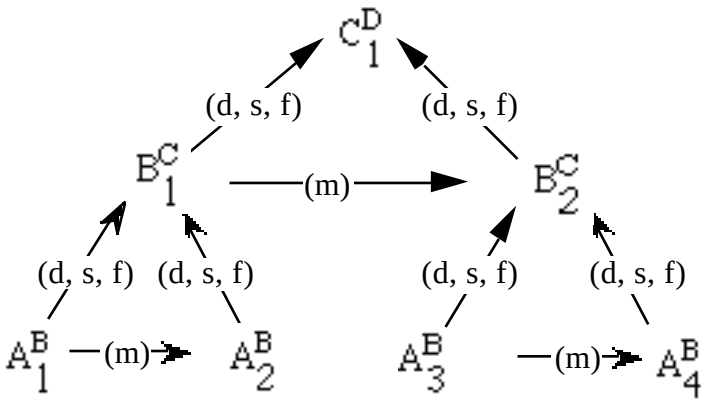
Les intervalles de référence :

Un intervalle de référence est un "ensemble" d' intervalles
tel que les relations avec les autres "ensembles" sont complètement déterminées.

Il s'agit d'une hiérarchie d' intervalles.

Notation : A^B_k : Interval A_k de la reference B.

Exemple :



Si deux intervalles ne sont pas liés directement, il suffit de parcourir le graphe pour chercher un chemin entre eux.

Exemples

1) **:** Soient les relations suivantes dans une logique de relations temporelles
   Événement A rencontre événement B : (A m B)
   Événement B rencontre événement C : (B m C)
   Événement D est après événement A : (D > A)
   Événement D est avant événement C : (D < C)

a) Quelles sont les relations possibles entre D et B obtenues par transitivité avec A?

T(D > A, A m B) = (d, f, oi, mi, >)

b) Quelles sont les relations possibles entre D et B obtenues par transitivité avec C?

T(D < C, C mi B) = (<, o, m, d, s)

c) Quelles sont les relations possibles entre D et B après une propagation de contraintes?

(D d B)

Programmation Orientée Objet de SCHEMA en CLIPS

Intelligence : (Petit Robert)

"La faculté de connaître et comprendre.

On a vu que Connaissance = Compétence.

Qu'est que c'est à comprendre?

Association entre choses perçues et choses connus.

Pour comprendre une scène ou une histoire, il faut trouver une correspondance Entre les éléments perçus et les éléments qui représente les connaissances. Les schemas fournissent une représentation déclarative pour la connaissance.

Elle permet de raisonner et comprendre les scènes, les histoires (orales ou écrites), les textes, les idées ou les plans.

L'outil principal de programmation de schémas est la programmation orientée objet. Les concepts de représentation de connaissance structurée et programmation orientée objet ont évolué en parallèle dans l'IA et le génie logiciel, avec une influence mutuelle.

En Génie-logiciel on a vu dévelopé

Simula-67 (1967)
SmallTalk (Goldberg, 1973)
Flavors : Un outil "programmation par Objet" en Common Lisp.
Eiffel

Les outils modernes incluent C++ et Java.

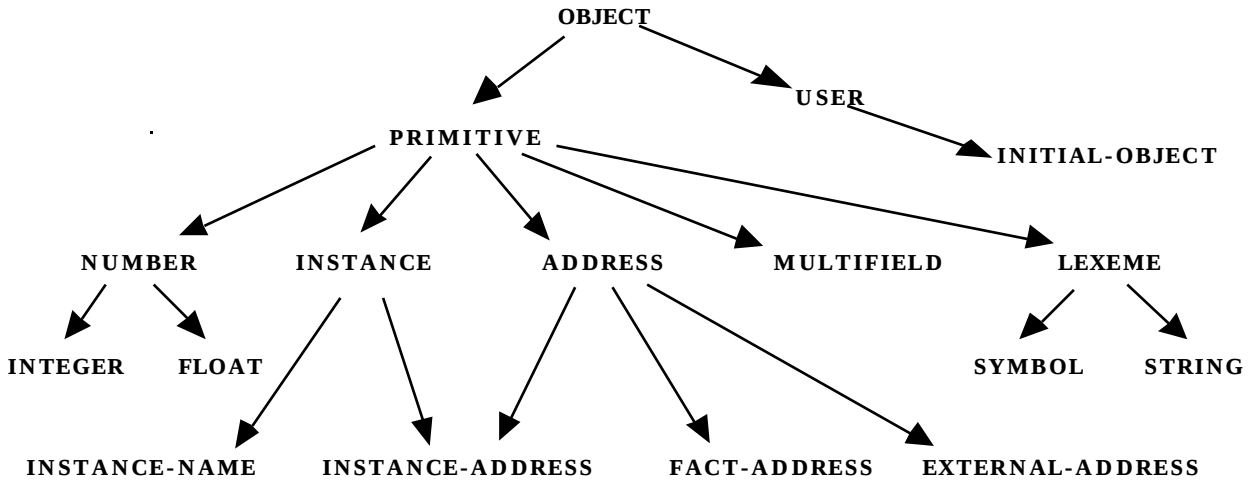
En Intelligence Artificielle on a vu dévelopé

Schémas (Psychologie Cognitive, 1930's)
Réseau Sémantique : (Quinlan, Carbonnel 1968).
Frames : (Minsky, 1970's)
Units : (KRL 1970's)
KRL -> KEE -> COOL (CLIPS 5)

Définition des Classes en CLIPS

Rappel que en MYCIN les "faits" était fortement typé par une structure de donnée. Le même idéa se trouve dans le programmation orienté objet. Les propriétés sont decrits par les "facets".

Les Classes prédefini en clips :



CLIPS> (list-defclasses)

Une classe est définit par une expression :

```
(defclass <name> [<comment>]
  (is-a <superclass-name>+)
  [<role>]
  [<pattern-match-role>]
  <slot>*
  <handler-documentation>*)
```

(1) A (defclass) must have a class name, <class>.
(2) There is at least one superclass name, <superclass>, that follows the is-a.
(3) A (defclass) has zero or more slots.
(4) Each slot has zero or more **facets**; types, <facet>, which describe the characteristics of the slot.

Exemple :

```
(defclass PERSON (is-a USER) (role concrete)
    (pattern-match reactive)
    (slot nom  (default "John Doe")
            (create-accessor read-write))
    (slot age (create-accessor read-write))
    (multislot address (create-accessor read-write))
)
```

```
(defclass ENSI (is-a PERSON) (role concrete)
    (slot year (create-accessor read-write))
    (slot OPTION (default MD) (create-accessor read-write))
)
```

En CLIPS, une schéma est défini par un instance d'une classe

```
(make-instance <instance> of <class> (<slot> <value>)...)
(defclass PERSON (is-a USER)
   (slot name)
   (multislot address)
   (slot age)
)

(make-instance [Jim] of PERSON (name "jim")(age 18))
[Jim]  ; CLIPS returns the name of the instance made.

CLIPS>(send [Jim] get-age)
18
```

la définition d'une slot entraine le définition des "methodes" (Handlers en CLIPS)

put-<slot>	écrire une valeur
get-<slot>	lire une valeur
init-<slot>	initialiser une valeur.

Héritage des définitions des classes

Les classes et instances peuvent être organisés en hiérarchies qui permettent de définir les slots, les valeurs et les méthodes par défaut.

Héritage simple : Une superclass par classe
Héritage multiple : Plusieurs superclass par classe.

Héritage simple

Par exemple,

```
(defclass A  (is-a USER))
(defclass B  (is-a A))
(defclass C (is-a A))
(defclass D (is-a A))
```

Héritage multiple

<subclass> (is-a <superclass1> <superclass2> ... <superclass-n>)

S'il y a plus qu'une superclass, l'héritage est dit "multiple".

La liste "is-a" est le "**class precedence list**"
L'héritage donne priorité selon l'ordre dans cette liste.

Ordre : Spécifique -> Générale

Règle de l'héritage Multiple

1) Une classe à priorité sur ses superclass
2) Gauche à droite dans la liste "is-a"

L'héritage est appliqué à les superclass dans une sorte de recherche en profondeur d'abord.

Handlers : Communication par Message

La Communication par Message permet d'accéder d'une valeur dans un objet
La forme général d'un message est :

```
(SEND OBJET METHODE ARG*)
```

SEND : Mot Clé pour send (par fois c'est ¨) .
OBJET : Une pointer au objet, (dit l'objet "actif").
METHODE : la méthode à appeler (Get-Value ou autre).
ARG* : Les arguments pour la méthode.

Note : Il faut avoir un pointeur sur un objet pour l'accéder!

exemple :
(make-instance [Joe] of PERSON (name "joe")(age 32))
(send [Joe] get-name)

Les METHOD's pour les objets en CLIPS sont appelés des "message-handlers".
(nota: Il existe également les fonctions "generic" composés de "methods"
en CLIPS. Ceci nous ne concerne pas dans ce cours.)

Un certain nombre de message-handlers sont définis quand une classe
est déclarée d'être "concrete". Notamment : init, print, delete.

D'autre message-handlers sont définis pour les slots déclarés
avec des "create-accessor"

Dans le BNF on trouve :

<create-accessor-facet> ::= (create-accessor ?NONE | read | write | read-write)

Accessor Facet	Message Handler Crée.
read	get-<slot>
write	put-<slot>
read-write	get-<slot> et put-<slot>

Il est possible de déclarer d'autre message handlers, ainsi de changer la définition des message-handlers existant, avec "defmessage-handler".

Syntaxe :

```
(defmessage-handler  <class-name> <message-name>
                     [<handler-type>] [<comment>]
       (<parameter>* [<wildcard-parameter>])
        <action>*
)

<handler-type>       ::= around | before | primary | after
<parameter>          ::= <single-field-variable>
<wildcard-parameter> ::= <multifield-variable>
```

Explication

<class-name> :	Nom d'une classe
<message-name> :	Nom du message handler
[handler-type] :	Type de handler.
<parameters>:	Variables clips
[wildcard-parameter] :	variable du type liste
<action>:	Les actions ou fonctions clips

exemples :

si (create-accessor read est déclaré :

```
(defmessage-handler <class> get-<slot-name> primary ()
   ?self:<slot-name>)
```

si (create-accessor write est déclaré :

```
(defmessage-handler <class> put-<slot-name> primary (?value)
   (bind ?self:<slot-name> ?value)
```

ou bien, si c'est un multi-slot :

```
(defmessage-handler <class> put-<slot-name> primary ($?value)
   (bind ?self:<slot-name> $?value)
```

?Self

Considère : (send [OBJ] fonction) L'objet [OBJ] est dit "actif".

Dans un message handler, la variable ?self fourni une pointer a l'objet actif.
On peut l'utiliser afin d'accéder aux slots.

Par exemple :

```
(defclass THING  (is-a USER) (role concrete)
   (slot NAME (create-accessor read-write) (default A))
)

(defmessage-handler THING ask-name ()
   (send ?self get-NAME)
)
```

?self donne un accès direct aux slots, avec la notation : ?self:<slot-name>.
ceci permet d'éviter le mécanisme de passage à message pour l'accès .

```
(defmessage-handler THING return-name ()
   ?self:NAME
)
```

NOTA : il est sans intérêt de faire :

(bind ?NAME (send ?self get-NAME))
ou même
(bind ?NAME ?self:NAME)

Utilisez
(?self:NAME)

Les types d'handlers

Handler Type	Class Role	Return
primary	Performs the majority of the work for the message	Yes
before	Does auxiliary work for a message before the primary handler executes	No
after	Does auxiliary work for a message after the primary handler executes	Yes
around	Sets up an environment for the execution of the rest of the handlers	No

Les types "before", "after" et "around" permettre de définir les "demons".

exemple :

```
(defmessage-handler THING get-NAME after ()
   (printout t "Quack" crlf)
)

get-name (primary) existe toujours.
```

exemple d'un demon Counter-demon

```
(defclass THING  (is-a USER) (role concrete)
   (slot NAME (create-accessor read-write) (default A))
   (slot COUNT (create-accessor read-write) (default 0))
)

(defmessage-handler THING get-NAME after ()
   (printout t "Quack" crlf)
)

(defmessage-handler THING get-NAME before ()
   (bind ?self:COUNT (+ ?self:COUNT 1))
   (printout t
          ?self:NAME " read "?self:COUNT " times." crlf)
)
```

Les handlers en CLIPS sont Polymorphique.
Un handlers pour une classe peuvent porter le même nom que des handlers d'autres classes.
L'handler exécuté est déterminé par la classe de l'objet actif.
Le même nom peut être donné à les handlers des classes différentes.

Activations des règles par objets

En Système Expert, les règles et les schèma sont complémentaire.

Depuis CLIPS 6, l'activation de regles par instances d'objet est possible.

Il faut declarer la classe de l'objet "(pattern-match reactive)".
Par exemple.

```
(defclass A (is-a USER)
   (role concrete)
   (pattern-match reactive)
   (slot foo  (create-accessor write)
              (pattern-match reactive)
   )
)
(make-instance a of A)
```

Les objet sont considère commes les faits d'une template "objet".
Dans le règle, on utilise le template "objet" avec le test de classe "is-a".

```
(defrule test-A-existe
   ?ins <- (object (is-a A))
=>
   (printout t "Objet " ?ins " est de la classe A" crlf)
)
```

On peut tester les valeurs de Slots dans les conditions

```
(defrule test-foo-eq-toto
   ?ins <- (object (is-a A) (foo ?f&~nil))
=>
   (printout t "Objet " ?ins " foo = " ?f crlf)
)
(run)
(send [a] put-foo toto)
(run)
```

Les regles peut servent, par exemple, a l'initialisation

```
(defclass PERSON (is-a USER) (role concrete)
              (pattern-match reactive)
              (slot famille  (create-accessor read-write))
              (slot prenom  (create-accessor read-write))
              (slot age (create-accessor read-write))
              (multislot address (create-accessor read-write))
)
```

```
(defrule demande-nom-de-famille
   ?ins <- (object (is-a PERSON) (famille nil))
=>
   (printout t "Quel est le nom de famille de "?ins "? ")
   (send ?ins put-famille (read))
)

(defrule demande-prenom
   ?ins <- (object (is-a PERSON) (prenom nil))
=>
   (printout t "Quel est le prenom de "?ins "? ")
   (send ?ins put-prenom (read))
)

(make-instance [Fred] of PERSON)
(make-instance [Bob] of PERSON (prenom Bob))
(run)
```

Des règles peut s'appliquer a les objets sans regarde pour leurs classes.
Un règle peut determiner le valeur de la classe.

```
(defclass STUDENT (is-a USER) (role concrete)
             (pattern-match reactive)
             (slot famille  (create-accessor read-write))
             (slot prenom  (create-accessor read-write))
             (slot age (create-accessor read-write))
             (slot option (create-accessor read-write))
             (slot promo (create-accessor read-write))
)


(make-instance [Bob] of PERSON (prenom Bob) (famille Barker) (age
20))
(make-instance  [B] of STUDENT (prenom Bob) (famille Barker))


;;
;; Determiner la classe d'un objet
;;

(defrule deduire-class
   ?o <- (object (is-a ?c))
=>
  (printout t "l'objet " ?o " de classe "?c "." crlf)
)
;;
;; Completer un objet par un autre
;;

(defrule deduire-age
   ?o1 <- (object (famille ?f&~nil) (prenom ?p&~nil) (age
?a&~nil))
   ?o2 <- (object (is-a ?c) (famille ?f) (prenom ?p) (age nil))
=>
  (send ?o2 put-age ?a)
  (printout t "Affecter age " ?a " pour ")
  (printout t  ?c" " ?p " " ?f "." crlf)
```