语篇分析与指代消解
Discourse Analysis
Coreference Resolution

王厚峰
wanghf@pku.edu.cn
北京大学信息科学技术学院
计算语言学教育部重点实验室

Content

- 引入
- 衔接与连贯
- 中心理论与指代消解
- 指代消解的其他方法
- 指代消解的应用

程序设计语言 vs. 自然语言

相同点

程序设计语言

- 无穷性
  - 无穷的词汇（变量）
  - 无穷的程序
- 有穷性
  - 符号有穷
- 有穷映射为无穷
  - 遵循表达规律

自然语言

- 无穷性
  - “无穷”的词汇
  - 无穷的文章（书面语）
- 有穷性
  - 文字有穷
- 有穷映射为无穷
  - 遵循表达规律

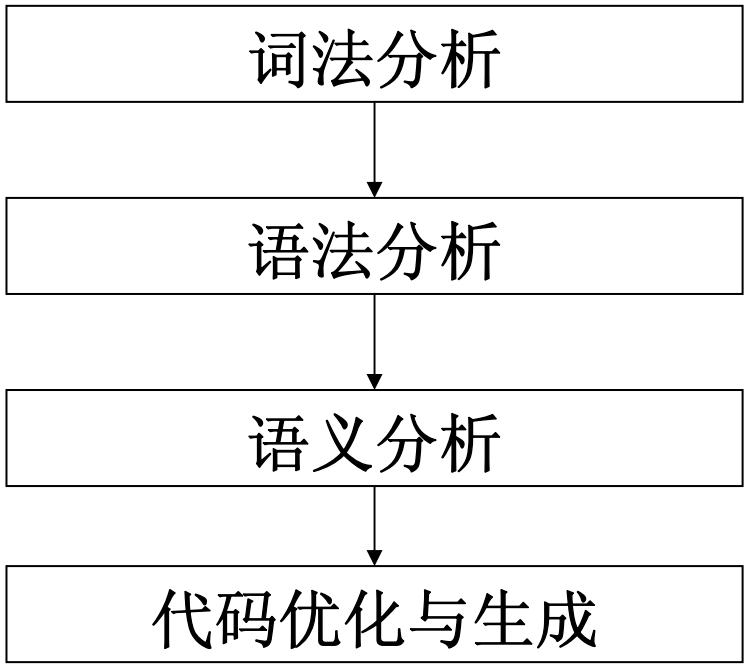
程序设计语言 vs. 自然语言

不同点

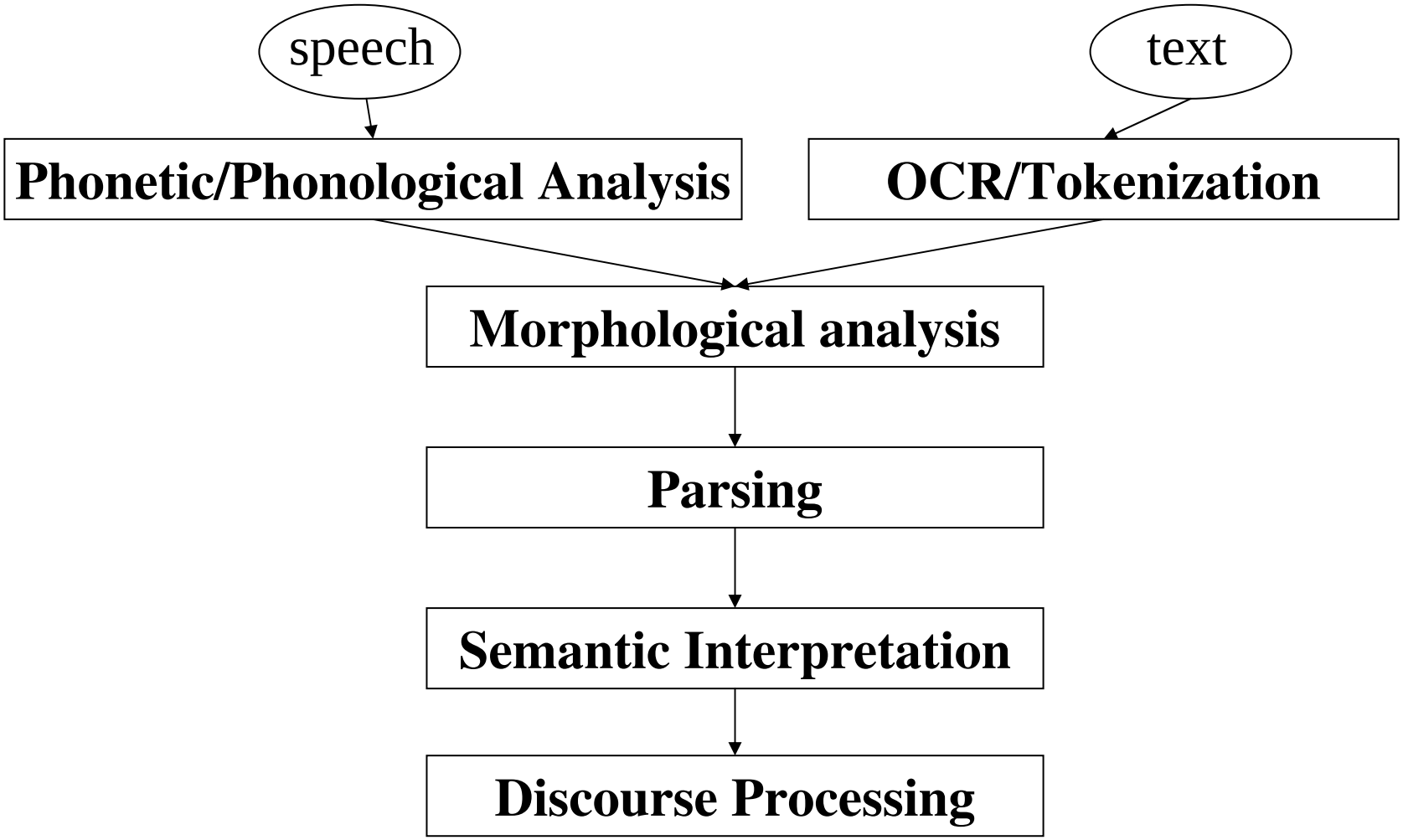
- 程序设计语言
  - 规则的有限性
  - 语义的精确性
    - X=y+++z (C语言)
  - 极少数人工制定的规则
  - 规则的约束力强
    - 超越规则“不合法”!
  - …
- 自然语言
  - 是否存在有限的规则
  - 语义的模糊性？
    - 该来的没有来（一语双关）
  - 众多人在扩展规则；
  - 已有的规则随时被突破（如，“被就业”，）
  - …

程序设计语言的分析

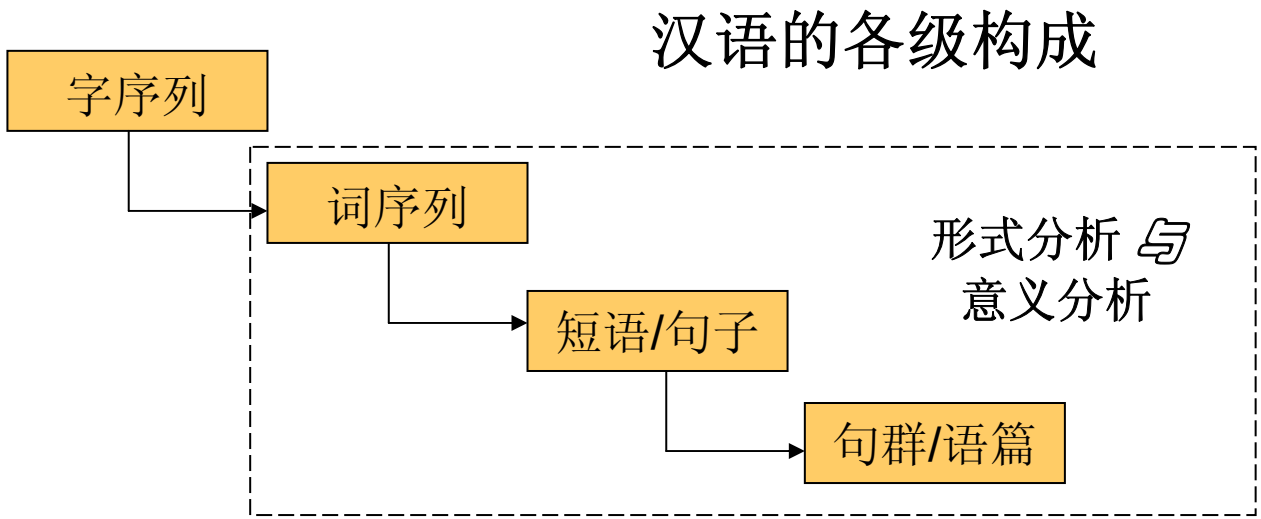
- 一般流程：



自然语言处理的流程


speech
text
Phonetic/Phonological Analysis
OCR/Tokenization
Morphological analysis
Parsing
Semantic Interpretation
Discourse Processing

语言的形式构成与分析



- 自然语言处理：需要对每一层作形式分析和意义分析

不同层次的处理

- Morphology
  - 词的构成问题
- Syntax(Parsing)
  - 词与词之间的结构关系
- Semantics
  - 词的意义、词与词组合（短语/句子）意义
- **Discourse**
  - 句子之间的关系，上下文的意义。

语篇(Discourse)

- 前后意义关联的句子序列。
- 几种说法：
  - 话语、语篇（篇章）、文本。 (英文：**discourse，text**)
- 两个例子：
  - Ex1: 比尔来自于美国。今天交通非常拥挤。长江贯穿中国的多个省市。因此，计算语言学是计算机科学与语言学的交叉。
    - *4 correct sentences but collectively do not make meaning*
  - Ex2: 这里的交通非常拥挤。张先生早上**6：40**之前就得出发去上班，常常会提前半小时到单位；如果稍晚一点，他就很可能迟到。
    - it makes meaning

意义相关性的体现(1)

- 例子：
  - 张三擅长素描。他给家里的每个人都画了一幅[]，挂在房间的[]是自画像。
- 意义上是如何关联的？
  - 通过词汇语义表达关联：
    - 围绕着“画”而展开：素描、画像、一幅[ ]
    - 通过“指代”形成关联
      - 人称代词“他”；
      - 零型代词[ ]所表示的对象
  - 以词汇表示的关联，通常称为“衔接(cohesion)”

意义相关性的体现(2)

- 例子：
  - [s1]张三把李四的车钥匙藏起来了。[s2]他喝醉了。
  - [s3]张三把李四的车钥匙藏起来了。[s4]他喜欢逗着乐。
  - [s5]张三把李四的车钥匙藏起来了。[s6]他爱看电影。
- 意义上是如何关联的？
  - 通过句子的意义表示关联
    - [s1]和[s2]构成合理的篇章：两个句子表示“因果关系”
    - [s3]和[s4]也构成合理篇章：同样表示“因果关系”
    - [s5]和[s6]构成合理篇章吗？
  - **通过句子意义表示的关联称为连贯(coherence)**
    - **如何解释[s5] 和 [s6]**
    - 一种推断：“他希望李四请他看电影”（可能需要更大的上下文）

Cohesion vs Coherence

- Cohesion(衔接)：强调其构成成分（主要是词或短语）之间的关联性.
  - 例子：
    - [s1]张三喜欢骑单车上班，[s2]李四通常步行去办公室
  - 在词汇层面上相对容易处理
- Coherence(连贯)：强调整体上表达某种意义
  - 例子：
    - [s3] A: 我有两张票，想请你今晚看电影。
    - [s4-1] B:很遗憾，我今晚不能看电影（衔接+连贯，简洁易懂）
    - [s4-2] **B:我还有一大堆的作业没有完成**（连贯，没有衔接）
    - [s4-3] **B:我就不客气了** （连贯，没有衔接）
    - **[s4-4] B: 武汉又称江城（不衔接、不连贯）**
  - 在处理上相对困难，不容易切入

篇章分析的假设

- 篇章分析：也称为文本分析(Text analysis)，或者文章分析
- 一篇待分析的文章假定为“合理”的，其“合理”性应表现在是否围绕某个话题或“意义”而展开，这就是所谓的连贯性。
- 一篇待分析的文章假定为“简洁易懂”的，其“简洁易懂”不仅表现为连贯，也表现为衔接。
- 见前面的例子

Content

- 引入

➢ 衔接与连贯

- 中心理论与指代消解
- 指代消解的其他方法
- 指代消解的应用

衔接的进一步解释

- ***Cohesion***: Five cohesive relations (Halliday & Hasan,1976)
  - **Reference（指代）**
  - **Substitution（替换）**
  - **Ellipsis（省略）**
  - Conjunction（连接）
  - **Lexical cohesion（词汇衔接）**
- 语篇中为什么会有衔接现象？
  - 追求表达的经济（省略、指代）；
  - 追求表达的变化（指代、替换、词汇衔接）；

词汇衔接

- Assumption: One word one sense per discourse
- Word sense(meaning)
  - Reiteration with the same word(s);
  - Reiteration without the same word(s);
  - Hyponymy & meronymy;
  - collocation

词汇衔接的例子

- 社交的吃饭种类虽然复杂，性质极其简单。把饭给自己有饭的人吃，那是请饭；自己有饭可吃而去吃人家的饭，那是赏面子。交际的微妙不外乎此。反过来说，把饭给没饭吃的人吃，那是施食，赏面子就一变而成丢脸。这便是慈善救济，算不上交际了。（钱钟书：《吃饭》）。
- 起衔接作用的词
  - 饭
  - 交际（社交）
  - 面子（赏面子、丢脸）
  - 施舍（施食、救济）
  - 复杂（简单）
- 应用：通过衔接关系，可以用于提取文本的关键词

关于指代

- 为什么需要指代？
  - 假设有这样一组句子：

    张三一大早就赶到了学校。张三先到食堂吃早餐，然后张三到张三的宿舍拿张三自己的教材和张三自己的笔记本。当张三匆忙来到教室时，张三发现张三的课本拿错了。
  - 设想修改为这样表达：

    张三一大早就赶到了学校。他先到食堂吃早餐，然后[X]到[X]宿舍拿自己的教材和[X]笔记本。当[X]匆忙来到教室时，他发现[X]课本拿错了。
  - 哪一种表达更符合人们的习惯？
- 语言的表达追求“经济”与“变化”
- 不妨将指代、省略、替换都看称广义“指代”

指代

- 指代(anaphora) 的定义(Hirst, 1981)：

ANTECEDENTor REFERENT

ANAPHOR

Anaphora is the device of making in discourse an abbreviated **reference** to some **entity** in the expectation that the perceiver will we able to disabbreviate the reference and thereby **determine the identity of the entity**.

RESOLUTION

五个概念

- Anaphor: 指代语。当语篇中提到某个实体后，再一次提及时，常用一种简洁的形式表示（如代词“他”），这一简洁的形式称为指代语；
- Entity (referent): 实体(指称对象)。实际存在或传说存在（如，孙悟空）的对象，主要包括，人、机构、地方等；
- Reference: 指称。用于指称实体的语言表示
- Antecedent:先行语。语篇中引入的一个相对明确的指称意义的表述（如张三）
- Coreference:共指（同指）。当两种表述均指称相同对象（实体）时，这两种表述具有共指关系。

一个例子

我/rr 和/cz **黄/nrf** **若曦/nrg** **两/mx** **个/qe** **小青年/nap** 病/vt 卧/vi 小龙坎/ns 的/ud 库房/nas ，/wd 恩来/nr 同志/nap 亲自/d 把/p2 殷殷/z 亲情/nh 给予/vx **我们/rr** ，/wd 他/rr 的/ud 探视/vn 、/wu 他/rr 的/ud 微笑/vn 、/wu 他/rr 的/ud 火热/z 、/wu 他/rr 的/ud 革命/aa 领袖/nap 的/ud 恩情/ne ，/wd 永远/dt 珍藏/vt 在/ps ***我/rr*** 的/ud 心中/smh 。/wj

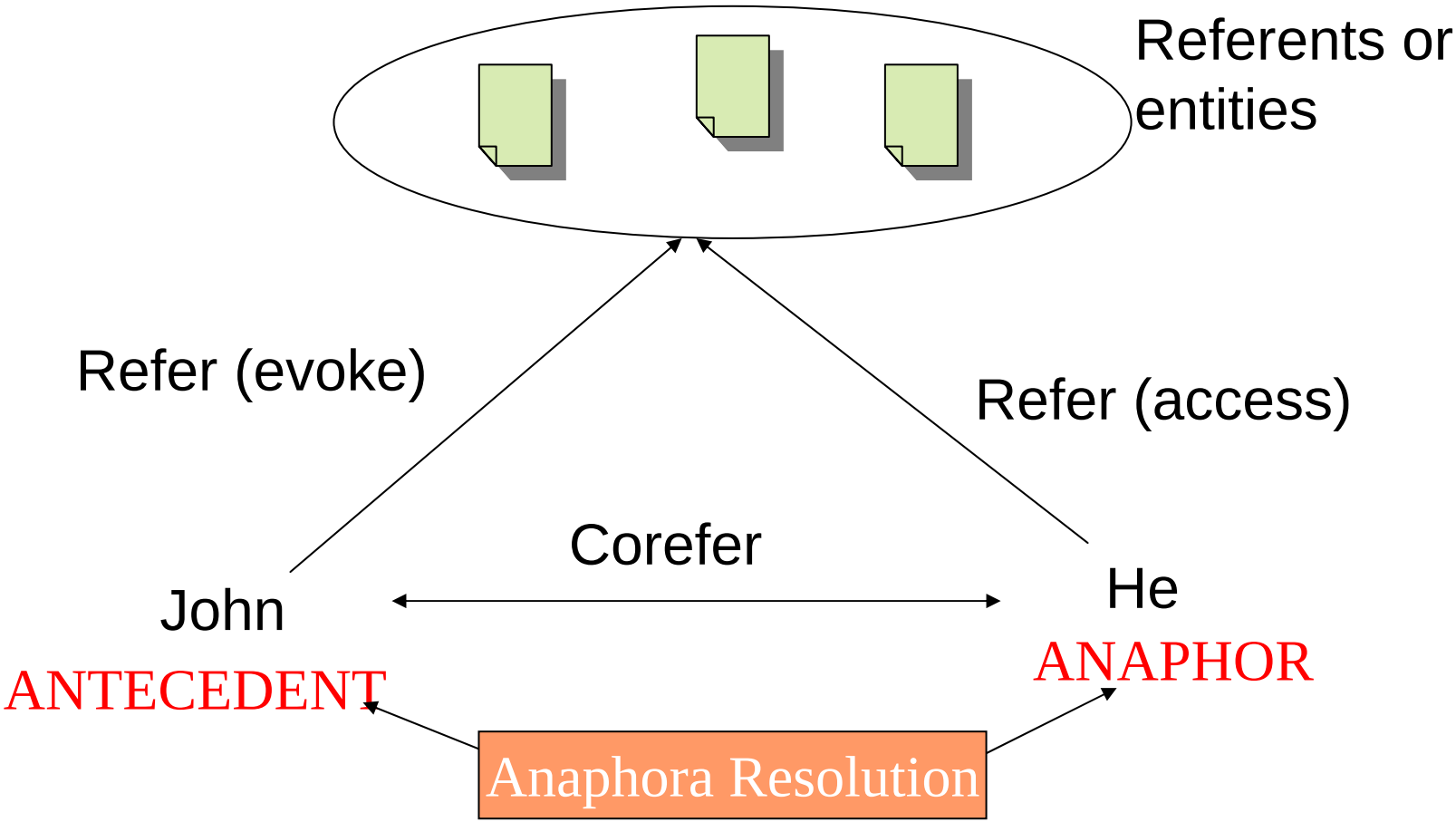
例子（续）

我/rr 和/cz 黄/nrf 若曦/nrg 两/mx 个/qe 小青年/nap 病/vt 卧/vi 小龙坎/ns 的/ud 库房/nas ，/wd **恩来/nr 同志/nap** 亲自/d 把/p2 殷殷/z 亲情/nh 给予/vx 我们/rr ，/wd **他/rr** 的/ud 探视/vn 、/wu **他/rr** 的/ud 微笑/vn 、/wu **他/rr** 的/ud 火热/z 、/wu **他/rr** 的/ud 革命/aa 领袖/nap 的/ud 恩情/ne ，/wd 永远/dt 珍藏/vt 在/ps 我/rr 的/ud 心中/smh 。/wj

例子（续）

我/rr 和/cz **黄/nrf** **若曦/nrg** **两/mx** **个/qe** **小青年/nap** 病/vt 卧/vi 小龙坎/ns 的/ud 库房/nas ，/wd **恩来/nr** **同志/nap** 亲自/d 把/p2 殷殷/z 亲情/nh 给予/vx **我们/rr** ，/wd **他/rr** 的/ud 探视/vn 、/wu **他/rr** 的/ud 微笑/vn 、/wu **他/rr** 的/ud 火热/z 、/wu **他/rr** 的/ud 革命/aa 领袖/nap 的/ud 恩情/ne ，/wd 永远/dt 珍藏/vt 在/ps ***我/rr*** 的/ud 心中/smh 。/wj

三角关系图


Referents or entities
Refer (evoke)
Refer (access)
Corefer
John
ANTECEDENT
He
ANAPHOR
Anaphora Resolution

指代与共指

- Anaphora vs coreference
  - 指代(Anaphora)关系：强调指代语与另一个表述之间的关系。指代语的指称对象通常不明确，需要确定其与先行语之间的关系来解释指代语的语义；
    - 张先生走过来，给大家看他的新作品
  - 共指(coreference)：强调一个表述与另一个表述是否指向相同的实体；
    - 现任美国总统 与 奥巴马
- 指代关系常常表示共指，但有时也不
  - Eg.我参观了刘博士的新房，窗户正对着花园，…
- 两者的目标：
  - 指代消解：寻找指代语对应的先行语
  - 共指消解：发现指向相同实体的语言表示单元（包括多语篇）

6类指称表示

- Indefinite NPs（无定名词）: 一辆汽车
- Definite NPs （有定名词）: 那个人
- Pronouns （人称代词）: 它， 他
- Demonstratives （指示代词）: 这，那
- One-anaphora （one指代）: one (in English)
- Zero anaphora （0型指代）: 省略

Indefinite NPs

- 为读者引入一个新的实体时常用无定形式；
- 引入的实体，可能的确存在（明确的），也可能不明确；
- 两个例子:
  - 张先生娶了一位法国太太 (Specific)
  - 史密斯想娶一位中国姑娘 (non-specific)

Definite NPs

- 无论读者知道否，一定存在
  - 首位进入太空的宇航员（即，前苏联宇航员尤里.加加林）；（通过某些知识可以知道）
  - Look, how beautiful the girl is! (实际存在)
  - 为了消除小兵兵对生人的陌生感，两位女记者带着这个小男孩逛街…(在上下文中)
- 最后一种情况需要指代消解。
  - 特点：定冠词（这/那）引导的名词短语

Demonstratives

- 典型的指示代词包括： 那, 这,...
- 当指示代词与后面的名词(短语)连用时，此时变为了定冠词，形成有定表示.

- Ex: 刘博士刚买了一套房子，那是一套性价比相当好的房子。

One-anaphora (替换)

- 出现在英语中
- 表示某集合中的一个元素.
- Ex:
  - He had a BMW before, now he got another **one**.
  - John has two BMWs, but I have only **one**.

英文中的特殊替换

- Ex.
  - The man who gave **his paycheck** to his wife was wiser than the man who gave **it** to his mistress.
  - That's a **rhinoceros**
  - A what? Spell **it** for me.

汉语中的替换

- 刘博士买的是新房，张博士买的是二手的。
- 朋友陈把手一拍，我们便看见一只大鸟飞过去，接着又看见第二只，第三只。我们继续拍掌。很快这个树林变得热闹了。到处都是鸟声，到处都是鸟影。大的，小的，花的，黑的，有的站在树上叫，有的飞起来，有的在扑翅膀（巴金：《鸟的天堂》）
- Substitution or ellipsis

省略 — 零指代(Zero anaphora)

- 一个例子
  - 张三一大早就赶到了学校。他先到食堂吃早餐，然后[X]到宿舍拿自己的教材和[X]笔记本。当[X]匆忙来到教室时，他发现[X]课本拿错了。
- 英语中的零指代很少见，但汉语中十分常见:
  - They said **they** were coming to help us with **our** house repair today.
  - 他们说[X]今天来帮我们修[X]房子
  - 他们说**他们**今天来帮我们修**我们的**房子（很少这样说）

零指代（进一步的例子）

- 0形式的判断：
  - 需要在句子层面上判断哪些必须的成分省略了
  - 两个例子：

(1)美国宣布（X）部分取消（X）对朝鲜长达近半个世纪的经济制裁。

(2) 李向阳机智地组织游击队攻城并烧毁了敌人的粮库，（？）迫使松井撤出了李庄。

(3)我自来是如此，(X)从会吃饮食时便吃药，(X)到今未断。(X)请了多少名医，(X)修方配药，(X)皆不见效。

- 0形式恢复（消解）
  - 如何消解

以衔接为基础的篇章分析

- 分析单元：
  - 通常情况下是词
  - 有时也可以是短语（或 term）
- 建立词汇之间的关系：
  - 形成词汇链（或词汇集合）
- 词汇链的形式定义：
  - 设文本T可以表示为词的集合 $T=\{w_1,w_2,\ldots,w_n\}$ (有相同元素)
  - 设衔接关系为 R，则 R 将 T 划分为：
    - $CL\_1=\{w_{11},w_{12},\ldots,w_{1m\_1}\}$, $CL\_2=\{w_{21},w_{22},\ldots,w_{2m\_2}\}$,…其中，对任意的 $w_{kp},w_{kq}\in CL\_k$，都有 $(w_{kp},w_{kq})\in R$
    - R可以看成为广义“等价”关系

如何建立衔接关系

- 分析五种关系：
  - **Reference**（指代）
  - **Substitution**（替换：发现替换关系）
  - **Ellipsis**（省略：找回省略部分）
  - Conjunction（连接，主要在连贯分析中使用）
  - **Lexical cohesion**（词汇衔接）
    - 重复（词的形式判断）
    - 近义+反义（借助于词典）
    - 上下位义+整体部分义（借助于词典）
    - 搭配（词典+统计方法）

关于连贯

- 两个解释：
  - Longman: a reasonable connection or relation between **ideas**, **arguments**, **statements** etc: An overall theme will help to give your essay coherence.

一个连贯的例子

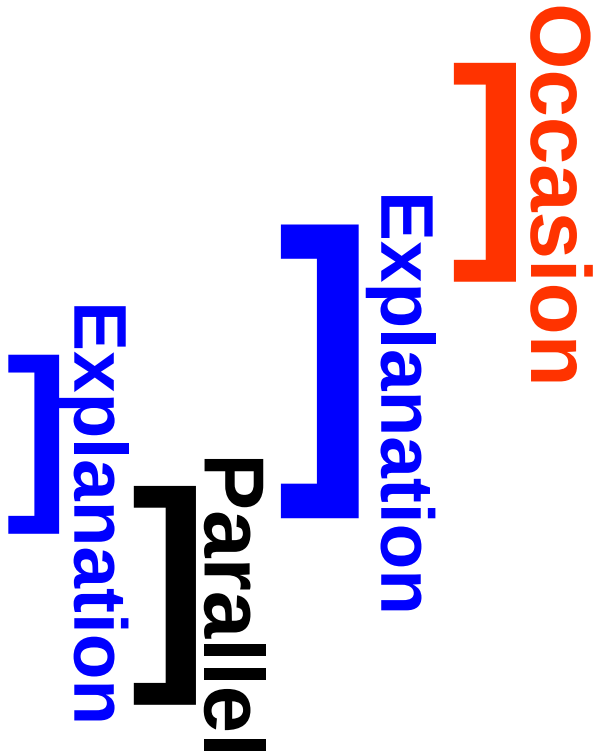
S1: 张三去银行办理支票.

S2: 然后他乘车到了李四的汽车销售店.

S3: 他想买一部车.

S4: 他的工作单位距公交站较远

S5: 他也想同李四讨论一下他们的垒球协会的事情

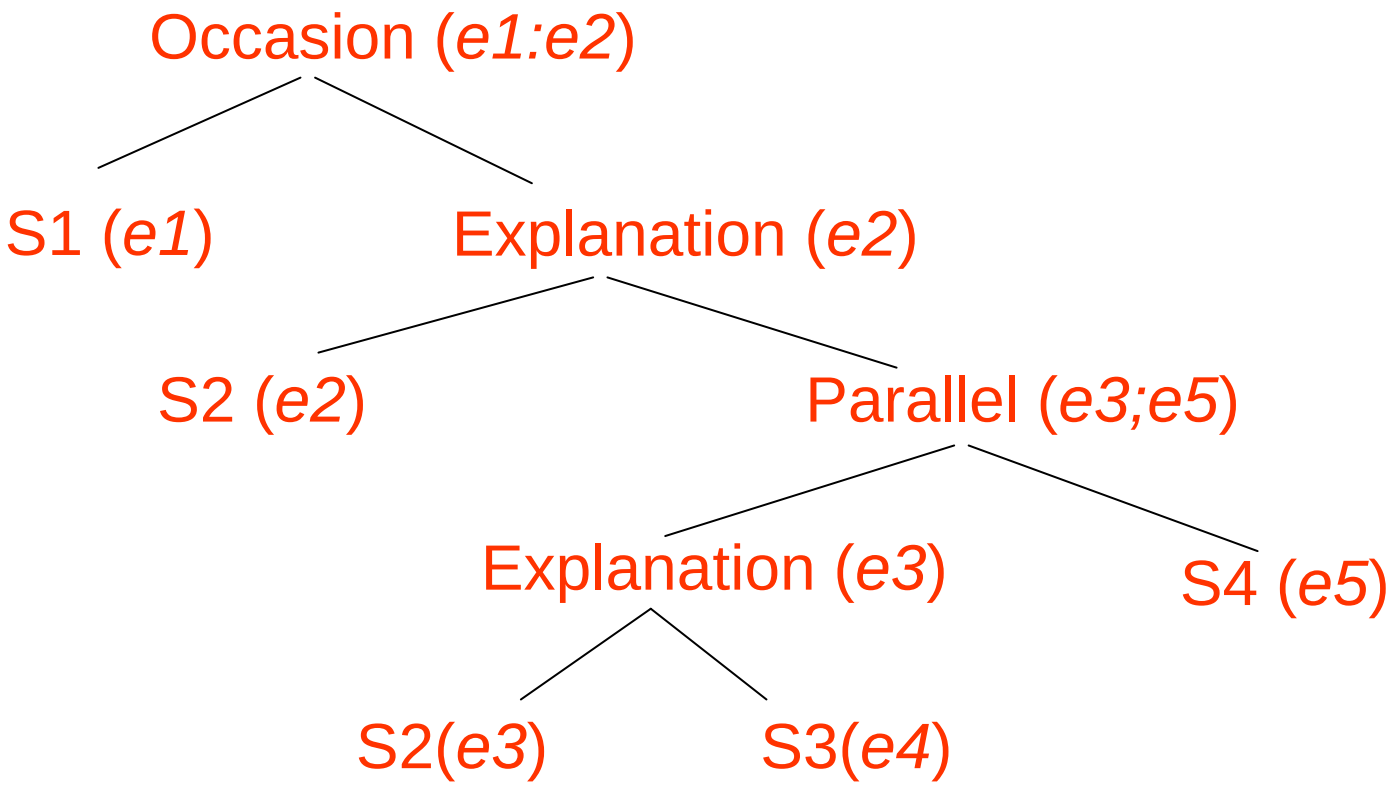


连贯关系（coherence relation）

- 语段（如句子）之间可能的语义连接关系称为连贯关系。
- Hobbs(1979)提出的连贯关系（设S0和S1为两个相关的句子的意义）：
  - 结果关系(result)：推测S0所声明的状态或事件（可能）导致S1所声明的状态或事件；
  - 解释关系(explanation)：推测S1所声明的状态或事件（可能）导致S0所声明的状态或事件；
  - 平行关系(parallel)：推测S0所声明的$P(a_1,a_2,\ldots)$与S1所声明的$P(b_1, b_2,\ldots)$ 是类似的；
  - 细化关系(Elaboration)：推测S1和S0所声明的是同一命题P；
  - 时机关系(Occasion)：推测由S0所声明的状态到S1最终状态的变化，或者由S1所声明的状态到S0的最初状态的变化；

以连贯为基础的篇章结构分析

- 建立句间语义关系（以前面5个句子为例）



RST(Rhetorical structure theory)

- 修饰结构理论：认为语篇的构成具有层次结构关系（树形图），通过修饰结构表示语篇结构
- 理论的建立者为： William Mann and Sandra Thompson, 1987（南加州大学）
- 层次结构关系由修饰关系刻画
- 修饰关系是对前面Hobbs连贯关系的细化
  - 共23种关系；
  - 关系的双方： **Nucleus** 与 **Satellite**
    - 具有支配作用： **Nucleus + Satellite**
    - 平等关系： **Nucleus + Nucleus**

RST中的关系

Subject matter (informational)

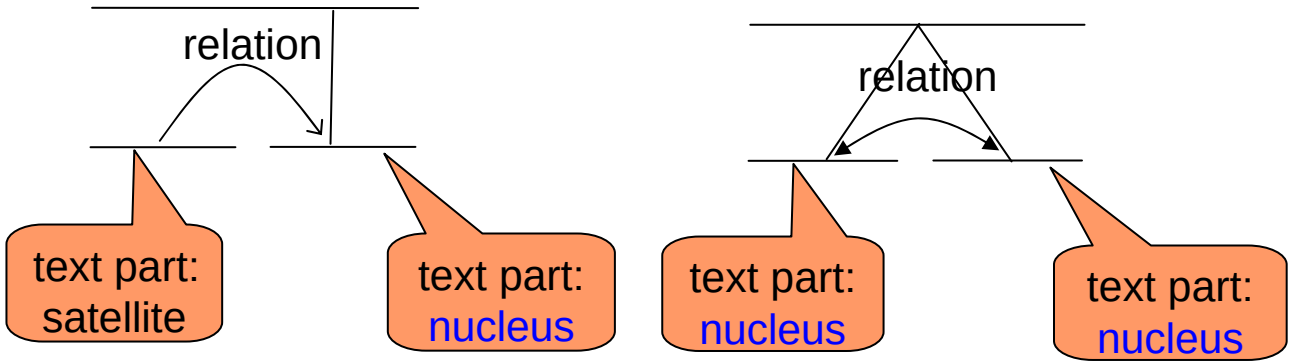
Elaboration
Circumstance
Solutionhood
Volitional Cause
Volitional Result
Non-Volitional Cause
Non-Volitional Result
Purpose
Condition
Otherwise
Interpretation
Evaluation
Restatement
Summary
Sequence
Contrast

Presentational (intentional)

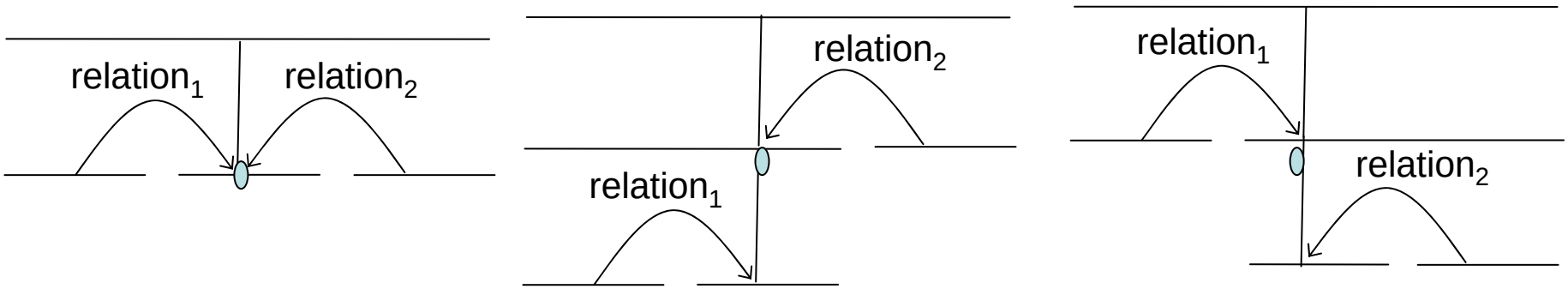
Motivation
Antithesis
Background
Enablement
Evidence
Justify
Concession

基本关系模式

- 二元关系



- 多元素关系



基于RST的分析：问题

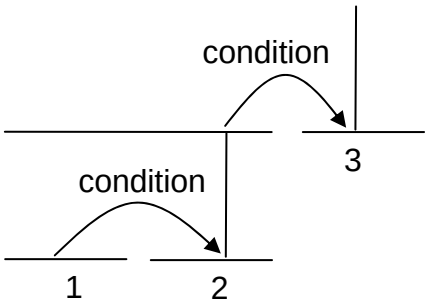
- 语篇中究竟需要多少关系以及需要什么样的关系?
  - 没有统一的标准
- 两个片段（句子）之间可能存在多种解释
  - 不同的解释都能接受
- 如何确认两个片段之间的关系?
  - 并不是一件容易的事（很多情况下没有形式标记，需要靠意义确定关系）
- 构造树结构的复杂性高

多种解释

Moore and Polack, 1992

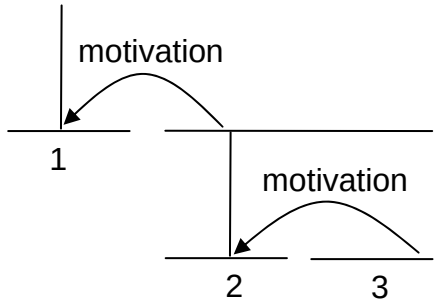
- *1. Come back at 5:00.*
- *2. Then we can go to the hardware store before it closes.*
- *3. This way we can finish the bookshelves tonight.*

Informational level



Condition: The satellite presents a situation which is necessary for the nucleus to obtain.

Intentional level



Motivation: Satellite presents information which should make the reader want to perform the action in the nucleus

Content

- 引入
- 衔接与连贯
- ➢ 中心理论与指代消解
- 指代消解的其他方法
- 指代消解的应用

中心理论 CT (Centering Theory)

- 提出者： **Grosz Barbara**
- 特点：
  - 是一种局部化的语篇连贯性理论；
  - 解释了为什么某个语篇比另一个语篇在处理（理解）上更困难；
  - 解释了为什么会以这种方式使用代词而不是用其他方式；
  - 给出了指代消解的一种实用化方法

语篇比较—哪一段更容易理解？

a. *Jeff$_1$ helped Dick$_2$ wash the car.*
b. ***He$_1$ washed** the windows as Dick$_2$ waxed(擦亮) the car.*
c. ***He$_1$ soaped** a pane（玻璃）.*

a. *Jeff$_1$ helped Dick$_2$ wash the car.*
b. ***He$_1$ washed** the windows as Dick$_2$ waxed the car.*
c. ***He$_2$ buffed** (擦亮) the hood（发动机罩）.*

从句子的关系和意义上看，哪一段更连贯呢？
原因：第一段的中心(Center) 没有变，一直是 Jeff
在第2段中，C的中心 He 变为了 Dick

中心可以帮助消解代词歧义

- 代词消解（指代消解）：确定代词的所指过程
- 一个例子：
  1. ***Susan*$_1$** *is a fine friend.*
  2. ***She*$_1$** *gives people the most wonderful presents.*
  3. ***She*$_1$** *just gave* ***Betsy*$_2$** *a wonderful bottle of* ***wine****.*
  4. ***She*$_1$** *told* ***her*$_2$** ***it*** *was quite rare.*
  5. ***She*$_1$** *knows a lot about wine.*

为什么后四个句子中的 she 都表示 Susan？为什么 her 表示 Betsy?

中心理论可以给出合理的解释！

另一个例子详解

from Grosz, Joshi and Weinstein, 1995

a. *Terry really goofs sometimes.*

b. *Yesterday was a beautiful day and he was excited about trying out his new sailboat.*

c. *He wanted Tony to join on a sailing expedition.*

d. *He called him at 6 A.M.*

语篇的正常表述！

其中，**He** 是谁？ **him** 是谁？为什么？

To continue…

- 后面再增加一个句子，得到语篇：

a. *Terry really goofs sometimes.*

b. *Yesterday was a beautiful day and he was excited about trying out his new sailboat.*

c. *He wanted Tony to join on a sailing expedition.*

d. *He called him at 6 A.M.*

e. ***He*** *was sick and furious at being woken up so early.*

语篇的表述似乎不太正常！

其中，最后一个 **He** 是谁？

To continue…

- 假设后面增加句子变成为：

a. *Terry really goofs sometimes.*

b. *Yesterday was a beautiful day and he was excited about trying out his new sailboat.*

c. *He wanted Tony to join on a sailing expedition.*

d. *He called him at 6 A.M.*

e. ***Tony*** *was sick and furious at being woken up so early.*

语篇的表述又可以接受！

其中的变化是：最后一个 **He** 改成了 **Tony**

To continue…

- 假设后面再增加一个句子：

a. *Terry really goofs sometimes.*

b. *Yesterday was a beautiful day and he was excited about trying out his new sailboat.*

c. *He wanted Tony to join on a sailing expedition.*

d. *He called him at 6 A.M.*

e. *Tony was sick and furious at being woken up so early.*

f. *He told Terry to get lost and hung up.*

语篇的表述可以接受！

最后一个 **He** 指代谁？

To continue…

- 在后面进一步增加句子：

a. *Terry really goofs sometimes.*

b. *Yesterday was a beautiful day and he was excited about trying out his new sailboat.*

c. *He wanted Tony to join on a sailing expedition.*

d. *He called him at 6 A.M.*

e. *Tony was sick and furious at being woken up so early.*

f. He told Terry to get lost and hung up.

*g. Of, course **he** hadn't intended to upset Tony.*

表述似乎又有问题！

问题出在最后一个 **he** 上？

To continue…

- 最后面句子再修改：

a. *Terry really goofs sometimes.*

b. *Yesterday was a beautiful day and he was excited about trying out his new sailboat.*

c. *He wanted Tony to join on a sailing expedition.*

d. *He called him at 6 A.M.*

e. *Tony was sick and furious at being woken up so early.*

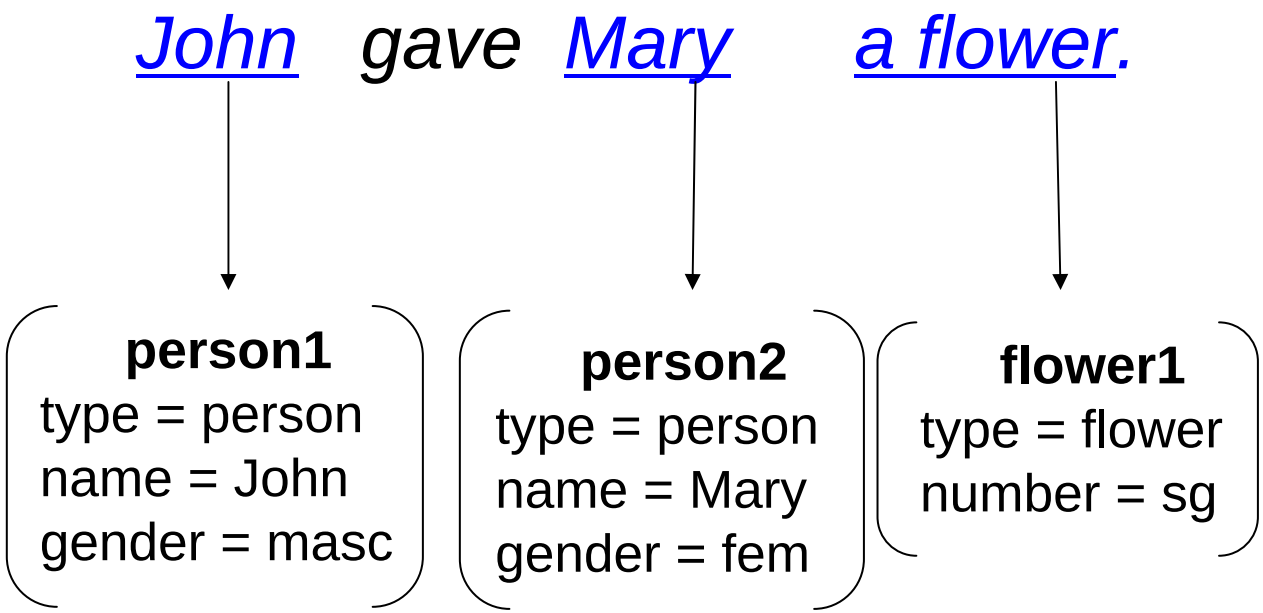
f. He told Terry to get lost and hung up.

g. Of, course ***Terry*** *hadn't intended to upset Tony.*

此次的语篇看起来怎么样？

中心理论的进一步解释

- 中心：语篇中的实体之一。
- 什么是实体？



如何界定中心？

- CT 理论提出了三类中心
  - 前瞻中心表(a list of forward-looking centers)
    - 句子u的前瞻中心表是句中实体有序集 $C_f(u) = <e_1, e_2, \ldots e_k>$
    - 其中，实体的排序规律为：

      subject > direct-object > indirect-object > others
  - 回看中心(a backward-looking center)
    - 句子u中的回看中心$C_b(u)$是出现在u中，且在前面句子中排顺最靠前的实体；
  - 优先中心(a prefered center)
    - 句子u中的优先中心$C_p(u)$ 是$C_f(u)$中排序最靠前的实体。

中心转换关系

Following Grosz, Joshi and Weinstein, 1995,
Brennan, Friedman and Pollard, 1987

	$C_b(u) = C_b(u-1)$	$C_b(u) \neq C_b(u-1)$
$C_b(u) = C_p(u)$	***CONTINUING***	***SMOOTH SHIFT***
$C_b(u) \neq C_p(u)$	***RETAINING***	***ABRUPT SHIFT***

- 连贯性比较 ***CON > RET > SSH > ASH***

基于中心的连贯性比较

- U1. John went to his favorite music store to buy a piano.
- U2. He had frequented the store for many years.
- U3. He was excited that he could finally buy a piano.
- U4. He arrived just as the store was closing for the day.

- U_1. John went to his favorite music store to buy a piano.
- U_2. It was a store John had frequented for many years.
- U_3. He was excited that he could finally buy a piano.
- U_4. It was closing just as John arrived.

- 由中心理论可以推断，第一段比第二段连贯

第一段

- U_1. John went to his favorite music store to buy a piano.
  $C_f(U_1)$ = (John, store, piano).
- U_2. He had frequented the store for many years.
  $C_b(U_2)$ = John. $C_f(U_2)$ = (John, store).
  CONTINUATION.
- U_3. He was excited that he could finally buy a piano.
  $C_b(U_3)$ = John. $C_f(U_3)$ = (John, piano).
  CONTINUATION.
- U_4. He arrived just as the store was closing for the day.
  $C_b(U_4)$ = John. $C_f(U_4)$ = (John, store).
  CONTINUATION.

第二段

- U_1. John went to his favorite music store to buy a piano.
  $C_f(U_1)$ = (John, store, piano).
- U_2. It was a store John had frequented for many years.
  $C_b(U_2)$ = John. $C_f(U_2)$ = (store, John).
  RETAINING.
- U_3. He was excited that he could finally buy a piano.
  $C_b(U_3)$ = John. $C_f(U_3)$ = (John, piano).
  CONTINUATION.
- U_4. It was closing just as John arrived.
  $C_b(U_4)$ = John. $C_f(U_4)$ = (store, John).
  RETAINING.

尝试比较下面两段

a. *Jeff*1 *helped Dick*2 *wash the car.*

b. ***He***1 ***washed*** *the windows as Dick*2 *waxed(擦亮) the car.*

c. ***He***1 ***soaped*** *a pane（玻璃）.*

a. *Jeff*$_1$ *helped Dick*$_2$ *wash the car.*

b. ***He***$_1$ ***washed*** *the windows as Dick*$_2$ *waxed the car.*

c. ***He***$_2$ ***buffed*** *(擦亮) the hood（发动机罩）.*

基于CT的指代消解算法

- 规则：
  - 如果 $C_f(u_{i-1})$ 的某元素以代词形式出现在 u_i, 那么，这个元素就是 $C_b(u_i)$
  - 规则给出了凸显性的直观解释，即被代词表示的实体具有显著性（一目了然）
  - 如果有多个代词，那么其中之一是 $C_b(u_i)$
  - 如果只有一个代词，那么一定是 $C_b(u_i)$
- 解释， $Cb(u_i)$的确定依赖于两个条件：

(1) 一定是在U_i中出现的语义实体；

(2) 该实体也一定在$Cf(U_{i-1})$中出现过，如果U_i有多个实体也在U_{i-1}中出现，那么，作为$Cb(U_i)$的实体在$Cf(U_{i-1})$中应有更高的排位。

算法(BFP)

- BFP(Brennan, Friedman and Pollard,1987)
  - 步骤：

    Step1. 如果在U_i中出现人称代词，则自左至右顺序检验$Cf(U_{i-1})$中的元素，直至同时满足词汇句法（Morphosyntactic）、约束（Binding）和类型标准（Sortal criteria）；这样的元素作为先行语；

    Step2. 完全读取表述U_i，计算$Cb(U_i)$并生成$Cf(U_{i-1})$，对$Cf(U_{i-1})$进行排序。

例子解释

a. *Terry really goofs sometimes.*

C_f = ([**Terry**])

b. *Yesterday was a beatiful day and he was excited about trying out his new sailboat.*

C_f = (*he*=*his*=[**Terry**], [**the sailboat**])

C_b = [**Terry**]

c. *He wanted Tony to join on a sailing expedition*（划艇队）.

C_f = (*he*=[**Terry**], [**Tony**], [**the expedition**])

C_b = [**Terry**]

d. *He called him at 6 A.M.*

C_f = (*he*=[**Terry**], *him*=[**Tony**])

C_b = [**Terry**]

再看例子变形

a. *Terry really goofs sometimes.*

C_f = ([Terry])

b. *Yesterday was a beatiful day and he was excited about trying out his new sailboat.*

C_f = (*he*=*his*=[Terry], [the sailboat])

C_b = [Terry]

c. *He wanted Tony to join on a sailing expedition.*

C_f = (*he*=[Terry], [Tony], [the expedition])

C_b = [Terry]

d. *Terry called him at 6 A.M.*

C_f = ([Terry], *him*=[Tony])

C_b = [Terry] ≠

disobeyed (violation)

不如前面连贯，实际上很少使用这种表达

中心理论的问题

- 属于局部连贯性（通过相邻句子的中心变化表征），跨越多个句子的指代消解如何处理？
- 中心理论要求单位是utterance(没有明确界定为句子-sentence/clause)，什么是utterance，特别是在汉语中如何界定？
- C_f中的排列顺序目前只用到了表层信息，是否还有深层信息（如语义）可用？
- 汉语中大量存在0-指代，如何处理

Content

- 引入
- 衔接与连贯
- 中心理论与指代消解
- ➢ **指代消解的其他方法**
- 指代消解的应用

基于语言知识

- 过滤原则：
  - 性别、单复数和人称的一致性规则；
- 优选原则：
  - 距离近优先
  - 句法、语义平行优先
  - 例子：
    - **A** 喜欢与 B 闲聊，他也喜欢与C闲聊
    - A 喜欢与 **B** 闲聊，C 也喜欢与他闲聊
  - 算法：Lappin & Leass 提出的算法RAP（处理单数三人称代词，略）

基于分类（ML）的方法

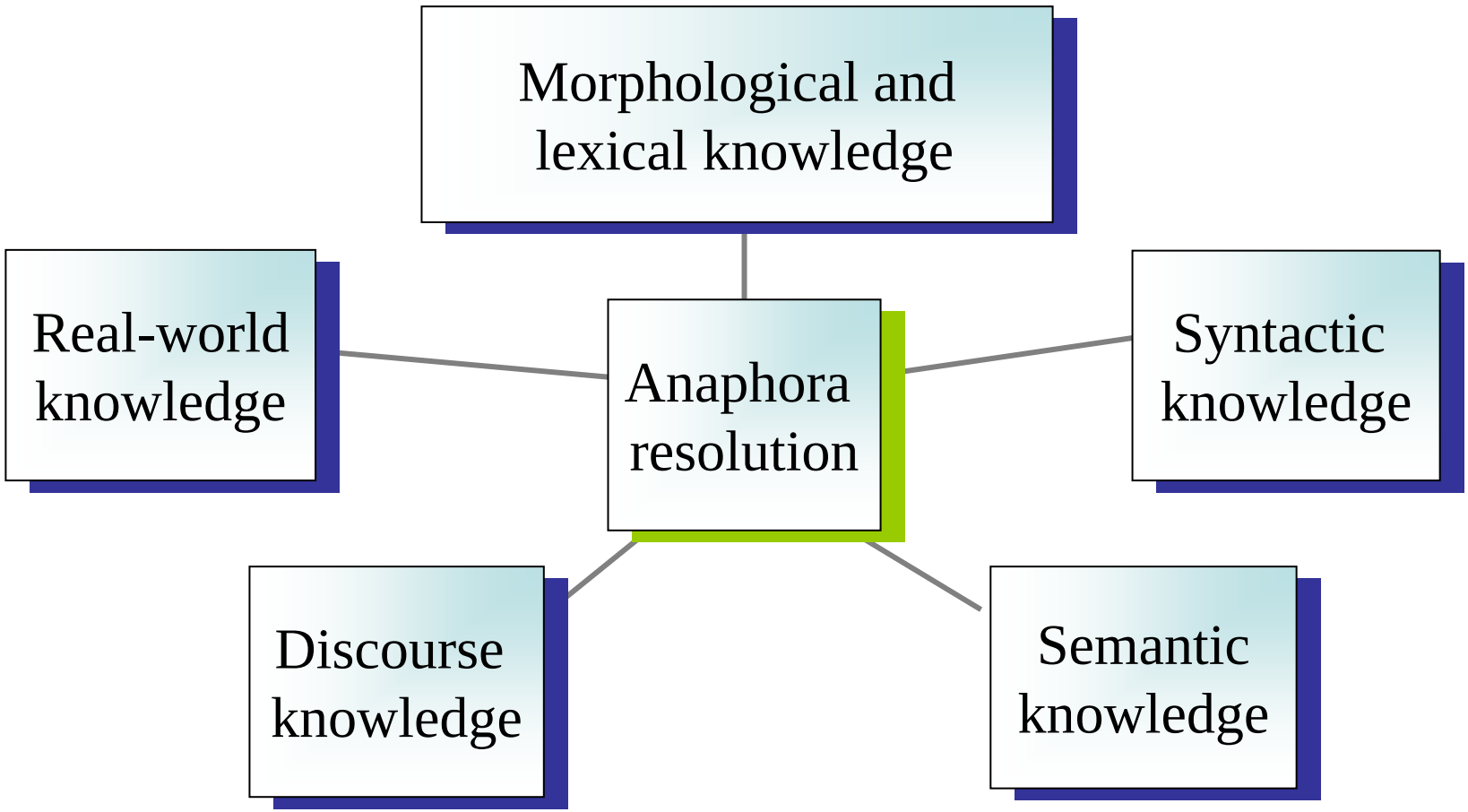
- 利用机器学习方法建立分类器：
- 方法：
  - 选取对共指消解产生影响的特征，主要包括：
  - 两者的距离，字符的匹配程度，单复数一致性，性别一致性，语义类的一致性，是否是别称....
  - 例子：

[聂/nr 卫平/nr] 今天/t 取胜/v 不易/a 。/w 布局/vn 阶段/n 便/d 与/p [实力派/n 人物/n] [刘/nr 小光/nr] 九/m 段/q 展开/v 激战/vn ，/w 棋局/n 跌宕起伏/l ，/w 互/d 有/v 优劣/n 。/w 直到/v 官子/vn 阶段/n ，/w [聂/nr 卫平/nr] 才/d 因/c [对手/n] 的/u 缓/a 手/n 而/c 最终/d 取胜/v 。/w

[对手/n] => [聂/nr 卫平/nr] 属于一类吗 ？

[对手/n] => [刘/nr 小光/nr] 属于一类吗 ？

指代消解的困难


Morphological and lexical knowledge
Real-world knowledge
Anaphora resolution
Syntactic knowledge
Discourse knowledge
Semantic knowledge

汉语中的指代消解困难

- 几类典型的问题：
  - 0-指代（省略）如何识别？

    例：张三对[ ]弟弟保护得很好，[ ]每次出去，[ ]都是牵着[ ]弟弟的手。
  - 如何识别可能的指称语（除了人名、代词之外，还有其他吗？如，【【美国】总统】即将访华）
  - 抽象指代问题

    美国的一些学者认为中国强大后必然走上一条对外扩张的道路，其实这完全是一种误解
  - 有效的方法

Content

- 引入
- 衔接与连贯
- 中心理论与指代消解
- 指代消解的其他方法
- **指代消解的应用**

文本处理相关的一切应用

- 机器翻译
  - They 是翻译成“他们”，“她们”， 还是“它们”？
- 文本摘要：
  - 理解原文本时，需要理解代词的对应关系
  - 生成摘要时，避免名字（同一个词）的反复使用，用代词（或0-形式）表示，以便符合习惯
- 信息抽取：
  - 识别文本中的实体，建立实体之间的关系
  - 实体常常用代词表示，关系的建立需要明确代词的指向
- 其它

Thanks !

Q & A