

Centre Universitaire Adelhafid Boussouf Mila

Institut des Sciences et de la technologie
Département des mathématiques et de l'informatique
Filière Informatique

Intelligence Artificielle

Chapitre 2

Les systèmes experts

QU'EST QU'UN SYSTÈME EXPERT ?

En 1965 une équipe de l'université de Stanford travaillait sur la résolution d'un problème pour lequel on ne connaît pas de solution algorithmique. Le premier système expert est né. L'idée fut d'introduire la connaissance des experts dans les ordinateurs en les rendant intelligents. L'expertise se traduit bien souvent par un ensemble de règles déductives qui reflètent par leurs enchaînements le raisonnement des experts. Le programme va lire ces règles et établir un raisonnement en tentant de les appliquer. L'idée qui apparaît ensuite consiste à transformer l'expertise de l'homme à l'humain.

QU'EST QU'UN SYSTÈME EXPERT ?

Un système expert (un Système à Base de Règles) est donc un logiciel qui:

- reproduit le comportement d'un expert humain accomplissant une tâche intellectuelle dans un domaine précis.
- Peut résoudre des problèmes très difficiles aussi bien ou mieux que les experts humains,
- Raisonne à l'aide d'heuristiques.
- Interagit de façon évoluée (langage naturel).
- Manipule des données symboliques.
- Peut justifier ses conclusions

DEFINITION

Le terme système expert a été défini comme étant un système informatique qui utilise des connaissances humaines saisies dans un ordinateur afin de résoudre des problèmes normalement résolus par des experts. Un système expert tend donc vers le remplacement du raisonnement humain, à la différence qu'il essaie d'être plus rapide et plus efficace que le raisonnement humain qui est bien souvent trop lent devant des situations trop complexes. L'élément central d'un système expert est la base de connaissances, dans laquelle se retrouve toute l'expertise qu'un expert humain possède sur le domaine d'application du système expert. Cette base de connaissances est jumelée à un moteur d'inférence (ou de raisonnement) qui permet au système expert de raisonner sur son domaine et ainsi tendre vers le raisonnement de l'expert humain.

DEFINITION

Une autre définition plus officielle :

“A computer-based application that employs a set of rules based upon human knowledge to solve problems that requires human expertise”

LE RÔLE D'UN SYSTÈME EXPERT

Les systèmes experts sont utiles dans un grand nombre de situations :

- Besoin de faire le diagnostic de problèmes dans un contexte donné.
- Besoin de comprendre la nature d'une situation en particulier.
- Besoin de prédire les répercussions d'un événement courant ou futur.
- Besoin de contrôler un processus ou une activité particulière.
- Besoin de recommandations ou d'une solution pour un problème particulier

LE ROLE D'UN SYSTÈME EXPERT

Bien entendu, un système expert n'est pas infaillible. Comme n'importe quel expert humain, il peut faire des erreurs. Un certain nombre des erreurs provenant de l'expert humain est dû à la fatigue d'analyse, la trop grande charge de travail, le manque de temps, etc. Avec l'utilisation d'un système expert, ce genre d'erreur est éliminé, ce qui diminue le nombre d'erreurs possibles. D'un autre côté, une limitation d'un système expert par rapport à un expert humain est qu'il n'utilise pas le sens commun, le «bon sens», l'intuition, contrairement à un expert humain.

LE RÔLE D'UN SYSTÈME EXPERT

les bénéfices de l'utilisation de ce type de système sont nombreux :

- Augmente la rapidité dans la prise de décision.
- Augmente la productivité des experts humains.
- Améliore la consistance dans les décisions.
- Améliore la compréhension des décisions à l'aide d'explication.
- Améliore la gestion de l'incertitude dans les décisions.
- Formalisation de la connaissance sur le domaine du système expert.

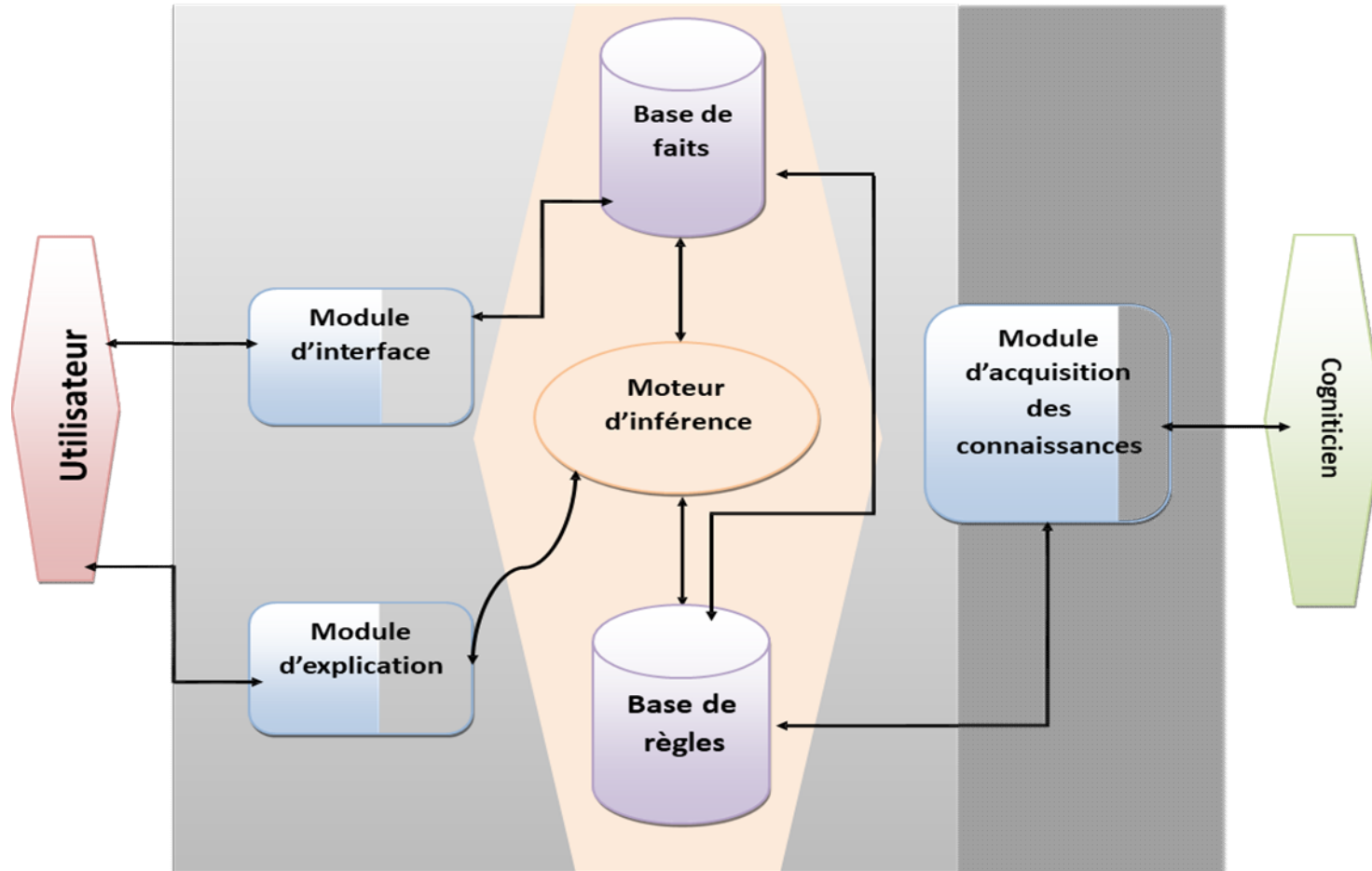
L'ARCHITECTURE D'UN SYSTÈME EXPERT

Les composantes principales d'un système expert sont :

- ☐ La base de connaissances,
- ☐ Le moteur d'inférence,
- ☐ Le programme utilisateur.

L'ARCHITECTURE D'UN SYSTÈME EXPERT

Un système expert est constitué de plusieurs modules qui s'interagissent.



L'ARCHITECTURE D'UN SYSTÈME EXPERT

Base de connaissances

C'est la mémoire qui contient l'ensemble de la connaissances acquise dans le domaine d'application.

- **Base de Faits**
 - Mémoire de travail (à court terme)
 - Des faits ou données propres au problème à résoudre
- **Base de Règles**
 - Mémoire à long terme d'un SBC
 - Plusieurs formalismes (Règles de Production, Réseaux Sémantiques, etc.)
 - L'expertise nécessaire pour résoudre un Problème
 - Faits permanents du savoir faire

Autres modules

- **Module d'interface** : Il sert à simplifier la communication entre l'utilisateur et le système. Il peut être sous la forme question-réponse, menu ou en langage naturel.
- **Module d'explication** : Il permet au système d'établir son raisonnement (en donnant la trace du raisonnement)
- **Module d'acquisition des connaissances** : Il permet de traduire la connaissance de l'expert en la représentant sous forme d'un langage compréhensible par le système.

BASE DE FAITS

- **Mémoire de travail**

La base de faits BF est la mémoire de travail du système expert. Elle est variable au cours de l'exécution et vidée lorsque l'exécution se termine. Au début de la session, elle contient ce que l'on sait du cas examiné avant toute intervention du moteur d'inférences. Puis elle est complétée par les faits déduits par le moteur ou demandés à l'utilisateur.

Par exemple, dans le domaine médical, la base de faits pourra contenir une liste de symptômes en début de session et un diagnostic lorsque celle-ci se terminera.

BASE DE FAITS

- **Type d'un fait**

Les faits peuvent prendre des formes plus ou moins complexes. Nous n'envisagerons que des faits élémentaires dont les valeurs possibles sont : booléennes, symboliques ou réelles

Par exemple : *actif* est un fait booléen, *profession* est un fait symbolique et rémunération est un fait *réel*.

Un système expert qui n'utilise que des faits booléens est dit **d'ordre 0**.

Un système expert qui utilise des faits symboliques ou réels, sans utiliser de variables, est **d'ordre 0+**.

Un système utilisant la logique du premier ordre est **d'ordre 1**.

BASE DE FAITS

Valeur d'un fait

Il faut qu'un système expert puisse savoir si une valeur a été attribuée à un fait.
Dans la négative, cette valeur pourra être demandée à l'utilisateur.

Mais si l'utilisateur ne peut pas répondre, il faudra que le système puisse le savoir en la déduisant des autres faits. On dira que la valeur d'un fait est :

- **établie** ou connue si une valeur lui a été attribuée.
- **inconnue** si aucune valeur ne lui a été attribuée et si aucune question à son sujet n'a été posée à l'utilisateur
- **indéterminée** si le système ne lui a attribué aucune valeur et si l'utilisateur a répondu "je ne sais pas" à une question concernant sa valeur.

BASE DE FAITS

Les formules et conditions

Dans un système expert d'ordre 0, on pourra par exemple écrire des formules de la forme : *actif* **ou** *¬actif*

Dans un système d'ordre 0+, on pourra trouver les formules :

actif **et** (*profession* \neq *médecin* **ou** *rémunération* \leq 20000)

Dans un système d'ordre 1, on pourra trouver :

$\forall X$ *maladie*(X) **et** (*X* \neq *grippe*) **et** (*symptôme*(X) = *forte_Fievre*)

Ces formules sont appelées conditions lorsqu'elles servent à déclencher des règles. On remarque que les faits booléens peuvent être interprétés comme des formules puisqu'ils possèdent une valeur de vérité.

BASE DE REGLES

Les connaissances sont souvent représentées par les **règles de production** de la forme :
Si condition alors conclusion, afin d'être proche du langage naturel.

La partie *condition* ou *prémisse* de la règle correspond à une conjonction d'expressions qui doivent être vérifiées pour que la règle se déclenche.

La partie *conclusion* ou *conséquences* correspondent à une conjonction d'actions.

La base de règles n'évolue donc pas au cours d'une session de travail.

En formalisme logique, en notant les conditions C_1, \dots, C_n et les actions A_1, \dots, A_n , une règle est ainsi écrite : $C_1 \wedge \dots \wedge C_n \rightarrow A_1, \dots, A_n$

En prolog, la règle s'écrit pour chaque action : $A_i \leftarrow C_1 \wedge \dots \wedge C_n$

Exemple :

Ordre 0 : logique des propositions

- o **Si** Ferrari **et** Michael **alors** rapide

Ordre 0+ : logique des propositions typée (attribut-valeur)

- o **Si** voiture = ferrari **et** pilote = michael **alors** vitesse = rapide

Ordre 1 : logique des prédicats

LE MOTEUR D'INFERENCE

- Le rôle du moteur d'inférences est de simuler la réflexion de l'expert humain.
- Couche logicielle qui correspond à un algorithme de simulation des raisonnements
- Permet aux systèmes experts de conduire des raisonnements logiques et de dériver des conclusions à partir de la base de faits et de la base de connaissances
- C'est un mécanisme qui permet d'inférer de nouvelles connaissances à partir de la BC.
- Exploite la BC en fonction du contenu de la BF afin de mener un raisonnement sur le problème posé
- Indépendant de tout domaine d'application (utilisant même langage d'expression de connaissances et les mêmes heuristiques de résolution de conflit)

→ L'indépendance entre la base de connaissances et le moteur d'inférences est un élément essentiel des systèmes experts

DOMAINE D'APPLICATION D'UN SYSTÈME EXPERT

Les systèmes experts se retrouvent utilisés dans divers domaines d'applications tels que:

La médecine : diagnostic médical, classification radiographique.

L'informatique : composante de systèmes tutoriels intelligents, maintenance électronique.

Le marketing : sélection d'hôtel.

L'industrie : surveillance, diagnostics de pannes, gestion d'incidents

La géologie : aide à la prospection géologique et minière Etc

CONCLUSION

- Ce chapitre a permis d'expliquer le terme système expert en donnant sa définition et son architecture
- Le chapitre prochain est consacré à la description du fonctionnement d'un système expert