

Lógica Fuzzy ou Lógica Nebulosa

www.din.uem.br/ia/controle/fuz_prin.htm

O que é Lógica Fuzzy (Nebulosa)

Aristóteles, filósofo grego (384 - 322 a.C.), foi o fundador da ciência da lógica, e estabeleceu um conjunto de regras rígidas para que conclusões pudessem ser aceitas logicamente válidas. O emprego da lógica de Aristóteles levava a uma linha de raciocínio lógico baseado em premissas e conclusões. Como um exemplo: se é observado que “todo ser vivo é mortal” (premissa 1), a seguir é constatado que “Sarah é um ser vivo” (premissa 2), como conclusão, temos que “Sarah é mortal”. Desde então, a lógica Ocidental, assim chamada, tem sido binária, isto é, uma declaração é falsa ou verdadeira, não podendo ser ao mesmo tempo parcialmente verdadeira e parcialmente falsa. Esta suposição e a lei da não contradição cobrem todas as possibilidades, formam a base do Pensamento Lógico Ocidental.

A Lógica Fuzzy (Lógica Nebulosa) viola estas suposições. Um sim ou um não como resposta a estas questões é, na maioria das vezes, incompleta. Na verdade, entre a certeza de ser e a certeza de não ser, existem infinitos graus de incerteza. Esta imperfeição intrínseca à informação representada numa linguagem natural tem sido tratada matematicamente no passado com o uso da teoria das probabilidades. Contudo, a Lógica Fuzzy (Nebulosa), com base na teoria dos Conjuntos Fuzzy (Nebulosos), tem se mostrado mais adequada para tratar imperfeições da informação do que a teoria das probabilidades.

A Lógica Fuzzy encontra-se entre as técnicas mais recentes de Inteligência Artificial, também conhecida como Conjuntos Fuzzy. Este termo, a princípio, nos convida a pensar em algo confuso (nebuloso), porém, atualmente, é bastante direto. Essa técnica, muito usada no Japão, é fruto da tão esperada quinta geração dos computadores, uma geração que morreu antes mesmo de nascer.

A Lógica Fuzzy consiste em aproximar a decisão computacional da decisão humana, tornando as máquinas mais capacitadas a seu trabalho. Isto é feito de forma que a decisão de uma máquina não se resume apenas a um “sim” ou um “não”, mas também tenha decisões “abstratas”, do tipo “um pouco mais”, “talvez sim”, e outras tantas variáveis que representem as decisões humanas. É um modo de interligar inerentemente processos analógicos que se deslocam através de uma faixa contínua para um computador digital que podem ver coisas com valores numéricos bem definidos (valores discretos).

Uma das principais potencialidades da Lógica Fuzzy, quando comparada com outros esquemas que tratam com dados imprecisos como redes neurais, é que suas bases de conhecimento, as quais estão no formato de regras de produção, são fáceis de examinar e entender. Este formato de regra também torna fácil a manutenção e a atualização da base de conhecimento.

Histórico

O conceito de Conjunto Fuzzy foi introduzido, em 1965, por Lotfi A. Zadeh (Universidade da Califórnia, Berkeley). A ele é atribuído o reconhecimento como grande colaborador do Controle Moderno. Em meados da década de 60, Zadeh observou que os recursos tecnológicos disponíveis eram incapazes de automatizar as atividades relacionadas a problemas de natureza industrial, biológica ou química, que compreendessem situações ambíguas, não passíveis de processamento através da lógica computacional fundamentada na lógica booleana. Procurando solucionar esses problemas o Prof. Zadeh publicou em 1965 um artigo resumindo os conceitos dos Conjuntos Fuzzy, revolucionando o assunto com a criação de Sistemas Fuzzy.

Em 1974, o Prof. Mamdani, do Queen Mary College, Universidade de Londres, após inúmeras tentativas frustradas em controlar uma máquina a vapor com tipos distintos de controladores, incluindo o PID, somente conseguiu fazê-lo através da aplicação do raciocínio Fuzzy.

Esse sucesso serviu de alavanca para muitas outras aplicações, como em 1980, no controle Fuzzy de operação de um forno de cimento. Vieram em seguida, várias outras aplicações, destacando-se, por exemplo, os controladores Fuzzy de plantas nucleares, refinarias, processos biológicos e químicos, trocador de calor, máquina diesel, tratamento de água e sistema de operação automática de trens.

Estimulados pelo desenvolvimento e pelas enormes possibilidades práticas de aplicações que se apresentaram, os estudos sobre Sistemas Fuzzy e controle de processos avançam rapidamente, culminando com a criação em 1984, da Sociedade Internacional de Sistemas Fuzzy, constituída, principalmente, por pesquisadores dos países mais avançados tecnologicamente.

Sistemas Fuzzy foram amplamente ignorados nos Estados Unidos porque foram associados com inteligência artificial, um campo que periodicamente se obscurecia, resultando numa falta de credibilidade por parte da indústria. A propósito disto, e apenas a título de ilustração, mais de 30% dos artigos até hoje publicados são de origem japonesa.

Os japoneses não tiveram este prejuízo; o interesse em Sistemas Fuzzy foi demonstrado por Seiji Yasunobu e Soji Miyamoto da Hitachi, que em 1985 apresentou simulações que demonstraram a superioridade de Sistemas de Controle Fuzzy para a estrada de ferro de Sendai; suas idéias foram adotadas e Sistemas Fuzzy foram usadas para controle de aceleração, frenagem, e parada quando a linha foi inaugurada em 1987.

Outro evento em 1987 ajudou a promover o interesse em Sistemas Fuzzy: durante um encontro internacional de pesquisadores de Fuzzy em Tokyo naquele ano, Takeshi Yamakawa demonstrou o uso de Controle Fuzzy (através de um conjunto de simples chips fuzzy dedicados) em um experimento de um pêndulo invertido – um problema clássico de controle em que um veículo tenta manter um poste montado no seu topo por uma dobradiça vertical com movimentos de ida e volta.

Observadores ficaram impressionados com esta demonstração, como também com os experimentos de Yamakawa em que ele montou um copo contendo água ou até mesmo um rato vivo no topo de pêndulo; o sistema manteve estabilidade em ambos os casos. Yamakawa eventualmente foi organizando seu próprio laboratório de pesquisas de Sistemas Fuzzy ajudando a explorar suas patentes no campo.

Seguindo semelhantes demonstrações, os japoneses se apaixonaram com sistemas fuzzy, desenvolvendo tanto aplicações industriais como aplicações para consumo; em 1988 eles criaram o Laboratório Internacional de Engenharia Fuzzy (LIFE), uma cooperativa que compreendia 48 companhias para pesquisa em Sistemas Fuzzy.

Bens de consumo japoneses incorporam extensamente Sistemas Fuzzy. Trabalhos em Sistemas Fuzzy é também um procedimento nos EUA e Europa, entretanto não com o mesmo entusiasmo visto no Japão.

Em 1995, Maytag introduziu uma máquina de lavar pratos “inteligente” baseado em um Controlador Fuzzy e um “one-stop sensing module” que combina um termistor (para medida da temperatura), um sensor condutivo (para medir o nível de detergente através dos íons presentes na água), um sensor de turvação que difundi a medida e transmite luz para medir a sujeira na lavagem, e um sensor magnético para ler a taxa de giro. O sistema determina uma otimização no ciclo de lavagem para qualquer carga obter os melhores resultados com o mínimo de energia, detergente e água.

Pesquisa e desenvolvimento está em andamento em aplicações Fuzzy em projeto de software, incluindo Sistemas Fuzzy Expert e Integração de Lógica Fuzzy com redes neurais, os denominados algoritmos genéticos, com o objetivo de construção de um Sistema Fuzzy capaz de aprender.

O desenvolvimento de técnicas de Inteligência Artificial (IA), nos últimos anos, ocupa cada vez mais posição de destaque em pesquisas na área de controle de processos industriais e, aos poucos, começam a ser implantadas em plantas industriais com enorme sucesso. Dentre as técnicas mais utilizadas, além do Controle Fuzzy, podem-se destacar as redes neurais aplicadas a sistemas de controle, que estão

atualmente em tamanha evidência que os japoneses as consideram como duas das mais promissoras técnicas para o século XXI.

Aplicações

A primeira aplicação da Lógica Fuzzy bem-sucedida foi no desenvolvimento de controladores industriais. Controladores que se baseiam na Lógica Fuzzy são chamados de Controladores Fuzzy (Nebulosos). Não é preciso conhecer muita matemática ou em profundidade a teoria de controle para se desenvolver uma aplicação em controle. Controladores Fuzzy (Nebulosos) tratam igualmente sistemas lineares e não lineares, além de não requererem a modelagem matemática do processo a ser controlado. Isto tem sido, sem dúvida, o grande atrativo dos Sistemas Fuzzy.

Sistemas baseados na Lógica Fuzzy têm mostrado grande utilidade em uma variedade de operações de controle industrial e em tarefas de reconhecimento de padrões que se estendem desde reconhecimento de texto manuscrito, até a avaliação de crédito financeiro. Existe também um interesse crescente em se utilizar Lógica Fuzzy em sistemas especialistas para torná-los mais flexíveis.

No Japão, a Lógica Fuzzy já se faz presente no dia a dia do setor industrial e muitos produtos comerciais já se encontram disponíveis.