

Introduction aux systèmes experts

Bernard ESPINASSE
Professeur à l'Université d'Aix-Marseille



2004



- Qu'est-ce qu'un système experts?
- Fonctionnement d'un moteur d'inférence
- Types d'applications
- Avec quoi développer un système expert?

Définition du concept de système expert

LES SYSTEMES EXPERTS sont ...

- "... des systèmes informatiques permettant de résoudre un type de problème donné, à partir d'une connaissance du domaine fournit au système"

- "...des programmes conçus pour raisonner habilement à propos de tâches dont on pense qu'elles requièrent une expertise humaine considérable..."

Edward FEIGENBAUM

- des programmes capables de:

- d'ASSIMILER des connaissances d'un domaine de spécialité
- de RAISONNER sur ces connaissances
- parfois, d'attribuer un degré de CREDIBILITE aux réponses fournies
- souvent, de JUSTIFIER ces réponses
- d'EVOLUER facilement pour prendre en compte l'évolution des connaissances

Expertises humaines

deux grandes classes de tâches qui "...requièrent une expertise humaine considérable..." :

1- gestion, comptabilité, calcul de structure, calcul numérique,

souvent: processus intellectuels bien définis

systèmes experts: solution de génie logiciel (maintenance plus facile,...)

2- diagnostique médical, prospection pétrolière, prévisions,

pour partie: processus intellectuels mal définis:

- expertise insuffisamment structurée pour donner lieu à des algorithmes parfaitement définis
- expertise représentable, comme un ensemble de granules de connaissances relativement indépendantes (références et origines)

granules de connaissances = règles de production

systèmes experts: solution de résolution

MYCIN

Granules de connaissances = règles de production

```
SI le site de la culture est le sang
et SI l'organisme est à gram négatif
et SI l'organisme est de forme batonnet
et SI le patient est un hôte à risque
ALORS
il est probable que l'organisme est une
"pseudomonias aeruginosa" (0.6)
autre règle:
SI l'organisme est une " pseudomonias aeruginosa"
et SI le patient a plus de 25 ans
et SI le patient n'est pas de type allergique
ALORS
traitement=
chlorampbénicol dose 4 unités par 24 heures
```

METAREGLE (regle de stratégie locale):

```
SI le patient est un hôte à risque
et SI il existe des règles qui mentionnent
en prémisses des klebsellias
ALORS
il est probable (0.4) qu'il faille utiliser les
premières avant les secondes
```

PAYE (Paris 6, Levesque):

REGLE:

SI salaire brut < SMIG + 500
ALORS
taux URSSAF vieillesse = 7.75

FAIT:

"salaire brut = salaire de base + heures supplémentaires à 25% + heures supplémentaires à 50% + avantages en nature - indemnités sociale"

META REGLE:

SI prime d'ancienneté
ALORS
déclencher taux professionnel: valeur du point : nb d'annees d'ancienneté"

Quelques systèmes experts connus

DENDRAL (Stanford) :

recherche de formules développées en chimie organique à partir de spectrographies de masse.

MYCIN (Stanford):

médecine, enseignement.
(500 règles)

PROSPECTOR (SRI inter):

géologie, mine molybdène; M\$
(1600 règles)

LITHO (Schlumberger-France): géologie

(500 règles)

PAYE (Paris 6 Levesque):

système de paye PMI PME, sur micro.
(400 règles)

MOLGEN (Stanford):

expériences en génétique, synthèse de séquences d'ADN

R1 (Xcon), XSEL (Carnegie Mellon):

configuration d'ordinateurs VAX&*, DEC gain de M\$ par an (>7000 règles)

TOM (Cognitech-INRA 1984)

agronomie, maladies de la salade (200 règles)

Objectifs d'un système expert

- CAPTURER et REPRESENTER aisément les unités de savoir-faire:

- faciliter l'expression la plus directe possible de ces granules de connaissances
représentation des connaissances

- EXPLOITER au mieux ces unités de connaissances:

- combiner et/ou chaîner ces granules de connaissances afin d'en générer d'autres: décisions, jugements, plans, prédictions,....

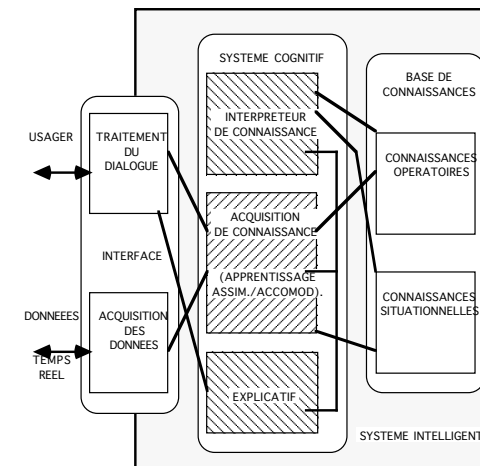
- rendre compte de cette exploitation: explications, trace,....

interprétation des connaissances

- supporter aisément la REVISION de ces unités de savoir-faire

système expert = systèmes à base de connaissances

Architecture générale d'un système à base de connaissances



La base de connaissance

- Les connaissances "assertionnelles" (ou situationnelles) : FAITS

- énoncé du problème
- description des situations établies ou à établir,

- Les connaissances "opératoires" : REGLES

- savoir-faire sur le domaine traité,
- quelles actions accomplir dans une situation donnée,

- Métaconnaissance (connaissance sur la connaissance) :

- permet à l'interpréteur de choisir de façon plus pertinente (performance) certaines connaissances situationnelles, opératoires plutôt que d'autres

L'interpréteur de connaissances

- INDEPENDANT de la base de connaissances

(MYCIN -> EMYCIN: différents SE)

- EVALUE de façon cyclique l'état courant de la base de connaissances

- EXECUTE dans une situation donnée des actions bien précises sur les connaissances ou l'environnement

- DISPOSE de connaissances (procédurales ou déclarative) sur la façon de raisonner:

- les stratégies de résolution sur la façon d'attaquer un problème

- le traitement de l'incertain (coefficients de vraisemblance,...)

- méta-connaissance, non plus rattachée au domaine, mais au raisonnement.

Le système explicatif

• Module explicatif:

- permet d'expliquer le raisonnement qui a été adopté par l'interpréteur de connaissances

• Module d'acquisition de connaissances:

- modification, suppression de connaissance déjà dans la base
- acquisition de connaissances nouvelles,
- filtrage de cohérence, contrôles syntaxiques,
- phases d'apprentissage

Représentation des connaissances dans les SaBdC

Différents langages de représentation des connaissances sont utilisés dans les systèmes experts:

langages issus directement de la logique:

- prolog

-...

langages à règles de productions:

- EMYCIN

- OPS5

- SNARK

-...

langages de réseaux sémantiques ou objet:

- KRL

- LOOPS

-...

la tendance est à faire coopérer dans des environnements de développement tous ces différents langages

- KEE

- ART

- KNOWLEDGE CRAFT

-...

Les règles de production

- origine linguistique, N.CHOMSKY (règles de réécriture) pour la reconnaissance syntaxique des phrases du langage naturel.

- couple condition-action:

condition: déclencheur

- relative à la base de faits (en général)

action:

- une conclusion à tirer,
- action sur la base de faits (notamment)

- chaque règle décrit une étape possible d'un raisonnement (d'un expert)
- chaque règle est approprié pour une classe de situation éventuelle
- plusieurs règles peuvent concerner la même situation
- l'ensemble des règles est sujet à révision et complément

Règles sans et avec variable(s)

• Règles sans variable (logique des propositions)

un exemple de règle pourrait être:

```
si
  temperature forte
alors
  risque maladie
```

• Règles avec variables (logique d'ordre un; calcul des prédicats d'ordre 1)

```
si
  homme (i) = oui
alors
  creer (j)
  pere-de (i) <-- (j)
```

- quelque soit un homme i, il existe un j tel que j est père de i
- i, j = variables prédicatives

• Chaque règle :

- granule de connaissance,
- indépendante,
- contient toutes les conditions de son application,

Règles de production en logique d'ordre 0 élargie

limitations de représentation en logique ordre 0 : notion de **Contexte**.

Contextes = variables dégénérées entre lesquelles il n'existe plus que des liens de type hiérarchique.

- Une règle de production liée à un contexte, ne pourra être instanciée que par un seul contexte à la fois,

Exemple (LITHO):

- un puits est divisé en plusieurs zones,
- on fait l'hypothèse restrictive: l'analyse géologique d'une zone peut être poursuivie indépendamment de celles des autres zones du puits.

contexte = la zone;

=> on se restreint à des règles de production en logique d'ordre 0 pour le traitement de toutes les zones:

```
Si dans la zone considérée
  1) le type lithologique est détritique
  2) le type argileux est dispersé
ALORS
  le paléoenvironnement de dépôt est deltaïque
```

Utilisation des contextes

- les règles ne contiennent qu'une seule variable,
- sont instanciées qu'autant de fois qu'il y a de contextes actifs (zone dans l'exemple),
=> complexité linéaire en fonction du nombre de contextes

- prise en compte des inférences verticales entre zones:

```
SI
  1) le paléoenvironnement de la zone1 est A
  2) -----//----- zone 2 est B
  3) la zone 3 est adjacente à la zone 2
  4) -----//----- zone 1
```

ALORS

le type lithologique de la zone 3 est C

- cette règle contient 3 variables et sera instanciée autant de fois qu'il y a de triplets de zones (si n zones pour un puits, l'instanciation se fera n3 fois)
- => la complexité est alors non plus linéaire mais polynomiale

• S.E. niveau 0 élargies à la notion de contexte :

- résultats suffisamment satisfaisants pour envisager leur commercialisation,
- dans certains cas cette notion de contexte est insuffisante pour une bonne représentation des connaissances,
=> utilisation de systèmes à variables (prédicats d'ordre 1).

Choix d'un formalisme de représentation,

(logique d'ordre 0 ou 1)

- pas encore de méthode systématique,
- relève de la conceptualisation,
- dépend de la façon dont la connaissance relative au domaine peut se structurer,

Notons que:

- si existent de grandes taxonomies permettant une classification des objets du domaine:
 - la connaissance de ces hiérarchies conceptuelles
 - l'aptitude à les manipuler

=> doivent se retrouver dans un système expert.
- la richesse de formalisation de relations entre objets en logique d'ordre 0 et d'ordre 1 est différente.