

Centre Universitaire Adelhafid Boussof Mila

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

Intelligence Artificielle

Chapitre4

Les approches de développement des systèmes experts

Partie1:

Le processus du développement d'un système expert

Introduction (1)

Le terme «système expert» comprend deux parties principales :

- la première représente « système », qui signifie ensemble de parties interconnectées qui collectent, traitent, stockent et distribuent les informations pour faciliter le contrôle et la prise de décision au sein de l'entreprise.
- La deuxième partie représente le terme « expert » qui est une qualification de ces systèmes qui ont une expérience et une connaissance approfondie accumulée au fil du temps.

Introduction (2)

- La construction interne du système nécessite la disponibilité des ressources humaines, matérielles et technologiques.
- Les ressources humaines sont principalement constituées d'un expert du domaine (**Domain Expert**), des ingénieurs de connaissance (**Knowledge Engineers**) et des programmeurs (**System Engineers**) capables de manipuler le système expert en termes de sa conception, de sa construction et de son exploitation.
- Les ressources technologiques comprennent des équipements et des appareils (**Hardware**), comme le moteur d'inférence, et des logiciels(**Software**) nécessaires pour stocker et convertir l'expertise dans un langage compris par l'ordinateur et par l'utilisateur final.

Les composants des systèmes experts (1)

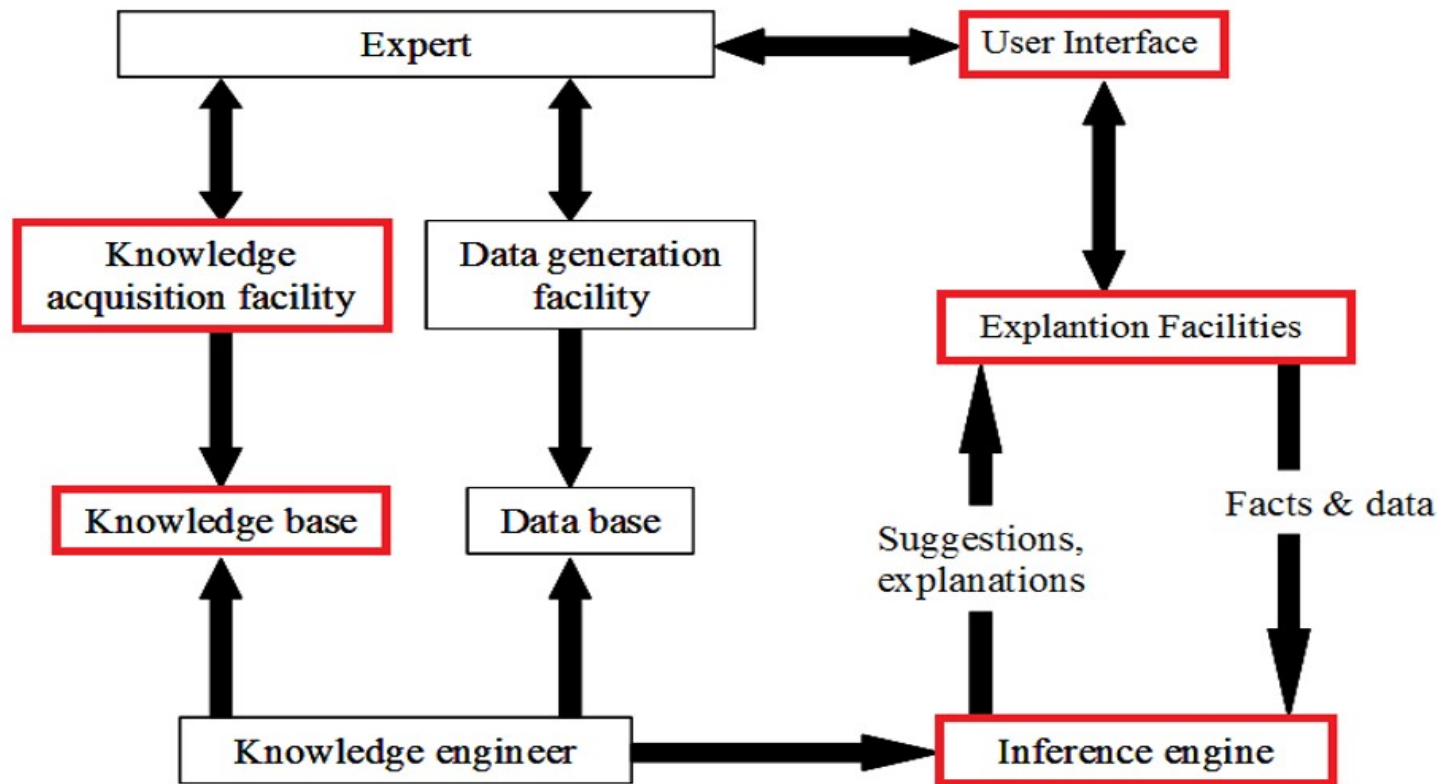


Figure 1: La structure de base d'un système expert (Dym, 1985 ; Tisza, 1995)

Les composantes des systèmes experts (2)

Les systèmes experts se composent essentiellement de cinq parties principales et primordiales :

Les composantes des systèmes experts (3)

1. La base de la connaissance (Knowledge Base) :

La base des connaissances du système expert comprend les données, les connaissances, les relations, les principes et les règles de décision utilisés par l'expert pour résoudre un type particulier de problème. La base stocke les connaissances accumulées au fil des années par l'expert. Il convient de noter ici que le succès du système expert dépend largement de l'ampleur de sa base de connaissances et de sa précision, car il est souvent préférable de compter sur plusieurs experts plutôt que de compter sur un seul expert pour résoudre le problème.

Les composantes des systèmes experts (4)

2. Moteur d'inférence (Inference Engine) :

C'est un programme qui contient la logique et les mécanismes de conclusion qui simulent le mécanisme du travail de l'expert et de son domaine lorsqu'il conseille et conseille sur le problème à résoudre. Le moteur d'inférence utilise les données obtenues à partir de la base de connaissances (à l'étape de la construction du système) pour conclure, formuler les résultats et suggérer les conseils et les recommandations nécessaires. Le moteur d'inférence peut être comparé au système mental humain, Il utilise des rappels selon les indications données par l'utilisateur du système, exploite les informations stockées dans la base de connaissances et les traite avec ses propres règles pour dériver les solutions appropriées et les livrer à l'utilisateur final.

Les composantes des systèmes experts (5)

3. L'interface de l'utilisateur (User Interface) :

Une interface utilisateur est le moyen par lequel le système expert interagit avec un utilisateur. Ceux-ci peuvent passer par des boîtes de dialogue, des invites de commande, des formulaires ou d'autres méthodes de saisie. Certains systèmes experts interagissent avec d'autres applications informatiques et n'interagissent pas directement avec un humain.

Les composantes des systèmes experts (6)

4. Outils d'explication (Explanation Facilities) :

Une partie du système expert qui permet à un utilisateur ou un décideur de comprendre comment le système expert est arrivé à certaines conclusions ou résultats. Ils expliquent à l'utilisateur final comment les solutions proposées ont été atteintes comme une sorte de contribution à la construction de la conviction de l'utilisateur que les solutions proposées sont parmi les meilleures et les plus appropriées des solutions disponibles. Ils fournissent à l'utilisateur final des justifications expliquant l'exactitude et la validité des solutions proposées, par exemple des textes légaux, des décisions judiciaires, des instructions spécifiques, des règles de travail,... etc.

Les composantes des systèmes experts (7)

5. Outil d'acquisition de la connaissance (Knowledge Acquisition Facility):

Il fournit un moyen pratique et efficace pour collecter et stocker tous les composants de la base de connaissances. Pour consolider les connaissances, il faut deux parties principales : la première est l'expert qui possède les connaissances et l'expertise dans son domaine de compétence. La deuxième est l'ingénieur de la connaissance qui travaille à transformer l'expérience humaine en un langage qui peut être programmé et codé sur le système expert d'une part et en un langage facile et compréhensible par l'utilisateur final d'une autre part.

Les composantes des systèmes experts (8)

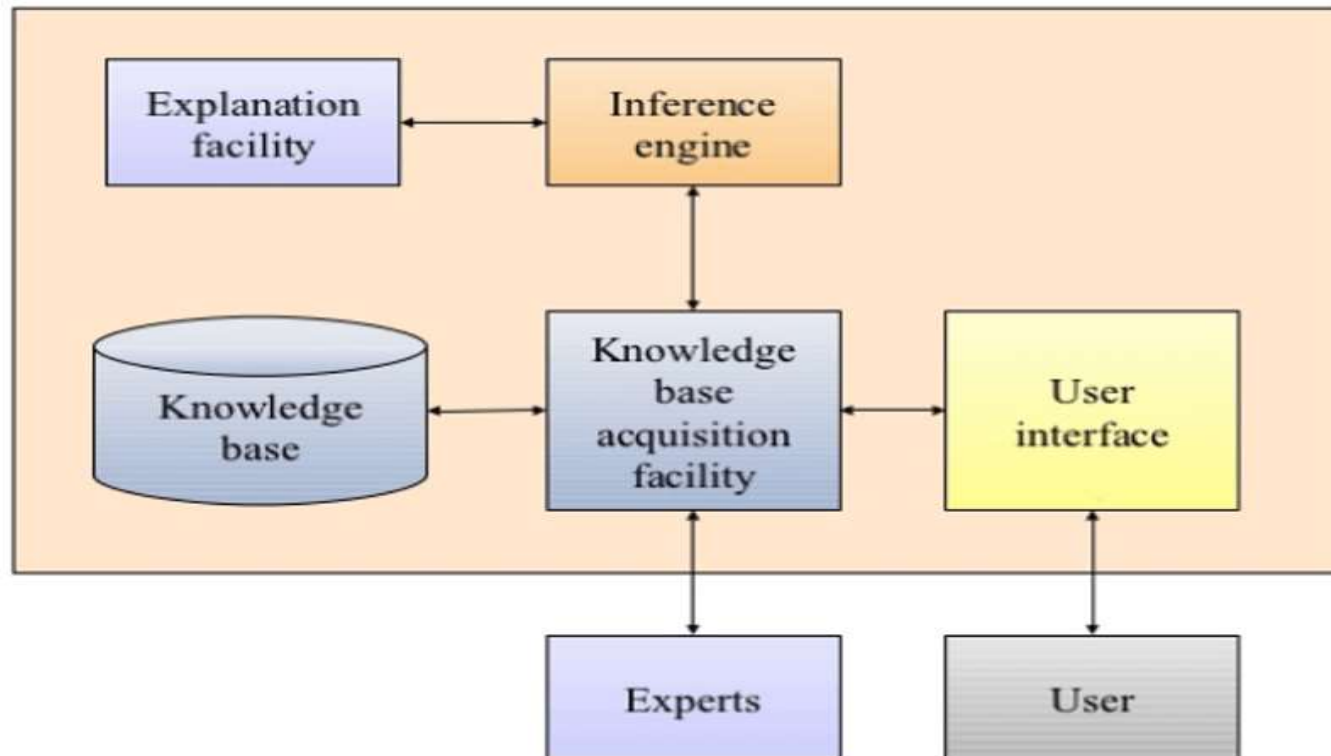


Figure 2: Les cinq éléments de base d'un système expert

Les acteurs dans un système expert (1)

D'après l'étude des composantes des systèmes experts, on constate qu'il y a un certain nombre de personnes qui manipulent le système directement ou indirectement et qu'on appelle l'équipe de développement du système expert.

Les acteurs dans un système expert (2)

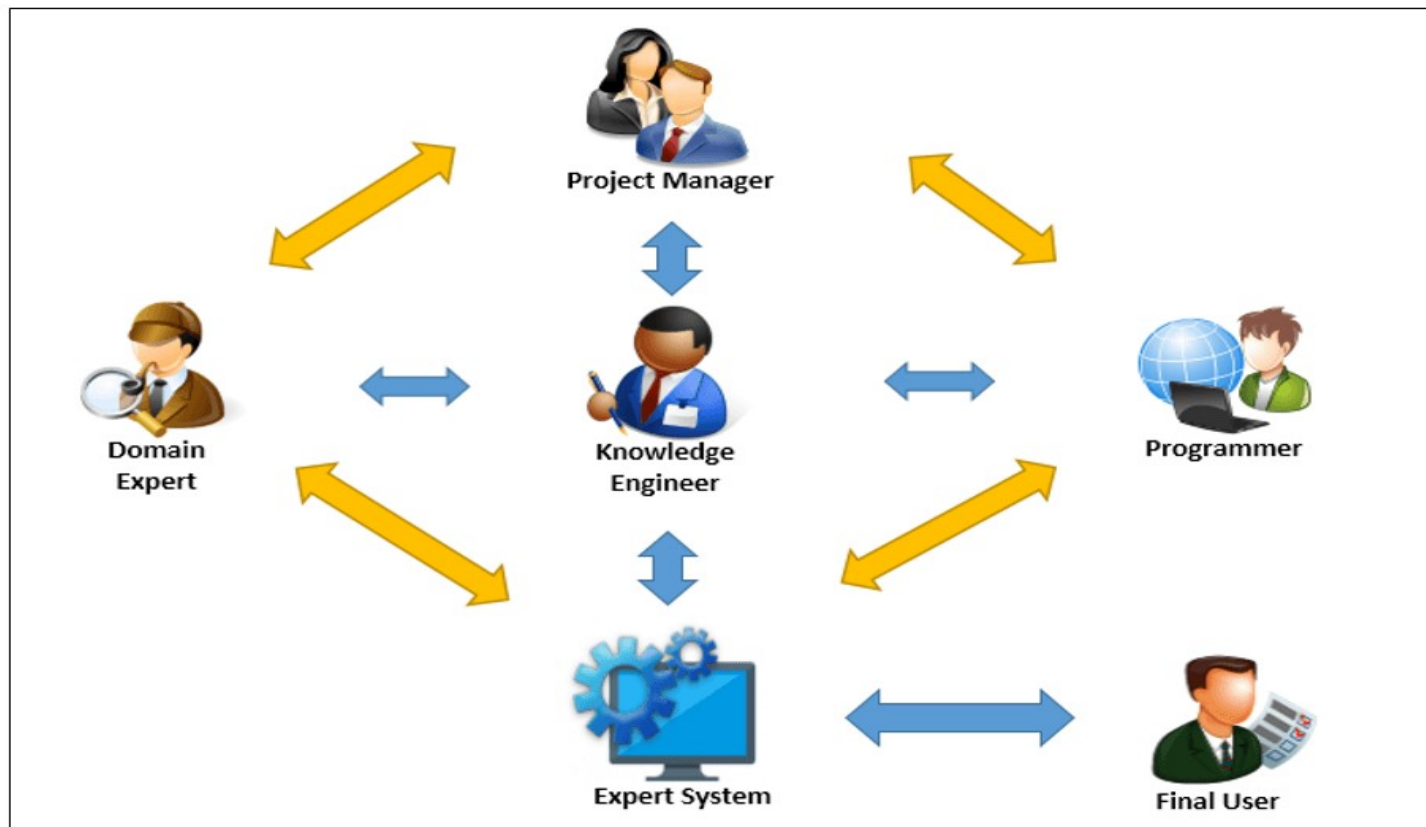


Figure 3: Les principaux rôles dans un système expert. (Nadia BERCHANE, M2 IESC, 2017)

Les acteurs dans un système expert (3)

1. Chef de projet (Project Manager) :

Il est le leader de l'équipe de développement du système d'expert et le responsable de la continuité du projet du début à l'exécution du système avec succès. Le chef de projet s'assure que tous les livrables sont livrés à temps. Il communique et coordonne avec l'expert du domaine, l'ingénieur des connaissances, les programmeurs et les utilisateurs finaux. Enfin, il a la responsabilité de préparer et de gérer le budget financier nécessaire au développement du système de manière empirique pour assurer son succès et sa mise en pratique.

Les acteurs dans un système expert (4)

2. L'expert du domaine (Domain Expert) :

Il est la personne qui a la plus grande expérience ou connaissance dans un domaine particulier et qui est capable et habile dans la résolution des problèmes relatifs à son domaine d'expertise, ainsi l'expérience et les connaissances qu'il possède constitueront la base sur laquelle le système sera développé. Par conséquent, l'expert du domaine est la personne la plus importante de l'équipe de développement du système, car son expérience est la pierre angulaire du succès du système expert.

Les acteurs dans un système expert (5)

3. L'ingénieur de connaissance (Knowledge Engineer) :

L'ingénieur de connaissance représente la personne qui est capable de concevoir, de construire et de choisir le système d'expert. Il est responsable du choix de la tâche appropriée pour le système expert. Il conduit de nombreuses réunions personnelles avec l'expert du domaine pour savoir comment ce dernier aboutit à la résolution d'un problème particulier. Grâce à la communication et à l'interaction avec l'expert, l'ingénieur des connaissances détermine les méthodes de réflexion utilisées par l'expert pour traiter les faits et les règles, et détermine ainsi leur représentation dans le système, puis sélectionne certains programmes de développement pour établir le système expert (**Shell Expert System**) et sélectionne aussi les langages de programmation adéquats pour coder la connaissance (**Knowledge Code**). Enfin, l'ingénieur des connaissances est responsable de la sélection, de la révision et de l'intégration du système sur le lieu de travail.

Les acteurs dans un système expert (6)

4. Le programmeur (Programmer) :

C'est la personne responsable de la programmation réelle. Il décrit les connaissances de l'expert du domaine dans une langue que l'ordinateur peut comprendre. Il doit donc maîtriser les langages de programmation de l'intelligence artificielle tels que LISP, PROLOG et OPSS. Il est à noter qu'en fonction de la taille du système, l'ingénieur des connaissances et le programmeur peuvent être la même personne.

Les acteurs dans un système expert (7)

5. L'utilisateur final (Final User) :

L'utilisateur final est la personne qui utilisera éventuellement le système expert. Les utilisateurs finaux déterminent les principales contraintes de conception, telles que : le niveau d'explication, comment l'information est entrée, les questions /réponses, les menus et les listes... etc. Il détermine aussi comment devrait-on accéder au système expert, la forme des résultats finaux, les divers programmes utilitaires nécessaires tels que : les éditeurs de texte, les vérificateurs d'orthographe, l'interface utilisateur... etc. La présence de l'utilisateur final dans les étapes initiales du cycle de développement est très importante car il fournit une description générale du problème.

Problématique du développement des systèmes experts

Le système expert, en tant que programme de valorisation d'informations de base, repose sur le système d'information. La complétude et la représentativité de ce dernier sont des préalables indispensables à la mise en place d'un système expert.

Le système expert va s'insérer, dans le processus de prise de décision, à un niveau plus ou moins proche de la décision finale.

La réalisation d'un système expert repose sur l'intervention de quatre acteurs du système aux compétences complémentaires.

Le transfert de connaissances (1)

1. Définition et importance

La réalisation d'un système expert passe par une phase de transfert d'expertise (ou acquisition des connaissances), au cours de laquelle un cognitifien (l'ingénieur de connaissances) va transférer les connaissances de l'expert vers le système expert. Elle est primordiale car de son résultat vont dépendre les performances du système expert, évaluées par la vraisemblance des résultats qu'il fournit en comparaison à ceux que l'expert est habitué à obtenir ou qu'il espère obtenir.

Le transfert de connaissances (2)

2. Déroulement

Cette phase peut prendre différentes formes. Le plus souvent, elle repose sur un dialogue entre l'expert et le cogniticien. Le premier expose la façon dont il raisonne pour résoudre un problème ou résout des problèmes devant le cogniticien, le second, une fois l'entrevue terminée, analyse les dires de l'expert. Il doit alors choisir un formalisme de représentation des connaissances qui lui permette de reproduire, de la façon la plus exhaustive et la plus représentative possible, le savoir de l'expert. L'expert doit ainsi retrouver dans la représentation faite par le cogniticien l'ensemble des éléments de son savoir.

Le transfert de connaissances (2)

3. Difficultés rencontrées

- Cet exercice est toujours relativement long. De ce fait, il requiert une grande disponibilité de la part de l'expert, disponibilité qui n'est pas toujours facile à obtenir. Ce problème peut entraîner le cogniticien à essayer de devenir expert, afin de pouvoir répondre aux questions qu'il ne peut poser au légitime détenteur de ce titre.
- La deuxième difficulté est essentiellement liée aux problèmes rencontrés au niveau du système d'information de l'entreprise. Le cogniticien, en remettant en cause celui-ci, remet également en cause les conditions même de l'expertise.
- La troisième difficulté consiste à trouver une méthode de transfert des connaissances adaptée au type de problème à résoudre. Certaines d'entre elles sont assez générales : théorie du personnel construct, analyse du protocole, variations sur l'énoncé d'un problème, comparaison expert-novice (Galloin, 1988), analyse morphologique de discours... D'autres, plus spécifiques, concernent le diagnostic, le contrôle de process, la conception d'objets par ordinateur, ...

Des méthodes qui s'appliquent à des problèmes de diagnostic

- l'acquisition des connaissances à partir de situations types, qui vise à décomposer le système en terme de tâches de traitement d'information pour une identification précise des connaissances à acquérir, (David, 1988),
- l'application, au domaine des systèmes experts, des connaissances relatives au fonctionnement neuronal (Ahuja, 1988),
- l'apprentissage automatique par le système expert, selon différents modes : par induction, par déduction, par analogie, par instruction,... (Lesafre, 1989),
- des modélisations diverses (modèle sous-jacent, modèle à base de graphes conceptuels,...) dont le but est d'augmenter le niveau d'abstraction du système (Marcotte, 1989 ; Watson, 1989 - Abel, 1989).

Développement informatique et validation (1)

- Une fois achevé le transfert d'expertise, les connaissances sont transcrites sous forme informatique : la première maquette du système expert est née. Il s'ensuit un processus itératif de validations des résultats du système expert par les experts, et de réécritures du programme.
- La présentation de la première maquette constitue toujours une étape importante du développement d'un système expert, car c'est la première concrétisation, pour l'expert, du travail fourni. Selon la qualité du transfert de connaissances réalisé, l'expert va être heureusement ou malheureusement surpris. Sa motivation pour la suite du transfert d'expertise en découle directement. La première maquette est aussi la première démonstration concrète de la faisabilité du système expert.

Développement informatique et validation (2)

La maquette s'enrichit ensuite peu à peu, jusqu'à ce que l'expert soit satisfait des résultats fournis par le système expert. Cependant, si au bout d'un certain temps d'utilisation, l'expert ou l'entreprise souhaite rajouter des éléments de raisonnements dans l'outil, elle doit pouvoir le faire. Pour cela, l'expert a besoin d'avoir à sa disposition l'ensemble des éléments et des raisonnements manipulés par le système expert, et le programme informatique doit être facilement modifiable. Ce sont là deux conditions essentielles à l'évolutivité du système. Leur réalisation peut être facilitée par la méthode retenue pour le transfert des connaissances.

Conclusion

- Ce chapitre est consacré à la présentation d'un processus du développement d'un système expert