

Pesquisadores da Universidade de Delft se inspiraram em abelhas, por conta de suas estratégias de voo, memória e a capacidade de voltarem para casa. O drone permitirá que robôs leves e seguros naveguem de forma autônoma

Bee-Nav: nova estratégia de navegação robótica

» ROBERTA BIANCA

Uma equipe científica, composta por roboticistas da Universidade de Tecnologia de Delft e biólogos da Universidade de Wageningen e da Universidade de Oldenburg, apresentou a “Bee-Nav”, uma estratégia de navegação robótica inspirada em abelhas. A tecnologia permite que até mesmo robôs muito pequenos viajem para longe de sua base e retornem com sucesso utilizando uma memória neural de apenas 42 kilobytes. Em um novo ambiente, o robô primeiro realiza um curto voo de aprendizado próximo ao ponto de partida, assim como fazem as abelhas. Depois disso, ele pode percorrer centenas de metros e ainda encontrar o caminho de volta.

A tecnologia permite que robôs leves e seguros naveguem de forma autônoma, abrindo caminho para aplicações como drones semelhantes a borboletas monitorando estufas. A pesquisa também oferece novas perspectivas sobre como os insetos voadores conseguem encontrar o caminho de volta para casa.

Os pesquisadores se inspiraram em abelhas por conta de suas estratégias de voo. O pesquisador Guido de Croon, professor de IA bioinspirada para drones na Universidade de Tecnologia de Delft, na Holanda, explica: “As abelhas podem viajar muito longe da colmeia em busca de néctar (até 13,5 km). Ao saírem, podem descrever trajetórias sinuosas, por exemplo, para explorar novos campos de flores. No entanto, o retorno para casa é quase em linha reta, muitas vezes seguindo um caminho nunca antes percorrido”.

Mas Guido de Croon ressaltou também que a experiência intrigou os cientistas: “Voltar em linha reta para casa geralmente é muito mais curto do que refazer completamente o caminho da ida. Contudo, ao fazerem isso, podem acabar não encontrando a colmeia, já que precisam se basear na odometria. Odometria significa registrar a localização acumulando a velocidade e a direção do movimento — algo que sabidamente acumula erros consideráveis ao longo do tempo”, disse.

Especialista em robótica, o professor Marcelo Becker, graduado em engenharia mecânica com ênfase em Mecatrônica pela Escola de Engenharia da Universidade de São Carlos (EESC-USP), ressalta que a abordagem bioinspirada é cada vez mais utilizada: “Essa pesquisa reforça uma tendência cada vez mais forte na engenharia, que busca solução bioinspirada para problemas complexos. Ao invés de adicionar cada vez mais baterias, os pesquisadores buscam entender como organismos vivos evoluíram milhares de anos, com recursos limitados, como as abelhas que evoluíram com cérebros minúsculos”.

DO MAR À TERRA

Peixe-robô ajuda a explicar a evolução dos vertebrados

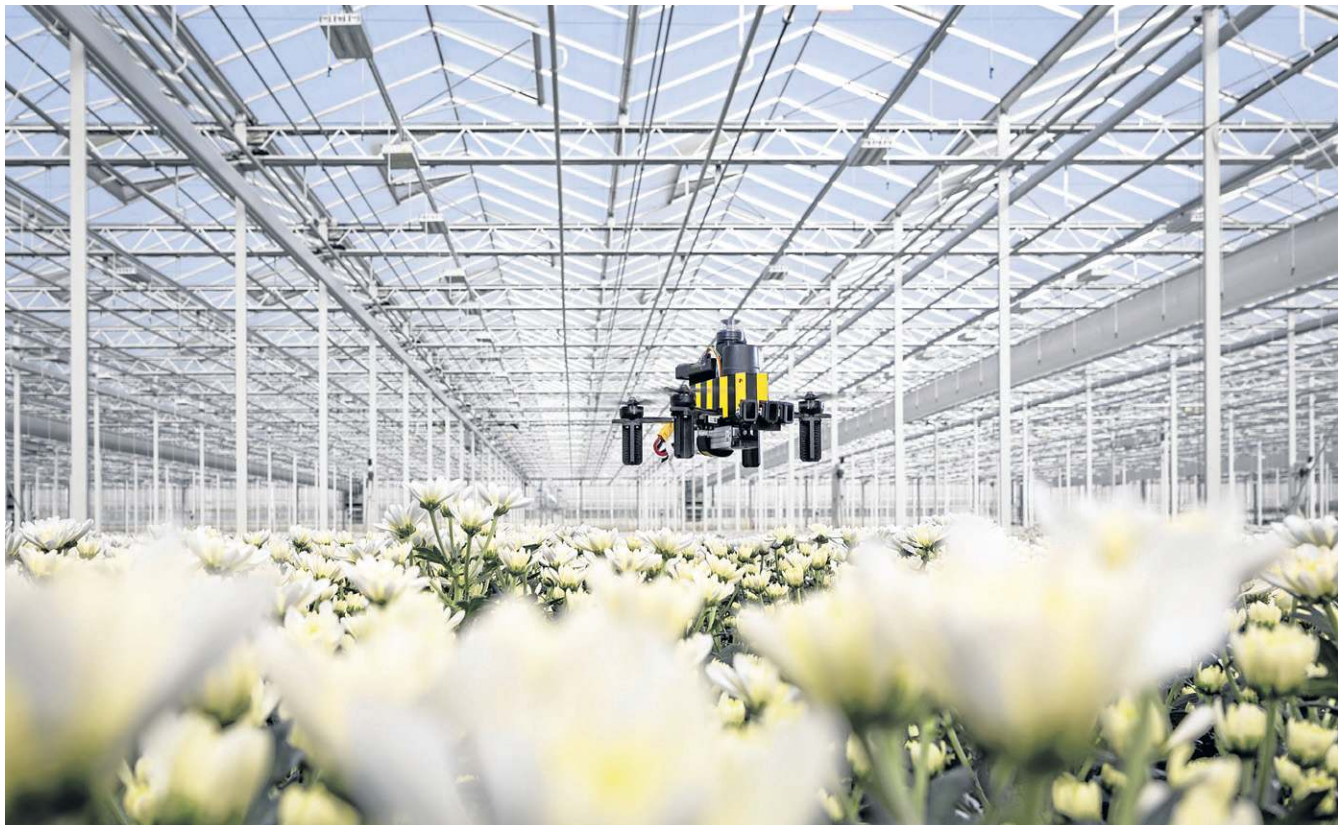
Pesquisadores da Universidade de Cambridge desenvolveram um robô que demonstra como algumas espécies de peixes modernos conseguem se locomover em terra firme. A tecnologia pode ajudar a desvendar como os primeiros vertebrados desenvolveram habilidades semelhantes há centenas de milhões de anos.

Por meio da combinação de um robô “peixe ambulante”, com modelos computacionais baseados em observações de peixes reais, os pesquisadores descobriram que uma ampla gama de espécies não relacionadas desenvolveu, de forma independente, o mesmo padrão básico de locomoção, que essencialmente reproduz em terra os movimentos utilizados na natação.

O padrão de caminhada simples, chamado pelos pesquisadores de “marcha tripoidal ondulante”, pode parecer desajeitado à primeira vista. No entanto, trata-se de uma das soluções mais antigas encontradas pela vida para um problema fundamental: escapar de predadores ou se deslocar entre habitats sem membros especializados.

O pesquisador Jonata Arruda, da Universidade Federal do Pará (UFPA), apoiado

Studio Oostrum



Drones Bee-Nav, em estufas, ajudam a monitorar a plantação, aumentam a produtividade agrícola e evitam desperdícios

Duas perguntas para

A pesquisa indica mudança no paradigma na engenharia de drones, saindo de sistemas altamente complexos para modelos mais simples e eficientes?

“Essa pesquisa aponta uma mudança importante na filosofia de desenvolvimento de drones. Enquanto a tendência sempre foi adicionar mais sensores, processamento e memória para lidar com informações e tomar decisões, o BNAV propõe o caminho oposto: simplificar os sistemas. Inspirada na biologia, a estratégia mostra que algumas tarefas podem ser realizadas de forma eficiente com menos recursos.

Isso não substitui tecnologias já consolidadas, como a inteligência artificial, mas as complementa com uma abordagem mais eficiente e escalável. O conceito pode ser especialmente útil em drones ultraleves e enxames robóticos, aumentando a autonomia de voo e reduzindo a necessidade de sensores e processamento.”

Em termos técnicos, quais são os maiores desafios para adaptar estratégias naturais de navegação a sistemas artificiais e ambientes urbanos complexos?

“O principal desafio é que ambientes

artificiais são mais dinâmicos e imprevisíveis do que os cenários naturais onde as abelhas evoluíram. Mudanças de iluminação e obstáculos móveis, como pessoas e veículos, dificultam o reconhecimento visual. Além disso, ainda é necessário avançar em questões como navegação com múltiplos destinos, adaptação a locais com poucos marcos visuais e integração com sistemas de desvio de obstáculos”.

MARCELO BECKER, graduado em engenharia mecânica com ênfase em Mecatrônica pela Escola de Engenharia de São Carlos.

Desafios de navegação

Muitos robôs do futuro precisarão navegar sozinhos, mesmo em locais sem GPS. A maioria dos sistemas atuais faz isso criando mapas detalhados dos ambientes. Porém, isso exige elevada capacidade de processamento e memória, tornando esses sistemas caros e com alto consumo energético.

As abelhas demonstram que pode existir uma solução muito mais eficiente. Mesmo com cérebros minúsculos, elas conseguem percorrer rlongas distâncias e

retornar para casa. Elas fazem isso, em parte, por meio da odometria: estimam a distância e a direção percorrida susando pistas visuais de movimento. É como se estivessem contando passos.

A odometria, por si só, sofre deriva ao longo do tempo, tornando-se cada vez menos precisa. Por isso, os insetos também dependem da memória visual. Eles se lembram da aparência do ambiente ao redor de lugares importantes, como a colmeia. Os cientistas compreendem bem a odometria dos insetos, até mesmo em nível

Michael Ishida



A técnica pode ajudar a desvendar a transformação dos primeiros vertebrados

Evidências anatômicas

Arruda também ressalta aspectos importantes relacionados à validação dos modelos científicos. “Todo modelo científico é uma simplificação da realidade, incorpora margens de erro e depende das premissas utilizadas”, disse. E completou: “Para minimizar esse problema, os pesquisadores validam seus modelos comparando os resultados com organismos atuais que apresentem características semelhantes às dos fósseis estudados. Além disso, utilizam evidências anatômicas, dados biomecânicos e reconstruções paleoambientais”.

O estudo apresenta um exemplo plausível de evolução convergente, processo em que diferentes espécies desenvolvem características semelhantes de forma independente. Os resultados também podem ajudar os cientistas a compreender melhor como os vertebrados realizaram a transição da água para a terra, considerada um dos eventos mais importantes da história evolutiva do planeta.

Michael Ishida, engenheiro do laboratório do professor Fumiya Iida, em Cambridge, trabalhou em conjunto com biólogos e paleontólogos para investigar como os peixes modernos caminham e se esses

pesquisa de drones Unmanned Valley, na Holanda, o equipamento voou mais de 600 metros e retornou ao ponto de partida utilizando uma rede neural de apenas 42 kilobytes. Em grandes espaços internos, como hangares, o sistema obteve sucesso em todos os testes. Em condições de vento forte ao ar livre, a taxa de sucesso caiu para 70%.

Guido Croon aponta a principal diferença entre um drone convencional e o sistema desenvolvido: “A principal diferença reside no fato de que o sistema proposto treina uma pequena rede neural (com apenas 42kB de memória, por exemplo) para mapear imagens diretamente na direção do movimento”.

Além disso, como o robô depende muito da odometria para se locomover a longas distâncias, a rede precisa aprender apenas uma pequena área ao redor da base. “Nossas simulações mostram que, sem uma bússola, a área de orientação apreendida corresponde a apenas 3,4% da área total de voo, enquanto para um robô com bússola, essa área precisa ser de apenas 0,25%. Isso possibilita a navegação com um cérebro minúsculo”, explicou Guido.

Os pesquisadores explicaram que a tecnologia ainda enfrenta dificuldades de navegação em determinadas situações. Segundo eles, o sistema pode funcionar em diferentes ambientes; no entanto, se o cenário se tornar excessivamente labiríntico, será impossível retornar diretamente para a base. Nesses casos, uma estratégia de seguimento de rota faria mais sentido. Além disso, localizar a base em um campo aberto é muito mais difícil para o aprendizado visual do que em locais com objetos de referência próximos.

Um dos principais desafios observados foi a influência do vento. As rajadas forçaram o drone a se inclinar, dificultando o uso das imagens para navegação. Em trajetos mais longos, localizar a base com precisão torna-se ainda mais difícil, o que os pesquisadores apontam como uma possível explicação para o comportamento das abelhas ao escolherem o local de uma nova colmeia.

Marcelo Becker evidencia também a inovação tecnológica como um avanço econômico, capaz de tornar drones mais baratos e acessíveis: “Os pesquisadores desenvolveram essa estratégia usando pouca memória e, com a quantidade de memória reduzida, terá pouco gasto de energia. Isso abre um caminho para gente ter drones menores, mais leves e mais baratos”, disse.

O pesquisador Guido aponta as aplicações futuras da tecnologia: “Demonstramos que a estratégia ‘Bee-Nav’ proposta funciona em diversos ambientes do mundo real. No entanto, para aplicações práticas, serão necessários mais investimentos em pesquisa e desenvolvimento”.

comportamentos poderiam ajudar a explicar como espécies ancestrais realizaram a transição para ambientes terrestres.

Os pesquisadores desenvolveram inicialmente um modelo computacional baseado nos movimentos de Polypterus senegalus, um bichir cinza nativo da África, além de outras espécies capazes de caminhar. O modelo identificou padrões de locomoção semelhantes em diferentes grupos de peixes.

Ishida e sua equipe denominaram esse padrão de movimento de marcha ondulatória em tripé. Nesse tipo de locomoção, o peixe ancora o corpo com as nadadeiras dianteiras ou a cabeça e utiliza a cauda para impulsionar o restante do corpo a partir desses pontos de apoio.

Em seguida, os pesquisadores construíram um peixe-robô físico para testar as hipóteses. Os resultados mostraram que o movimento mais eficiente reproduzia de forma bastante próxima os deslocamentos observados no bichir e os previstos pelo modelo computacional.

Jonata Arruda destaca ainda o potencial dos robôs para a pesquisa evolutiva: “Robôs permitem reconstruir cenários plausíveis e explorar os limites do que era biologicamente possível. Nesse sentido, eles funcionam como verdadeiras máquinas do tempo científicas: não trazem o passado de volta, mas ajudam a torná-lo mais compreensível”. **(Roberta Bianca)**