



南京大學
NANJING UNIVERSITY

人工智能导论

知识图谱

郭兰哲

南京大学 智能科学与技术学院

Homepage: www.lamda.nju.edu.cn/guolz

Email: guolz@nju.edu.cn

大纲

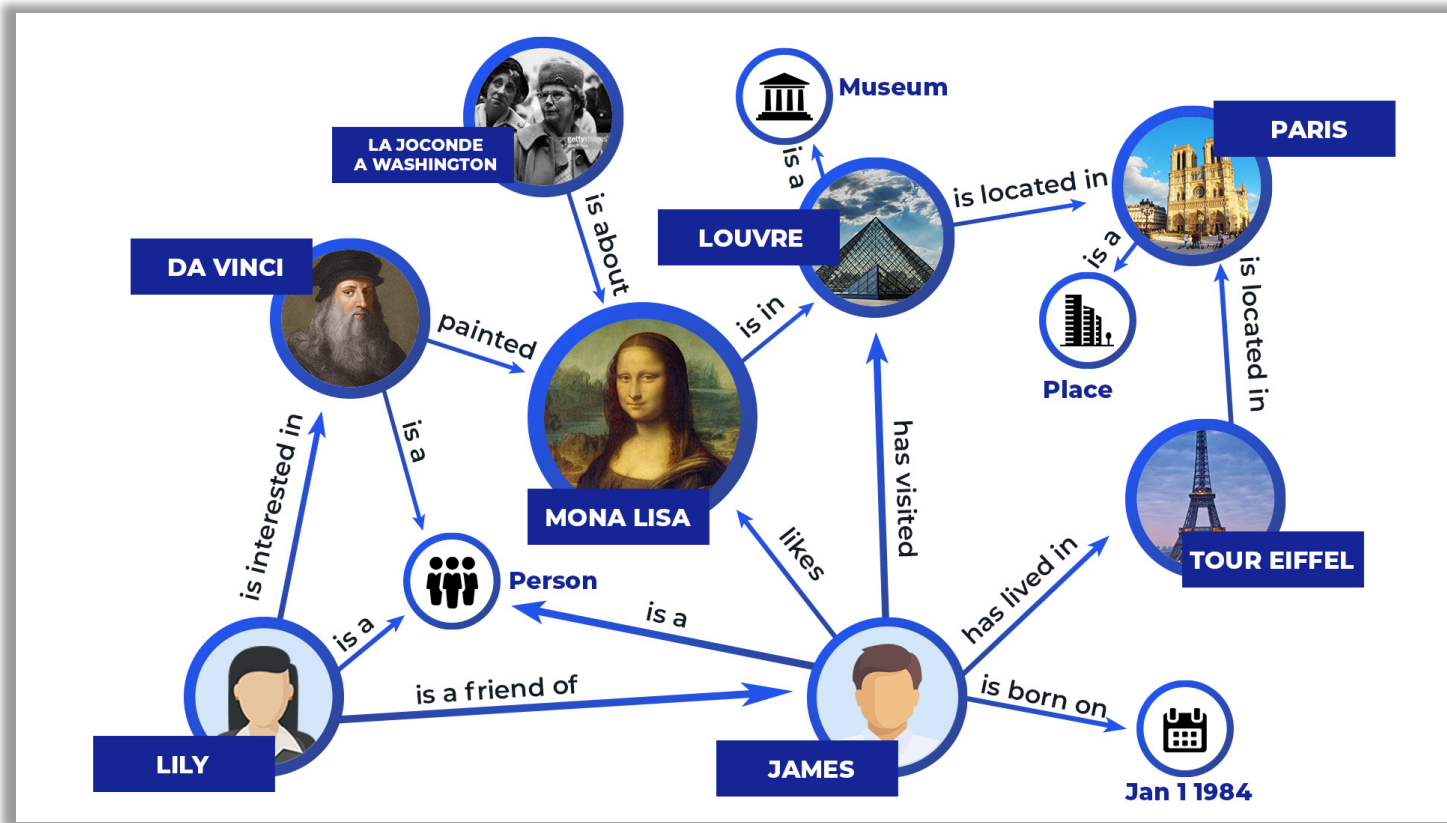
□ 知识图谱简介

□ 知识图谱应用

□ 知识图谱的表示方法

知识图谱

知识图谱是一种以图结构来描述知识和建模事物之间关联关系的技术方法



知识图谱于 2012 年由 Google 提出，其初衷是利用网络多源数据构建的知识库来增强语义搜索，提升搜索质量和体验

知识图谱已被广泛应用于智能搜索、智能问答、个性化推荐、内容分发等领域

从语义搜索认识知识图谱

李奧納多·達文西

译者：



更多图片

李奧納多·達文西，又譯達芬奇，全名李奧納多·迪·塞爾·皮耶羅·達文西，是義大利文藝復興時期佛羅倫斯共和國的博學者：在繪畫、音樂、建築、數學、幾何學、解剖學、生理學、動物學、植物學、天文學、氣象學、地質學、地理學、物理學、光學、力學、發明、土木工程等領域都有顯著的成就。 [维基百科](#)

出生信息：1452 年 4 月 15 日，[義大利Anchiano](#)

逝世于：1519 年 5 月 2 日，[法國昂布瓦斯克勞斯·呂斯城堡](#)

系列作品：[聖母像](#)，[麗達與天鵝](#)

建筑作品：[Leonardo's Rivellino](#)

画风：[文藝復興](#)，[義大利文藝復興](#)，[文藝復興全盛期](#)

祖先：[瑟皮耶羅·達文西](#)，[卡特琳娜·達文西](#)，[安東尼奧·達·溫奇](#)，[Lucia di ser Piero di Zoso da Bacchereto](#)

艺术作品



蒙娜麗莎
1503 年



最後的晚餐
1498 年



救世主
1500 年



維特魯威人

展出地点



Royal
Collection...



Museo
Galileo
佛羅倫斯



羅浮宮
巴黎



國家藝廊
華盛頓哥倫比亞特區

用户还搜索了



米開朗基羅



拉斐爾



李奧納多·狄卡皮歐



文森·梵谷



南京大學

網站

行車路線

儲存

致電

中国南京市的大学

南京大學，簡稱南大，位於中國江蘇省南京市，該校歷史或可追溯至三國吳永安元年，歷史上曾歷經多次變遷，亦是中國第一所集教學和研究於一體的現代大學。中華民國政府撤離南京後，中華人民共和國成立前夕由「國立中央大學」易名「國立南京大學」，翌年逕稱「南京大學」，沿用至今。 [维基百科](#)

地址：中国江苏省南京市鼓楼区 邮政编码: 210093

电话号码：+86 25 8359 3186

总裁：[Chen Jun](#)

招生人数：35,434 (2007 年)

创立于：1902 年

子公司：[南京大學物理學院](#)，[更多](#)

省份：[江蘇省](#)

免责声明

近期活动

10月20日 週五 [International Conference on Integrated Circ...](#)

知名校友

[查看更多項目 \(超過 45 項\)](#)



趙忠堯



李國鼎



張翔



Jingguang
Chen

知识图谱的起源

MEMEX – 记忆机器

Wholly new forms of encyclopedias will appear, ready-made with a **mesh of associative trails** running through them, ready to be dropped into the memex and there amplified

-- 《As We May Think》

一个可以存储所有的书籍、记录和通信的单一设备，
可以通过照相或触摸屏感应来记录新信息，并通过键
入索引代码追溯到关联信息



Vannevar Bush

曼哈顿计划的组织者

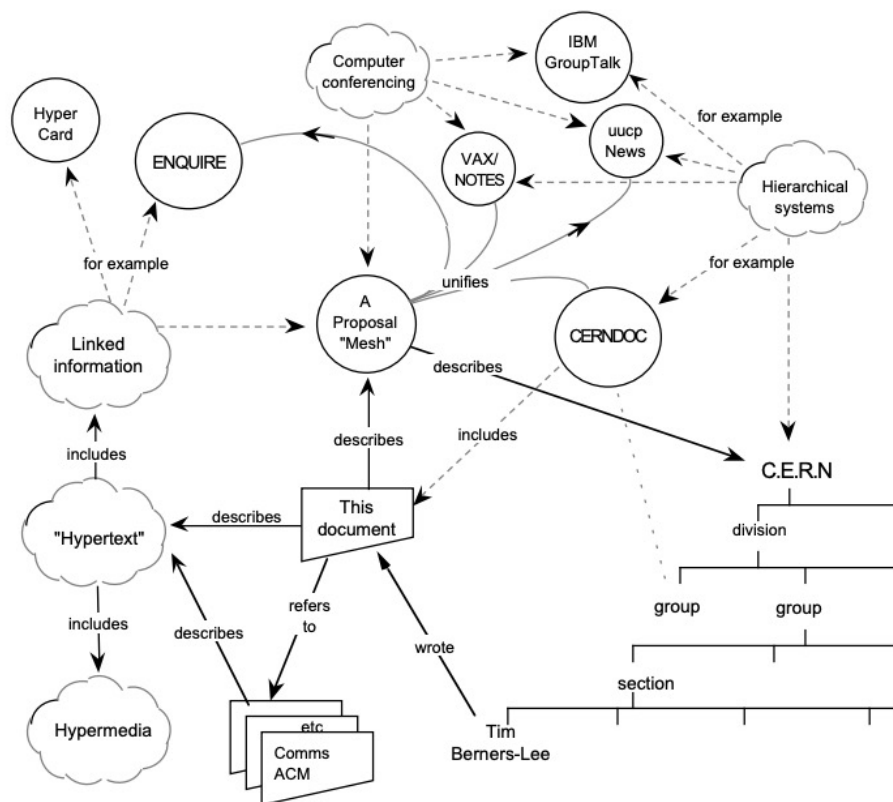
万维网

Information Management: A Proposal

Tim Berners-Lee, CERN

March 1989, May 1990

This proposal concerns the management of general information about accelerators and experiments at CERN. It discusses the problems of loss of information about complex evolving systems and derives a solution based on a distributed hypertext system.



万维网 (world wide web) 是以链接为中心的信息系统

Linked information system

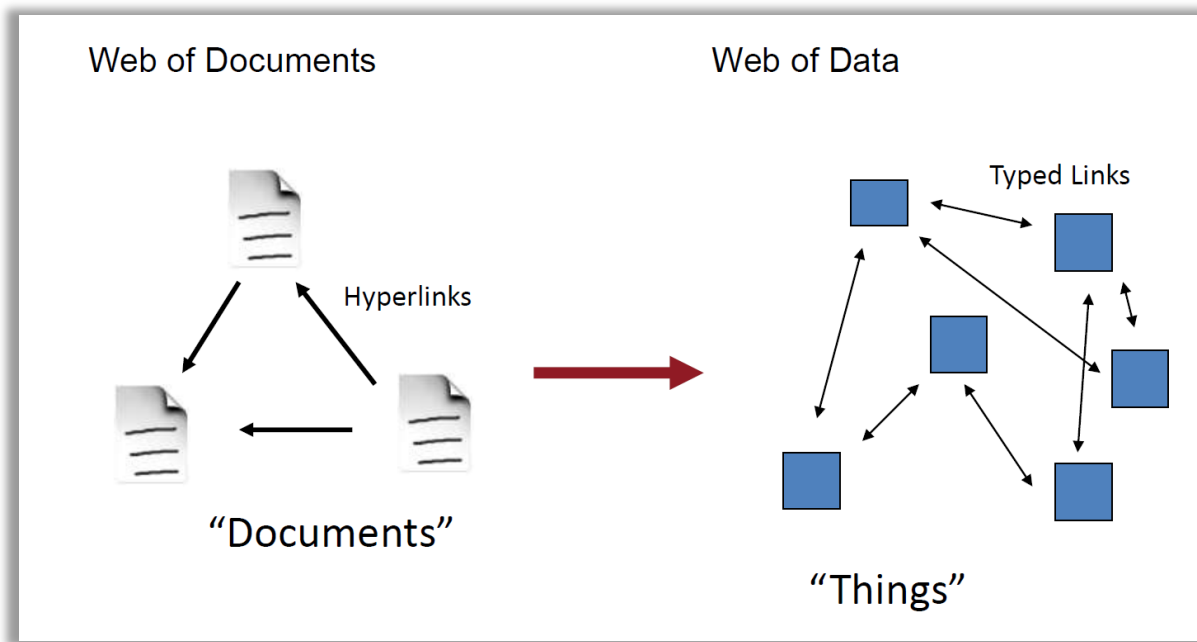
万维网以**文本**和**链接**描述信息，用户通过超链接浏览互联网上的各类资源，也可以通过互联网将自己的信息发布出去

Tim Berners-Lee
2016年图灵奖



语义万维网

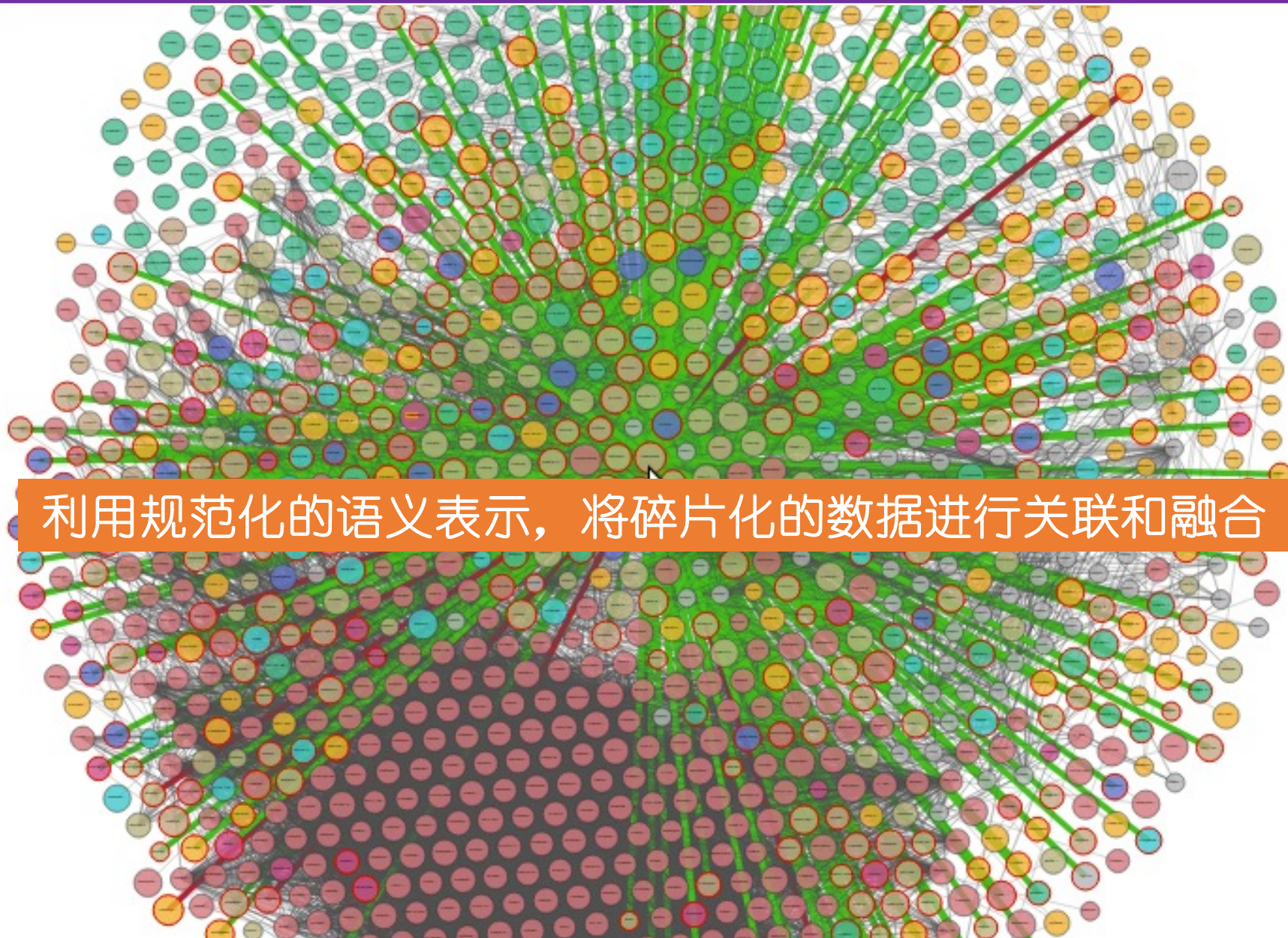
语义万维网（semantic web）中，信息内容具有良好的语义定义，计算机可以理解并自动存取语义信息



语义网与万维网的主要区别

- ✓ 万维网是关于网页链接的结构，节点是网页，节点之间通过超链接连接
- ✓ 语义网是关于语义内容结构化表示的图结构，节点是语义信息

Linked Data



大纲

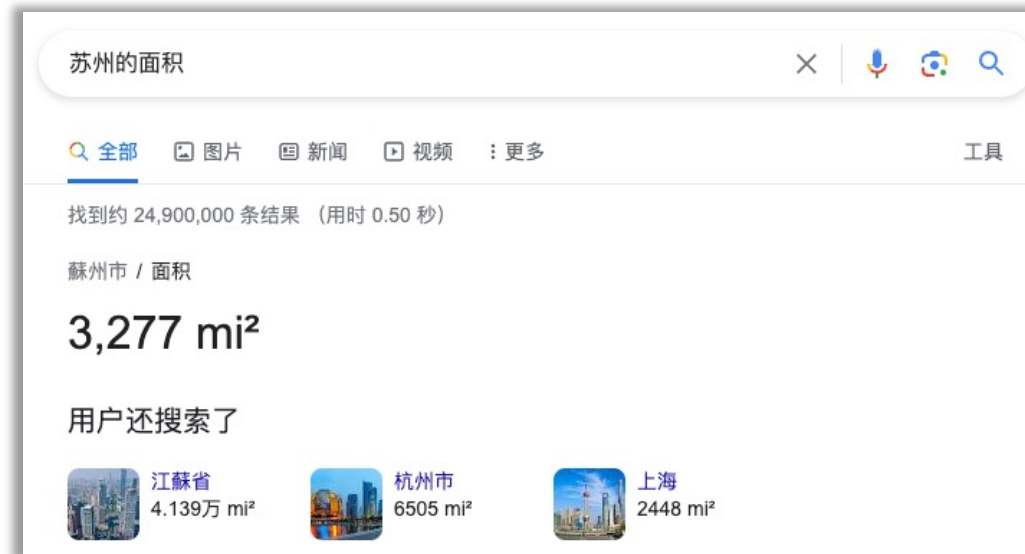
□ 知识图谱简介

□ 知识图谱应用

□ 知识图谱的表示方法

KG辅助搜索引擎

传统搜索的基于关键词的搜索不能很好地理解用户的搜索意图，仅能通过用户提供的关键词与待检索文档间的文本相关性来匹配结果

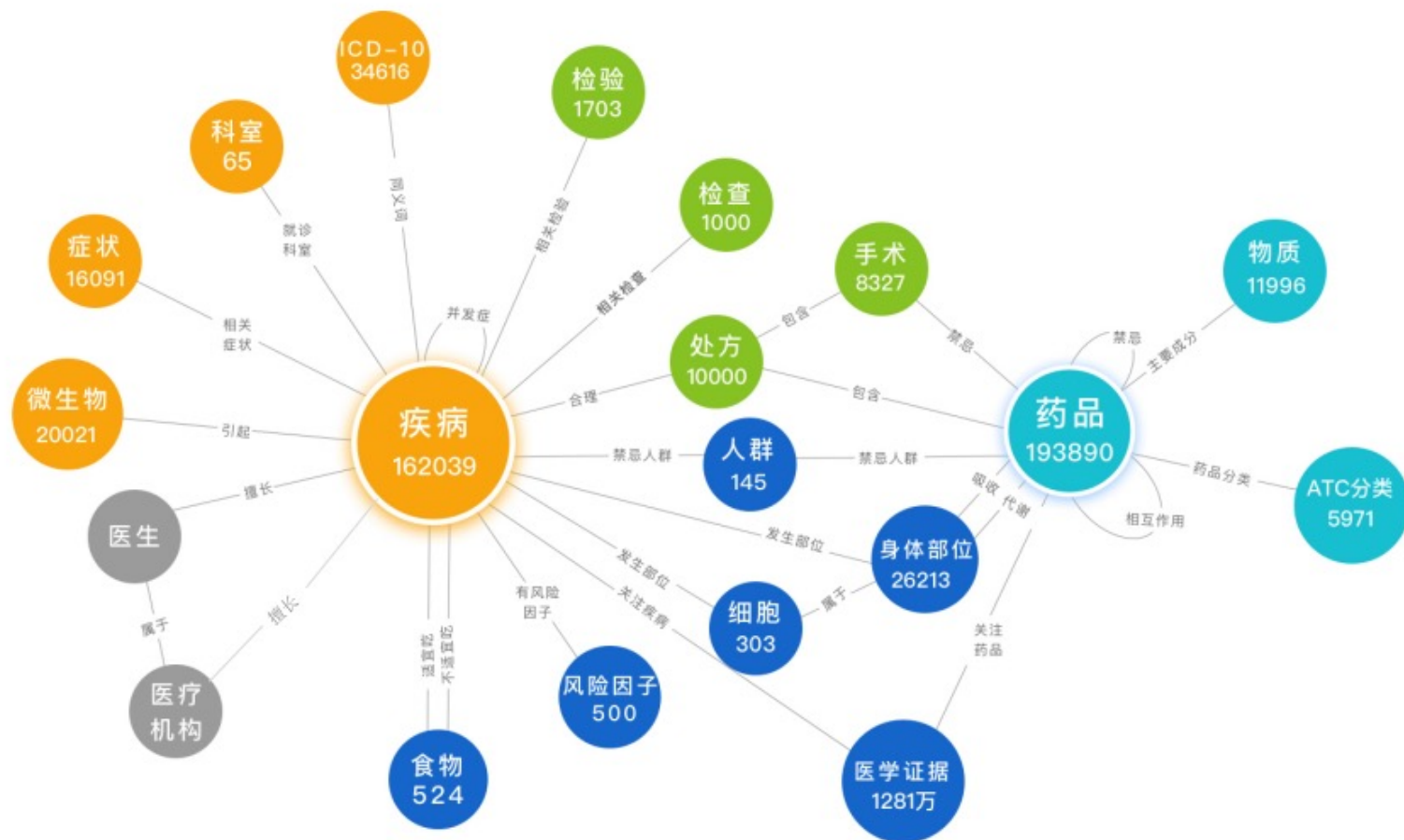


百度、谷歌、搜狗等均利用建立大规模知识图谱的**对搜索关键词和文档内容进行语义标注**，**提供各种类型的语义搜索**，使用户能够直接获得精确度更高的答案

KG辅助智慧医疗

在医疗领域的应用：

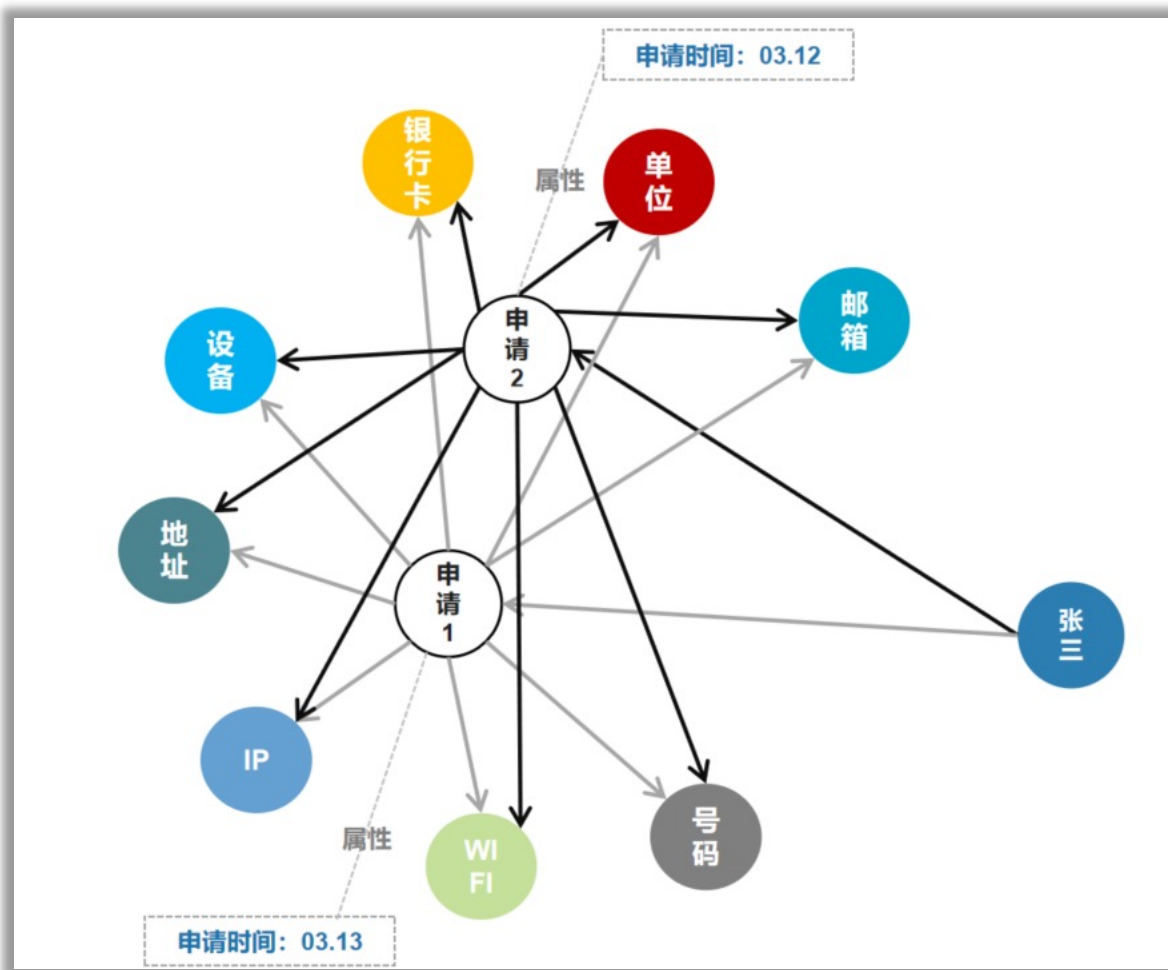
- ✓ 快速检索
- ✓ 方便查询
- ✓ 智能问答助手



KG辅助金融风控

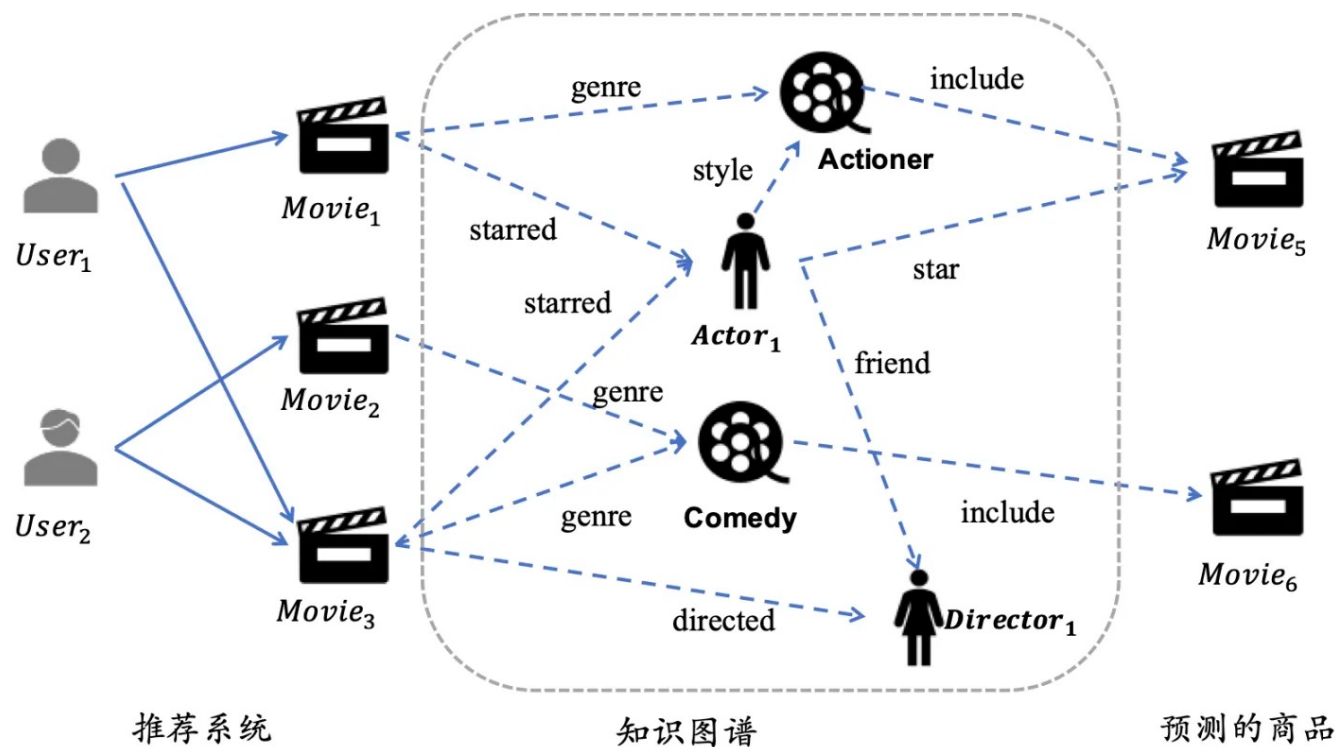
在金融风控的应用：

- ✓ 积分套利挖掘
- ✓ 黑产链路挖掘
- ✓ 欺诈团伙挖掘
- ✓ 涉赌涉诈关联
- ✓ ...



KG辅助推荐系统

根据user/item标签提升推荐准确度



KG辅助问答交互

人与机器通过自然语言进行问答与对话是人工智能实现的关键标志之一
知识图谱是实现人机交互问答必不可少的模块



IBM Watson



Dbpedia, Yago, WordNet



Siri



Dbpedia, WolframAlpha

大纲

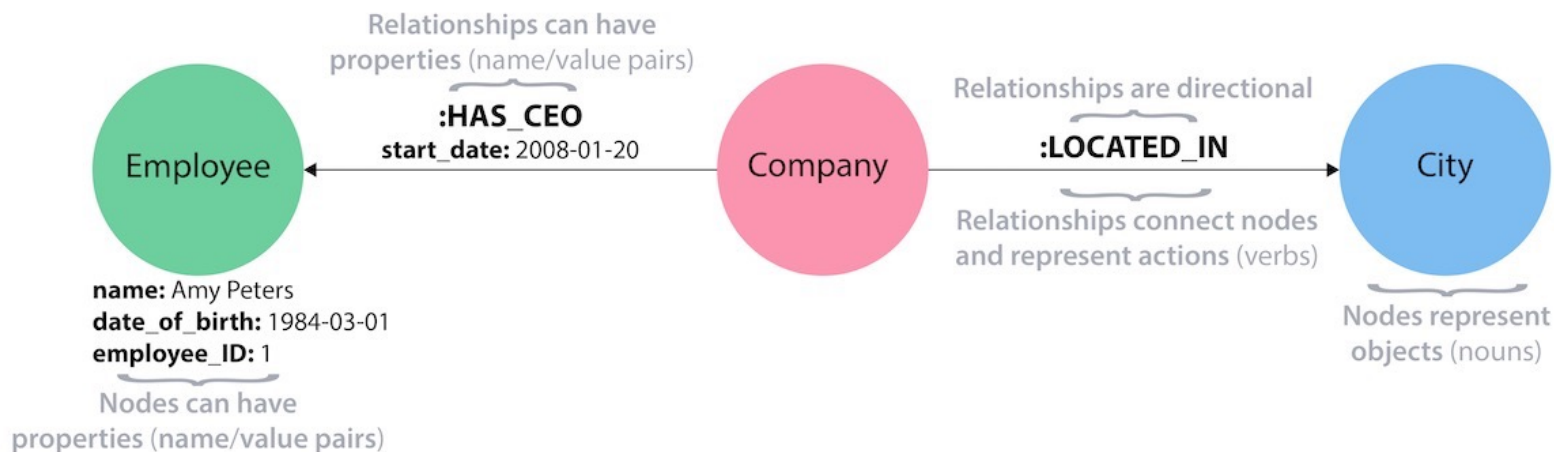
□ 知识图谱简介

□ 知识图谱应用

□ 知识图谱的表示方法

属性图(property graph)

- 属性图由节点(Nodes)、关系(Relationships)、属性(Property)和标签(Labels)组成
- 节点上包含属性，属性可以以任何键值形式存在
- 关系连接节点，每个关系都有拥有一个方向、一个标签、一个开始节点和结束节点
- 关系也可以有属性，即边属性，可以通过在关系上增加属性提供有关边的元信息，如创建时间

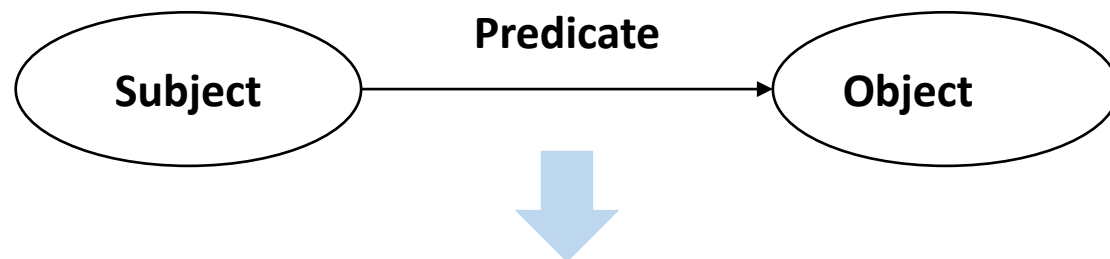


资源描述框架RDF

RDF表示 **R**esource **D**escription **F**ramework（资源描述框架）

国际万维网联盟W3C推动的面向Web的语义标准

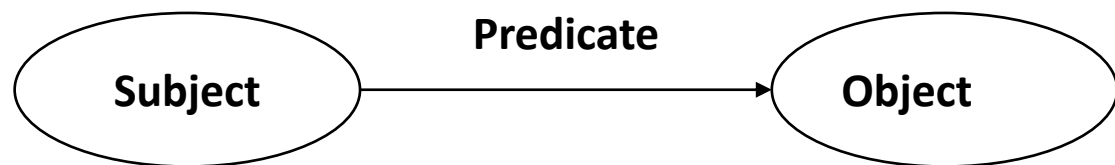
RDF的基本组成单位是三元组 SPO



(**subject** (主) , **predicate** (谓词) , **object** (宾语))

(**subject** (南京大学) , **predicate** (位于) , **object** (江苏))

基本数据模型：有向标记图



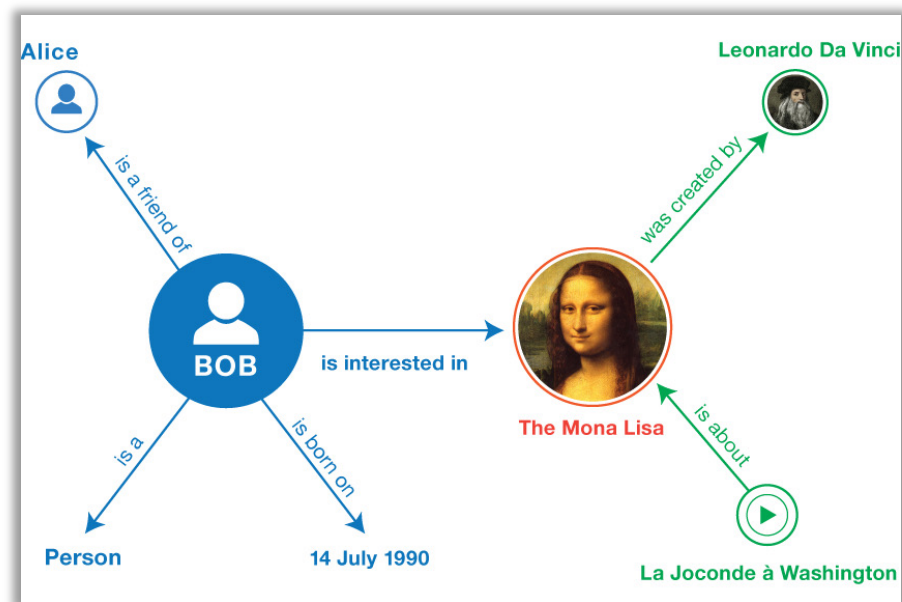
<Bob> <is a> <person>

<Bob> <is a friend of> <Alice>

<Bob> <is born on> <the 4th of July 1990>

<Bob> <is interested in> <the Mona Lisa>

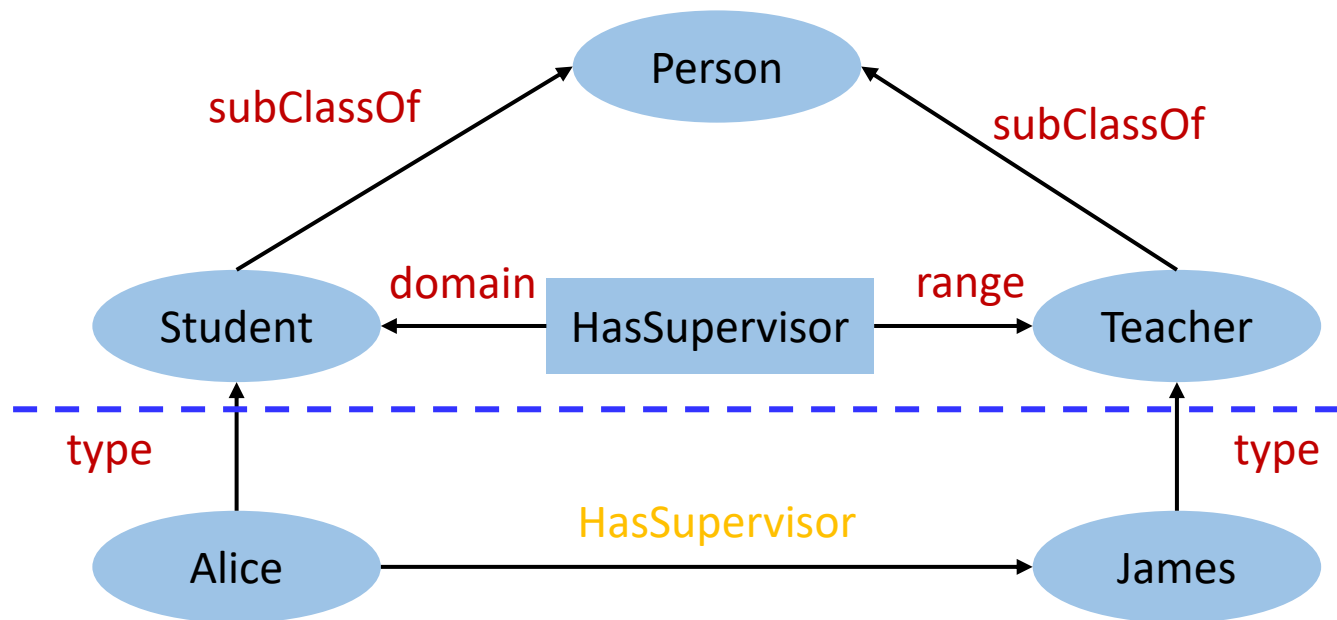
<the Mona Lisa> <was created by> <Leonardo da Vinci>



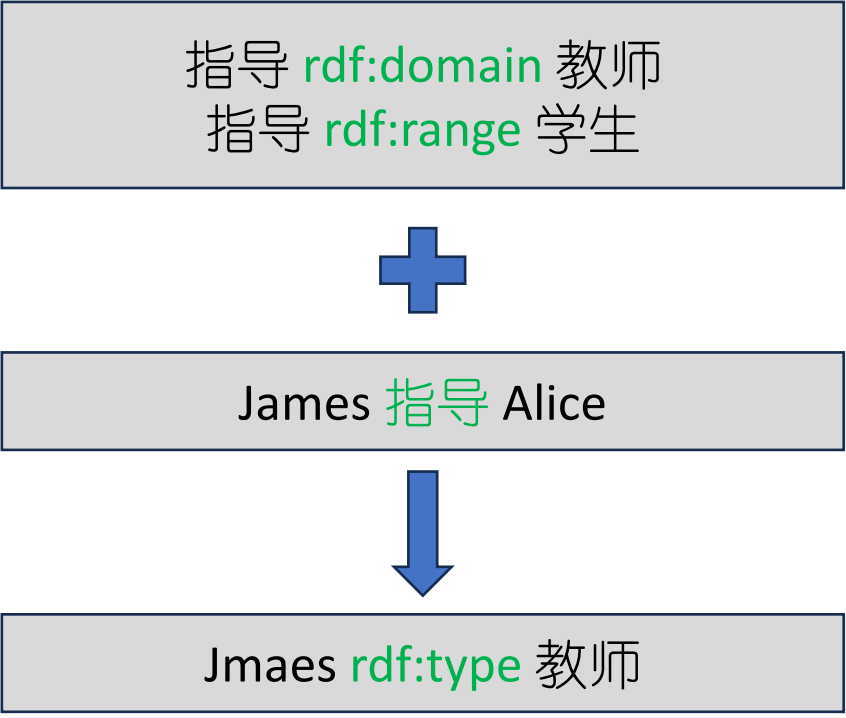
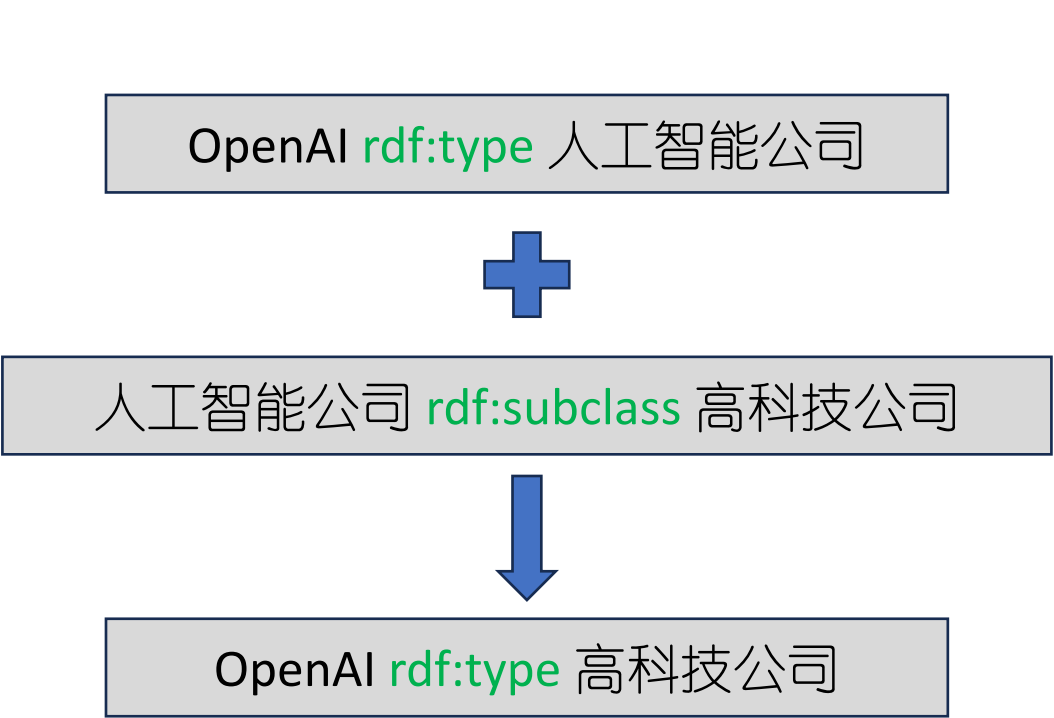
RDF Schema

RDFS(Resource Description Framework Schema)是用来定义RDF中的类和属性语义的描述性语言，定义了资源间的继承关系及属性约束等

1. rdfs:Class. 用于定义类
2. rdfs:domain. 用于表示该属性属于哪个类别
3. rdfs:range. 用于描述该属性的取值类型
4. rdfs:subClassOf. 用于描述该类的父类
5. rdfs:subProperty. 用于描述该属性的父属性



基于RDFS的简单推理



OWL网络本体语言

□ 本体 (Ontology)

本体是研究“存在”的科学，即试图解释存在是什么、世间所有存在的共同特征是什么

□ 计算机领域的本体

在计算机领域，本体是指一种“形式化的，对于共享概念体系的明确且详细的说明”

□ 网络本体语言 (Web Ontology Language, OWL)

OWL是对RDFS关于描述资源词汇的一个扩展，OWL中添加了额外的预定于词汇来描述资源，具备更好的语义表达能力

OWL vs. RDF Schema

RDF Scheme: Class, subclass, Property, subProperty.....



- **Complex Classes:** intersection, union and complement
- **Property Restrictions:** existential quantification, universal quantification, hasValue
- **Cardinality Restrictions:** MaxQualifiedCardinality, minQualifiedCardinality
- **Property Characteristics:** inverseOf, SymmetricProperty, AsymmetricProperty, propertyDisjointWith, ReflexiveProperty, FunctionalProperty
- ...

OWL网络本体语言

□ 等价性声明

exp: 运动员 owl:equivalentClass exp: 体育选手

exp: 获得 owl:equivalentProperty exp: 取得

exp: 运动员A owl:sameIndividualAs exp: 小明

exp是命名空间 <http://www.example.org>的别称

□ 传递性声明

exp: ancestor rdf:type owl: TransitiveProperty

exp: ancestor是一个传递关系

例如: exp: 小明 exp: ancestor exp: 小林;

exp: 小林 exp: ancestor exp: 小红

推理得出: exp: 小明 exp: ancestor exp: 小红

OWL网络本体语言

□ 声明属性的对称性

```
exp: friend rdf:type owl:SymmetricProperty
```

exp: friend具有对称性

例如： exp: 小明 exp: friend exp: 小林，

推理得出： exp: 小林 exp: friend exp: 小明

□ 声明属性的函数性

```
exp: hasMother rdf: type owl: FunctionalProperty
```

exp: hasMother是一个具有函数性的属性，

因为每个人只有一个母亲，作为约束作用到知识库

OWL网络本体语言

□ 声明两个属性互反

exp: ancestor owl: inverseOf exp: descendant

exp: ancestor 和 exp: descendant是互反关系

例如： exp: 小明 exp: ancestor exp: 小林，

推理得出： exp: 小林 exp: descendant exp: 小明

□ 声明属性的局部约束：

全称限定

exp: Person owl: allValuesFrom exp: Women

exp: Person owl: onProperty exp: hasMother

例如： exp:hasMother在主语属于exp:Person这个类时，宾语的取值只能来自exp:Women这个类

OWL网络本体语言

□ 声明属性的局部约束：
存在限定

```
exp:SemanticWebPaper owl:someValuesFrom exp:AAAI  
exp:SemanticWebPaper owl:onProperty exp:publishedIn
```

例如：exp:publishedIn在主语属于exp:SemanticWebPaper类时，宾语的取值部分来自exp:AAAI这个类。即，关于语义网的论文部分发表在AAAI中

□ 声明属性的局部约束：
基数限定

```
exp:Person owl:cardinality "1"  
exp:Person owl:onProperty exp:hasMother
```

例如：exp:hasMother在主语属于exp:Person这个类时，宾语的取值只能有一个，本质上属于属性的局部约束

OWL网络本体语言

OWL中的其他词汇	描述
owl:oneOf	声明枚举类型
owl:disjointWith	声明两个类不相交
owl:unionOf	声明类的并运算
owl:minCardinality owl:maxCardinality	最小最大的基数限定
owl:InverseFunctionalProperty	声明互反类具有函数属性
owl:hasValue	属性的局部约束时，声明所属类必有一个取值