

Z Prahy do Berkeley: Jak učíme stroje objevovat fyziku

5.5.2026 - Viktorie Dittrichová | Fakulta informačních technologií ČVUT v Praze

Fakulta informačních technologií ČVUT v Praze (FIT ČVUT) zahájila novou výzkumnou spolupráci s Kalifornskou univerzitou v Berkeley, jednou z nejprestižnějších univerzit světa a dlouholetou špičkou v oblasti výpočetní vědy, fyziky i umělé inteligence. S bohatou historií nositelů Nobelovy ceny a průkopnickými objevy sahajícími od cyklotronu až po moderní vysoce výkonné počítání nastavuje Berkeley ten nejvyšší standard vědecké excelence.

Cílem spolupráce je výrazně zrychlit jednu z nejnáročnějších simulací ve fyzice, chování plazmatu, onoho nabitého a turbulentního „čtvrtého skupenství hmoty“, jež vyplňuje hvězdy, termojaderné reaktory i prostor kolem naší planety, tím, že části fyziky necháme naučit se neuronové sítě. Klasické simulace typu particle-in-cell (PIC) spotřebují obrovské množství strojového času opakovaným řešením stále stejných rovnic (Poissonovy, Maxwellovy, Vlasovovy-Poissonovy), které popisují, jak z pohybujících se nábojů vznikají elektrická a magnetická pole. Společný tým FIT ČVUT a Berkeley trénuje modely strojového učení, jež tyto výpočty přímo odhadují, zachovávají přesnost tam, kde na ní záleží a zkracují dobu výpočtu z hodin na minuty u úloh, které by jinak byly mimo dosah.

Druhá linie výzkumu řeší dlouhodobý problém PIC kódů (šumu z částic). Protože simulované plazma je zastoupeno konečným počtem makročastic, pole spočtená z jejich poloh jsou zatížena statistickým šumem. Jednoduché řešení, tj. použít víc částic, je výpočetně velmi náročné. Tým proto zkoumá metody založené na strojovém učení, konkrétně denoisery a fyzikálně informované neuronové sítě (PINN), které dokážou ze zašuměných dat rekonstruovat pole a přitom zachovat fyzikální zákony. Cílem je oddělit skutečný signál od šumu s využitím znalosti rovnic.

Třetí směr jde ještě dál - trénuje emulátory, které dokážou „přeskočit“ více časových kroků najednou. To by umožnilo efektivněji simulovat jevy probíhající na velmi rozdílných časových a prostorových škálách.

Pověst Berkeley ve fyzice a výpočetní vědě nemá obdoby, FIT ČVUT si však přináší svou vlastní, osobitou sílu. Fakulta vybudovala pevnou tradici ve strojovém učení a aplikované matematice a její studenti jsou talentovaní, vybíráni vysoce konkurenčním procesem a vedeni k tomu, aby silná teorie šla ruku v ruce se skutečnou schopností.

Doktorand Ing. Matěj Jech pod vedením Mgr. Alexandera Kovalenka, Ph.D. přispívá do WarpX, open-source PIC frameworku třídy exascale vyvíjeného týmem v Berkeley a využívaného fyziky plazmatu po celém světě.

„Naše práce si klade za cíl integrovat komponenty strojového učení přímo do kódu WarpX, takže pokroky vzešlé ze spolupráce nezůstanou uvězněny v článcích, ale skončí jako nástroje, které si širší komunita může stáhnout, prohlédnout a stavět na nich,“ říká Matěj Jech.

<https://fit.cvut.cz/cs/zivot-na-fit/aktualne/zpravy/24693-z-prahy-do-berkeley-jak-ucime-stroje-objevovat-fyziku>