Név:	Osztály

Honnan tudja egy hangya, hogy merre van a legrövidebb út?

Egy hangyának nincs térképe, nincs GPS-e. Mégis, ha a hangyák felfedeznek egy morzsát a konyha túlsó sarkában, hamarosan egész hangyasor vonulhat felé, gyakran egy rövid útvonalon.

Mi mutatja meg nekik az utat? Van köztük egy apró útvonaltervező?

A válasz meglepő lehet. Bizonyos hangyafajoknál a rövidebb út kiválasztásához nincs szükség irányítóra. Sok hangya egyszerű döntéseiből alakul ki a közös útvonal. Mintha a boly együtt oldana meg egy matematikai feladatot.

Két híd, egy finom falat

Képzeld el, hogy egy hangyabolyból két híd vezet ugyanahhoz a táplálékhoz. Az egyik rövidebb, a másik hosszabb. Vajon melyiken indulnak el a hangyák?

Belgiumban dolgozó kutatók éppen ezt vizsgálták argentin hangyákkal. A kísérlet elején a hangyák mindkét útvonalat használták, később azonban a forgalom egyre inkább a rövidebb útra terelődött.

Pedig nem állt a kereszteződésben egy hangya sem **Erre rövidebb!** feliratú táblával.

A titok egy illatnyom, amelyet a hangyák a talajon hagynak. Ezt a kémiai jelzést feromonnak nevezzük. A kísérletben vizsgált hangyák nagyobb eséllyel választották azt az útvonalat, ahol erősebb illatnyomot érzékeltek.

A rövidebb úton haladók hamarabb jutottak el a morzsáig, ezért a visszafelé tartó hangyák illatnyoma is hamarabb jelent ott meg. Ez újabb hangyákat vonzott, amelyek tovább erősítették a jelzést.

Ez az önmagát erősítő folyamat a pozitív visszacsatolás. A *pozitív* itt azt jelenti, hogy a folyamat felerősíti önmagát.

Az illatnyom közben idővel gyengül. Ahol kevés hangya jár, ott ritkábban frissül fel az útjelzés.

Mi történik, ha eleinte csak a hosszú hídon lehet közlekedni, és a rövidet később nyitják meg?

Azt gondolhatnánk, hogy a hangyák rögtön átköltöznek az újonnan megnyitott rövidebb útra. A kísérletben azonban többnyire a hosszabb útvonalon maradtak. Ott addigra már olyan erős illatnyom alakult ki, hogy továbbra is az vonzotta őket.

Név:	Osztály

Vagyis ugyanaz a folyamat, amely segíthet megtalálni a rövidebb utat, egy megszokott kerülőn is tarthatja a bolyt.

A sivatagi hangya különleges lépésmérője

Nem minden hangya követ illatnyomot. A *Cataglyphis* nevű sivatagi hangyák egyedül indulnak élelmet keresni. A forró homokon ide-oda kanyarognak, de amikor találnak valamit, szinte egyenes vonalban mennek haza.

Honnan tudják, merre van a fészek?

Két dolgot figyelnek közben:

- az irányt, amit az égbolt fényéből olvasnak le, mintha iránytűjük lenne; és
- a távolságot, amit a lépéseikből mérnek.

Olyan ez, mintha a fejükben egy láthatatlan nyíl lenne, ami mindig ezt mutatja: „Arra van az otthonom, és körülbelül ennyire.” Minden lépéssel frissül.

Honnan tudjuk, hogy a lépéseiket számolják?

A kutatók egy ügyes kísérletet találtak ki. Amikor a hangyák elérték az etetőt, néhányuk lábára apró toldást ragasztottak, mintha gólyalábat kaptak volna. Másoknak kicsit megrövidítették a lábát.

A hosszabb lábú hangyák hazafelé túlmentek a fészken, míg a rövidebb lábú hangyák túl korán kezdték keresni a fészket.

Miért történt ez? Mert ugyanannyi lépést tettek meg, mint odafelé, csak a lépéseik lettek hosszabbak vagy rövidebbek. Ebből tudjuk, hogy a sivatagi hangya a lépéseiből méri a távolságot, mint egy élő lépésszámláló.



Amikor a számítógép a hangyáktól tanul

Képzelj el egy futárt. Reggel elindul a telephelyről, több címre visz csomagot, este pedig visszatér. Milyen sorrendben menjen, hogy a lehető legrövidebb utat tegye meg? Ez a matematika egyik híres feladata, az utazó ügynök problémája.

Elsőre egyszerűnek tűnik, pedig a lehetőségek száma nagyon gyorsan nő. Ha a telephelyet is beleszámoljuk a helyszínek közé, és egy útvonalat oda-vissza bejárva csak egyszer számolunk, akkor 5 helyszínnél 12 különböző útvonal van, míg 10 helyszínnél már 181 440 (százhetvenegyezer-négyszáznegyven).

Ha még több a cím, egy számítógépnek is túl sokáig tartana minden sorrendet kipróbálni.

Név:	Osztály

Itt jönnek a képbe a hangyák. Marco Dorigo olasz kutató 1992-ben olyan módszert mutatott be, amelyben virtuális hangyák járják be a lehetséges útvonalakat. Ugyanúgy működnek, mint az igaziak. A rövidebb utat erősebb digitális illatnyommal jelölik meg. Így a következő hangyák nagyobb eséllyel választják azt. Az illatnyomok idővel halványulnak. Így a rossz utak lassan elfelejtődnek.

A virtuális hangyák követik a nyomokat, de néha új utakat is kipróbálnak. Lépésről lépésre egyre jobb útvonal rajzolódik ki.

Ezt a módszert hangyakolónia-optimalizálásnak hívják. Nem mindig a tökéletes megoldást találják meg, de gyorsan találnak egy nagyon jót, és nem kell hozzá minden lehetőséget végigpróbálni. Egy apró rovar így segít a számítógépeknek nehéz feladatokat megoldani.

Most te segíts a hangyáknak!

Lilapolip két hidat épített egy képzeletbeli hangyabolynak. A hosszú hídon már erős illatnyom vezet a táplálékhoz. Most megnyit egy új hidat, amelyen feleakkora utat kellene megtenni, a hangyák azonban mégis a régi utat követik.



Mit próbálnál ki, hogy a hangyák felfedezzék a rövidebb utat?

- Megszüntetnéd az illatnyomot a hosszú hídon?
- Illatnyomot tennél a rövid hídra?
- Egy időre lezárnád a hosszú hidat?

Válassz egy megoldást, és indokold meg! Mi történhetne közvetlenül a változtatás után, és mi történhetne később?

Felhasznált irodalom: Goss, S. és munkatársai (1989): Self-organized shortcuts in the Argentine ant. Naturwissenschaften, 76, 579–581. – Wittlinger, M., Wehner, R., Wolf, H. (2006): The ant odometer: stepping on stilts and stumps. Science, 312, 1965–1967. – Dorigo, M., Stützle, T. (2004): Ant Colony Optimization. MIT Press.