



人工知能特論II 第4回

二宮 崇

今日の講義の予定

CCG (COMBINATORY
CATEGORIAL GRAMMAR)
組合せ範疇文法



CCG: 導入

- 長い歴史

- 範疇文法は、古くは Ajdukiewicz (1935) や Bar-Hillel (1953)までさかのぼる

- Mark Steedman (1996, 2000) によるCCGが有名

- 講義内容

- Mark Steedman (2000) The Syntactic Processから

- 語彙化文法

- 文法がなすべき役割を句構造規則ではなく、辞書に書き込むべき、という立場の文法
- 最新の文法理論はほとんどが語彙化文法



CCG: 導入

- 仕組

- カテゴリに対する関数適用を繰り返すことによって文を構成する

- 意味論

- ラムダ式により語の意味を記述し、統語構造に対応したラムダ関数適用により文の意味表現を導出
- M. Steedman は、可能な意味構造をすべて導出できれば、それに対応する統語構造はどれか一つだけあれば構わない、とする

- 等位接続構造をうまく説明



CCG: 形式

- カテゴリ

- 原始カテゴリ (atomic category)

- N (名詞) や S (文) など

- 複合カテゴリ (complex category)

- 他の二つのカテゴリから合成

- 数学的には、一方を定義域、片方を値域とする関数

- X, Y がカテゴリなら、 X/Y と $X \setminus Y$ は複合カテゴリ。どちらも Y を引数とし、 X を値とする関数

- X/Y は、右側の Y と結びついて、 X の記号となるという意味

- $X \setminus Y$ は、左側の Y と結びついて、 X の記号となるという意味



CCG: カテゴリの例

- カテゴリの例

- married := $(S \setminus \text{NP}) / \text{NP}$
主語 ← 目的語

- 自動詞: $S \setminus \text{NP}$

- 他動詞(TV): $(S \setminus \text{NP}) / \text{NP}$

- ditransitive verb(DTV): $((S \setminus \text{NP}) / \text{NP}) / \text{NP}$



CCG: “pure” categorial grammar

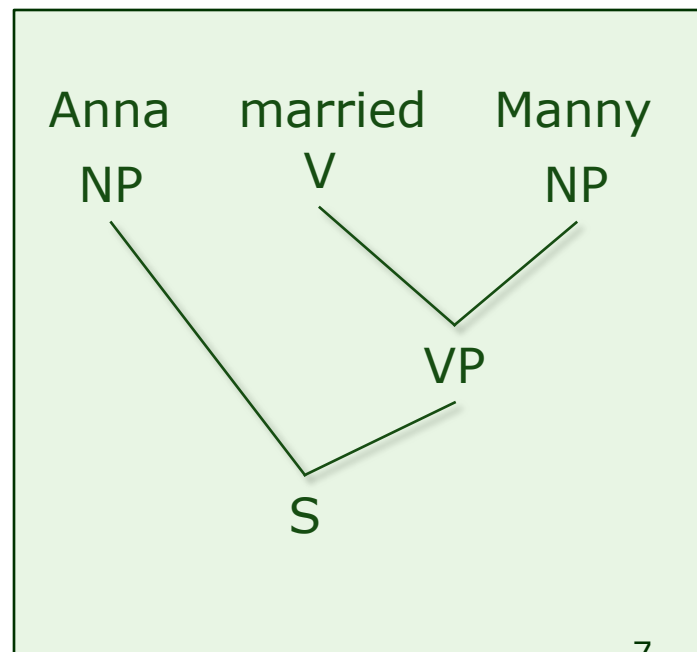
- 関数適用規則 (functional application rules)

- $X/Y \quad Y \Rightarrow X \quad (>)$

- $Y \quad X \backslash Y \Rightarrow X \quad (<)$

- 例

$$\frac{\frac{\text{Anna}}{\text{NP}} \quad \frac{\frac{\text{married}}{(S \backslash \text{NP}) / \text{NP}}}{S \backslash \text{NP}} \quad \frac{\text{Manny}}{\text{NP}}}{S} >$$



CCG: 意味論 (1/3)

- CCGの規則に付随するラムダ式により述語項構造 (predicate-argument structures)を計算
- ラムダ計算
 - $\lambda x.\lambda y. \text{marry}' x y$
 - $((\lambda x.\lambda y. \text{marry}' x y) \text{manny}') \text{anna}'$
 $= (\lambda y. \text{marry}' \text{manny}' y) \text{anna}'$
 $= \text{marry}' \text{manny}' \text{anna}'$
 - $\lambda f.\lambda x. f x$ という風に関数も引数にとることができることに注意!
 - $\lambda f.\lambda x. f x$ と $\lambda g.\lambda y g y$ はまったく同じラムダ式であることに注意!



CCG: 意味論 (2/3)

- CCGの規則に付随するラムダ式により述語項構造 (predicate-argument structures) を計算
- 関数適用規則 (functional application)
 - $X/Y:f \quad Y:a \Rightarrow X:f a \quad (>)$
 - $Y:a \quad X \setminus Y:f \Rightarrow X:f a \quad (<)$



CCG:意味論(3/3)

- 例

Anna

NP: anna'

married

(S \ NP) / NP: $\lambda x.\lambda y.\text{marry}' x y$

Manny

NP: manny'



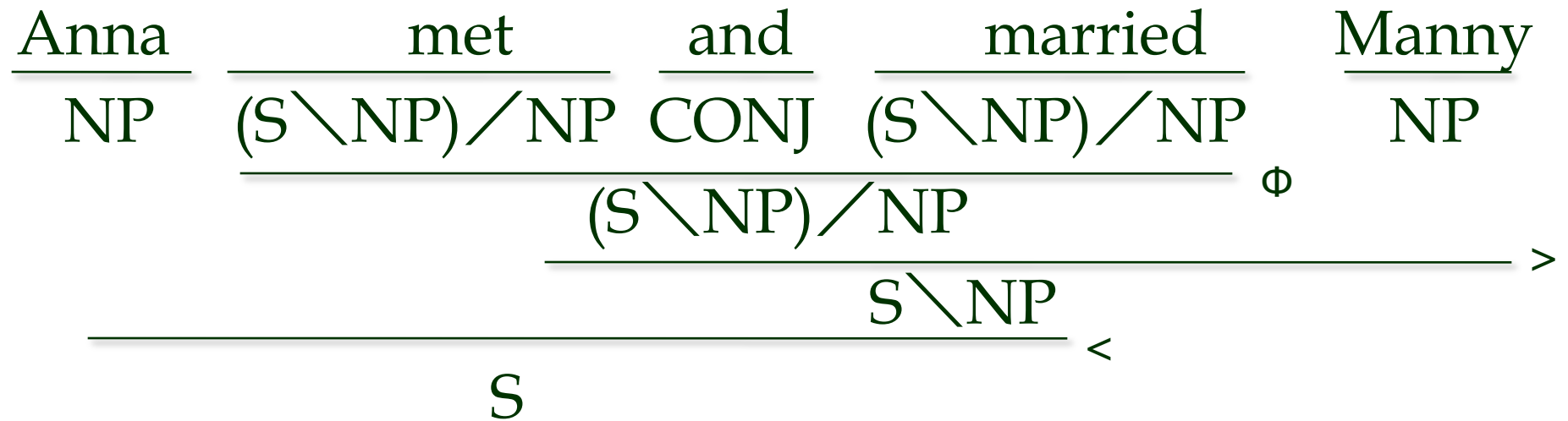
CCG: 等位接続構造

- 等位接続構造
 - 太郎と花子が歩いた
 - 太郎が花子に会って、説明した
 - 太郎は花子に、次郎は恵に話した
- 等位接続規則（簡略版）
 - $X \text{ CONJ } X' \Rightarrow X'' \quad (\Phi)$



CCG: 等位接統構造

- 例



CCG: 等位接続規則の意味論

- 等位接続規則

$$X : g \quad \text{CONJ} : b \quad X : f \Rightarrow X : \lambda \dots b(f \dots)(g \dots) \quad (\Phi^n)$$

- 例

<u>Anna</u>	<u>met</u>	<u>and</u>	<u>married</u>	<u>Manny</u>
NP	$(S \setminus NP) / NP$	CONJ	$(S \setminus NP) / NP$	NP
:anna'	: $\lambda x. \lambda y. \text{meet}' x y$:and'	: $\lambda x. \lambda y. \text{marry}' x y$:manny'
$(S \setminus NP) / NP : \lambda x. \lambda y. \text{and}'(\text{meet}' x y)(\text{marry}' x y)$				
$S \setminus NP : \lambda y. \text{and}'(\text{meet}' \text{manny}' y)(\text{marry}' \text{manny}' y)$				
$S : \text{and}'(\text{meet}' \text{manny}' \text{anna}')(\text{marry}' \text{manny}' \text{anna}')$				



THE BLUEBIRD (ルリツグミ)



The Bluebird: 導入

- Anna met and might marry Mannyの解析

- met := $(S \setminus NP) / NP$

- marry := $(S \setminus NP) / NP$

- might := $(S \setminus NP) / (S \setminus NP)$

- Anna might marry Mannyの解析

$$\frac{\frac{(S \setminus NP)}{(S \setminus NP)}}{(S \setminus NP)} >$$

- metがMannyを目的語としてとれない！

- mightがなければmetとmarryを等位接続できたのに...

The Bluebird



- 合成規則 (composition rule)

- $X/Y \ Y/Z \Rightarrow X/Z \quad (>B)$

- 例

Anna met and might marry Manny
NP (S\NP)/NP CONJ (S\NP)/(S\NP) (S\NP)/NP NP



Bluebirdの意味論

- 合成規則 (composition rule)

$$X/Y: f \quad Y/Z: g \quad \Rightarrow \quad X/Z: \lambda x.f(g x) \quad (>\mathbf{B})$$

- 例

Anna	met	and	might	marry	Manny
NP	(S\NP)/NP	CONJ	(S\NP)/(S\NP)	(S\NP)/NP	NP
:anna'	: $\lambda x.\lambda y.meet' x y$:and'	: $\lambda p.\lambda x.might' (p x)$: $\lambda x.\lambda y.marry' x y$:manny'



Bluebirdの心とは？

- 目的語をまだとっていない大きな動詞句を先につくっていることに相当
- 目的語をとってから、主語をとる、といった関数適用による順番を変える
- 後から取るべきカテゴリを先にとって、先にとるべきカテゴリを遅延評価として取る



まとめ

- CCG
 - 関数適用
 - bluebird

- 資料

<http://aiweb.cs.ehime-u.ac.jp/~ninomiya/ai2/>

