

# 知识图谱及其推理

- 知识图谱概述
- 知识图谱中的知识表示
- 知识图谱的作用及构建
- 知识图谱中的知识推理


# 谷歌知识图谱: Things not strings 2012年

despicable me 2

Web Images Maps Shopping News More Search tools

About 163,000,000 results (0.29 seconds)

**Despicable Me 2 showtimes for San Francisco, CA**  
See showtimes for 3D

 1hr 38min - Rated PG - Animation  
In summer 2013, get ready for more Minion madness in Despicable Me 2. Chris Meledandri and his acclaimed filmmaking team ...  
AMC Van Ness 14 - 1000 Van Ness Avenue, San Francisco, CA - Map  
11:25am - 2:05 - 4:55 - 7:40 - 10:30pm  
Century San Francisco Centre 9 and XD - 835 Market St., San Francisco, CA - Map  
7:00 - 9:25pm  
+ Show more theaters

**Despicable Me 2**  
[despicableme.com/](http://despicableme.com/)


**A short description of the movie, ratings, release date, directors, cast, etc.**












★★★★★ Rating: 7.8/10 - 51,274 votes  
Directed by Pierre Louis Padang Coffin, Chris Renaud. With Steve Carell, Kristen Wiig, Benjamin Bratt, Miranda Cosgrove. Gru is recruited by the Anti-Villain ...  
Release Info - Full cast and crew - Videos - Version 3

**Despicable Me 2 - Wikipedia, the free encyclopedia**  
[en.wikipedia.org/wiki/Despicable\\_Me\\_2](http://en.wikipedia.org/wiki/Despicable_Me_2)  
Despicable Me 2 is a 2013 American 3D computer-animated comedy film and the sequel to the 2010 animated film Despicable Me. Produced by Illumination ...  
Minions (film) - Despicable Me (franchise) - Anney International Animated ...

**Despicable Me 2 - Official Trailer #3 (HD) Steve Carell - YouTube**  
[www.youtube.com/watch?v=HwXbZKjBVE](http://www.youtube.com/watch?v=HwXbZKjBVE)  
Mar 19, 2013 - Uploaded by jobtomovienetwork  
<http://www.jobto.com> - Despicable Me 2 - Official Trailer #3  
Universal Pictures and Illumination Entertainment ...

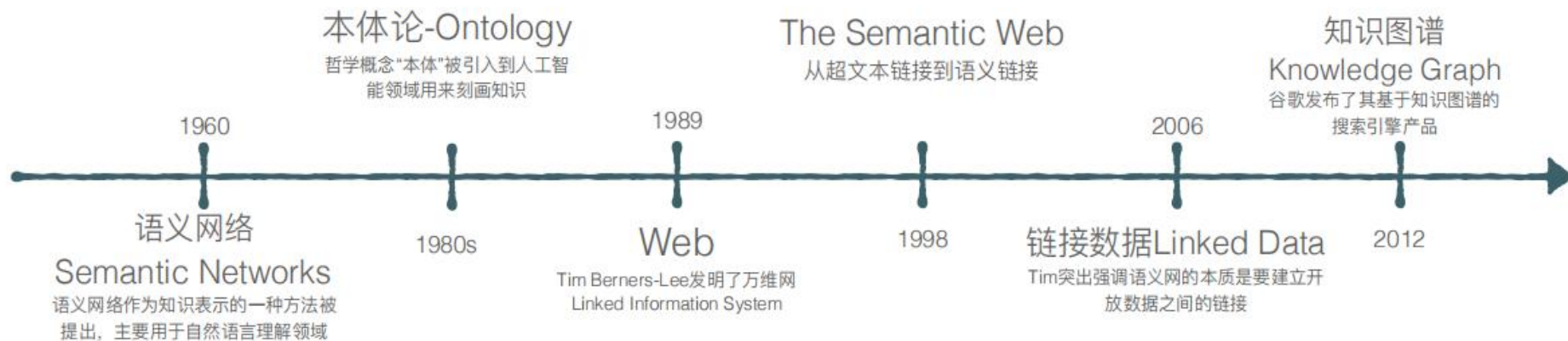
**Despicable Me 2 - Rotten Tomatoes**  
[www.rottentomatoes.com/m/despicable\\_me\\_2/](http://www.rottentomatoes.com/m/despicable_me_2/)  
★★★★★ Rating: 75% - 162 reviews  
Review: It may not be as inspired as its predecessor, but Despicable Me 2 offers plenty of eye-popping visual inventiveness and a number of big...

**News for despicable me 2**  
 NBCUniversal CEO: Despicable Me 2 Will Be Most Profitable Film in Universal's History

**Despicable Me 2**  
192,648 followers on Google+  
★★★★★ 7.8/10 - IMDb  
★★★★★ 75% - Rotten Tomatoes  
Despicable Me 2 is a 2013 American 3D computer-animated comedy film and the sequel to the 2010 animated film Despicable Me.  
Wikipedia  
Release date: July 3, 2013 (USA)  
Directors: Pierre Coffin, Chris Renaud  
Language: English  
Production company: Illumination Entertainment  
Music composed by: Pharrell Williams, Heitor Pereira  
Recent posts  
 Voting closes soon for the Evil Laugh Contest. Make sure you get your votes in or else. MUHAHAHAHA! <http://www.evillaughlab.com/>  
Jul 24, 2013  
Cast  
 Steve Carell  
Gru  
 Kristen Wiig  
Lucy Wilde  
 Miranda Cosgrove  
Margo  
 Russell Brand  
Dr. Nefario  
 Steve Coogan  
Stuart  
People also search for  
 Despicable Me 2010  
 Monsters University 2013  
 The Lone Ranger 2013  
 Man of Steel 2013  
 The Smurfs 2 2013



# 知识图谱相关概念的演变



知识表示与知识库- Knowledge Representation / Knowledge Base

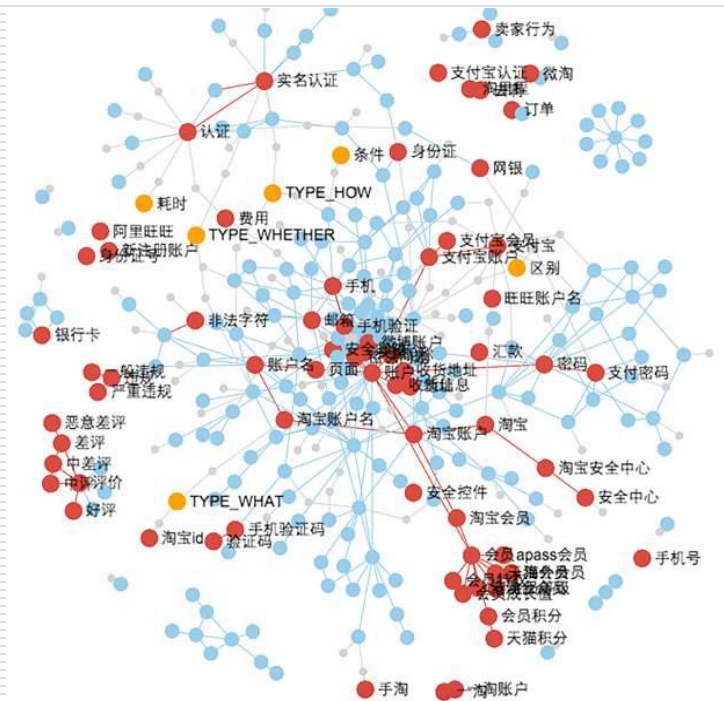
人工智能研究者陆续提出了大量知识表示的方法，如框架系统、产生式规则、描述逻辑等。

知识图谱旨在以结构化的形式描述客观世界中存在的概念、实体及其间的复杂关系

知识图谱得益于Web的发展（更多的是数据层面），有着来源于KR、NLP、Web、AI多个方面的基因。

# 实体和关系

- **概念**：人们在认识世界过程中形成的对客观事物的概念化表示，如人、动物、组织机构等。
- **实体**：客观世界中的具体事物，如画家达·芬奇、篮球运动员姚明等。



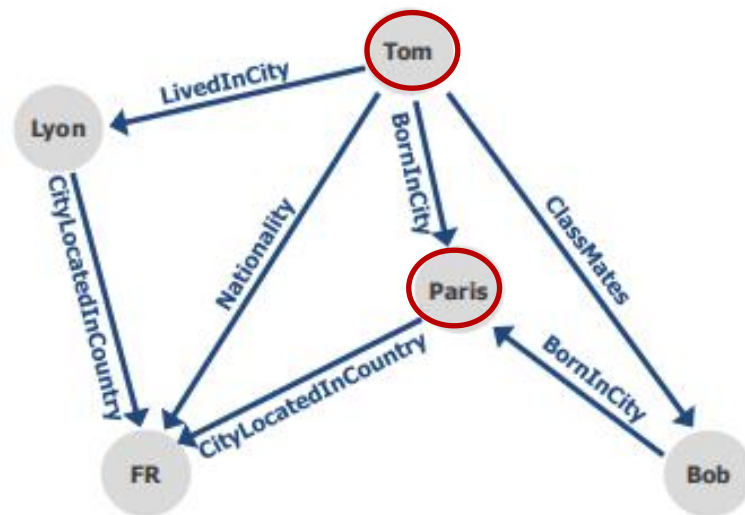
- **关系**：描述概念、实体之间客观存在的关联，如毕业院校描述了个人与其所在院校之间的关系等



# 知识图谱

■ **知识图谱 (knowledge graph)**: 概念或实体和关系所构成的**有向图**，是表征实体间语义关联的语义网络。

- **节点**代表概念或实体
- **边**代表不同类型的关系或属性
- **两个节点之间有边相连**表明它们之间存在相应关系
- **边是有向的**表明关系是非对称的



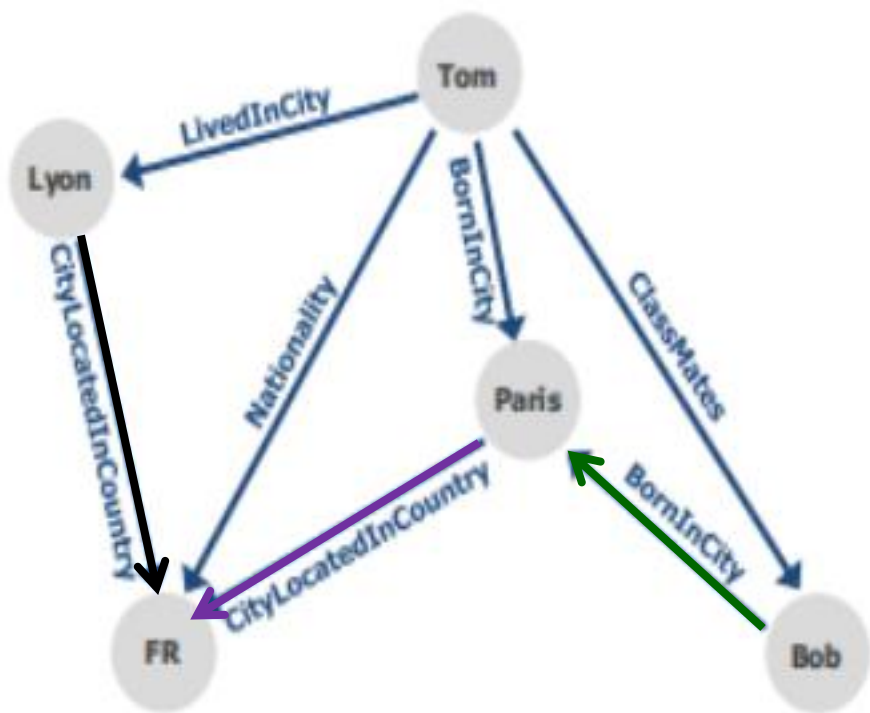
- 知识图谱中，每个节点是一个实体（如人名、地名、事件和活动等），任意两个节点之间的边表示这两个节点之间存在的关系。
- 一般而言，可将知识图谱中任意两个相连节点及其连接边表示成一个三元组（**triplet**），即**(left\_node, relation, right\_node)**，例：**(Tom, BornInCity, Paris)**

# 知识图谱

- **三元组 (triple/triplet)**: 也称事实 (fact), 是最基本的知识存储方式, 表现为 (主语, 谓词, 宾语) 形式



例如: 主语 (浙江工业大学), 谓词 (位于), 宾语 (杭州)



(Tom, BornInCity, Paris)

(Tom, LivedInCity, Lyon)

(Tom, Nationality, France)

(Tom, ClassMates, Bob)

(Paris, CityLocatedInCountry, France)

(Lyon, CityLocatedInCountry, France)

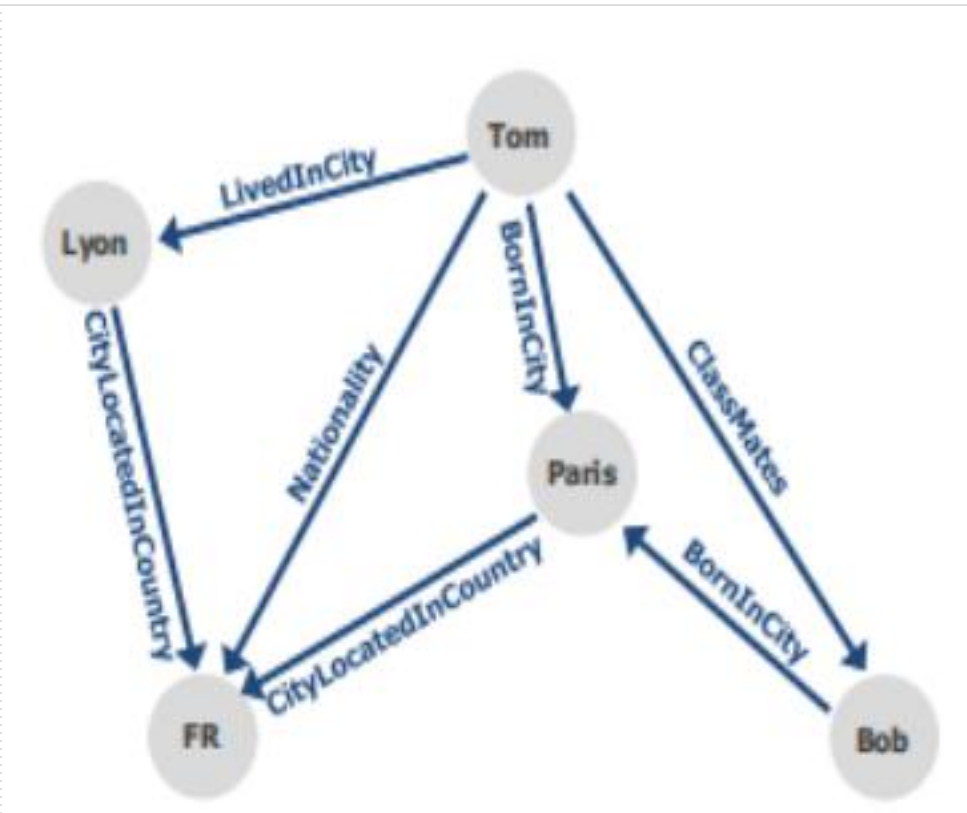
(Bob, BornInCity, Paris)

# 知识图谱及其推理

- 知识图谱概述
- 知识图谱中的知识表示
- 知识图谱的作用及构建
- 知识图谱中的知识推理

# 知识图谱

- 知识图谱 (knowledge graph) 是一种有向图结构，描述了现实世界中存在的实体、事件或者概念以及它们之间的相关关系。

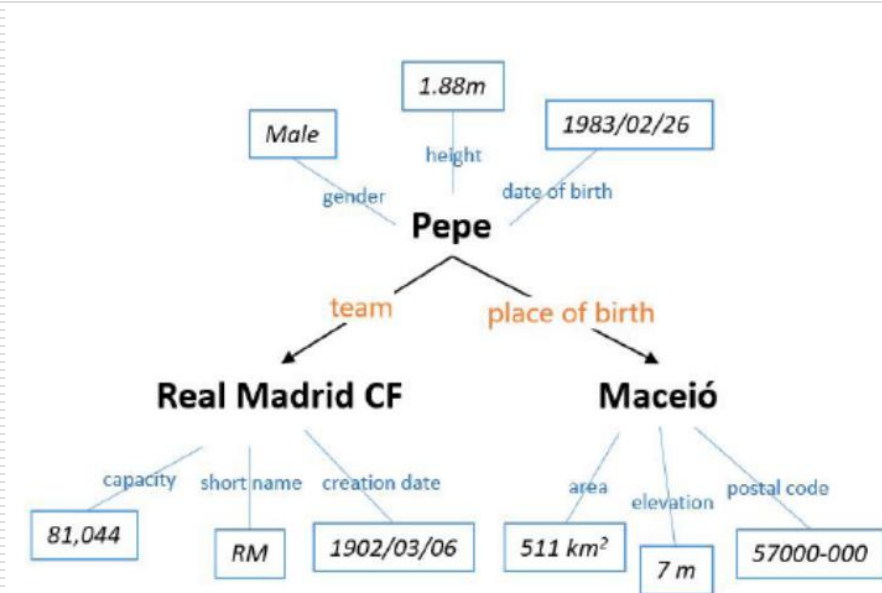


- **实体**：Tom、Bob、Paris、Lyon、FR等
- **实体类型**：人物、城市、国家等
- **属性**：人物有姓名、性别、出生日期、兴趣爱好、职业等属性；国家有国庆日、国家代码、货币、时区、等属性
- **关系**：人物和人物间的同事关系、人物和国家间的国籍关系等



# 知识图谱中的知识表示

- ❑ 知识图谱中的知识通常通过**RDF (Resource Description Framework)** 的结构进行表示的，其基本构成单元是事实，每个事实被表示为一个形如 **<subject, predicate, object>** 即 **<主语, 谓语, 宾语>** 的三元组。
- **主语:** 通常是实体、事件或者概念中的任何一个
- **谓语:** 通常是关系或者属性
- **宾语:** 实体、事件、概念，或者普通的值（如数字、字符串等）



## RDF Data

<S,	P,	O>
<Pepe,	gender,	male>
<Pepe,	height,	1.88m>
<Pepe,	date of birth,	1983/02/06>
<Pepe,	team,	Ream Madrid CF>
<Pepe,	place of birth,	Maceió>
<Maceió,	area,	511km²>
<Maceió,	elevation,	7m>
<Maceió,	postal code,	57000-000>
...		
...		

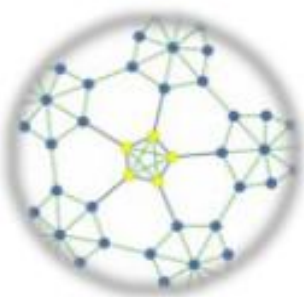
# 知识图谱中的知识表示

*Knowledge Graph is more expressive than pure graph but less complex than formal logic*

描述逻辑是一阶谓词逻辑的可判定子集，  
主要用于描述本体（ontology）概念和属性

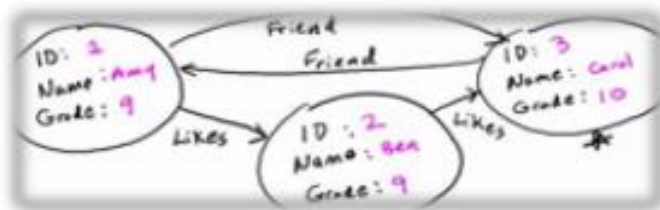
表达能力逐渐增强

简单图建模

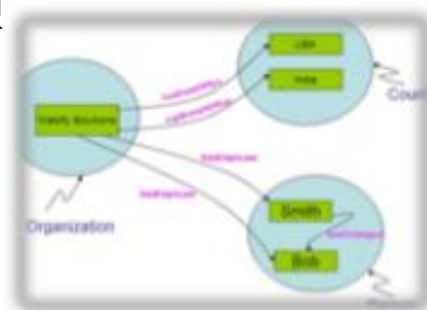


有向标记图  
RDF or Property Graph

属性图（Property Graph）是Neo4J实现的图结构表示模型



描述逻辑与Ontology



推理能力逐渐变弱

采用较为简单的图表达；弱  
关联表达，无逻辑基础，不  
支持自动推理。

采用主谓宾三元组表达，  
具有较强的关联表达，有基本逻辑  
学基础，支持较简单的自动推理。

具有完整的逻辑表达能力，很强  
的关联表达，完备的逻辑基础，  
完备的自动推理能力。

# 知识图谱及其推理

- 知识图谱概述
- 知识图谱中的知识表示
- 知识图谱的作用及构建
- 知识图谱中的知识推理

# 知识图谱的作用:刻画事物关系、沉淀领域知识

知识 = 精炼规范的数据

图谱 = 深度关联的数据



知识图谱主要利用**图结构**建模、识别和推断**事物之间的复杂关联关系**和**沉淀领域知识**，是实现**认知智能**的重要基石，已被广泛应用于搜索引擎、智能问答、语言语义理解、大数据决策分析、智能物联等众多领域。

# 知识图谱的作用:刻画事物关系、沉淀领域知识

知识 = 精炼规范的数据

图谱 = 深度关联的数据



◆ 知识图谱的目标是构建一个能够刻画现实世界的知识库，为自动问答、信息检索等应用提供支撑。因此，对知识的持久化存储并提供对目标知识的高效检索是合格的知识图谱必须具备的基本功能。



# 知识图谱的存储

- 按照存储方式的不同，知识图谱的存储可以分为基于表结构的存储和基于图结构的存储。
- 基于表结构的存储：利用二维的数据表对知识图谱中的数据进行存储
  - 三元组表、类型表、关系数据库
- 基于图结构的存储：利用图的方式对知识图谱中的数据进行存储
  - 图数据库
    - Neo4j (<https://neo4j.com/>)
    - OrientDB (<http://orientdb.com/>)
    - HyperGraphDB (<http://www.hypergraphdb.org/>)
    - InfiniteGraph
    - (<http://www.objectivity.com/products/infinitegraph/>)
    - InfoGrid (<http://infogrid.org>)

# 什么时候使用图数据库



➤ 图数据库是处理复杂的、半结构化、多维度的、紧密关联数据的最好技术。**鼓励**在知识图谱项目中**采用**和实践图数据库。

➤ 在实践中，对知识的存储多为混合存储结构，图数据库存储**并非**必须，例如**Wikidata**项目后端是**MySQL**实现的。

# 知识图谱构建

## □ 几种主流构建方式

专家人工创建

[Miller, 1995]

**WordNet**



大众协作编辑创建

 **Freebase**



[Bollacker et al., 2008]

基于信息抽取自动创建

**NELL**

[Suchanek et al., 2007]

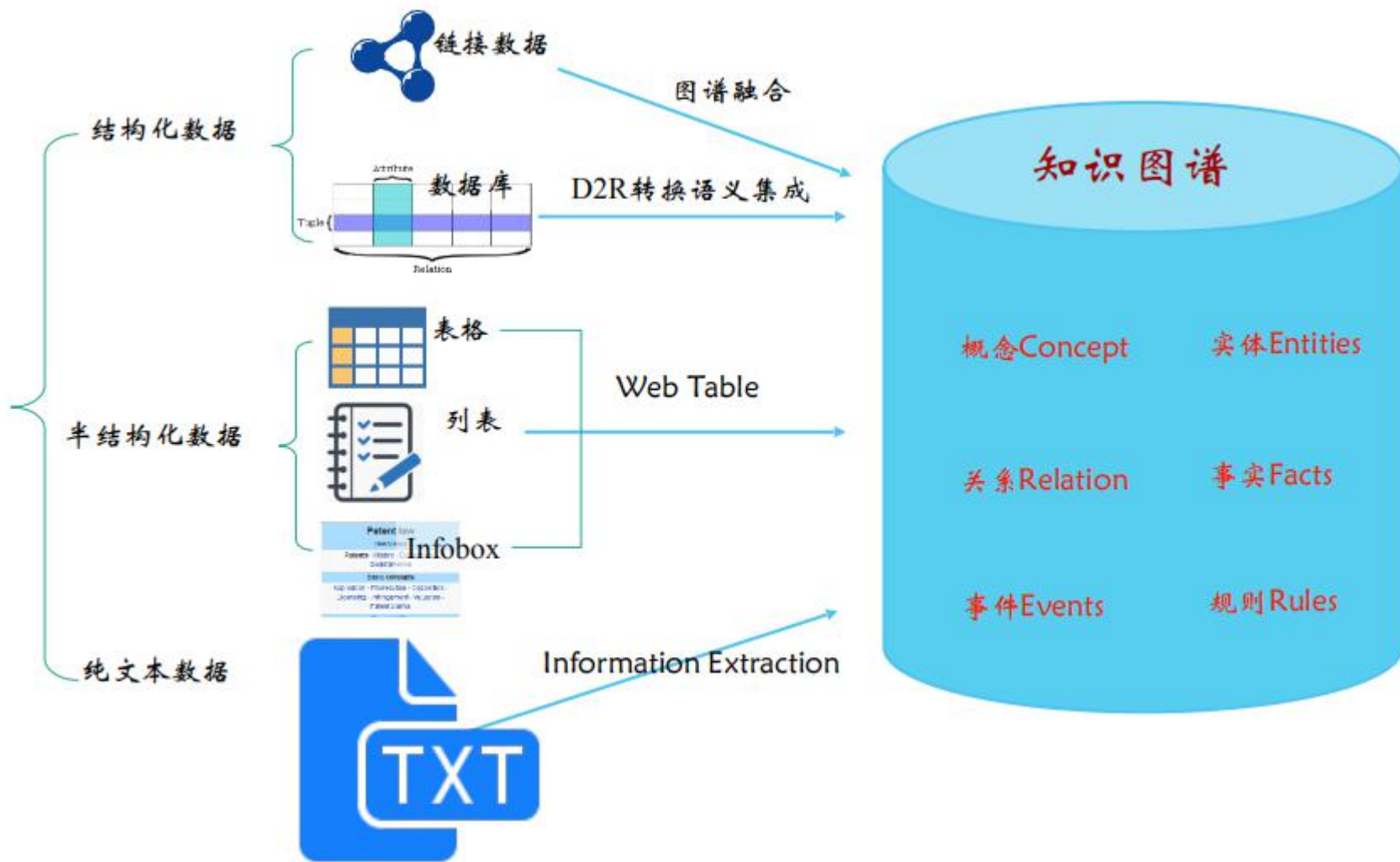
**yago**  
select knowledge



**ProBase**

[Carlson et al., 2010]

# 知识图谱构建



从不同来源、不同结构的数据中进行知识提取，形成知识存入到知识图谱。文本一般不作为知识图谱构建的初始来源，而多用来做知识图谱补全

# 知识图谱的研究现状及应用前景





# 各种垂域知识图谱的应用

