

A komplexitás evolúciójának ökológiai értelmezése

Szabó Péter

*Szent István Egyetem, ÁOTK
Ökológiai Tanszék*



*Statisztikus Fizikai Szemináriumok
Eötvös Loránd Tudományegyetem
2013 december 11.*

Bevezetés - komplexitás az élővilágban



(Kolmogorov)
komplexitás

morfológiai

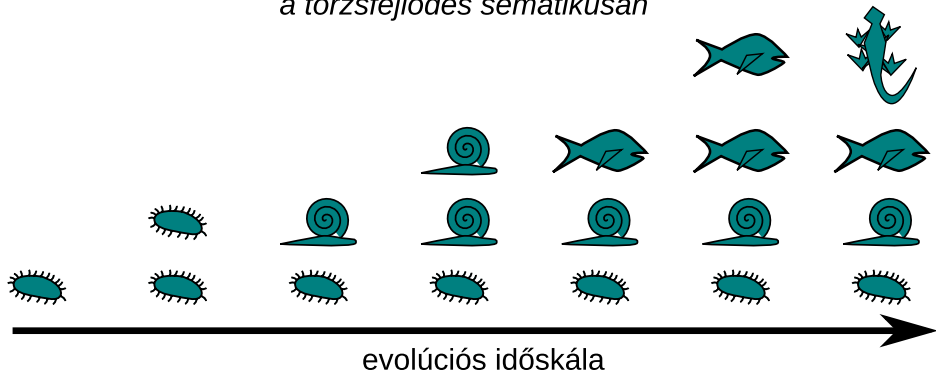
fiziológiai

viselkedésbeli

- kevés szimmetria és ismétlődés
- különféle sejttípusok
- többféle, összetett érzékszerv
- összetett mozgásmintázat
- bonyolult idegrendszer
- memória

Bevezetés - a komplexitás evolúciója

a törzsfajlódás sematikusán



- először egyszerűbb, később komplexebb fajok
- a komplexebb fajok együttéltek az egyszerűbbekkel
- minden nagyobb rendszertani egységnek volt egy "virágkora"

Modell - fajok kölcsönhatása környezetükkel

Logisztikus növekedési modell

$$\frac{dp}{dt} = p (r_0 - a \cdot p)$$

p - egyedsűrűség

r_0 - felvehető táplálék mennyisége

a - kompetíciós együttható

MacArthur modell

A populáció demográfiai paramétereit összekapcsolja a populáció forrásfelhasználási tulajdonságaival.

$$\frac{dp}{dt} = p \left(\underbrace{uR - T}_{r_0} - \underbrace{u^2}_{a} \cdot p \right)$$

p - egyedsűrűség

R - felvehető táplálék mennyisége

u - egységnyi táplálék megtalálásának és elfogyasztásának sebessége

T - túléléshez szücs. táplálékutánpótlás

Modell - fajok kölcsönhatása környezetükkel

MacArthur modell

$$\frac{dp}{dt} = p \left(\underbrace{uR - T}_{r_0} - \underbrace{u^2}_{a} \cdot p \right)$$

*demográfiai
tulajdonságok*



*forrásfelhasználási
tulajdonságok*

r_0 - felvehető táplálék
mennyisége

a - kompetíciós
együttható

p - egyedsűrűség

R - felvehető táplálék mennyisége

u - egységnyi táplálék megtalálásának és
elfogyasztásának sebessége

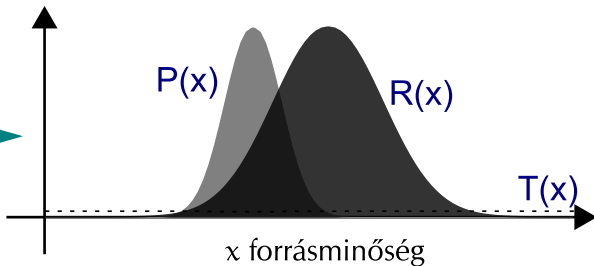
T - túléléshez elegendő táplálékutánpótlás

Modell - populációk szerkezetének kifejezése - forrásmin.

"átlagos egyed" modell



struktúrált modell



R - felvehető táplálék mennyisége

u - egységnyi táplálék megtalálásának és elfogyasztásának sebessége

T - túléléshez elegendő táplálékutánpótlás

P - táplálékpreferencia

Modell - populációk szerkezetének kifejezése - forrásmin.

"átlagos egyed" modell



$$\frac{dp}{dt} = p (uR - T - u^2 \cdot p)$$

struktúrált modell a táplálék minősége (x) szerint

$$\frac{dp}{dt} = p \int_x (uP(x)R(x) - P(x)T(x) - u^2P(x)P(x)p) dx$$

$R(x)$ - x minőségű táplálék mennyisége

$T(x)$ - túléléshez elegendő utánpótlás x táplálékból

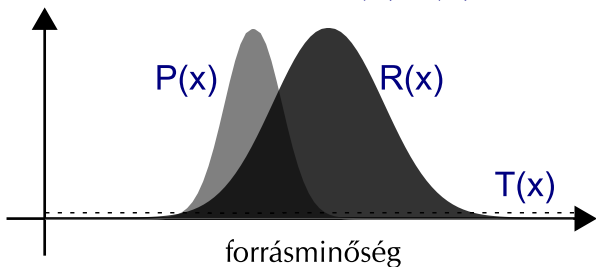
$P(x)$ - x táplálék fogyasztásának valószínűsége (táplálékpreferencia)

u - egységnyi táplálék megtalálásának és elfogyasztásának sebessége

Modell - fajok kölcsönhatása környezetükkel

$$\frac{dp}{dt} = p \left(\underbrace{P(x) * R(x) - P(x) * T(x)}_{r_0} - \underbrace{P(x) * P(x)}_{\alpha} \right)$$

$r = P(x) * r(x)$

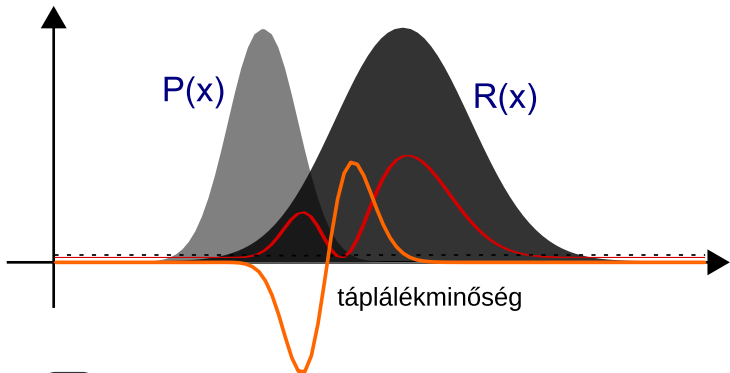



$R(x)$ - felvehető táplálék mennyisége


$T(x)$ - túléléshez elegendő táplálékutánpótlás

$P(x)$ - táplálékpreferencia

Modell - populáció forráspreferencia szerinti szerkezete

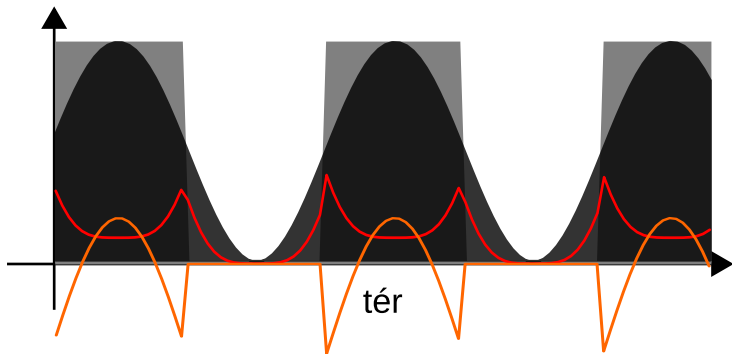



 $R(x)$ - x minőségű táplálék mennyisége


 $P(x)$ - x minőségű táplálék fogyasztásának valószínűsége

forrásmennyiség és felhasználás különbsége (négyzetes)
részpuláció növekedése

Modell - populáció térbeli szerkezete

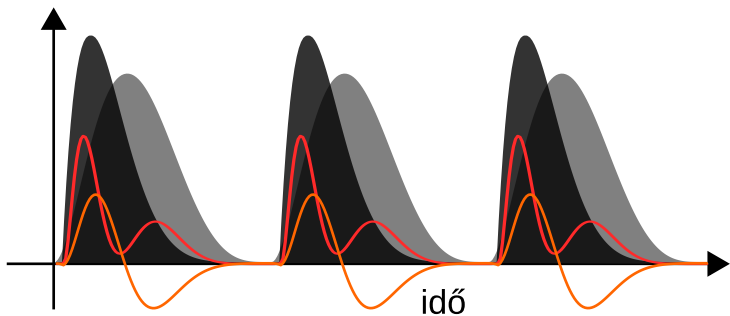


 $R(x)$ - felvehető táplálék mennyisége x helyen

 $P(x)$ - x helyen tartózkodás valószínűsége

forrásmennyiség és felhasználás különbsége (négyzetes)
részpuláció növekedése

Modell - populáció időbeli szerkezete



$R(x)$ - felvehető táplálék mennyisége x időpontban



$P(x)$ - a pop. teljes metabolikus aktivitásának időbeli eloszlása

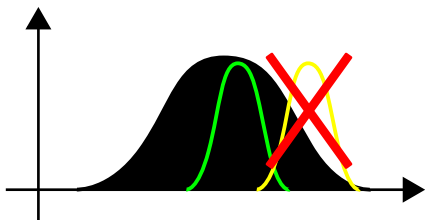
forrásmennyiség és felhasználás különbsége (négyzetes)
részpoptuláció növekedése

Modell - Ljapunov függvény

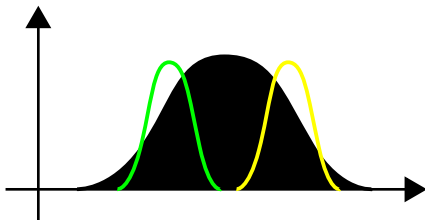
Ljapunov függvény:

a forrásmennyiség és felhasználás különbsége (négyzetes)

$$Q = \int \left[(R(x) - uP(x)p)^2 + 2T(x)P(x)p \right] dx$$



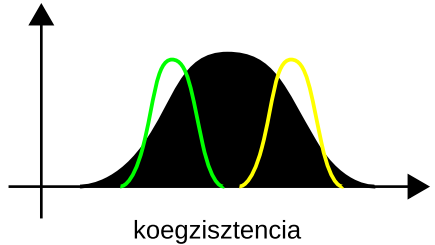
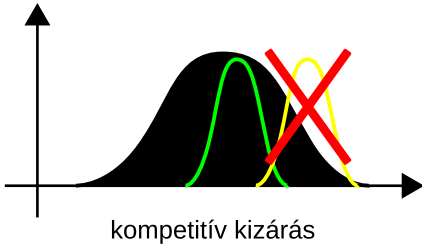
kompetitív kizárás



koegzisztencia

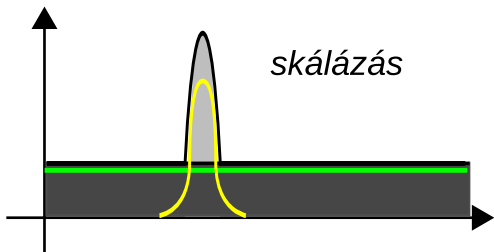
$$Q_{AB} < Q_A, Q_B$$

Modell - Ljapunov függvény



- A fajok közti kompetíció, és ezen keresztül az evolúció kimenetelét egy függvényillesztési kérdés határozza meg
- Összeillesztendő függvények a forráseloszlás és a fajok forrásfelhasználása
- Sorfejtésként is felfogható
 - kifejtendő: forrásmennyiség
 - bázisfüggvények: különböző fajok forrásfelhasználási függvényei
 - kifejtés együtthatói - a különböző fajok mennyiségei

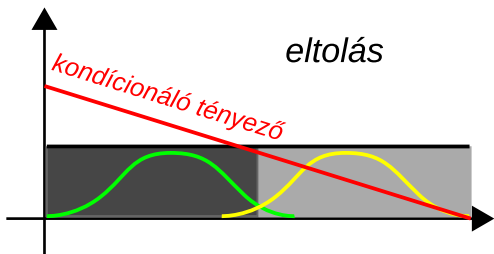
Modell - koegzisztencia mechanizmusai



skálázás

—
forráseloszlás

—
—
A,B forrásfelhaszn.



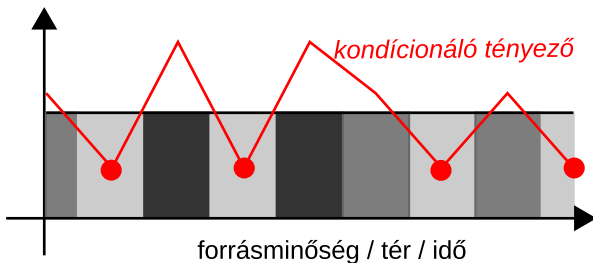
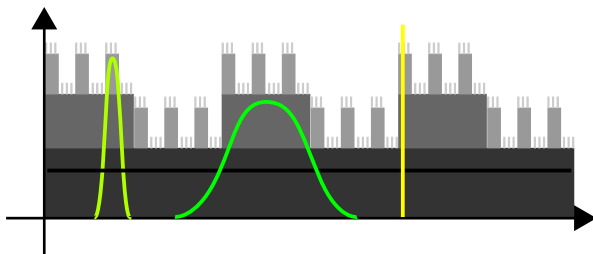
eltolás

■
A faj táplálékbázisa

■
B faj táplálékbázisa

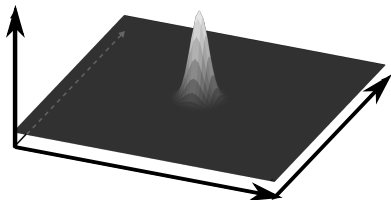
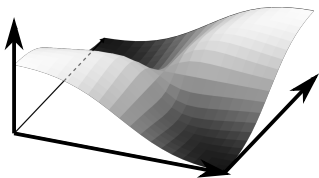
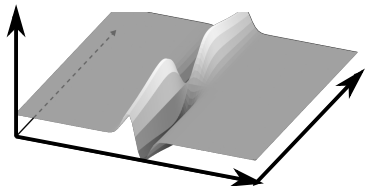
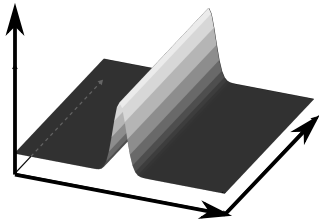
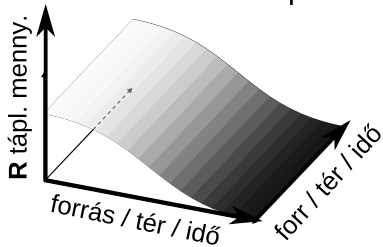
Modell - komplex környezet - komplex fajok?

komplex környezet egy környezeti dimenzión belül



Modell - komplex környezet - komplex fajok?

komplex környezet dimenziók között



Kitekintés

- **a fajok közti kompetíció, és ezen keresztül az evolúció kimenetelét egy függvényillesztési kérdés határozza meg?**
- **összeillesztendő függvények a forráseloszlás és a fajok forrásfelhasználása**
- **sorfejtésként is felfogható**
 - kifejtendő: forrásmennyiség
 - bázisfüggvények: különböző fajok forrásfelhasználási függvényei
 - kifejtés együtthatói - a különböző fajok mennyiségei
- **"egyszerű" / "komplex" fajok - egyszerű / komplex bázisfüggvények**
 - "egyszerű" forráseloszlás mellett az egyszerű fajok hatékonyabbak a kisebb metabolikus költség miatt
 - komplex forráseloszlást csak a komplex fajok tudnak kihasználni
- **emberi hatás értelmezése**
- **tömeges fajkihalások az evolúció során - bázisfüggvény váltások**