

En introduisant la théorie des sous-ensembles flous, Zadeh a offert un outil puissant pour la modélisation des systèmes complexes, pour lesquels on ne dispose que d'une spécification approximative ou imprécise. Le but d'un modèle est de représenter la relation entre les entrées et les sorties d'un système. A l'encontre d'un modèle conventionnel qui décrit cette relation par une loi mathématique, un modèle flou la décrit linguistiquement.

De façon générale, les ensembles flous peuvent intervenir efficacement dans la modélisation des systèmes complexes, principalement en raison de leur capacité à synthétiser des informations, à permettre une approche globale de certaines caractéristiques du système grâce à la gradualité qui leur est inhérente, et également, bien sur, en raison de leur aptitude à traiter des connaissances imparfaites, c'est-à-dire par exemple incomplètes, approximatives, vagues, soumises à des erreurs de mesure.

La logique floue présente, entre autres, les avantages suivants [JAN 95a] :

- La logique floue est un concept simple à comprendre : les concepts mathématiques du raisonnement en logique floue sont très simples. Ce qui rend la logique floue élégante, c'est le caractère naturel de ses approches.
- La logique floue est flexible : il est facile de l'appliquer à n'importe quel système.
- La logique floue tolère les imprécisions.
- La logique floue peut modéliser des fonctions non linéaires d'une complexité quelconque.
- La logique floue peut incorporer les connaissances d'un expert ou celles déduites des expériences.

Dans ce mémoire, nous nous sommes intéressés dans un premier temps aux fondements théoriques de la logique floue. Ainsi, la théorie des ensembles flous est présentée, ainsi que celle des possibilités. Par la suite, on a étudié le raisonnement approximatif, qui sert à effectuer des inférences dans un environnement flou. Enfin, des exemples de l'investigation du flou dans les domaines classiques des mathématiques sont exhibés. Il s'agit des versions floues de l'Arithmétique, les Mesures et Intégrations et la Programmation Mathématique.

La deuxième partie a été consacrée à la modélisation floue et, comme cas particulier, la modélisation des systèmes dynamiques. Nous avons identifié deux classes essentielles de modèles flous : les modèles linguistiques et les modèles de TSK. Les modèles linguistiques sont utilisés typiquement lorsque des connaissances qualitatives sous forme de règles linguistiques sont disponibles, alors que les modèles de TSK sont plus appropriés pour la modélisation des systèmes dynamiques.

Les modèles flous ont deux propriétés essentielles :

- le traitement se fait au niveau symbolique. En fait, ces modèles sont conçus pour manipuler des valeurs linguistiques, comme c'est le cas chez l'homme. Ceci est devenu possible grâce aux variables linguistiques et à la représentation des spécifications des valeurs linguistiques par des ensembles flous.
- Ils sont capables de représenter l'imprécision et l'incertitude d'un expert humain. Cette propriété est particulièrement intéressante, car les modèles flous sont souvent inspirés de la connaissance humaine. Il est donc nécessaire d'inclure l'imprécision et l'incertitude que contient cette connaissance dans le modèle flou.

La construction des systèmes flous repose naturellement sur le savoir-faire d'un expert. Toutefois, des méthodes automatiques pour l'identification des systèmes flous à partir des données numériques de la forme entrées-sorties du système réel ont été développées. En particulier, la logique floue peut être utilisée en liaison avec d'autres techniques telles que les réseaux de neurones, par exemple, pour résoudre les problèmes d'acquisition des connaissances, ou les algorithmes génétiques, composant ce que la communauté scientifique internationale appelle actuellement le "soft computing".

La logique floue s'avère plus efficace que les méthodes traditionnelles pour les systèmes complexes pour lesquels la modélisation est difficile, voire impossible, pour les systèmes contrôlés par des experts humains ou quand l'observation humaine est à l'origine d'entrées ou de règles de contrôle du système.

Les domaines d'application de la logique floue se sont multipliés depuis la fin des années soixante. Les domaines d'application dans lesquels il existe des utilisations de la logique floue sont très variés : médecine et biologie, génie industrielle, technique, économie, défense, écologie, sciences humaines, recherche scientifique, ...

Dans le dernier chapitre, on a appliqué la logique floue à la commande d'un bras manipulateur. Une méthodologie particulière de construction d'un contrôleur flou est

choisie, utilisant l'erreur entre la sortie réelle et la sortie désirée (Feedback). Les résultats obtenus sont satisfaisants et témoignent de l'efficacité de la technique utilisée.

Au-delà de l'intérêt médiatique suscité par la logique floue et de la mise en évidence d'applications commerciales, il faut considérer la logique floue avec la même objectivité que celle accordée à toute méthodologie ou technique actuellement considérée comme classique, comme l'automatique ou la théorie des probabilités par exemple. La logique floue a presque quarante ans, elle entre dans sa maturité et ne doit plus être regardée comme une science balbutiante.

Elle repose sur des fondements théoriques établis dans de multiples publications internationales par des chercheurs de la plus haute compétence ; elle n'est pas isolée dans sa recherche, mais des liaisons ont été établies avec d'autres axes tels que les logiques non classiques, la théorie des probabilités, automatique classique, pour n'en citer que quelques-uns.

Ses applications touchent tous les domaines parce qu'elle s'efforce d'apporter des solutions à des situations réelles où le flou est présent, d'autant plus que, nous le voulions ou non, nous vivons dans un monde flou... .