



# 地理空间推理 及其应用

资源与环境科学学院

郭庆胜

# 教材与参考书 (1/3)

- 地理空间推理

- 郭庆胜、杜晓初、闫卫阳著；出版社:科学出版社；出版时间:2006

- 空间推理与渐进式地图综合

- 郭庆胜,黄远林,郑春燕,蔡永香著；出版社:武汉大学出版社；出版时间:2007年

## 地理空间认知

- 罗布·基钦,马克·布莱兹；出版社:测绘出版社；出版时间:2018年11月
- 地理空间的认知和语言学新视角
- 马丁·劳巴尔,戴维·马克,安德鲁·弗兰克,贾奋励,宋国民,田江鹏,陈令羽；出版社:测绘出版社；出版时间:2020年

## 基于Voronoi图的GIS空间关系计算

- 作者:赵仁亮 著；出版社:测绘出版社；出版时间:2000年01月

# 教材与参考书 (2/3)

- 多尺度空间关系理论与实践
- [杜世宏](#)；出版社:[科学出版社有限责任公司](#)；出版时间:2019年12月
- 
- 空间关系理论与方法
- [邓敏](#)，[李志林](#)，[吴静](#)著；出版社:[科学出版社](#)；出版时间:2013年11月
- 
- 空间方向关系理论研究
- 闫浩文；成都地图出版社；出版时间:2003年
- 
- 空间关系模糊描述与组合推理
- 作者:[杜世宏](#),[王桥](#),[秦其明](#)；出版社:[科学出版社](#)；出版时间:2007年
- 
- 多个空间区域间拓扑关系模型的研究及应用
- 作者:[李健](#)；出版社:[吉林大学](#)；出版时间:2017年04月

# 教材与参考书 (3/3)

- **Spatial Similarity Relations in Multi-scale Map Spaces**
- Authors: Yan, Haowen, Li, Jonathan  
三维空间关系的描述及其定性推理
- 作者:刘新 著; 出版社:测绘出版社; 出版时间:2010年07月  
空间群组目标方向关系及计算模型研究
- 作者:王中辉; 出版社:中国环境出版社; 出版时间:2017年05月
- **地图群组目标描述与自动综合**
- 作者:闫浩文,王家耀; 出版社:科学出版社; 出版时间:2009年08月  
**GIS空间关联模式发现**
- 作者:马荣华 著; 出版社:科学出版社; 出版时间:2000年01月
- **基于空间场景相似性的地理空间分析**
- 作者:郭旦怀; 出版社:科学出版社有限责任公司; 出版时间:2016年12月
- **地理空间场景相似性度量理论、方法与应用**
- 作者:陈占龙,吴亮,周林,张丁文,叶文; 出版社:中国地质大学出版社; 出版时间:2016年11月

# 教学方法与考核方法

- **教学目的：**

- 掌握基本地理空间关系的表达方法（模型）和推理方法；熟悉地理空间关系的应用方法。

- **教学方法：**

- 以在课堂上老师的讲解为主线，研究生根据自己的研究方向或者基本教学要求，完成有关教材和参考文献的阅读。

- **教学内容：**

- 地理空间推理的含义和应用前景；地理空间拓扑关系、方向关系和距离关系的多种表达模型；地理空间拓扑关系、方向关系和距离关系的应用方法。

- **考核方法：**

- 1) 试卷型考试；2) 创新型研究报告；3) 分析型读书报告。
- 成绩是分级制度（A+, A, A-, B+, B, B-, C+, .....）





# 地理学的第一定律

- 事物之间是相互关联的，事物之间的距离越近，他们之间的关系就越紧密。空间相关性定律 “All things are related, but nearby things are more related than distant things.” (***Tobler's First Law*** 或者 ***Tobler's First Law of Geography***) 于1970年提出了描述地理现象空间相互作用的规律。
- **可见，** 空间关系在地理研究中具有至关重要的作用。

# 地理学的第二、三定律 (供参考)

- 地理学第二定律 (Goodchild's Second Law of Geography, GSL)。由Michael Goodchild提出，空间异质性定律(Law of Spatial Heterogeneity)，空间的隔离，造成了地物之间的差异，即异质性。（分为空间局域异质性 (spatial local heterogeneity) 和空间分层异质性（简称空间分异性） (spatial stratified heterogeneity)）。
- 地理学的第三定律：主要探讨了地理配置中相似性的使用（变量结构和空间足迹），而第一定律和第二定律研究了距离变化（第一定律的空间相关性和第二定律的空间异质性）。此外，第一定律和第二定律着重于地理相似性或基于一个变量（即空间距离）的差异，而第三定律则着重于许多地理变量的配置相似性。从某种意义上说，第一定律和第二定律可以看作是第三定律的特例。地理景观越相似，主导型地理环境因素越相似。



# 空间的含义

- 空间是一个多义性概念，目的不同，对空间的理解也不相同，因此，现实生活中存在许多不同的空间概念，例如，生活空间、虚拟空间、地图空间和数学空间等。
- 在地理研究中，可以把空间理解为一个范围，这是一种地理空间，是地理现象发生区域的一种定义或划分，是具有地理定位的几何空间。



# (地理) 空间关系的含义

- 空间目标、地理空间目标；空间关系、地理空间关系。这些提法本质上有差异，但是，有时可以看成是一样的。因此，下面再讲解时大家要注意这个问题。
- 王家耀（2001）：从广义上讲，空间关系是人们认识空间形态的途径，反映人们怎样对空间形态进行推理，以及怎样用不同的语言来描述空间形态。也就是说，空间关系需要通过推理方法获得。**从空间推理得到空间关系。**
- 陈军、赵仁亮，1999年：空间关系是指地理实体之间存在的一些具有空间特性的关系，是空间数据组织、查询、分析、推理的基础。**强调空间关系需要描述，然后再应用。**
- Timpf（1999）：在认识空间的过程中人类知道如何本能地抽象掉细节，这是一个必需的生存特征，因为人脑不可能记住我们周围的所有细节。**认知中就有空间关系的判断。**
- 高俊（1997）：地图是人类认识自己赖以生存的环境—空间认知的最主要的且永远不可替代的工具，是我们获取地理空间知识的一个重要工具。**地图表达了空间关系。**



# 认知的含义

- “**认知（Cognition）**”：是认知心理学的一个重要概念。从广义上说，认知与认识是同一个概念，是人脑反映客观事物的特性与联系，揭露事物对人的意义与作用的心理活动。
- **认知**：是人类认识和了解自己生活于其中的世界时所经历的各个过程的总称，包括感受、发现、识别、想象、判断、记忆、学习等。



# 认知科学的应用举例

- **认知科学（Cognitive Science）**：它与认知心理学和人工智能有密切的关系，它在地理信息科学中已引起了广泛的关注，众多GIS学者已研究了地理认知的理论内涵、认知表达和概念模型的特点。
- **Jeremy（2000）**：把认知原理应用到地理数据库表达中。
- **高俊，1992；王家耀等（2000）**：地图学也非常重视空间认知的研究，因为要使电脑模仿人脑制作出优秀的地图，把有关的地理数据有机组织起来，就要弄明白空间环境信息在人脑中是如何进行编码的，以及在制作地图时人的思维记忆过程。

# 地理空间认知的含义与手段

- 认知科学应用到地理信息科学中就形成了“地理空间认知（Geo-Spatial Cognition）”，**地理空间认知**是地理空间目标的大小、形状和方位，以及空间关系等在人脑中的反映。
- Lloyd（1997）认为**地理空间认知**是地理学与心理学的结合，涉及对认知过程进行编码、过程内部的描述和过程的解码。
- **地理空间认知的手段多种多样**，主要有实地考察、阅读文字材料、统计数字、听取报告、观看地图和图片等。其中，地图是地理空间认知最重要的工具，也是地理空间认知的一种结果。地理空间认知也常被简称为“空间认知”。



# 地理空间认知的含义与手段

- **地理空间认知**是对现实世界的空间属性，包括位置、大小、距离、方向、形状、模式、运动和物体内部关系的认识，是通过获取、处理、存储、传递和解译空间信息来获取新的空间知识的过程。
- **地理空间认知主要包括**对地理实体及其空间关系的理解和表示，认知的对象是多维的、多时相的（王家耀、陈毓芬，1999）。





# 地理空间认知的理论

- 空间认知的常用理论包括：
    - 层次性分类理论
    - 3W (What、Where和When) 的认知
    - 命题理论
    - 成像 (Imagery) 理论
- 

# 层次性分类理论和3W认知

- **层次性分类理论**主要是指人们为了组织数据，以及更有效地存储知识而使用的怎样把具有共同属性的实体**进行分类的方法**，把类别从一般到特殊、从低级到高级放在不同的层次中，这在地理信息系统的数据组织中是常用的。
- **3W的知识**存储在相互分离的分类系统中，并且具有独立的知识结构，以便根据不同的目的获取不同的特征。一般地说，**What**涉及实体的标识，**Where**涉及实体的相关空间关系，**When**涉及实体的变化运动以及对过程的探测。**What/Where/When**三个系统在性质上是彼此区分的，但相互交织，尤其是**What/Where**方面的知识是不能完全独立和分离的。



# 命题理论和成像理论

- **命题理论**认为，一个命题是一个抽象的概念结构，这一结构表达了对对象之间的相互关系。命题使用简单的句子来约定。
- **成像（Imagery）理论**认为，影像是空间认知模型的一个必要组成部分。这个理论的基础是图形隐喻，并且图形不同于影像。感知过程把原始空间信息简化为一个更简单的、更有组织规律的形式。当信息被重新组织时，就存储在记忆中，并且能够按照需要被重新聚合，创建类似图形的影像。成像理论强调认知地图的制作过程和功能。

# 地理空间意像与地理思维

- 在地理空间认知中地理空间意像也起到了非常重要的作用。**意像是**人类意识对于物质世界的主动和积极的形象化反映。**地理空间意像**是一种具有自学习能力的具有空间形象感的地理形象化思维模式，它既提供了一种地理信息的组织方式，同时，它又为地理信息、知识提供了一种形象化的表达模式。**地理思维**包括地理抽象思维、地理形象思维以及地理创造性思维（马蔼乃，2001）。



# 空间推理

- 人类对各种事物进行分析、综合并最后作决策的过程中，通常从已掌握的已知事实出发，运用事物之间的相互关系（如因果关系等），找出其中蕴涵的新的更多事实，这个过程**通常被称为推理**。推理是根据一定的原则，从一些已知的判断（前提）合理地得出另一些新的论断（结论）的思维过程。
  - 空间推理是人类空间认知世界的一项基本活动。
  - 空间推理是许多不同领域的专家和学者研究的一个共同问题。
- **空间推理是**从空间知识形式化建模和逻辑推断的角度认识空间。空间认知过程中离不开空间推理，空间推理过程中也不能缺少空间认知规律。
- 空间推理除了具有常规推理的一般共性之外，还具备自身的一些特性。**空间特性是地理空间推理中所考虑的主要特征，这种空间特性是指地理空间实体的位置、形态以及由此产生的系列特征。**



# 空间推理

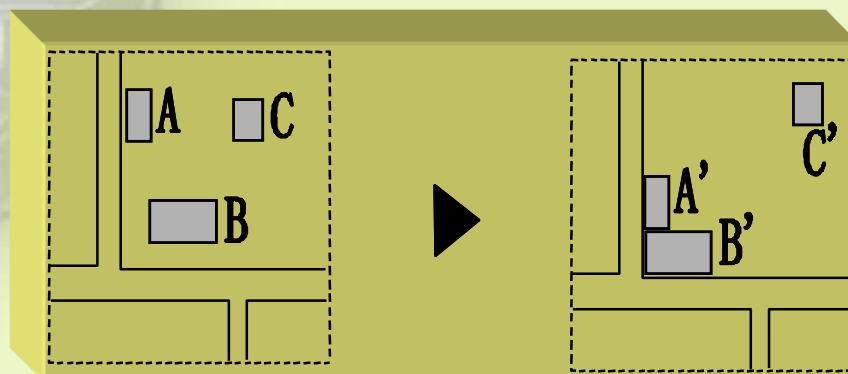
- **空间推理**不仅要处理空间实体的位置和形态，而且应对空间实体之间的空间关系进行处理。
- **空间推理也是**使用空间目标的位置、形状和方位等信息以及这些目标之间的空间关系解决空间问题的有效方法，每种空间推理方法必须有实体特定的空间概念集及相应的推理规则；
- **空间推理是从空间事实和空间关系推导空间知识的一个过程，**
  - 空间事实是有关诸如存在物、描述特征和位置的事实，
  - 空间关系是空间中实体之间的关系，如相交，连通等，
  - 空间知识可以表示为：空间知识=空间关系+语义。



# 空间关系的定义

- 空间实体之间的关系除了一般的数值和逻辑关系外，还有拓扑、距离、方位、相似等关系。
- 空间关系主要是由两个空间实体的几何位置和形状所决定。
- 空间关系的分类方法有多种，主要包括
  - 空间拓扑关系、
  - 空间方向（或方位）关系
  - 空间距离关系
- 这三类空间关系也可以分别称为空间拓扑关系、空间顺序关系和空间度量关系。
- 从广义上讲，空间关系所包含的内容比较丰富，例如：空间拓扑关系、空间方向（或方位）关系、空间距离关系、空间邻近关系、空间相似关系、空间相关性等。

# 基础空间关系的含义



分离 (A, B) → 相切 (A', B')  
 分离 (A, C) → 分离 (A', C')  
 分离 (B, C) → 分离 (B', C')

西北 (A, B) → 北 (A', B')  
 西 (A, C) → 西南 (A', C')  
 西南 (B, C) → 西南 (B', C')

近 (A, B) → 零距离 (A', B')  
 近 (A, C) → 远 (A', C')  
 近 (B, C) → 远 (B', C')


拓扑关系

方向关系

距离关系



# 基本空间单元

- 空间关系是指基本空间单元之间的具有空间特性的关系，它反映了所有基本空间单元在空间上所存在的关系，这种关系可以是两个简单的基本空间单元之间的关系，也可以是基本空间单元集合所呈现出来的空间模式或排列规律。
  - 这些基本空间单元可以有不同的定义，也正是这个原因，很多学者提出了许多不同的空间关系定义方法和推理（或计算）方法。
- 



# 空间关系推理

- 空间关系的类型很多，但复杂的空间关系应当可以从简单（基本）空间关系集合上推理得到，或者从空间数据集合中计算出。

## 空间关系推理的主要内容如下：

- 已知 $A$ 与 $B$ 、 $B$ 与 $C$ 之间的空间关系，可推理出未知的 $A$ 与 $C$ 之间的空间关系。
- 已知空间目标集合中的基本空间关系，推理出该空间目标集合的复合型空间关系。
- 从空间目标集合中计算出空间结构信息或更抽象的空间知识。
- 从详细的空间关系集合中推理出抽象的空间关系。



# 空间关系抽象

- **空间关系抽象**是指按照详细程度由高到低认识和表达空间关系的过程。
- 地理工作者在认识地理环境的过程中，往往会从不同的尺度去研究。为了使地图能从不同的抽象程度上表达地理空间关系，正确传输地理知识，**在地图综合中强调空间关系的抽象是非常必要的。**
- **Wu (1981)** 就提出了地貌的结构化综合，这种结构就是一种空间分布模式，一种空间关系。
- **图形示意化 (Graphic Schematization)** 更清楚地说明了空间关系的抽象在地图制图中的重要性，在图形学 (Graphics) 和语言中，示意化 (Schematization) 是强调某个方面，并不强调其他方面的一种重要方法，示意地图 (Schematic Map) 可以被看作是传统地图的一种变形。在地图上为了保证较小地理要素的清晰性，就必须夸大，表达也需要简化，这种简化也可以认为是一种示意化 (Klippel、Richter、Barkowsky和Freksa, 2005)。