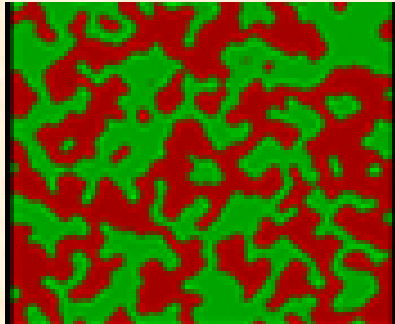




Biológiai szimuláció II.

Populációgenetika



Alapmodell

Feltételek:

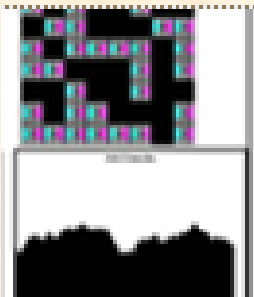
- szülő generáció → utód generáció;
- teljes generációváltás;
- fix populáció létszám.

Fő szabályok:

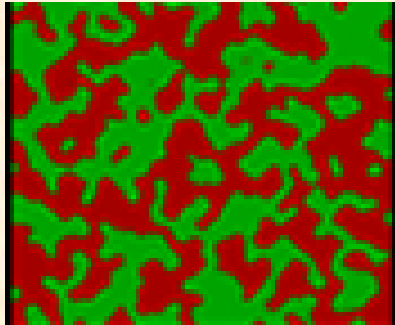
- 1 génhely
- diploid genotípus
- 2 allél (S,F)

Alszabályok:

- szabad kombinálódás
- nincs külső hatás
- nincs belső hatás



Populációgenetika



Alapmodell – 2. változat

- $Sz(N,2)$ – szülők táblázata
- $U(N,2)$ – utódok táblázata

Szimulációs lépés:

Ciklus $i=1$ -től N -ig

Ciklus $j=1$ -től 2 -ig

Szülő kiválasztása (Sz, K)

Gén kiválasztása (Sz, K, L)

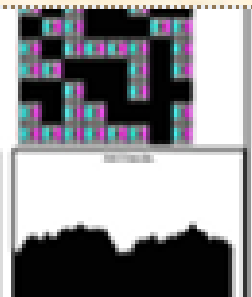
Gén átadása (Sz, U, i, j, K, L)

Ciklus vége

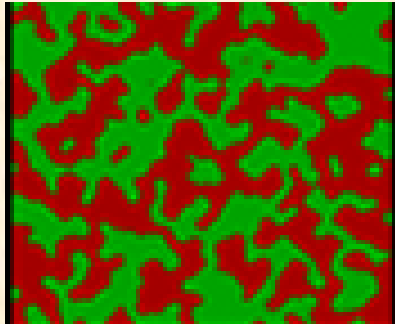
Ciklus vége

$Sz := U$

Eljárás vége.



Populációgenetika



Mutáció

Mutáció esetén három esetet különböztethetünk meg:

- Az **S** allél P valószínűséggel átalakul **F** alléllá.
- Az **F** allél Q valószínűséggel átalakul **S** alléllá.
- Az **S** allél P valószínűséggel átalakul **F** alléllá, s ugyanakkor az **F** allél Q valószínűséggel **S** alléllá.



Gén átadása (S_z, U, i, j, K, L):

Ha $S_z(K, L) = "S"$ akkor

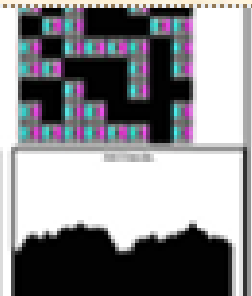
Ha véletlenszám $< P$ akkor $U(I, J) := "F"$

különben $U(I, J) := "S"$

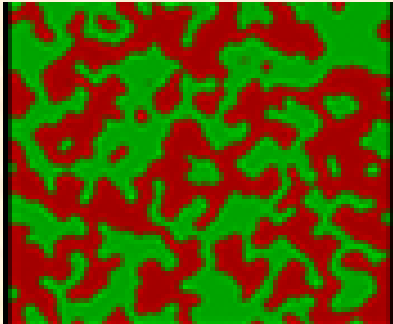
különben ha véletlenszám $< Q$ akkor $U(I, J) := "S"$

különben $U(I, J) := "F"$

Eljárás vége.



Populációgenetika



Génáramlás: bevándorlás

- A bevándorlók a szülő tömb végén lesznek.

M bevándorló jön minden generációhoz:

Szülő kiválasztása (Sz, K) :

$K := \text{Véletlen}(N+M)$

Eljárás vége.

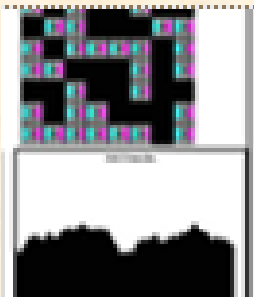
M bevándorló jön egyetlen generációhoz:

Szimulációs lépés:

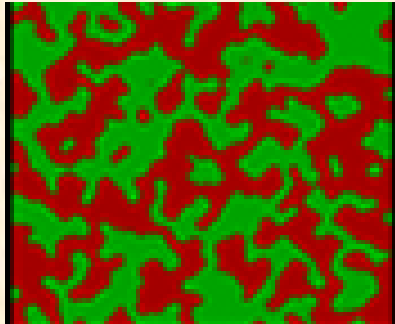
...

$M := 0$; $Sz := U$

Eljárás vége.



Populációgenetika



Génáramlás: kivándorlás

- Az **SS** genotípusúak V_{SS} valószínűséggel vándorolnak ki.
- Az **SF** genotípusúak V_{SF} valószínűséggel vándorolnak ki.
- Az **FF** genotípusúak V_{FF} valószínűséggel vándorolnak ki.

Szimulációs lépés:

Ciklus $i=1$ -től N -ig

Ciklus

Szülők kiválasztása (S_z, K_1, K_2)

Gének kiválasztása (S_z, K_1, K_2, L_1, L_2)

amíg kivándorló ($S_z(K_1, L_1), S_z(K_2, L_2)$)

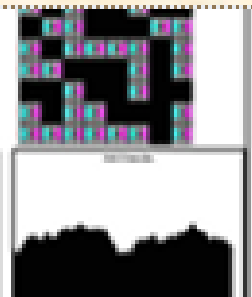
Ciklus vége

Gének átadása ($S_z, U, i, K_1, L_1, K_2, L_2$)

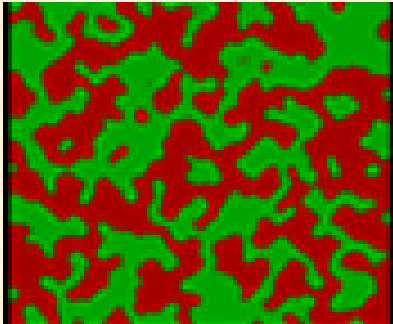
Ciklus vége

$S_z := U$

Eljárás vége.



Populációgenetika



Génáramlás: kivándorlás

kivándorló (A, B) :

$x :=$ véletlenszám

Elágazás

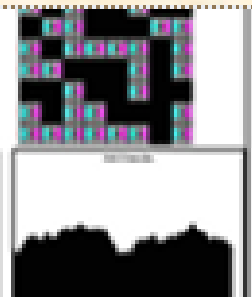
$A+B = "SS"$ esetén kivándorló := $x < VSS$

$A \neq B$ esetén kivándorló := $x < VSF$

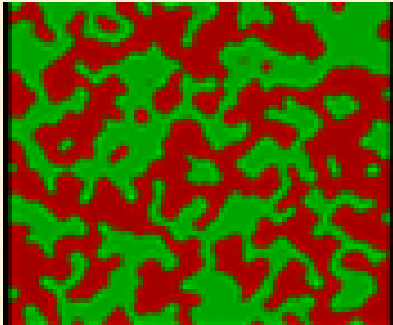
$A+B = "FF"$ esetén kivándorló := $x < VFF$

Elágazás vége

Eljárás vége.



Populációgenetika



Genetikai sodródás

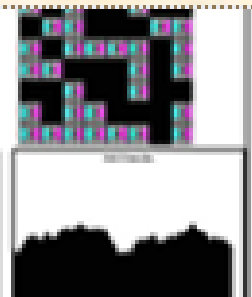
A felnőtt populáció bizonyos véletlenszerűen kiválasztott egyedei vehetnek részt a következő generáció létrehozásában (most az első SK):

Szülő kiválasztása (Sz, K) :

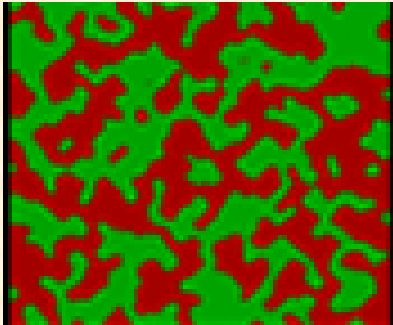
$K := \text{Véletlen}(SK)$

Eljárás vége.

Ha nem folyamatos a sodródás, akkor a szimulációs lépés végén SK-t N-re állítjuk.



Populációgenetika



Meiotikus sodródás

A heterozigóta szülők a két allélt nem egyenlő valószínűséggel adják tovább utódjaiknak:

- az S allélt R valószínűséggel;
- az F allélt $1-R$ valószínűséggel.

Gén kiválasztása (S_z, K, L):

$x :=$ véletlenszám

Ha $S_z(K, 1) = S_z(K, 2)$ akkor $L := 1$

különben ha $x < R$ akkor

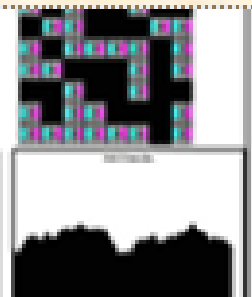
Ha $S_z(K, 1) = "S"$ akkor $L := 1$

különben $L := 2$

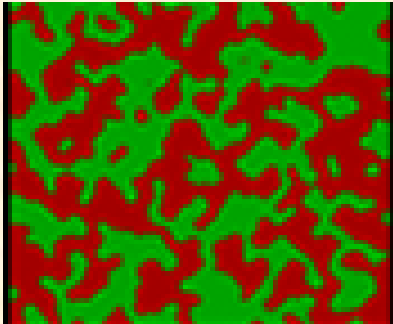
különben ha $S_z(K, 1) = "F"$ akkor $L := 1$

különben $L := 2$

Eljárás vége.



Populációgenetika



Szelekció

- Az **SS** genotípusúak WSS valószínűséggel jók szülők.
- Az **SF** genotípusúak WSF valószínűséggel jók szülők.
- Az **FF** genotípusúak WFF valószínűséggel jók szülők.

Szülő kiválasztása (Sz, K):

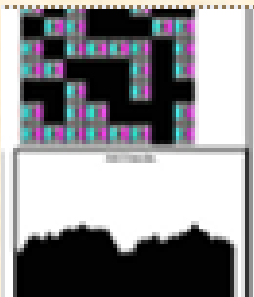
Ciklus

$K :=$ véletlen (N); $x :=$ véletlenszám

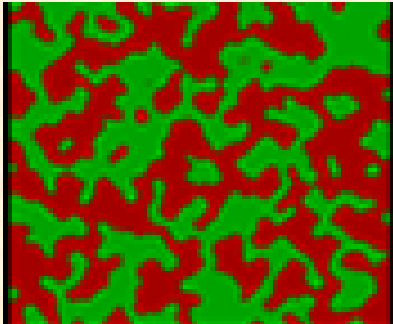
amíg $Sz(K, 1) + Sz(K, 2) = "SS"$ és $x \geq WSS$ vagy
 $Sz(K, 1) \neq Sz(K, 2)$ és $x \geq WSF$ vagy
 $Sz(K, 1) + Sz(K, 2) = "FF"$ és $x \geq WFF$

Ciklus vége

Eljárás vége.



Populációgenetika



Szimpátia (preferencia)

A szülőpárválasztás nem véletlenszerű (nincs szabad kombinálódás).

- Az **SZM(3,3)** szimpátiamátrix tartalmazza a szülőpárrá válás valószínűségeit.



Szülők kiválasztása ($Sz, K1, K2$):

Ciklus

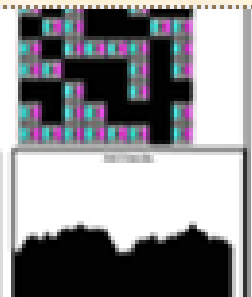
$K1 := \text{véletlen}(N)$; $K2 := \text{véletlen}(N)$

$a := \text{sorszám}(Sz(K1))$; $b := \text{sorszám}(Sz(K2))$

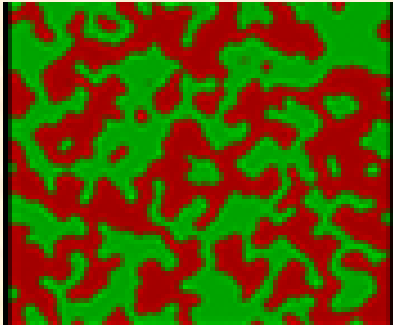
amíg $\text{véletlenszám} \geq \text{SZM}(a, b)$

Ciklus vége

Eljárás vége.



Populációgenetika

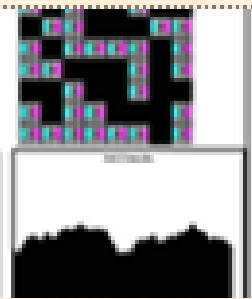


Sokallélos modell

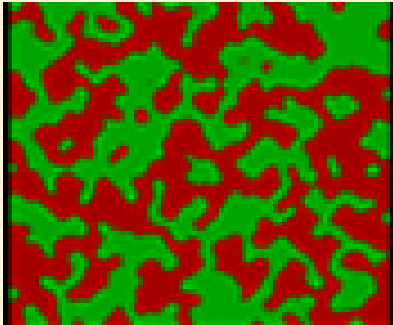
Az allélok száma 2 helyett maximum A .

Változások:

- többféle mutáció lehet;
- a heterozigóták minden allélt más valószínűséggel adhatnak tovább utódaiknak;
- többféle szelekciós paraméter lehet;
- többféle kivándorlási paraméter lehet;
- nagyobb szimpátia mátrixra van szükség;
- érdekes eredmény az allélszám (sokféleség) változása.



Populációgenetika



Sokallélos modell – tiltott allélpárok

- A homozigóta egyedek kialakulása tiltott:

Szimulációs lépés:

Ciklus $i=1$ -től N -ig

Ciklus

Szülők kiválasztása ($Sz, K1, K2$)

Gének kiválasztása ($Sz, K1, K2, L1, L2$)

amíg $Sz(K1, L1) = Sz(K2, L2)$

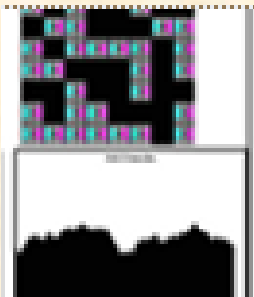
Ciklus vége

Gének átadása ($Sz, U, i, K1, L1, K2, L2$)

Ciklus vége

$Sz := U$

Eljárás vége.



Populációgenetika

Kétlokuszos modell

Legyen az első génpár az 1-2. oszlopban, a második génpár pedig a 3-4. oszlopban!

- $Sz(N,4)$ – szülők táblázata
- $U(N,4)$ – utódok táblázata

Szimulációs lépés:

Ciklus $i=1$ -től N -ig

Ciklus $j=1$ -től 2 -ig

Szülő kiválasztása (Sz, K)

Gének kiválasztása ($Sz, K, L1, L2$)

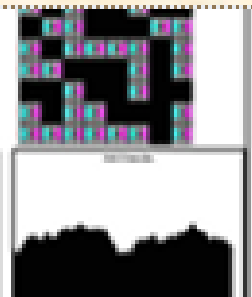
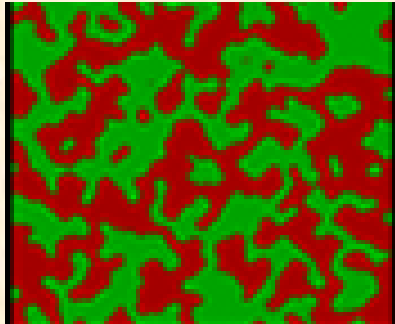
Gén átadása ($Sz, U, i, j, K, L1, L2$)

Ciklus vége

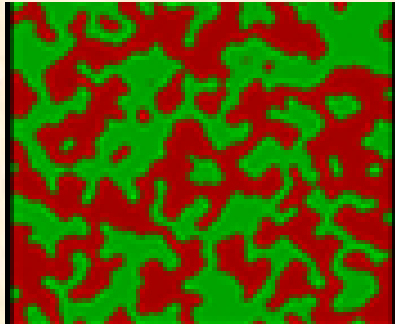
Ciklus vége

$Sz := U$

Eljárás vége.



Populációgenetika



Kétlokuszos modell – szabad kombinálódás

A két génpár különböző kromoszómán van, szabadon kombinálhatók.

Gének kiválasztása ($Sz, K, L1, L2$):

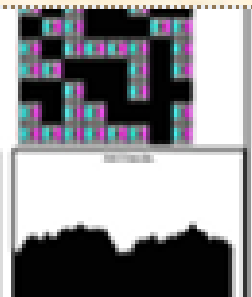
$L1 := \text{véletlen}(2)$; $L2 := 2 + \text{véletlen}(2)$

Eljárás vége.

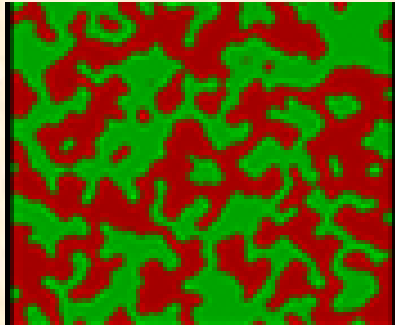
Gének átadása ($Sz, i, j, K, L1, L2$):

$U(i, j) := Sz(K, L1)$; $U(i, j+2) := Sz(K, L2)$

Eljárás vége.



Populációgenetika



Kétlokuszos modell – kapcsolt gének

A két génpár azonos kromoszómán van, az egyik választása rögzíti a másik választását.

Gének kiválasztása ($Sz, K, L1, L2$):

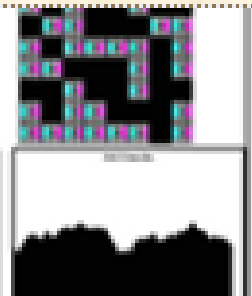
$L1 := \text{véletlen}(2)$; $L2 := 2 + L1$

Eljárás vége.

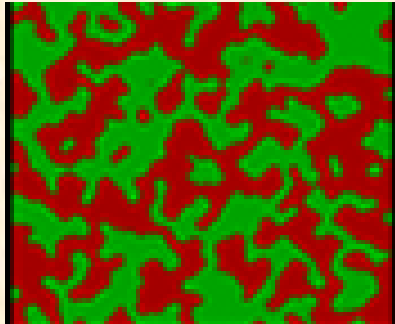
Gének átadása ($Sz, i, j, K, L1, L2$):

$U(i, j) := Sz(K, L1)$; $U(i, j+2) := Sz(K, L2)$

Eljárás vége.



Populációgenetika



Kétlokuszos modell – rekombináció

A két génpár azonos kromoszómán van, de CO valószínűséggel történhet átkereszteződéses génkicserélődés.

Gének kiválasztása ($Sz, K, L1, L2$):

$L1 := \text{véletlen}(2)$

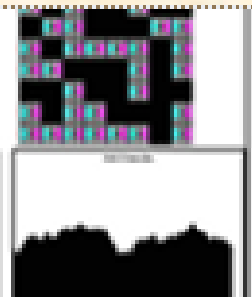
Ha véletlenszám $< CO$ akkor $L2 := 5 - L1$
különben $L2 := 2 + L1$

Eljárás vége.

Gének átadása ($Sz, i, j, K, L1, L2$):

$U(i, j) := Sz(K, L1); U(i, j+2) := Sz(K, L2)$

Eljárás vége.



Populációgenetika

Tetraploid modell

Minden kromoszóma (azaz modellünkben gén) négyszer fordul elő!

- $Sz(N,4)$ – szülők táblázata
- $U(N,4)$ – utódok táblázata

Szimulációs lépés:

Ciklus $i=1$ -től N -ig

Ciklus $j=1$ -től 2 -ig

Szülő kiválasztása (Sz, K)

Gének kiválasztása ($Sz, K, L1, L2$)

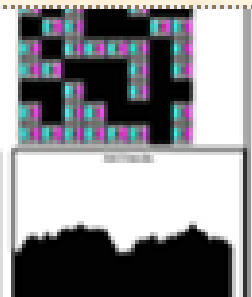
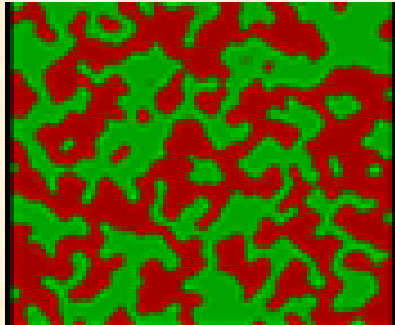
Gén átadása ($Sz, U, i, j, K, L1, L2$)

Ciklus vége

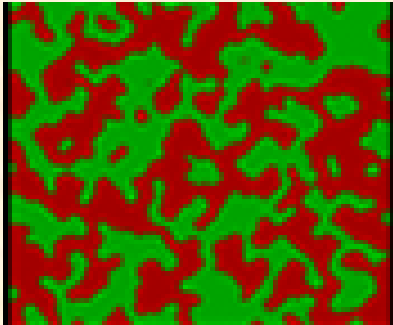
Ciklus vége

$Sz := U$

Eljárás vége.



Populációgenetika



Tetraploid modell

A szülőktől mindenki 2 gént örököl.

Gének kiválasztása ($Sz, K, L1, L2$):

$L1 := \text{véletlen}(4)$

Ciklus

$L2 := \text{véletlen}(4)$

amíg $L1 \neq L2$

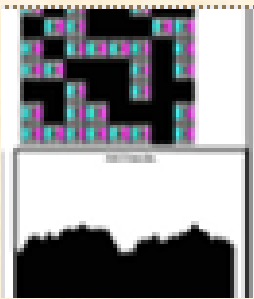
Ciklus vége

Eljárás vége.

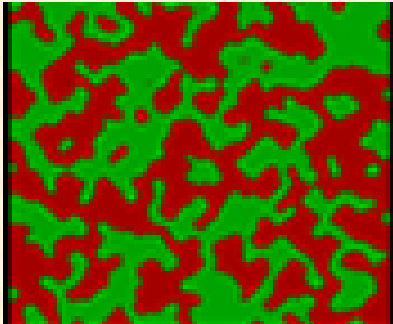
Gének átadása ($Sz, i, j, K, L1, L2$):

$U(i, j) := Sz(K, L1)$; $U(i, j+2) := Sz(K, L2)$

Eljárás vége.



Populációgenetika



Tetraploid modell – autoploid

Autopoliploidia, amikor a diploid kromoszóma szám egyszerűen duplázódik.

Gének kiválasztása (Sz, K, L):

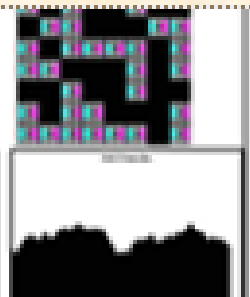
$L := \text{véletlen}(4)$

Eljárás vége.

Gének átadása (Sz, i, j, K, L):

$U(i, j) := Sz(K, L)$; $U(i, j+2) := Sz(K, L)$

Eljárás vége.



A high-angle, wide shot of a modern building's courtyard. The building's facade is a vibrant red, composed of a grid of square panels. Many of these panels are replaced by windows of various sizes, some with white frames and others with dark frames. The courtyard floor is a light, neutral color, and the building's structure is visible in the foreground and background, creating a sense of depth and scale. The lighting is bright, suggesting a sunny day.

Vége