

No piloto automático

Americano cita trabalho da FEQ em estudo que sugere emprego da lógica fuzzy na aterrissagem de Boeing 747

CARMO GALLO NETTO
carmo@reitoria.unicamp.br

Em trabalho apresentado na Conferência Internacional em Sistemas e Robôs Inteligentes (*International Conference on Intelligent Robots and Systems*) e publicado em setembro último em *book series* do *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, o pesquisador Lifford L.L. McLaughlan, da Universidade Texas A&M, utiliza resultados de experimentos bem-sucedidos obtidos no Laboratório de Controle e Automação de Processos, do Departamento de Engenharia de Sistemas Químicos da Faculdade de Engenharia Química (FEQ) da Unicamp, realizados com o emprego da lógica fuzzy, para fundamentar a possibilidade de sua utilização no controle do pouso automático de um Boeing 747.

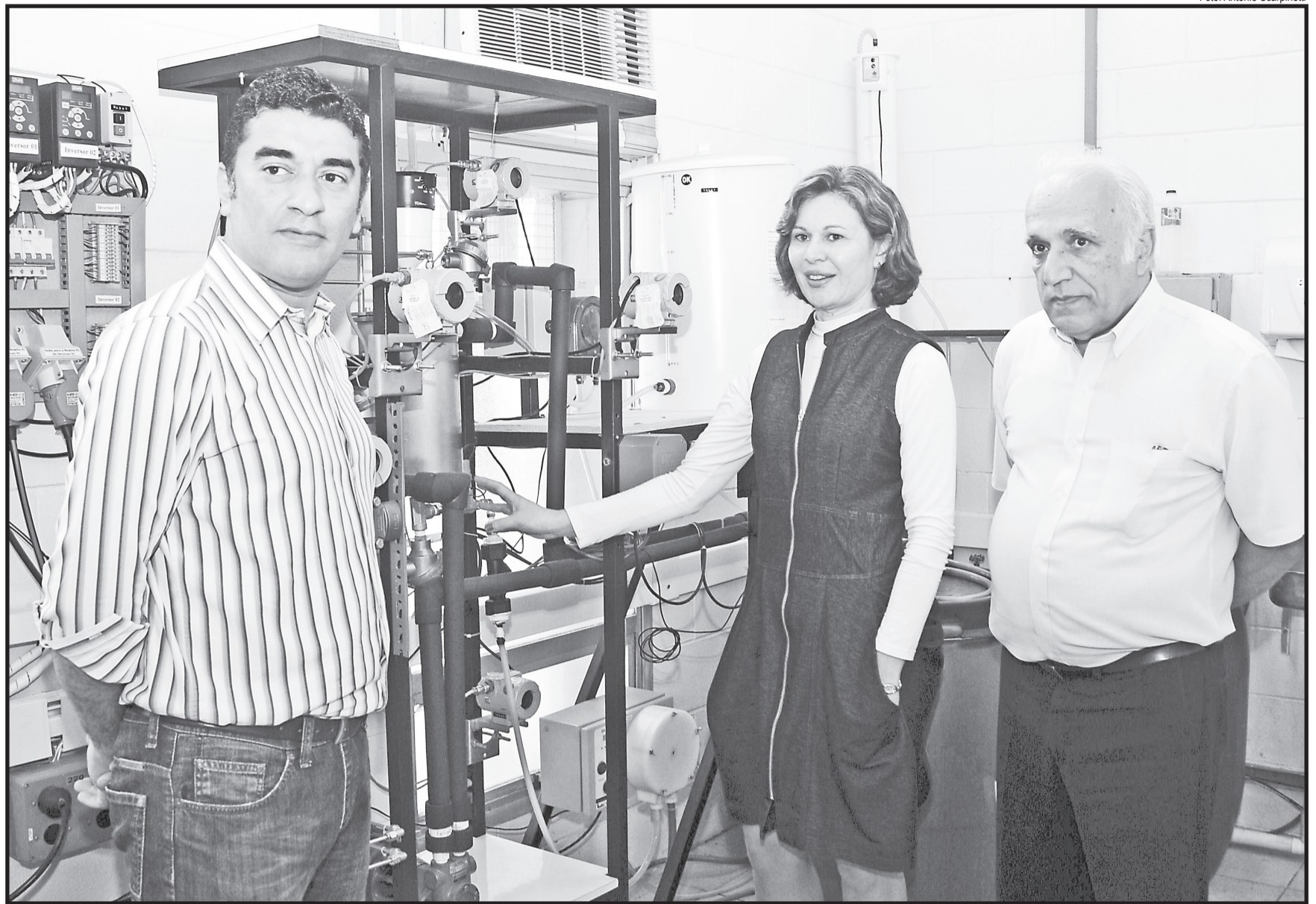
No artigo intitulado "Pouso de um Boeing 747 controlado por lógica fuzzy" (*Fuzzy Logic Controlled Landing of a Boeing 747*), o autor se vale de dados apresentados em *paper* publicado em setembro de 2007 no periódico *Control Engineering Practice*, denominado "Investigações experimentais em lógica fuzzy para controle de processos" (*Experimental investigations on fuzzy logic for process control*), de autoria dos professores da FEQ Ana Maria Frattini Fileti, Flávio Vasconcelos da Silva e João Alexandre Ferreira da Rocha Pereira, e do professor Valdo Silveira Junior, da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA).

A primeira vista, pode parecer insólito que conhecimentos obtidos em um laboratório de engenharia química possam ser utilizados no desenvolvimento de controle automático de vôo de aeronaves. A lógica fuzzy, porém, tem sido utilizada há vários anos no Laboratório de Controle e Automação de Processos para o estudo de controle automático de processos industriais.

No artigo publicado, a professora Ana Maria teve a ideia de reunir trabalhos de controle e automação ali realizados envolvendo especialistas das áreas de refrigeração, destilação e polimerização, todos eles também com plenos domínios dos processos de controle e automação. O nível e a versatilidade das abordagens e experimentos realizados conferiram ao trabalho uma particular densidade e completude que atraíram estudiosos, porque mostra a possibilidade da aplicação prática de lógica fuzzy em diversos segmentos da atividade industrial, o que certamente contribui para despertar a atenção dos que realizam pesquisa nessa área.

Ana Maria enfatiza que o pesquisador menciona no artigo a parte experimental realizada pelo grupo, mostrando a credibilidade e confiabilidade da lógica fuzzy quando implementada em processos químicos e defendendo a possibilidade de aplicá-la no controle automático de um Boeing.

Mas o alcance da linha de pesquisa desenvolvida no laboratório revela-se maior diante da informação de que as publicações do grupo vêm recebendo um número crescente de citações das mais diversas áreas de pesquisas. Destaca-se particularmente a citação do professor David Himmelblau, um dos maiores expoentes na área de engenharia química, que em artigo intitulado "Aplicações de redes neurais artificiais em engenharia química"



Da esq. para a dir., Flávio Vasconcelos da Silva, Ana Maria Frattini Fileti e João Alexandre Ferreira da Rocha Pereira: trabalho de referência internacional

(*Applications of artificial neural networks in chemical engineering*) citou um trabalho realizado por Ana Maria envolvendo inteligência artificial, referenciando-o dentre os mais importantes em engenharia química que utilizam redes neurais artificiais online.

Lógica fuzzy

Apesar de disponível desde a década de 1960, a lógica fuzzy – um dos ramos da inteligência artificial – ganhou impulso maior a partir de 1980 e não existem ainda muitos trabalhos experimentais que a utilizem. Na maior parte da literatura encontram-se trabalhos envolvendo simulações e poucos se atêm a aplicações práticas. "Nossa publicação descreve várias situações experimentais de sucesso", destaca Flávio Vasconcelos da Silva.

O docente explica que a lógica fuzzy foge da lógica convencional que é matemática, cartesiana, que se aplica a uma situação que é ou não é, sem possibilidade de descrever situações intermediárias, abrindo uma série de aplicações nos mais variados processos. Ela tenta simular a atuação do cérebro humano.

Silva dá como exemplo o banho, em que se controla a temperatura sem nenhum cálculo, apenas abrindo e fechando a válvula que aciona o chuveiro, sem necessidade de determinar a temperatura exata da água nem a abertura particular da válvula. Um dispositivo que utilizasse a lógica convencional para realizar a mesma tarefa teria que receber a informação exata sobre a temperatura para que pudesse determinar um valor exato para a abertura da válvula.

Aplicações dessa lógica em vários campos da engenharia química foram apresentadas no artigo que acabou sendo utilizado pelo pesquisador da universidade norte-americana.

Ana Maria acrescenta que a lógica ganhou aplicações experimentais só depois da década de 80 com o surgimento dos computadores digitais, que levaram ao aumento da capacidade de processamento. A partir daí, essa lógica foi transposta para softwares que permitem o comando automático de determinados processos, máquinas ou equipamentos.

A pesquisadora afirma que os processos descritos no trabalho publicado têm características de transiência. Ela explica que nos aviões sem dispositivos totalmente automáticos o piloto precisa levar a aeronave até as condições de cruzeiro para só

então acionar o piloto automático. Hoje em dia, as situações de transiência que o piloto conduzia de forma manual também podem ser monitoradas pelas máquinas, através do sistema digital de controle com algoritmos não convencionais como, por exemplo, a lógica fuzzy.

Transpondo-se para os processos de engenharia química, Ana Maria diz que "a subida e descida do avião correspondem ao liga e desliga dos processos químicos contínuos, e também à operação normal dos processos de batelada, onde essa condição de transitoriedade se verifica o tempo todo, e por isso a similaridade de comportamento com o pouso ou a decolagem".

O professor Pereira acrescenta que estas etapas de vôo não se dão em condições uniformes e constantes e por isso a lógica fuzzy pode ser aplicada a eles. Silva considera que não existe ainda possibilidade de eliminar o piloto, mas seu emprego permite que ele se concentre em menor número de variáveis e atuações.

Embora os quatro professores envolvidos entendam de sistemas de automação e controle, cada um deles aplicou a lógica fuzzy e participou no artigo referido dentro de sua especialidade. Assim os professores Flávio Vasconcelos da Silva e Valdo Silveira Junior se ativeram a processos de refrigeração; Ana Maria Frattini Fileti dedicou-se mais especificamente à área de polimerização; e o professor João Alexandre Ferreira da Rocha Pereira, embora aposentado, emprestou seus conhecimentos e co-operação em sistemas de destilação.

Ana Maria explica que na coluna de destilação em batelada, em que é realizada a separação dos componentes de uma mistura de hidrocarbonetos ou de água e álcool, a concentração tende a variar. "Na reação de conversão de um monômero em polímero, em que obtivemos polimetilmetacrilato, que é um dos tipos de acrílico que existe no mercado, a temperatura é de difícil controle. Por sua vez, os sistemas de refrigeração estão sempre sujeitos a perturbações externas provenientes, por exemplo, do próprio leite, sucros ou fluidos que vão refrigerar outros equipamentos em planta industrial".

Alcance

Segundo Ana Maria, em todos os três processos mencionados a matemática da lógica fuzzy foi transformada em código de computador, principalmente através da linguagem

C, que devidamente compilado foi posto a rodar online para atuação automática na regulação dos processos de destilação, de refrigeração e de polimerização. Assim se consegue que o computador atue na bomba de fluido térmico para resfriamento da reação de polimerização que gera calor; na válvula de refluxo da coluna de destilação, visando melhorar a qualidade final do produto que está sendo separado; e na rotação do compressor do sistema de refrigeração, de forma a estabilizar a temperatura do fluido que está sendo refrigerado.

Lembram os pesquisadores que em alguns trabalhos envolvendo o sistema de refrigeração houve o cuidado de analisar o consumo de energia e se constatou que o emprego da lógica fuzzy leva à sua redução.

Flávio destaca que os trabalhos desenvolvidos no Laboratório seguem a mesma tecnologia de hardware – estrutura física de automação – utilizada na indústria: "O que desenvolvemos aqui não foi pensado apenas em nível laboratorial, mas tivemos e temos sempre a preocupação com um trabalho prático, experimental, possível de ser reproduzido facilmente na indústria, porque os sistemas que utilizamos são os mesmos da indústria, o que facilita a transferência de tecnologia. Qualquer indústria pode utilizar a lógica fuzzy nos equipamentos com que opera".

Ana Maria acrescenta que toda a tecnologia desenvolvida no Laboratório permite também que haja um monitoramento remoto dos equipamentos: "Como já fazem hoje, os engenheiros não precisam dar plantão dentro da fábrica para regularizar um determinado equipamento que falhou, pois a tecnologia aqui desenvolvida permite o monitoramento e o controle de qualquer equipamento à distância através da internet, usando notebook ou smartphone".

Decorrências

O professor João Alexandre Ferreira da Rocha Pereira lembra que o Laboratório é um dos pioneiros em controle e automação experimental e no emprego experimental da lógica fuzzy, tornando-se referência. Diz que o Laboratório começou com o monitoramento de processos e controles computacionais em engenharia química. A medida que ocorria o desenvolvimento dos computadores, várias metodologias de controle passaram a ser introduzidas. A lógica fuzzy veio como sequência natural da

evolução das metodologias de aplicação. Pereira chama a atenção para o fato de que os softwares e a tecnologia de aplicação que utilizam são desenvolvidos no próprio laboratório.

O professor explica ainda que o controle de processos tem por objetivo principalmente a pureza do produto, economia de energia, segurança, controle de temperatura, além de evitar atividades repetitivas. Permite ainda a detecção de falhas que possam a vir ocorrer no sistema de forma a possibilitar correções.

Para ele, "essa possibilidade é muito importante em um processo químico e nosso trabalho permite que a utilizemos. Na verdade, nós não temos tecnologia de indústria, nós estamos desenvolvendo tecnologia para a indústria. Estamos desenvolvendo aquilo que os outros precisam".

A consequência disso, destaca Pereira, é que os alunos de mestrado e doutorado que passam pelo Laboratório são disputados pelas indústrias: "Temos dificuldades de manter o aluno até o final da pós-graduação porque as empresas procuram engenheiros com esse tipo de formação".

Silva lembra que a tecnologia desenvolvida em centros avançados chega ao Brasil na forma de uma caixa preta e é utilizada sem que se saiba o que está acontecendo e sem que as empresas realizem suas próprias descobertas. Para o docente, constitui papel da universidade mostrar como esses sistemas funcionam para que possam vir a ser desenvolvidos e aplicados aqui. Para isso, ele considera primordial formar pessoas que sejam capazes de entender o que está sendo feito e não apenas utilizar uma receita pronta que vem de fora.

Pereira conclui: "Nosso laboratório está formando engenheiros com sólidos conhecimentos científicos e técnicos que os credenciam a atuar em uma área de ponta nos processos industriais. Hoje se valorizam produtos de alta qualidade em que a robótica, a inteligência artificial e o controle são utilizados com intensidade. O laboratório está formando pessoas de alto nível para essa atuação e desenvolvendo tecnologias nessa direção, que levem à obtenção de produtos de alto valor agregado, numa área em que a inteligência vale mais que o esforço humano".

Artigo

A. Fileti, A. Antunes, F. Silva, V. Silveira Jr. and J. Pereira, "Experimental investigations on fuzzy logic for process control", *Control Engineering Practice*, vol. 15, pp. 1149-1160, 2007.