**附I：报告模板样式**

**中南大学地球科学与信息物理学院**

**《空间信息服务原理与方法》课程报告（作业）**

**三维空间信息服务发展与现状**

组长：周学超[0106170207]

组员：许娅婷[0106170109]

夏禹[0106170218]

2021年1月

# 绪论

在我国城市化、数字化、智能化进程逐步、快速推进的背景下，政府部门对城市扩张、规划、管治等方面提出了更高的需求。仅依靠二维空间信息技术进行的分析及可视化工作，已经无法应对城市综合管理过程中所面临的诸多问题与困难，必须大力发展三维空间信息可视化及分析技术，展现“天空地海、自外向内、全局精细”的细节层次，以促进城市多角度、多方位、多层次的精细管理，解决城市发展过程中面临的不均衡、不协调、不充分、不智能等问题。

三维空间信息服务，既打破了二维空间信息可视化中的“多图一体”的展示方式，又不局限于三维空间外观的展示，它从全局和局部两个角度对三维空间的整体特征和局部细节进行描述，充分地表达“天空中的飞机卫星、气候变化，地表的建筑结构、植被道路、人员流动、地质变化，海洋的生态环境、水体污染、鱼群迁徙”等三维空间信息，形成一种与现实空间孪生的立体数字空间，打造一个能够快速相应的、真实可视化的、便于应用的三维信息服务系统。

三维信息服务系统，既是一个数据综合管理、服务便捷打造、分析智能融合的综合系统，也是一个物体渲染、场景模拟、分析预测的的仿真平台，这归功于该系统对三维场景的真实逼近程度，使得它在交通智能模拟、建筑规划设计、景区人流管控、灾害应急处理等领域广泛应用。

# 国外研究现状

可以按文献时间线索介绍当前国外研究现状、使用现状，以及研究趋势和存在的问题。

# 国内研究现状

## 研究现状

从狭义上讲，三维空间信息服务是指基于三维空间数据，借助于计算机软硬件的帮助，实现数据的三维可视化展示与空间分析，实现为人类生产生活提供帮助的服务；从广义上讲，三维空间信息服务泛指一切和三维空间信息有关的服务，依据平台来划分，可以分为Web三维空间信息服务、桌面三维空间信息服务和移动三维空间信息服务。

当今世界，计算机技术的飞速发展推动了RS、GPS、摄影测量等一系列快速空间数据获取技术的发展，直接或间接地促进了三维空间信息服务的进步，政府部门与企业对自然地理资源、生态环境信息、城市功能区域等空间信息日益重视，也为三维空间信息服务的发展提供了强有力的支持，使得三维空间信息成为了世界各国政府部门、企业高校等十分关注的热点领域。其产业规模在全球范围内日益扩大，在各行业及人们的生产生活中发挥着至关重要的作用。

空间信息服务系统的发展依托于计算机软硬件的蓬勃发展，因此，尽管上世纪60年代就有了二维的空间信息制图服务，但是直到上世纪90年代后三维空间信息服务才得到充分发展，这是因为三维信息服务系统具有的图像直观性、数据海量性、结构复杂性等性质决定的：

1. 图像直观性：必须以足够直观的方式，展现三维空间信息、并且能够利用强大的GIS分析技术，对空间数据进行快速分析，以获取数据中隐藏的信息；
2. 数据海量性：相对于二维空间数据，三维空间数据的数据量得到了一个极大地提升，因此必须要有足够强大的数据库管理系统作为支撑；
3. 结构复杂性：真三维空间数据的数据存储结构，不是对二维数据结构的简单扩展，而是一种有着更多数据类型和空间关系的复杂数据结构。

三维可视化的研究开始有上世纪80年代末，早期的研究主要存在于地学相关领域，建立地质体的数字模型和使用空间分析对于地质学家分析和寻找矿产资源有着极大地助益，但是由于技术等多方面因素的不成熟，其功能相对较为单一。按照记载，最早的三维信息系统仅包括矿产资源可视化、最近邻分析等在内的简单功能。

然而，三维显示和空间信息查询等功能并不能满足人们探索及重现复杂现实空间因素的需求，伴随着计算机技术如数据库、图形学等技术的快速发展，以数据库为基础的，面向海量空间数据存储、管理、分析及可视化的三维信息服务系统应运而生。经过了几十余年的发展，在许多领域进行逐步应用，并取得了丰硕的成果。

在交通智能模拟中，它可以用于道路车流估计、路灯时间规划，帮助我们减少道路拥挤；在军事演练中，它可以用于作战地形分析，模拟战场上的真实地理环境；在城市扩张过程中，它可以用于建筑规划设计，优化社区及商场功能布局；在楼盘销售中，它可以降低看房售房的时间和路途成本；三维信息服务还可以用于灾害应急应对、产品追踪溯源和其他诸多领域。由此可见，三维信息服务的研究在国家、企业、社会生产生活过程中扮演着极其重要的角色。

## 使用现状

在现实世界中，人类所接触到的信息绝大多数都是与空间位置有关的信息，但由于人类直观认识的局限性，需要一种更便捷的理解和分析空间信息的方式。建立三维信息服务系统有助于克服二维图像的符号抽象、认知困难、形式单一等为题，所以在帮助人类更好地理解和分析空间信息等方面发挥着重要作用。此外，三维信息服务平台支持更加生动的交互方式、更加自然的场景渲染和真实的物理引擎，具有极高的学术价值和广阔的应用市场。主要应用于：

构建三维战场虚拟环境，反映作战区域的地形地貌、地理态势、环境特征、要素实体等，使其更加逼近真实战场状况；

搭建虚拟训练和仿真环境，解决了真实仿真环境构建成本高、训练难度大和危险程度高等问题，可以为科研研究和工业应用提供测试平台；

智能规划城市空间，通过城市三维可视化，对城市规划方案进行真实、直观的展示，通过交互、评估、修改等措施，不断完善城市规划方案，优化城市功能配置。

虚拟现实娱乐游戏，利用虚拟现实技术，不仅能实现包含丰富细节信息的风景、游戏场景构建，还可以尽量模拟人类感知，达到人类与虚拟现实交互的真实逼近。

三维空间信息服务将GIS、CS、CAD、GNSS、RS、互联网和虚拟现实等技术融为一体，实现对三维空间数据的采集、输入、存储、编辑、显示、分析等手段，使得用户能够更直观、更便捷的获取空间信息，用于生产生活决策。三维空间信息服务已经在地质勘探、地产登记、虚拟仿真、城市规划等诸多领域扮演着重要角色。

## 研究趋势

当前三维空间信息服务的研究方向主要包括三维可视化和三维空间数据库两个方向。在三维可视化方面，研究者面临的主要问题包括地形地貌、建筑房屋、自然景观和表面纹理的构建，以及超大规模场景渲染等。在三维空间数据库方面，研究者们面临的主要问题是寻找合适的三维数据结构，利于数据存储、操作编辑和显示分析。三维信息服务系统正在随着技术的发展而日益革新。在国内，包括适普、灵图、吉奥、51world等许多大型科创公司都在积极探索三维空间信息服务发展之路，但受到三维空间信息本身的复杂性和软硬件条件的局限性，三维空间信息服务在数据采集、组织管理、分析运算、查询显示等方面仍需要更加深入的研究。其中几个主要的研究方向包括：

1. 建立实用的三维数据模型，支持更有效的数据存储管理，以及快捷的数据存取、操作编辑和分析显示等；
2. 多尺度三维可视化，现有的三维可视化不能够很好地展现三维实体在多个层次上的细节特征，这也是三维可视化研究的热点方向；
3. 三维空间关系和分析方法，三维空间关系比二维空间更为复杂，计算也更为困难，导致三维空间分析方法的研究一直处于相对滞后的状态；
4. 三维可视化交互与人机协同，三维空间信息服务发展的高级状态是完全虚拟现实，包括人类的感官上的感知、物理上的认知甚至情感上的共知，能够实现人类与虚拟世界的可视化交互以及人类与机器的协同工作。

由于计算机软硬件设备的升级，各国政府和企业都在推进强化空间数据标准，促进了空间信息服务逐步从二维向三维，三维向四维的转变，空间信息不再局限于静态的空间信息，逐步转向连续动态的空间信息。此外，伴随着互联网、物联网等技术带来的革新浪潮，传统的移动或桌面三维空间信息服务也将逐步转向Web三维空间信息服务，三维空间信息服务正在逐步融入人们生活的方方面面，

## 存在问题

当期国内的大多数商业GIS软件都是基于伪三维数据分析和可视化，造成这种状况的一个重要原因是二维数据结构向三维数据结构扩展的复杂性，不少学者认为开发三维GIS平台的技术关键和瓶颈可能就在于找到合适的三维数据结构，以实现三维空间数据的便捷存储、展示和分析，因此研究者们对可能的三维数据结构进行了大量的探索，这些三维数据结构大致可以分为基于面的三维数据结构和基于体的三维数据结构。基于面的三维数据结构包括栅格结构、不规则三角网结构、边界表示结构和参数方程式结构，基于面的三维数据结构具有精度高、显示美观和更新便捷的优点，但是由于存储关系数据的困难，导致难以进行三维空间分析；基于体的结构包括3D栅格、八叉树结构、实体结构几何和四面体等结构，其优点是便于表示空间体的整体分布状况，这一存储方式解决了基于面结构中空间操作和空间分析困难的问题，但是在存储空间和计算速度等方面存在着有不足之处。

# 主要研究成果

从上第2、3章中选择2个或以上学术成果或技术成果，详细介绍成果的基本原理、技术路线、应用现状、发展前景等。

# 研究小结

高度概括报告内容

提出观点意见主张展望发展前景

简明扼要地指出目前研究中尚需解决的问题及研究成果的意义和价值

# 参考文献（样式）

[1]作者,作者.文献名称[J].期刊名称，年份，卷号（期），起止页码.

[2]作者.书名[M].版本(第1版不著录).出版地:出版者,出版年.起止页码.

[3]作者.题名[A].编者.论文集名[C].出版地:出版者,出版年.起止页码.

[4]作者. 题名[D]. 学位授予地址：学位授予年度.