

L'UTILISATION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN MANAGEMENT

Ioan Constantin DIMA¹, Leonardo BADEA²,

Résumé Dans les conditions de l'informatisation de la société humaine, les activités de management opérationnel peuvent être efficiantisés par l'utilisation de l'intelligence artificielle. Ainsi, on a proposé un système expert, pour l'industrie métallurgique, pour l'activité de coulage des pièces nécessaires pour l'industrie minière.

Cinq mots-clef: système expert, intelligence artificielle, interface, moteur de chercher, implementation du système expert

1. INTRODUCTION

Le fonctionnement efficient des systèmes intégrés de production est fondé sur le raisonnement artificiel, comme prémisses de simulation du raisonnement humain et de remplacement du rôle essentiel de l'expert dans un domaine concret. L'expression de *système expert* évoque généralement les nouvelles techniques de gestion dans les divers domaines d'activité et qui maintenant sont assimilées par la notion « *contenu d'une gestion de bases* ».

La notion de « *système expert* » se réfère à un programme qui utilise toutes les connaissances spécifiques aux divers domaines d'activité dans le processus de l'élaboration d'une résolution pour chaque problème qui peut intervenir dans un domaine bien défini. Donc le système expert *Mise l'accumulation de l'expérience et du raisonnement d'un expert humain pour son substitution*. Cette accumulation représente le fondement de formation de la base de connaissances qui est une des composantes de base de ces systèmes.

Le *système expert* est un système intelligent fondé sur la représentation symbolique de la connaissance, implémenté sur une structure hardware spécifique à l'application, qui traite une multitude de connaissances pour résoudre des problèmes spéciaux sur des activités difficilement à examiner.

Indépendamment de la définition du système expert, il y a quatre caractéristiques qui classifient un programme comme système expert: il travaille au niveau expert de compétence ; il utilise un mécanisme d'inférence pour réaliser la déduction; l'expertise effectuée est fondée sur les connaissances spécialement acquises;

¹ Prof. Univ. Dr. l'Université «Valahia», Targoviste, Roumanie

² Conf. Univ. l'Université «Valahia», Targoviste, Roumanie

la programmation de tels systèmes implique la présentation des connaissances des experts dans le domaine, ces connaissances peuvent être gardées dans la base de données pour l'utilisation prochaine.

L'architecture de quelque système expert doit contenir minimum trois modules principaux, modules qui déterminent le soi-disant *système essentiel*. Dans la figure no. 1 on a représenté un système expert adapté aux nécessités relatives au management opérationnel.

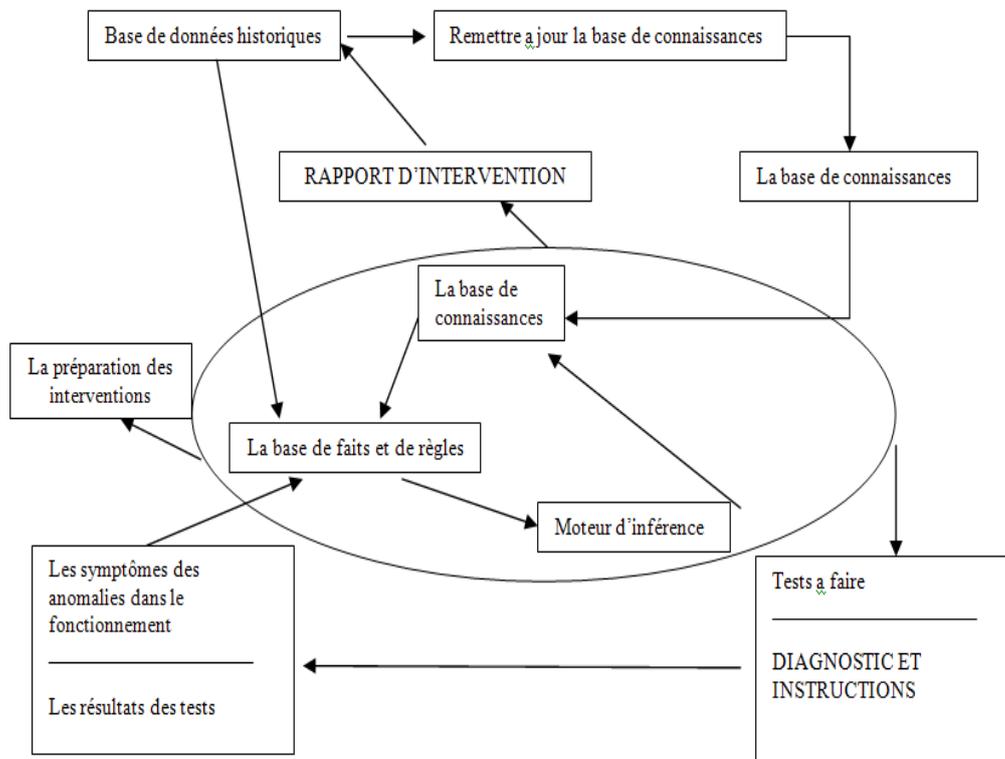


Figure no. 1

La représentation de principe d'un système expert pour le management opérationnel

Les modules principaux du système expert sont:

> *la base de connaissances* – représente la composante qui stocke les connaissances de spécialité permanentes du système, fournies par l'expert dans le domaine respectif. La base de connaissances est formée de *la base de faits et la base de règles* englobant les connaissances relative à la résolution d'un problème dans un domaine particulier, les connaissances étant formées de faits (l'ensemble de données relatives au problème) et règles (lois, méthodes et éléments de raisonnement applicables aux faits) traitées par un moteur d'inférences afin de réaliser un objectif sollicité par le problème approché.

> *la base de règles et la base de faits* sont composantes élémentaires de la base de connaissances. *La base de règles* est formée de la multitude de relations qui représentent les connaissances de l'expert et accomplit les significations suivantes: contient des règles par lesquelles on spécifie les liens entre les faits; les règles utilisent les faits initiaux (connus) pour déduire des faits nouveaux en vertu de procès inductifs et déductifs (lorsque les règles peuvent assurer la conduite et le contrôle de la manière dans laquelle autres règles sont appliquées, on souligne le concept *métarègles*). *La base de faits* contient tous les faits que le créateur du système a englobés dans celui-ci ou qui sont déduites pendant le raisonnement (le procès d'inférence). La base de faits est formée d'un ensemble de structures de données complexes chargées d'un certain sens, appelées génériquement «*faits*», relatives à un problème particulier pour lequel on demande une résolution par le système d'une base de connaissances. Les faits représentent l'ensemble des connaissances affirmatives nécessaires pour traiter le domaine approché;

➤ *le module d'acquisition de la connaissance* permet la constitution de la base de connaissance du système. Régulièrement la connaissance spécifique au domaine est assumée des experts humains par un spécialiste dans l'ingénierie de la connaissance. Une autre modalité d'obtenir des connaissances spécifiques au domaine est de générer automatiquement ces connaissances en utilisant des diverses méthodes d'apprentissage;

➤ *Le moteur d'inférence* est destiné à l'exploitation de l'ensemble de connaissances pour résoudre les problèmes et représente l'élément effectif de traitement dans le système expert, qui, en commençant à partir des faits (données d'entrée du problème) accélère les connaissances correspondantes de la base de connaissances, en constituant ainsi des raisonnements qui conduisent aux nouveaux faits appelés faits de sortie. En conclusion, le moteur d'inférence est un programme qui implémente des algorithmes de raisonnements du type *déductif* (dirigé par les faits), *inductif* (dirigé par les buts) et *mixte* (caractérisé par le déroulement d'un raisonnement inductif, suivie par un raisonnement déductif), mais qui est indépendant de la base de connaissances;

➤ *Le mécanisme d'inférence* constitue la partie exécutive du système expert qui utilise les connaissances codifiées de la base de connaissances pour former des inférences et tirer des conclusions. C'est un programme qui permet: l'exploitation des bases de connaissances, la coordination du raisonnement pour la déduction des nouveaux faits qui représentent la nouvelle base de connaissances du système, la construction dynamique du raisonnement et son explication, l'adoption des décisions sur les règles qui doivent être déclenchées et de l'ordre dans laquelle elles s'appliquent, l'acquisition de nouvelles connaissances. Le mécanisme d'inférence est, en fait, le noyau d'un système expert qui exécute des déductions dans le procès de résolution du problème par le parcours et éventuellement la modification et ajustement des éléments de la base de connaissances.

Indépendamment de la manière de raisonnement utilisée, *le cycle de base* d'un moteur d'inférences comporte quatre étapes: *la sélection* extrait de la base de règles et de la base de faits les informations caractéristiques au sous-domaine de résolution du problème; *le filtrage* consiste dans la comparaison des prémisses, les règles sélectionnées antérieurement avec les faits qui caractérisent le problème à résoudre, pour déterminer le sous-ensemble des règles déclenchables; *la résolution des conflits* est nécessaire lorsque de l'étape de filtrage ont résulté plusieurs règles déclenchables et doit être choisie une pour être exécutée; *l'exécution proprement-dite* d'une règle consiste dans l'addition d'une ou plusieurs faits dans la base de faits. Il est aussi possible que dans cette étape on fasse appel aux procédures externes respectivement à l'accès aux données aux processeurs de tables, ou aux questions mises à l'utilisateur.

L'apparition d'équipements informatiques et programmes performantes qui peuvent être achetés aux prix dérisoires permettent à chaque manager d'une firme industrielle de prendre en calcul l'utilisation de l'informatique sans assumer un risque financier trop grand. En pratique, il y a plusieurs modalités de choisir et utiliser un système expert. Ainsi, un premier choix doit suivre la possibilité du système expert de couvrir l'écart du temps « t » ce qui existe entre la durée nécessaire pour obtenir une réponse et la durée nécessaire pour former des connaissances le moment où celui-ci est questionné.

Le point de départ pour une certaine démarche a été la connaissance des principales caractéristiques de la technologie de coulage, comme modalité de familiarisation avec le procès proprement-dit d'exécution des opérations nécessaires pour obtenir les pièces coulées dans la forme finie, aux coûts le plus réduits possible et dans les conditions de la minimisation des risques d'apparition des defaults.

Ainsi, le coulage représente le procédé technologique de réalisation des pièces destinées aux outillages minières par la solidification du matériel fondu dans cavité d'une forme. Par comparaison avec les autres technologies, le coulage présente les avantages suivants: la possibilité d'obtenir des pièces avec une configuration complexe, d'une forme le plus possible prochaine de la forme finie; la quantité réduite de l'addition de traitement; l'utilisation des outillages de construction simple et bon marché; la réutilisation par fusion des déchets de matériel qui résultent pendant le procès technologique ou la récupération partielle de la valeur des rebuts; les coûts unitaires plus réduits des pièces coulées que ceux accomplis par autres procédés etc. Parmi les inconvenances associées à ce procédé technologique, les plus fréquents sont: les probabilités élevées d'obtenir des pièces avec défauts; les probabilités de résistance plus réduites envers les pièces forgées; véhiculer des quantités appréciables de matériaux pour obtenir les pièces, etc.

La confection des formes représente l'opération d'impression du modèle de coulage dans le mélange de formation. Après son extraction il reste l'anguille dans lequel on coule le métal fondu pour obtenir les pièces. C'est l'opération principale du procès technologique pour obtenir les pièces coulées et conditionnes décisivement leurs paramètres de qualité. La confection des formes peut être effectuée *manuellement* (dans des cadres, dans le sol ou avec le calibre) ou *mécanisé* (par jet, par foulage avec membrane, par secouement et pressage, par perforation etc.).

Chez S.C. UTILAJUL S.A. on utilise la forme classique de formation manuelle dans des cadres caractérisée par coûts réduits afférents à la documentation, les matériaux de formation et les outils dans les conditions de la précision et de la qualité réduite des surfaces coulées.

Le séchage des formes et des noyaux représente l'opération par lequel ceux-ci sont sujets au chauffage pour éliminer l'eau contenue dans les mélanges de formation et d'augmenter la capacité de liage des liants. Par séchage on réalise une augmentation considérable de la résistance mécanique du mélange de formation, mais aussi l'accroissement de la perméabilité et la limitation de la quantité des gazes qui se développent dans les formes pendant le coulage. Chez S.C. UTILAJUL S.A., le sécheur en lit fluidisant est utilisée tandis pour le séchage des noyaux que pour le séchage des formes.

L'assemblage des formes afin d'être coulées consiste dans un tout unitaire des semi-formes et des noyaux. L'adossement des noyaux dans la cavité de la forme est fait par les marques, et lorsqu'elles manquent ou sont trop longues, par les supports en bois. Après l'assemblage des formes et l'élaboration des alliages suit *le coulage proprement-dit* dans les formes. La prise du métal fondu du poche à couler et sa conduite dans la cavité de la forme est faite par la *ligne de coulage*.

Le décochage est l'opération par laquelle on sort la pièce du cadre de formation et on éloigne la majorité du mélange de formation de l'extérieur et le mélange de noyau dans les cavités intérieures des pièces. Le décochage des formes est effectué après le métal s'est solidifié et s'est rafraîchi à une température à laquelle ne peuvent pas apparaître dangers de défauts, par un rafraîchissement plus rapide de la pièce en air.

Le nettoyage est l'opération d'enlèvement du mélange de formation adhérent aux pièces coulées. D'habitude, le nettoyage est exécuté dans plusieurs étapes: *le nettoyage sommaire* réalisé afin de la démasselotter; *le nettoyage préliminaire* qui consiste dans l'enlèvement avancé du mélange de formation sur la pièce; *le nettoyage final* qui est exécuté après traitements thermiques appliqués et consiste dans l'enlèvement de tous les matériaux qui se trouvent encore sur la surface de la pièce (mélange de formation resté ou oxydes formés pendant le traitement thermique).

Le nettoyage final mécanisé est réalisé chez S.C. UTILAJUL S.A. par *les appareils de sablage* qui dirigent un jet abrasif sur les pièces qui vont à être sujets à ce procès.

Le démassolettage représente l'opération d'enlèvement des masselottes et du réseau de coulage sur la pièce.

L'ébarbage présuppose l'enlèvement des bavures (le surplus de matériel qui apparaît au plan de saturation de la forme) de la pièce coulée.

Les traitements thermiques sont appliqués aux pièces coulées avec les buts suivants: l'élimination des tensions internes apparues au coulage; le soulagement du traitement par ciselage; l'amélioration des propriétés mécaniques lorsqu'on n'exécute plus autres traitements thermiques ou lorsqu'on suit la préparation de la structure afin d'obtenir des propriétés meilleures aux traitements thermiques ultérieures.

La probabilité de l'apparition des defaults dans le coulage est plus élevée que dans les autres secteurs d'activité, raison pour laquelle le contrôle qualitatif doit se développer plus intensément. En tenant compte de cela, le contrôle qualitatif dans les fonderies est de deux types: *le contrôle préliminaire*, appliqué aux matériaux utilisés et aux opérations avant-coureurs au coulage de la pièce afin d'éliminer les possibilités d'apparition des defaults, respectivement *le contrôle final*, qui est exécuté sur la pièce coulée et doit se développer en deux étapes. Dans la première étape on suit la pièce en commençant du décochage et en passant par toutes les autres opérations pour dépister les éventuels défauts et pour adopter le plus rapidement possible les mesures correspondantes. Dans la deuxième étape, on exécute le contrôle sur les pièces, après que toutes les opérations pour obtenir la pièce brute coulée ont été finies, afin de retenir ces

pièces coulées qui ne correspondent pas aux traitements mécaniques, respectivement aux utilisation ultérieures.

Ayant en vue ce que nous avons présenté avant, ensuite on a élaboré *un système expert pour le management du procès technologique* de coulage des métaux chez. UTILAJUL S.A.

Système expert pour le management du procès technologique de coulage des métaux chez

S.C. UTILAJUL

```

/*LA BASE DE REGLES ET LA BASE DE FAITS*/ domains
data_list=data_type* data_type=is(symbol,symbol);
has(symbol,simbol);
is in(symbol,symbol);
is_on(symbol,symbol);
is_by(symbol,symbol);
cost(symbol,symbol);
needs(symbol,symbol);
predicates
rule(integer,data_type,data_list,real) question(integer,data_type)
clauses
rule(1,has(x,bad_form),
[ison(x,sand_deposit)],1).
rule(2,has(x,good_form),
[is_by(x,models)],1).
rule(2,has(x,good_form),
[is_in(x,kernel)],1).
rule(3,is(x,unsatisfactory),
[has(x,bad form),
has(x,reject)],1).
rule(3,is(x,unsatisfactory),
[has(x,bad?parameters)],1).
rule(4,is(x,nice),
[has(x, good_form),
has(x,mechanical_debate)], 1).

```

```

rule(5,is(x,expensive),
[cost(x,over_100)],1).
rule(6,is(x,inexpensive),
[cost(x,under_30)],1).
rule(7,is(x,bad_part),
[is(x,unsatisfactory),
needs(x,repair)],1).
rule(8,is(x,good_part),
[is(x,inexpensive),
has(x,processing)], 1).
rule(8,is(x,bad_part),
[is(x,nice),
has(x,cleaning)], 1).
rule(9,is(x,good_part),
[is(x,good_parameters),
has(x,heat_treatment)], 1).
rule(10,is(x,good_part),
[is(x,expensive),
has(x,processing),
has(x,good_parameters)],1).
question(1,is_on(x,bad_part)):-
write("Is ",x," a bad part?").
question(2,is_by(x,sand_deposit):-
write("Is ",x," into the sand deposit?").
question(3,is_in(x,mixture):-
write("Is ",x," in mixture?").
question(4,has(x,good_part):-
Write("Has ",x," good part?").
question(5,cost(x,over_100)):-
Write("Does it cost ",x," over 100?").
question(6,cost(x,under_30)):-
Write("Does it cost ",x," under 30?").
question(7,needs(x,repair)):-
Write("Needs ",x," repairs?").
question(8,has(x,debate)):-
Write("Has ",x," mechanical debate?").

```

```

question(9,has(x,heat_treatments)):-
Write("Has ",x," heat treatments?").
question(10,has(x,found_line)):-
Write("Has ",x," found line?").
question( 11 ,has(x,good_processing)):-
Write("Has ",x," good for processing?").
/* LE MOTEUR D'INFERENCE ET INTERFACE UTILISATEUR * domains
intl=integer*
file=dest include "motor.kwl" database
fact(data type) predicates
proc user(char)
startexp
read_char(Char)
interference(data_type,data_list,intl,real)
process_rule(data_list,intl,integer)
getresponse(symbol)
validresponse(symbol,data_type,intl)
get_first(data_list,data_type)
delete(datatype,data_list,data_list)
process(data_type)
check_ans(symbol,symbol)
add_fact(datatype)
check_fact(intl,data_type)
process_why(intl)
display_rule(integer) clearfacts addl(integer,intl,intl) repeat
convert(symbol,data_type)
clauses
start_exp:-
makewindow(1,7,7,"Expert system", 1,1,20,20), repeat,
write("i-init, a-add facts"), nl, write("q-quit, r-run"), nl, write("Enter your option:
(i/a/q/r)"), read_char(char), procjiser(char). procuser('q'). proc_user('i'):-write("Clear all
facts ?"), read char(Resp), Resp='y', clear_facts,fail. proc_user('a'):-write("Enter a fact:"),
readln(S), convert(S,T), add_fact(T), !,fail. procuser('r'):-write("What's your query?"),
readln(Query), convert(Query,Term), process(Term), !, fail, clear_facts: -
retractall(fact(_)). add_fact(T):-not(fact(T)), asserta(fact(T)). add fact(_):-write("Fact already
exists"), nl. convert(S,T):-

```

```

openwrite(dest,"convt.dat"), write(S), closefile(dest), openread(dest, "convt.dat"),
readdevice(dest),
closefile(dest), readdevice(keyboard). process(Query):-
interference(Query, [Query], [], Prob),
write("Your question", Query,
"has been proved with", Prob, "probability"). process(Query):-
write("Your question", Query,
"cannot be proved"). interference(Query,Cond,Rlst,P):-
check_fact(Rlst, Query),
delete(Query,Cond,NewCond),
process j*ule(NewCond,Rlst,P). interference(Query,Cond,Rlst,P):-
rule(Rno,Query,Condi,Prob),
get_first(Condi,Q),
addl(Rno,Rlst,Nrlst),
interference(Q,Condi,Nrlst,Prob),
delete(Query,Cond,NewCond), P1=(P+Prob)/2,
process rule(NewCond,Rlst,P1). process _mle([],_,_). process_rule(Cond,Rlst,P):-
get_first(Cond,Q),
interference(Q,Cond,Rlst,P). getresponse(R):-
readln(Ask),
check_ans(Ask,Rep), !,
R=Rep. getresponse(_):-
write("Try another answer, please"),
getresponse(R). check_ans(yes,Y). check_ans(y,Y). check_ans(n,N). check_ans(n,no).
check_ans(w, Why). check_ans(W,Why). check_fact(_,Fact): -
fact(Fact),
write("Using fact -".Fact), nl. check_fact(Rlst,Fact): -
question(_,Fact),
getresponse(Response),
validresponse(Response,Fact.Rlst). validresponse(Y,_,_): -add fact(Fact).
validresponse(W,Fact,Rlst):-
process_why(Rlst),!,
check_fact(Rlst,Fact). process_why([]). process why([Head|Tail]):- !,
process_why(Tail),
display_rule(Head). display_rule(H):-
rule(H,Prop,_,_),

```

```
write("Procesing rule",H,":",Prop), nl. addl(Mem,L,[Mem|L]). get_first([H|J,H).
delete(_,[],[]).
delete(Head,[Head|Tail],Tail)> !. delete(Token,[Head|Tail],[Head|Result):- !,
delete(Token,Tail,Result).
repeat.
repeat:-repeat.
```

Le système expert pour l'amélioration du management opérationnel afférent aux pièces coulées est destiné spécialement à l'assistance du personnel d'exploitation et de maintenance au diagnostic des défauts complexes qui peuvent apparaître pendant le développement de ce procès et à l'efficacité des mesures techniques qui doivent être entreprises après l'apparition des dysfonctions respectives.

Ce système a l'avantage d'exploiter la mémoire des événements passés et l'expérience de plusieurs experts qui ont participé au fondement de la base de connaissance du système, sans être comprise dans un système expert, ces connaissances ne peuvent être transmises à ceux qui assurent l'utilisation du système par la suite.

Les mutations complexes qui se produisent dans le contexte industriel actuel ont déterminé les firmes à révolutionner les stratégies, de chercher l'innovation permanente pour la préservation et/ou gagner des nouveaux segments de marché. Tout cela a lieu dans une période d'„*explosion*” des systèmes informatique, en accentuant la nécessité de l'intégration de toutes les activités de la firme à l'aide de l'ordinateur. Comme *option stratégique* dans le domaine du management opérationnel *l'informatisation de l'activité par l'utilisation du système expert* représente une modalité pragmatique d'efficacité qui doit être exploitée par la suite chez S.C. UTILAJUL S.A., par suite des avantages incontestables tels que: *la performance* – les systèmes expert ne perdent pas leurs connaissances avec le passage du temps, étant capables de labourer sans cesse; *la possibilité d'être multipliés* – on peut faire aisément plusieurs copies d'un système expert, tandis que la création de nouveaux experts humains représente un procès long et coûteux; *l'efficacité* – présuppose des coûts réduits par comparaison avec l'effectuation des expertises par les spécialistes humains; *la consistance* – actions similaires sont travaillées et traitées de la même manière; *l'objectivité* – le système est non-influencable par comparaison avec les experts humains qui peuvent être subjectifs; *la documentation* - un système expert peut offrir une documentation permanente du procès de décision; *vitesse de travail* grande etc.

REFERENCES

- [1] I.C. Dima – « *Utilizarea sistemelor expert in management* » – (Maison Éditrice « Scrisul Românesc », Craiova, Roumanie, 1997);
- [2] I.C. Dima – « *Managementul activității industriale* » – (Maison Éditrice « Academia Română », Bucarest, Roumanie, 1999);
- [3] I.C. Dima – « *Abordarea sistemică a logisticii* » – (Maison Éditrice « Arves », Craiova, Roumanie, 2008).

