

WHITE PAPER

IA de aprendizado por reforço marca avanços significativos na Autonomia Industrial

O algoritmo de inteligência artificial baseado na Programação de Política Dinâmica de Kernel Fatorial (FKDPP) une-se ao PID e ao Controle Avançado de Processos (APC) para oferecer novos níveis de operações autônomas

Uma pesquisa realizada pela empresa de pesquisa de mercado, com mais de 500 profissionais dos setores globais de processos, revela que o número de organizações industriais que estão tendo avanços na autonomia industrial está claramente aumentando, sendo a sustentabilidade ambiental um objetivo fundamental.

Pelo menos 45% dos entrevistados preveem que a autonomia industrial terá um impacto significativo na sustentabilidade e outros 36% esperam um impacto moderado nas áreas de otimização dinâmica de energia, gerenciamento de água e redução de emissões. Em contrapartida, apenas 6% esperam que a autonomia industrial não tenha nenhum impacto sobre a sustentabilidade ambiental.

A "[Pesquisa Global com Usuários Finais sobre a Implementação da Autonomia Industrial](#)" foi realizada pela Yokogawa em sete mercados (China, Alemanha, Índia, Japão, Arábia Saudita, Sudeste Asiático e EUA) e incluiu 534 entrevistados de 390 empresas dos setores químico e petroquímico, ciências da vida, petróleo e gás, geração de energia e energia renovável.

A implementação de projetos de autonomia industrial está começando a ganhar ritmo, sendo que 51% dos entrevistados pesquisados agora estão ampliando a implementação em várias instalações e funções de negócios e outros 19% informaram que implementaram um projeto de automação industrial em pelo menos uma instalação ou função comercial.

Obstáculos para a autonomia

No entanto, o controle nas indústrias de processo abrange uma ampla gama de campos, desde o refino de petróleo e petroquímica até produtos químicos de alto desempenho, fibras, aço, produtos farmacêuticos, alimentos e água. Tudo isso envolve reações químicas e outros fatores, e as instalações externas estão sujeitas a mudanças de temperatura relacionadas ao clima. É necessário um controle complexo de aspectos como temperatura, pressão e taxa de fluxo, além de um alto grau de confiabilidade.

O algoritmo de controle proporcional-integral-derivativo (PID) é algo que Nicolas Minorsky defendeu pela primeira vez há um século e ainda é amplamente usado atualmente. Mas os desafios incluem a necessidade de intervenção humana em situações em que há mudanças rápidas na temperatura externa devido a fatores como chuvas ou mudanças sazonais de temperatura.

O controle avançado de processos (APC), também conhecido como controle baseado em modelos ou controle preditivo de modelos,

Patrocinado por

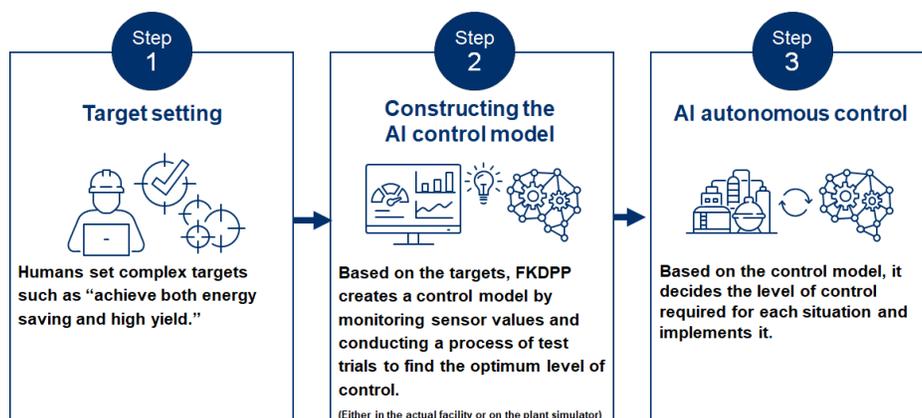
foi implantado pela primeira vez na década de 1960 com o advento dos primeiros computadores digitais práticos para aplicações de controle. Ele resolveu muitos problemas apresentados por processos complexos, não lineares e multivariáveis, mas a intervenção humana ainda era necessária em determinadas circunstâncias. Além disso, como os aspectos do desempenho do ativo mudam ao longo do tempo, os parâmetros do modelo normalmente precisam ser ajustados para manter o controle ideal.

De modo geral, uma das tecnologias mais comuns que está sendo rotulada como um divisor de águas da autonomia pelos líderes do setor é a inteligência artificial. A IA já é um importante facilitador da análise de dados e da tomada de decisões. Por exemplo, a IA entra em ação no tratamento de grandes volumes de dados e no suporte à análise preditiva que pode ser aplicada a aplicativos como monitoramento da integridade de ativos, otimização de processos e gerenciamento de qualidade. Porém, até pouco tempo atrás, a aplicação da IA aos desafios de controle de processos em tempo real era limitada, principalmente porque os algoritmos precisavam ser treinados com base em um número muito grande de combinações de condições de processo para funcionar de forma eficaz.

Entre no FKDPP e no aprendizado por reforço

O algoritmo de Programação de Política Dinâmica de Kernel Fatorial (FKDPP) foi desenvolvido em conjunto pela Yokogawa e por pesquisadores do Instituto Nara de Ciência e Tecnologia (NAIST) do Japão. Ele foi reconhecido em uma Conferência Internacional do IEEE sobre Ciência e Engenharia de Automação como sendo o primeiro algoritmo de IA baseado em aprendizado por reforço do mundo aplicável ao gerenciamento de plantas.

É importante ressaltar que o FKDPP gera um modelo de controle de IA robusto com um simulador de planta em apenas 30 testes de aprendizagem, o que torna a implementação dessa tecnologia muito mais prática. A validade e a confiabilidade do modelo de controle de IA podem ser verificadas em relação a dados operacionais anteriores para confirmar, por exemplo, que tipo de ações de controle serão executadas quando ocorrerem problemas.



Processo desde a geração do modelo FKDPP até o controle real

O FKDPP também pode ser usado em áreas em que a automação não foi possível com métodos de controle convencionais (PID e APC). Os pontos fortes do FKDPP incluem lidar com metas

Patrocinado por

conflitantes, como a necessidade de alta qualidade e economia de energia. Além disso, ele atinge a estabilização de 30 a 50% mais rápido do que o controle PID convencional, sem ultrapassar o limite.

O FKDPP é uma IA de controle autônomo que busca o modelo de controle ideal por si só e, em seguida, implementa esse modelo. Em 22 de março de 2022, não havia outras formas de IA que alterassem diretamente a variável manipulável em uma fábrica. ([Veja o comunicado de imprensa.](#))

Os benefícios do FKDPP incluem o seguinte:

1. Ele pode ser aplicado à maioria dos tipos de controle, incluindo situações que não podem ser automatizadas com as técnicas de controle existentes (PID, APC). Esses incluem:
 - *Situações complexas*, como a obtenção de um equilíbrio entre metas conflitantes, como qualidade e economia de energia
 - *Processo fortemente não linear*, por exemplo, quando as alterações não são proporcionais às variáveis manipuladas
 - Vários distúrbios, inclusive aqueles que possam ser provocados pelo processo e por mudanças ambientais, como a chuva
2. Ele aumenta a produtividade em várias dimensões, incluindo qualidade, consumo de energia, rendimento e tempo de assentamento. Exemplos incluem:
 - *Permitir uma produção estável* que cumpra os padrões de qualidade e, ao mesmo tempo, poupar energia
 - *Obtenção de uma estabilização 30 a 50% mais rápida* do que com o controle convencional (PID), sem ultrapassagem
 - *Obtenção de tempos de estabilização* mais curtos para controle que vão além da teoria existente e de qualquer coisa que tenha sido alcançada manualmente
3. É simples e explicável:
 - O controle autônomo é possível com um algoritmo exclusivo e original que requer apenas cerca de 30 tentativas de aprendizado
 - Elimina o esforço necessário para rotular e registrar grandes volumes de dados de controle
 - Como o modelo FKDPP controla automaticamente de forma adequada, ele elimina a necessidade de ajustar os valores-alvo e os parâmetros do modelo
 - O modo como funciona pode ser explicado com relativa facilidade (sem "caixa preta")
4. A segurança é proporcionada da mesma maneira que os sistemas convencionais:
 - *Altamente robusto* - aprende por conta própria, sem depender de dados anteriores, e, portanto, até certo ponto, é capaz de lidar com circunstâncias que nunca foram encontradas antes
 - *Integração de segurança* - integra-se a um sistema de controle distribuído, bem como a várias funções de intertravamento para operação segura e estável e prevenção de acidentes

Prova de desempenho

Entre as primeiras aplicações do algoritmo FKDPP estava o controle da temperatura e da umidade de uma fábrica de semicondutores da Yokogawa em Komagne, Japão, minimizando o consumo de eletricidade e gás propano líquido (LP). O algoritmo permitiu que as operações obtivessem resultados de alta qualidade e, ao mesmo tempo, reduzissem o consumo de energia.

A equipe de implementação usou as instalações de trabalho reais para que a FKDPP pudesse aprender as características do equipamento e gerar um modelo de controle realista. Foram necessárias apenas cerca de 20 interações para que o algoritmo desenvolvesse um modelo de processo capaz de executar todo o sistema HVAC para dar suporte à produção real.

Patrocinado por

CONTROL

O sistema de IA continuou a refinar seu modelo ao longo do ano, fazendo ajustes automáticos para acomodar as mudanças nos volumes de produção e nas temperaturas sazonais. Como resultado, foi obtida uma redução anual de 3,6% no consumo de gás LP sem grandes gastos de capital.

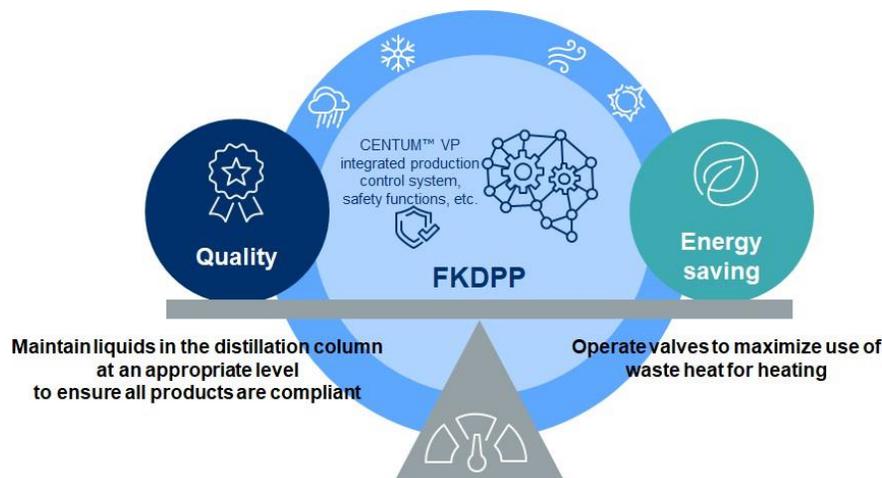
Outro teste de campo do FKDPP foi concluído com sucesso no início de 2022 com a ENEOS Materials Corporation (antiga Unidade de Negócios de Elastômeros da JSR Corporation) em uma fábrica de produtos químicos. O FKDPP foi usado para operar de forma autônoma uma fábrica de produtos químicos por 35 dias, o que é inédito no mundo. Nesse teste de campo, a solução de IA lidou com sucesso com as condições complexas necessárias para garantir a qualidade do produto e manter os líquidos em uma coluna de destilação (foto) em um nível adequado, fazendo o máximo uso possível do calor residual como fonte de calor. Dessa forma, estabilizou a qualidade, obteve alto rendimento e economizou energia.



Distillation columns at the ENEOS Materials chemical plant

Depois de avaliar a validade e a confiabilidade do modelo de controle da IA, a IA foi integrada ao sistema de controle de produção integrado CENTUM™ VP e incorporada às operações da fábrica.

Isso demonstra que o nível de aplicação prática foi elevado até o ponto em que o controle autônomo de IA pode ser implantado com segurança nos setores de processo. ([Clique aqui](#) para obter mais informações sobre as três maneiras pelas quais as soluções de produtos de IA da Yokogawa podem agregar valor.)

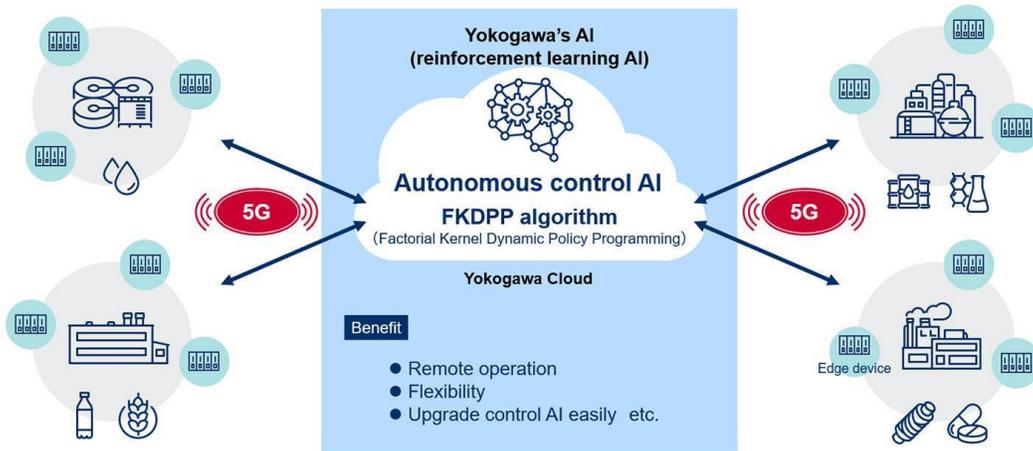


Na ENEOS Materials Corp., o algoritmo FKDPP foi usado para separar substâncias com pontos de ebulição semelhantes e obter alta qualidade e economia de energia, levando em conta distúrbios externos repentinos (chuva, neve etc.) em um processo em que os métodos de controle existentes (controle PID/APC) não podiam ser aplicados.

Patrocinado por

YOKOGAWA 
Co-innovating tomorrow™

O FKDPP também tem o potencial de ser usado em aplicações de controle remoto. Um [teste de prova de conceito](#) foi realizado usando o FKDPP e as comunicações móveis de 5ª geração (5G) da NTT DOCOMO para controlar remotamente uma operação de processamento de planta simulada. Esse teste demonstrou a facilidade com que as empresas dos setores químico, petrolífero e de outros processos poderão modificar seus sistemas atuais para que sejam capazes de usar os dispositivos de controle autônomo FKDPP e 5G.



Aplicações futuras do 5G, nuvem e IA para autonomia industrial

O valor monetário diário das operações em fábricas de grande escala está na faixa de dezenas de milhões de dólares, portanto, o impacto econômico da tecnologia de controle de próxima geração usando IA baseada em aprendizado por reforço promete ser significativo. A Yokogawa está levando adiante o desenvolvimento com o objetivo de tornar o FKDPP um método de controle de escolha para seus clientes, que podem usá-lo juntamente com o controle PID e as técnicas APC.

Perspectiva futura

Voltando à pesquisa global com os tomadores de decisão do setor de processos mencionada no início deste white paper, quase metade dos entrevistados (42%) indicou que, nos próximos três anos, a aplicação da IA à otimização de processos da planta teria um impacto significativo na autonomia industrial.

Esse tempo está chegando. A tecnologia de controle de última geração usando o FKDPP autonomizará áreas que não poderiam ser automatizadas com os métodos de controle existentes, garantindo a segurança e melhorando a produtividade. O FKDPP é uma inovação revolucionária que permite uma dimensão diferente de controle, especialmente nessas áreas. Essa tecnologia de IA pode ser aplicada nos setores de energia, materiais, produtos farmacêuticos e muitos outros. A IA de controle autônomo, outro nome para o FKDPP, pode contribuir muito para a autonomização da produção em todo o mundo, maximizando o ROI, impulsionando a sustentabilidade ambiental e proporcionando um impacto econômico importante e positivo.

O controle tradicional oferece o benefício de poder automatizar uma série de operações avançadas por meio do uso de programas que as pessoas criam previamente. No entanto, a intervenção humana ainda é essencial.

Patrocinado por

Mesmo que a automação seja incorporada por meio de controle PID e de APC, os operadores devem intervir nos casos em que houver muitos distúrbios, por exemplo, se a chuva produzir uma mudança repentina na temperatura externa.

Em contraste com isso, por meio de seus recursos de aprendizagem e adaptação, a autonomia industrial em geral – e a IA de controle autônomo, em particular – possibilitará, em última instância, a realização de operações de plantas e instalações de forma autônoma, segura e eficiente, com necessidade mínima de intervenção humana.

Este white paper foi possível graças à Yokogawa Electric Corp. Para mais informações sobre como a visão da Yokogawa para IA, robôs, drones e outras tecnologias inteligentes pode promover a jornada de sua organização para a autonomia industrial, acesse: www.yokogawa.com/ia2ia

Leitura relacionada

[Visão e iniciativas de IA da Yokogawa](#)

Relatório Técnico Yokogawa, Vol. 63 Nº 1

[A Transformação Digital da Yokogawa](#)

Relatório Técnico Yokogawa, Vol. 64 Nº 1

Patrocinado por