

第五节 数据的不确定性原理



知识点



数据不确定性理论概述

空间位置和属性的不确定性

拓扑关系的不确定性

空间分析中的不确定性

地理空间数据不确定性信息管理

地理空间数据的不确定性原理

基本概念

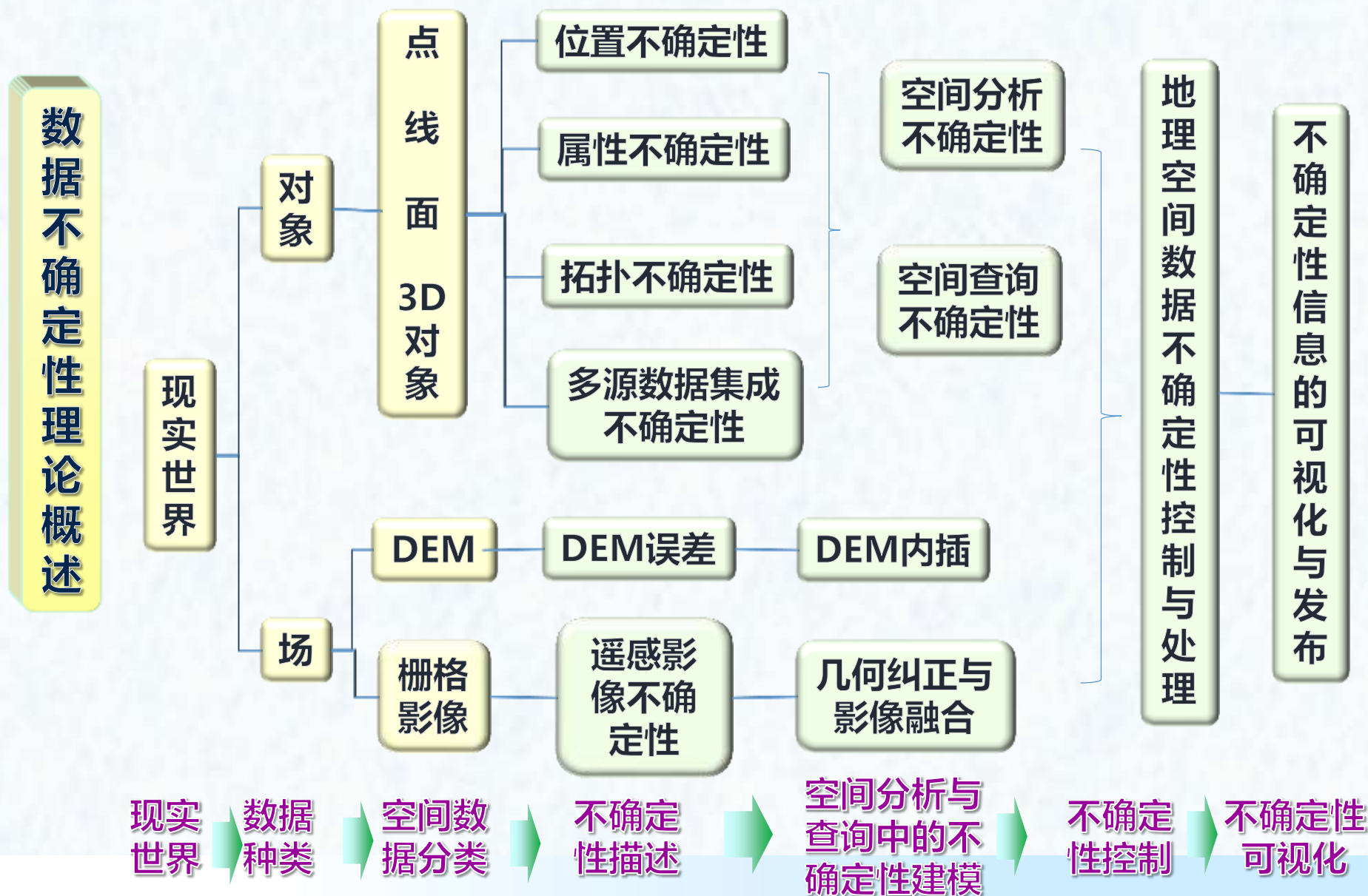
数据不确定性理论概述

数据不确定性 (uncertainty) 主要指数据“真实值”不能被肯定的程度。从这个意义看，数据不确定性可以看作是一种广义误差，但它比误差更具有包容性与抽象性。



香港理工大学
史文中教授

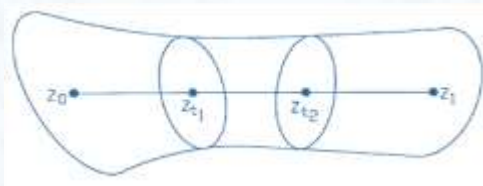
地理空间数据的不确定性原理



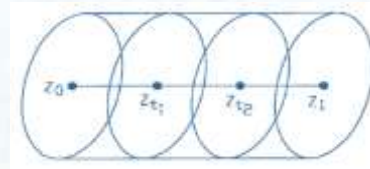
地理空间数据的不确定性原理

线状空间要素不确定性理论与模型

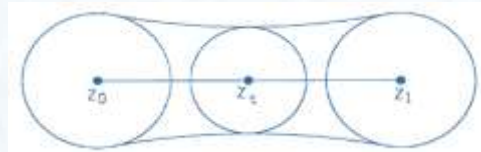
G-带 误差 模型



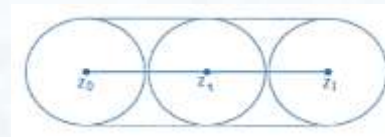
(a)



(b)



(c)



(d)

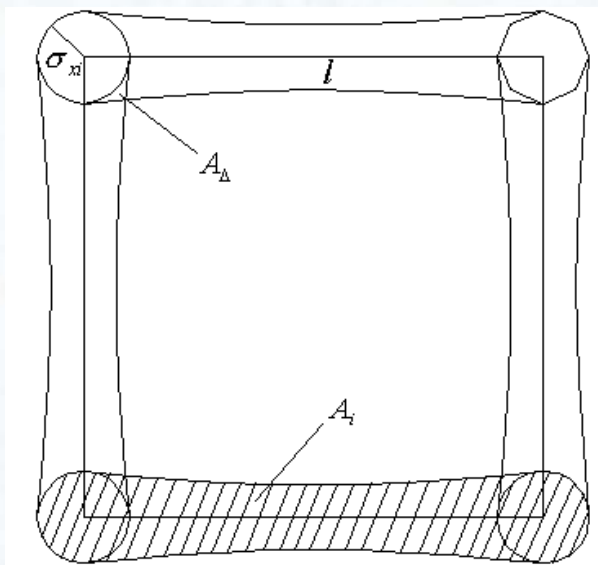
- 根据随机过程理论，G-带模型建立了两端点位置误差相关时的线要素位置不确定性模型。
- 线要素上任意点的误差各向同性、各向独立等解析特性。
- 误差带的几何形状与宽度取决于线端点的误差大小及其相关性。

A stochastic process-based model for the positional error of line segments in GIS” (2000) , 《International Journal of Geographic Information Sciences》

地理空间数据的不确定性原理

面状空间要素不确定性理论与模型

空间位置和属性的不确定性



- 从理论上证明了多边形面积标准差和面元误差带面积这两个不同的面元误差指标。
- 面要素的位置不确定性可由其边界的位置不确定性来确定。因此，多边形边界的误差模型可用以解决多边形面域的误差分布。

“GIS空间数据面元与线元不确定性的关系”（2005），
《武汉大学学报信息科学版》

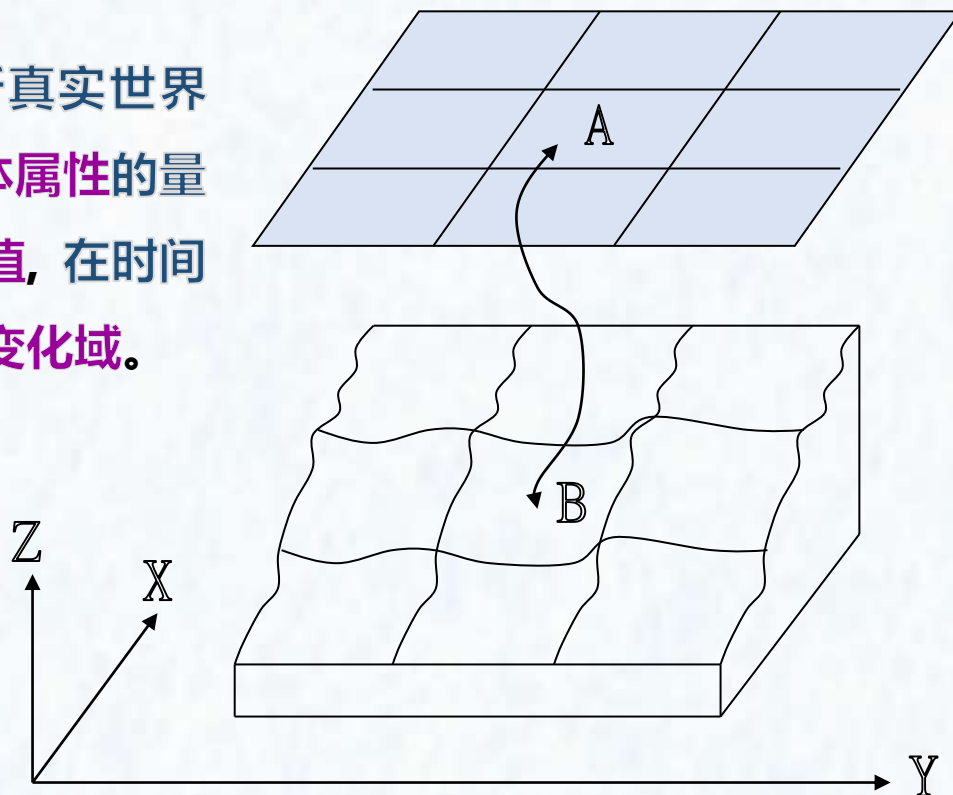
地理空间数据的不确定性原理

空间位置
和属性的
不确定性

基本概念

属性 不确定性

在采集、描述和分析真实世界中客观实体的过程中, **实体属性**的量测、分析值围绕其**属性真值**, 在时间和空间内的**随机不确定性变化域**。



地理空间数据的不确定性原理

属性不确定性的传播理论模型

空间位置
和属性
的不确定性

- 基于多源数据的空间分析需要。
- 基于人工智能中的确定因子方法, 以及最大似然分类中的概率矢量, 提出属性不确定性的传播理论模型。
- 应用于基于多时态遥感影像动态变化检测中的不确定性及其传播的估计。



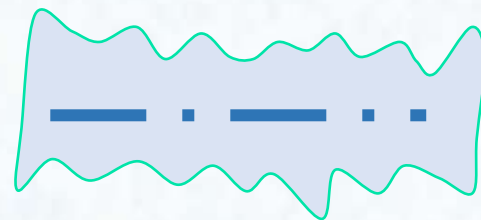
“Determining Uncertainties and Their Propagation in Classified Remote Sensed Images-Based Dynamic Change Detection”, 《International Journal of Remote Sensing》。

地理空间数据的不确定性原理

空间位置 和 属性的 不确定性

“S带模型”

- “S-带” 模型模型用于集成位置与属性不确定性 (PAT)。 “S-带” 模型具有两个层次：(a) “S-带” 理论模型, (b) “S-带” 实用模型。
- “S-带” 理论模型指出PAT不确定性与位置不确定性、属性不确定性以及两者之间的关系有关。
- 实用的 “S-带” 模型给出了两种具体算法：
 - 基于概率论的方法
 - 具有概率论解释的确定因子方法



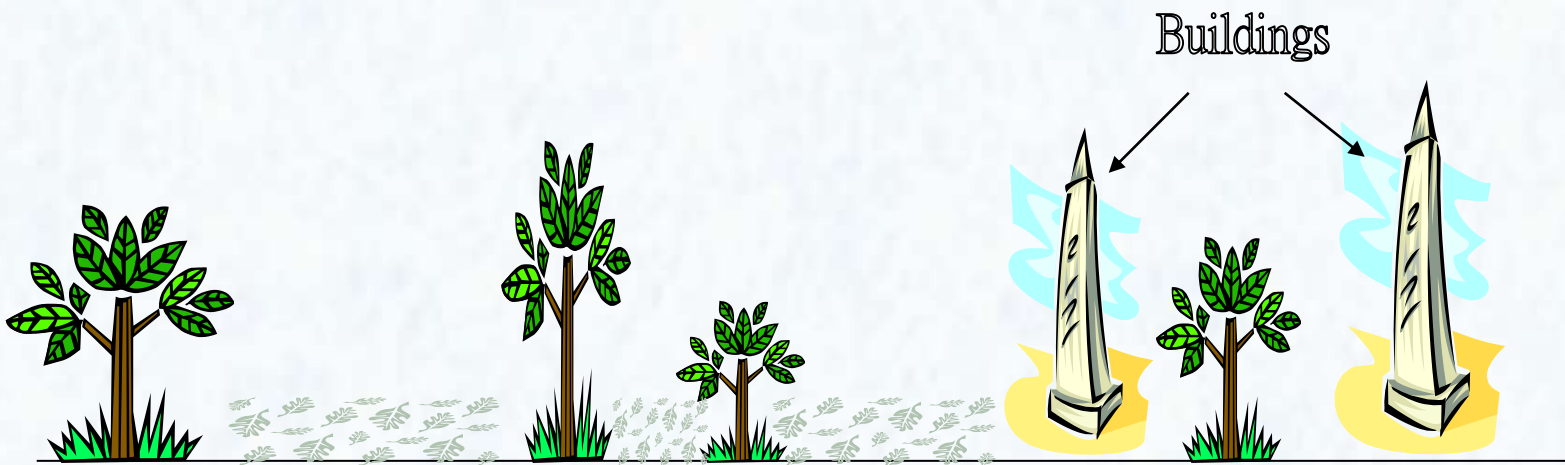
“S” 带

地理空间数据的不确定性原理

不确定性拓扑关系理论

拓扑关系的不确定性

地理实体的拓扑关系的分析值围绕拓扑关系的真实情况, 在时间和空间内的随机不确定性变化域。

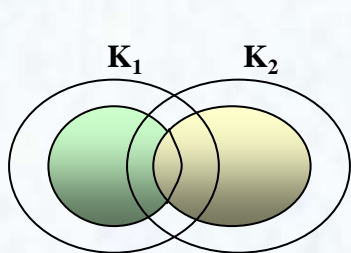


地理空间数据的不确定性原理

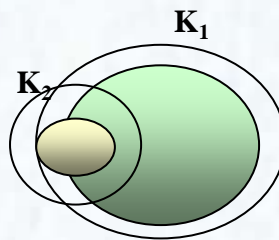
GIS目标的模糊拓扑关系理论

拓扑关系的不确定性

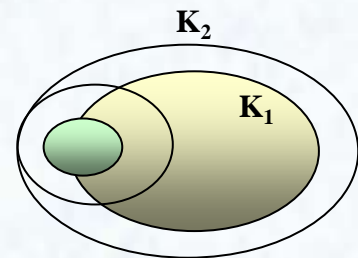
- 利用准一致性和准差异性建立的量化关系，可描述模糊目标的叠置，这是对传统模糊拓扑的改进——从定性地描述拓扑关系，到定量地描述出其关系的量值。
- 可以应用到GIS 分析中，例如SARS传染病的影响范围的研究。



overlap



Nearly cover



Nearly coveredBy

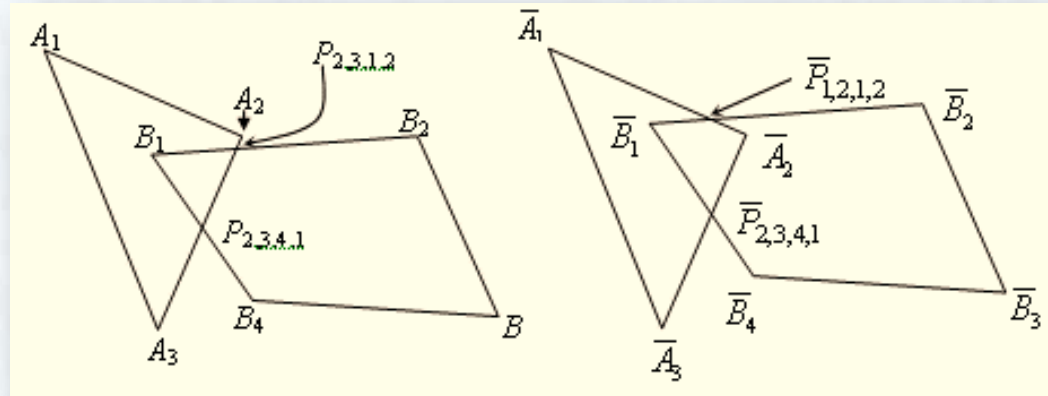
“Modeling fuzzy topological relations between uncertain objects in GIS”

《 Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 》

地理空间数据的不确定性原理

叠置分析的不确定性

空间分析中的不确定性



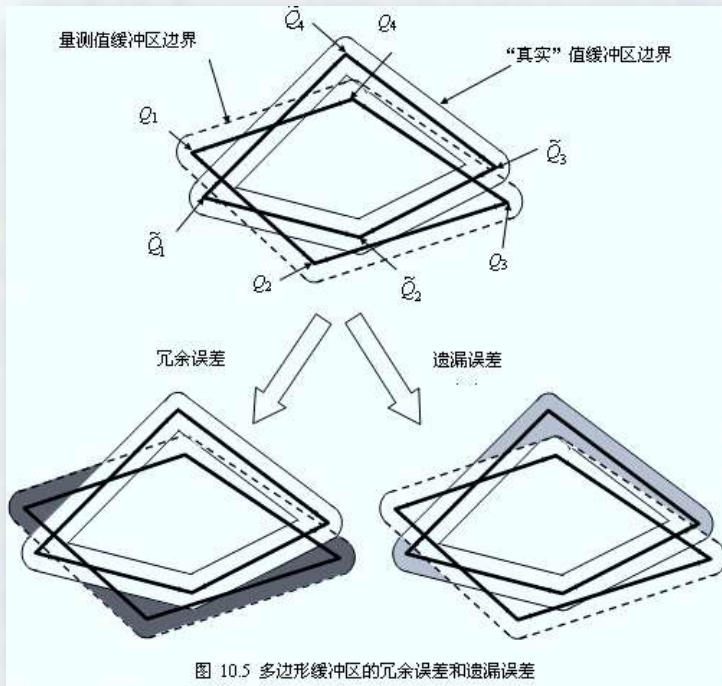
- 针对传统的叠置分析模型都是在每幅源图层中同名点的分布假设，提出了叠置分析中同名点元的广义的不确定性模型，其不要求原始数据服从正态分布。
- 基于广义假设条件，定义了生成多边形的周长和面积以及源多边形的交点等的不确定性指标。
- 两种叠置分析生成的多边形的不确定性建模理论 — 解析方法和模拟方法，用于估计出叠置分析的不确定性指标。

“Modeling error propagation in vector-based overlay spatial analysis”,
《ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing》

地理空间数据的不确定性原理

空间分析中的不确定性

缓冲分析的不确定性



- 三类不确定性指标：冗余误差、遗漏误差和标准化偏差面积。
- 标准化偏差面积指标是针对缓冲区“真实”位置与量测位置相互不重叠情形下缓冲区不确定性的评估方法。

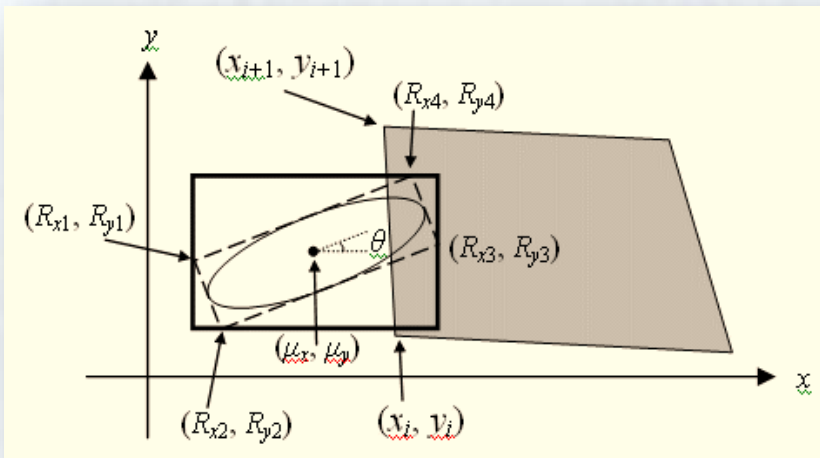
矢量缓冲区的位置不确定性评估的通用模型

“Modeling error propagation in vector-based buffer analysis” ,
《International Journal of Geographic Information Science》

地理空间数据的不确定性原理

点在多边形上的查询

不确定性空间查询方法



- 利用统计分布描述点位置不确定性和多边形顶点的位置不确定性。没有限制源空间物体不确定性服从某一分布。
- 根据或然率理论提出了一个解析方法，计算不确定点落在不确定多边形的或然率。

A probability-based uncertainty model for point-in-polygon analysis.”
《GeoInformatica》

地理空间数据的不确定性原理

不确定性信息发布

空间数据不确定性信息管理

根据Web Service作为构建基于互联网络的分布式计算环境的技术。

基于Web Service技术的GIS不确定性信息服务及元数据发布的方案。

- 基于Web Service的GIS数据质量信息服务系统的架构设计
- 基于Web Service的不确定性信息服务的技术框架
- GIS数据质量信息元数据网络服务
- GIS数据不确定性信息发布应用的解决方案





谢谢大家！

