

Gramatické formalismy pro ZPJ

Aleš Horák

E-mail: hales@fi.muni.cz

http://nlp.fi.muni.cz/poc_lingv/

Obsah:

- Gramatické formalismy
- Kategoriální gramatiky
- Závislostní gramatiky
- Stromové gramatiky TAG a LTAG
- Lexikální funkční gramatiky LFG

Gramatické formalismy

- existuje velké množství různých přístupů k formální specifikaci gramatik (přirozených jazyků), různé **gramatické formalismy**
- popíšeme několik nejrozšířenějších formalismů:
 - kategoriální gramatiky – categorial grammars, CG
 - závislostní gramatiky – dependency grammars
 - stromové gramatiky – (Lexicalized) Tree Adjoining Grammar, (L)TAG
 - lexikální funkční gramatiky – Lexical Functional Grammar, LFG
 - gramatiky příznakových struktur – Head Phrase Structure Grammar, HPSG
- soustředíme se jen na **zápis gramatiky** (notaci)

Gramatické formalismy

- existuje velké množství různých přístupů k formální specifikaci gramatik (přirozených jazyků), různé **gramatické formalismy**
- popíšeme několik nejrozšířenějších formalismů:
 - kategoriální gramatiky – categorial grammars, CG
 - závislostní gramatiky – dependency grammars
 - stromové gramatiky – (Lexicalized) Tree Adjoining Grammar, (L)TAG
 - lexikální funkční gramatiky – Lexical Functional Grammar, LFG
 - gramatiky příznakových struktur – Head Phrase Structure Grammar, HPSG
- soustředíme se jen na **zápis gramatiky** (notaci)

Gramatické formalismy

- existuje velké množství různých přístupů k formální specifikaci gramatik (přirozených jazyků), různé **gramatické formalismy**
- popíšeme několik nejrozšířenějších formalismů:
 - kategoriální gramatiky – categorial grammars, CG
 - závislostní gramatiky – dependency grammars
 - stromové gramatiky – (Lexicalized) Tree Adjoining Grammar, (L)TAG
 - lexikální funkční gramatiky – Lexical Functional Grammar, LFG
 - gramatiky příznakových struktur – Head Phrase Structure Grammar, HPSG
- soustředíme se jen na **zápis gramatiky** (notaci)

Kategoriální gramatiky

- **kategoriální gramatika** (categorial grammar, CG) – skupina teorií syntaxe a sémantiky PJ s velkým důrazem na **lexikon**
- neobsahuje *pravidla* pro kombinování slov → **lexikální kategorie** slov tvoří **funkce**, které určují, jak se dané kategorie kombinují s jinými výraz je výsledkem **aplikace podvýrazů na sebe**

pěkný := NP/N ... funkce, která má argument N a vrací NP

- všechny verze CG se opírají o **princip kompozicionality**:
Význam složeného výrazu je jednoznačně určen významy částí tohoto výrazu a způsobem, jakým jsou tyto části složeny dohromady.
- **zakladatelé** generativních gramatik – Leśniewski (publ. 1929) a Ajdukiewiczem (publ. 1935) ve vazbě na Husserlova a Russellova teorii kategorií a teorii typů
- první použití kategoriálních gramatik pro **popis přirozeného jazyka** – Bar-Hillel, Yehoshua 1953

Kategoriální gramatiky

- **kategoriální gramatika** (categorial grammar, CG) – skupina teorií syntaxe a sémantiky PJ s velkým důrazem na **lexikon**
- neobsahuje *pravidla* pro kombinování slov → **lexikální kategorie** slov tvoří **funkce**, které určují, jak se dané kategorie kombinují s jinými výraz je výsledkem **aplikace podvýrazů na sebe**

pěkný := NP/N ... funkce, která má argument N a vrací NP

- všechny verze CG se opírají o **princip kompozicionality**:
Význam složeného výrazu je jednoznačně určen významy částí tohoto výrazu a způsobem, jakým jsou tyto části složeny dohromady.
- **zakladatelé** generativních gramatik – Leśniewski (publ. 1929) a Ajdukiewiczem (publ. 1935) ve vazbě na Husserlova a Russellova teorii kategorií a teorii typů
- první použití kategoriálních gramatik pro **popis přirozeného jazyka** – Bar-Hillel, Yehoshua 1953

Kategoriální gramatiky

- **kategoriální gramatika** (categorial grammar, CG) – skupina teorií syntaxe a sémantiky PJ s velkým důrazem na **lexikon**
- neobsahuje *pravidla* pro kombinování slov → **lexikální kategorie** slov tvoří **funkce**, které určují, jak se dané kategorie kombinují s jinými výraz je výsledkem **aplikace podvýrazů na sebe**

pěkný := NP/N ... funkce, která má argument N a vrací NP

- všechny verze CG se opírají o **princip kompozicionality**:
Význam složeného výrazu je jednoznačně určen významy částí tohoto výrazu a způsobem, jakým jsou tyto části složeny dohromady.
- **zakladatelé** generativních gramatik – Leśniewski (publ. 1929) a Ajdukiewiczem (publ. 1935) ve vazbě na Husserlova a Russellova teorii kategorií a teorii typů
- první použití kategoriálních gramatik pro **popis přirozeného jazyka** – Bar-Hillel, Yehoshua 1953

Kategoriální gramatiky

- **kategoriální gramatika** (categorial grammar, CG) – skupina teorií syntaxe a sémantiky PJ s velkým důrazem na **lexikon**
- neobsahuje *pravidla* pro kombinování slov → **lexikální kategorie** slov tvoří **funkce**, které určují, jak se dané kategorie kombinují s jinými výraz je výsledkem **aplikace podvýrazů na sebe**

pěkný := NP/N ... funkce, která má argument N a vrací NP

- všechny verze CG se opírají o **princip kompozicionality**:
Význam složeného výrazu je jednoznačně určen významy částí tohoto výrazu a způsobem, jakým jsou tyto části složeny dohromady.
- **zakladatelé** generativních gramatik – Leśniewski (publ. 1929) a Ajdukiewiczem (publ. 1935) ve vazbě na Husserlova a Russellova teorii kategorií a teorii typů
- první použití kategoriálních gramatik pro **popis přirozeného jazyka** – Bar-Hillel, Yehoshua 1953

Kategoriální gramatiky

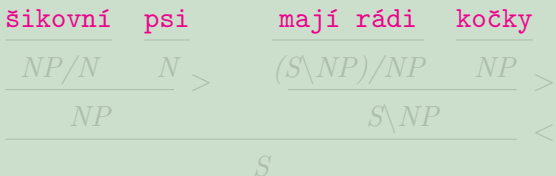
- **kategoriální gramatika** (categorial grammar, CG) – skupina teorií syntaxe a sémantiky PJ s velkým důrazem na **lexikon**
- neobsahuje *pravidla* pro kombinování slov → **lexikální kategorie** slov tvoří **funkce**, které určují, jak se dané kategorie kombinují s jinými výraz je výsledkem **aplikace podvýrazů na sebe**

pěkný := NP/N ... funkce, která má argument N a vrací NP

- všechny verze CG se opírají o **princip kompozicionality**:
Význam složeného výrazu je jednoznačně určen významy částí tohoto výrazu a způsobem, jakým jsou tyto části složeny dohromady.
- **zakladatelé** generativních gramatik – Leśniewski (publ. 1929) a Ajdukiewiczem (publ. 1935) ve vazbě na Husserlova a Russellova teorii kategorií a teorii typů
- první použití kategoriálních gramatik pro **popis přirozeného jazyka** – Bar-Hillel, Yehoshua 1953

Notace kategoriálních gramatik

- existuje několik různých variant notace

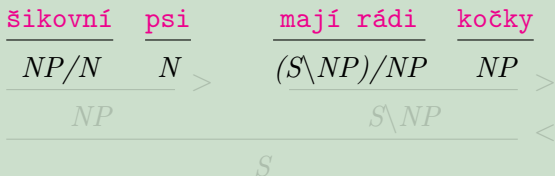


- jiný rozšířený zápis – **výsledek na vrcholku** (result on top) Lambek 1958

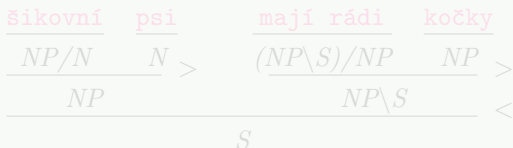


Notace kategoriálních gramatik

- existuje několik různých variant notace



- jiný rozšířený zápis – **výsledek na vrcholku** (result on top) Lambek 1958



Notace kategoriálních gramatik

- existuje několik různých variant notace

<u>šikovní</u>		<u>psi</u>		<u>mají rádi</u>		<u>kočky</u>
NP/N		N		$(S \backslash NP)/NP$		NP
>			>			
NP			$S \backslash NP$			
<			<			
S						

- jiný rozšířený zápis – **výsledek na vrcholku** (result on top) Lambek 1958

<u>šikovní</u>		<u>psi</u>		<u>mají rádi</u>		<u>kočky</u>
NP/N		N		$(NP \backslash S)/NP$		NP
>			>			
NP			$NP \backslash S$			
<			<			
S						

Notace kategoriálních gramatik

- existuje několik různých variant notace

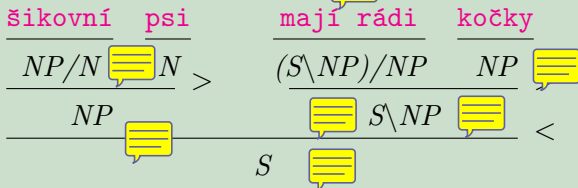
$$\begin{array}{ccc}
 \underline{\text{šikovní}} & \underline{\text{psi}} & \underline{\text{mají rádi}} & \underline{\text{kočky}} \\
 \underline{NP/N} & \underline{N} & \underline{(S \setminus NP)/NP} & \underline{NP} \\
 \hline
 NP & & S \setminus NP & \\
 \hline
 & & S &
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 > \\
 > \\
 < \\
 <
 \end{array}$$

- jiný rozšířený zápis – **výsledek na vrcholku** (result on top) Lambek 1958

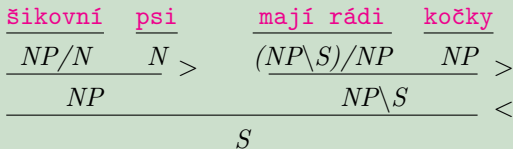
$$\begin{array}{ccc}
 \underline{\text{šikovní}} & \underline{\text{psi}} & \underline{\text{mají rádi}} & \underline{\text{kočky}} \\
 \underline{NP/N} & \underline{N} & \underline{(NP \setminus S)/NP} & \underline{NP} \\
 \hline
 NP & & NP \setminus S & \\
 \hline
 & & S &
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 > \\
 > \\
 < \\
 <
 \end{array}$$

Notace kategoriálních gramatik

- existuje několik různých variant notace



- jiný rozšířený zápis – **výsledek na vrcholku** (result on top) Lambek 1958



Notace kategoriálních gramatik – pokrač.

kategoriální gramatika je šestice $\langle \Sigma, C_{base}, C, Lex, RS, C_{complete} \rangle$, kde

1. Σ je konečná množina **slov**
2. C_{base} je konečná množina **základních kategorií** (funkčních typů)
3. C je množina **kategorií** definovaná induktivně takto:
 - a) $C_{base} \subseteq C$
 - b) pokud $X, Y \in C$, potom i $(X/Y) \in C$ a $(X \setminus Y) \in C$
 - c) C obsahuje pouze prvky dané výše uvedenými body a) a b)
4. $Lex \subseteq \Sigma \times C$ je konečná množina – **lexikon** (zapisujeme v indexovém tvaru **slovo**_{kategorie})
5. RS je množina následujících **schémat pravidel**:
 - a) $\alpha_{(X/Y)} \circ \beta_{(Y)} \rightarrow \alpha\beta_{(X)}$
 - b) $\beta_{(Y)} \circ \alpha_{(X \setminus Y)} \rightarrow \beta\alpha_{(X)}$,kde $\alpha, \beta \in \Sigma$ a $X, Y \in C$
6. $C_{complete} \subseteq C$ je množina **dokončených (kompletních) kategorií**

Notace kategoriálních gramatik – pokrač.

kategoriální gramatika je šestice $\langle \Sigma, C_{base}, C, Lex, RS, C_{complete} \rangle$, kde

1. Σ je konečná množina **slov**
2. C_{base} je konečná množina **základních kategorií** (funkčních typů)
3. C je množina **kategorií** definovaná induktivně takto:
 - a) $C_{base} \subseteq C$
 - b) pokud $X, Y \in C$, potom i $(X/Y) \in C$ a $(X \setminus Y) \in C$
 - c) C obsahuje pouze prvky dané výše uvedenými body a) a b)
4. $Lex \subseteq \Sigma \times C$ je konečná množina – **lexikon** (zapisujeme v indexovém tvaru **slovo**_{kategorie})
5. RS je množina následujících **schémat pravidel**:
 - a) $\alpha_{(X/Y)} \circ \beta_{(Y)} \rightarrow \alpha\beta_{(X)}$
 - b) $\beta_{(Y)} \circ \alpha_{(X \setminus Y)} \rightarrow \beta\alpha_{(X)}$,kde $\alpha, \beta \in \Sigma$ a $X, Y \in C$
6. $C_{complete} \subseteq C$ je množina **dokončených (kompletních) kategorií**

Notace kategoriálních gramatik – pokrač.

kategoriální gramatika je šestice $\langle \Sigma, C_{base}, C, Lex, RS, C_{complete} \rangle$, kde

- Σ je konečná množina slov
- C_{base} je konečná množina základních kategorií (funkčních typů)
- C je množina kategorií definovaná induktivně takto:
 - $C_{base} \subseteq C$
 - pokud $X, Y \in C$, potom i $(X/Y) \in C$ a $(X \setminus Y) \in C$
 - C obsahuje pouze prvky dané výše uvedenými body a) a b)
- $Lex \subseteq \Sigma \times C$ je konečná množina – lexikon (zapisujeme v indexovém tvaru slovo_{kategorie})
- RS je množina následujících schémat pravidel:
 - $\alpha_{(X/Y)} \circ \beta_{(Y)} \rightarrow \alpha\beta_{(X)}$
 - $\beta_{(Y)} \circ \alpha_{(X \setminus Y)} \rightarrow \beta\alpha_{(X)}$,
 kde $\alpha, \beta \in \Sigma$ a $X, Y \in C$
- $C_{complete} \subseteq C$ je množina dokončených (kompletních) kategorií

Notace kategoriálních gramatik – pokrač.

kategoriální gramatika je šestice $\langle \Sigma, C_{base}, C, Lex, RS, C_{complete} \rangle$, kde

- Σ je konečná množina **slov**
- C_{base} je konečná množina **základních kategorií** (funkčních typů)
- C je množina **kategorií** definovaná induktivně takto:
 - $C_{base} \subseteq C$
 - pokud $X, Y \in C$, potom i $(X/Y) \in C$ a $(X \setminus Y) \in C$
 - C obsahuje pouze prvky dané výše uvedenými body a) a b)
- $Lex \subseteq \Sigma \times C$ je konečná množina – **lexikon** (zapisujeme v indexovém tvaru **slovo**_{kategorie})
- RS je množina následujících **schémat pravidel**:
 - $\alpha_{(X/Y)} \circ \beta_{(Y)} \rightarrow \alpha\beta_{(X)}$
 - $\beta_{(Y)} \circ \alpha_{(X \setminus Y)} \rightarrow \beta\alpha_{(X)}$,
 kde $\alpha, \beta \in \Sigma$ a $X, Y \in C$
- $C_{complete} \subseteq C$ je množina **dokončených (kompletních) kategorií**

Notace kategoriálních gramatik – pokrač.

kategoriální gramatika je šestice $\langle \Sigma, C_{base}, C, Lex, RS, C_{complete} \rangle$, kde

1. Σ je konečná množina **slov**
2. C_{base} je konečná množina **základních kategorií** (funkčních typů)
3. C je množina **kategorií** definovaná induktivně takto:
 - a) $C_{base} \subseteq C$
 - b) pokud $X, Y \in C$, potom i $(X/Y) \in C$ a $(X \setminus Y) \in C$
 - c) C obsahuje pouze prvky dané výše uvedenými body a) a b)
4. $Lex \subseteq \Sigma \times C$ je konečná množina – **lexikon** (zapisujeme v indexovém tvaru **slovo**_{kategorie})
5. RS je množina následujících **schémat pravidel**:
 - a) $\alpha_{(X/Y)} \circ \beta_{(Y)} \rightarrow \alpha\beta_{(X)}$
 - b) $\beta_{(Y)} \circ \alpha_{(X \setminus Y)} \rightarrow \beta\alpha_{(X)}$,kde $\alpha, \beta \in \Sigma$ a $X, Y \in C$
6. $C_{complete} \subseteq C$ je množina **dokončených (kompletních) kategorií**

Notace kategoriálních gramatik – pokrač.

kategoriální gramatika je šestice $\langle \Sigma, C_{base}, C, Lex, RS, C_{complete} \rangle$, kde

- Σ je konečná množina **slov**
- C_{base} je konečná množina **základních kategorií** (funkčních typů)
- C je množina **kategorií** definovaná induktivně takto:
 - $C_{base} \subseteq C$
 - pokud $X, Y \in C$, potom i $(X/Y) \in C$ a $(X \setminus Y) \in C$
 - C obsahuje pouze prvky dané výše uvedenými body a) a b)
- $Lex \subseteq \Sigma \times C$ je konečná množina – **lexikon** (zapisujeme v indexovém tvaru **slovo**_{kategorie})
- RS je množina následujících **schémat pravidel**:
 - $\alpha_{(X/Y)} \circ \beta_{(Y)} \rightarrow \alpha\beta_{(X)}$
 - $\beta_{(Y)} \circ \alpha_{(X \setminus Y)} \rightarrow \beta\alpha_{(X)}$,
 kde $\alpha, \beta \in \Sigma$ a $X, Y \in C$
- $C_{complete} \subseteq C$ je množina **dokončených (kompletních) kategorií**

Notace kategoriálních gramatik – pokrač.

- daná schémata umožňují 2 způsoby kombinace:
 - argument **vpravo** ($/$) – $\alpha_{(X/Y)} \circ \beta_{(Y)} \rightarrow \alpha\beta_{(X)}$
 - argument **vlevo** (\backslash) – $\beta_{(Y)} \circ \alpha_{(X/Y)} \rightarrow \beta\alpha_{(X)}$
- tento typ kategoriální gramatiky označoval Bar-Hillel jako **obousměrný** (bidirectional CG)
- Karel miluje Marii:
 - bázové kategorie = $\{NP, S\}$
 - kategorie z lexikonu: $Karel_{(NP)}$, $Marii_{(NP)}$, $miluje_{((S \setminus NP)/NP)}$
 - $C_{complete} = \{S\}$
- v tomto tvaru je odvození **ekvivalentní derivačním stromům** CFG
- existují ale **rozšíření kategoriálních gramatik**, která vedou k systémům s vyšší vyjadřovací silou, než mají standardní CFG

Notace kategoriálních gramatik – pokrač.

- daná schémata umožňují 2 způsoby kombinace:
 - argument **vpravo** ($/$) – $\alpha_{(X/Y)} \circ \beta_{(Y)} \rightarrow \alpha\beta_{(X)}$
 - argument **vlevo** (\backslash) – $\beta_{(Y)} \circ \alpha_{(X/Y)} \rightarrow \beta\alpha_{(X)}$
- tento typ kategoriální gramatiky označoval Bar-Hillel jako **obousměrný** (bidirectional CG)
- Karel miluje Marii:
 - bázové kategorie = $\{NP, S\}$
 - kategorie z lexikonu: $Karel_{(NP)}$, $Marii_{(NP)}$, $miluje_{((S \setminus NP)/NP)}$
 - $C_{complete} = \{S\}$
- v tomto tvaru je odvození **ekvivalentní derivačním stromům** CFG
- existují ale **rozšíření kategoriálních gramatik**, která vedou k systémům s vyšší vyjadřovací silou, než mají standardní CFG

Notace kategoriálních gramatik – pokrač.

- daná schémata umožňují 2 způsoby kombinace:
 - argument **vpravo** ($/$) – $\alpha_{(X/Y)} \circ \beta_{(Y)} \rightarrow \alpha\beta(X)$
 - argument **vlevo** (\backslash) – $\beta_{(Y)} \circ \alpha_{(X/Y)} \rightarrow \beta\alpha(X)$
- tento typ kategoriální gramatiky označoval Bar-Hillel jako **obousměrný** (bidirectional CG)
- Karel miluje Marii:
 - bázové kategorie = $\{NP, S\}$
 - kategorie z lexikonu: $Karel_{(NP)}$, $Marii_{(NP)}$, $miluje_{((S \setminus NP)/NP)}$
 - $C_{complete} = \{S\}$
- v tomto tvaru je odvození **ekvivalentní derivačním stromům** CFG
- existují ale **rozšíření kategoriálních gramatik**, která vedou k systémům s vyšší vyjadřovací silou, než mají standardní CFG

Notace kategoriálních gramatik – pokrač.

- daná schémata umožňují 2 způsoby kombinace:
 - argument **vpravo** ($/$) – $\alpha_{(X/Y)} \circ \beta_{(Y)} \rightarrow \alpha\beta_{(X)}$
 - argument **vlevo** (\backslash) – $\beta_{(Y)} \circ \alpha_{(X/Y)} \rightarrow \beta\alpha_{(X)}$
- tento typ kategoriální gramatiky označoval Bar-Hillel jako **obousměrný** (bidirectional CG)
- Karel miluje Marii:
 - bázové kategorie = $\{NP, S\}$
 - kategorie z lexikonu: $Karel_{(NP)}$, $Marii_{(NP)}$, $miluje_{((S \setminus NP)/NP)}$
 - $C_{complete} = \{S\}$
- v tomto tvaru je odvození **ekvivalentní derivačním stromům** CFG
- existují ale **rozšíření kategoriálních gramatik**, která vedou k systémům s vyšší vyjadřovací silou, než mají standardní CFG

Notace kategoriálních gramatik – pokrač.

- daná schémata umožňují 2 způsoby kombinace:
 - argument **vpravo** ($/$) – $\alpha_{(X/Y)} \circ \beta_{(Y)} \rightarrow \alpha\beta_{(X)}$
 - argument **vlevo** (\backslash) – $\beta_{(Y)} \circ \alpha_{(X/Y)} \rightarrow \beta\alpha_{(X)}$
- tento typ kategoriální gramatiky označoval Bar-Hillel jako **obousměrný** (bidirectional CG)
- Karel miluje Marii:
 - bázové kategorie = $\{NP, S\}$
 - kategorie z lexikonu: $Karel_{(NP)}$, $Marii_{(NP)}$, $miluje_{((S \setminus NP)/NP)}$
 - $C_{complete} = \{S\}$
- v tomto tvaru je odvození **ekvivalentní derivačním stromům** CFG
- existují ale **rozšíření kategoriálních gramatik**, která vedou k systémům s vyšší vyjadřovací silou, než mají standardní CFG

Rozšíření kategoriálních gramatik

- klíčový problém – nespojité větné části, tzv. **neprojektivity**
- řešení pomocí rozšíření CG – přídavné **kombinatorické operátory** založené na **typech**
- dva možné přístupy:
 - pravidlově orientovaný – přidává pravidla odpovídající jednoduchým operacím nad kategoriemi, jako jsou:
 - wrap – komutace argumentů
 - type-raising – aplikace typů podobná aplikaci tradičních pádů na jmenné fráze
 - comp – kompozice funkcík nejpropracovanějším systémům tohoto typu patří **kombinatorické kategoriální gramatiky (CCG)**.
 - deduktivní přístup vychází z Lambekova syntaktického kalkulu
 - pohled na kategoriální lomítko (slash) jako formu logické implikace
 - axiomy a inferenční pravidla potom definují teorii důkazu
např. *aplikace funkce* \approx pravidlo *modus ponens* $P \wedge (P \Rightarrow Q) \Rightarrow Q$

OpenCCG library – <http://openccg.sourceforge.net/>

Rozšíření kategoriálních gramatik

- klíčový problém – nespojité větné části, tzv. **neprojektivity**
- řešení pomocí rozšíření CG – přídavné **kombinatorické operátory** založené na **typech**
- dva možné přístupy:
 - pravidlově orientovaný – přidává pravidla odpovídající jednoduchým operacím nad kategoriemi, jako jsou:
 - wrap – komutace argumentů
 - type-raising – aplikace typů podobná aplikaci tradičních pádů na jmenné fráze
 - comp – kompozice funkcí
 - k nejpropracovanějším systémům tohoto typu patří **kombinatorické kategoriální gramatiky (CCG)**.
 - deduktivní přístup vychází z Lambekova syntaktického kalkulu
 - pohled na kategoriální lomítko (slash) jako formu logické implikace
 - axiomy a inferenční pravidla potom definují teorii důkazu
např. *aplikace funkce* \approx pravidlo *modus ponens* $P \wedge (P \Rightarrow Q) \Rightarrow Q$

OpenCCG library – <http://openccg.sourceforge.net/>

Rozšíření kategoriálních gramatik

- klíčový problém – nespojité větné části, tzv. **neprojektivity**
 - řešení pomocí rozšíření CG – přídavné **kombinatorické operátory** založené na **typech**
 - dva možné přístupy:
 - **pravidlově orientovaný** přidává pravidla odpovídající jednoduchým operacím nad kategoriemi, jako jsou:
 - **wrap** – komutace argumentů
 - **type-raising** – aplikace typů podobná aplikaci tradičních pádů na jmenné fráze
 - **comp** – kompozice funkcí
- k nejpropracovanějším systémům tohoto typu patří **kombinatorické kategoriální gramatiky (CCG)**.
- **deduktivní přístup** vychází z Lambekova syntaktického kalkulu
 - pohled na kategoriální lomítko (slash) jako formu **logické implikace**
 - axiomy a inferenční pravidla potom definují **teorii důkazu**
např. *aplikace funkce* \approx pravidlo *modus ponens* $P \wedge (P \Rightarrow Q) \Rightarrow Q$

OpenCCG library – <http://openccg.sourceforge.net/>

Rozšíření kategoriálních gramatik

- klíčový problém – nespojité větné části, tzv. **neprojektivity**
 - řešení pomocí rozšíření CG – přídavné **kombinatorické operátory** založené na **typech**
 - dva možné přístupy:
 - **pravidlově orientovaný** přidává pravidla odpovídající jednoduchým operacím nad kategoriemi, jako jsou:
 - **wrap** – komutace argumentů
 - **type-raising** – aplikace typů podobná aplikaci tradičních pádů na jmenné fráze
 - **comp** – kompozice funkcí
- k nejpropracovanějším systémům tohoto typu patří **kombinatorické kategoriální gramatiky (CCG)**.
- **deduktivní přístup** vychází z Lambekova syntaktického kalkulu
 - pohled na kategoriální lomítko (slash) jako formu **logické implikace**
 - axiomy a inferenční pravidla potom definují **teorii důkazu**
např. *aplikace funkce* \approx pravidlo *modus ponens* $P \wedge (P \Rightarrow Q) \Rightarrow Q$

OpenCCG library – <http://openccg.sourceforge.net/>

Obsah

- 1 Gramatické formalismy
- 2 Kategoriální gramatiky
 - Notace kategoriálních gramatik
 - Rozšíření kategoriálních gramatik
- 3 Závislostní gramatiky
- 4 Stromové gramatiky TAG a LTAG
 - operace
 - lexikalizace
 - generované jazyky
- 5 Lexikální funkční gramatiky LFG
 - c-struktura a f-struktura
 - lexikon
 - konstrukce c- a f-struktur

Závislostní gramatiky

- blízko ke kategoriálním gramatikám – vztah **závislosti** mezi **řídícími** a **závislými** větnými členy
- vhodné pro popis jazyků s volným slovosledem
- používají výhradně **lexikalizovaných uzlů** (v závislostním stromu) – neexistují žádné neterminály
→ závislostní analýza se jeví *jednodušší*
- využívá **valence** či subkategorizace – vztah mezi jedním slovem a jeho argumenty
typicky vztah mezi slovesem a jeho možnými doplněními:

```
nosit  
= koho|co  
= komu & koho|co
```

Závislostní gramatiky

- blízko ke kategoriálním gramatikám – vztah **závislosti** mezi **řídícími** a **závislými** větnými členy
- vhodné pro popis jazyků s volným slovosledem
- používají výhradně **lexikalizovaných uzlů** (v závislostním stromu) – neexistují žádné neterminály
→ závislostní analýza se jeví *jednodušší*
- využívá **valence** či subkategorizace – vztah mezi jedním slovem a jeho argumenty
typicky vztah mezi slovesem a jeho možnými doplněními:

```
nosit  
= koho|co  
= komu & koho|co
```


Závislostní gramatiky

- blízko ke kategoriálním gramatikám – vztah **závislosti** mezi **řídícími** a **závislými** větnými členy
- vhodné pro popis jazyků s volným slovosledem
- používají výhradně **lexikalizovaných uzlů** (v závislostním stromu) – neexistují žádné neterminály
→ závislostní analýza se jeví *jednodušší*
- využívá **valence** či subkategorizace – vztah mezi jedním slovem a jeho argumenty
typicky vztah mezi slovesem a jeho možnými doplněními:

```
nosit  
= koho|co  
= komu & koho|co
```

Závislostní gramatiky

- blízko ke kategoriálním gramatikám – vztah **závislosti** mezi **řídícími** a **závislými** větnými členy
- vhodné pro popis jazyků s volným slovosledem
- používají výhradně **lexikalizovaných uzlů** (v závislostním stromu) – neexistují žádné neterminály
→ závislostní analýza se jeví *jednodušší*
- využívá **valence** či subkategorizace – vztah mezi jedním slovem a jeho argumenty
typicky vztah mezi slovesem a jeho možnými doplněními:

nosit

= koho|co

= komu & koho|co

Závislostní gramatiky – pokrač.

hlavní přístupy:

- navazuje na evropskou lingvistickou tradici – až k antice
- nejstarší užití – Tesnière 1959
- **funkční generativní popis** (*Functional Generative Description*, FGD) – jeden z nejpropracovanějších závislostních systémů, pražská lingvistická škola (Sgall, Hajičová, Panevová)
- UDG, *Unification Dependency Grammar* – Maxwell
- MTT, *Meaning-Text Theory* – Mel'čuk
- WG, *Word Grammar* – Hudson
- Lexicase – Starosta
- FG, *Functional Grammar* – Dik
- LG, *Link Grammar* – Temperley, Carnegie Mellon University
<http://www.link.cs.cmu.edu/link/>
- DUG, *Dependency Unification Grammar* – Halliday

Závislostní gramatiky – pokrač.

hlavní přístupy:

- navazuje na evropskou lingvistickou tradici – až k antice
- nejstarší užití – Tesnière 1959
- **funkční generativní popis** (*Functional Generative Description*, FGD) – jeden z nejpropracovanějších závislostních systémů, pražská lingvistická škola (Sgall, Hajičová, Panevová)
- UDG, *Unification Dependency Grammar* – Maxwell
- MTT, *Meaning-Text Theory* – Mel'čuk
- WG, *Word Grammar* – Hudson
- Lexicase – Starosta
- FG, *Functional Grammar* – Dik
- LG, *Link Grammar* – Temperley, Carnegie Mellon University
<http://www.link.cs.cmu.edu/link/>
- DUG, *Dependency Unification Grammar* – Halliday

Závislostní gramatiky – pokrač.

hlavní přístupy:

- navazuje na evropskou lingvistickou tradici – až k antice
- nejstarší užití – Tesnière 1959
- **funkční generativní popis** (*Functional Generative Description*, FGD) – jeden z nejpropracovanějších závislostních systémů, pražská lingvistická škola (Sgall, Hajičová, Panevová)
- UDG, *Unification Dependency Grammar* – Maxwell
- MTT, *Meaning-Text Theory* – Mel'čuk
- WG, *Word Grammar* – Hudson
- Lexicase – Starosta
- FG, *Functional Grammar* – Dik
- LG, *Link Grammar* – Temperley, Carnegie Mellon University
<http://www.link.cs.cmu.edu/link/>
- DUG, *Dependency Unification Grammar* – Halliday

Závislostní gramatiky – pokrač.

hlavní přístupy:

- navazuje na evropskou lingvistickou tradici – až k antice
- nejstarší užití – Tesnière 1959
- **funkční generativní popis** (*Functional Generative Description*, FGD) – jeden z nejpropracovanějších závislostních systémů, pražská lingvistická škola (Sgall, Hajičová, Panevová)
- UDG, *Unification Dependency Grammar* – Maxwell
- MTT, *Meaning-Text Theory* – Mel'čuk
- WG, *Word Grammar* – Hudson
- Lexicase – Starosta
- FG, *Functional Grammar* – Dik
- LG, *Link Grammar* – Temperley, Carnegie Mellon University
<http://www.link.cs.cmu.edu/link/>
- DUG, *Dependency Unification Grammar* – Halliday

Obsah

- 1 Gramatické formalismy
- 2 Kategoriální gramatiky
 - Notace kategoriálních gramatik
 - Rozšíření kategoriálních gramatik
- 3 Závislostní gramatiky
- 4 **Stromové gramatiky TAG a LTAG**
 - operace
 - lexikalizace
 - generované jazyky
- 5 Lexikální funkční gramatiky LFG
 - c-struktura a f-struktura
 - lexikon
 - konstrukce c- a f-struktur

Stromové gramatiky TAG a LTAG

- Tree Adjoining Grammar – Joshi, Levy a Takahashi: *TAG Formalism*, 1975
- Lexicalized TAG – Joshi a Schabes: *Parsing with Lexicalized TAG*, 1991
- pracují přímo se **stromy** a ne s řetězci slov
- množina **počátečních stromů** – základní stavební prvky
- složitější věty odvozovány s použitím **pomocných stromů**

počáteční (*initial*) strom:

pomocný (*auxiliary*) strom:

Stromové gramatiky TAG a LTAG

- Tree Adjoining Grammar – Joshi, Levy a Takahashi: *TAG Formalism*, 1975
- Lexicalized TAG – Joshi a Schabes: *Parsing with Lexicalized TAG*, 1991
- pracují přímo se **stromy** a ne s řetězci slov
- množina **počátečních stromů** – základní stavební prvky
- složitější věty odvozovány s použitím **pomocných stromů**

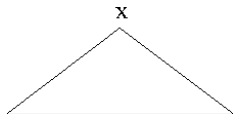
počáteční (*initial*) strom:

pomocný (*auxiliary*) strom:

Stromové gramatiky TAG a LTAG

- Tree Adjoining Grammar – Joshi, Levy a Takahashi: *TAG Formalism*, 1975
- Lexicalized TAG – Joshi a Schabes: *Parsing with Lexicalized TAG*, 1991
- pracují přímo se **stromy** a ne s řetězcí slov
- množina **počátečních stromů** – základní stavební prvky
- složitější věty odvozovány s použitím **pomocných stromů**

počáteční (*initial*) strom:

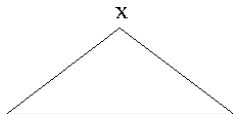


pomocný (*auxiliary*) strom:

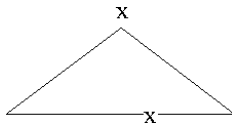
Stromové gramatiky TAG a LTAG

- Tree Adjoining Grammar – Joshi, Levy a Takahashi: *TAG Formalism*, 1975
- Lexicalized TAG – Joshi a Schabes: *Parsing with Lexicalized TAG*, 1991
- pracují přímo se **stromy** a ne s řetězcí slov
- množina **počátečních stromů** – základní stavební prvky
- složitější věty odvozovány s použitím **pomocných stromů**

počáteční (*initial*) strom:



pomocný (*auxiliary*) strom:



TAG – počáteční a pomocné stromy

- **počáteční stromy** – neobsahují rekurzi → popisují složkovou strukturu jednoduchých vět, jmenných skupin, předložkových skupin, ...
 1. všechny **nelistové uzly** odpovídají *neterminálům*
 2. všechny **listové uzly** odpovídají *terminálům* nebo *neterminálním* uzlům určeným k *substituci*

počáteční strom typu X = jeho kořen je označen termem X

- **pomocné stromy** – reprezentují *rekurzivní struktury* popisují větné členy, které se **připojují** k základním strukturám (např. příslovečné určení)
- charakterizace:
 1. všechny **nelistové uzly** odpovídají *neterminálům*
 2. všechny **listové uzly** odpovídají *terminálům* nebo *neterminálním* uzlům určeným k *substituci* kromě právě jednoho neterminálního uzlu (**patový uzel**, *foot node*)
 3. **patový uzel** má stejné označení jako kořenový uzel

patový uzel – slouží k připojení stromu k jinému uzlu

TAG – počáteční a pomocné stromy

- **počáteční stromy** – neobsahují rekurzi → popisují složkovou strukturu jednoduchých vět, jmenných skupin, předložkových skupin, ...
 1. všechny **nelistové uzly** odpovídají *neterminálům*
 2. všechny **listové uzly** odpovídají *terminálům* nebo *neterminálním* uzlům určeným k *substituci*

počáteční strom typu X = jeho kořen je označen termem X

- **pomocné stromy** – reprezentují *rekurzivní struktury* popisují větné členy, které se **připojují** k základním strukturám (např. příslovečné určení)
- charakterizace:
 1. všechny **nelistové uzly** odpovídají *neterminálům*
 2. všechny **listové uzly** odpovídají *terminálům* nebo *neterminálním* uzlům určeným k *substituci* kromě právě jednoho neterminálního uzlu (**patový uzel**, *foot node*)
 3. **patový uzel** má stejné označení jako kořenový uzel

patový uzel – slouží k připojení stromu k jinému uzlu

TAG – počáteční a pomocné stromy

- **počáteční stromy** – neobsahují rekurzi → popisují složkovou strukturu jednoduchých vět, jmenných skupin, předložkových skupin, ...
 1. všechny **nelistové uzly** odpovídají *neterminálům*
 2. všechny **listové uzly** odpovídají *terminálům* nebo *neterminálním* uzlům určeným k *substituci*

počáteční strom typu X = jeho kořen je označen termem X

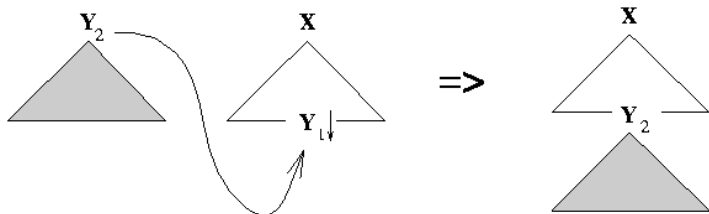
- **pomocné stromy** – reprezentují *rekurzivní struktury* popisují větné členy, které se **připojují** k základním strukturám (např. příslovečné určení)
- charakterizace:
 1. všechny **nelistové uzly** odpovídají *neterminálům*
 2. všechny **listové uzly** odpovídají *terminálům* nebo *neterminálním* uzlům určeným k *substituci* kromě právě jednoho neterminálního uzlu (**patový uzel**, *foot node*)
 3. **patový uzel** má stejné označení jako kořenový uzel

patový uzel – slouží k připojení stromu k jinému uzlu

TAG – operace

dvě operace – **substituce** a **připojení** (*adjunction*)

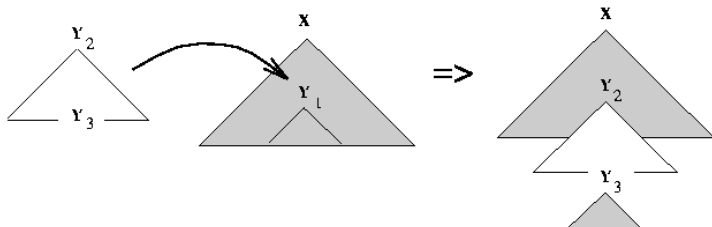
operace **substituce** – nahrazuje označený neterminál v listech nějakého stromu stromem, jehož kořen nese stejné označení



$Y_1 \downarrow$ – označený pro substituci

TAG – operace připojení

operace **připojení** – vložení pomocného stromu, popisujícího rekurzi neterminálu X , se stromem, který obsahuje uzel označený rovněž X



Definice TAG

- TAG $G = (I, A, S)$ je:
 - množina I konečných počátečních stromů
 - množina A pomocných stromů
 - typ stromu S – neterminál označující větu
- množina stromů $\mathcal{T}(G)$ TA gramatiky $G =$ množina všech stromů odvoditelných z počátečních stromů typu S z I , jejichž spodní okraj sestává čistě z terminálních uzlů (všechny substituční uzly byly doplněny)
- jazyk řetězců $\mathcal{L}(G)$ generovaných TA gramatikou $G =$ množina všech terminálních řetězců na spodním okraji stromů v $\mathcal{T}(G)$.

Definice TAG

- TAG $G = (I, A, S)$ je:
 - množina I konečných počátečních stromů
 - množina A pomocných stromů
 - typ stromu S – neterminál označující větu
- množina stromů $\mathcal{T}(G)$ TA gramatiky G = množina všech stromů odvoditelných z počátečních stromů typu S z I , jejichž spodní okraj sestává čistě z terminálních uzlů (všechny substituční uzly byly doplněny)
- jazyk řetězců $\mathcal{L}(G)$ generovaných TA gramatikou G = množina všech terminálních řetězců na spodním okraji stromů v $\mathcal{T}(G)$.

Definice TAG

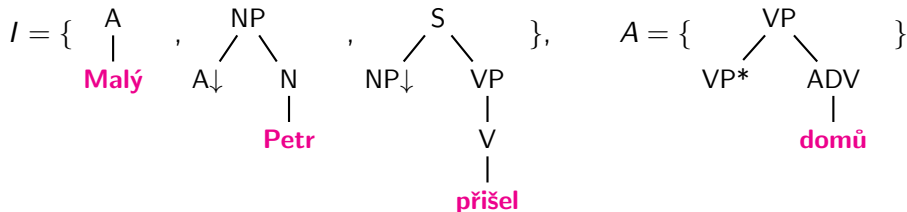
- TAG $G = (I, A, S)$ je:
 - množina I konečných počátečních stromů
 - množina A pomocných stromů
 - typ stromu S – neterminál označující větu
- množina stromů $\mathcal{T}(G)$ TA gramatiky G = množina všech stromů odvoditelných z počátečních stromů typu S z I , jejichž spodní okraj sestává čistě z terminálních uzlů (všechny substituční uzly byly doplněny)
- jazyk řetězců $\mathcal{L}(G)$ generovaných TA gramatikou G = množina všech terminálních řetězců na spodním okraji stromů v $\mathcal{T}(G)$.

LTAG – lexikalizace

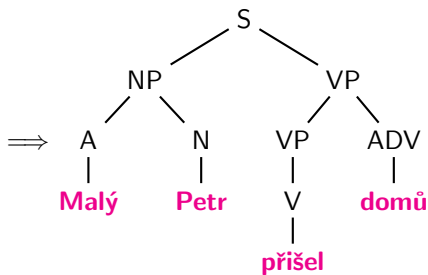
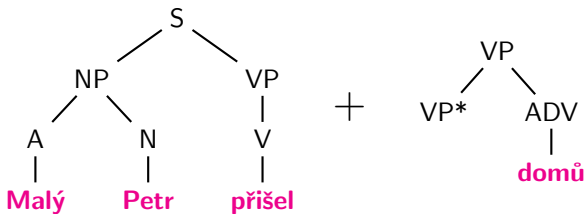
LTAG je **lexikalizovanou variantou** formalismu TAG

→ počáteční i pomocné stromy obsahují v listech jednu nebo více tzv. **lexikálních kotev** – uzly, které jsou přiřazeny (ukotveny) k určitým slovům lexikonu

lexikalizované stromy (*substituční uzly* – ↓, *patové uzly* – *):



LTAG – lexikalizované připojení



TAG a LTAG – generované jazyky

- díky použití operace připojení mají TAG a LTAG **větší generativní sílu** než bezkontextové gramatiky ($CFG \subset MCSL$) → generují **mírně kontextové jazyky** (*mildly context-sensitive languages*)

MCSL:

- vlastnost konstantního růstu – pokud uspořádáme řetězce jazyka vzestupně podle délky, potom rozdíl dvou po sobě jdoucích délek nemůže být libovolný (každá délka je lineární kombinací konečného počtu pevných délek).
- analyzovatelnost v polynomiálním čase $O(n^6)$ vzhledem k délce vstupu
- i jiné formalismy umí MCSL (jsou ekvivalentní s (L)TAG):

• LTAG, *Linear Time Ambiguous Grammars* – Giamberini, 1988

• HG, *Head Grammars* – Pollard, 1984

• CCG, kombinatorické kategoriální gramatiky

The XTAG Project – <http://www.cis.upenn.edu/~xtag/>

TAG a LTAG – generované jazyky

- díky použití operace připojení mají TAG a LTAG **větší generativní sílu** než bezkontextové gramatiky ($CFG \subset MCSL$) → generují **mírně kontextové jazyky** (*mildly context-sensitive languages*)

MCSL:

- vlastnost **konstantního růstu** – pokud uspořádáme řetězce jazyka vzestupně podle délky, potom rozdíl dvou po sobě jdoucích délek nemůže být libovolný (každá délka je lineární kombinací konečného počtu pevných délek).
 - analyzovatelnost v **polynomiálním čase** $O(n^6)$ vzhledem k délce vstupu
- i jiné formalismy umí MCSL (jsou ekvivalentní s (L)TAG):
 - LIG, *Linear Indexed Grammars* – Gazdar, 1985
 - HG, *Head Grammars* – Pollard, 1984
 - CCG, kombinatorické kategoriální gramatiky

The XTAG Project – <http://www.cis.upenn.edu/~xtag/>

TAG a LTAG – generované jazyky

- díky použití operace připojení mají TAG a LTAG **větší generativní sílu** než bezkontextové gramatiky ($CFG \subset MCSL$) → generují **mírně kontextové jazyky** (*mildly context-sensitive languages*)

MCSL:

- vlastnost **konstantního růstu** – pokud uspořádáme řetězce jazyka vzestupně podle délky, potom rozdíl dvou po sobě jdoucích délek nemůže být libovolný (každá délka je lineární kombinací konečného počtu pevných délek).
- analyzovatelnost v **polynomiálním čase** $O(n^6)$ vzhledem k délce vstupu
- i jiné formalismy umí MCSL (jsou ekvivalentní s (L)TAG):
 - LIG, *Linear Indexed Grammars* – Gazdar, 1985
 - HG, *Head Grammars* – Pollard, 1984
 - CCG, kombinatorické kategoriální gramatiky

The XTAG Project – <http://www.cis.upenn.edu/~xtag/>

TAG a LTAG – generované jazyky

- díky použití operace připojení mají TAG a LTAG **větší generativní sílu** než bezkontextové gramatiky ($CFG \subset MCSL$) → generují **mírně kontextové jazyky** (*mildly context-sensitive languages*)

MCSL:

- vlastnost **konstantního růstu** – pokud uspořádáme řetězce jazyka vzestupně podle délky, potom rozdíl dvou po sobě jdoucích délek nemůže být libovolný (každá délka je lineární kombinací konečného počtu pevných délek).
- analyzovatelnost v **polynomiálním čase** $O(n^6)$ vzhledem k délce vstupu
- i jiné formalismy umí MCSL (jsou ekvivalentní s (L)TAG):
 - LIG, *Linear Indexed Grammars* – Gazdar, 1985
 - HG, *Head Grammars* – Pollard, 1984
 - CCG, kombinatorické kategoriální gramatiky

The XTAG Project – <http://www.cis.upenn.edu/~xtag/>

Obsah

- 1 Gramatické formalismy
- 2 Kategoriální gramatiky
 - Notace kategoriálních gramatik
 - Rozšíření kategoriálních gramatik
- 3 Závislostní gramatiky
- 4 Stromové gramatiky TAG a LTAG
 - operace
 - lexikalizace
 - generované jazyky
- 5 Lexikální funkční gramatiky LFG
 - c-struktura a f-struktura
 - lexikon
 - konstrukce c- a f-struktur

Lexikální funkční gramatiky LFG

- LFG, *Lexical Functional Grammar* – Kaplan a Bresnan, 1982
- dva typy syntaktických struktur
 - vnější, *c-struktura* – viditelná hierarchická organizace slov do frází
 - vnitřní, *f-struktura* – abstraktnější struktura gramatických funkcí, které tvoří hierarchii komplexních funkčních struktur

důvod:

- různé přirozené jazyky se významným způsobem odlišují v organizaci fráze, v pořadí a způsobech realizace gramatických funkcí
- abstraktnější, funkcionální organizace jazyků se odlišuje mnohem méně v mnoha jazycích se např. objevují gramatické funkce *podmětu*, *předmětu* atd.

Lexikální funkční gramatiky LFG

- LFG, *Lexical Functional Grammar* – Kaplan a Bresnan, 1982
- dva typy syntaktických struktur
 - vnější, **c-struktura** – viditelná hierarchická organizace slov do frází
 - vnitřní, **f-struktura** – abstraktnější struktura gramatických funkcí, které tvoří hierarchii komplexních funkčních struktur

důvod:

- různé přirozené jazyky se významným způsobem odlišují v **organizaci fráze**, v pořadí a způsobech realizace gramatických funkcí
- abstraktnější, **funkcionální** organizace jazyků se odlišuje mnohem méně v mnoha jazycích se např. objevují gramatické funkce *podmětu*, *předmětu* atd.

Lexikální funkční gramatiky LFG

- LFG, *Lexical Functional Grammar* – Kaplan a Bresnan, 1982
- dva typy syntaktických struktur
 - vnější, **c-struktura** – viditelná hierarchická organizace slov do frází
 - vnitřní, **f-struktura** – abstraktnější struktura gramatických funkcí, které tvoří hierarchii komplexních funkčních struktur

důvod:

- různé přirozené jazyky se významným způsobem odlišují v **organizaci fráze**, v pořadí a způsobech realizace gramatických funkcí
- abstraktnější, **funkcionální** organizace jazyků se odlišuje mnohem méně
v mnoha jazycích se např. objevují gramatické funkce *podmětu*, *předmětu* atd.

Lexikální funkční gramatiky LFG

- LFG, *Lexical Functional Grammar* – Kaplan a Bresnan, 1982
- dva typy syntaktických struktur
 - vnější, **c-struktura** – viditelná hierarchická organizace slov do frází
 - vnitřní, **f-struktura** – abstraktnější struktura gramatických funkcí, které tvoří hierarchii komplexních funkčních struktur

důvod:

- různé přirozené jazyky se významným způsobem odlišují v **organizaci fráze**, v pořadí a způsobech realizace gramatických funkcí
- abstraktnější, **funkcionální** organizace jazyků se odlišuje mnohem méně v mnoha jazycích se např. objevují gramatické funkce *podmětu*, *předmětu* atd.

Lexikální funkční gramatiky LFG – pokrač.

- L = vztahy mezi jazykovými formami, např. mezi aktivními a pasivními formami slovesa, jsou zobecněním struktury **lexikonu**, ne transformačními operacemi, derivujícími jednu formu z druhé
- F = **funkcionální teorie** – gramatické vztahy, jako je podmět, předmět atd., jsou základními konstrukty, a nejsou definovány pomocí konfigurace frázové struktury, nebo sémantických pojmů typu Agent a Patient
- v LFG – pro reprezentaci funkcionální syntaktické informace je vhodné definovat hierarchickou strukturu jazykových jednotek, avšak vynucená linearizace pořádku těchto struktur není vhodná

Lexikální funkční gramatiky LFG – pokrač.

- L = vztahy mezi jazykovými formami, např. mezi aktivními a pasivními formami slovesa, jsou zobecněním struktury **lexikonu**, ne transformačními operacemi, derivujícími jednu formu z druhé
- F = **funkcionální teorie** – gramatické vztahy, jako je podmět, předmět atd., jsou základními konstrukty, a nejsou definovány pomocí konfigurace frázové struktury, nebo sémantických pojmů typu Agent a Patient
- v LFG – pro reprezentaci funkcionální syntaktické informace je vhodné definovat hierarchickou strukturu jazykových jednotek, avšak vynucená linearizace pořádku těchto struktur není vhodná

Lexikální funkční gramatiky LFG – pokrač.

- L = vztahy mezi jazykovými formami, např. mezi aktivními a pasivními formami slovesa, jsou zobecněním struktury **lexikonu**, ne transformačními operacemi, derivujícími jednu formu z druhé
- F = **funkcionální teorie** – gramatické vztahy, jako je podmět, předmět atd., jsou základními konstrukty, a nejsou definovány pomocí konfigurace frázové struktury, nebo sémantických pojmů typu Agent a Patient
- v LFG – pro reprezentaci funkcionální syntaktické informace je vhodné definovat hierarchickou strukturu jazykových jednotek, avšak vynucená linearizace pořádku těchto struktur není vhodná

Syntaktické úrovně LFG

- dvě syntaktické úrovně:
 - **složková struktura** (*c-structure, constituent structure*) – zachycuje frázovou dominanci a prioritu a je reprezentována jako **strom** frázové struktury (CFG strom)
 - **funkcionální struktura** (*f-structure*) – zachycuje syntaktickou strukturu typu predikát-argumenty a je reprezentována *maticí dvojic atribut-hodnota*
nabízí jednotnou reprezentaci syntaktické informace abstrahující od detailů struktury fráze a lineárního pořádku
- f-struktura obsahuje soubor atributů:
 - **příznaky** – čas, rod, číslo, ...
 - **funkce** – PRED, SUBJ, OBJ, jejichž hodnoty mohou být jiné f-struktury
- vztah mezi c-strukturami (stromy) a odpovídajícími f-strukturami:

projekce $\phi : \{\text{uzly stromu c-struktury}\} \rightarrow \{\text{f-struktury}\}$

Syntaktické úrovně LFG

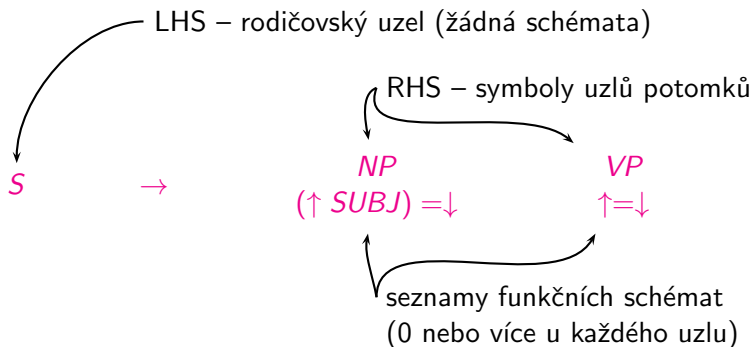
- dvě syntaktické úrovně:
 - **složková struktura** (*c-structure, constituent structure*) – zachycuje frázovou dominanci a prioritu a je reprezentována jako **strom** frázové struktury (CFG strom)
 - **funkcionální struktura** (*f-structure*) – zachycuje syntaktickou strukturu typu predikát-argumenty a je reprezentována *maticí dvojic atribut-hodnota*
nabízí jednotnou reprezentaci syntaktické informace abstrahující od detailů struktury fráze a lineárního pořádku
- f-struktura obsahuje soubor atributů:
 - **příznaky** – čas, rod, číslo, ...
 - **funkce** – PRED, SUBJ, OBJ, jejichž hodnoty mohou být jiné f-struktury
- vztah mezi c-strukturami (stromy) a odpovídajícími f-strukturami:

projekce $\phi : \{\text{uzly stromu c-struktury}\} \rightarrow \{\text{f-struktury}\}$

LFG – c-struktura

LFG pravidla:

- klasická CF pravidla
- plus **funkční schémata** – výrazy pracující se symboly na pravé straně pravidel (za \rightarrow , RHS)



LFG – pravidla

příklady:

$$S \rightarrow \quad \text{NP} \quad \quad \text{VP}$$

$$(\uparrow \text{SUBJ}) = \downarrow \quad \uparrow = \downarrow$$

$$\text{VP} \rightarrow \quad \text{V} \quad \quad (\text{NP})$$

$$\uparrow = \downarrow \quad (\uparrow \text{OBJ}) = \downarrow$$

$$\text{NP} \rightarrow (\text{DET}) \quad \quad \text{N}$$

$$\uparrow = \downarrow \quad \uparrow = \downarrow$$

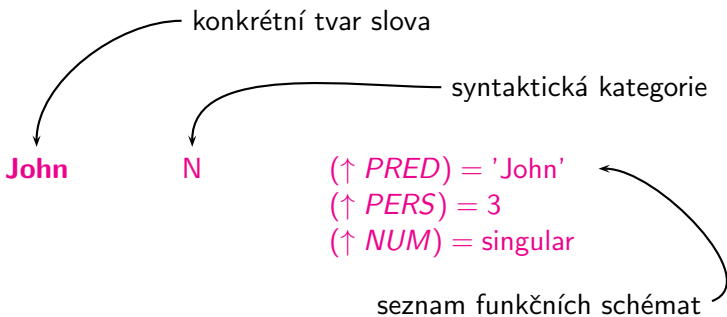
výrazy $(\uparrow \text{SUBJ}) = \downarrow$, $\uparrow = \downarrow$ a $(\uparrow \text{OBJ}) = \downarrow$ jsou *funkční schémata*

LFG – lexikon

lexikon také obsahuje **funkční schémata**

položka lexikonu:

1. konkrétní tvar slova
2. syntaktickou kategorii
3. seznam funkčních schémat



LFG – lexikon – pokrač.

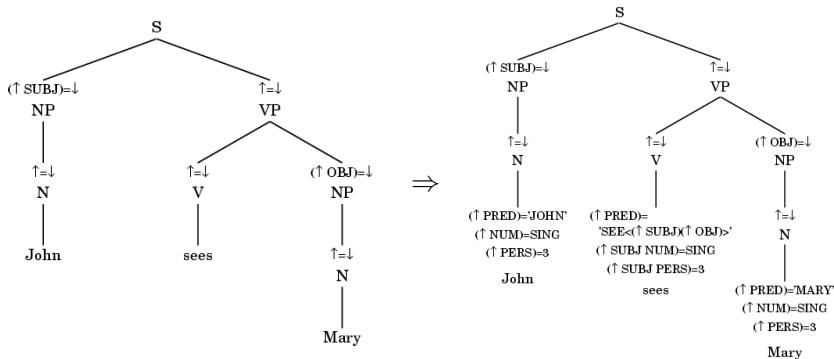
příklady:

John	N	(↑ PRED)	=	'JOHN'
		(↑ NUM)	=	SING
		(↑ PERS)	=	3
sees	N	(↑ PRED)	=	'SEE<(↑SUBJ)(↑OBJ)>'
		(↑ SUBJ NUM)	=	SING
		(↑ SUBJ PERS)	=	3
Mary	N	(↑ PRED)	=	'MARY'
		(↑ NUM)	=	SING
		(↑ PERS)	=	3

LFG – konstrukce c-struktury

informace v c-struktuře:

- hierarchická struktura větných členů
- **funkční anotace** (funkční schémata převedená do stromu) – po jejich *interpretaci* získáme výslednou f-strukturu



⇒

LFG – f-struktura

$$f_n \left[\begin{array}{c} A \\ F \\ H \end{array} \quad f_m \left[\begin{array}{cc} B & C \\ D & E \\ G \\ I \end{array} \right] \right]$$

grafický zápis:

matice atribut-hodnota (*attribute-value matrix*, AVM) – levé sloupce jsou atributy, pravé sloupce hodnoty (symboly, podřazené f-struktury nebo sémantické formy)

funkční rovnice a f-struktury:

$$(f_p \text{ ATT}) = \text{VAL}$$

v f-struktuře f_p je řádek, kde
atribut je **ATT**
a jeho hodnota je **VAL**

funkční rovnice mohou být **splněny** nebo **nesplněny** (*true/false*)

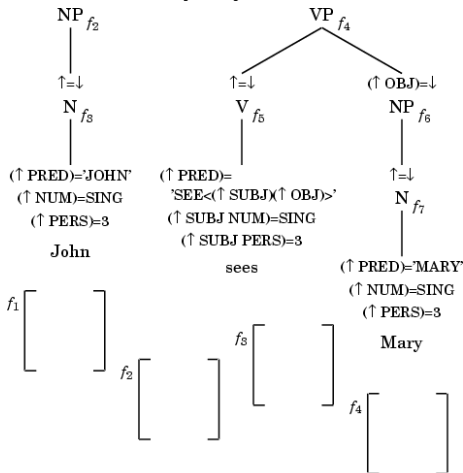
LFG – instance hodnot

Instance hodnot

- doplňuje hodnoty metaproměnných \uparrow a \downarrow
- transformuje schémata na **funkční rovnice** – výrazy získané z f-struktur

grafický zápis – f-struktura
v hranatých závorkách []

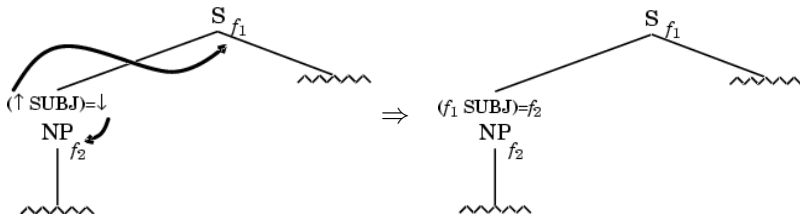
každý *uzel c-struktury* má
k sobě připojenou *matici*
f-struktury, které se označují
indexy f_i



LFG – doplnění hodnot metaproměnných

↑ a ↓ (metaproměnné) se odkazují na f-struktury
je potřeba najít správné proměnné f_i na místa šipek

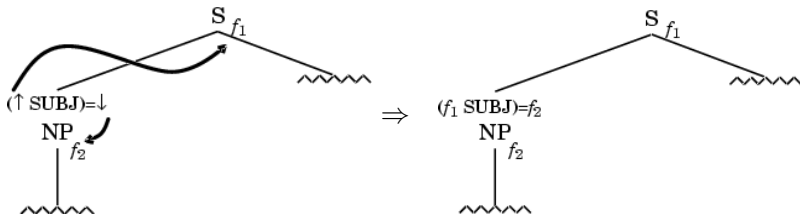
- ↓ – metaproměnná **EGO** nebo **SELF** – odkazuje na f-strukturu uzlu nad schématem
- ↑ – metaproměnná **MOTHER** – odkazuje na f-strukturu rodičovského uzlu vzhledem k uzlu nad schématem

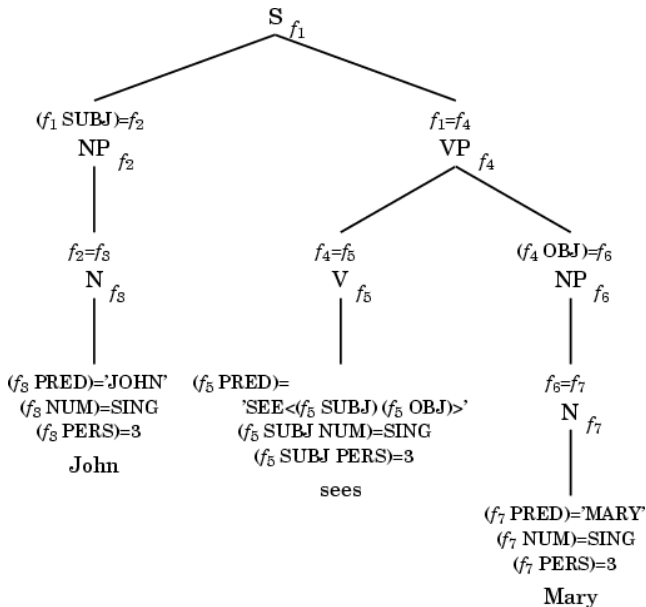


LFG – doplnění hodnot metaproměnných

↑ a ↓ (metaproměnné) se odkazují na f-struktury
je potřeba najít správné proměnné f_i na místa šipek

- ↓ – metaproměnná **EGO** nebo **SELF** – odkazuje na f-strukturu uzlu nad schématem
- ↑ – metaproměnná **MOTHER** – odkazuje na f-strukturu rodičovského uzlu vzhledem k uzlu nad schématem





LFG – funkční popis

funkční popis = množina všech instanciovaných funkčních rovnic stromu vlastní konstrukce f-struktury pracuje pouze s tímto funkčním popisem
funkční popis předchází větě:

- | | |
|--|---|
| a. $(f_1 \text{ SUBJ}) = f_2$ | i. $(f_5 \text{ SUBJ NUM}) = \text{SING}$ |
| b. $f_3 = f_2$ | j. $(f_5 \text{ SUBJ PERS}) = f_3$ |
| c. $(f_3 \text{ PRED}) = \text{'JOHN'}$ | k. $(f_4 \text{ OBJ}) = f_6$ |
| d. $(f_3 \text{ NUM}) = \text{SING}$ | l. $f_6 = f_7$ |
| e. $(f_3 \text{ PERS}) = f_3$ | m. $(f_7 \text{ PRED}) = \text{'MARY'}$ |
| f. $f_1 = f_4$ | n. $(f_7 \text{ NUM}) = \text{SING}$ |
| g. $f_4 = f_5$ | o. $(f_7 \text{ PERS}) = f_3$ |
| h. $(f_5 \text{ PRED}) = \text{'SEE}<(f_5 \text{ SUBJ})(f_5 \text{ OBJ})>'}$ | |

LFG – konstrukce f-struktury

f-struktura se tvoří z **funkčního popisu** tak, aby všechny funkční rovnice byly **splněny**

výsledná f-struktura musí být **minimální** taková f-struktura

$$\begin{array}{l}
 f_1 \left[\begin{array}{l} \text{PRED} \text{ 'SEE}<(f_5 \text{ SUBJ}) (f_5 \text{ OBJ})>' \\ f_4 \text{ SUBJ} \left[\begin{array}{l} \text{NUM} \text{ SING} \\ \text{PERS} \text{ s} \end{array} \right] \\ f_5 \end{array} \right] \\
 f_2 \left[\begin{array}{l} \text{PRED} \text{ 'JOHN'} \\ f_3 \text{ NUM} \text{ SING} \\ \text{PERS} \text{ s} \end{array} \right] \quad f_6 \left[\begin{array}{l} \text{PRED} \text{ 'MARY'} \\ f_7 \text{ NUM} \text{ SING} \\ \text{PERS} \text{ s} \end{array} \right] \\
 \Rightarrow \quad \begin{array}{l}
 f_1 \left[\begin{array}{l} \text{PRED} \text{ 'SEE}<(f_5 \text{ SUBJ}) (f_5 \text{ OBJ})>' \\ f_4 \text{ SUBJ} \left[\begin{array}{l} f_2 \left[\begin{array}{l} \text{PRED} \text{ 'JOHN'} \\ f_3 \text{ NUM} \text{ SING} \\ \text{PERS} \text{ s} \end{array} \right] \\ \text{OBJ} \left[\begin{array}{l} f_6 \left[\begin{array}{l} \text{PRED} \text{ 'MARY'} \\ f_7 \text{ NUM} \text{ SING} \\ \text{PERS} \text{ s} \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right] \\
 \end{array}
 \end{array}$$

XLE web interface – <http://pargram.b.uib.no/tools/>,
<http://www.xlfg.org/>