

Optimalitáselmélet formális megközelítésben

5. hét (2015. 03. 13.)

Biró Tamás

BBN-ENY-450SZ:F3, BMA-ENYD-321:F3, P/NY/ENY-10::F3, P/NY/ANY-8.02

`biro.tamas@btk.elte.hu`

`http://birot.web.elte.hu/courses/2015-form0T/`



Feladott cikkek



Irodalom két héttel ezelőtt

- Bruce Tesar, Jane Grimshaw and Alan Prince (1999). Linguistic and cognitive explanation in Optimality Theory. In Ernest Lepore and Zenon Pylyshyn (eds.): *What is Cognitive Science?* 295–326. Malden, MA: Blackwell.
- <http://rucss.rutgers.edu/~prince/hold/Introot.pdf>
- Ld. a honlapon is.
- A 3. és 4. alfejezetet ki-ki a maga háttere szerinti alapossággal.



Irodalom múlt hétre

- Prince, Alan, and Paul Smolensky (1997). Optimality: From neural networks to universal grammar. *Science* 275: 1604-1610.
- Újra kiadva: Paul Smolensky and Géraldine Legendre (eds.): *The Harmonic Mind: From Neural Computation to Optimality-Theoretic Grammar (Vol. 1: Cognitive architecture)*. MIT Press, 2006, chapter 4.
- Ld. a honlapon is.
- Kérem a fejezetet átolvasni, és amennyit lehet, megérteni belőle. Következő órán én prezentálom a Harmonic Mind „lényegét”.
- Azt követően: ki vállal prezentációt?



Irodalom mára

- Tamás Biró: Elephants and Optimality Again: SA-OT accounts for pronoun resolution in child language. In: B. Plank, E. Tjong Kim Sang and T. Van de Cruys (eds.). *Computational Linguistics in the Netherlands 2009*. LOT, 2009, pp. 9-24.
- Egy kis szintaxis-szemantika (kis kitérővel a bidirekcionális OT felé), valamint az implementáció jelentősége.
- Következő órán én prezentálom a Harmonic Mind „lényegét”, majd azt összevetem a saját megközelitésemmel.
- Ezt követően: ki vállal prezentációt?

Az Optimalitáselmélet alapjai



OT mainstream és variánsok

- Gen és a megszorítások univerzálisak.
 1. (a Gen-t és/vagy) a megszorítások egy-egy paramétere nyelvspecifikus.
 2. (a Gen-t és/vagy) a megszorításokat is tanulni kell/lehet.
- Szigorú a dominációs hierarchia.
 1. Egymáshoz képest nem rendezett konsztréntek (Anttila).
 2. Konsztréntek rendezése sztochasztikusan felcserélhető (Boersma).
 3. Ganging-up (v.ö. Jäger) – pl. harmónianyelvtanban.



OT mainstream és variánsok

- Az optimális jelölt a grammatikus alak.
 1. Több optimális alak is létezik.
 2. A második, harmadik. . . alakok is megjelenhetnek a felszínen (Coetzee).
 3. Lokális optimumok a felszínen (Biró; harmónikus szerializmus).
 4. Minden alak megjelenhet a felszínen, a harmóniájuk függvényében (MaxEnt OT).

$$P(x|u) = \frac{e^{-H(x)}}{Z(u)} = \frac{e^{-[\sum_{i=1}^n w_i \cdot C_i(x)]}}{\sum_{y \in \text{Gen}(u)} e^{-[\sum_{i=1}^n w_i \cdot C_i(y)]}}$$

Sharon Goldwater and Mark Johnson. Learning OT constraint rankings using a maximum entropy model. *Proceedings of the Stockholm workshop on variation within Optimality Theory*. 2003, pp. 111-120.



Az Optimalitáselmélet formális megalapozása



Az Optimalitáselmélet formális megalapozása

Az OT építőkockái (building blocks):

- Form (alak)
- Candidate (jelölt)
- Gen \rightarrow az optimalizálás keresési tere (search space)
- Constraint (megszorítás, korlát)
- Hierachia, constraintek rendezése
 \rightarrow az optimalizálás célfüggvénye (target function)
- stb.

A nyelv, mint komputáció

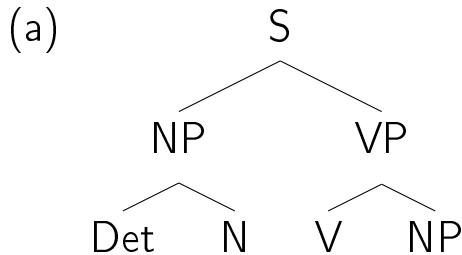
- Adatstruktúrák, azaz nyelvészetben reprezentációk
- Műveletek ezen adatstruktúrák/reprezentációk segítségével
- Átfogó architektúra

Form (alak)

- „Primitives” of OT: bármi lehet.
- Például egy sztring (karakter sorozat) egy – véges vagy végtelen – Σ ábécé fölött.
- De bármi más is lehet: nem lineáris struktúrák (a.k.a. reprezentációk), pl. fák.
- A jelöltek (candidates) építőkövei



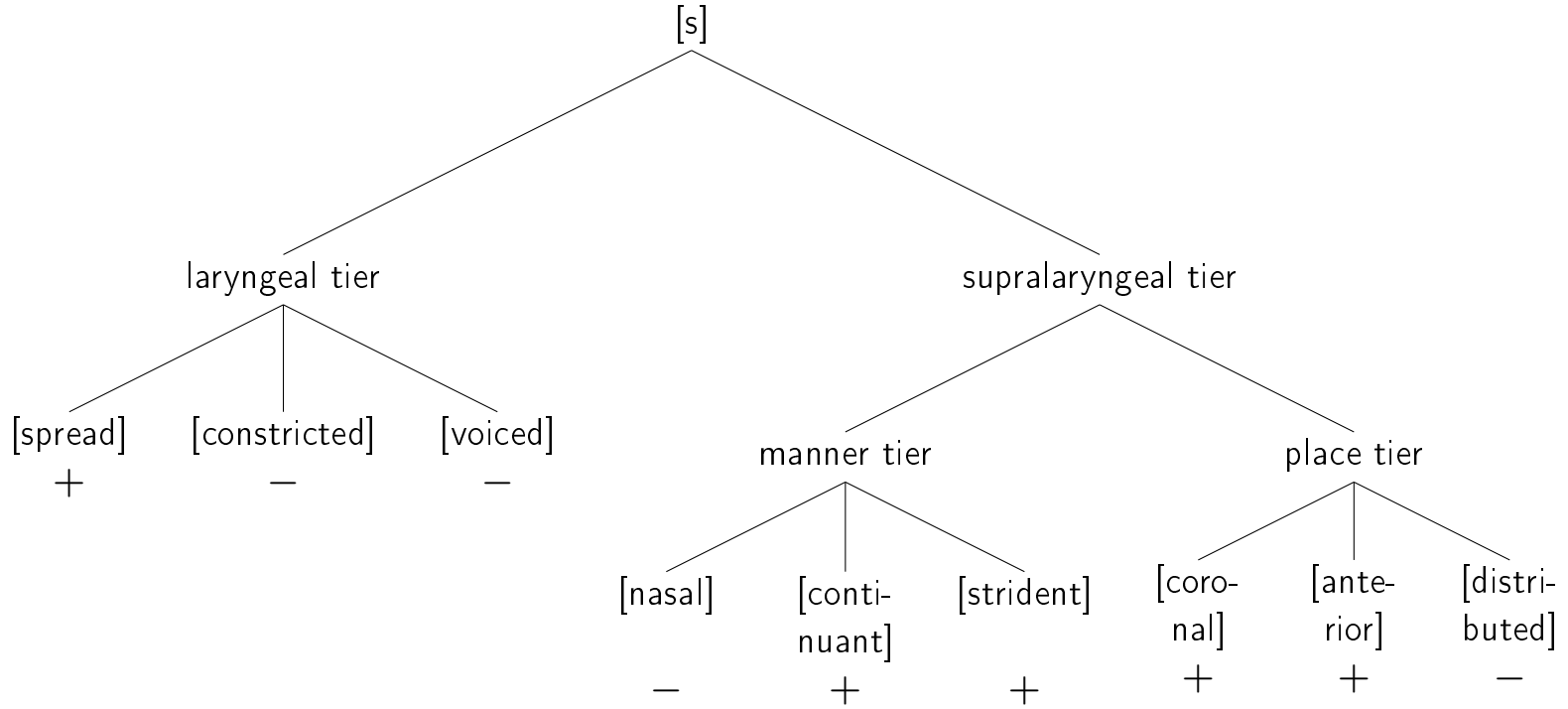
Form (alak)



(b) $[_S [_{NP} \text{Det N}] [_{VP} \text{V NP}]]$

(c) `\Tree [.S [.NP Det N] [.VP V NP]]`

1. ábra. Non-linear and linearized representations of the syntactic tree. Graph (a) is often represented by linguists as the „string” (b), still slightly non-linear due to the important difference between the baseline and the subscript. String (c) is a linear \LaTeX code (making use of the `qtree` package), which is a string over the set of the ascii characters.



2. ábra. Partial representation of segment [s], as suggested by Clements 1985.

Candidate (jelölt)

- Alakok által alkotott $(u, s) \in \mathcal{U} \times \mathcal{S}$ pár.
- Vagy alakok által alkotott hosszabb sorozat: ld. OT variánsai.
- Stb.

NB: A *felszíni alak* és a *jelölt* közt mi szisztematikusan különbséget fogunk tenni. Ez a különbségtétel nem nyilvánvaló minden cikkszerző számára.

Gen

- Egy függvény, amely a bemeneti alakokat leképezi a jelöltek egy halmazára:

$$\text{Gen} : \mathcal{U} \rightarrow \mathcal{U} \times \mathcal{S}$$

- Bemeneti alak sok minden lehet:
pl. mögöttes reprezentáció fonológiában, logikai forma szintaxisban, felszíni vagy fonetikai alak a szemantikában, stb.
- Candidate set: a $\text{Gen}(u)$ halmaz, bármely $u \in \mathcal{U}$ -ra.
- $\text{Gen}(u)$ jelöltek felszíni alakjai: néha azon alakok, amelyek véges számú *elemi lépésben* ($\mathcal{S} \rightarrow \mathcal{S}$ elemi transzformációk, újraírások véges számú rekurzív alkalmazásával) elérhetőek u -ból.

Constraint (megszorítás, korlát)

Két perspektíva:

- A konsztrént, mint szűrő:

A jelöltek egy halmazát leképezi ennek optimális részhalmazára.

- $F_i : \mathcal{P}(\text{Gen}(u)) \rightarrow \mathcal{P}(\text{Gen}(u))$ úgy hogy
 - Ha X jelöltek egy halmaza ($X \subseteq \text{Gen}(u)$), akkor $F_i(X) \subseteq X$, és
 - $F_i(F_i(X)) = F_i(X)$.
 - Ha $X \neq \emptyset$, akkor $F_i(X) \neq \emptyset$ (soft/violable constraint).
 - Milyen más feltételt kell még itt szabni?

Constraint (megszorítás, korlát)

Két perspektíva:

- A konztrént, mint elemi függvény:
Az egyes jelölteket képezi le megszorítássértésekre.
- Legyen \mathcal{V} a sértések egy *jólrendezett* halmaza.
Legegyszerűbb esetben $\mathcal{V} = \mathbb{N}_0$ (a természetes számok halmaza a 0-val).
A sértések \mathcal{V}_i halmaza konztréntenként változhat.
- Ekkor $C_i : \text{Gen}(u) \rightarrow \mathcal{V}$.
Egy konztrént minden jelölthöz hozzárendel egy sértésértéket.

Constraint (megszorítás, korlát)

Két perspektíva:

- A konsztréntek, mint szűrők.
- A konsztréntek, mint elemi függvények.

Állítás: Az elemi függvények-perspektívából levezethető a szűrő-perspektíva.

Bizonyítás: \mathcal{V} jólrendezett halmaz.

Ellenkező irányban nem igaz. De a gyakorlatban a konsztrénteket szinte mindig függvényként értelmezzük (és jó lenne explicit formában is így tenni).

Az Optimalitáselmélet (OT) alapaxiómája

- Nyelvtan = konztréntek véges sorozata:
 (F_1, F_2, \dots, F_n) , avagy (C_1, C_2, \dots, C_n) .
- Ezen nyelvtan szerint az u bemenethez tartozó grammatikus alak:

$$\text{SF}(u) = \text{vagy} \in F_n(\dots F_2(F_1(\text{Gen}(u))))).$$

$$\text{SF}(u) = \text{vagy} \in \arg \text{opt}_{x \in \text{Gen}(u)} (C_1(x), C_2(x), \dots, C_n(x))$$

a lexikografikus rendezés szerint.

- Az optimalizálandó célfüggvény: $H(x) = (C_1(x), C_2(x), \dots, C_n(x))$.

Az Harmónianyelvten (HG) alapaxiómája

- Nyelvten = valósértékű konsztréntekhez rendelt súlyok rendszere: (C_1, C_2, \dots, C_n) -hez tartozik (w_1, w_2, \dots, w_n) .
- Az optimalizálandó célfüggvény: $H(x) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot C_i(x)$.
- Ezen nyelvten szerint az u bemenethez tartozó grammatikus alak:
 $SF(u) = \text{vagy} \in \arg \text{opt}_{x \in \text{Gen}(u)} \sum_{i=1}^n w_i \cdot C_i(x)$
a valós számok körében értelmezett „kisebb mint” reláció szerint.
- A szűrő-perspektívának nincs értelme.



Összefoglalás: Optimalizáció a nyelvészetben

$$\text{SF}(u) = \arg \text{opt}_{c \in \text{Gen}(u)} H(c)$$

Harmony Grammar:
opt:

$$H(c) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot C_i(c)$$

min for $<$ on \mathbb{R} .

Optimality Theory:
opt:

$$H(c) = (C_1(c), C_2(c), \dots, C_n(c))$$

lexicographical order on \mathbb{R}^n .

Principles and Parameters:
opt:

$$H(c) = \bigwedge_{i=1}^n (w_i \vee C_i(c))$$

false „more optimal” than true.

Jövő hétre:

- Ki vállal prezentációt?



Viszlát jövő pénteken!

