Systèmes expert

Édition au 3-nov.-16 EN TRAVAUX !

Présentation

Ce sont des logiciels mettant en jeu l'« intelligence artificielle », c'est à dire des logiciels qui développent des fonctions comparables à celle d'un homme en « raisonnant » sur une base de connaissances à l'aide de règles, en particulier dans la résolution des problèmes pour lesquels le nombre d'hypothèses à envisager est tellement important que la meilleure solution ne peut être trouvée dans des temps raisonnables : par exemple la stratégie du jeu d'échecs.

Ces raisonnements ne sont pas formalisés : c'est le système (son moteur d'inférence) qui trouve une méthode de résolution et non le programmeur. La méthode calque des capacités classiques chez l'homme - dont des capacités d'apprentissage et d'adaptation basées sur les analogies - l'autostructuration consistant à réorganiser ses connaissances pour tenir compte d'éléments nouveaux ou conflictuels…

Les champs d'investigation sont nombreux : le traitement du langage naturel (notamment la traduction automatique), l'interrogation intelligente des bases de données, les démonstrations automatiques…

Le biologiste est particulièrement intéressé par certains développements tels que la reconnaissance de formes (en particulier de structures cellulaires) et par toutes les aides au diagnostic et à l'identification que peuvent apporter les systèmes experts.

Une des applications possibles illustrant ces notions difficiles est la gestion de l'antibiogramme. Les données suivantes sont classiques :

- *Pseudomonas* résiste à l'ampicilline
- *Serratia* présente un aspect en cocarde pour la colistine.
- une bactérie résistante à l'ampicilline est résistante à la pénicilline.

Le programme peut comprendre ces «données», un peu particulières, de la façon suivante :

- - Pour le premier exemple, la base de données renfermera, structurée en (bactérie,antibiotique,caractère), la liste des connaissances. Le système expert contiendra la règle associant les trois données sous la forme : « si la bactérie testée a pour nom *bactérie* alors elle possède le caractère *caractère* pour l'antibiotique *antibiotique*. » qu'il appliquera par son moteur d'inférence au cas testé.
- - Le deuxième exemple pourra être associé à une base de données structurée en (bactérie, antibiotique, aspect particulier) et le troisième en (bactérie, antibiotique 1,antibiotique 2) associé à la règle « si la bactérie *bactérie* résiste à *antibiotique 1* alors elle résiste à *antibiotique 2* ».

La gestion ainsi automatisée de l'antibiogramme est évidemment intéressante : elle permet une vérification efficace des résultats que la gestion de routine néglige souvent.

Un exemple de système expert : MYCIN

Mycin est un système expert (SE) réalisé en 1977 à l'université de Standford. C'est un SE d'aide au diagnostic dans le domaine des infections bactériennes. Il est associé à Teiresias qui est un programme capable d'expliquer à l'utilisateur le raisonnement effectué par Mycin.

Voici deux dialogues réels obtenus avec MYCIN. Ces dialogues sont extraits d'un article de Technique et Science Informatique de J.L. Laurière (*TSI, vol 1, N° 1 et 2, 1982)*

• Un diagnostic médical

> MYCIN : Mes recommandations thérapeutiques seront basées sur des infections probables et les organismes infectieux potentiels suivants : 1°) Pseudomonas aeruginosa, 2°) Klebsiella pneumoniae, 3°) Escherichia coli, 4°) Bacteroïdes fragilis, 5°) Enterobacter, 6°) Proteus non mirabilis.
> Voulez vous me donner la gravité de la maladie de M. Fred Smith sur une échelle de 0 à 4 ?
> UTILISATEUR : 3
> MYCIN : M. Fred Smith présente-t-il des réactions allergiques à un quelconque agent microbien ?
> UTILISATEUR : non
> MYCIN : quel est son poids en kg ?
> UTILISATEUR : 70
> MYCIN : Ma recommandation thérapeutique sera , en premier choix : pour couvrir les points <1 2 3 5 6> , prescrire de la Gentamicine, dose 119 mg 98 h IV, pendant 14 jours;
> pour couvrir le point 4 ,
> prescrire de la Clindamycine, dose 595 mg 96 h IV, pendant 14 jours.
> Désirez-vous éventuellement éliminer certains médicaments ?
> UTILISATEUR : oui
> MYCIN : pour couvrir les points <2 3 4 5 6> donner du Chloramphénicol, dose : 1 g 96 h IV pendant 14 jours;
> ** surveiller le taux de globules blancs du patient.
> Pour couvrir le point 1,
> donner de la Gentamicine, dose 119 mg 98 h IV, pendant 10 jours;
> ** modifier la dose en cas de faiblesse rénale.

• L'explication par le système de son propre raisonnement

> MYCIN : L'infection par le malade a-t-elle été contractée à l'hôpital ?

UTILISATEUR : pourquoi ?
TEIRESIAS : [pourquoi est-ce important de savoir cela]
Cela aidera à déterminer la catégorie à laquelle appartient l'organisme responsable de l'infection :
- il a été établi que 1°) l'organisme est à Gram négatif, 2°) c'est un bâtonnet, 3°) il se développe à l'air ou sans air,
- donc si l'infection par cet organisme n'a pas été contracté lors du séjour à l'hôpital,
alors il est presque certain (0,8) que l'organisme est de la catégorie des Enterobacteriaceae; de plus il se peut (0,1; règle 37) que ce soit la Pseudomonas aeruginosa.
UTILISATEUR : pourquoi n'avez vous pas envisagé la possibilité que l'organisme soit un streptocoque ?
TEIIRESIAS : la règle 33 aurait dû être utilisée pour identifier l'organisme comme un streptocoque, mais la seconde clause "la morphologie est de type coque" était déjà connue comme fausse et la règle 33 n'a jamais été essayée.

Cet exemple permet de voir que le système simule le raisonnement d'un expert dans le domaine des infections microbiennes, et peut être une aide appréciable pour établir un diagnostic et proposer un traitement. Comment fonctionnent ces systèmes ?

Structure et fonctionnement d'un système expert

Les systèmes experts sont généralement constitués de quatre modules :

- une base de connaissance,
- une base de faits ou mémoire de travail,
- un moteur d'inférence et un système d'interface avec les utilisateurs.

L'inférence est un processus logique permettant d'affirmer une proposition à partir d'un ensemble de déductions.

La base de connaissances (BC)

C'est là qu'est stocké le savoir du système propre au domaine de connaissance. Elle rassemble toutes les connaissances d'un expert du domaine considéré.

C'est un peu la mémoire à long terme.

Ce savoir est stocké sous forme d'un ensemble de "règles de production" du type :

SI <condition> **ALORS** <action>

(On utilise parfois le terme de prémisse au lieu de condition : c'est une proposition booléenne pouvant prendre la valeur vrai ou faux selon que les conditions sur les variables qui la composent sont vérifiées ou ne le sont pas.)

exemple dans MYCIN règle 85 :

Si 1/ le site de la culture est le sang,
et si 2/ l'organisme est à Gram négatif,
et si 3/ l'organisme est de forme bâtonnet,
et si 4/ le patient est un hôte à risque,
alors il est probable (0,6) que l'organisme est *Pseudomonas aeruginosa*

La base de faits

Elle contient l'ensemble des données de départ sur lequel le système va commencer à travailler. Cette base s'enrichit au fur et à mesure des déductions faites par le système. Cet espace de travail est un peu la mémoire à court terme, le système y stocke aussi les règles en attente, les sous-problèmes …

Les interfaces

Elles supportent :

- le dialogue entre l'expert, chargé de la création de la base de connaissances et la machine. L'instruction du système nécessite en général de longues séries d'essais et de révision des connaissances pour obtenir un système opérationnel.
- le dialogue entre l'utilisateur et le système pour l'entrée des faits de la base de faits (BF) à exploiter.

Le moteur d'inférence

« Cerveau du système », c'est un véritable interpréteur de connaissances.

Il exploite la base de connaissances pour résoudre les problèmes posés par l'utilisateur.

Le moteur d'inférence sert à déclencher les règles et à les enchaîner les unes aux autres au cours d'une boucle de calcul : le **cycle de résolution** (cf. schéma ci-contre). Il comprend une phase de sélection des règles applicables aux faits connus et une phase de déduction pouvant créer de nouveaux faits. Le mode de déclenchement des règles définit le type de moteur d'inférence. Les deux mécanismes les plus employés sont :

- • Le chaînage avant : le moteur part des faits pour arriver au but (démarche déductive).
- • Le chaînage arrière : le moteur part du but (hypothèse) qu'il essaie de corroborer en cherchant l'ensemble des faits suffisants à la démonstration; cette stratégie est généralement celle employée par l'intelligence humaine (démarche inductive).

Ils peuvent être combinés.

Corrélats :