

# NARAVA KOT NAVDIH RAČUNALNIŠTVU

► Karin Ljubič, Iztok Fister ml.



🔗 Algoritmi po vzorih iz narave se zgledujejo po urejenosti in delovanju številnih rastlinskih in živalskih vrst. (Risba: Karin Ljubič)

## Inteligenca rojev in drugih bioloških sistemov ter simulacija fizikalnih in kemijskih procesov ponuja osnovo za razvoj algoritmov, ki so namenjeni reševanju kompleksnih problemov v računalništvu, industriji, medicini in matematiki.

**V**ZORI IZ NARAVE PONUJAJO NOVE SMERNICE ZA RAZVOJ RAČUNALNIŠKIH ALGORITMOV. Računalniki postajajo vse zmogljivejši, zato z njihovo pomočjo lahko posnemamo različne procese iz narave in jih poskušamo uporabiti pri reševanju zapletenih problemov v resničnem svetu. Najstarejši predstavniki takšnih algoritmov so evolucijski algoritmi; ti posnemajo biološko teorijo boja za obstanek, ki jo je leta 1859 razvil Charles Darwin (ŽIT 2009/1, str. 21, ŽIT 2009/3, str. 26).

Algoritme po vzorih iz narave lahko razdelimo na štiri večje skupine. Prvi temeljijo na obnašanju inteligence rojev, drugi na naravni evoluciji, tretji na fizikalnih in kemijskih sistemih ter četrti na drugih zgledih iz narave in družbe.

*Algoritmi na osnovi inteligence rojev se danes uporabljajo pri razvoju robotov, usmerjanju v novih generacijah mobilnih omrežij in optimizaciji. Inteligenco rojev namreč odlikujejo pomembne lastnosti, ki jih lahko uporabimo pri simuliranju reševanja problema. Med najpomembnejše lastnosti inteligence roja spadajo porazdelitev nadzora med posameznike (decentralizacija), kolektivno obnašanje, podreitev vedenja posameznika vedenju sistema ter prilagodljivost na spremembe v okolju. Algoritmi na osnovi inteligence rojev torej simulirajo kolektivno obnašanje delcev v roju, ki tokrat predstavljajo populacijo rešitev. Algoritmi nato preiskujejo prostor rešitev z namenom, da se iz obstoječe pozicije v*

🔗 V 90. letih prejšnjega stoletja se je uveljavila nova družina algoritmov, ki temelji na vzorcih obnašanja v družinah živali, kot so mravlje, termiti, jate ptic, čebele itd., za katere je značilno, da živijo v samoorganiziranih in decentraliziranih skupinah, v katerih veljajo določena pravila.



⇒ Algoritmi, ki temeljijo na fizikalnih in kemijskih sistemih, se med drugim zgledujejo tudi po črnih luknjah, ki absorbirajo najslabše posameznike oz. rešitve v populaciji, rekah, ki se nepotrebnim okljukom na svoji poti izognejo s pomočjo odlaganja materiala, in drugih mehanizmi.



tem prostoru premaknemo na novo, boljšo pozicijo. To v prostoru izračunavajo na podlagi matematičnih enačb, ki opisujejo pojav, značilen za kolektivno obnašanje simulirane vzorca. Ti pojavi, na katerih temeljijo algoritmi oz. matematične enačbe, so npr. cvetno oprasovanje, podtikanje kukavičjih jajc, ehologacija netopirjev, iskanje hrane pri čebelah, uravnavanje svetilnosti pri kresnicah itd. Razvoj vrst algoritmov s tega področja še zdaleč ni končan, saj se nenehno pojavljajo novi. Najnovejši med njimi temeljijo na obnašanju družin volkov, psov in mačk. Upravičeno se torej lahko sprašujemo, koliko novega prinašajo in ali niso samo podmnožica

že odkritih. Pravo resnico o tem bo seveda prinesel čas.

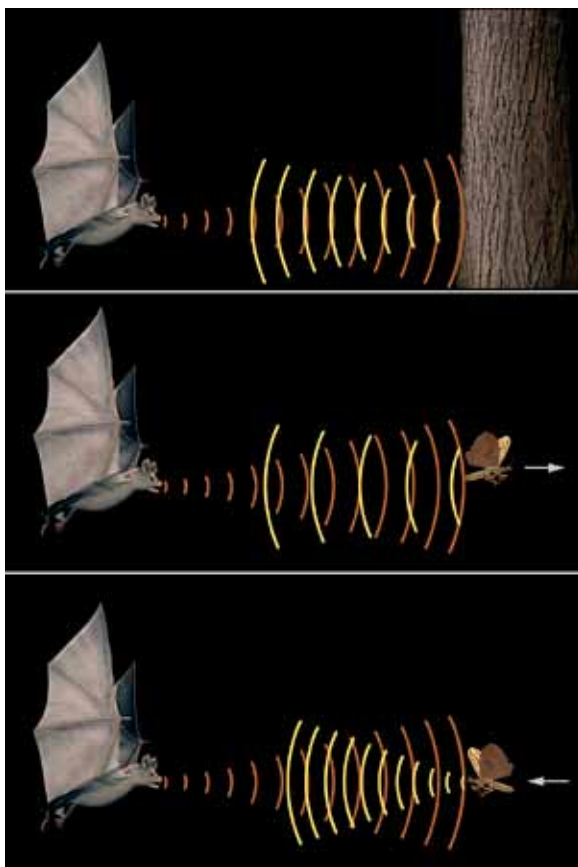
*Algoritmi, ki temeljijo na naravni evoluciji*, simulirajo delovanje naravne selekcije, ki jo je postavil Darwin. S pomočjo te teorije se je v računalništvu razvilo evolucijsko računanje, ki predpostavlja, da imajo v naravi največje možnosti za preživetje posamezniki, ki v procesu reprodukcije na potomce prenašajo svoje dobre lastnosti. Vsaka rešitev oz. vsak posameznik v populaciji rešitev je sestavljena iz elementov, ki jih v evlucijski terminologiji imenujemo tudi geni. V vsakem evlucijskem ciklu so posamezniki v populaciji izpostavljeni procesu reprodukcije, torej delovanju operatorjev križanja in mutacije. Križanje iz dveh posameznikov običajno generira dva potomca, mutacija pa spreminja neki naključno izbran element posameznika. Po reprodukciji vsakega potomca (potencialno rešitev) ovrednotimo, pri čemer uporabimo funkcijo uspešnosti, povezano s problemom, ki ga rešujemo. Ker algoritem v naslednjo generacijo evlucijskega procesa uvrsti le najboljše posameznike oz. rešitve, tako postopoma pridemo do najoptimalnejše rešitve problema.

V Sloveniji je bila že leta 2004 ustanovljena skupina z imenom *Algoritmi po vzorih iz narave* (AVN), ki redno organizira delavnice s področja računalniških metod po vzorih iz narave in delavnice evlucijskega računanja. Na njih se srečujejo študentje in mentorji z univerz ter iz raziskovalnih ustanov in podjetij. Delavnice potekajo izmenično na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko ter Institutu Jožef Stefan v Ljubljani. K sodelovanju so vabljeni vsi, ki se ukvarjajo s temi metodami ter si želijo pridobiti dodatno znanje in izkušnje na tem področju.

Tovrstne algoritme danes uspešno uporabljamo na različnih področjih optimizacije, modeliranja in simulacije.

*Algoritmi, ki temeljijo na fizikalnih in kemijskih sistemih, iščejo 'navdih' v fiziki in kemiji. Pri svojem delovanju torej simulirajo nekatere fizikalne in kemijske zakone, ki npr. vključujejo električni naboj, gravitacijo, ročne sisteme in druge zakonitosti. Podobno kot prej omenjeni algoritmi tudi ti algoritmi iščejo nove rešitve v prostoru preiskovanja, v tem primeru po določenih fizikalnih in kemijskih enačbah. Nekaj najzanimivejših algoritmov iz te skupine predstavljajo algoritmi na osnovi inteligentnega odlaganja materiala rek, iskanja ozvezdij, gravitacije, kemijskih reakcij itd. Eden izmed najnovejših predstavnikov naravnih algoritmov deluje na osnovi obnašanja netopirjev (ŽIT 2008/10, str. 54).*

Odgovor na vprašanje, kako omenjeni mehanizem uporabiti v računalništvu, je leta 2010 odkril profesor Xin-She Yang. Med svojim delovanjem na Univerzi v Cambridgeu je ustvaril zelo nenavaden, preprost in učinkovit algoritem, ki ga je povezal z naravnim obnašanjem netopirjev – eholoakcijo. (Pseudokod algoritma si lahko zainteresirani bralci pogledajo v navedenih virih na koncu prispevka.) Algoritem na osnovi obnašanja netopirjev je bil doslej uporabljen že v veliko aplikacijah v resničnem svetu, med drugim pri obdelavi slik, filtriranju neželene pošte ter različnih vrstah razporejanja in podatkovnega rudarjenja. V prihodnje lahko pričakujemo še večjo uporabo in nove izpopolnitve algoritma, ki se bo znal še uspešneje spopadati z različnimi problemi.



#### VIRI IN LITERATURA

- ▶ J. Kennedy and R. Eberhart: Particle swarm optimization; IEEE International Conference on Neural Networks, Proceedings, 1995; 4; 1942–1948.
- ▶ X. S. Yang: A new metaheuristic bat-inspired algorithm; Nature inspired cooperative strategies for optimization, Springer, 2010; 65–74.

#### SPLETNI NASLOVI

- ▶ <http://ev.fe.uni-lj.si/1-2-2013/Fister.pdf> članek z natančnim opisom algoritma na osnovi obnašanja netopirjev
- ▶ <https://labraj.uni-mb.si/avn/> domača stran slovenskega društva AVN
- ▶ <http://www.cleveralgorithms.com/nature-inspired/index.html> prek spleta dostopna knjiga o obravnavani tematiki

↻ Netopirji so edini sesalci, ki lahko letijo in ne samo jadrajo, kar jim omogoča letalna mreža. Med letenjem oddajajo ultrazvočne valove, ki se od predmetov v okolici odbijajo nazaj k njim. Na podlagi gostote prejetih odmevov potem določijo bližino ovire, čemur rečemo eholoakcija.