

# Systemes Intelligents : Raisonnement et Reconnaissance

James L. Crowley

Deuxième Année ENSIMAG

Examen final mai 2006

Conditions de travail : Vous avez droit aux notes prises en cours et à tout manuel ou article de recherche. Vous pouvez répondre en Français ou en Anglais. Écrivez lisiblement. Tout texte illisible ne sera pas considéré. Durée : 3 heures.

1) (4 points) Fournissez, pour des non-spécialistes, une définition de la connaissance et une explication de sa représentation. Quelles sont les représentations de la connaissance ? A quelles tâches sont-elles adaptées ? Quelles sont leurs limitations ? Comment sont-elles acquises ?

2) (2 points) Vous devez programmer un système de planification de trajet pour un service d'ambulance. Votre système doit utiliser l'algorithme GraphSearch programmé avec des règles en CLIPS. La ville est représentée par un réseau de blocs et de carrefours dont les blocs représentent les routes entre les carrefours. Chaque carrefour contient sa position cartographique, et chaque bloc contient la longueur de la route (en mètre) et la vitesse maximum autorisé (en mètres/seconde) . Les carrefours et les blocs sont définis ainsi :

```
(deftemplate carrefour
  (slot nom (type SYMBOL))
  (slot x (type NUMBER))
  (slot y (type NUMBER))
  (multislot voisins)
)
(deftemplate bloc
  (slot nom (type SYMBOL))
  (slot longueur (type NUMBER)) ;; en metres
  (slot vitesse (type NUMBER)) ;; en metres/sec
  (slot c1) ;; carrefour de depart du bloc
  (slot c2) ;; carrefour de fin du bloc
)
```

a) Votre système doit minimiser le temps des trajets entre deux carrefours, représenté par les nœuds dans l'arbre de recherche. Écrire une règle "Genere-voisins" qui calcule les nœuds représentant les carrefours directement accessibles depuis le carrefour représenté par le nœud "active". Cette règle doit également calculer le coût "g" représentant le temps de trajet entre le carrefour de départ et le carrefour voisin.

b) Quelle heuristique peut-on utiliser afin d'obtenir un parcours de graphe "optimal" ?

3) (8 points) Il s'agit de programmer en CLIPS 6 un système de propagation de contraintes sur des relations temporelles entre intervalles de temps. Votre système doit utiliser les définitions de templates RELATIONS et TEMP ci-dessous. Le tableau de transitivité est défini par le deffacts "TABLE-DE-TRANSITIVITE" ci-dessous. Vous disposez des fonctions UNION et INTERSECTION définies ci-dessous.

Dans la liste de relations temporelles, il faut remplacer les symbols ">", "<", et "=" par "b" (before), "bi" (before-inverse) et "e" (equals).

```
(deftemplate RELATIONS (slot int1) (slot int2) (multislot relations))
(deftemplate TEMP (slot nom) (slot int1) (slot int2) (multislot relations))
```

```

(deftemplate TABLE (slot r1) (slot r2) (multislot relations) )
(deffacts TABLE-DE-TRANSITIVITE
  (TABLE (r1 b) (r2 b) (relations b))
  (TABLE (r1 b) (r2 bi) (relations b bi d di o oi m mi s si f fi e))
  (TABLE (r1 b) (r2 d) (relations b o m d s))
  .....
  (TABLE (r1 fi) (r2 fi) (relations fi))
)

(deffunction UNION (?r1 ?r2)
  (progn$ (?e ?r1)
    (if (not (member ?e ?r2)) then (bind ?r2 (insert$ ?r2 1 ?e))))
  (return ?r2)
)

(deffunction INTERSECTION (?r1 ?r2)
  (bind ?r3 (create$))
  (progn$ (?e ?r1)
    (if (member ?e ?r2) then (bind ?r3 (insert$ ?r3 1 ?e)) ))
  (return ?r3)
)

```

Soit trois intervalles ?A, ?B et ?C et une liste de relations possibles ?RAB entre ?A et ?B et une liste de relations possibles ?RBC entre ?B et ?C. La génération de la liste de relations entre ?A et ?C peut se faire avec trois règles : R1, R2 et R3.

a) (2 points) Pour chaque couple de relations (?rab, ?rbc) tel que ?rab  $\in$  ?RAB et ?rbc  $\in$  ?RBC, la règle R1 génère un fact de type TEMP en utilisant la table de transitivité. Le nom peut être généré par la fonction "gensym". Ecrire la règle R1.

b) (2 points) Quand il existe deux facts de type TEMP avec la même valeur pour int1 et int2, mais ayant les noms différents il faut les combiner. Ecrire la règle R2 qui effectue cette combinaison. (aide : supprimer les deux facts et créer un nouveau fact de type TEMP avec une liste de relations qui est l'UNION des relations des deux facts)

c) (2 points) Une fois que tous les facts de type TEMP sont combinés, il faut recopier la liste de RELATIONS dans un fact de type RELATIONS et supprimer le fact de type TEMP. Ecrire la règle R3 qui effectue cette opération. (aide : assurez-vous que R2 a fini de générer tous les facts de type TEMP avant que R3 s'exécute. )

d) (2 points) Ecrire la règle R4 qui détecte quand deux listes de relations sont générées pour une paire d'intervalles. Cette règle doit supprimer les deux facts de type RELATIONS et créer un nouveau fact de type RELATIONS qui contient l'intersection des listes de relations.

4) (6 points) Vous êtes responsable d'une filière d'étudiants universitaires. Votre filière comprend trois populations d'étudiants. Les étudiants du groupe A proviennent d'une école d'ingénieur. Ils sont assez homogènes, bien formés en mathématique et un peu en programmation. Les étudiants du

groupe B viennent de l'Université. Ils sont plutôt hétérogènes, avec une bonne formation en programmation, et un peu de mathématiques. Les étudiants du groupe C proviennent des pays voisins. Ils sont très hétérogènes avec des niveaux de formation très variés.

Vous avez cumulé les notes des étudiants pour deux cours depuis quelques années : Les notes sont comprises entre 0 et 20. Le cours X est un cours de programmation, tandis que le cours Y est un cours nécessitant beaucoup de mathématiques.

- a) Expliquer comment utiliser un ratio d'histogrammes pour estimer la provenance d'un étudiant à partir de ses notes. Donner et expliquer la formule. Comment déterminer la probabilité d'erreur? Combien de notes d'étudiants de chaque population faut-il avoir pour qu'un ratio d'histogrammes soit une technique "raisonnable" c'est-à-dire fournisse des résultats significatifs)?
- b) Vous n'avez pas de chance. Il n'y a pas assez de notes pour utiliser les histogrammes. Expliquer comment calculer les paramètres d'une loi normale pour chaque population d'étudiants à partir des notes des trois groupes des années passées. Expliquez comment utiliser la loi normale pour estimer la provenance des étudiants. Expliquez comment estimer ces paramètres. (Fournir et expliquer les formules. ) Peut-on déterminer la probabilité d'erreur? Si oui, comment?
- c) Vous n'avez vraiment pas de chance! Votre assistant a effacé les provenances des étudiants pour les années passées. Vous n'avez que leurs notes! Expliquer comment utiliser l'algorithme EM pour estimer les paramètres des trois lois normales représentant les trois groupes d'étudiants. Expliquer comment initialiser ces paramètres.