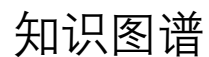
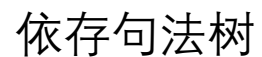


自然语言处理中的 图神经网络

教材：图深度学习，电子工业出版社
<https://baike.baidu.com/item/图深度学习>





和具体任务相关的图



 语义角色标注

 神经机器翻译

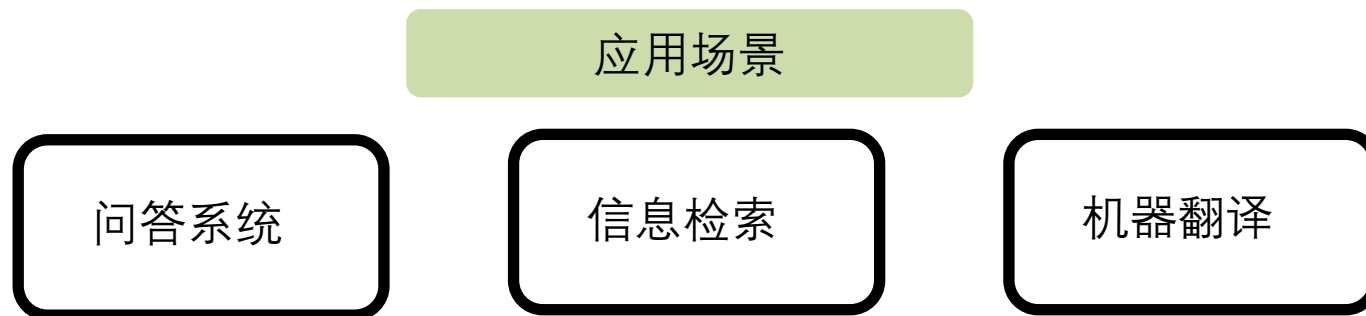
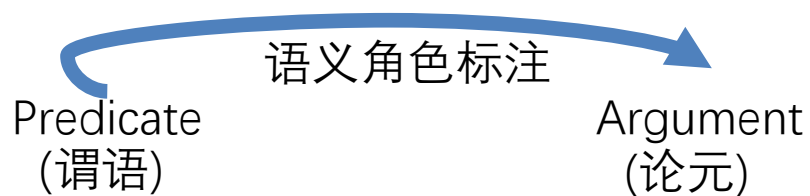
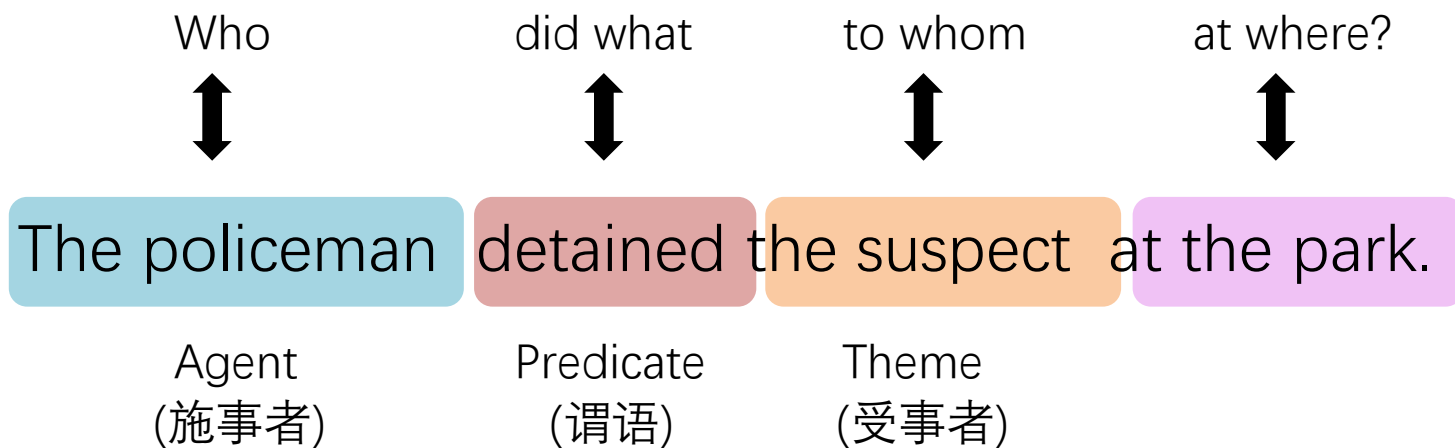
 关系抽取

 多跳问答任务

 知识图谱中的神经网络

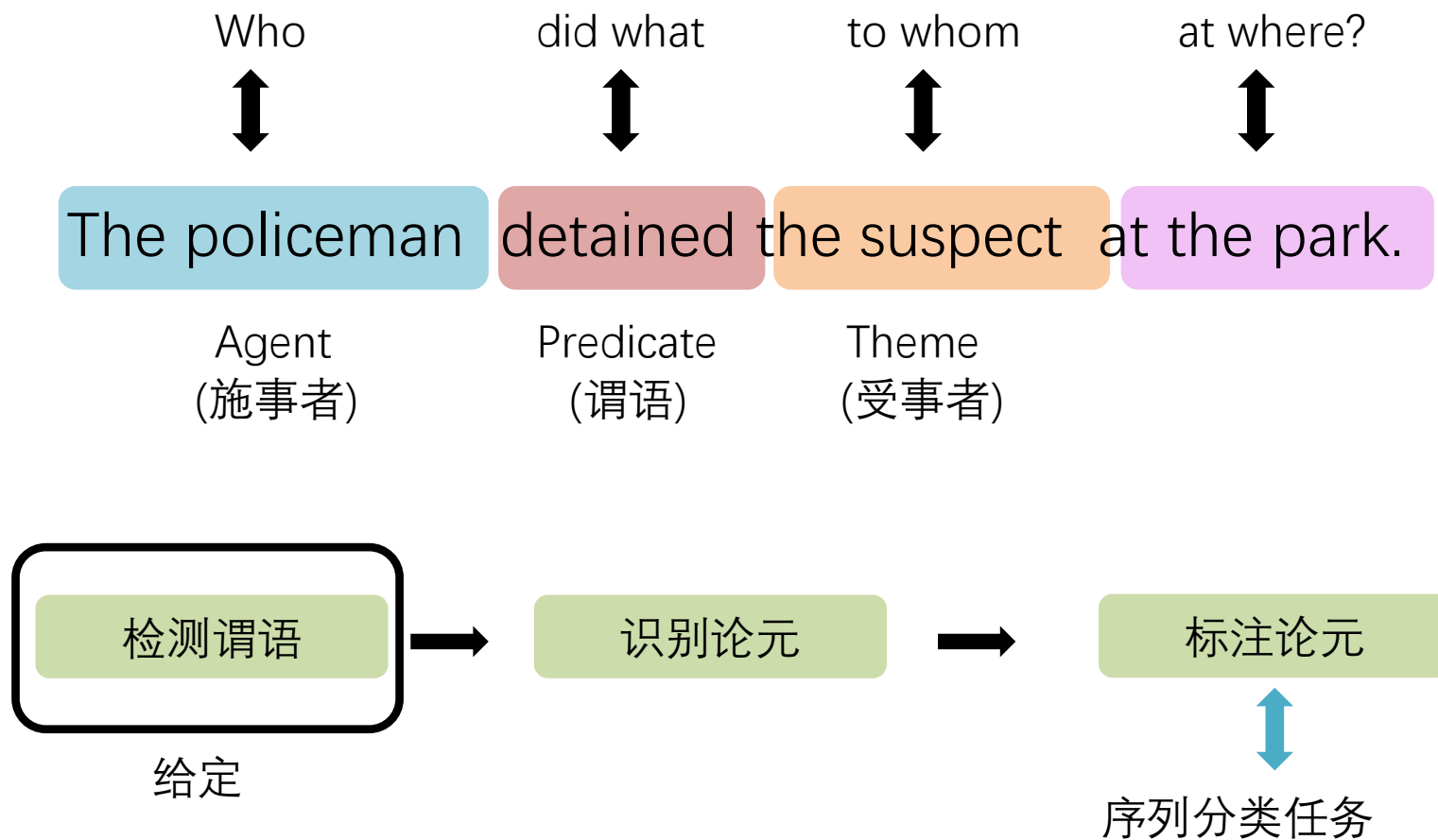


语义角色标注



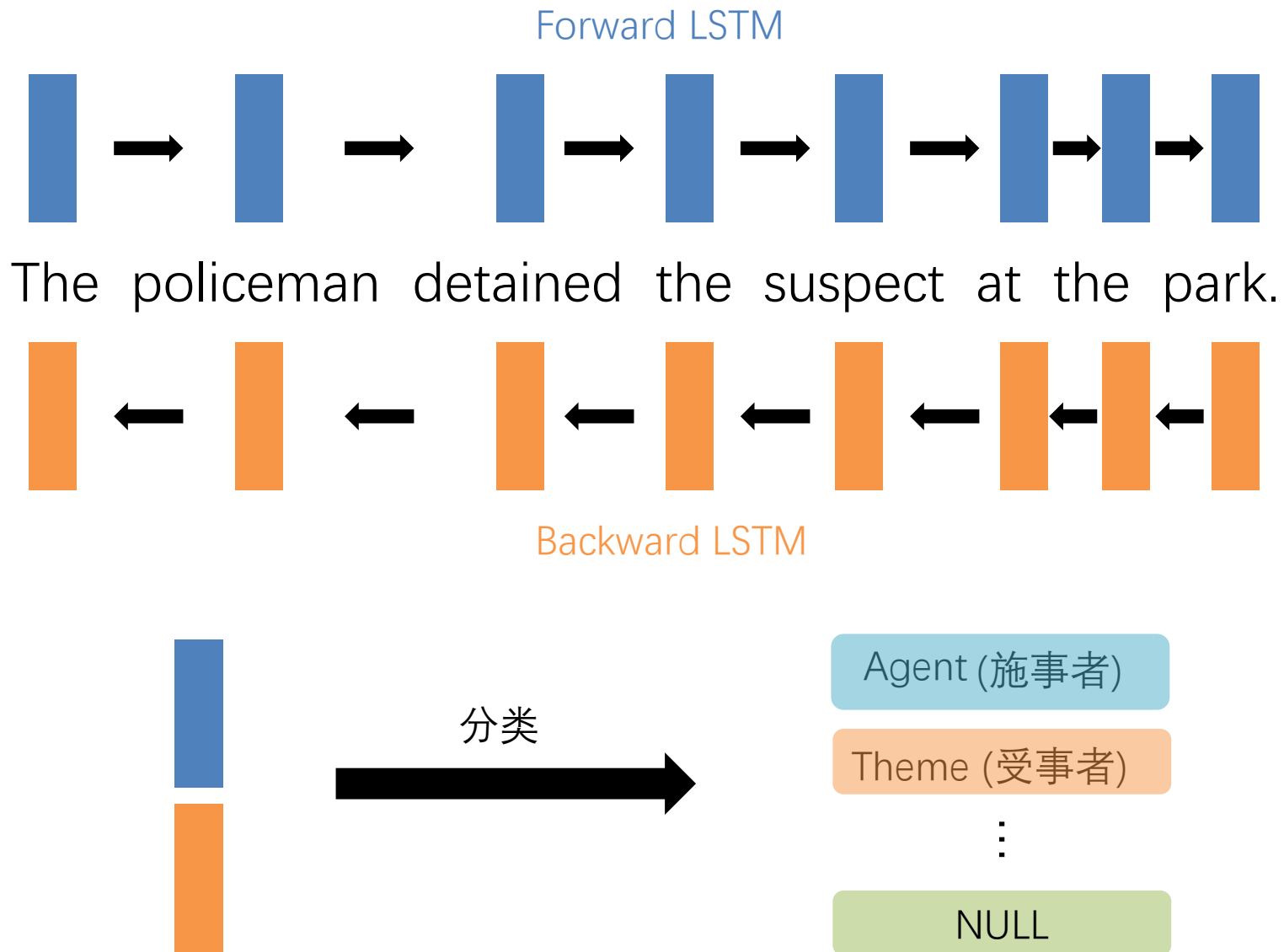


语义角色标注的一般步骤



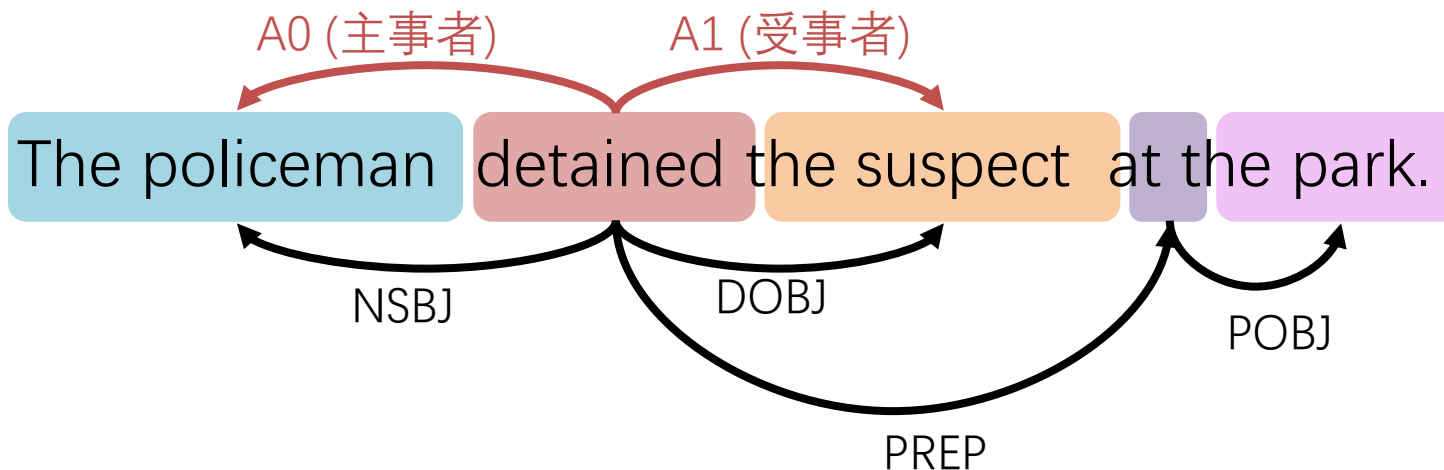


基于LSTM的语义角色标注





句法依存树



红色边是语义关系

黑色边是语法关系

detain是谓语动词

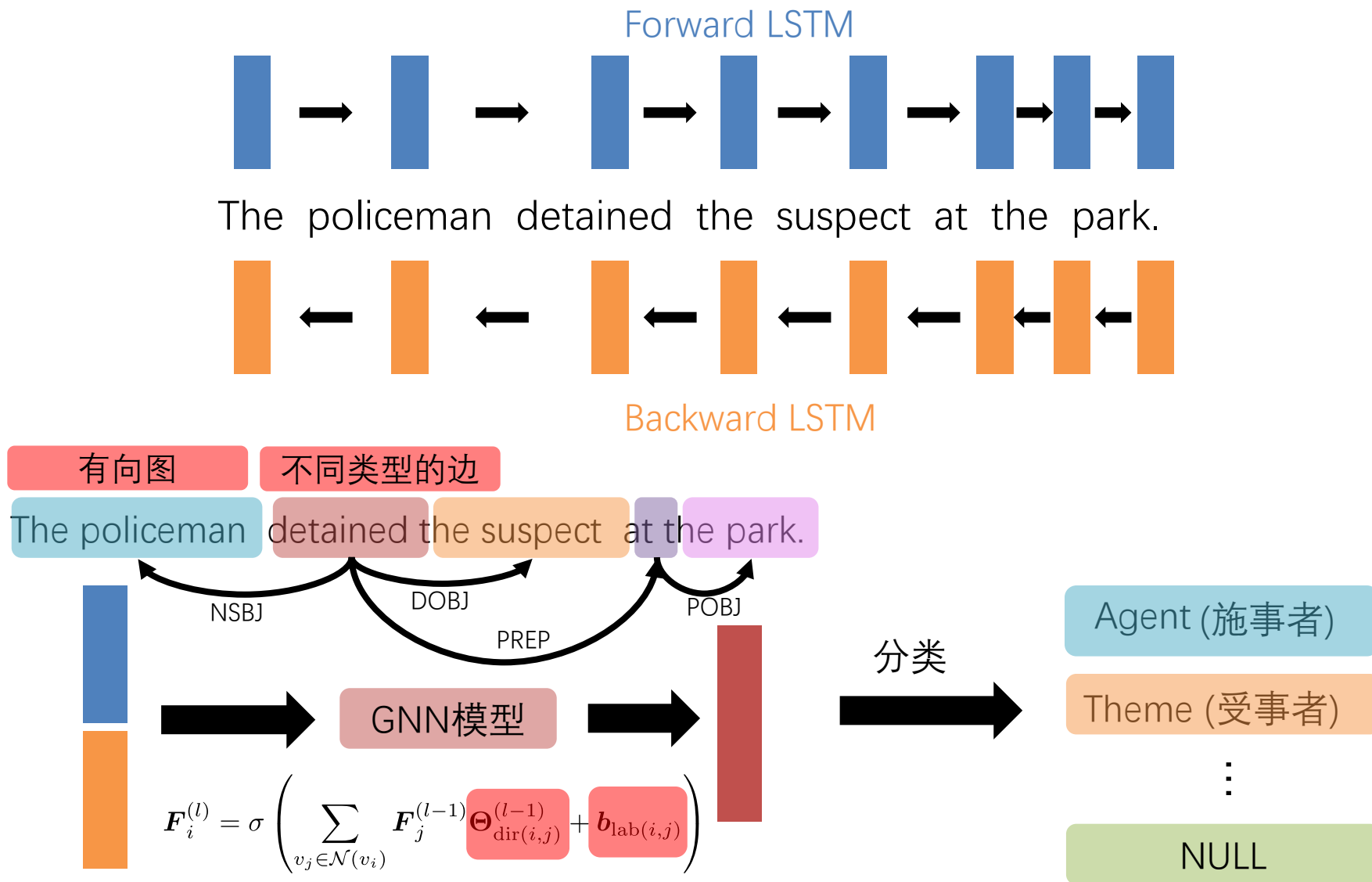
policeman是它对应的名词主语 (NSBJ)

suspect是它对应的直接宾语 (DOBJ)

语义关系和语法关系有很多相似之处



基于LSTM和GNN的语义角色标注



 语义角色标注

 神经机器翻译

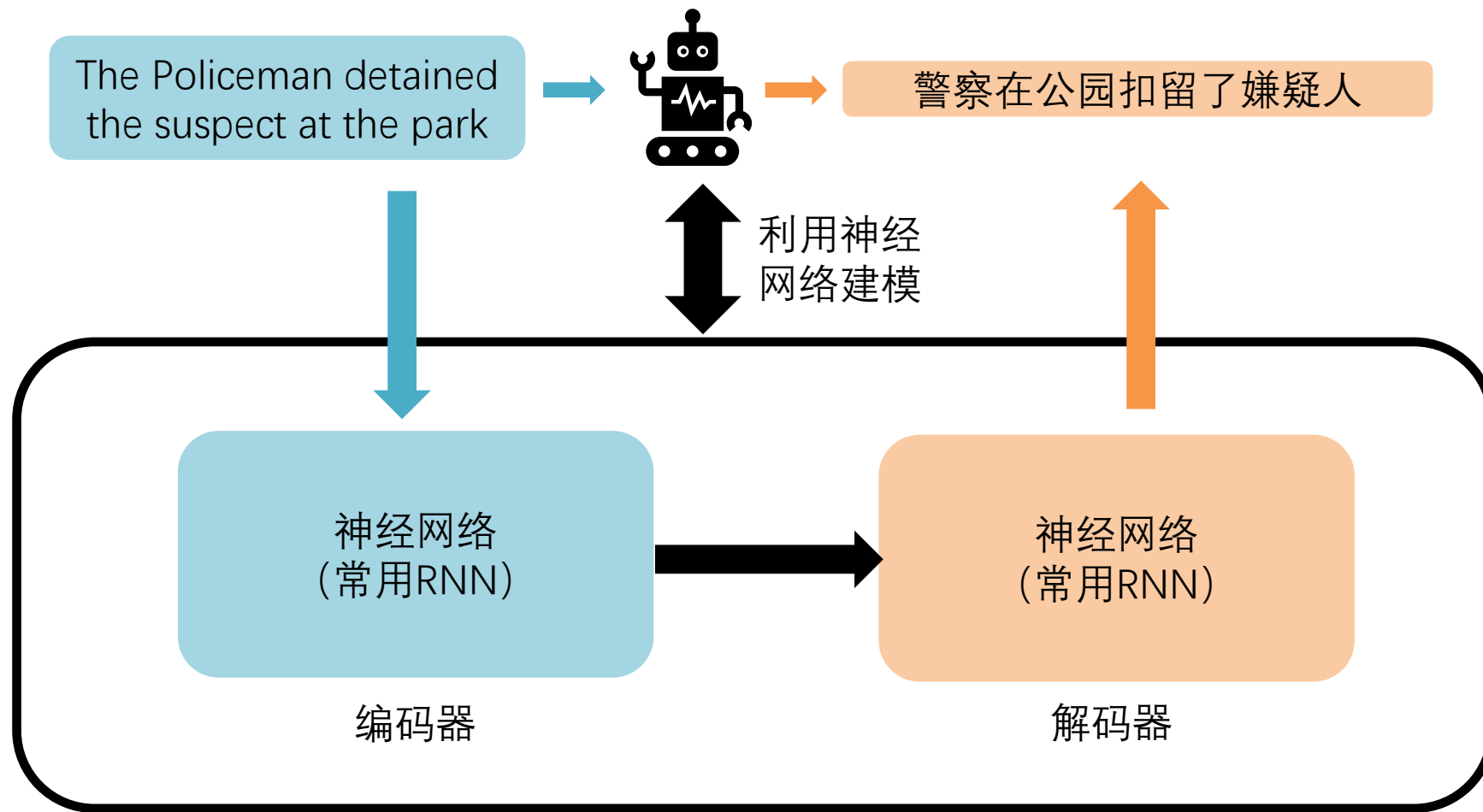
 关系抽取

 多跳问答任务

 知识图谱中的神经网络

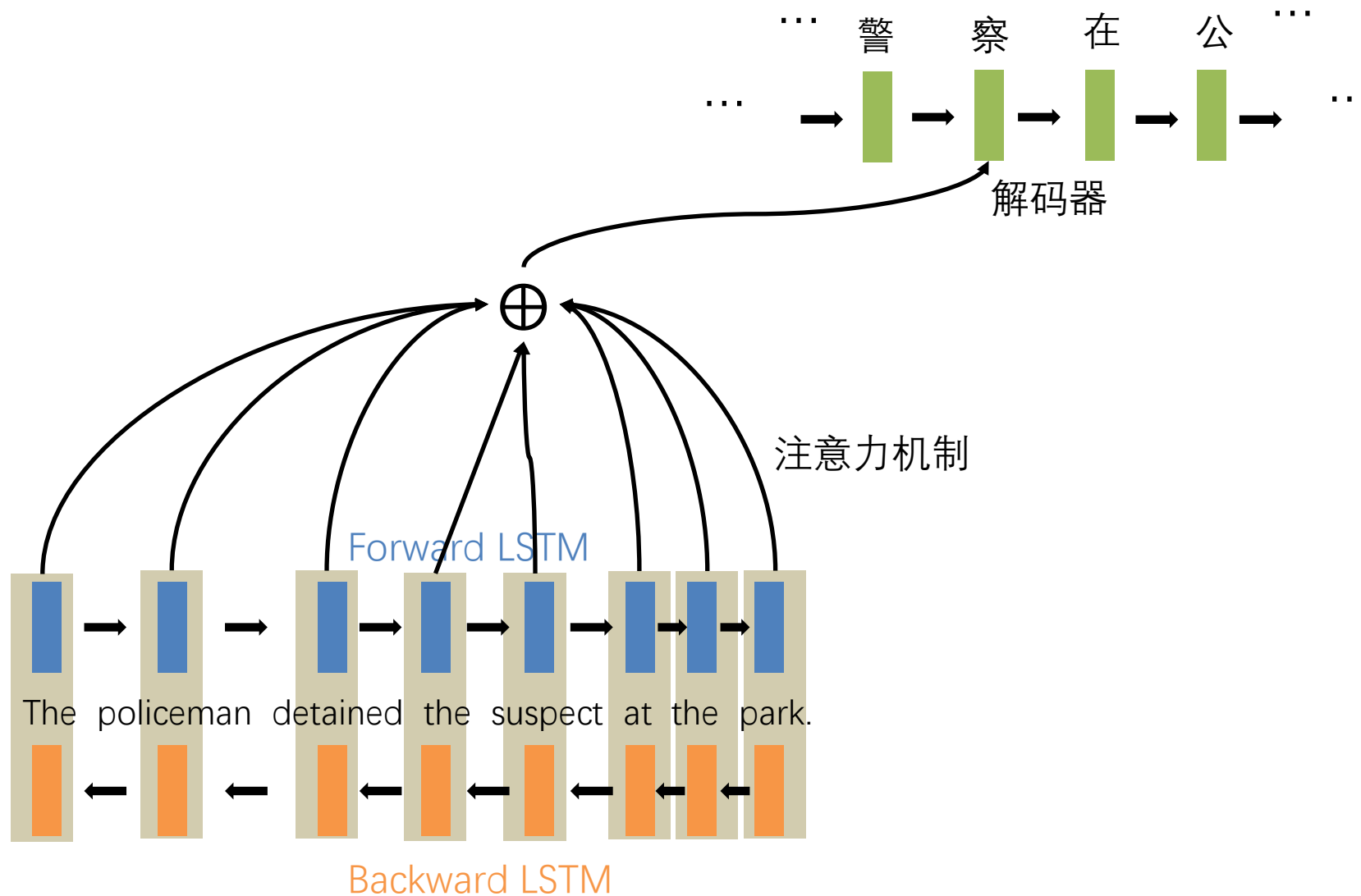


神经机器翻译



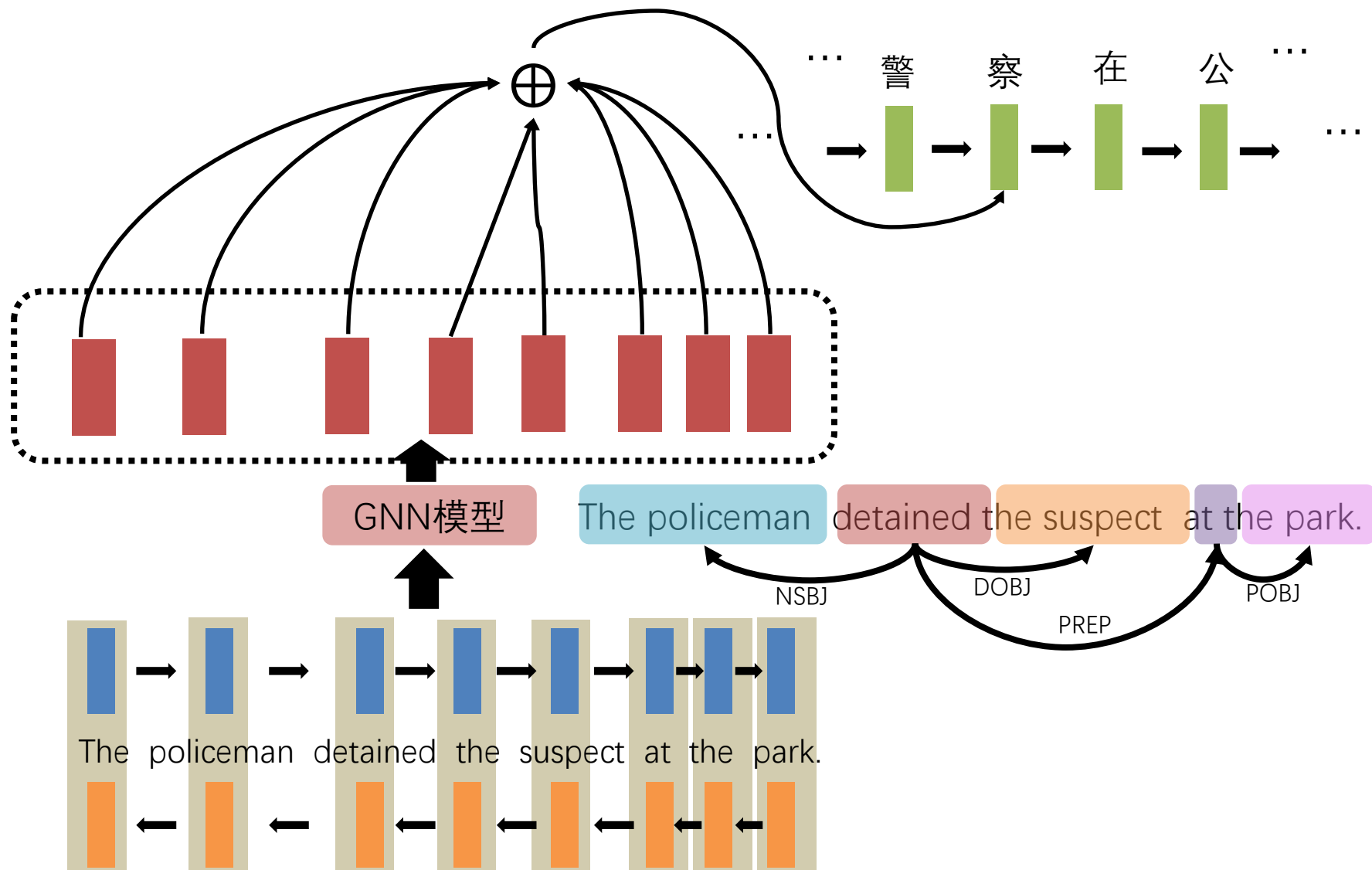


基于LSTM神经机器翻译





利用GNN捕捉语法信息



 语义角色标注

 神经机器翻译

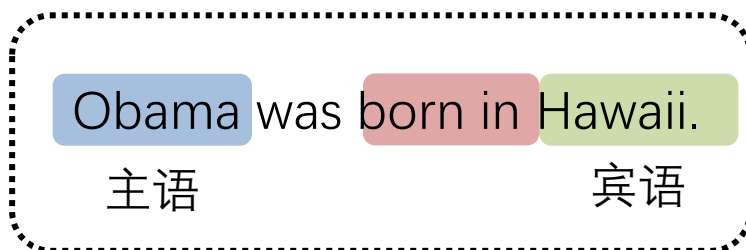
 关系抽取

 多跳问答任务

 知识图谱中的神经网络



关系抽取



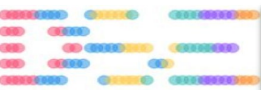
预测关系

Born in

分类任务

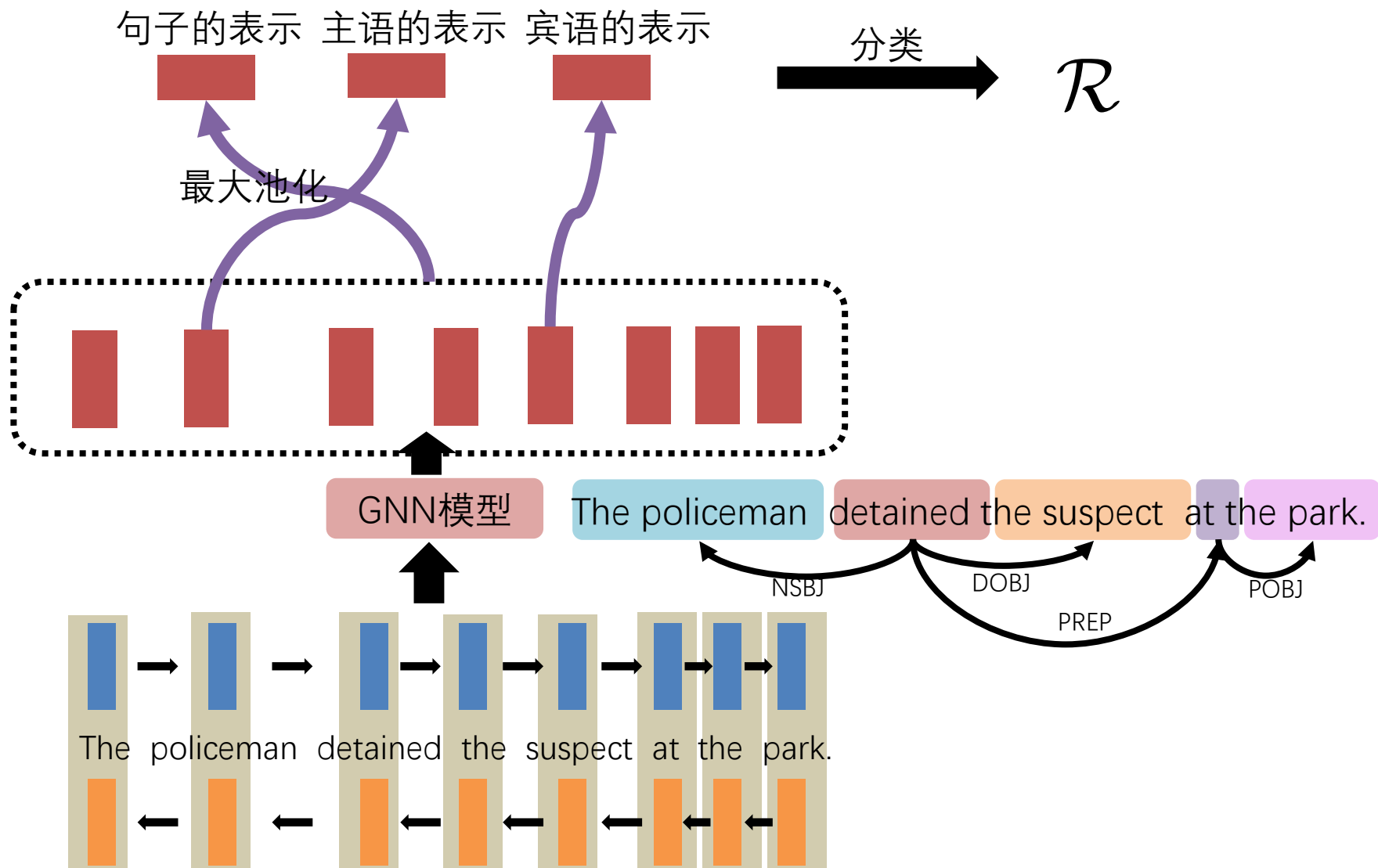
\mathcal{R} : 预设好的关系的集合 (分类任务的标签)

把“没有关系”作为一种特殊的关系加入集合中





基于GCN的关系抽取



 语义角色标注

 神经机器翻译

 关系抽取

 多跳问答任务

 知识图谱中的神经网络



多跳问答任务

The Hanging Gardens, in [Mumbai], also known as Pherozeshah Mehta Gardens, are terraced gardens ... They provide sunset views over the [Arabian Sea] ...

Mumbai (also known as Bombay, the official name until 1995) is the capital city of the Indian state of Maharashtra. It is the most populous city in India ...

The Arabian Sea is a region of the northern Indian Ocean bounded on the north by Pakistan and Iran, on the west by northeastern Somalia and the Arabian Peninsula, and on the east by India ...

问题: {Hanging gardens of Mumbai, country, ?}

候选项: {Iran, India, Pakistan, Somalia, ...}

需要结合不同文档中的信息来作答

构建实体之间的关系图

- 节点: 实体“提及”
- 边: 实体提及之间的关系

利用GNN在这个图上传播信息来进行推理



实体图的构建

The Hanging Gardens, in [Mumbai], also known as Pherozeshah Mehta Gardens, are terraced gardens ... They provide sunset views over the [Arabian Sea] ...

[Mumbai] (also known as Bombay, the official name until 1995) is the capital city of the Indian state of Maharashtra. It is the most populous city in India ...

The [Arabian Sea] is a region of the northern Indian Ocean bounded on the north by Pakistan and Iran, on the west by northeastern Somalia and the Arabian Peninsula, and on the east by India ...

问题: {Hanging gardens of Mumbai, country, ?}

候选项: {Iran, India, Pakistan, Somalia, ...}

利用GNN学习节点表示

计算选择各候选项为答案的概率

节点

问题以及候选项中的实体在这些文档中的提及

边的类型

MATCH

DOC-BASED

COREF

COMPLEMENT



利用GNN进行推理

基于MPNN的滤波

针对于r类型的边的转换矩阵

信息聚合
$$\mathbf{m}_i^{(l-1)} = \mathbf{F}_i^{(l-1)} \Theta_s^{(l-1)} + \frac{1}{|\mathcal{N}(v_i)|} \sum_{r \in \mathcal{R}} \sum_{v_j \in \mathcal{N}_r(v_i)} \mathbf{F}_j^{(l-1)} \Theta_r^{(l-1)}$$

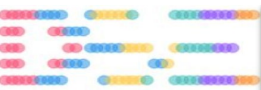
门机制
$$\mathbf{a}_i^{(l-1)} = \sigma \left(\left[\mathbf{m}_i^{(l-1)}, \mathbf{F}_i^{(l-1)} \right] \Theta_a^{(l-1)} \right)$$

信息更新
$$\mathbf{F}_i^{(l)} = \rho \left(\mathbf{m}_i^{(l-1)} \right) \odot \mathbf{a}_i^{(l-1)} + \mathbf{F}_i^{(l-1)} \odot \left(1 - \mathbf{a}_i^{(l-1)} \right)$$

计算选中某个候选答案c的概率

$$P(c \mid q, C_q, S_q) \propto \exp \left(\max_{v_i \in \mathcal{M}_c} f_o \left(\left[\mathbf{q}, \mathbf{F}_i^{(L)} \right] \right) \right)$$

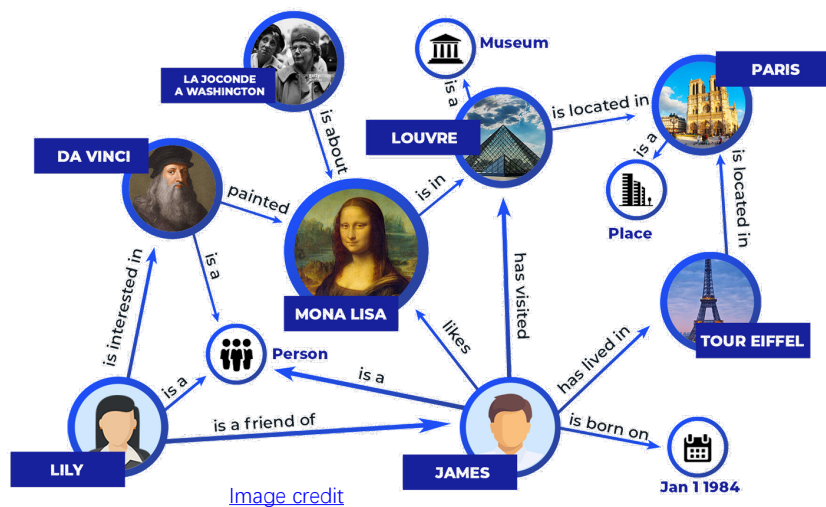
候选答案c在文章中的提及的集合



- 语义角色标注
- 神经机器翻译
- 关系抽取
- 多跳问答任务
- 知识图谱中的神经网络



知识图谱中的图神经网络



知识图谱

- ❑ 不同类型的实体（节点）
- ❑ 不同类型的关系（边）

设计专门针对知识图谱的图滤波操作

将知识图谱转换为简单图

(s, r, t)

(Source, Relation, Target)



针对知识图谱的图滤波操作

Relational GCN

$$\mathbf{F}_i^{(l)} = \sum_{r \in \mathcal{R}} \sum_{v_j \in \mathcal{N}_r(v_i)} \frac{1}{|\mathcal{N}_r(v_i)|} \mathbf{F}_j^{(l-1)} \Theta_r^{(l-1)} + \mathbf{F}_i^{(l-1)} \Theta_0^{(l-1)}$$

参数量与关系数量线性相关

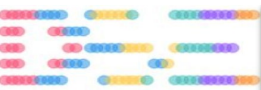
CompGCN

$$\mathbf{F}_i^{(l)} = \sum_{(v_j, r) \in \mathcal{N}(v_i)} \phi \left(\mathbf{F}_j^{(l-1)}, \mathbf{Z}_r^{(l-1)} \right) \Theta_{\text{dir}(r)}^{(l-1)}$$

$$\mathbf{Z}^{(l)} = \mathbf{Z}^{(l-1)} \Theta_{\text{rel}}^{(l-1)}$$

仅考虑三个方向：
正向，反向，self-loop

- ❖ 语义角色标注
- ❖ 神经机器翻译
- ❖ 关系抽取
- ❖ 多跳问答任务
- ❖ 知识图谱中的神经网络



感谢聆听！

Thanks for Listening

