

# Intelligence roje

Mnohočlenná zvířecí společenství zvládají úlohy, na jaké by jedinec nikdy nestačil. Chytrého vynálezce přírody začíná využívat technika – v podobě tzv. „swarm computingu“. *Manfred Flohr, autor@chip.cz*

**O**d mravenců se výzkumníci firmy Siemens nechávají inspirovat často. Svou nejmilejší vizi zasadili do roku 2020: malé mobilní strojky, které vypadají jako nějací obří mravenci, pracují ve velké výšce na jednom z mrakodrapů v New Yorku. Shromažďují tam informace z okolí, vzájemně komunikují a společně řeší úkol, který jim byl zadán. Takoveto „autonomní zasíťované systémy“ (Autonomous Networked Systems – „ants“ čili anglicky „mravenci“) by podle názorů expertů mohly jednoho dne provádět inspekce v těžko přístupných nebo nebezpečných místech a převzít mobilní kontrolní úlohy.

V čem spočívá jejich hlavní přínos? Poněvadž si informace vzájemně vyměňují, nemusí být žádný z umělých „mravenců“ nijak zvlášť chytrý – jejich inteligence vzniká teprve propojením ve velkém celku. Kvůli schopnosti orientace jsou jednotliví členové „stáda“ vybaveni GPS, kamerou a systémem pro rozpoznávání obrazů. Díky tomu mohou stejný objekt pozorovat z různých úhlů a vzájemně si pomáhat při interpretaci svých kamerových záběrů.

Při hledání efektivnějších řešení každodenních problémů se výzkumníci a vývojáři stále častěji řídí úspěšným modelem z přírody – je jím „roj“. Hejna ryb či ptáků, hmyzí společenství – všechny takové celky disponují tzv. inteligencí roje a jako komplexní systém zvládají i složité úkoly. Toto chování se ostatně stalo i námětem sci-fi bestselleru Franka Schätzinga *Vzpouza oceánů*.

V kolektivu vystačí jedinec s pouhými několika pravidly. Například let ptáků v hejnu lze popsat pouhými třemi zásadami: „Uхни dřív, než dojde ke kolizi!“, „Leť stejně rychle jako tví sousedé!“, „Snaž se letět do pozorovaného středu!“. Tyto jednoduché předpisy stačí počítačové simulaci k tomu, aby napodobila realistické skupinové chování. V hollywoodských animačních studiích tak vznikají pospolitosti „zvířat“, která jednají k nerozeznání od skutečných. Trochu komplikovanější je zachytit chování hmyzích společenství, například mravenců nebo včel, která si staví umělá obydlí a jejichž členové třeba přenášejí břemena nebo nacházejí nejkratší cestu ke zdroji potravy. Avšak i jejich kolektivní jednání dokážou informatici matematicky zformulovat.

## Chování zvířat lze popsat vzorci

Velmi dobře už se to daří u „mravenčích algoritmů“. Způsob, jakým mravenci prostřednictvím pachových značek – feromonů – vypátrají nejkratší cestu mezi zdrojem potravy a obydlím, posloužil jako předloha pro řešení logistických a optimalizačních problémů, například při směřování v telekomunikačních sítích. Softwaroví mravenci napodobují chování svých přírodních vzorů tak, že proměnné veličiny hledaného řešení postupně zpřesňují jako při hledání cesty. Výběrovým kritériem je kvalita předchozí volby možných hodnot proměnných, která odpovídá feromonové hodnotě u mravenců.



## Mravenčí cestička jako vzor

Mravenci nacházejí nejkratší cesty díky značkám svých předchůdců. Při rovnosti tras se všichni dají cestou nalezenou nejdříve. Tuto taktiku dnes hojně využívají informatici.

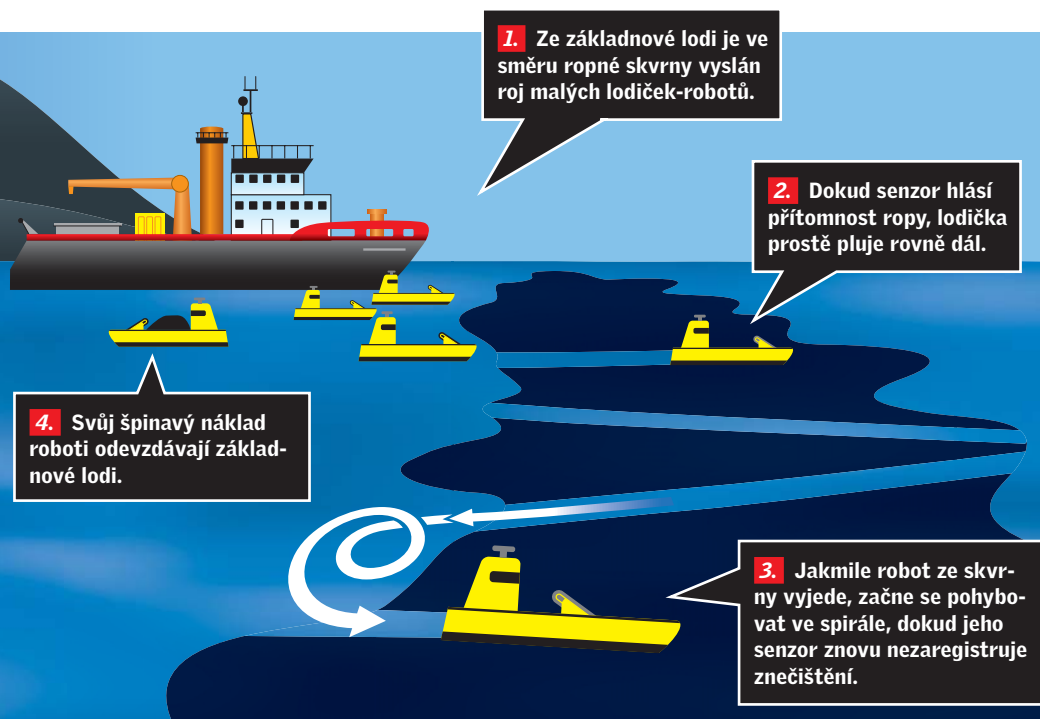


## Intelligence pod kobercem

Zasíťovaný prostor zjistí prostřednictvím podlahových senzorů, kolik osob je v něm přítomno a kde se nacházejí. Technika se těmto podmínkám automaticky přizpůsobí.

## High-tech proti ropným skvrnám

Výzkumníci Fraunhoferova institutu vyvíjejí robotický roj, který má samostatně odstraňovat olejová znečištění mořské hladiny. Jakmile lodičky doplují k ropné skvrně, orientují se pomocí senzorů, vzájemně komunikují a ropu společně odsávají.



→ Naléhavým úkolem softwaru je simulovat tzv. „context awareness“ neboli schopnost uvědomovat si souvislosti – tedy z dostupných údajů zjistit, v jaké situaci se člověk nebo jiný objekt právě nachází a jak by inteligentní okolí mohlo reagovat. Siemens už tyto metody nasazuje v oblastech domácích sítí a techniky budov. „Charakteristickým znakem našich řešení zcela rozdílných úloh je společná softwarová architektura,“ objasňuje princip dr. Cornel Klein z vývojového oddělení Siemens Corporate Technology.

### V roji proti ropným skvrnám

Zatímco nasazení mechanických „mravenců“ na výškových domech je ještě hudbou budoucnosti, projekt robotického roje v moři už nabývá konkrétních obrysů: vědci Fraunhoferova insti-



**„Intelligence roje funguje nejlépe, jsou-li všichni jedinci stejně hloupí.“**

Dennis Fritsch, Fraunhoferův institut IPA

tutu pro výrobní techniku a automatizaci (IPA) chtějí tímto způsobem likvidovat ropné skvrny na hladině. Roboty jsou v tomto scénáři lodičky podobné katamaránům, s odsávacím zařízením mezi oběma plováky. Jak tvrdí Dennis Fritsch, expert na robotiku v IPA, roj s distribuovanou inteligencí se pro takové nasazení výborně hodí. To se totiž nedá centrálně naplánovat, neboť chování olejové či naftové skvrny atd. nelze spolehlivě předpovědět. Na hladinu se má se tedy „vyrojit“ až stovka robotů, kteří spolu komunikují, nacházejí znečišťující látku a odsávají ji. Aby svůj úkol zvládli, nemusí být ani zvlášť chytrí. „Intelligence roje funguje nejlépe, jsou-li všichni jedinci stejně hloupí,“ tvrdí dokonce Fritsch. Specializace uvnitř roje se na celkovém výsledku projeví jenom negativně. Výpadky se navíc dají snáze kompenzovat, jsou-li všichni „pracovníci“ stejní.

Pak je také vzorec pohybu úplně jednoduchý. Dokud autonomnímu „uklízeči“ jeho senzor hlásí, že se nachází v ropné skvrně, pokračuje přímo dál. Na hladině bez tohoto povlaku se pohybuje po spirále, dokud opět nenarazí na ropu. Čím více robotů na úkolu pracuje, tím lépe se dá znečištění odstranit. V současné době systém funguje teprve jako simulace s malými pojízdny roboty. Pohybující se skvrna je přitom projektorem promítána na podlahu. V rámci projektu EU se nyní bude rozhodovat, zda je celý úmysl realizovatelný. Pokud ano, mohla by první flotila čistících robotů vyplout asi během pěti let.

### Svět budoucnosti vzniká v laboratoři

Aby technické systémy jednaly jako roj, jejich jednotlivé komponenty nemusí být nutně mobilní. Fraunhoferův institut pro grafické zpracování dat (IGD) uvedl do provozu „Ambient Intelligence Lab“ – v této laboratoři, která je otevřena i pro potřeby průmyslu, je možno budoucí scénáře vyzkoušet ve speciálně zařízených prostorech. Vize výzkumníků je odvážná – svět, v němž nás obklopují roje inteligentních, vzájemně propojených a intuitivně ovladatelných přístrojů, které spolu komunikují prostřednictvím senzorů a rozpoznávají naše potřeby.

Jak by to jednou mohlo vypadat, to demonstruje v laboratoři IGD „inteligentní koberec“. V zasíťovaném prostoru koberec pomocí tlakových senzorů pozná, kolik osob je na konferenci přítomno a kde se v jednacím sále nacházejí. Pohybuje-li se některý z účastníků k řečnickému pultu, jeho PDA vyše podmínky prezentace, jako jsou světelné poměry, nastavení zvuku nebo projektoru, do příslušných přístrojů v místnosti. A jakmile přednáška začne, samočinně se vypnou mobilní telefony. Avšak propojení v sítích a intelligence roje samozřejmě nejsou požadovány jenom v zasedacích síních.

### Myslíci hráze a větrné elektrárny

Na baltském pobřeží chtějí vědci „swarm computing“ využívat při ochraně proti živelním pohromám. V rámci projektu Swarms vyvíjí Institut pro telematiku při Univerzitě v Lübecku spolu →

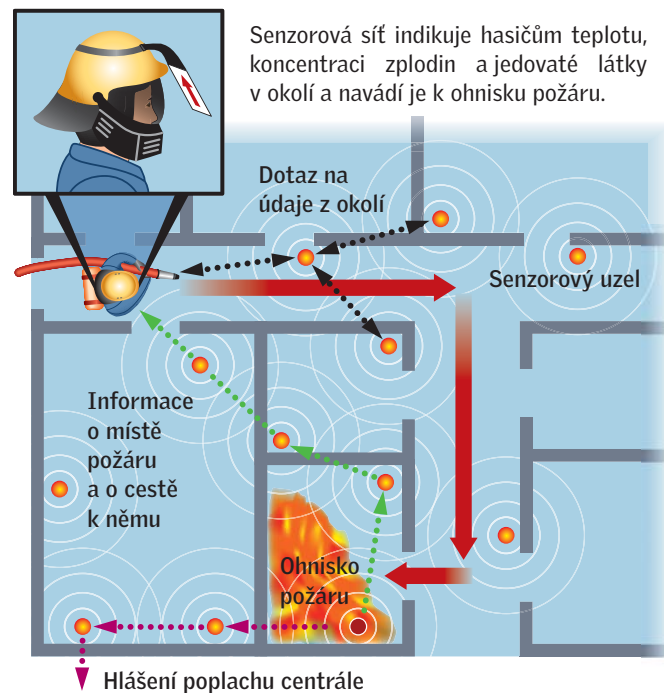
→ s akciovou společností Kommunikationssysteme Univerzity v Kielu bezdrátově zasíťované sensorové systémy, které mají chránit mořské pobřeží. Ochranné hráze tvoří naskládané pytle s pískem a vždy po několika metrech je jeden z nich vybaven moduly, které disponují malým počítačem, GPS, různými senzory a rádiovým rozhraním. Jestliže senzory zaregistrují prolomení hráze, okamžitě je tato informace předána dál. Velkým problémem tohoto výzkumného projektu je dosud přesné určení místa – hlouběji ležící pytel nemá žádný „výhled“ nahoru, a těžko proto může přijímat signál GPS. Vědci však spoléhají na silnější signál evropského projektu Galileo, který by měl být v provozu během několika let.

Zatímco senzory v hrázích při nebezpečí jen vyhlásí poplach a iniciují ochranná opatření, jiné sensorové sítě jsou přímo propojeny s řídicím systémem. Například příbřežní parky větrných elektráren by mohly dodávat ještě více energie a byly by méně poruchové, kdyby vzájemně komunikovaly. Ve velkých zařízeních tohoto typu, jaká už dnes stojí před dánským pobřežím, jsou tucty rotorů uspořádány v několika řadách za sebou. Siemens vyvinul koncepci jejich propojení komunikační sítí, která jim umožní vzájemně se podporovat. Větrníky v přední řadě tak budou předávat aktuálně naměřené údaje o větru svým „kolegům“ v zadních řadách. Ti se pak ihned mohou optimálně přizpůsobit momentálně vanoucí bríze nebo změnit nastavení rotorových listů při nebezpečných nárazech větru.

### Dohlížecí síť se propojí sama

V zásobování energií by rojím podobné sítě jednou mohly sehrát dokonce ještě důležitější roli. Až bude v budoucnu do plánované společné evropské energetické soustavy dodáván proud z obnovitelných zdrojů, jako je voda, vítr a slunce, takto gigantický systém nebude už podle názoru expertů možno ovládat z jednoho řídicího místa. „Musíme si rozmyslet, jak by proud mohl sám sebe kontrolovat,“ říká profesor Martin Greiner z firmy Siemens. Jeho vize předpokládá inteligenci tak rozprostřenou po elektrické síti, aby případné fluktuace dokázala zachytit hned v uzlových bodech, a ne až v jedině přetížené centrále. Tak by také bylo možné zabrá-

## Záchranáři v síti senzorů



nit obávaným velkým „blackoutům“. Než však dospějeme tak daleko, bude zapotřebí ještě hodně výzkumné práce.

V silničním provozu se distribuovaná inteligence uplatňuje už nyní. Pilotní projekty v hustě obydlených oblastech propojují systémy řízení dopravního provozu s koncovými zařízeními, jako jsou navigační přístroje a mobilní telefony. Potřebné údaje shromažďují tisíce senzorů. Ukryty v povrchu vozovek, na mostech nebo stožárech, neustále sbírají informace o hustotě provozu i o směru a rychlosti vozidel.

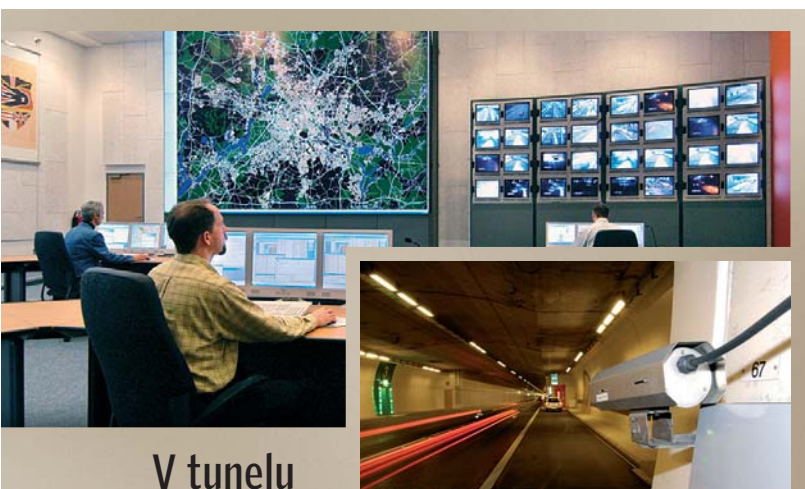
V kritických úsecích, jako jsou například tunely, je vhodné analyzovat data automaticky hned na místě. Švýcarský tunel u Giswilu je za tím účelem vybaven inteligentním sledovacím videosystémem. Zařízení dokáže včas detekovat požár na základě vývinu kouře, ale také rozpoznat stojící vozidla či zácpy. Vyhodnocovací algoritmy kvůli tomu porovnávají aktuální záběry s uloženými referenčními obrazy. Při déle trvající odchylce vyhlásí systém poplach a vyvolá řetězovou reakci bezpečnostních opatření: na semaforech se samočinně rozsvítí červená, zesílí se osvětlení, je aktivován odvod kouře.

V jedné budově zase podobné senzory, jaké jsou nasazeny v tunelu, ukazují hasičům nejlepší cestu k ohnisku požáru. Ve sledovací síti, která se sama ad hoc pospojuje, se vypadlé součásti automaticky nahrazují jinými. Také průběžnou údržbu může ideálním způsobem převzít inteligence roje: senzory se samy organizují tak, aby úlohy příliš vyčerpávající baterii převzalo okolí.

### Kontejnery si hledají cestu

Samy sebe organizovat a samostatně jednat budou v dohledné době také „myslící“ předměty, například kontejnery. S trochou inteligence – rozuměj: s malým čipem na palubě – budou, podobně jako mravenci v kolektivu, samostatně nacházet optimální přepravní cesty. Také dělba práce pak bude fungovat jako v mravenčím státě – kontejner X prostě požádá transportního robota Y: Doprav mě k odbavení na molo!

Manfred Flohr



## V tunelu

Všechny informace potřebné pro střežení provozu se sbíhají v řídicím středisku. V giswilské tunelu ve Švýcarsku jsou v případě nebezpečí aktivována vhodná bezpečnostní opatření prostřednictvím inteligentních kamer propojených s dalšími systémy.