

HarNómia vagy OTpimalitás?

Grammatikus, rendhagyó és gyorsbeszédi alakok OT-ben és HG-ben

BIRÓ TAMÁS, ACLC, University of Amsterdam, Hollandia, t.s.biro@uva.nl, birot@nytud.hu

Kompetencia, rendhagyó alakok és performancia

Zárhangok zöngességi hasonulása a holland nyelvben:

- “Szabály”: kötelező *regresszív* hasonulás.
- De gyakran *progresszív* hasonulás is előfordul, főleg funkciószavakban.

Elemzési javaslat:

- Nyelvtan regresszív hasonulást ír elő (grammatikus alak: regresszív).
- Produkció létrehozhat progresszíve hasonuló alakot is, mert...

A **nyelvtan implementáló produkciós algoritmus** hibázhat:

- Heurisztikus algoritmus, mert egzakt megoldás túl komplikált lenne,
- amely általában megtalálja a nyelvten szerinti helyes megoldást,
- de néha hibázik: performanciahiba.
- ”Sebességért pontosságot áldozunk”: az algoritmus gyorsabban is futtatható, de ekkor csökken a helyes alak megtalálásának valószínűsége.

Optimalitáselmélet (OT) és Harmónia Nyelvtan (HG)

Nyelvi kompetencia = nyelvten

U mögöttes alak. Adott nyelvben mi a neki megfelelő $SF(U)$ felszíni alak?

$Gen(U)$: az U -nak megfelelő, potenciális felszíni nyelvi alakok halmaza.

$H(w)$, ahol $w \in Gen(U)$: optimalizálandó függvény az alakok halmazán.

Modell: nyelvten = $H(w)$ függvény.

Az U -nak megfelelő grammatikus alak: $Gen(U)$ azon eleme, amelyre $H(w)$ optimális (pl. minimális):

$$SF(U) = \arg \min_{w \in Gen(U)} H(w)$$

Hogy jutunk el a $H(w)$ függvényhez?

Legyenek $C_1(w), C_2(w), \dots, C_n(w)$ “elemi” függvények $Gen(U)$ -n, amelyek az alakok valamely “elemi” tulajdonságait mérik (történeti okokból hibás elnevezésük: konztréntek).

Optimalitáselmélet (OT):

$$H(w) = C_N(w) + \dots + C_2(w) + C_1(w)$$

Harmónia Nyelvtan (HG):

$$H(w) = g_N \cdot C_N(w) + \dots + g_2 \cdot C_2(w) + g_1 \cdot C_1(w)$$

Legyen $g_i = q^i$, ahol $q > 1$. NB: OT megfelel a $q \rightarrow +\infty$ (vagy $q = \omega$) határesetnek.

Hogyan találjuk meg a legoptimálisabb alakot?

Nyelvi performancia = számítógépes implementáció

- Összes lehetőséget végignézzük – és ha $Gen(U)$ végtelen?
Bizonyos esetekben: dinamikus programozás, végesállapotú OT, stb.

Szimulált hőkezelés (szimulált lehűtés, simulated annealing): a fizikából átvett, a mesterséges intelligenciában elterjedt heurisztikus optimalizációs algoritmus:

- Szomszédsági struktúra (topológia): mikor szomszédos két jelölt?
- Véletlen bolyongás a jelöltek halmazán, szomszédról szomszédra.
- Cél: a bolyongó eljusson $SF(U)$ -hoz, a (globálisan) optimális jelölthöz. De lokális optimumokba is beragadhat az algoritmus.
- Az algoritmus pontossága függ az algoritmus sebességétől:

Ha az optimalizálandó $H(w)$ célfüggvény valószínűségi, akkor minél lassabb a bolyongás, annál nagyobb valószínűséggel találjuk meg a globális optimumot, annál kisebb eséllyel ragadunk be lokális optimumba.

Holland zöngességi hasonulás: kompetencia

$U = /op.di/$ (például *op die [manier]* = ‘azon a [módon], úgy’)

$Gen(U) = \{opdi, opti, obdi, obti\}$

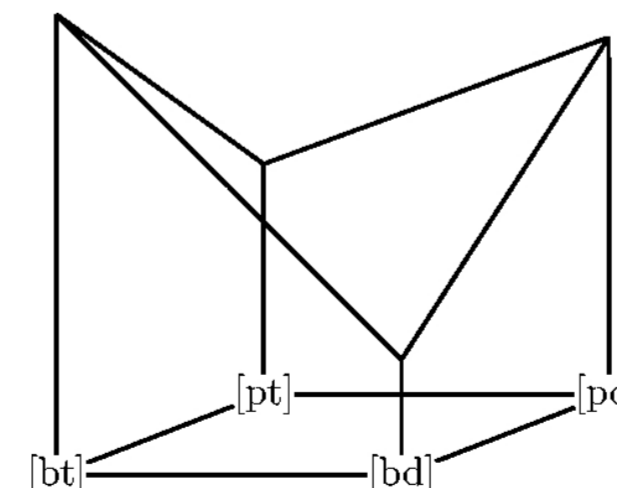
Szomszédsági struktúra: két jelölt szomszédos, akkor és csak akkor, ha pontosan egy szegmentum zöngességi jegyében különböznek.

Elemi függvények (konztréntek):

- ASSIM[VOICE]: az eltérő zöngességű szomszédos zárhangok száma.
- FAITH[ONSET]: (zöngességi) hűséget nem őrző szótagkezdetek száma.
- FAITH[VOICE]: (zöngességi) hűséget nem őrző szegmentumok száma.

$A[VOICE] \gg F[ONSET] \gg F[VOICE]$

/pd/	A[VOICE]	F[ONSET]	F[VOICE]
☞ [bd]	0	0	1
~ [pt]	0	1	1
[pd]	1	0	0
[bt]	1	1	2



☞ Globális optimum/minimum: [obdi] – minden más jelölnél jobb. Ez a *grammatikus alak*, mert a nyelvtenmodellünk szerint ez a helyes.

~ Lokális optimum/minimum: [opti] – jobb a két szomszédjánál.

Harmónia Nyelvtan (HG): ugyanez a helyzet, ha $q > 1,62$, és

$$H(w) = q^2 \text{ASSIM[VOICE]}(w) + q \text{FAITH[ONSET]}(w) + \text{FAITH[VOICE]}(w)$$

Holland zöngességi hasonulás: performancia

Lefuttatjuk sokszor a szimulált hőkezelést: hányszor kapjuk az [obdi] globális optimumot, és hányszor ragad be az [opti] lokális optimumba?

- OT vs. HG különböző q értékek mellett.
- Különböző sebességgel futtatva a szimulációt: t_{step} = kb. sebesség (nagy t_{step} = szimulált gyorsbeszéd, kis t_{step} = lassú nyelvprodukció).

A grammatikus alak ([obdi]) aránya (30.000 kísérlet, hibahatár $< \pm 0,01$):

t_{step}	OT	HG: $q = 100$	$q = 20$	$q = 5$	$q = 2$	$q = 1,8$
1	0,50	0,50	0,51	0,54	0,73	0,83
0,1	0,50	0,50	0,52	0,61	0,951	0,996
0,01	0,50	0,51	0,54	0,73	0,9998	1,000
0,0001	0,50	0,52	0,59	0,88	1,0000	1,000

[opti] lokális optimum (performanciahiba) aránya: $1 -$ az [obdi] fenti aránya.

Lassabb szimuláció: [opti] eltűnik HG-ben, míg változatlan OT-ben.

- **Gyorsbeszédbeli performanciahiba:** aránya csökken lassabb beszédben, vagyis kisebb t_{step} mellett.
- **Rendhagyó alak:** bár nem felel meg a nyelvten által jóslt (globálisan optimális) alaknak, de lassú beszédben is jelen van.

Javaslat: a grammatikus regresszív hasonulást agyunk helyesen produkálja: kis q -val és kis t_{step} -vel. De gyakori funkciószavak esetén nagy q -t és/vagy nagy t_{step} -et használ a gyorsabb számítás érdekében – ami a pontosság romlásával, progresszíve hasonuló alakok megjelenésével jár.

Összefoglalás

A Harmónia Nyelvtan (HG) és az Optimalitáselmélet (OT) sikeresen modellezi a kompetenciát, a szimulált hőkezelés a performanciát.

HG-ben (mind a fentebb tárgyalt formájában, mind a Smolensky-féle konnektionista HG-ban), valamint – itt nem részletezett – OT-modellek esetén, a szimulált hőkezelés kétfajta alakot állít elő:

- **Grammatikus alak:** globálisan optimális.
- **Gyorsbeszédbeli alak:** globálisan nem, csak lokálisan optimális; gyakorisága csökken lassan futtatott algoritmus esetén.

OT esetén harmadik lehetőség a szigorú dominancia elve miatt:

- **Rendhagyó alak:** globálisan nem, csak lokálisan optimális, de tetszőlegesen lassú szimuláció mellett is változatlan a valószínűsége.

Tanulság: rendhagyó alakokat nem szükséges komplikált nyelvtennel elemezni. Elegendő lehet a performanciába számítani a jelenséget.