

地图图像智能识别与理解

周熙然¹ 李德仁² 薛勇¹ 汪云甲¹ 邵振峰²

1 中国矿业大学环境与测绘学院

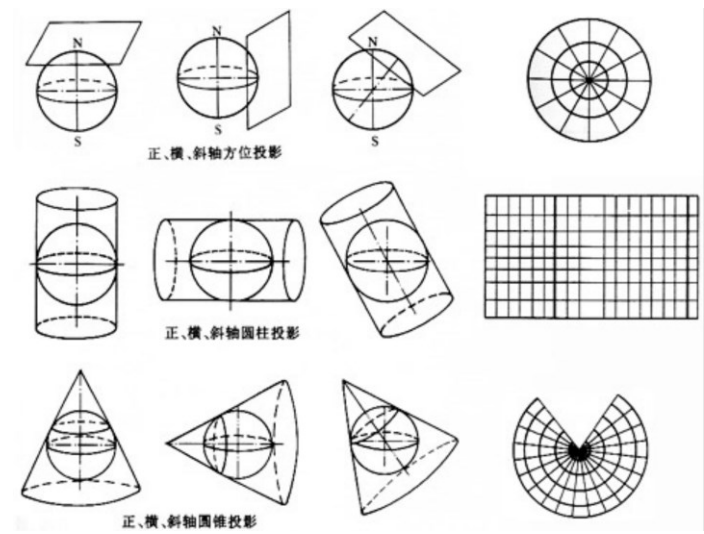
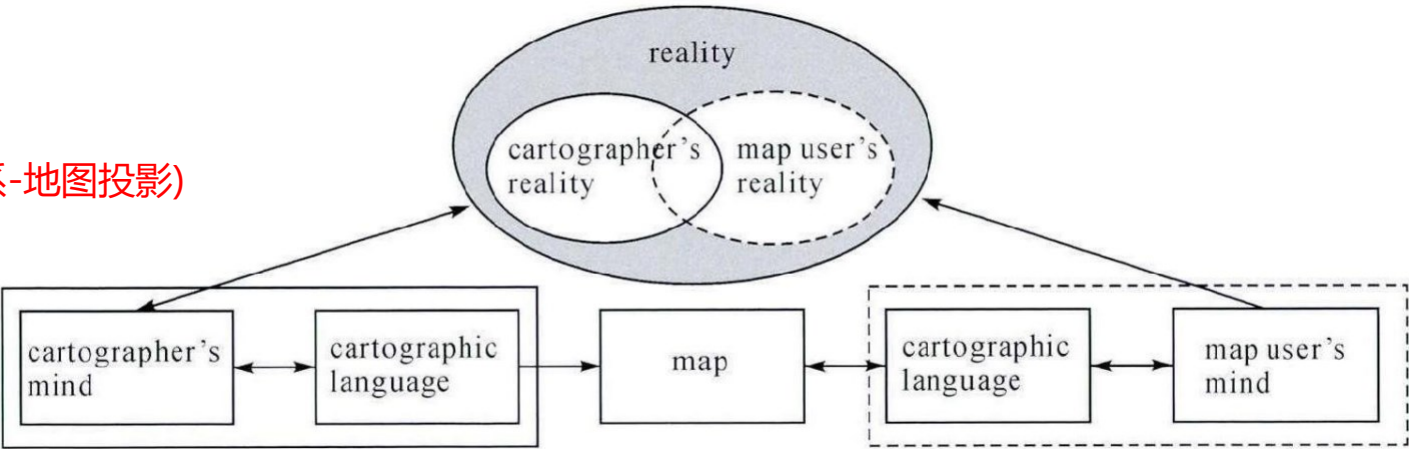
2 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室

《武汉大学学报·信息科学版》

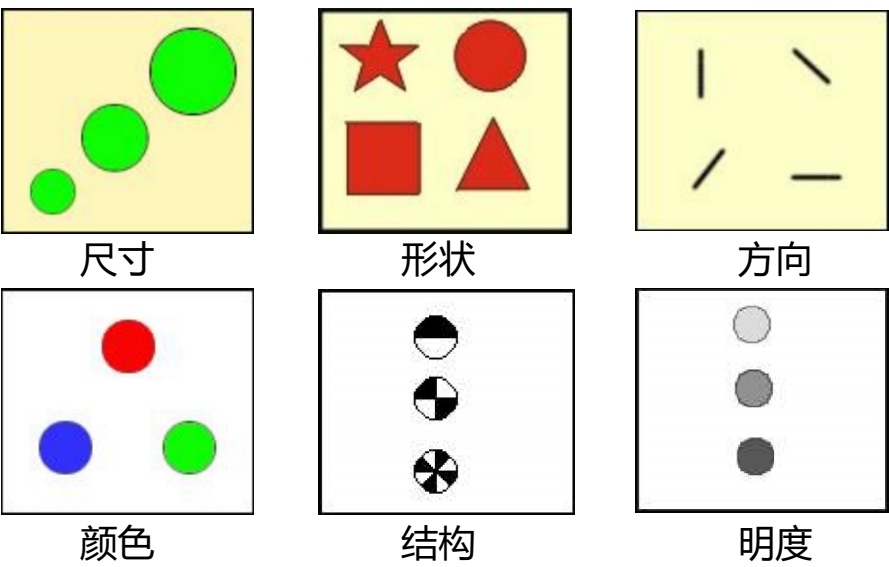
背景/挑战 – 地图识别 – 地图理解 – 未来展望

制图者视角：

- 数学基础(大地水准面-地球椭球体-地理坐标系-地图投影)
- 地图语言(符号/色彩/注记)
- 制图综合
- 地图自动编制
- 视觉感受(信息量、地图载负)



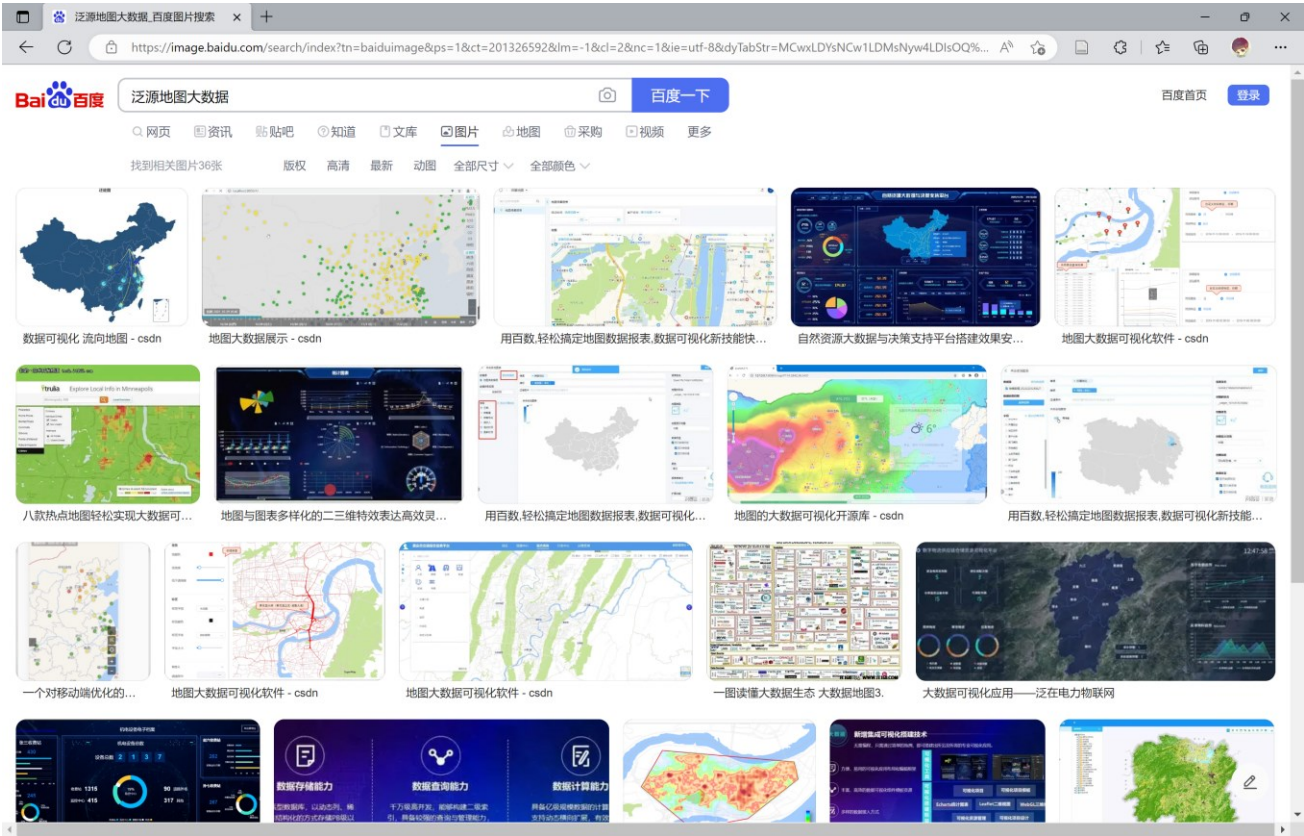
等角、等面积、等距



背景/挑战 – 地图识别 – 地图理解 – 未来展望

使用者/审图者视角：

- 识别地图
- 错误地图发现
- 问题地图

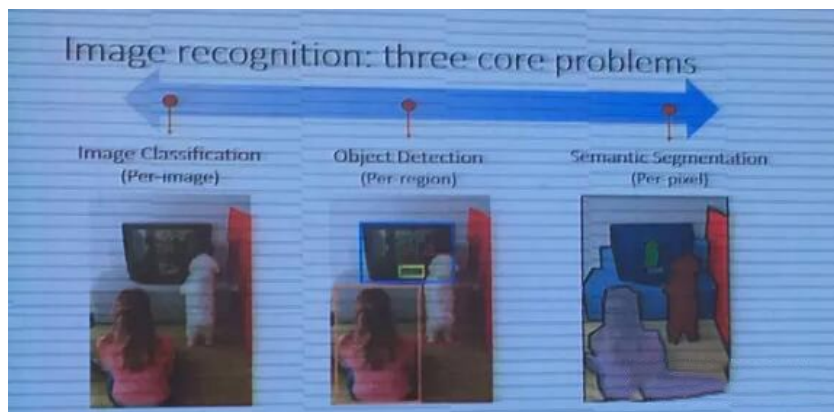
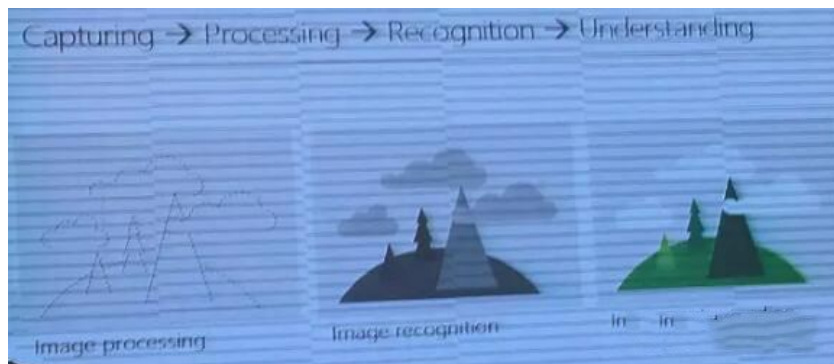


1. 台湾地区
2. 钓鱼岛及赤尾屿
3. 南海诸岛
4. 藏南地区
5. 阿克赛钦地区

背景/挑战 – 地图识别 – 地图理解 – 未来展望

计算视觉:

- 计算智能的一部分 (图灵测试)
- A holy grail of computer vision is the complete understanding of visual scenes. (李飞飞, VG数据集)
- 感知 -> 认知 (芮勇)



地图识别与理解:

- 识别: 运动场、星湖、校园...
- 理解: 武汉大学信息学部



背景/挑战 – 地图识别 – 地图理解 – 未来展望

挑战:

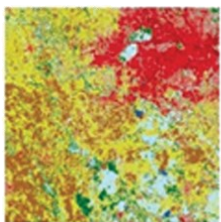
- 泛源地图大数据 (地图视角/地图绘色/地图主题/地图绘制)
- 地图 – 抽象表达/知识; 影像 – 视觉特征
- 地图 – 对象; 影像 – 像素 (考虑内容时 CNN×)



正射角度
彩色绘图
地形地图
平面地图



正射角度
单色绘图
交通地图
历史纸质地图



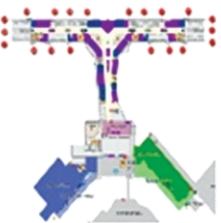
正射角度
彩色绘图
地表分块地图
平面地图



斜射角度
彩色绘图
地形地图
虚拟、三维地图



斜射角度
彩色绘图
城市地图
虚拟、三维地图



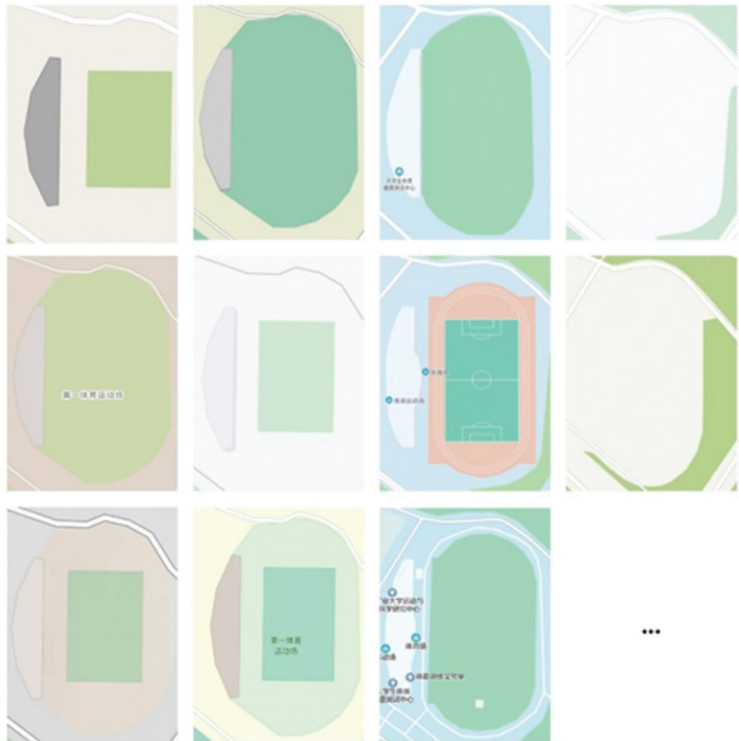
正射角度
彩色绘图
室内地图
平面地图



正射角度
单色绘图
交通地图
素描、线划地图



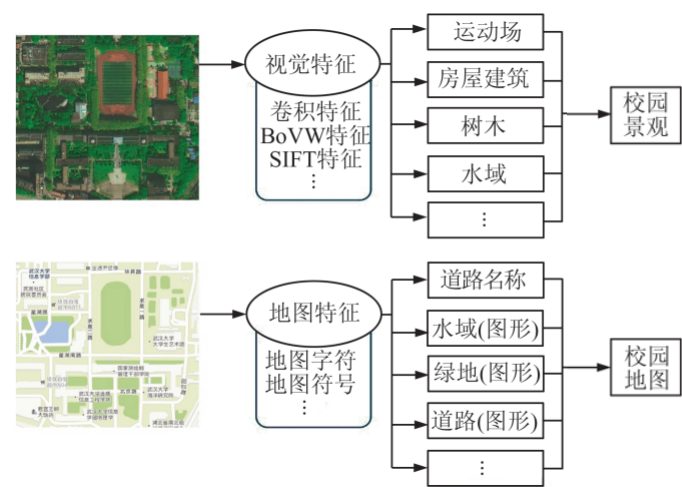
斜射角度
单色绘图
地表分块地图
素描、线划地图



背景/挑战 - 地图识别 - 地图理解 - 未来展望

地图 - 遥感影像:

- 影像：现实地表的直接反映
- 地图：现实地表的抽象表达

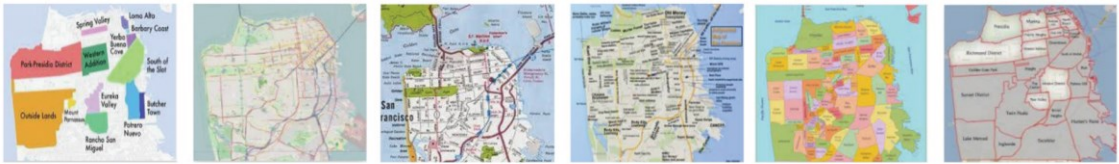


特征 - 个体:

- 地图字符：OCR (Optical Character Recognition)
- 地图符号：不同国家、组织、部门的标准往往不统一

特征 - 局部:

- 地图场景：运动场 - 支撑识别 - 校园 (基于区域而不是像素!)
- 地图对象形态：面状形态；线状形态 (道路网络结构...)



(a) 地图对象面状形态(以旧金山城区为例)

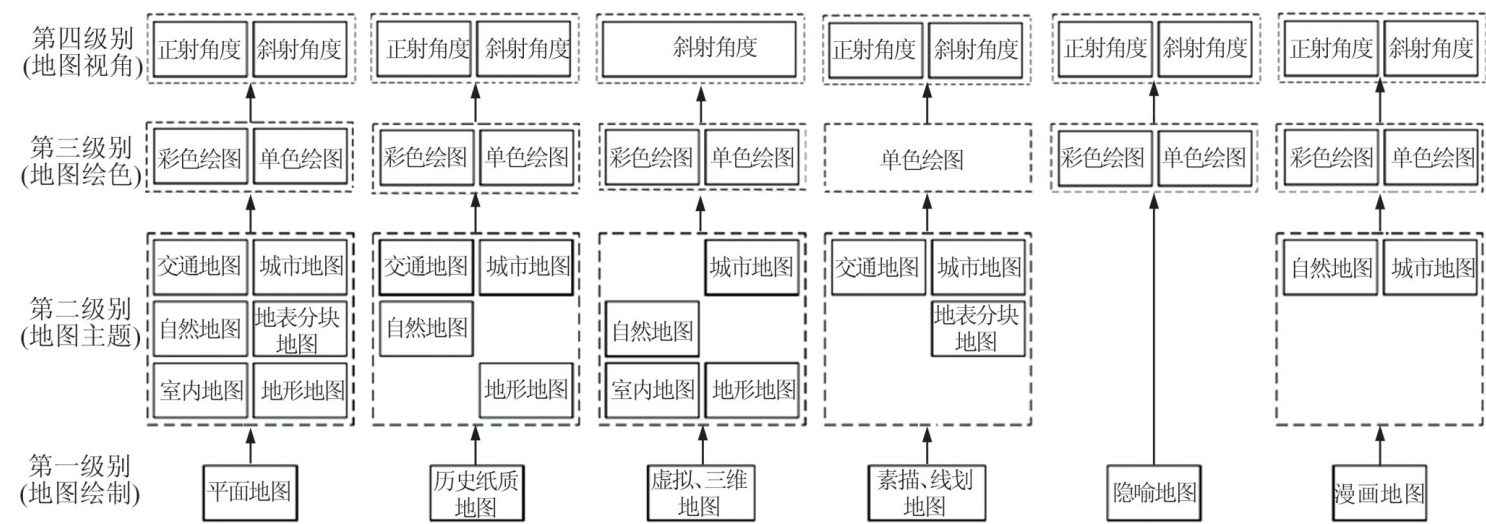


(b) 地图对象线状形态(以北京道路网络为例)

背景/挑战 – 地图识别 – 地图理解 – 未来展望

特征 – 全局:

- 不同主题的地图可能存在相似的地名、道路网络形态等



(a) 地图类别层级

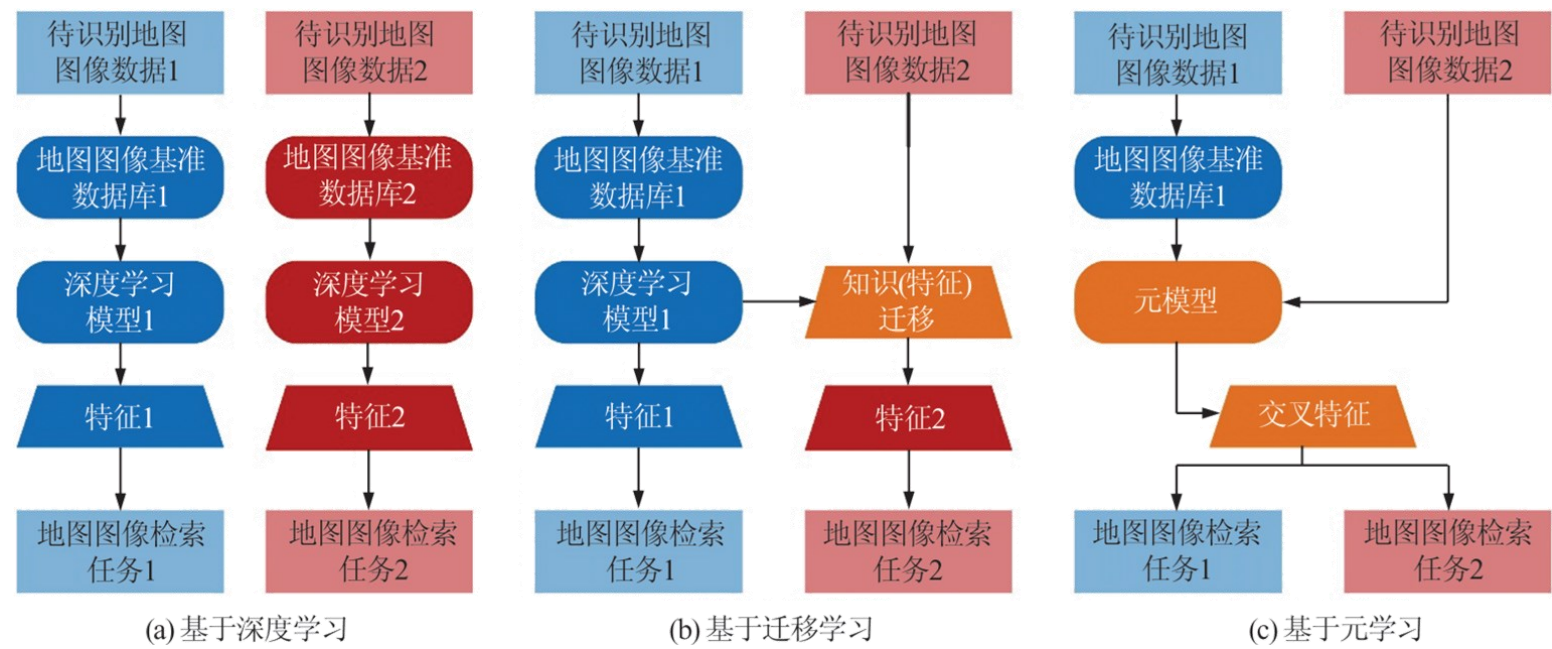


(b) 地图类别样本示例

背景/挑战 – 地图识别 – 地图理解 – 未来展望

识别 – 模型:

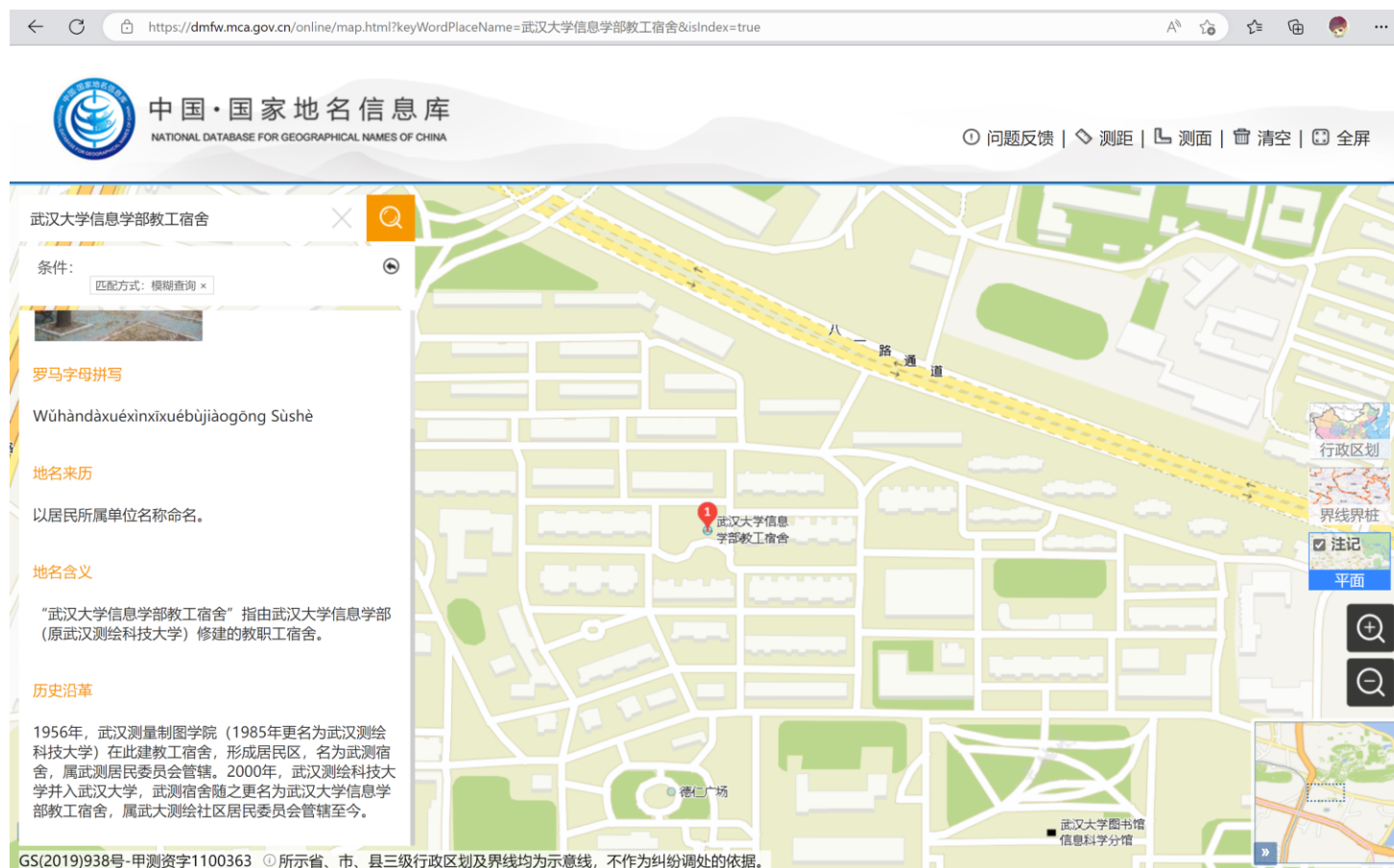
- 基于深度学习：提高模型的泛化能力/可迁移性
- 基于迁移学习/元学习



背景/挑战 – 地图识别 – 地图理解 – 未来展望

方法1 – 地名录:

- 网址: dmfw.mca.gov.cn
- OCR检测结果 - 武汉大学信息学部教工宿舍 – 更详细信息



背景/挑战 - 地图识别 - 地图理解 - 未来展望

方法2 – 领域知识库/知识图谱:

- 考虑因素：层次/类别-实体/坐标/空间关系等

1. 层次

```
geo: 池塘 rdfs: subClassOf geo: 水域
```

geo: 学院 rdfs: subClassOf geo: 大学

```
geo:大学校区 rdfs:subClassOf geo:大学
```

2. 类别-实体

carto: 星湖 rdfs: type geo: 池塘

carto:资环学院 rdfs: type geo:学院

carto: 武大信息学部 rdfs: type geo: 大学校区

carto: 武汉大学 rdfs: type geo: 大学

3. 坐标

carto: 星湖 carto: hasCoordinate carto: {(x₁₁,y₁₁),(x₁₂,y₁₂),...,(x_{1n},y_{1n})}

carto: 资环学院 carto: hasCoordinate carto: $\{(x_{21}, y_{21}), (x_{22}, y_{22}), \dots, (x_{2n}, y_{2n})\}$

carto: 武汉大学 carto: hasCoordinate carto: {(x₃₁,y₃₁),(x₃₂,y₃₂),...,(x_{3n},y_{3n})}

4. 空间关系

geo: 武汉大学 geo: contains geo: 重点实验室

geo: 武汉大学 geo: contains geo: 武大信息学部

geo: 武汉大学 geo: contains geo: 资环学院

geo: 武大信息学部 geo: contains geo: 重点实验室

geo: 星湖 geo: touches geo: 重点实验室



虽没有标明重点实验室，也没有显式说明这是信息学部，但可以推理得知。

背景/挑战 – 地图识别 – 地图理解 – 未来展望

相关应用案例：

- 1. 长时间序列地理空间变化检测
- 2. 地图风格迁移
- 3. 地图错误发现
- 4. 非法地图筛选

