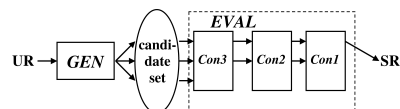


Az Optimalitáselmélet alapjai

Az Optimalitáselmélet alapjai

- Gen és Eval: a konztrétek, mint szűrők:

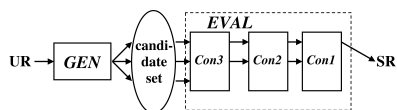


- Gen és a megszorítások univerzálisak.
- A cél: nyelvtipológia modellezése/magyarázata.
Különböző nyelvtípusok: különböző megszorítás-rendezések.
→ Tanulás = a megfelelő rendezés megkeresése.



Az Optimalitáselmélet alapjai – variációk

- Gen és Eval: a konztrétek, mint szűrők:



→ Constraints ranked into **strict domination hierarchy**

- Mi van, ha nem ennyire szigorú a dominációs hierarchia?
 - Egymáshoz képest nem rendezett konztrétek (Anttila)
 - Konztrétek rendezése sztochasztikusan felcserélhető (Boersma)
 - Ganging-up (v.ö. Jäger)



Az Optimalitáselmélet alapjai – variációk

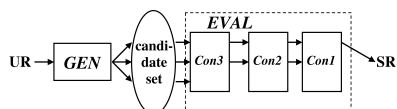
- Gen és a megszorítások univerzálisak.
- És ha nem? És ha (a Gen-t és/vagy) a megszorításokat is tanulni kell/lehet?
- Gyakran: univerzális megszorítás-típusok, amelyeknek a paramétere nyelvspecifikus.



Az Optimalitáselmélet alapjai – variációk

Két perspektíva:

- Gen és Eval: a konztrétek, mint szűrők:



„Okos” szűrők: a „rosszabbakat”, és nem a „rosszakat” szűri ki.

C_i : candidate set \mapsto candidate subset.

- A konztrétek, mint elemi függvények:
 C_i : candidate \mapsto violation level.



OT három tudományterület metszéspontjában

Elméleti nyelvészet \rightarrow megszorítások

Számítástudomány \rightarrow optimalizáció

Kognitív tudomány

OT: a nyelvészeti kutatás által motivált **célfüggvényt** akarjuk optimalizálni.



„Komputációs” kérdések

- Optimalizáció: adott célfüggvényhez az optimális elemet keressük egy (potenciálisan nagy vagy végtelen) halmazban.
- Tanulás: adott optimális elem(ek)hez keressük a célfüggvényt, amely ez(eke)t optimálissá teszi.

A nyelv, mint „komputáció”



Language as computation

- Data structures, a.k.a. representations
- Operations on these representations
- Overall architecture



Language as computation Example: SPE-style phonology

- Data structures, a.k.a. representations
- Operations on these representations: rewrite rules

[a] → [o]

$$\begin{bmatrix} - & \text{back} \\ - & \text{round} \\ - & \text{high} \\ + & \text{low} \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} + & \text{round} \\ - & \text{low} \end{bmatrix}$$

- Overall architecture



Language as computation Example: SPE-style phonology

- Data structures, a.k.a. representations:

segments: [a] or

$$\begin{bmatrix} - & \text{back} \\ - & \text{round} \\ - & \text{high} \\ + & \text{low} \end{bmatrix}$$

words: [t a m a : f] or

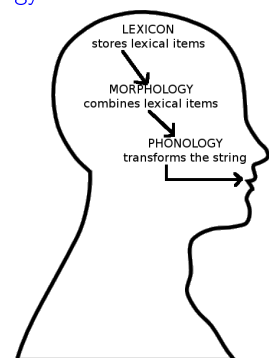
$$[\epsilon p l]$$

- Operations on these representations
- Overall architecture



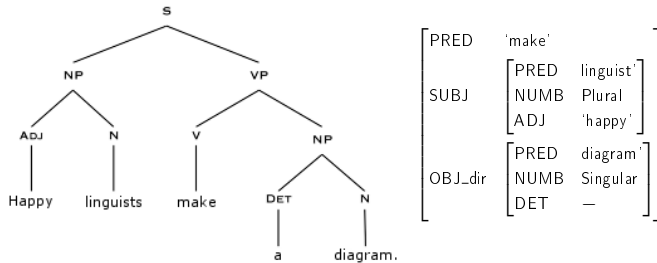
Language as computation Example: SPE-style phonology

- Data structures, a.k.a. representations
- Operations on these representations
- Overall architecture:



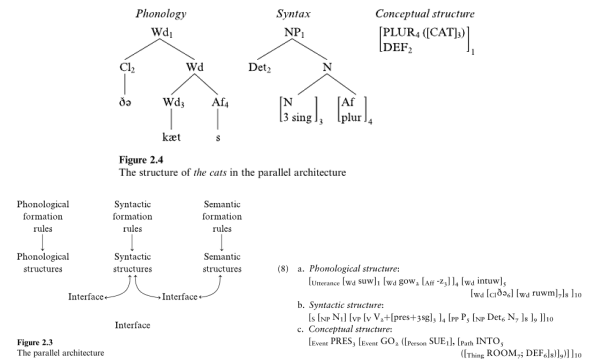
Language as computation

- Data structures, a.k.a. representations



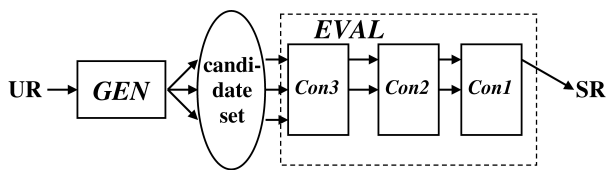
Language as computation

- Overall architectures: Jackendoff



Language as computation

- Overall architectures: Optimality Theory



Language technology as computation

- Data structures, a.k.a. representations: typically bytes, characters and strings.
- Operations on these representations: for example: regular expressions.
- Overall architecture



Az Optimalitáselmélet formális megalapozása

Az OT építőkövei (building blocks):

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

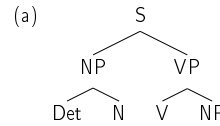


Form (alak)

- „Primitives” of OT: bármi lehet.
- Például egy sztring (karakter sorozat) egy – véges vagy végtelen – Σ ábécé fölött.
- Gen \rightarrow az optimalizálás keresési tere (search space).
- Constraint (megszorítás, korlát).
- Hierachia, constraintek rendezése \rightarrow az optimalizálás célfüggvénye (target function).
- stb.



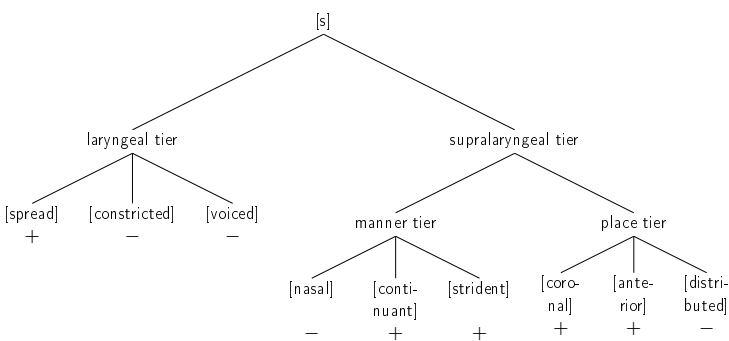
Form (alak)



(b) [S [NP Det N] [VP 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 *felsőzíni alak* és a *jelölt* közt mi szisztematikusan különbséget fogunk tenni. Ez különbségtétel nem alapvető mindenki 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, újírások véges számú rekurzív alkalmazásával) elérhetőek u -ból.



Constraint (megszorítás, korlát)

Két perspektíva:

- A konztrént, mint szűrő:
A jelöltek egy halmazát leképezi ennek optimális részalmazára.
- $F_i : \mathcal{P}(\text{Gen}(u)) \rightarrow \mathcal{P}(\text{Gen}(u))$ úgy hogy
 - Ha X jelöltek egy halmaza ($X \subseteq \text{Gen}(u)$), akkor $F_i(X) \subseteq X$, és
 - $F_i(F_i(X)) = F_i(X)$.
 - $F_i(X) \neq \emptyset$ (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 megszorításértékekre.
- 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 konztréntek, mint szűrők.
- A konztréntek, 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 konztrénteket 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:
 $SF(u) = \text{vagy } \in F_n(\dots F_2(F_1(\text{Gen}(u))))$.
 $SF(u) = \text{vagy } \in \arg \text{opt}_{x \in \text{Gen}(u)} (C_1(x), C_2(x), \dots, C_n(x))$
a lexikografikus rendezés szerint.
- Az optimalizálandó célfüggvény: $H(x) = (C_1(x), C_2(x), \dots, C_n(x))$.



Az Harmónianyelvtan (HG) alapaxiómája

- Nyelvtan = valósértékű konztréntekhez 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 nyelvtan 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

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

Harmony Grammar: $H(c) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot C_i(c)$
opt: min for $<$ on \mathbb{R} .

Optimality Theory: $H(c) = (C_1(c), C_2(c), \dots, C_n(c))$
opt: lexicographical order on \mathbb{R}^n .

Principles and Parameters: $H(c) = \bigwedge_{i=1}^n (w_i \vee C_i(c))$
opt: false „more optimal” than true.

