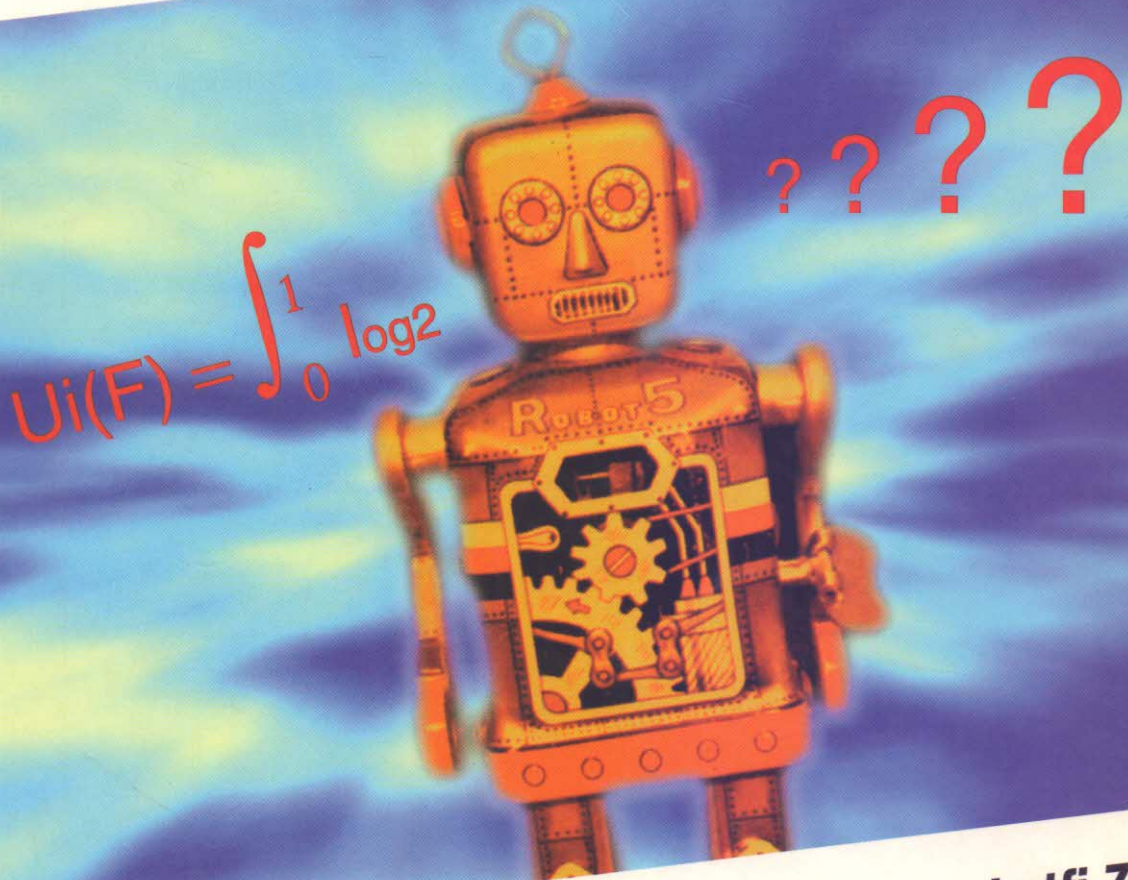




La logique floue et ses applications

*Bernadette
Bouchon-Meunier*



Préface de Lotfi Zadeh

Vie
artificielle

Addison-Wesley

<i>Préface de Lotfi Zadeh</i>	XI
<hr/>	
<i>Introduction</i>	1
<hr/>	
<i>Chapitre 1 : Représentation des connaissances utilisant des sous-ensembles flous</i>	7
<hr/>	
1. Concepts fondamentaux	9
1.1. Définition de sous-ensembles flous	9
A. Concept de sous-ensemble flou	9
B. Définition d'un sous-ensemble flou	10
C. Caractéristiques d'un sous-ensemble flou	12
1.2. Opérations sur les sous-ensembles flous	14
A. Égalité et inclusion de sous-ensembles flous	15
B. Intersection et union de sous-ensembles flous	15
C. Complément d'un sous-ensemble flou	18
D. Famille des sous-ensembles flous d'un ensemble de référence	19
E. Remarque sur le choix des opérateurs définissant les opérations	19

1.3. Sous-ensembles ordinaires associés à un sous-ensemble flou	22
A. Définition des α -coupes associées à un sous-ensemble flou	22
B. Propriétés des α -coupes	22
C. Les α -coupes strictes	24
D. Représentation d'un sous-ensemble flou à partir de ses α -coupes	24
1. 4. Sous-ensembles flous convexes	25
1. 5. Produit cartésien et projection de sous-ensembles flous	27
A. Produit cartésien de sous-ensembles flous	27
B. Projection d'un sous-ensemble flou	28
C. Extension cylindrique d'un sous-ensemble flou	29
1.6. Principe d'extension	30
A. But du principe d'extension	30
B. Énoncé du principe d'extension	30
C. Exemples d'utilisation du principe d'extension	31
D. Application du principe d'extension à la règle compositionnelle	33
1. 7. Spécificité et précision d'un sous-ensemble flou	34
A. Définition de la spécificité et de la précision	34
B. Degrés de flou	35
C. Mesures de spécificité	37
1.8. Normes et conormes triangulaires	39
A. Définition des normes et conormes triangulaires	39
B. Différentes normes et conormes triangulaires	40
C. Négation et dualité entre opérateurs	41
D. Générateurs de normes et conormes triangulaires	42

2. Relations et quantités floues 44

2.1. Relations floues	44
A. Définition de relations floues	45
B. Composition de relations floues	48
C. Propriétés particulières des relations binaires floues	49
D. Relations de similarité	51
E. Relations d'ordre floues	53
2.2. Quantités floues	54
A. Intervalles et nombres flous	54
B. Principales opérations arithmétiques	55

C. Nombres flous de type L-R	59
D. Intervalles flous de type L-R	60
E. Relations floues sur des quantités floues	62

Annexes	64
1. Preuves de quelques propriétés	64
2. Exercices	65

<i>Chapitre 2 : Théorie des possibilités et variables linguistiques</i>	69
---	-----------

1. Théorie des possibilités	71
1.1. Mesure et distribution de possibilité	71
A. Mesure de possibilité	71
B. Distribution de possibilité	73
C. Distribution de possibilité conjointe	75
1.2. Dualité entre mesure de possibilité et mesure de nécessité	77
A. Mesure de nécessité	77
B. Relations entre mesures de possibilité et de nécessité	79
C. Comparaison entre théorie des possibilités et théorie des probabilités	81
1.3. Mesures floues	84
A. Définition des mesures floues	84
B. Fonctions de croyance et de plausibilité	85
C. Règle de combinaison de Dempster	87
D. Cas particuliers importants	88
2. Variables linguistiques et propositions floues	93
2.1. Variables linguistiques	93
A. Notion de variable linguistique	93
B. Modificateurs linguistiques	95
2.2. Propositions floues	99
A. Propositions floues élémentaires	99
B. Proposition floue générale	100
C. Distribution de possibilité associée à une proposition floue	101
D. Règles floues quantifiées	103
E. Probabilité, possibilité et vérité linguistiques	105
3. Possibilité et nécessité de sous-ensembles flous	106

3.1. Connaissance préalable floue	106
3.2. Connaissance préalable possibiliste	108
Annexes	110
1. Preuves de quelques propriétés	110
2. Exercices	112
Chapitre 3 : Raisonnement approximatif	115
<hr/>	
1. Raisonnement en logique floue	117
1.1. Insuffisance du raisonnement en logique classique	117
A. Besoins du raisonnement en environnement flou	117
B. Extensions de la logique classique	117
C. Caractéristiques de la logique floue	120
1.2. Implications floues	121
A. Définition d'une implication floue	121
B. Classes générales d'implications floues	122
C. Propriétés des implications floues	125
1.3. Modus ponens généralisé	126
A. Principe du modus ponens généralisé	126
B. L'observation est plus spécifique, plus précise ou moins vague, que la prémisse de la règle : $A \supseteq A'$	129
C. L'observation est moins spécifique, moins précise ou plus vague, que la prémisse de la règle : $A' \supseteq A$	130
D. L'observation est précise et spécifique	134
E. La conclusion de la règle est précise, spécifique et certaine	137
F. Le fait observé présente une propriété particulière par rapport à la prémisse de la règle.	139
1.4. Traitement de connaissances graduelles	140
1.5. Conclusion	142
2. Raisonnement en logique possibiliste	143
2.1. Possibilité et nécessité de propositions floues	143
A. Incertitudes non probabilistes associées à des faits et des règles	143

B. Mesures de possibilité et de nécessité pour des propositions floues	143
2. 2. Modus ponens et modus tollens possibilistes	144
A. Modus ponens possibiliste	145
B. Modus tollens possibiliste	147
C. Principe de résolution	148
2.3. Formulation matricielle du modus ponens possibiliste	149
A. Cas général	149
B. Connaissances incomplètes sur les règles et/ou les propositions	151
2.4. Conclusion	152
Annexes	153
1. Preuves	153
2. Exercices	154
<i>Chapitre 4 : Applications de la logique floue</i>	159
<hr/>	
1. Conditions et domaines d'utilisation	161
1.1. Conditions d'utilisation	161
1.2. Domaines d'utilisation	162
2. Acquisition des connaissances dans un environnement flou	164
2.1. Extraction des connaissances auprès des sources disponibles	164
A. Extraction naturelle	164
B. Obtention d'une représentation numérique des caractérisations symboliques	165
2.2. Extraction automatique des connaissances dans un environnement flou	166
A. Méthodes neuro-floues	166
B. Algorithmes génétiques	168
C. Auto-apprentissage	169
D. Utilisation d'un modèle flou du processus contrôlé	170
E. Optimisation	171
2.3. Apprentissage dans un environnement flou	172

3. Principaux domaines d'application	174
3.1. Bases de données floues	174
A. Recherche documentaire	175
B. Bases de données relationnelles	175
3.2. Décision en environnement flou	177
A. Décision sous contraintes floues	177
B. Méthodes probabilistes et statistiques floues	179
C. Décision de groupe	180
D. Agrégation de composantes floues	181
E. Autres aspects de la décision en environnement flou	183
<i>Chapitre 5 : Systèmes flous à base de connaissances</i>	185
<hr/>	
1. Motivation de leur construction	187
1.1. Systèmes experts	187
1.2. Réseaux sémantiques	189
1.3. Raisonnement à partir de cas	190
2. Mise en œuvre de la logique floue pour les systèmes experts	191
2.1. Choix des outils du moteur d'inférence	191
2.2. Simplification de la mise en œuvre	192
2.3. Combinaison d'informations	195
2.4. Traitement de connaissances graduelles	196
3. Exemples de systèmes flous à base de connaissances	197
3.1. Systèmes généraux	197
3.2. Systèmes spécifiques	202
4. Conclusion	207
<i>Chapitre 6 : Commande floue</i>	209
<hr/>	
1. Caractéristiques de la commande floue	211
1.1. Historique	211
1.2. Caractéristiques	211
1.3. Configuration générale d'un contrôleur flou	212

2. Principe de la commande floue	214
2.1. Approche générale	214
2.2. Formalisation	215
2.3. La commande floue, approximateur universel	217
3. Principales méthodes	218
3.1. Approche logique	218
A. Obtention d'un résultat intermédiaire (étape 1)	218
B. Agrégation des résultats intermédiaires (étape 2)	219
C. Détermination d'un résultat non flou ou défuzzification (étape 3)	220
3.2. Méthodes de Mamdani et de Larsen	222
3.3. Méthode par interpolation	222
4. Applications	224
4.1. Domaines d'application	224
4.2. Exemples	225
A. Pendule inversé	225
B. Machine à vapeur	226
C. Véhicules autonomes	226
D. Train automatique	227
E. Divers	228
5. Conclusion	231
<i>Conclusion générale</i>	233
<hr/>	
<i>Références</i>	237
<hr/>	
1. Références sur des résultats théoriques et méthodologiques	239
2. Références sur des applications	250
<i>Index</i>	255
<hr/>	