

Bolyongás a jelöltek halmazán

Optimalitáselmélet szimulált hőkezeléssel

Bíró Tamás

Humanities Computing, CLCG

University of Groningen, Hollandia

valamint

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

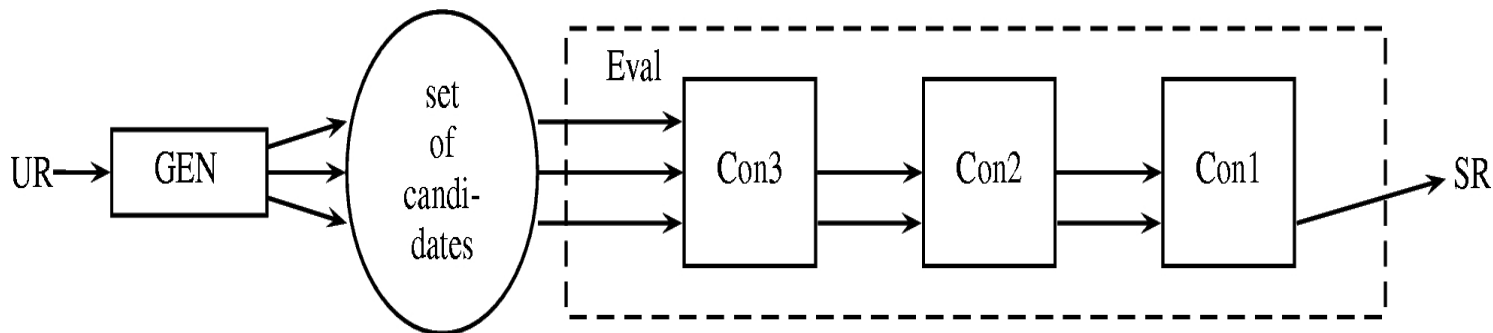
`birot@let.rug.nl, birot@nytud.hu`

Nyelvészeti Doktoranduszok 9. Országos Konferenciája

2005. november 18.

Optimalitáselmélet (Optimality Theory)

Prince & Smolensky, 1993 / 2004



OT tábla: a legjobb jelölt megkeresése, **lexikografikus rendezés** alapján

	c_n	c_{n-1}	...	c_{k+1}	c_k	c_{k-1}	c_{k-2}	...
w	2	0		1	2	3	0	
w'	2	0		1	3 !	1	2	
w''	3 !	0		1	3	1	2	

Áttekintés

- Az alapprobléma: az optimális jelölt megtalálása
- Szimulált hőkezelés (szimulált lehűtés, *simulated annealing*)
- $OT + SA = SA-OT$
- Topológia a jelöltek halmazán
- Egy példa: holland gyorsbeszéd
- Szabadon kipróbálható demo az Interneten

Az alapprobléma: az optimális jelölt megtalálása

Meglehetősen nehéz feladat lehet (NP-teljes, Eisner 1997), különösen nagy vagy végtelen halmazon.

- Dinamikus programozás (*dynamic programming, chart parsing*; Tesar & Smolensky, 2000; Kuhn, 2000: LFG-OT)
- Véges állapotú automaták (FSA: Ellison, 1994; Karttunen, 1998; Frank & Satta, '98; Gerdemann & van Noord, 2000; Jäger, 2002; Bíró)
- Genetikus algoritmus (GA: Turkel, 1994)

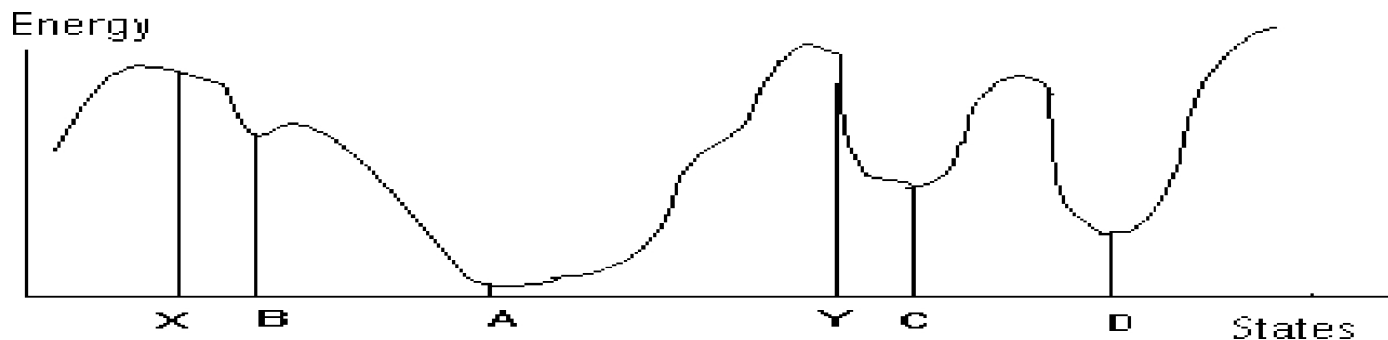
De vajon kell-e tökéletes megoldásra törekedni?

Szimulált hőkezelés

(Szimulált lehűtés, *simulated annealing*, SA)

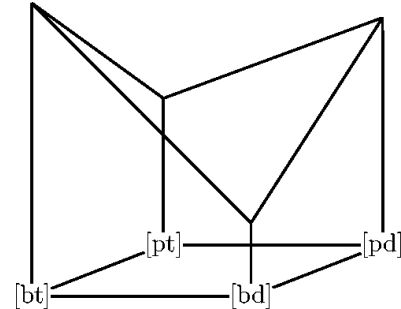
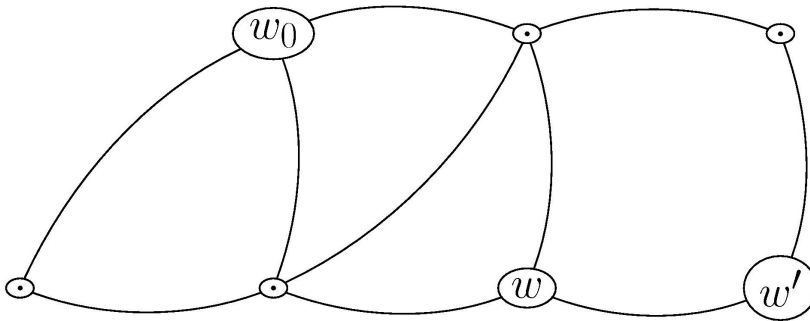
Egy függvény *globális* minimumát keressük.

SA: elterjedt algoritmus, ötlet a statisztikus fizikából (termodinamikából)



$$P(w \rightarrow w') = \begin{cases} 1 & \text{ha } E(w') \leq E(w) \\ e^{-\frac{E(w') - E(w)}{kT}} & \text{ha } E(w') > E(w) \end{cases}$$

$$OT + SA = SA-OT$$



- véletlen bolyongás az jelöltek halmazán
- szomszédsági struktúra (topológia, geometria)
- lokális optimumok, amelyekbe beragadhat az algoritmus
- az algoritmus pontossága függ az algoritmus sebességétől.

Az SA-OT algoritmus

```
w := w_init ;
for K = K_max to K_min step K_step
  for t = t_max to t_min step t_step
    CHOOSE  random w' in Neighbourhood(w) ;
    COMPARE w' to w: C := fatal constraint
                    d := C(w') - C(w);
    if d <= 0 then w := w';
    else
      w := w' with probability
      P(C,d;K,t) = 1           , if C < K
                  = exp(-d/t) , if C = K
                  = 0           , if C > K
    end-for
  end-for
end-for
return w
```

Topológia a jelöltek halmazán:

A produkció felgyorsítható a pontosság rovására

- Szomszédsági struktúra (topológia, geometria) a jelöltek halmazán → lokális optimumok
- Globális optimum = a grammatikailag helyes alak
- Lokális optimumok = performanciahibák
- Lassan futtatott SA-OT: nagy valószínűséggel megtalálja az SA-OT a globális optimumot
- Gyorsan futtatott SA-OT: könnyebben hibázik

Holland gyorsbeszéd

<i>uit.ge.ve.ríj</i> 'kiadó'	<i>stu.die.toe.la.ge</i> 'öszöntdíj'	<i>per.fec.tio.níst</i> 'perfekcionista'
OOC: ssus	susuu	usus
<i>ùit.gè.ve.ríj</i> gyors: 0.65 / 0.67 lassú: 0.97 / 0.96	<i>stú.die.tòe.la.ge</i> gyors: 0.55 / 0.38 lassú: 0.96 / 0.81	<i>per.fèc.tio.níst</i> gyors: 0.49 / 0.13 lassú: 0.91 / 0.20
<i>ùit.ge.ve.ríj</i> gyors: 0.35 / 0.33 lassú: 0.03 / 0.04	<i>stú.die.toe.là.ge</i> gyors: 0.45 / 0.62 lassú: 0.04 / 0.19	<i>pèr.fec.tio.níst</i> gyors: 0.39 / 0.87 lassú: 0.07 / 0.80

SA-OT (B.T.) / M. Schreuder laboratóriumi fonológiai kísérlete

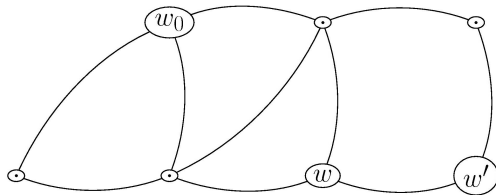
ALIGN-LEFT ≫ OOC ≫ *ΣΣ ≫ PARSE ≫ TROCHAIC

Szabadon kipróbálható demo az Interneten

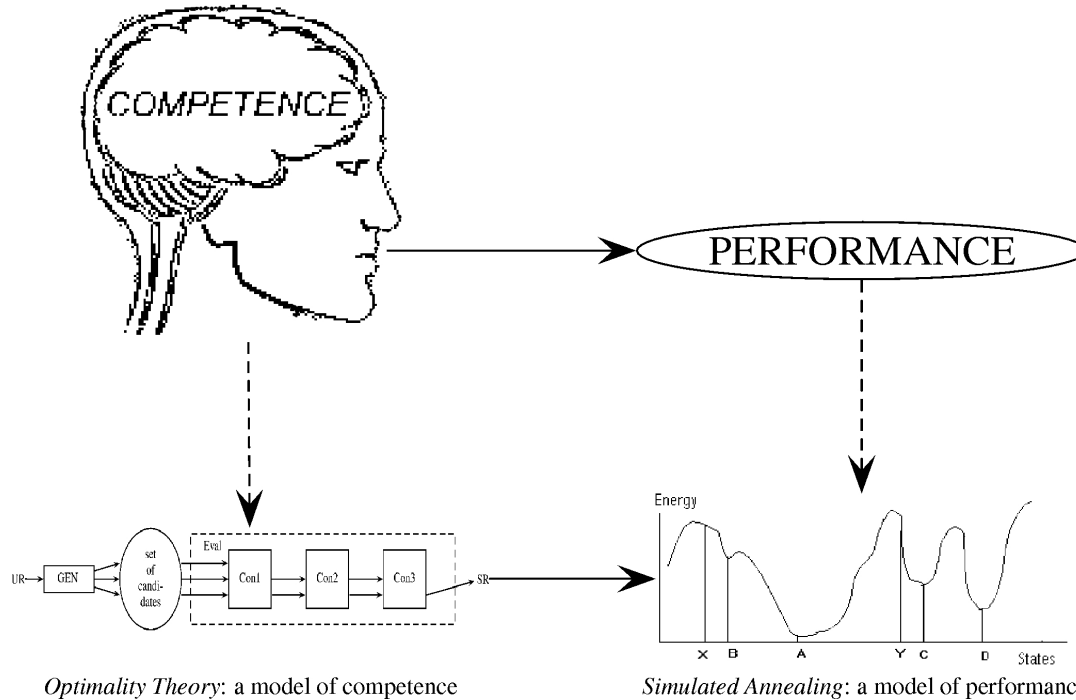
- <http://www.let.rug.nl/~birot/sa-ot/>

Összefoglalás:

- Optimalitáselmélet kibővítése topológiával



- Lokális optimumok = performanciahibák



- SA-OT algoritmus, mint a Saussure-i *parole* szimulációja: minél gyorsabb, annál több hibát vét
- Meghatározott hibák, adott százalékban

Köszönöm a figyelmet!

Bíró Tamás

birot@let.rug.nl, birot@nytud.hu