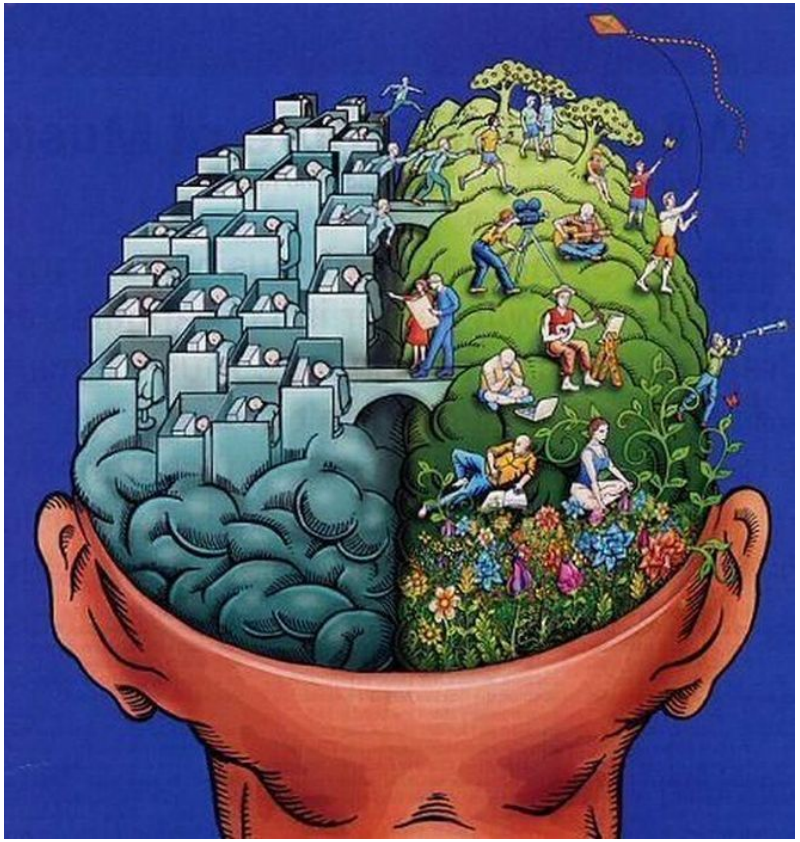
Mesterséges Intelligencia MI

Problémamegoldás kereséssel - lokális információval

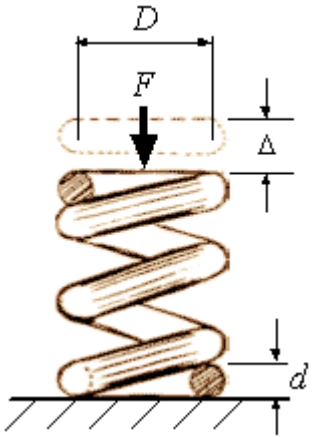


Dobrowiecki Tadeusz
Eredics Péter, és mások

BME I.E. 437, 463-28-99
dobrowiecki@mit.bme.hu,
http://www.mit.bme.hu/general/staff/tade

Rúgó tervezése kereséssel

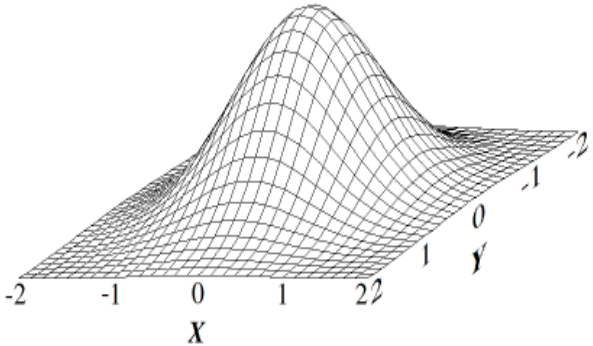
Alak
Átmérő
Menetszám
Anyag
Befogás
stb.



Hőmérséklet-tartomány
Húzószilárdság
Ellenállás/ ütközés
Megengedett munkastressz
Rugalmassági modulus
Élettartam
Tűrési határok
„Végtelen sokszor” alkalmazható stressz
Keménység
Elektromos vezetés
Mágneses tulajdonságok
Korrózióvédettség
Költség
stb.

max/ min/ konkrét ...

Lokálisan kereső algoritmusok



Állapotok jósága: egy hiperfelület az állapotok N-dim paraméterterében.

A felület minden pontjának a magassága = az adott állapot optimalitása.

A felületen mozogva a legmagasabb (legalacsonyabb) csúcsot keressük, ami egyben az optimális megoldásnak felel meg.

A csúcs helyén a kívánt paramétertekék = a probléma megoldása.

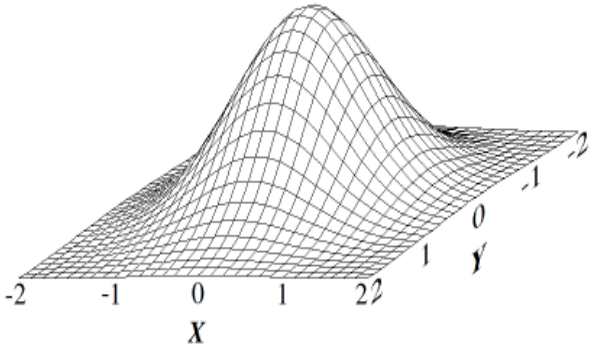
Általában csak az aktuális állapotot tartjuk nyilván, és csak a közvetlen szomszédságában nézünk előre.

Problémamegoldás kissé másképpen:

- El lehet érni a célállapotot?
- El lehet érni a legjobb célállapotot?
- Mi ez? Hogyan néz ki? Maga az út nem is érdekes!
- Esetleg az állapot folyamatosan javul az út mentén?
  (<u>nem az utat implementáljuk, hanem a célállapotot</u>!)

Tipikus probléma: optimalizálás, optimalizáló tervezés.

Lokálisan kereső algoritmusok



A keresési tér különleges ...

Visszalépés nincs, amiatt a memóriaigény kicsi, fix.

Az időigény lineáris.

Garancia megoldásra? (teljesség, optimalitás)

Lokálisan kereső algoritmusok

hegymászó (diszkrét gradiens módszer):
mindig olyan változtatás, ami javít az aktuális állapoton

szimulált lehűtés: néha megenged olyan lépéseket is,
amelyek hatására (legalábbis átmenetileg) rosszabb állapotba kerül

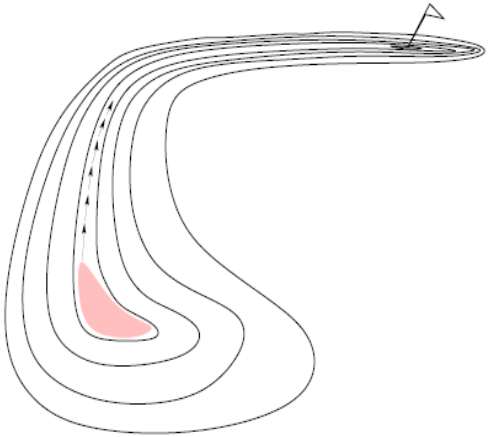
lokális nyaláb keresés: mindig k csomópontot tart számon, azok minden
gyerekét feltárja és belőlük k legjobbat tartja meg

véletlen indítású … …

genetikus algoritmusok: hasonló a lokális nyaláb keresésre,
de speciális (genetikus) lépésoperátorokkal

… … ...

Hegymászó keresés (Ro-HegyMaszo-K.pdf)

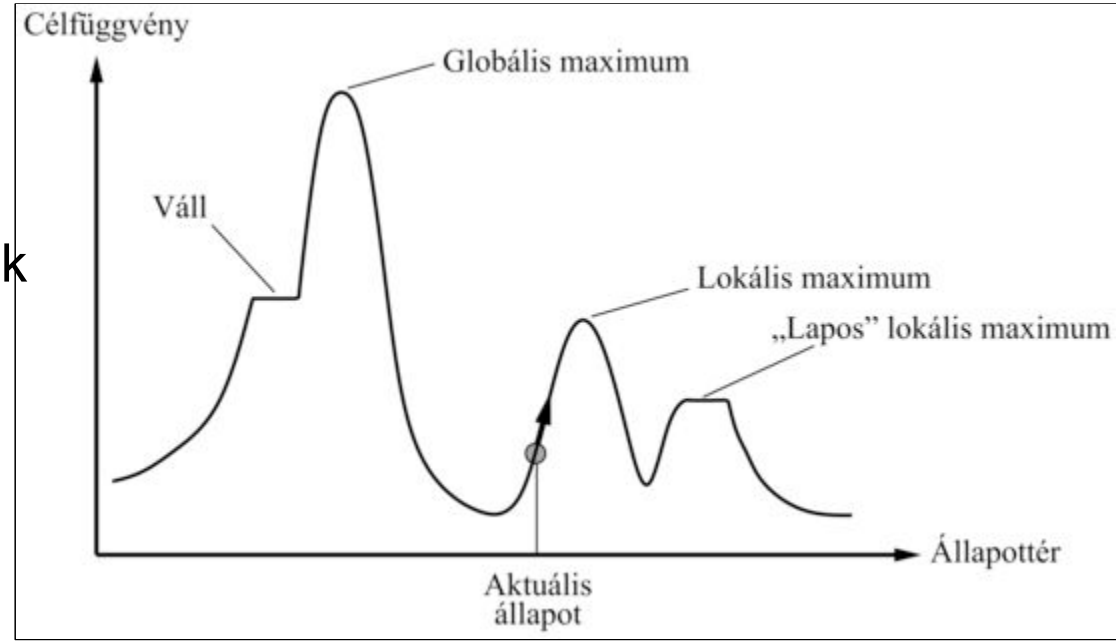


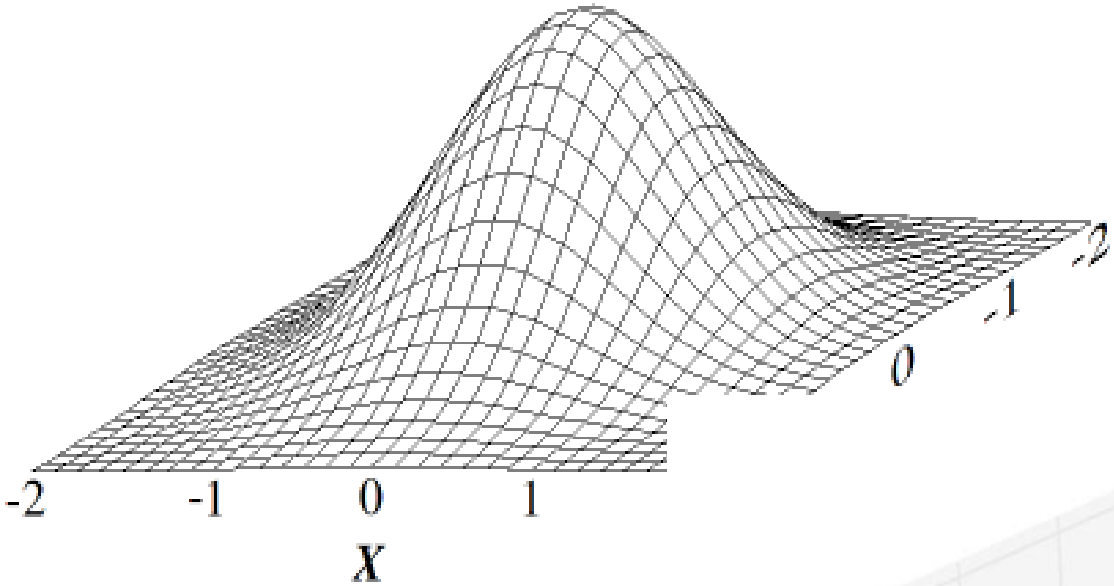
- ciklikusan lép fel mindig a javuló értékek felé
- nem tart nyilván keresési fát
- ha egynél több legjobb követő csomópont merül fel, véletlenszerűen bármelyiket kiválaszthatja.

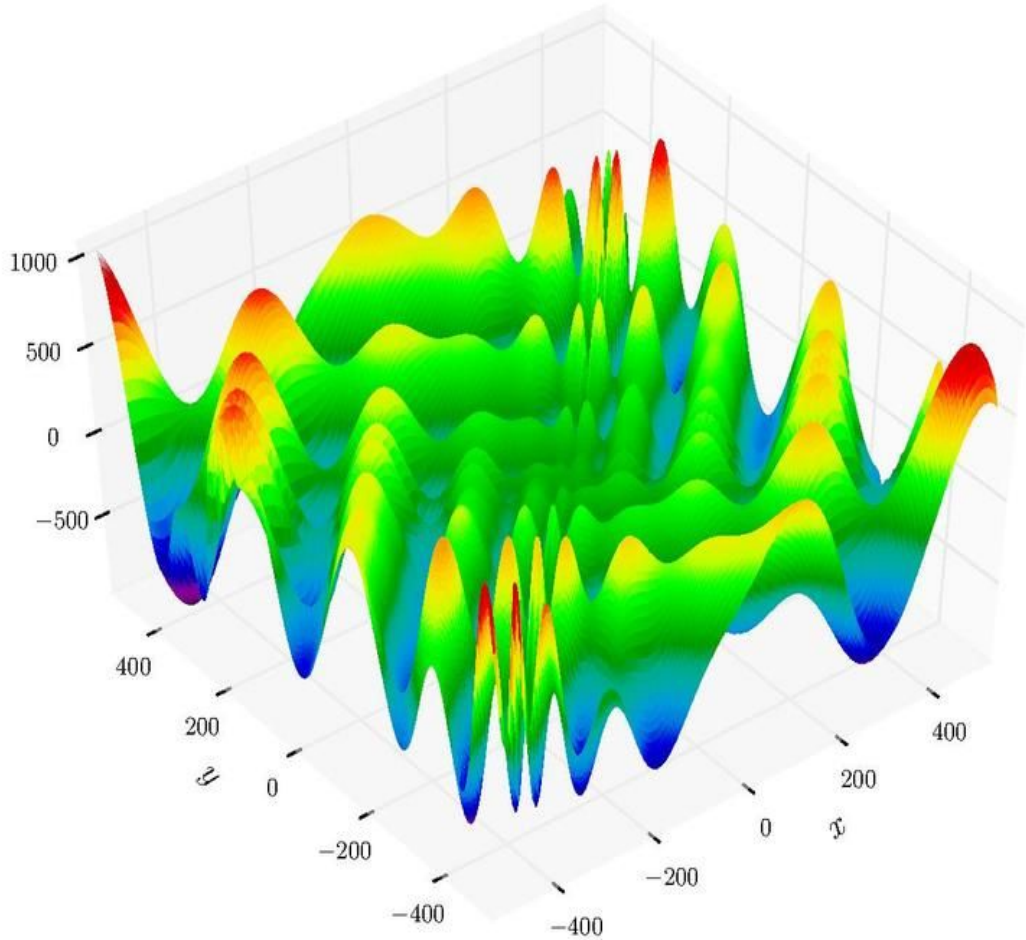
3 fő probléma:

lokális maximum: ha egy lokális maximumba ér, akkor ott megáll
fennsík: ott a kiértékelő függvény lapos, véletlen irányválasztás
hegygerinc:
egy hegygerinc oldalai meredekek, a keresés könnyen eljut a gerincre, de előfordulhat, hogy a gerinc maga csak finoman emelkedik a csúcs felé

(Sok lépés „kifárasztja” a rendszert).



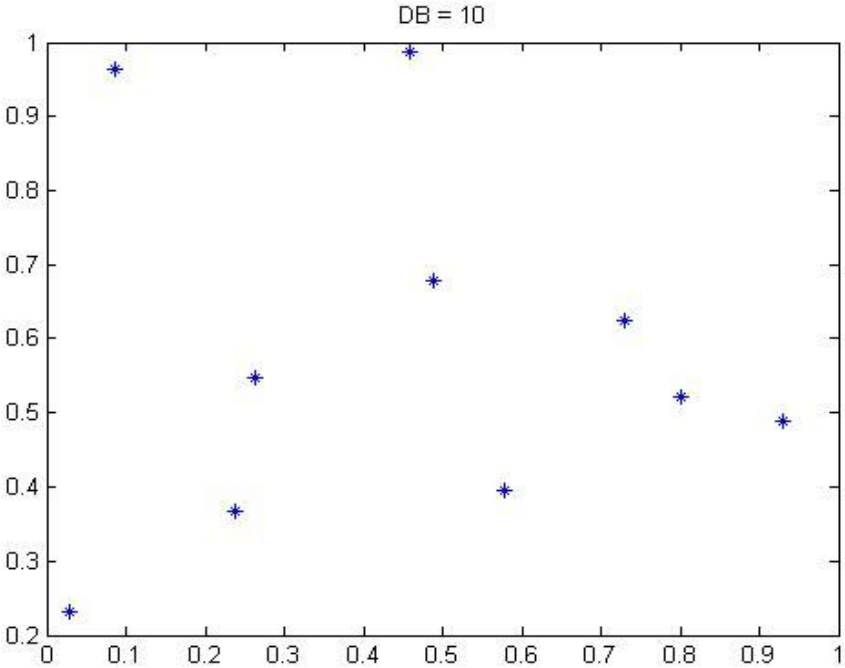


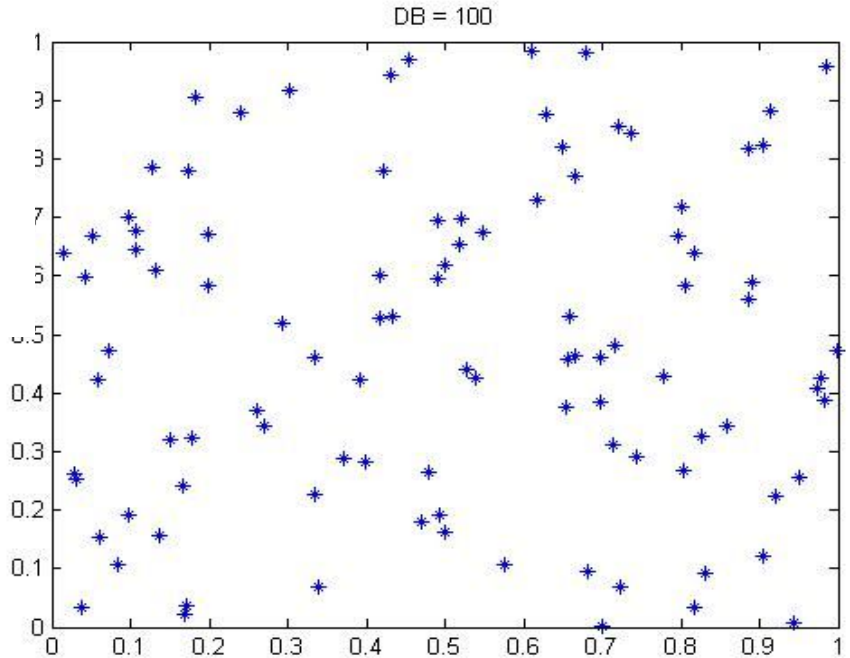


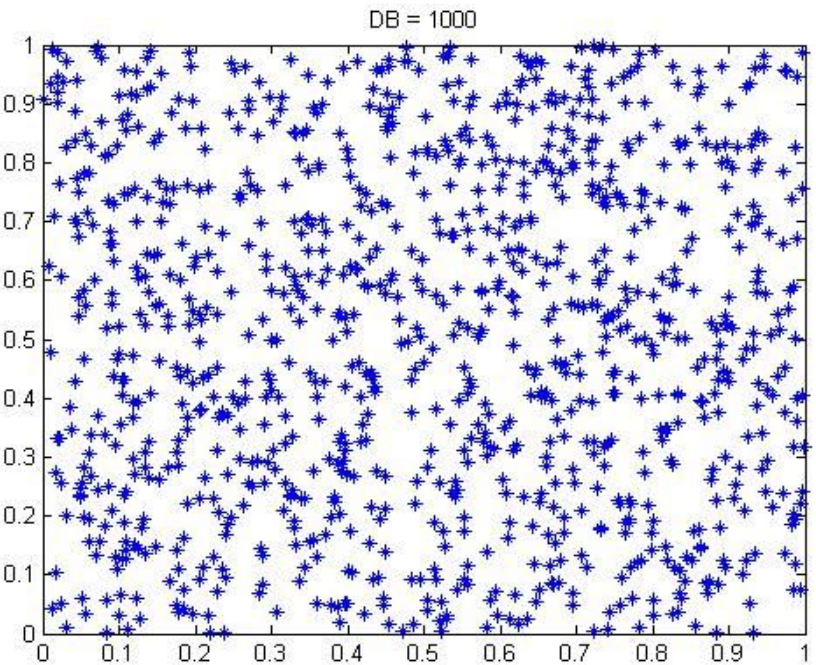
Lokális szélsőérték

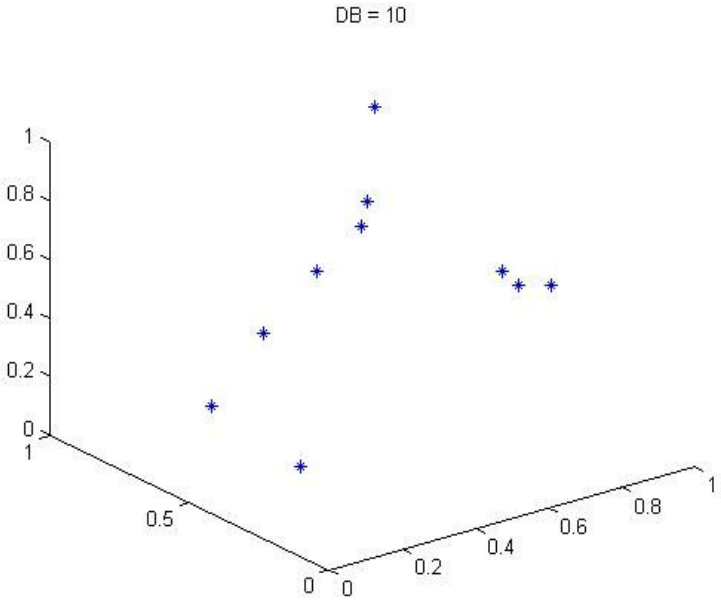
$f'(x) = 0$

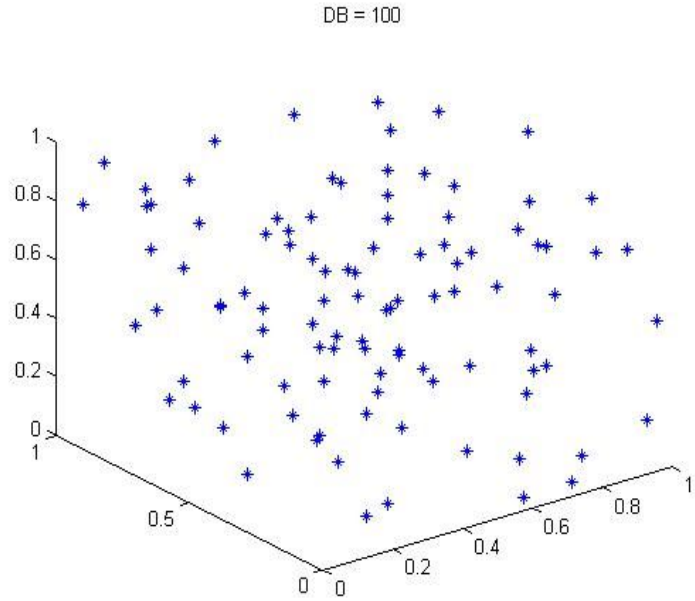
Ha több, melyik a globális?

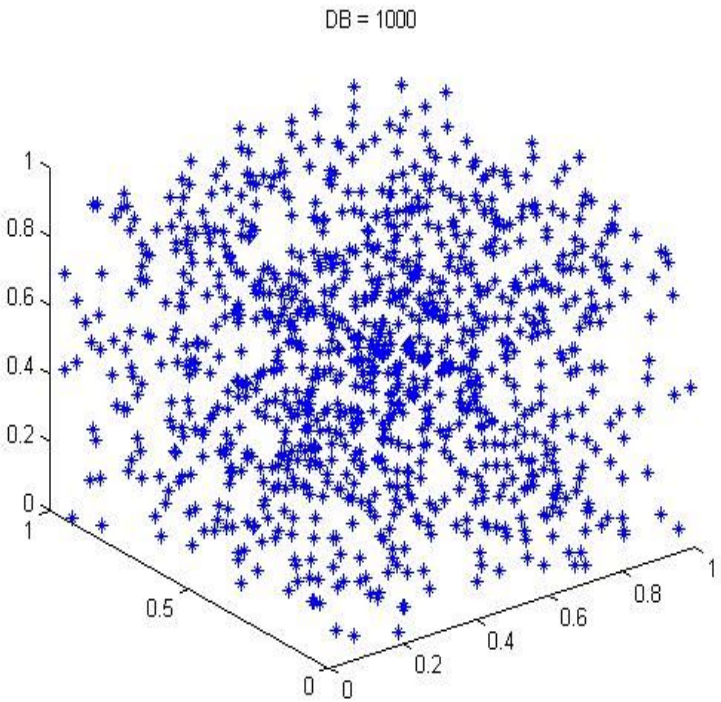

DB = 10
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1

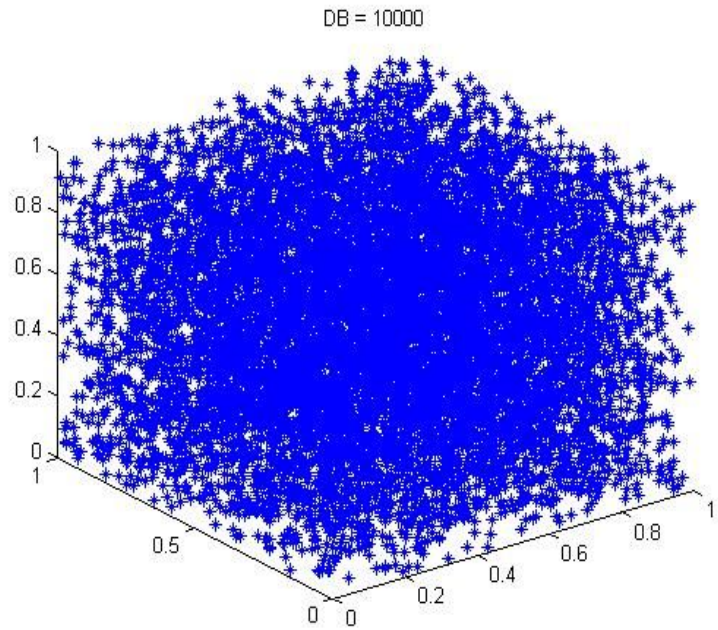

DB = 100
1
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1


DB = 1000
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1


DB = 10
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
1
0.5
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1


DB = 100
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
1
0.5
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1


DB = 1000
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
1
0.5
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1


DB = 10000
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
1
0.5
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1

Véletlen újraindítású hegymászás (és sok más változat):

véletlenül generált kiinduló állapotokból hegymászó keresés, amíg nem jár le az idő, vagy már nincs észrevehető előrelépés

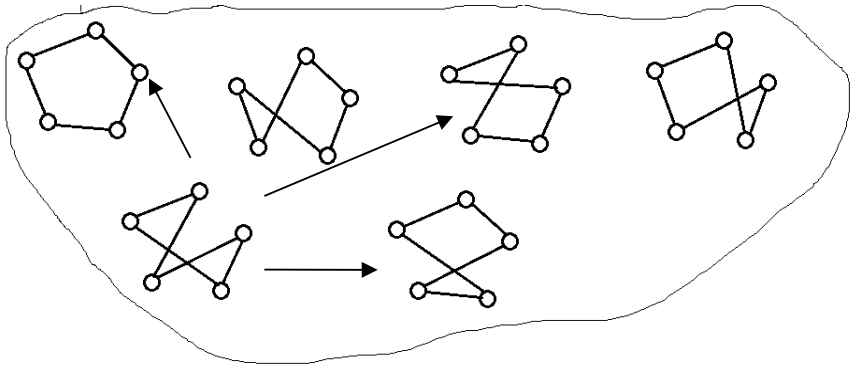
a hegymászás sikere: az állapottér „**felszínének" alakja**

- ha csak **néhány** lokális maximum: gyors megoldás.
- egy valódi probléma = egy „sündisznó" felszín.

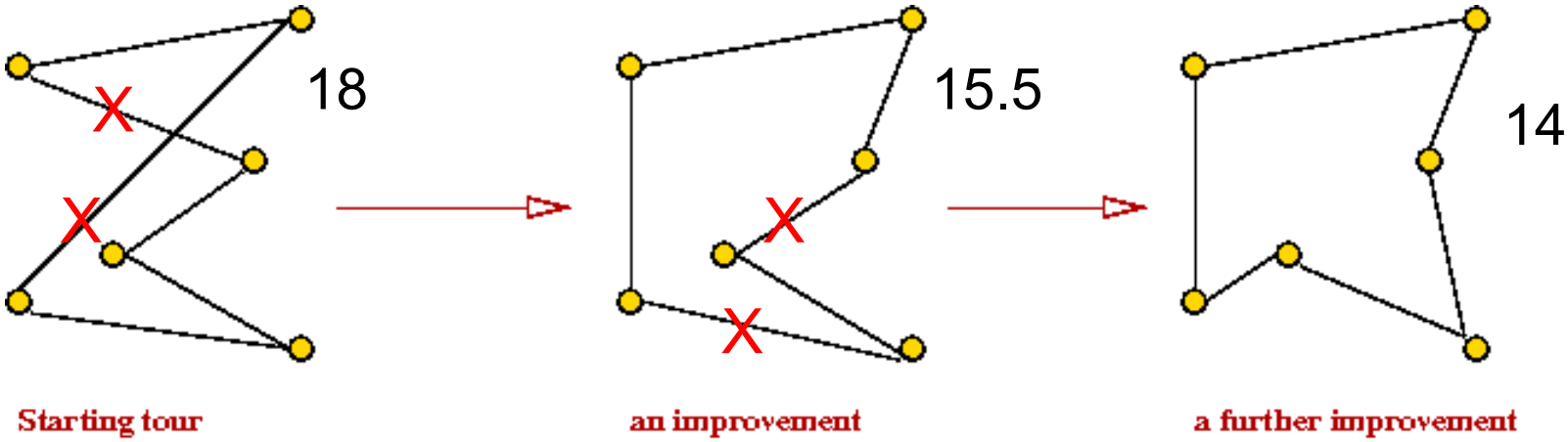
Ha a probléma NP-teljes, akkor az exponenciális időigénynél jobb nem lesz = exponenciálisan sok lokális maximum.

Általában kisszámú iteráció után már elfogadhatóan jó megoldást lehet találni.

Pl. **Utazó ügynök probléma – Travelling Salesman Problem**



pl. 2-opt heurisztika

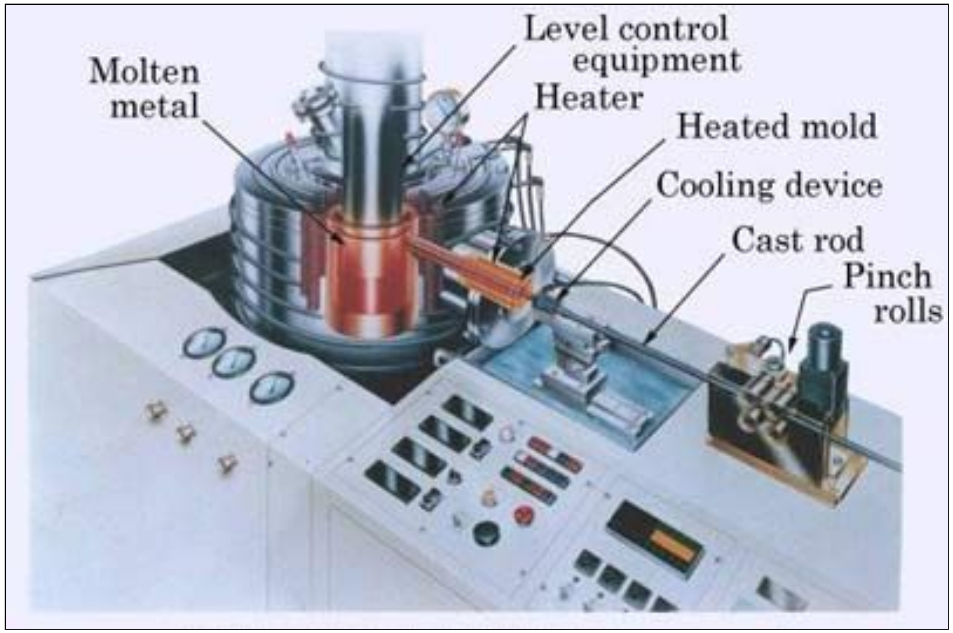


3-opt, …, k-opt heurisztika, stb.

3-opt utak, 48 város, 100 véletlen újraindítás, optimális megoldás .99 valószínűséggel (elvben 48! = 1.2414e+061)

Szimulált lehűtés

Véletlen újraindítás helyett, ha a keresés egy lokális maximumban beragad, megengedhetjük, hogy néhány lefelé vezető lépést tegyen, hogy kimeneküljön a lokális maximumból.



A szimulált lehűtés ciklusa:

- a legjobb lépés megtétele helyett egy **véletlen lépést** tesz.
- **ha a lépés javít**, akkor az mindig végrehajtásra kerül.
- ellenkező esetben az algoritmus a lépést csak valamilyen, 1-nél kisebb **valószínűséggel** teszi meg (Boltzmann-eloszlás).

$$P \approx \exp(-\Delta E / T)$$

A valószínűség exponenciálisan csökken a lépés "rontó" képességével – azzal a ΔE mennyiséggel, amivel a kiértékelő függvény romlott, és az idővel, a hűtés függvényében.

Szimulált lehűtés

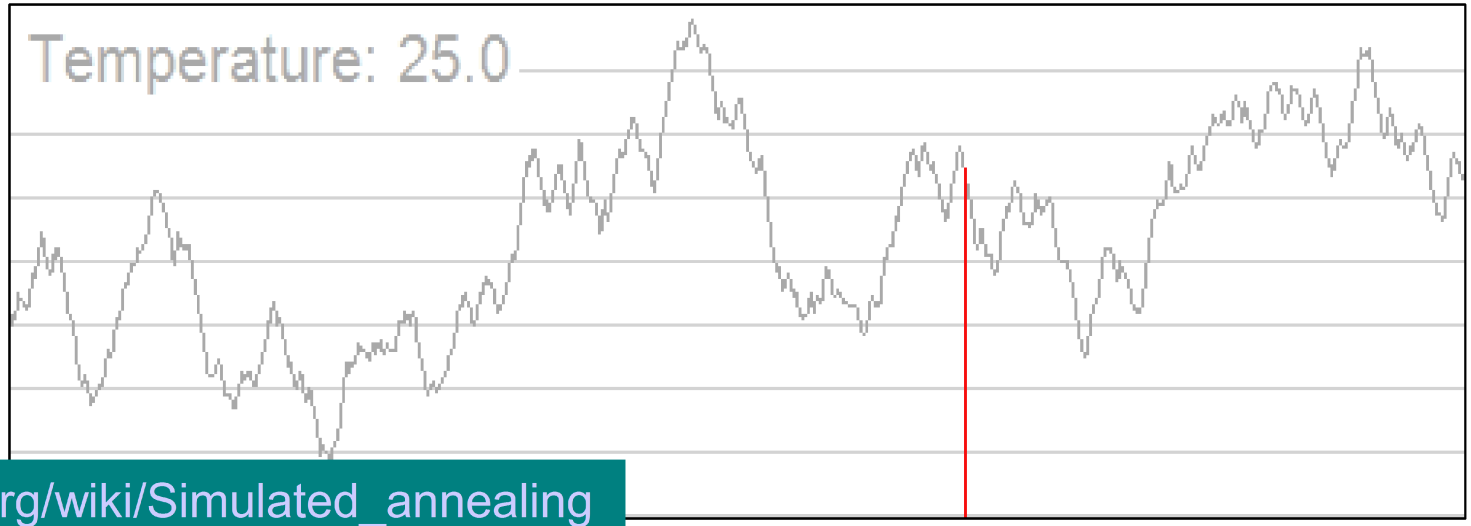
***T*(idő) - hűtési karakterisztika**

- magas ***T***-nél a "rossz" lépések nagy valószínűséggel fordulnak elő,
- ahogy ***T*** tart nullához, a rossz lépések egyre kevésbé valószínűek, az algoritmus többé-kevésbé egy hegymászó algoritmusként viselkedik.

Hűtési karakterisztika - a hőmérséklet csökkentésének mértéke

Az egyedi lépések - termikus zaj okozta véletlen fluktuáció.

Ha a hőmérsékletet kellően lassan csökkentjük, akkor az anyag a legkisebb energiájú állapotba jut.
Ha a **hűtési karakterisztika** ***T***-t kellően lassan csökkentjük, az algoritmus egy globális minimumot fog találni.



http://en.wikipedia.org/wiki/Simulated_annealing

Nyaláb-keresés

Lokális nyaláb keresés - k állapotot követ nyomon

Indulás: k véletlen módon generált állapot

Minden lépésben a k állapot mindegyikének összes követőit kifejti

Ha ezek valamelyike egy cél, az algoritmus leáll

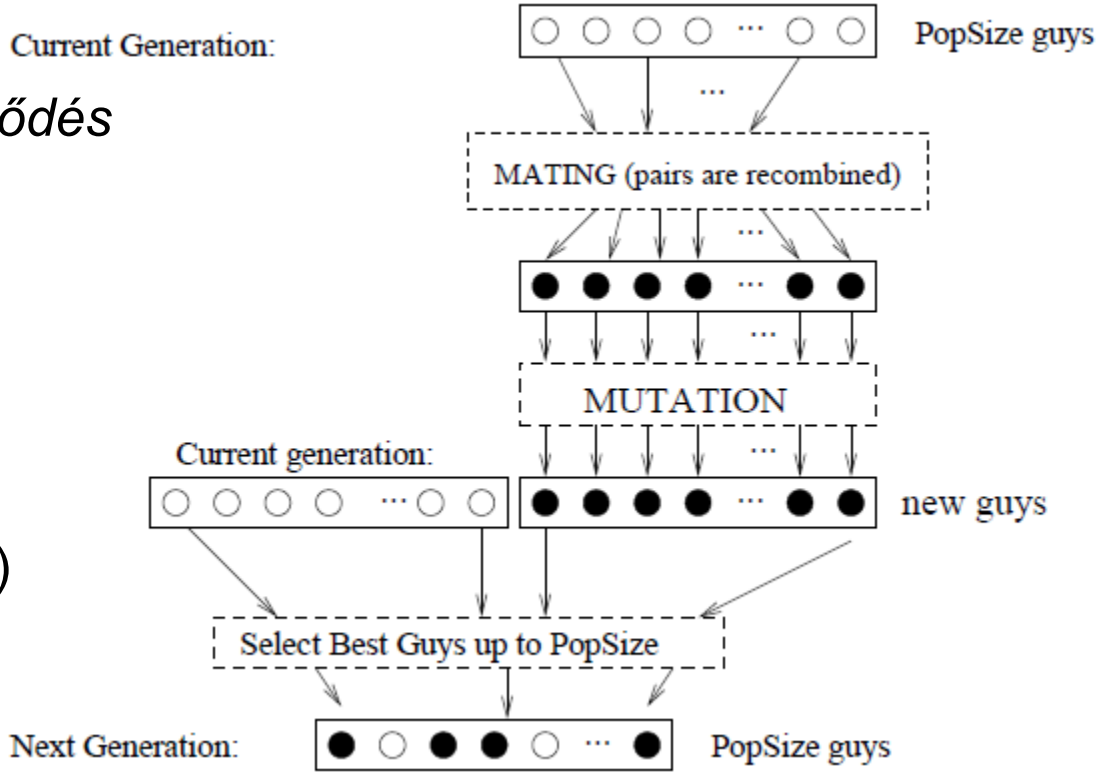
Különben a teljes listából kiválasztja a legjobb k követőt,
és ezt az eljárást ismétli.

Megnövelt tár - … - megnövelt esély a „jó” extrémumra.

Genetikus algoritmusok

Indulás: k véletlen módon generált állapot = populáció
Minden állapot vagy egyed = egy véges ábécé fölött értelmezett, leggyakrabban egy, a 0-kból és 1-ekből álló füzér (a probléma kódolása)

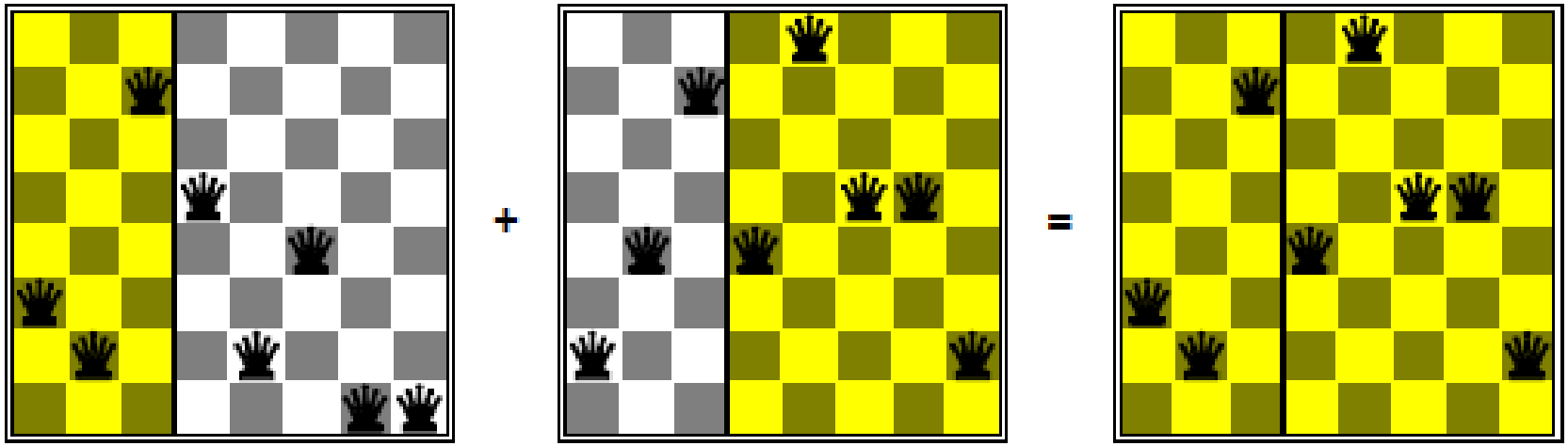
- populáció
- fitnesz-függvény
- keresztezés (kiválasztás, párosítás) fitnesz függvényében
- mutáció
- *elitizmus*
- *Darwin-/ Lamarck-féle öröklődés*
- új populáció kialakítása

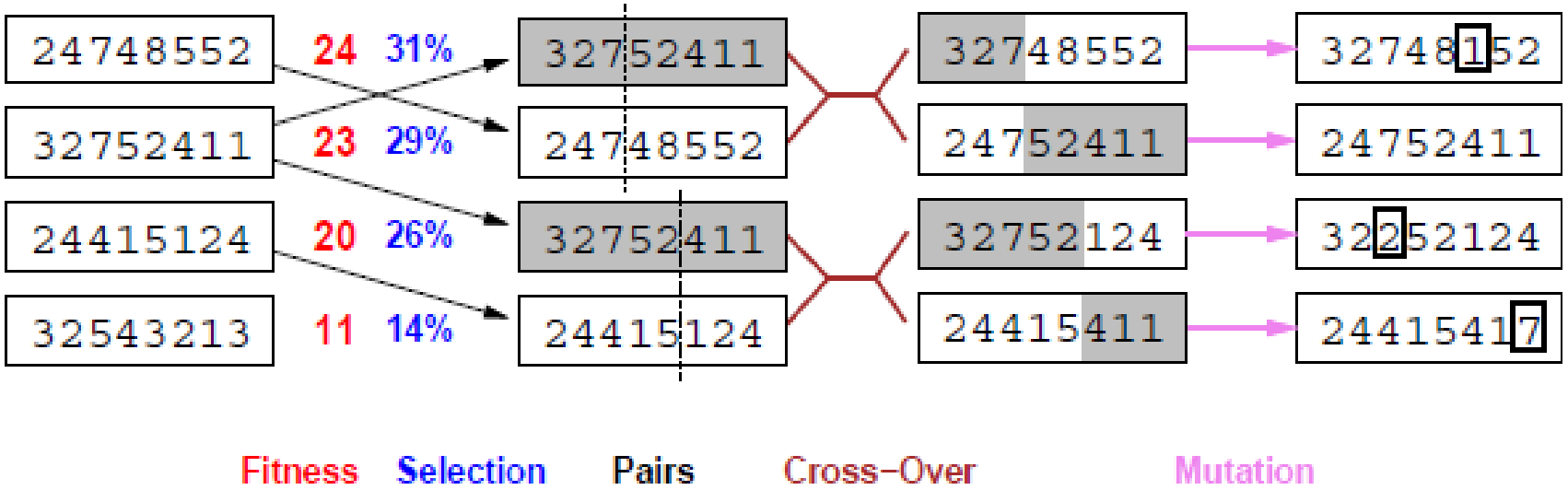


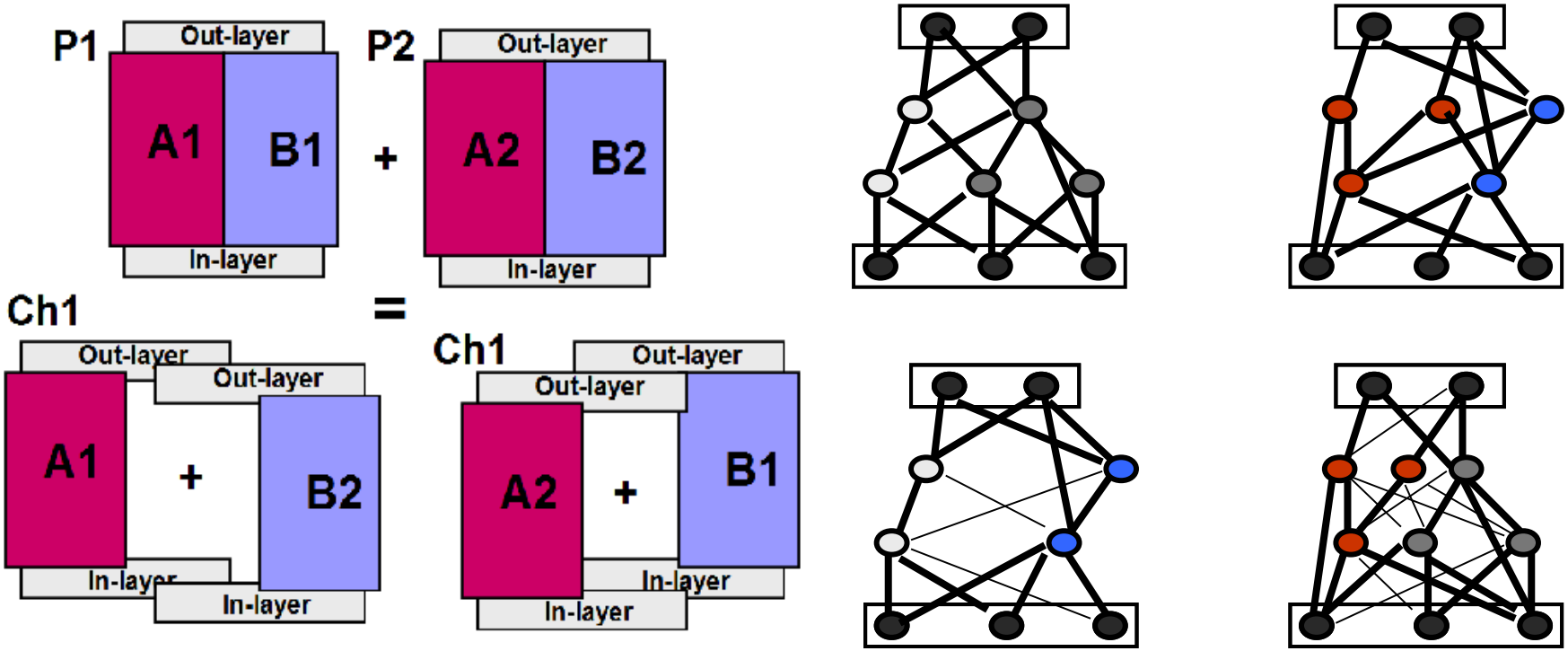
Mint a hegymászó, ill.
a nyaláb-keresés
(ivartalan/ ivaros szaporodás)

Genetikus algoritmusok

A 8-királynő probléma állapotai =
pl. 8 számjegyes füzérek
(1.oszlop poz., 2. oszlop poz., …, 8. oszlop poz.)
fitnesz = 28 - n







darwini, lamarcki?

2006 NASA ST5 spacecraft antenna
https://en.wikipedia.org/wiki/Evolved_antenna

És még sok-sok egyéb keresési algoritmus ...

a. Minden keresési algoritmusnak számos változata van

b. Új algoritmusok kitalálása az MI mindig aktív területe

c. Folytonos terekben a kereséshez gradiens alapú eljárások szolgálnak

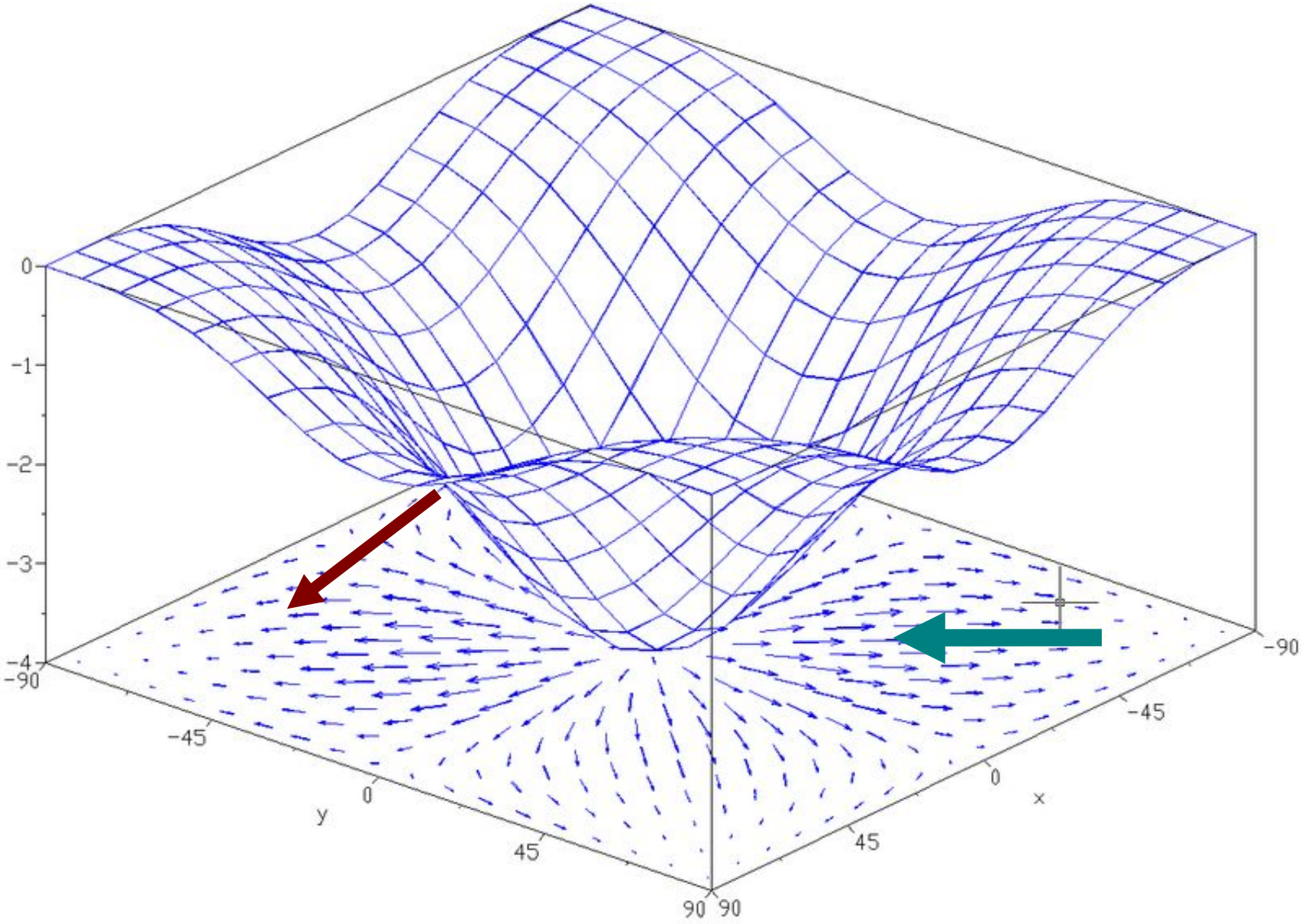
$$\mathbf{x} \leftarrow \mathbf{x} - \alpha \nabla f(\mathbf{x})$$

$$\mathbf{x} \leftarrow \mathbf{x} - \alpha \mathbf{H}^{-1}(\mathbf{x}) \nabla f(\mathbf{x})$$

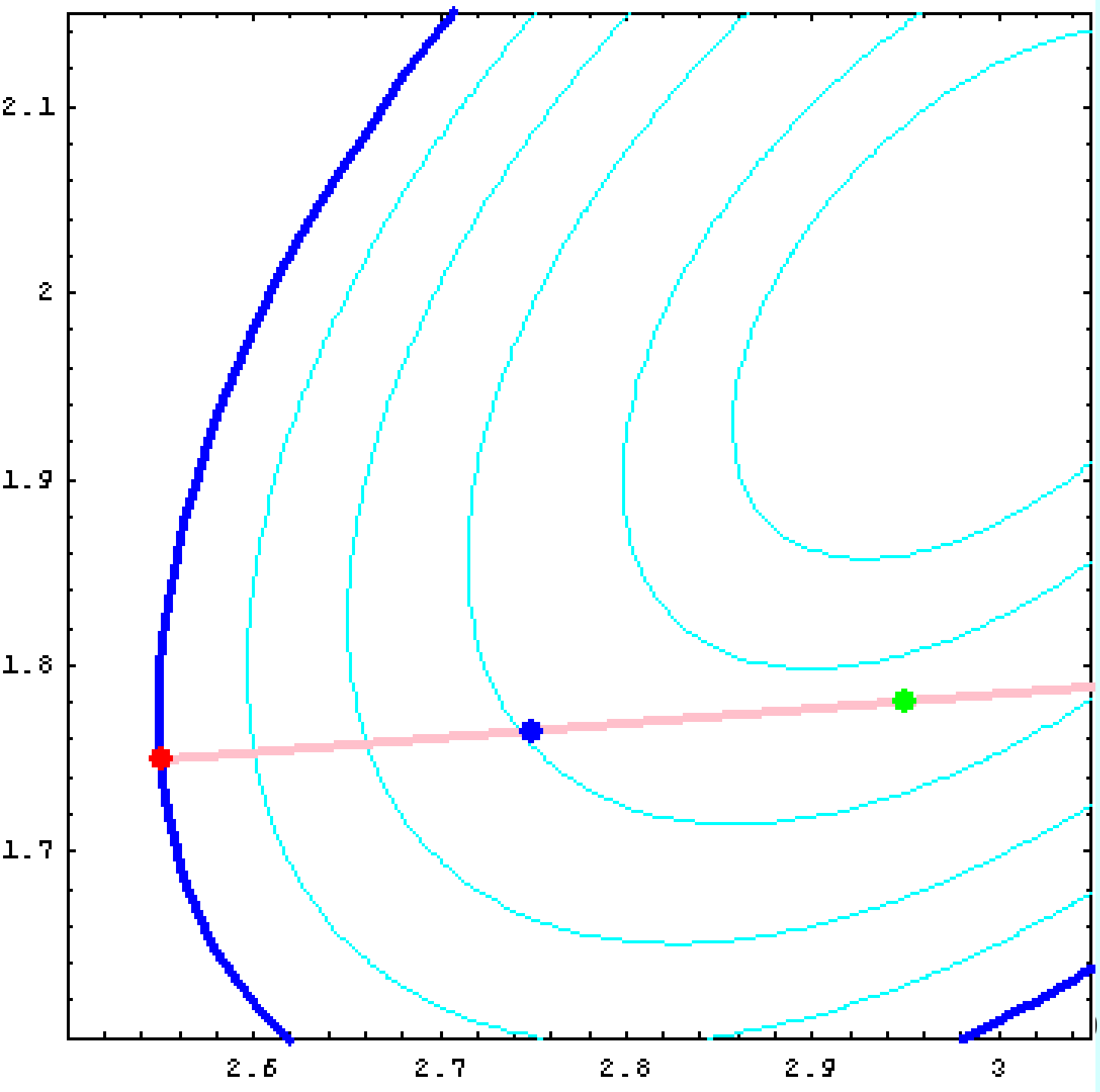
relaxációs módszer
gradiens fix lépéshosszal
gradiens optimalizált lépéshosszal
Newton-módszer
és sok más

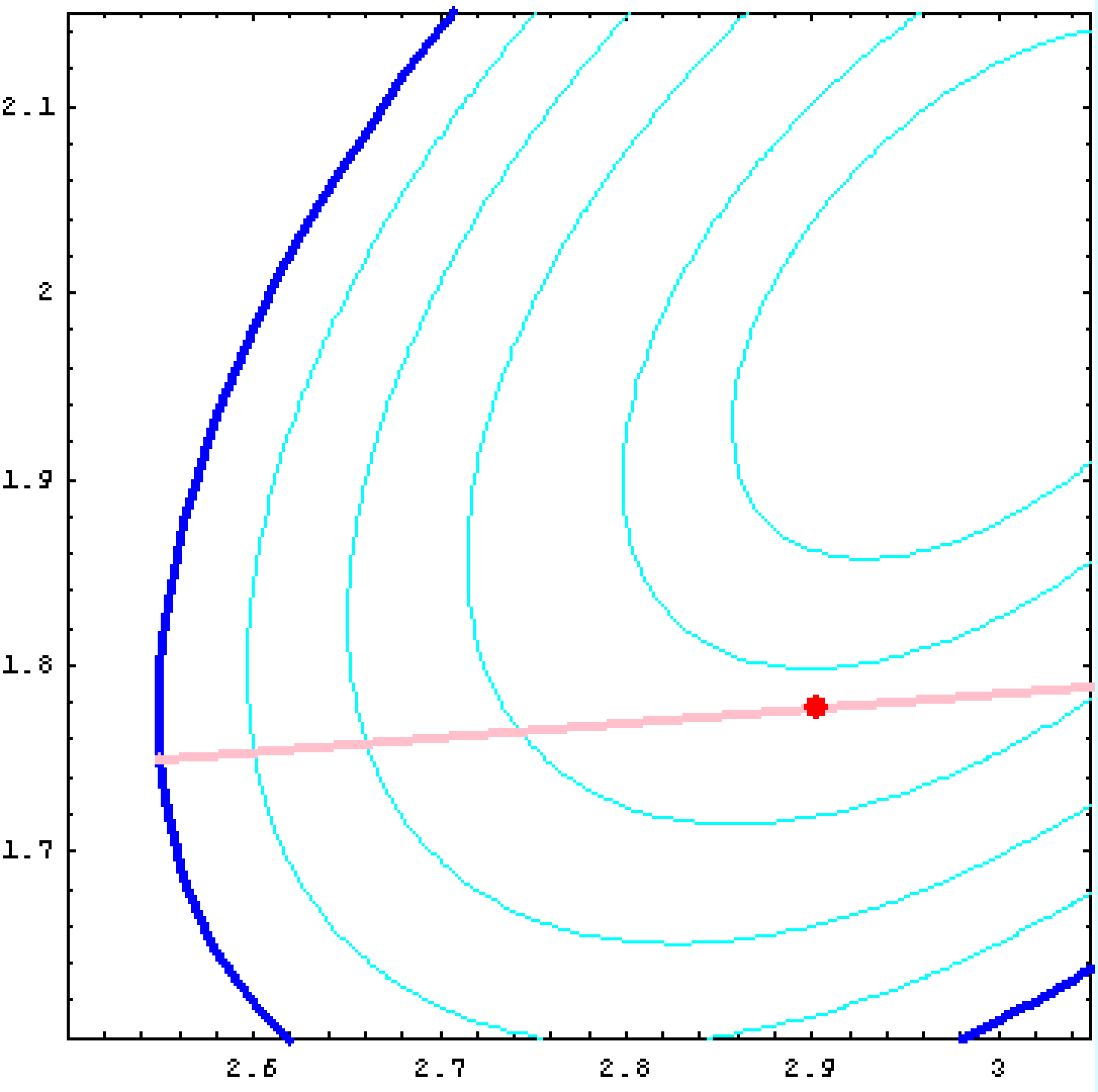
d. (Alagutas hegymászás (minimization + tunnelling) ...)

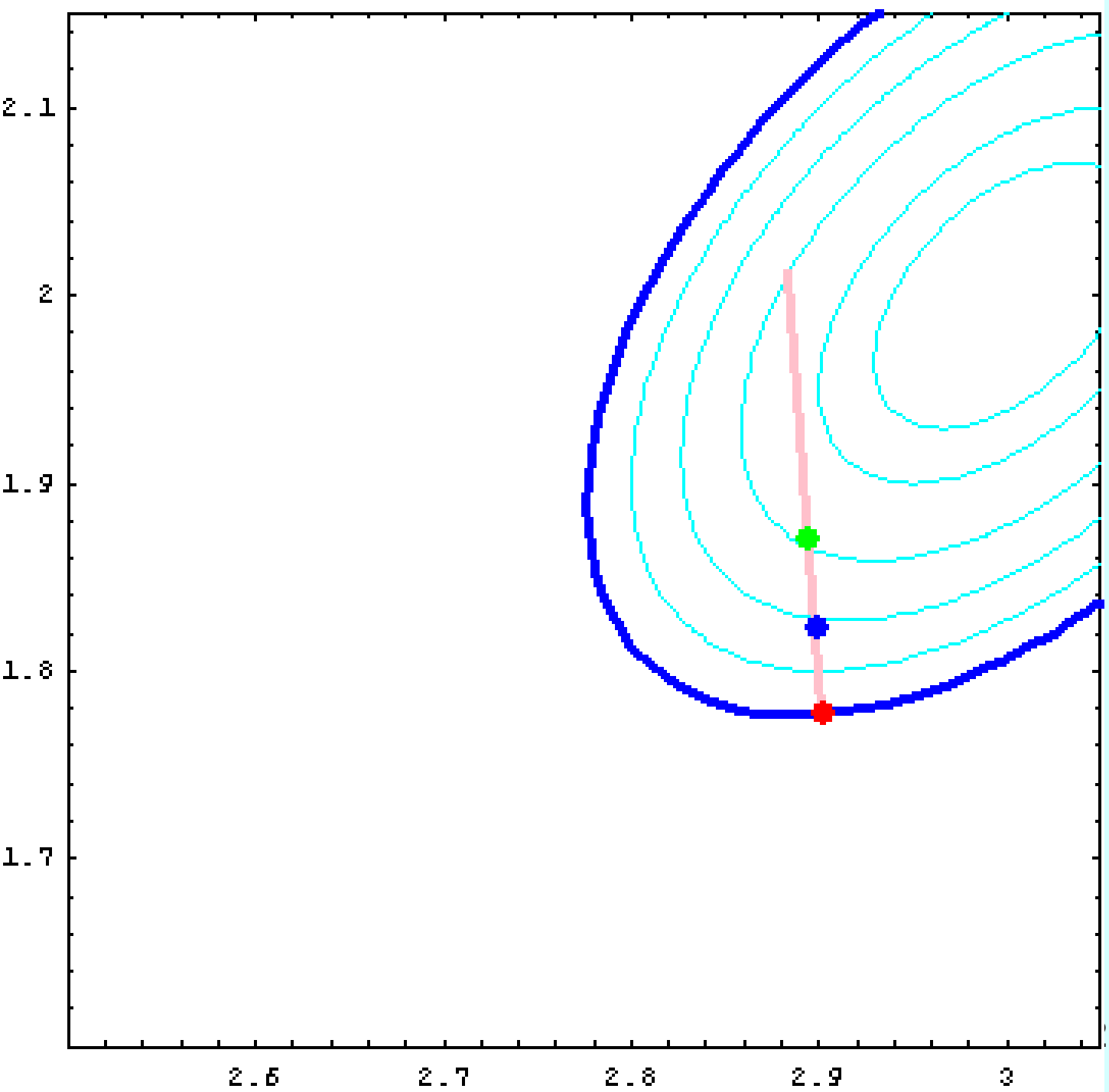
e. Hiányos információ mellett (felfedezési problémák) az un. on-line változatok használatosak
(pl. **tanuló valós-idejű A***, ld. jegyzet)

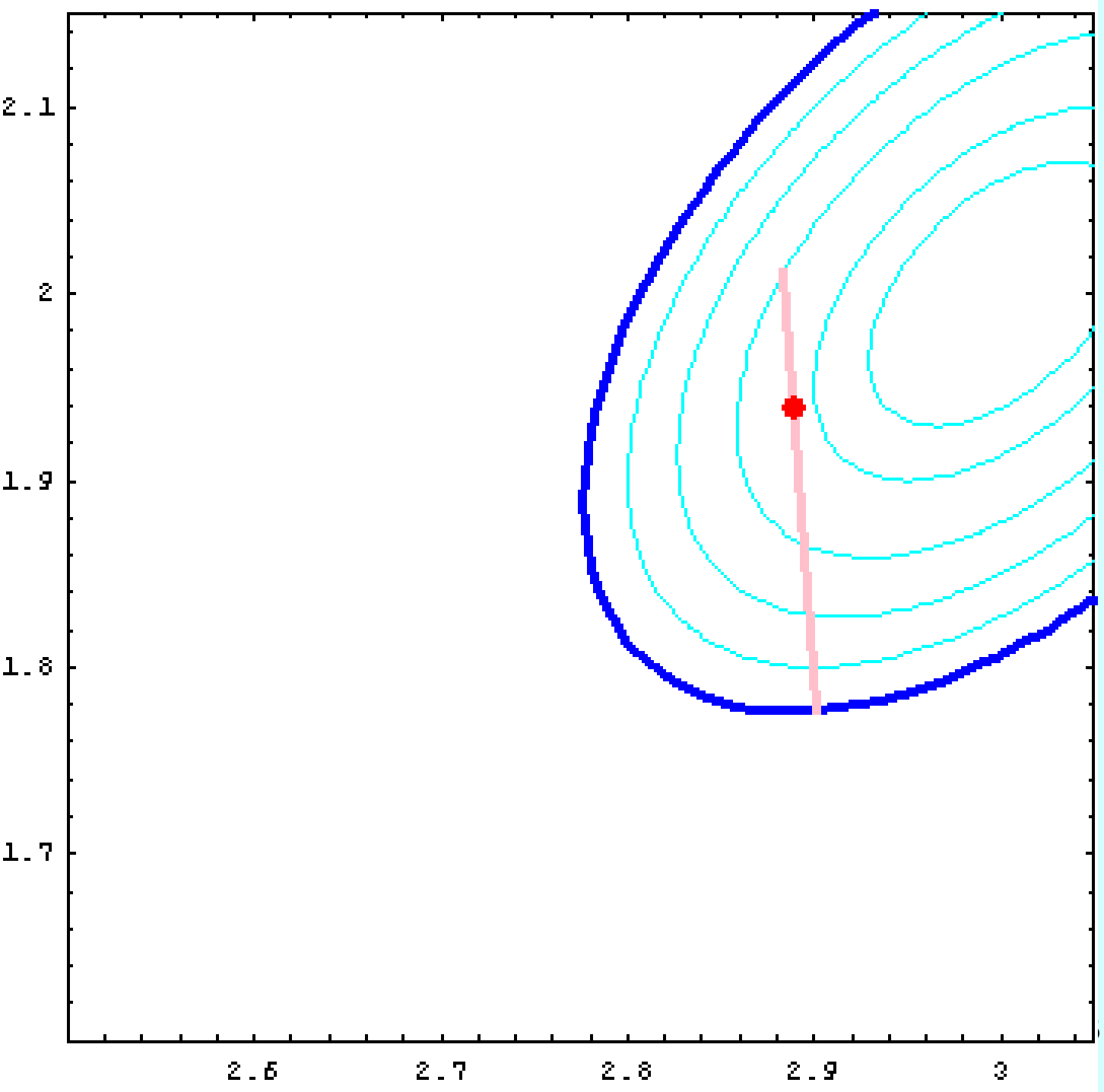


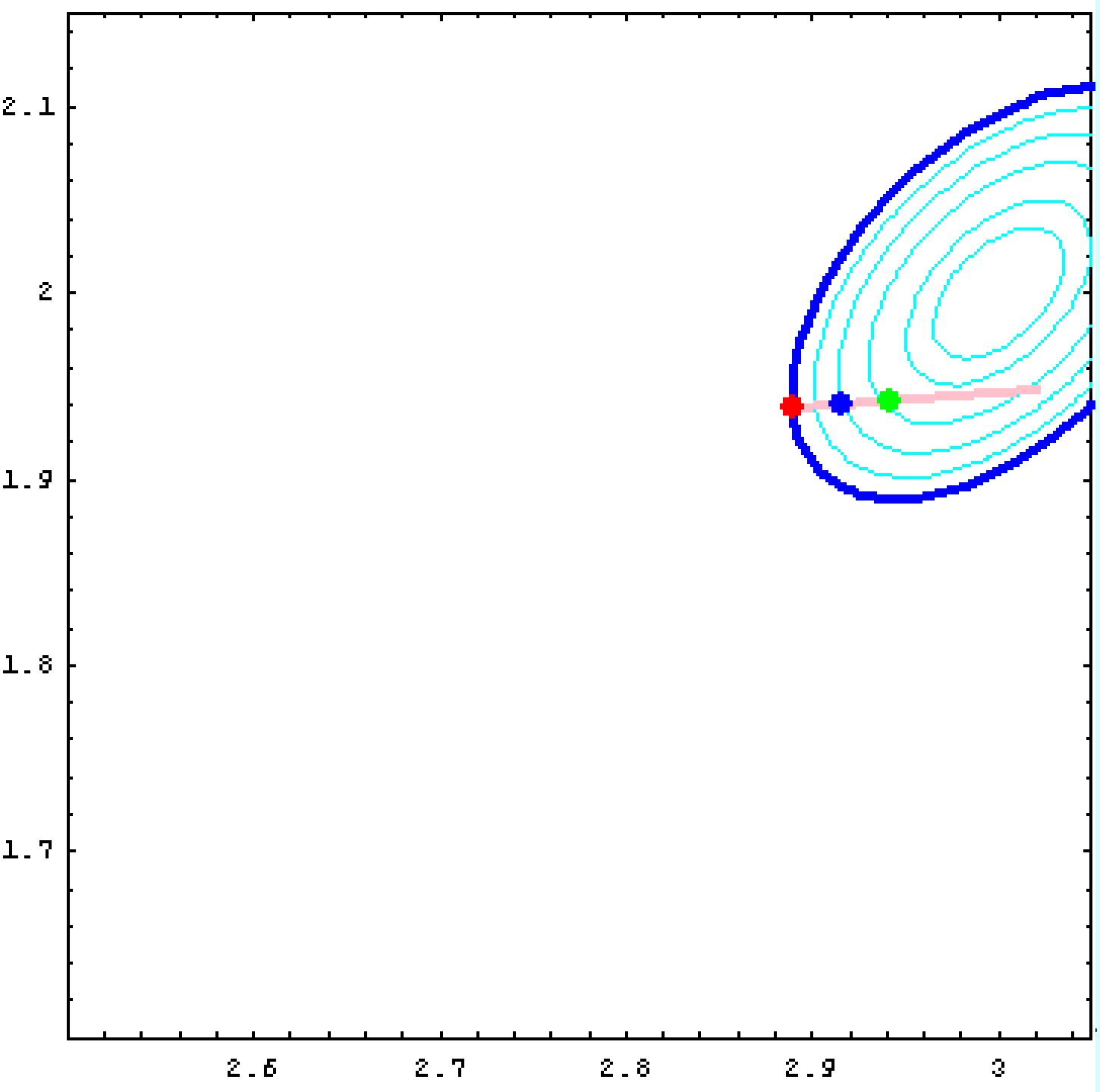
http://en.wikipedia.org/wiki/Gradient

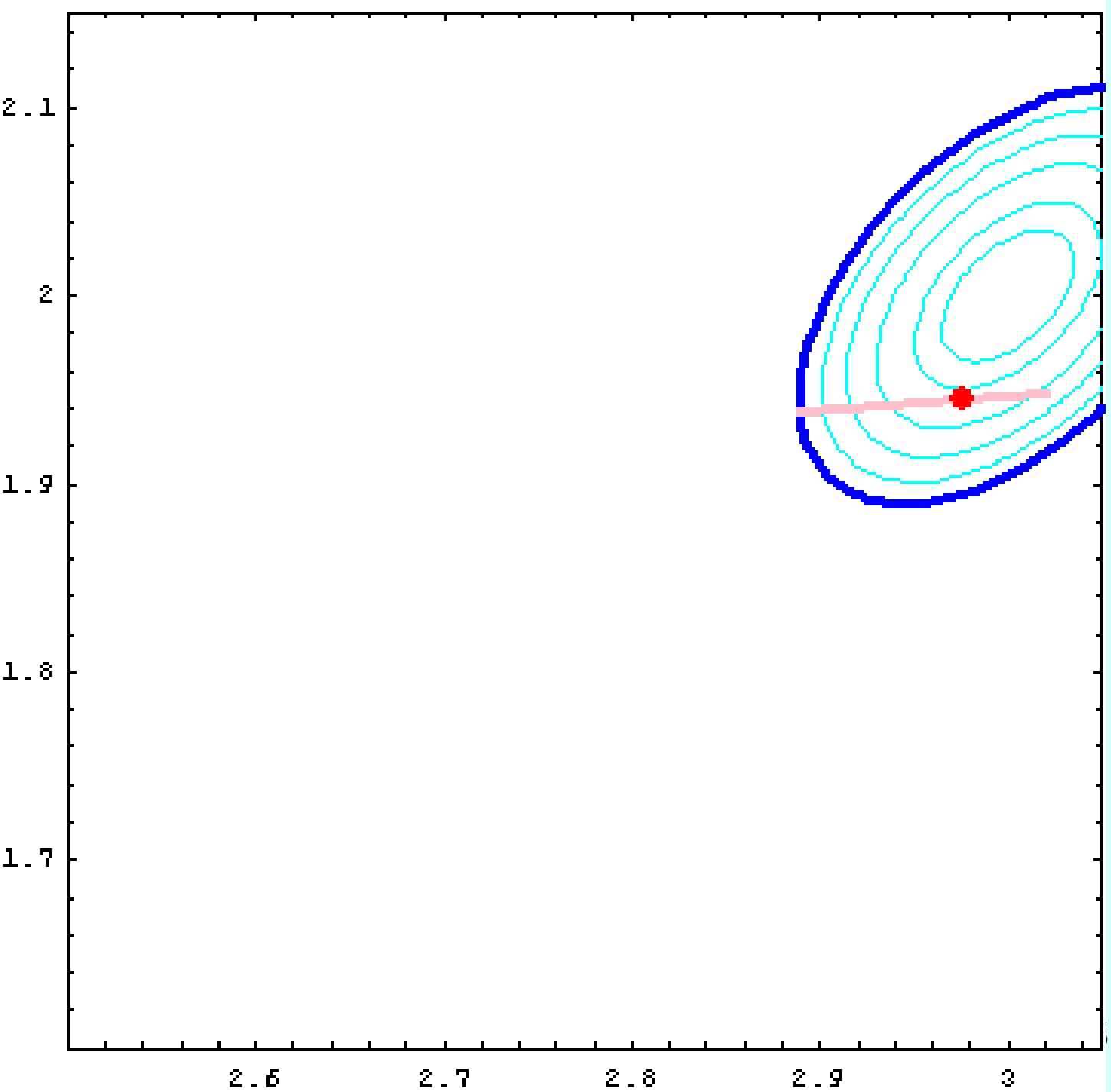

2.1
2
1.9
1.8
1.7
2.6
2.7
2.8
2.9
3

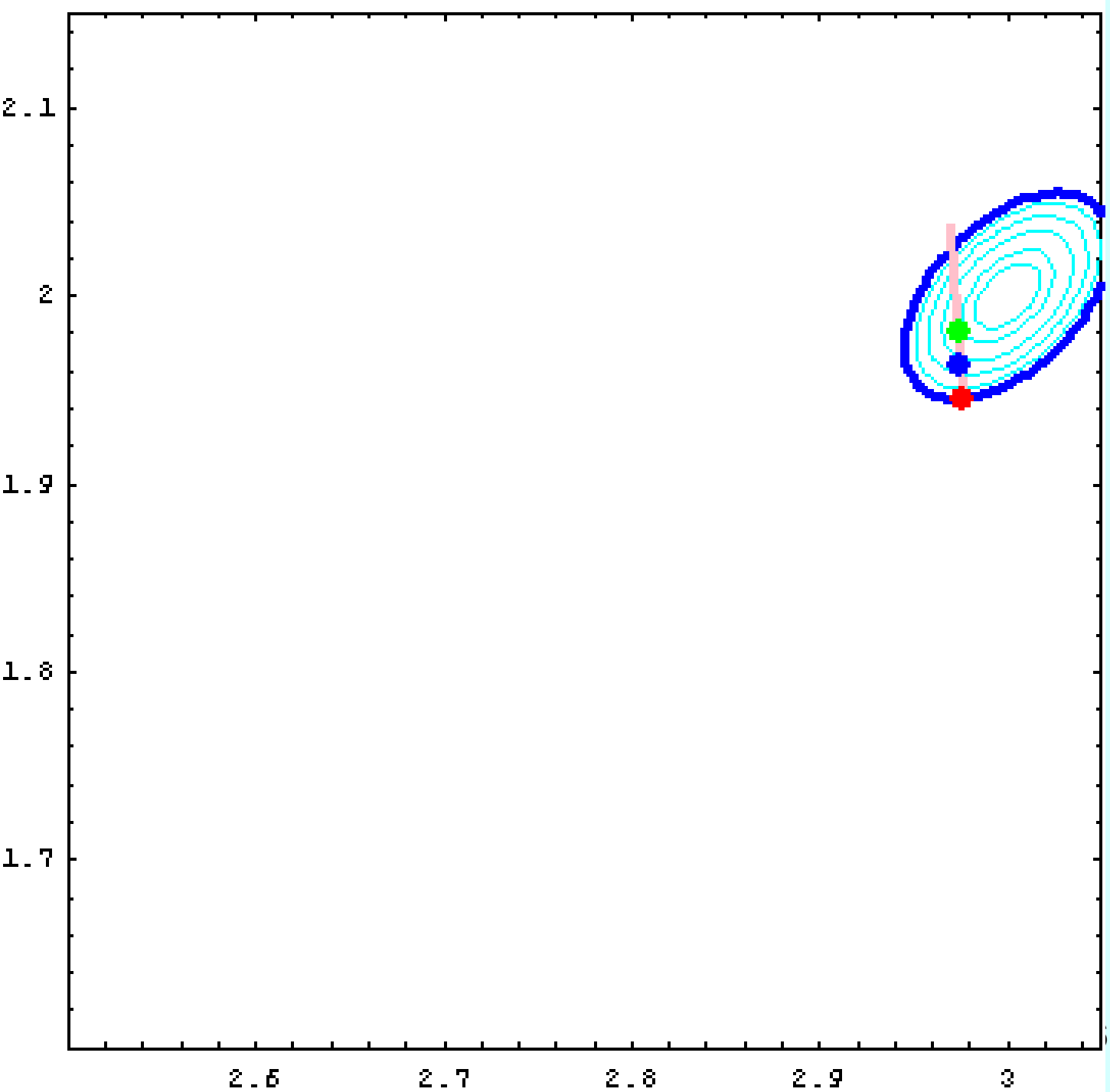

2.1
2
1.9
1.8
1.7
2.6
2.7
2.8
2.9
3


2.1
2
1.9
1.8
1.7
2.6
2.7
2.8
2.9
3


2.1
2
1.9
1.8
1.7
2.6
2.7
2.8
2.9
3


2.1
2
1.9
1.8
1.7
2.6
2.7
2.8
2.9
3


2.1
2
1.9
1.8
1.7
2.6
2.7
2.8
2.9
3


2.1
2
1.9
1.8
1.7
2.6
2.7
2.8
2.9
3