

Parsing Assistant for Categorical Grammars in Prolog

Luiz Arthur Pagani (UFPR)
arthur@ufpr.br

Workshop on Semantics and Meaning
July 25-28, 2005

Introduction

- weak equivalence of AB-model (Ajdukiewicz & Bar-Hillel) to context free phrase structure grammar
- quasi-arithmetical notation for linguistic description
- Lambek calculus: generalization by natural deduction
- structural completeness: "for any syntactically coherent string, any substring can be derived as a constituent and any item in that substring as its head"(Wood 1993: 5)

Categorial Grammars

- function and argument rather than constituent structure
- syntax and semantics homomorphism
- monotonicity (there are no destructive rules such as movement or deletion)
- radical lexicalism

Classical Categorical Grammar (Moortgat 1988)

- Application (R1)

$$- X/Y : f + Y : a \rightarrow X : f(a)$$

$$- X : a + Y \backslash X : f \rightarrow X : f(a)$$

$$\begin{array}{c}
 \text{Pedro} \qquad \qquad \text{ama} \qquad \qquad \text{Maria} \\
 \hline
 N : p \quad Lex \quad (N \backslash S) / N : A \quad Lex \quad N : m \quad Lex \\
 \hline
 N \backslash S : A(m) \quad R1 \\
 \hline
 S : A(m)(p) \quad R1
 \end{array}$$

?- assistente.

Entre com a expressão a ser analisada:

Expressão> [pedro,ama,maria].

1.

Expressão: [pedro]

Categoria: n

Denotação: p

Operação : lexical

2.

Expressão: [ama]

Categoria: (n\s)/n

Denotação: A

Operação : lexical

3.

Expressão: [maria]

Categoria: n

Denotação: m

Operação : lexical

$$\frac{\text{Pedro}}{N : p} \quad \text{Lex} \quad \frac{\text{ama}}{(N \setminus S) / N : A} \quad \text{Lex} \quad \frac{\text{Maria}}{N : m} \quad \text{Lex}$$

Análise> r1(2).

1.

Expressão: [pedro]

Categoria: n

Denotação: p

Operação : lexical

2.

Expressão: [ama,maria]

Categoria: n\s

Denotação: A@m

Operação : r1

Parte(s) :

Expressão: [ama]

Categoria: (n\s)/n

Denotação: A

Operação : lexical

Expressão: [maria]

Categoria: n

Denotação: m

Operação : lexical

$$\begin{array}{c}
 \text{Pedro} \\
 \hline
 N : p \quad \text{Lex}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 \text{ama} \\
 \hline
 (N \setminus S) / N : A \quad \text{Lex}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 \text{Maria} \\
 \hline
 N : m \quad \text{Lex}
 \end{array}$$

$$N \setminus S : A(m) \quad R1$$

Análise> r1(2).

1.

Expressão: [pedro,ama,maria]

Categoria: s

Denotação: (A@m)@p

Operação : r1

Parte(s) :

Expressão: [pedro]

Categoria: n

Denotação: p

Operação : lexical

Expressão: [ama,maria]

Categoria: n\s

Denotação: A@m

Operação : r1

Parte(s) :

Expressão: [ama]

Categoria: (n\s)/n

Denotação: A

Operação : lexical

Expressão: [maria]

Categoria: n

Denotação: m

Operação : lexical

Pedro		ama		Maria	
$\frac{}{N : p}$	<i>Lex</i>	$\frac{}{(N \backslash S) / N : A}$	<i>Lex</i>	$\frac{}{N : m}$	<i>Lex</i>
			$\frac{}{N \backslash S : A(m)}$		<i>R1</i>
$\frac{}{S : A(m)(p)}$					<i>R1</i>

- Associativity (R3)

- $(X \setminus Y) / Z : f \rightarrow X \setminus (Y / Z) : \lambda v_m [\lambda v_n [f(v_n)(v_m)]]$
- $X \setminus (Y / Z) : f \rightarrow (X \setminus Y) / Z : \lambda v_m [\lambda v_n [f(v_n)(v_m)]]$

$$\begin{array}{c}
 \text{Pedro} \qquad \qquad \qquad \text{ama} \\
 \hline
 \frac{}{N : p} \text{Lex} \quad \frac{}{(N \setminus S) / N : A} \text{Lex} \\
 \hline
 \frac{}{N \setminus (S / N) : \lambda v_0 [\lambda v_1 [A(v_1)(v_0)]]} \text{R3} \\
 \hline
 \frac{}{S / N : \lambda v_0 [\lambda v_1 [A(v_1)(v_0)]](p)} \text{R1} \\
 \qquad \qquad \qquad =_{\beta\text{-red.}} \lambda v_1 [A(v_1)(p)]
 \end{array}$$

Análise> r3(2).

1.

Expressão: [pedro]

Categoria: n

Denotação: p

Operação : lexical

2.

Expressão: [ama]

Categoria: n\ (s/n)

Denotação: $x(0) \sim (x(1) \sim ((A @ x(1)) @ x(0)))$

Operação : r3

Parte(s) :

Expressão: [ama]

Categoria: (n\s)/n

Denotação: A

Operação : lexical

Pedro		ama	
$\frac{}{N : p}$	Lex	$\frac{}{(N \backslash S) / N : A}$	Lex
		$\frac{}{N \backslash (S / N) : \lambda v_0 [\lambda v_1 [A(v_1)(v_0)]]}$	$R3$

Análise> r1(2).

1.

Expressão: [pedro,ama]

Categoria: s/n

Denotação: $(x(0) \wedge (x(1) \wedge ((A @ x(1)) @ x(0)))) @ p$

Operação : r1

Parte(s) :

Expressão: [pedro]

Categoria: n

Denotação: p

Operação : lexical

Expressão: [ama]

Categoria: n \ (s/n)

Denotação: $x(0) \wedge (x(1) \wedge ((A @ x(1)) @ x(0)))$

Operação : r3

Parte(s) :

Expressão: [ama]

Categoria: (n \ s)/n

Denotação: A

Operação : lexical

$$\begin{array}{c}
 \text{Pedro} \qquad \qquad \qquad \text{ama} \\
 \hline
 N : p \quad \text{Lex} \quad \frac{}{(N \backslash S) / N : A} \quad \text{Lex} \\
 \hline
 \frac{}{N \backslash (S / N) : \lambda v_0 [\lambda v_1 [A(v_1)(v_0)]]} \quad R3 \\
 \hline
 \frac{}{S / N : \lambda v_0 [\lambda v_1 [A(v_1)(v_0)]](p)} \quad R1
 \end{array}$$

Análise> reduz(1).

1.

Expressão: [pedro,ama]

Categoria: s/n

Denotação: $x(0) \wedge ((A @ x(0)) @ p)$

$\leq = (x(0) \wedge (x(1) \wedge ((A @ x(1)) @ x(0)))) @ p$

Operação : r1

Parte(s) :

Expressão: [pedro]

Categoria: n

Denotação: p

Operação : lexical

Expressão: [ama]

Categoria: n \ (s/n)

Denotação: $x(0) \wedge (x(1) \wedge ((A @ x(1)) @ x(0)))$

Operação : r3

Parte(s) :

Expressão: [ama]

Categoria: (n \ s)/n

Denotação: A

Operação : lexical

$$\begin{array}{c}
 \text{Pedro} \qquad \qquad \qquad \text{ama} \\
 \hline
 N : p \quad \text{Lex} \quad \frac{\qquad \qquad \qquad (N \backslash S) / N : A \qquad \qquad \text{Lex}}{\qquad \qquad \qquad N \backslash (S / N) : \lambda v_0 [\lambda v_1 [A(v_1)(v_0)]]} \quad R3 \\
 \hline
 \frac{\qquad \qquad \qquad S / N : \lambda v_0 [\lambda v_1 [A(v_1)(v_0)]](p)}{=_{\beta\text{-red.}} \lambda v_1 [A(v_1)(p)]} \quad R1
 \end{array}$$

- Composition (R2)

- $X/Y : f + Y/Z : g \rightarrow X/Z : \lambda v_n[f(g(v_n))]$
- $Z \setminus Y : g + Y \setminus X : f \rightarrow Z \setminus X : \lambda v_n[f(g(v_n))]$

- Raising (R4)

- $X : a \rightarrow Y/(X \setminus Y) : \lambda v_n[v_n(a)]$
- $X : a \rightarrow (Y/X) \setminus Y : \lambda v_n[v_n(a)]$

$$\begin{array}{c}
 \text{Pedro} \qquad \qquad \qquad \text{ama} \\
 \hline
 N : p \qquad \qquad \qquad (N \setminus S)/N : A \\
 \text{Lex} \qquad \qquad \qquad \text{Lex} \\
 \hline
 S/(N \setminus S) : \lambda v_0[v_0(p)] \qquad \text{R4} \\
 \hline
 S/N : \lambda v_1[\lambda v_0[v_0(p)](A(v_1))] \qquad \text{R2} \\
 \qquad \qquad \qquad =_{\beta\text{-red.}} \lambda v_1[A(v_1)(p)]
 \end{array}$$

Análise> r4(1, /).

1.

Expressão: [pedro]

Categoria: $_11488/(n_11488)$

Denotação: $x(0) \wedge (x(0) @ p)$

Operação : r4

Parte(s) :

Expressão: [pedro]

Categoria: n

Denotação: p

Operação : lexical

2.

Expressão: [ama]

Categoria: $(n \setminus s)/n$

Denotação: A

Operação : lexical

$$\frac{\text{Pedro}}{N : p} \text{Lex} \quad \frac{\text{ama}}{(N \setminus S)/N : A} \text{Lex}$$

$$\frac{}{S/(N \setminus S) : \lambda v_0[v_0(p)]} R4$$

Análise> r2(1).

1.

Expressão: [pedro,ama]

Categoria: s/n

Denotação: $x(0) \wedge ((x(1) \wedge (x(1) @ p)) @ (A @ x(0)))$

Operação : r2

Parte(s) :

Expressão: [pedro]

Categoria: s/(n\s)

Denotação: $x(0) \wedge (x(0) @ p)$

Operação : r4

Parte(s) :

Expressão: [pedro]

Categoria: n

Denotação: p

Operação : lexical

Expressão: [ama]

Categoria: (n\s)/n

Denotação: A

Operação : lexical

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc}
 \text{Pedro} & & \text{ama} \\
 \hline
 N : p & \xrightarrow{\text{Lex}} & (N \setminus S) / N : A \xrightarrow{\text{Lex}}
 \end{array} \\
 \hline
 S / (N \setminus S) : \lambda v_0 [v_0(p)] \xrightarrow{R4} \\
 \hline
 S / N : \lambda v_1 [\lambda v_0 [v_0(p)] (A(v_1))] \xrightarrow{R2}
 \end{array}$$

Análise> reduz(1).

1.

Expressão: [pedro,ama]

Categoria: s/n

Denotação: $x(0) \wedge ((A @ x(0)) @ p)$
 $\leq x(0) \wedge ((x(1) \wedge (x(1) @ p)) @ (A @ x(0)))$

Operação : r2

Parte(s) :

Expressão: [pedro]

Categoria: s/(n\s)

Denotação: $x(0) \wedge (x(0) @ p)$

Operação : r4

Parte(s) :

Expressão: [pedro]

Categoria: n

Denotação: p

Operação : lexical

Expressão: [ama]

Categoria: (n\s)/n

Denotação: A

Operação : lexical

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc}
 \text{Pedro} & & \text{ama} \\
 \hline
 N : p & \xrightarrow{\text{Lex}} & (N \setminus S) / N : A \\
 \hline
 S / (N \setminus S) : \lambda v_0 [v_0(p)] & \xrightarrow{R4} & \\
 \hline
 S / N : \lambda v_1 [\lambda v_0 [v_0(p)] (A(v_1))] & \xrightarrow{R2} & \\
 =_{\beta\text{-red.}} \lambda v_1 [A(v_1)(p)] & &
 \end{array}
 \end{array}$$

- (Division (R5 and R6))

Help

Análise> ajuda.

r1(N)	: aplica R1 a partir de N
r2(N)	: aplica R2 a partir de N
r3(N)	: aplica R3 a partir de N
r4(N, Con)	: aplica R4 a partir de N com Con (/ ou \) como conectivo principal
r5(N)	: aplica R5 a partir de N
r6(N)	: aplica R6 a partir de N
reduz(N)	: aplica a redução-beta à representação semântica de N
análise	: reapresenta a análise já feita
desfaz(Op, N)	: desfaz a operação Op (regra ou redução) em N
nova	: começa uma nova análise
termina	: encerra o assistente

Conclusion

- didactic tool
- step by step processing
- to do
 - complete lambda calculus?
 - linguistic data
 - variable presentation
 - graphical interface

References

- Moortgat, Michael. 1988. **Categorial Investigations: Logical and Linguistic Aspects of the Lambek Calculus**. Dordrecht: Foris.
- Wood, Mary McGee. 1993. **Categorial Grammars**. London: Routledge.

Luiz Arthur Pagani (arthur@ufpr.br)