

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministere de l'Enseignement Supérieur
et la Recherche Scientifique

INSTITUT NATIONAL DE FORMATION EN INFORMATIQUE

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en informatique
Option : Système Informatique

Theme

CONCEPTION ET REALISATION
D'UN MOTEUR D'INFERENCE
POUR LA PRISE EN COMPTE
DU RAISONNEMENT
APPROXIMATIF

Prornoteur :
Mme Berrami Souad

Elabore par :
Mrne Messen Hafsa
Melle Naimi Ouahiba

Organisme d'accueil :
Laboratoire de Recherche et de Developpement en Informatique
Centre d'Etudes et de Recherches sur l'Information Scientifique et Technique.

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to design and realize an object oriented inference engine which takes in account the approximate reasoning. This one will be integrated in an object environment for building expert systems.

This thesis presents, in first part, expert systems, reasoning on uncertain and imprecise knowledge, object oriented design and object approach in expert systems

The second part, expose the object oriented design of the inference engine.

The treatment of uncertainty and imprecision of the knowledge is based on possibility and fuzzy sets theory. The inference engine applies a fuzzy pattern matching to evaluate the compatibility between two informations. It use a generalized modus ponens to propagate uncertainty and imprecision.

This engine achieves forward, backward and mixed chaining.

Key-words :

Artificial intelligence, expert system, inference engine, object oriented, class, uncertainty, imprecision, fuzzy, approximate reasoning, possibility theory, fuzzy sets theory, fuzzy pattern matching, generalized modus ponens and diabetes.

SOMMAIRE

INTRODUCTION 1

PARTIE 1 : Généralités et concepts de base

I - Les systèmes experts

1- INTRODUCTION	4
2- INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	4
3- LES SYSTEMES EXPERTS	
3-1 DEFINITION DES SYSTEMES EXPERTS	4
3-2 CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES EXPERTS	4
3-3 ARCHITECTURE D'UN SYSTEME EXPERT	5
4- REPRESENTATION DES CONNAISSANCES	
4-1 LA LOGIQUE	6
4-2 LES REGLES DE PRODUCTIONS	7
4-3 LES RESEAUX SEMANTIQUES	8
4-4 LES FRAMES	8
4-5 LES SCRIPTS	9
4-6 L'OBJET	9
4-7 LA METACONNAISSANCE	10
5- LE FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR D'INFERENCE	
5-1 STRATEGIES DE FONCTIONNEMENT DU MOTEUR D'INFERENCE	10
5-2 CYCLE DE BASE DU MOTEUR D'INFERENCE	13
5-3 CARACTERISTIQUES DU MOTEUR D'INFERENCE	15
6- APPLICATIONS DES SYSTEMES EXPERTS	16
7- CONCLUSION	17

II - Le raisonnement approximatif dans les systèmes experts

1- INTRODUCTION	19
-----------------	----

2- LES MODELES DE REPRESENTATION DE L' INCERTAIN	
2-1 LE MODELE PROBABILISTE	19
2-2 LE MODELE DE SHAFER	21
2-3 LE MODELE POSSIBILISTE	22
3- LE MODELE DE REPRESENTATION DE L'IMPRECIS	
3-1 CONCEPT DE SOUS ENSEMBLES FLOUS	23
3-2 REPRESENTATION DES FONCTIONS D'APPARTENANCE	24
3-3 LES OPERATEURS ENSEMBLISTES FLOUS	26
4- LE MODELE DE REPRESENTATION DE L' INCERTAIN ET L' IMPRECIS	
4-1 CONCEPT DE DISTRIBUTION DE POSSIBILITES	26
4-2 FONCTION LAMBDA-TRAPEZOÏDALE	27
5- REPRESENTATION DES CONNAISSANCES	
5-1 REPRESENTATION DE LA CONNAISSANCE FACTUELLE	28
5-1-1 FAIT PRECIS CERTAIN	28
5-1-2 FAIT PRECIS INCERTAIN	29
5-1-3 FAIT IMPRECIS CERTAIN	30
5-1-4 FAIT IMPRECIS INCERTAIN	30
5-1-5 FAIT FLOU CERTAIN	31
5-1-6 FAIT FLOU INCERTAIN	31
5-1-7 INDETERMINATION TOTALE	32
5-2 REPRESENTATION DES CONNAISSANCES OPERATOIRES	32
5-2-1 REPRESENTATION DES REGLES FLOUES	33
5-2-2 L' ASPECT INCERTAIN DANS LES REGLES	33
5-2-3 L' ASPECT FLOU ET INCERTAIN DANS LES REGLES	34

6- L' INFERENCE SUR LES CONNAISSANCES FLOUES ET INCERTAINES	
6-1 FILTRAGE SEMANTIQUE	34
6-2 LE MODUS PONENS GENERALISE	37
6-3 APPLICATION DU MODUS PONENS GENERALISE	39
6-3-1 REGLE INCERTAINE A CONDITION NON FLOUE ET A CONCLUSION	
NON FLOUE	39
6-3-2 REGLE INCERTAINE A CONDITION NON FLOUE ET A CONCLUSION	
FLOUE	40
6-3-3 REGLE A CONDITION FLOUE ET A CONCLUSION NON FLOUE	
EVENTUELLEMENT INCERTAINE	41
6-3-4 REGLE A CONDITION FLOUE ET A CONCLUSION FLOUE	
EVENTUELLEMENT INCERTAINE	41
6-4 INTERPRETATION DE DEDUCTION OBTENUE PAR APPLICATION	
DU MODUS PONENS GENERALISE	41
6-4-1 L' INCERTITUDE INDUITE SUR LE FAIT DEDUIT	42
6-4-2 ELARGISSEMENT DU NOYAU DU FAIT DEDUIT	44
7- CONCLUSION	44

I I I - L'approche objet dans les systèmes experts

I I I-1- LA CONCEPTION ORIENTEE OBJETS	
1- INTRODUCTION	45
2- VERS LES OBJETS	45
3- CONCEPTS DE BASE	
3-1 OBJET	46
3-2 ENCAPSULATION	49
3-3 ABSTRACTION	49
3-4 CLASSES ET METACLASSES	49
3-5 INSTANCIATION	50

3-6 ENVOI DE MESSAGES	50
3-7 TYPE DE RELATIONS ENTRE OBJETS	51
3-a HERITAGE	51
4- DEFINITION DE LA CONCEPTION	
4-1 CONCEPTION	53
4-2 MODELES	54
4-3 METHODE ET METHODOLOGIE	54
4-4 ANALYSE	54
4-5 ANALYSE ORIENTEE OBJETS	55
5- CONCEPTION ORIENTEE OBJETS	
5-1 DEFINITION	55
5-2 NOTATION	55
5-3 EXEMPLE DE CONCEPTION	56
6- APPLIQUES DE LA CONCEPTION ORIENTEE OBJETS	57
7- CONCLUSION	57
I I I-2- LES SYSTEMES EXPERTS ORIENTES OBJETS	
1- INTRODUCTION	59
2- REPRESENTATION DE LA CONNAISSANCE	
2-1 EVALUATION ET COMPARAISON	59
2-2 LA REPRESENTATION ORIENTEE OBJETS	60
3- EXPLOITATION DES CONNAISSANCES	61
4- CONCLUSION	61

PARTIE 2 : La conception orientee objets du moteur d'inference a base de connaissances imprecises et /ou incertaines.

1- INTRODUCTION	63
2- CARACTERISTIQUES DU MOTEUR D'INFERENCE	63

3- FORME EXTERNE DE LA CONNAISSANCE	
3-1 CONNAISSANCE FACTUELLE	63
3-2 CONNAISSANCE OPERATOIRE	64
3-3 LANGAGE D'EXPRESSION EXTERNE	64
4- CONCEPTION ORIENTÉE OBJETS DU SYSTEME	
4-1 IDENTIFICATION DES CLASSES ET DES OBJETS DU SYSTEME	66
4-1-1 REPRESENTATION DES CONNAISSANCES	66
4-1-1-1 LES FAITS	66
4-1-1-2 LES REGLES	67
4-1-1-3 CONNAISSANCES DESCRIPTIVES EXPERTES	68
4-1-2 EXPLOITATION DES CONNAISSANCES	69
4-1-3 INTERFACES	69
4-2 DIAGRAMME DE CLASSES	70
4-3 FONCTIONNEMENT DU SYSTEME	74
4-3-1 CYCLE DE BASE EN CHAINAGE AVANT	74
4-3-1-1 PHASES DU CYCLE	74
4-3-1-2 DIAGRAMME D'OBJETS	79
4-3-2 CYCLE DE BASE EN CHAINAGE ARRIERE	79
4-3-2-1 PHASES DU CYCLE	79
4-3-2-2 DIAGRAMME D'OBJETS	81
4-3-3 CYCLE DE BASE EN CHAINAGE MIXTE	82
4-3-3-1 DIAGRAMME D'OBJETS	a2
4-4 MODELE PHYSIQUE DU SYSTEME	82
4-4-1 DIAGRAMME DE MODULES	82
4-4-2 DIAGRAMME DE PROCESSUS	86
5- CONCLUSION	86
CONCLUSION	87

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE 1 : LES T-NORMES, T-CONORMES ET OPERATEURS

ANNEXE 2 : LE FILTRAGE FLOU COMME OUTIL DE MESURE DE COMPATIBILITE
ENTRE PROPOSITIONS

ANNEXE 3 : EXPERTISE SUR LE DIABETE

ANNEXE 4 : EXEMPLE DE SESSIONS