**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应用市场。主要有以下几个方面的应用：

1、三维虚拟战场环境

三维虚拟战场环境就是利用虚拟现实技术生成的虚拟作战自然场景。为了能够“真实地”再现战场环境，准确的反映作战区域的战场态势和各种环境特征，虚拟战场环境除了基本的地形、地貌之外，还需要集成各种地理要素和实体(如：道路、桥梁、建筑等)以构建更加符合真实情况的战场环境，为建立三维数字化战场提供基础平台。

2、仿真训练和模拟

许多仿真训练和模拟，如驾驶模拟、飞行仿真、对抗模拟等，由于建造真实训练环境费用高、难度大，而且真实训练危险性很高。利用虚拟现实技术在计算机上构建训练环境具有费用低廉、控制灵活、安全性高等特点。大范围室外虚拟环境的构建可以为仿真训练和模拟提供基础平台。

3、三维城市数字规划

城市的规划往往需要考虑功能、布局、交通、外观、与周围环境的配合等诸多方面的因素。利用三维可视化技术可以将规划方案直观的展示出来，并能进行局部修改、实时交互，既能缩短城市规划的时间，又能对各个方案的价值作出比较准确的评估，达到辅助决策的目的。

4、三维游戏和数字娱乐

自虚拟现实技术产生以来，三维游戏和数字娱乐就是其重要的应用领域之一。包含丰富细节信息的逼真虚拟游戏场景，是吸引广大游戏开发人员和游戏爱好者的重要原因。因此，三维虚拟环境快速构建技术在三维游戏和数字娱乐中有着广阔的应用前景。

可以预见，三维虚拟环境的建立和各种实体的嵌入可为其他应用提供良好的交互、展示和决策支持平台。三维虚拟环境应用系统的性能和质量与基础平台的绘制效率、交互性、真实感等有密切关系，因此该项技术有广泛的应用前景。

三维GIS将地理学、几何学、计算机科学、CAD技术、遥感技术、GPS技术、互联网、多媒体技术和虚拟现实技术等融为一体，利用计算机图形学与数据库技术来采集、存储、编辑、显示、转换、分析和输出地理图形及其属性数据，并根据需要将这些信息图文并茂的输送给用户，便于分析及决策。三维GIS已经在地质矿产、土地信息、三维仿真、管线成图与信息管理等领域大显身手。

## 研究趋势

三维GIS发展至今，研发思路主要有两条，即从三维可视化向三维GIS的扩展和从数据库角度向三维GIS过渡。在可视化方面，主要集中在地形表面的重建、房屋建筑几何模型建立等方面。地理信息系统技术从60年代开始以来，经历了30多年的发展。随着计算机技术、空间技术和现代信息基础设施的飞速发展，GIS作为联系三者的纽带，在国民经济信息化进程中的重要性与日俱增。GIS软件平台不断推陈出新，处于急剧变化和发展之中。传统的2D2GIS软件通过矢量或栅格的方法完成二维陆地表面的成图和分析。矢量方法接近于传统的地质图，栅格系统则适用于各种地球物理数据及卫星遥感数据等。多年来，地质学家一直采用二维地图产品表示三维地物，地质图、横断面图、示意图以及专门的几何结构图如立体网等。但在某些领域，人们需要分析具有三维坐标的地表面以下的状况，这种空间关系时常为确定和评价矿产资源、石油资源或污染状况提供重要的信息。

3D地形数据以项目管理的方式管理，适合于大数据量的地形生成；国内．适普公司的IMAGIS具有较强的三维造型功能：灵图公司的VRMap在三维视觉上较有优势；吉奥公司的CCGIS接受摄影测量的数据格式并进行三维虚拟环境建模，支持海量数据的管理、大范围漫游与可视化、三维模型的分析与应用。由于三维空间数据的数据量非常庞大，三维空间目标具有较复杂的空问关系。在二维平面上显示三维空间数据存在局限，且三维GIS在数据采集、数据组织与管理、数据运算、空间查询与分析、系统建立、可视化等方面都有待进一步研究。总结起来，主要有以下问题困扰三维GIS的研究与实现：1)缺乏实用的三维数据模型；2)缺乏有效的三维数据组织与管理方法；3)多尺度三维可视化表现缺乏深入研究；4)三维数据获取与处理困难；5)三维拓扑关系与空间分析研究滞后；6)三维可视化交互与人机协同的研究不够。

目前，真正的三维GIS软件还较少，现有的软件也只能完成显示和进行简单的分析。GIS数据的分析和处理，随着存储器容量的增加，CPU功能的增强，显示设备的改进将有进一步增强。各个国家都在强化空间数据标准，这将迫使GIS软件厂商支持这些国家标准，并开始增加空间数据描述信息(Metadata)的处理功能。随着三维GIS的发展，将会出现4D2GIS，即在三维的基础上加上时间序列。例如地质学家想对某一时刻的所有地质条件或某一时间段内的平均地质条件进行评价，他们想获得“a时刻的值”或“从时间b到时间c这段时间内的值”。大部分地质特征和条件的变化是缓慢的，但并不都如此。例如水灾、地震、暴风雨以及滑坡等都会使局部地质条件发生快速而巨大的变化。为充分满足需要，这种时间数据获取能力应该与3D模型相结合。地质学家对4D(立体3D加上时间第4D)的空间2时间模型尤感兴趣。这些问题的彻底解决，则需要在三维GIS技术成熟之后，再发展成为四维GIS。

作为项目支持的中间件技术。首先，中间件越来越多地向传统运行层（操作系统）渗透，提供更强的运行支撑，特别地，分布式操作系统的诸多功能逐步融入中间件，如，在CORBA和RMI中，中间件往往以类库的形式被上层应用主动地载入应用运行空间，与之相反，在CCM和EJB中，中间件是独立的运行程序，负责装载上层应用并为之提供运行空间。此外，基于服务质量的资源管理机制以及灵活的配置与重配置能力也是目前的中间件研究热点。其次，应用软件需要的支持机制越来越多地由中间件提供，中间件不再局限于提供适用于大多数应用的支持机制，那些适用于某个领域内大部分应用的支持机制（这些机制往往无法在其它领域使用）也开始得到重视。如在最新的CORBA规范中，增加了对实时应用和嵌入式应用的支持，而特定于无线应用的移动中间件、支持网格计算的中间件也是目前的研究热点。其三，中间件也开始考虑对高层设计和应用部署等开发工作的支持，如，CORBA和RMI提供了支持基于构件的软件开发的CCM和EJB构件模型，J2EE提出了包括构件开发、构件组装、应用部署等在内的基于构件的软件开发过程模型，OMG提出的模型驱动体系（Model-DrivenArchitecture）则考虑如何利用UML更有效地开发基于中间件的应用系统。对于目前的AOP（AspectOrientedProgramming），中间件由于其封装的共性特征及其动态配置能力，成为支持侧面动态编织的主流支撑平台。

由此推知，随着计算机与空间技术的进步与发展，GIS将由各自分开独立的系统走向兼容与集成；从二维走向三维和四维，从单机走向网络，并最终走向社会和家庭。

## 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.