

CHOB

Robotické

Představa chemických robotů, tak maličkých, že by dokázali dopravit přímo do nádorové buňky léčivou látku, diagnostikovat závažná onemocnění, odstraňovat zubní kámen nebo třeba čistit kontaminované životní prostředí, připadá leckomu jako skutečné fantazírování. Docent ing. František Štěpánek, Ph.D., z pražské VŠCHT je však o úspěchu svého výzkumu, na který mu Evropská unie nedávno přispěla částkou téměř dvou milionů eur, zcela přesvědčen.

Pod názvem Chobotix se skrývá zřejmě nejzajímavější vědecký výzkum, který na našem území probíhal, probíhá a bude probíhat. Jeho cílem je vyvinout takzvané chemické roboty – uměle vyrobené částice velikosti desítek až stovek mikrometrů se schopností nezávisle se pohybovat v daném prostředí a nosit či absorbovat jinou látku. Projekt je výjimečný už jen tím, že grant poskytla Evropská výzkumná rada, která většinou podporuje výlučně projekty, jež mají potenciál v případě úspěchu způsobit zásadní posun ve stávajících technologiích. S ohledem na dlouhodobý trend miniaturizace a robotizace nelze sice vyloučit, že žádný jiný vědec na myšlenku chemických robotů nepřišel, ale v systematickém výzkumu tohoto fenoménu ponese ČR světové prvenství.

Nanorobotí roje proti rakovině

Při hledání názvu projektu se stal docentu Štěpánkovi inspirací veleúspěšný snímek Matrix, v němž na lidské kosmické lodi útočí hejna mechanických „swarm“ robotů, tedy nezávisle fungujících entit naprogramovaných pro společnou misi – v tomto případě zničit člověka. Úkolem miniaturních chemických robotů Chobotix by však měl být pravý opak, tedy chránit člověka.

Profesor Štěpánek vycházel z myšlenky, že miniaturizovat roboty založené na elektromechanických principech nelze donekonečna, protože již při velikosti v řádu milimetrů přestává být jejich využití praktické. Došel tedy k závěru, že zde musí nastoupit chemie založená na interakci mezi molekulami či supramolekulárními strukturami. Chemičtí roboti by podle Štěpánka mohli rozšířit technické schopnosti lidstva o možnost strukturovat hmotu na úrovni stovek nanometrů až jednotek či desítek mikrometrů a modifikovat ji nejen mechanicky, ale právě chemicky. V živé přírodě kráčí ruku v ruce struktura i funkčnost na všech úrovních, od molekulární až po makroskopickou. Například člověk je stvořen z orgánů, orgány z buněk, buňky z organel, organely z makromolekul, makromolekuly z monomerů, přičemž každá jednotka má na jednotlivé úrovni svou funkci, kterou vykonává.

Základem je buňka

Vzorem pro chemické roboty jsou jednobuněčné organismy. Cílem projektu je vytvořit částice s podobnými vlastnostmi, jako mají jednobuněčné organismy, tedy schopností nezávisle se pohybovat v určitém prostředí,

selektivně absorbovat nebo vylučovat určité molekuly a reagovat na své okolí. Chemičtí roboti nebudou mít centrální kontrolu, nepůjde o jakési modely na vysílačku. Mohli by se pohybovat na principu chemotaxe spočívající v tom, že pokud lokálně objeví nějakou nadprahovou hodnotu či koncentraci vybrané signální molekuly, zareagují tak, že například otevřou své „póry“ a vyloučí aktivní složku. Tedy bude-li například úkolem vyhledat v nějakém prostředí zdroj kontaminace a pak ji odbourat, náhodně rozptýlení chemičtí roboti se k tomuto zdroji stáhnou a pak jej na buněčné úrovni zneutralizují.

Nosiči i zvědové

Možnosti, jak využít chemické roboty, jsou široké. První oblast představuje řízené vylučování léčiv nebo obecně aktivních látek, které je žádoucí doručit pouze na konkrétní místo určené v živém organismu, ať už jde o lidské tělo nebo rostlinu.

Druhou oblastí je řízená absorpce látek, které jsou již rozptýlené v prostředí, což mohou být například kontaminanty nebo jiné nežádoucí látky. Pokud bychom je chtěli zkoncentrovat a z tohoto prostředí odstranit, chemičtí roboti by mohli fungovat jako jakési „minivysavače“, které

OTIX:

molekuly

Nenechte se zmást něžnou barevností, díváte se na rakovinné buňky pod mikroskopem. Až k nim by mohli chemičti roboti donést například chemoterapeutické přípravky a zahubit nemoc přímo v napadených buňkách.

se dokážou šířit těžko dostupným prostředím, a buď nežádoucí látku přímo v sobě neutralizovat nějakou chemickou přeměnou, nebo ji nasát a potom z daného prostředí vyplavit a dekontaminovat na jiném místě. Třetí oblastí využití je distribuovaná diagnostika. Jde o sbírání dat a měření fyzikálních veličin, které nejsou přesně lokalizovány, čili nelze předem definovat jeden bod, v němž by měly být změřeny. Pokud by se do takového prostředí zavedl roj chemických robotů, změřil by koncentraci, teplotu nebo jinou fyzikální veličinu přesně podle lokálních podmínek. Tak by bylo možné například získat představu o tom, zda se v tkáni vyskytuje nějaký parazit, a pokud ano, kde přesně se nachází. Chemičtí roboti tak mohou sloužit jako zvědové, kteří propátrají určité prostředí a přinesou nám zpět informaci o tom, co „viděli“.

Boj s rakovinou i zubní pasta

Chemičtí roboti se zkrátka mohou podílet na odstraňování zubního kazu stejně jako na opravě zkorodovaného tištěného spoje či přesné aplikaci hnojiva nebo chemického postřiku. Například agrochemikálie by pak bylo možné používat ve vyšších a účinnějších koncentracích, aniž by současně zamořily okolní prostředí. Roboti by byli naprogramováni zanechat látku třeba jen do specifické části rostliny, například pouze na spodní části listů. Chemický robot by pak látku dodal pouze na místo působení, a navíc by ji mohl dopravit ve

formě prekurzorů, tedy molekul, z nichž by se až na místě tato aktivní složka syntetizovala. Jednorázovou aplikací by bylo možné na několik týdnů či měsíců zajistit, aby se v místě určení látka podle potřeby lokálně vytvářela. Šlo by tak o zcela převratný koncept dávkování aktivních látek do prostředí.

Na stejném principu by se chemičtí roboti mohli uplatnit i v lékařství. Například při léčbě rakoviny jsou chemoterapii vystaveny všechny části těla, byť je rakovinotvorný nádor lokalizován. Abychom bezpečně zahubili rakovinotvorné buňky, bylo by žádoucí podat vyšší koncentraci této látky, což ovšem není možné, protože by byla toxická i pro ostatní části těla. Pokud by však látka byla zapouzdřena v chemickém robotovi, který by vyhledal pouze onu rakovinotvornou buňku a tam léčivou substanci lokálně vypustil, pak může být místní koncentrace látky dostatečně vysoká, aby požadovanou buňku zahubila a zbytek těla jí nebyl vystaven. Veškeré vedlejší účinky budou minimalizovány a terapie se stane mnohem účinnější. Řada chorob není léčitelná jen proto, že již objevenou léčivou látku nelze bezpečně a dlouhodobě aplikovat kvůli vedlejším účinkům, a proto lék neprošel klinickými testy. Chemický robot by aplikaci takového léčiva umožnil.

Obtížná integrace

Hlavním úkolem výzkumu Štěpánkova multidisciplinárního týmu je však



Doc. ing. František Štěpánek, Ph.D.,

získal po absolvování VŠCHT v Praze doktorát na univerzitě Pierra a Marie Curieových v Paříži, poté pracoval ve výzkumu firmy Unilever ve Velké Británii a následně na londýnské Imperial College, kde jako hostující profesor působí nadále. Má zkušenosti ze spolupráce s chemickými, farmaceutickými a agrochemickými firmami. Za své vědecké úspěchy získal několik významných zahraničních ocenění a také medaili českého ministra školství. Vstřícnost pražské VŠCHT mu nedávno umožnila otevřít na Fakultě chemicko-inženýrské novou Laboratoř chemické robotiky.

chemického robota nejprve zkoncipovat a poté zajistit jeho dopravu na cílové místo, vybavit ho schopností toto místo rozpoznat, zajistit bezpečné zapouzdření příslušné látky a její vyloučení až v cílovém místě. Toto zadání však samozřejmě provází řada problémů, z nichž každý je poměrně složitý, a cílem vědců je integrovat jednotlivé součásti řešení do funkčního celku: povrchovou modifikaci částic, syntézu membrán, které budou adaptivně měnit svou propustnost, technologii zapouzdření atd. Překážek je mnoho, ale docent Štěpánek neztrácí optimismus. „Myslím, že není nereálné, že bychom se chemického robota dočkali ještě za mého života,“ předpokládá.