

Jak měřit inteligenci robotů inspirovaných přírodou? Studie s první autorkou z FEL ČVUT navrhuje nový způsob hodnocení robotických systémů

24.3.2026 - | Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze

Jak srovnávat roboty, kteří se mají pohybovat pružně, bezpečně a energeticky úsporně v proměnlivém prostředí? Odpověď na tuto otázku přináší mezinárodní studie A Benchmarking Framework for Embodied Neuromorphic Agents publikovaná v prestižním časopise Nature Machine Intelligence.

Autoři z vědeckých institucí Česka, Itálie, Dánska, Švýcarska, Velké Británie, USA, Pákistánu a Singapuru v ní představují nový rámec pro hodnocení robotických systémů, které propojují neuromorfní výpočty inspirované fungováním nervové soustavy s fyzickým tělem robota a jeho interakcí s okolím. První autorkou studie je dr. Giulia D'Angelo, spoluautorem pak doc. Matěj Hoffmann, oba působí na katedře kybernetiky Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze.

Pozornost výzkumníků se obrací k vtělené inteligenci

Vývoj robotů, kteří mají fungovat mimo laboratorní podmínky, dnes naráží na zásadní problém: nestačí, aby robot úlohu jen splnil. Musí ji zvládnout rychle, spolehlivě, s nízkou spotřebou energie a zároveň bezpečně v kontaktu s okolím. Právě proto se stále více pozornosti obrací k takzvané vtělené inteligenci, tedy přístupu, v němž inteligentní chování nevzniká pouze ve „výpočetním mozku“, ale ze souhry řízení, těla a prostředí.

„Dnešní robotické systémy už nemůžeme hodnotit jen podle toho, jestli dosáhnou cíle. Potřebujeme sledovat také to, jak rychle reagují, jak efektivně využívají energii, jak se přizpůsobují změnám prostředí a nakolik dokážou využít samotné vlastnosti svého těla. Ukazujeme, že kombinace neuromorfních výpočtů a měkké robotiky nabízí přirozené řešení těchto výzev. Právě na to se zaměřuje námi navržený hodnoticí rámec,“ říká dr. Giulia D'Angelo z FEL ČVUT.

Nové metriky pro novou generaci robotů

Autoři studie navrhují rámec, který kombinuje klasické ukazatele robotiky s metrikami lépe vystihujícími chování systémů inspirovaných biologií. Nejde tedy jen o úspěšnost splnění úkolu, ale také o reakční dobu, spotřebu energie, schopnost adaptace, komplexitu systému nebo dopad na okolní prostředí.

Součástí návrhu je i sada modelových úloh, na nichž lze tyto systémy porovnávat v reálnějších scénářích. Patří mezi ně například pohyb mezi statickými a dynamickými překážkami, průchod různými typy terénu, přizpůsobení řízení při změně mechanických vlastností robota nebo manipulace s pevnými i deformovatelnými objekty.

„Smyslem je nabídnout výzkumné komunitě společný, otevřený a reprodukovatelný základ, na němž bude možné férově porovnávat různé přístupy k řízení robotů v podmínkách, které se více blíží skutečnému světu,“ doplňuje dr. Giulia D'Angelo.

Když tělo není jen nosičem řídicí jednotky

Studie propojuje dvě klíčové oblasti současné robotiky: neuromorfní výpočty a měkkou robotiku. Neuromorfní systémy napodobují fungování nervové soustavy a umožňují rychlé a úsporné zpracování informací.

Měkká robotika („soft robotics“) naopak pracuje s poddajnými materiály, jako je silikon, místo tradičních tuhých konstrukcí z kovu a plastů. Takové roboty často nemají klasické klouby a mohou mít prakticky nekonečný počet stupňů volnosti – podobně jako chapadla chobotnice. Právě biologická inspirace umožňuje lepší přizpůsobení prostředí a bezpečnější interakci s člověkem. Mezi průkopníky tohoto směru patří i spoluautorka studie Cecilia Laschi, která vedla známý projekt robotické chobotnice.

Právě spojení neuromorfních výpočtů a měkké robotiky podle autorů otevírá cestu k robotům, kteří budou vhodnější pro práci v dynamickém, nepředvídatelném nebo pro člověka nebezpečném prostředí.

„Na této práci je cenné i to, že ukazuje potřebu hodnotit robotické systémy jako celek. Inteligence nevzniká jen v řídicí architektuře, ale v neustálé souhře mezi výpočtem, tělem a prostředím. To je oblast, které se na FEL dlouhodobě věnujeme,“ říká spoluautor studie doc. Matěj Hoffmann, vedoucí skupiny humanoidní robotiky na katedře kybernetiky FEL ČVUT.

Giulia D'Angelo rozvíjí výzkum na pomezí neurověd, AI a robotiky

Publikace dále potvrzuje vědecký profil Dr. Giulie D'Angelo, která na FEL ČVUT rozvíjí výzkum na pomezí neurověd, umělé inteligence a robotiky. Jako odborná asistentka vede laboratoř Neuro-inspired Perception and Cognition Lab, zaměřenou na využití event-based vision a neuromorfních výpočtů pro energeticky efektivní systémy aktivního vidění v reálném čase.

FEL ČVUT její práci již dříve vyzdvihla v souvislosti s mezinárodním oceněním Le Tecnovisionarie® 2025 a 2025 Nature Communications Editors' Highlights; obojí získala za svůj výzkum i jeho širší společenský dopad.

Nová studie zapadá do širšího výzkumného směru na FEL ČVUT, který propojuje biologickou inspiraci, neuromorfní výpočty a robotické systémy schopné adaptivního chování v reálném čase.

O studii

Studie *A Benchmarking Framework for Embodied Neuromorphic Agents* vznikla v mezinárodní spolupráci výzkumníků z několika evropských i mimoevropských institucí včetně University of Cambridge či ETH Curych. Za FEL ČVUT se na ní podíleli dr. Giulia D'Angelo a doc. Matěj Hoffmann z katedry kybernetiky. Text navrhuje otevřený rámec pro hodnocení robotických systémů, které propojují neuromorfní řízení, fyzické tělo robota a jeho interakci s prostředím.

<https://fel.cvut.cz/cs/aktualne/novinky/83822-jak-merit-inteligenci-robotu-inspirovanych-prirodou-studie-s-prvni-autorkou-z-fel-cvut-navrhuje-novy-zpusob-hodnoceni-robotickych-systemu>