



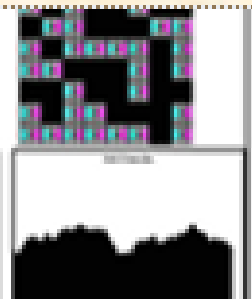
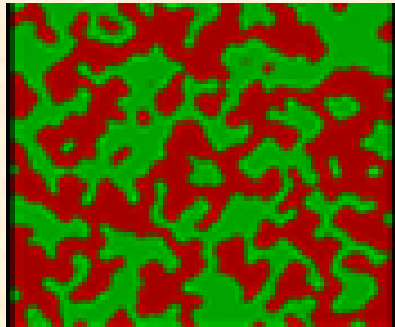
Fizikai szimuláció II.

Felhő modellek

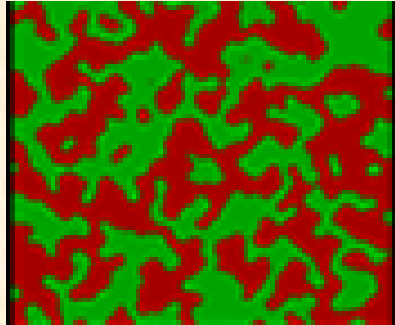
A következő modellekben felhőkben vizsgáljuk a vízcseppek képződését.

Változatok:

- homogén kondenzáció
- heterogén kondenzáció
- koaguláció
- jégképződés
- csapadékképződés



Felhő modellek



Ábrázolás:

Tér(N,M) – a szimulációs tér

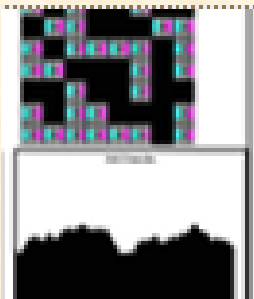
Tér(i,j)=0, ha üres

Tér(i,j)=1, ha ott vízmolekula van

Tér(i,j)=x>1, ha ott x molekulás vízcsepp van

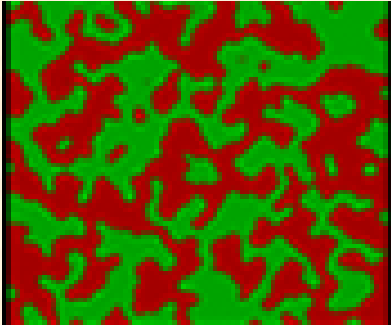
Feltételek:

- felfelé irányuló mozgás.
- alul vízmolekulák lépnek be,
- fent vízcseppek lépnek ki.



Felhő modellek

Homogén kondenzáció



Szimulációs lépés:

$(I, J) := \text{Véletlen_hely}(N+1, M)$

$(K, L) := \text{Véletlen_szomszéd_fel}(I, J)$

Elágazás

$I=N+1$ esetén Belépés (K, L)

$I=1$ esetén Kilépés (I, J)

egyéb esetben Mozgás (I, J, K, L)

Elágazás vége

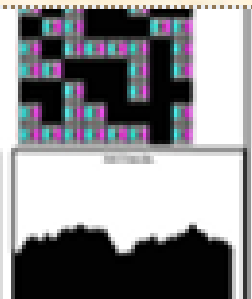
Eljárás vége.

Mozgás (I, J, K, L) :

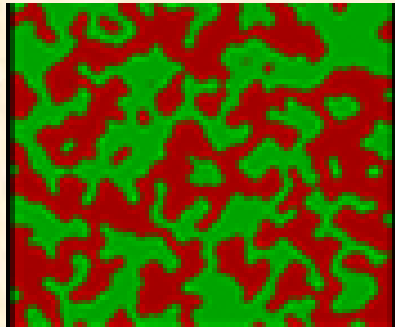
Ha $\text{Tér}(I, J)$ csepp akkor Párolgás (I, J)

Ha $\text{Tér}(I, J) \neq 0$ akkor Felfelé (I, J, K, L)

Eljárás vége.



Felhő modellek



Belépés: BV valószínűséggel letről belép egy vízmolekula.

Belépés (K, L) :

Ha véletlenszám $< BV$

akkor $Tér(K, L) := Tér(K, L) + 1$

Eljárás vége.

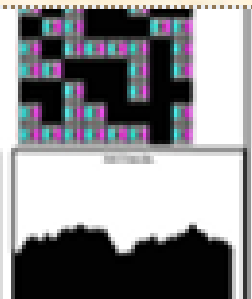


Kilépés: A vízmolekula vagy csepp eltűnik (de az eredményszámításhoz sok adminisztrációval járhat).

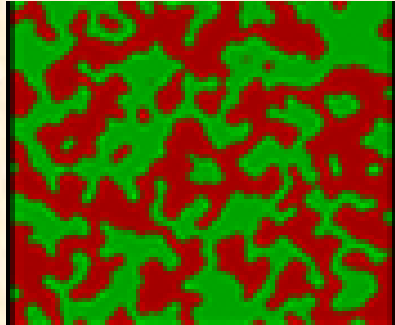
Kilépés (I, J) :

$Tér(I, J) := 0$

Eljárás vége.



Felhő modellek



Párolgás: A cseppből egy molekula eltávozik.

Párolgás (I, J) :

$(P, Q) := \text{Véletlen_szomszéd}(I, J)$

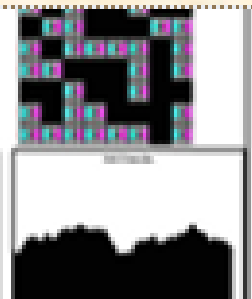
Ha véletlenszám $< \text{PÁROL}(I, \text{Tér}(I, J))$

akkor $\text{Tér}(I, J) := \text{Tér}(I, J) - 1$

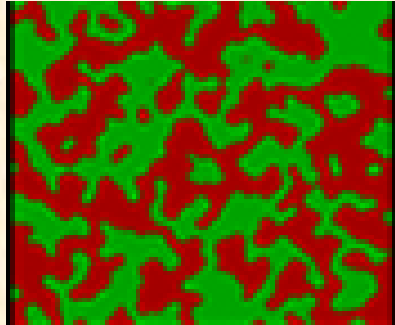
$\text{Tér}(P, Q) := \text{Tér}(P, Q) + 1$

Eljárás vége.

A PÁROL függvény függ a hőmérséklettől (most magasság), illetve a csepp méretétől.



Felhő modellek



Felfelé: A molekula vagy csepp összeolvad a fölötte levő valamivel.

Felfelé (I, J, K, L) :

Ha Tér (I, J) nem csepp vagy

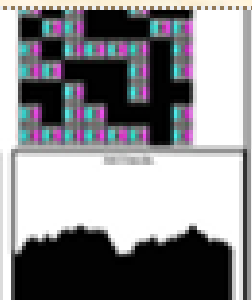
Tér (K, L) nem csepp

akkor Tér $(K, L) := \text{Tér}(K, L) + \text{Tér}(I, J)$

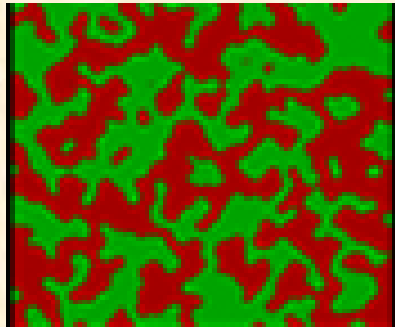
Tér $(I, J) := 0$

Eljárás vége.

Mit jelent az algoritmusban megjelenő tiltás?



Felhő modellek



Heterogén kondenzáció – ábrázolás:

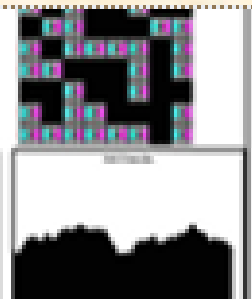
$Tér(i,j)=0$ – üres

$Tér(i,j)=1$ – vízmolekula

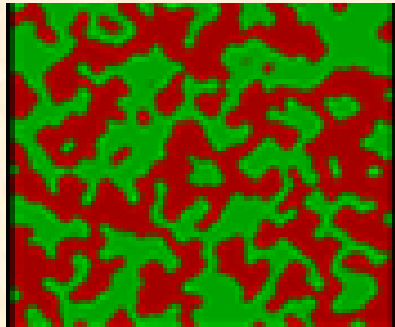
$Tér(i,j)=KM$ ($=1/3$) – kondenzációs mag

$Tér(i,j)=x>1$, egész – x molekulás tiszta vízcsepp

$Tér(i,j)=x>1$, tört – x molekulás „koszos” vízcsepp



Felhő modellek



Belépés: BV valószínűséggel letről be-
lép egy vízmolekula, BK valószínűséggel
pedig egy kondenzációs mag.

Belépés (K, L) :

$x :=$ véletlenszám

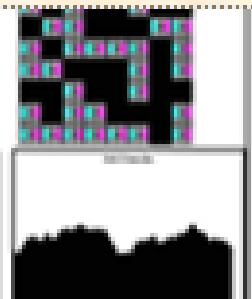
Ha $x < BV$ akkor $Tér(K, L) := Tér(K, L) + 1$

különben ha $x < BV + BK$ és $Tér(K, L)$ -en

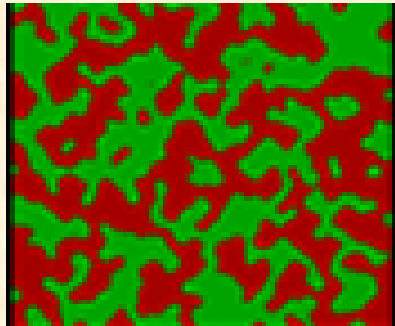
nincs kondenzációs mag

akkor $Tér(K, L) := Tér(K, L) + KM$

Eljárás vége.



Felhő modellek



Párolgás: A cseppből egy molekula eltávozik.

Párolgás (I, J) :

$(P, Q) := \text{Véletlen_szomszéd}(I, J)$

Ha $\text{Tér}(I, J)$ tiszta csepp

akkor $X := \text{PAROL}(I, \text{Tér}(I, J))$

különben $X := \text{SZPAROL}(I, \text{Tér}(I, J))$

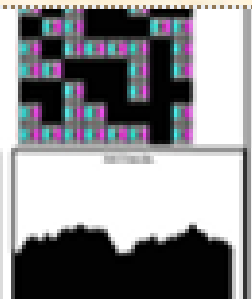
Ha véletlenszám $< X$

akkor $\text{Tér}(I, J) := \text{Tér}(I, J) - 1$

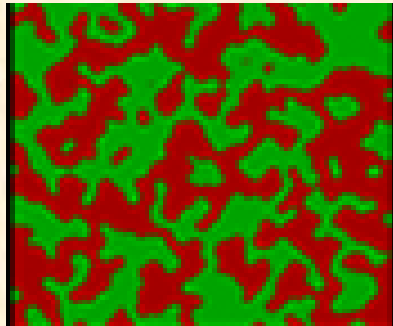
$\text{Tér}(P, Q) := \text{Tér}(P, Q) + 1$

Eljárás vége.

A **PÁROL** és az **SZPÁROL** függvény függ a hőmérséklettől (most magasság), illetve a csepp méretétől.



Felhő modellek



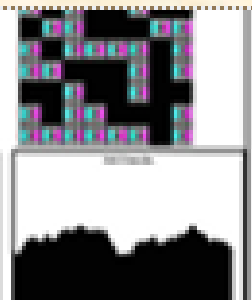
Felfelé: A molekula vagy csepp összeolvad a fölötte levő valamivel.

Felfelé (I, J, K, L) :

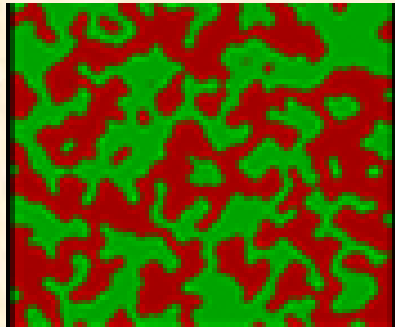
Ha Tér (I, J) üres vagy molekula
vagy Tér (K, L) üres vagy molekula
akkor $\text{Tér}(K, L) := \text{Tér}(K, L) + \text{Tér}(I, J)$
 $\text{Tér}(I, J) := 0$

Eljárás vége.

Mit jelent az algoritmusban megjelenő tiltás?



Felhő modellek



Koaguláció:

Itt újra csak tiszta cseppekkel foglalkozunk.

Belépés: BV valószínűséggel letről belép egy átlagosan H méretű csepp

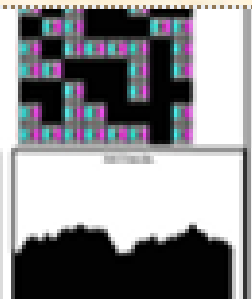
Belépés (K, L) :

Ha véletlenszám < BV

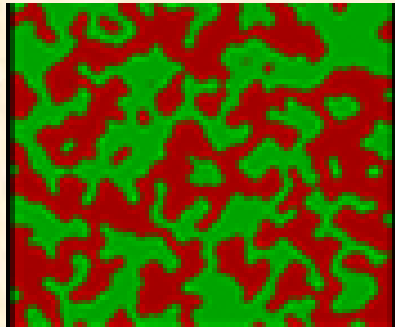
akkor $Tér(K, L) := Tér(K, L) + Poisson(H)$

Eljárás vége.

Meggondolandó: a vízcseppek *mozgási sebessége a méretükkel fordítottan arányos.*



Felhő modellek



Felfelé: A molekula vagy csepp összeolvad a fölötte levő valamivel.

Ha a csepp túlságosan nagyra nőne ($>H_0$), akkor *szétesik* két kisebb cseppre (hidrodinamikai okokból).



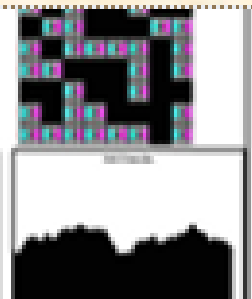
Felfelé (I, J, K, L) :

$$\text{Tér}(K, L) := \text{Tér}(K, L) + \text{Tér}(I, J)$$

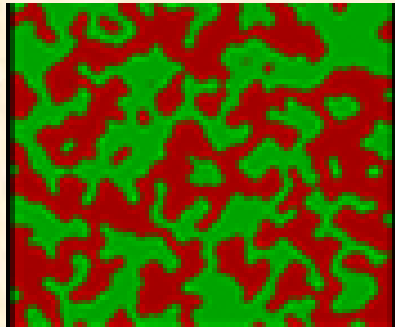
$$\text{Tér}(I, J) := 0$$

Ha $\text{Tér}(K, L) > H_0$ akkor Szétesés (K, L, H_0)

Eljárás vége.



Felhő modellek



Jégeképződés – ábrázolás:

$Tér(i,j)=0$ – üres

$Tér(i,j)=1$ – vízmolekula

$Tér(i,j)=JG+x$ ($= -10000$) – x méretű jég

$Tér(i,j)=x>1$ – x molekulás tiszta vízcsepp

Új jelenség a cseppek fagyása:

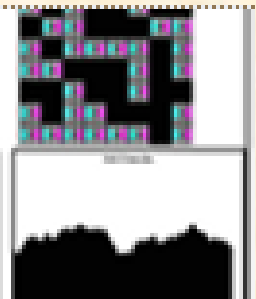
Mozgás (I, J, K, L) :

Ha $Tér(I, J)$ csepp akkor Párolgás (I, J)

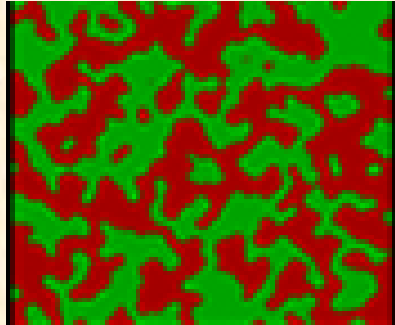
Ha $Tér(I, J)$ csepp akkor Fagyás (I, J)

Ha $Tér(I, J) \neq 0$ akkor Felfelé (I, J, K, L)

Eljárás vége.



Felhő modellek



Felfelé: A molekula vagy csepp összeolvad a fölötte levő valamivel.

Ha a csepp túlságosan nagyra nőne ($>H_0$), akkor *szétesik* két kisebb cseppre (hidrodinamikai okokból).



Felfelé (I, J, K, L) :

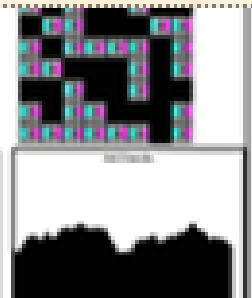
Ha $Tér(I, J) \geq 0$ vagy $Tér(K, L) \geq 0$

akkor $Tér(K, L) := Tér(K, L) + Tér(I, J)$

$Tér(I, J) := 0$

Ha $Tér(K, L) > H_0$

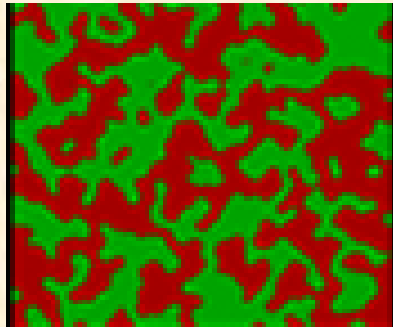
akkor Szétesés (K, L, H_0)



Eljárás vége.

Jég jéggel nem olvadhat össze.

Felhő modellek



A fagyásnál figyelembe vehetünk *másodlagos jégképződési jelenségeket* is. A nagy vízcseppek ugyanis kívülről befelé fagynak meg, s mivel a víz térfogata fagyáskor megnövekszik, ezért *leválhatnak* róla jég-szilánkok.



Fagyás (I, J) :

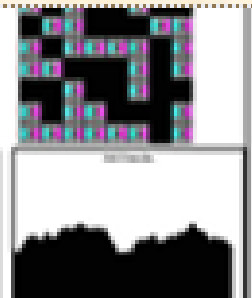
Ha véletlenszám $< \text{FAGY}(I, \text{Tér}(I, J))$

akkor Ha $\text{Tér}(I, J) \leq JH$

akkor $\text{Tér}(I, J) := \text{JÉG} + \text{Tér}(I, J)$

különben Szilánkok_keletkezése (I, J)

Eljárás vége.



A high-angle, wide shot of a modern building's courtyard. The building's facade is composed of a grid of red panels, with numerous windows of varying sizes interspersed throughout. The courtyard floor is a light, neutral color, and the building's structure is visible from above. A central yellow rectangular box contains the word "Vége" in a black serif font.

Vége