



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103150753 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 13

(21) 申请号 201310093334. 3

(22) 申请日 2013. 03. 22

(73) 专利权人 中国人民解放军 63680 部队
地址 214431 江苏省江阴市虹桥北路 243 号

(72) 发明人 李彩霞 宋元 李智 王艺
冯朝阳 胡蕾 牛海 刘喜作
许林周 周晶

(74) 专利代理机构 北京中海智圣知识产权代理
有限公司 11282

代理人 朱永飞

(51) Int. Cl.

G06T 17/00(2006. 01)

G06T 15/00(2011. 01)

(56) 对比文件

CN 102831644 A, 2012. 12. 19,

CN 101154295 A, 2008. 04. 02,

CN 101154295 A, 2008. 04. 02,

EP 1224622 B1, 2004. 11. 10,

关克平. 航海模拟器视景建模技术研究及应用. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技 2 辑》. 2003, (第 02 期),

关克平等. 港航设计论证中的三维视景建模技术. 《系统仿真学报》. 2006, 第 18 卷

邓世军等. 数据分页技术的海量三维数据模型动态调度. 《测绘科学》. 2012, 第 38 卷 (第 4 期),

黄罗军. 虚拟视景系统中的关键技术研究. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库信息科技辑》. 2007, (第 06 期),

审查员 黄文琪

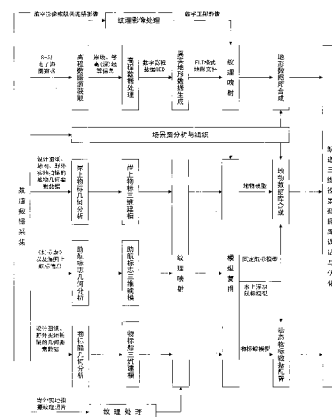
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法

(57) 摘要

本发明提供了一种大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法。为基于场景图技术的航道场景组织方法和基于增量构件的相似模型建模方法,建立了符合地球曲率变化的与电子海图完全匹配的大范围航道地形,构建了航道视景三维实体模型的 k 叉树状结构场景图,实现了具有三维、动态、场景范围大和实体不规则等特点的航道视景三维实体模型的组织、表达、复用和并行快速开发;基于动态数据配置技术,结合数据库分页调度策略,实现了大范围航道三维实体模型的高精度匹配、动态管理与实时流畅绘制。本发明实现了大范围航道高精度、高效率三维可视化,推进了内河航运操船培训和长江数字航道的可视化建设。



1. 一种大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法,依据采集的航道数据构建地形、岸上地物、助航标志、物标船三维实体模型,其特征是:统筹各航段地物中的共性目标,划分为不同的增量构件;通过把整个航道场景组织成一场景树,建立表征场景中物体及其相互关系的有向非循环图,依据地理位置经纬度将节点细化为不同的网格区域组节点,通过变换节点、LOD 节点动态生成表征地形、地物基本特征的叶子节点,构建航道视景三维实体模型的 k 叉树状结构场景图,实现模型复用和并行快速开发。

2. 根据权利要求 1 所述的大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法,其特征是:基于 S-57 电子海图数据提取地形高程数据,建立符合地球曲率变化的与电子海图完全匹配的大范围航道地形。

3. 根据权利要求 1 所述的大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法,其特征是:基于动态数据配置技术,结合数据库分页调度策略,实现大范围航道三维实体模型的高精度匹配、动态管理与实时流畅绘制。

4. 根据权利要求 1 所述的大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法,其特征是:构建航道视景三维实体模型的 k 叉树状结构场景图的方法如下:

(1) 基于场景图理论,采用层次型与面向对象相结合的三维数据结构,引进 MultiGen Creator 的 OpenFlight 数据格式,实现三维实体的组织与表达;

(2) 把航道场景组织成一颗场景树,最顶层是根节点,包含整个航道场景,中间层是局部场景和控制节点,最底层是叶子节点,树中的每一个节点能够有任意多的子节点,每个节点存储有场景集成的数据结构,通过这种有向非循环图,保存场景中物体及其相互关系;

(3) 采用区域分割技术把场景分为若干个区域子块,通过组节点实现分组管理,每个水道组节点下依据地理位置经纬度细化为不同的网格区域组节点;

(4) 通过几何体节点描述地形、地物的基本特征,建立包括地形、岸上物标、助航标志和物标船的叶子节点,通过变换节点进行三维几何变换生成新的叶子节点,实现场景模型复用;

(5) 采用多精度模型技术为模型设置多重层次细节,通过 LOD 节点组织不同精度模型节点。

5. 根据权利要求 2 所述的大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法,其特征是:建立符合地球曲率变化的与电子海图完全匹配的大范围航道地形的方法为:

(1) 高程数据源获取:依据 S-57 标准格式提供的特征物标和空间物标,提取包括出岸线、等高线、等深线和水深点的信息;

(2) 高程数据处理:根据等高线数据的分布,把水面区域以及岸线的高程值设为 0,其它点的高程值根据相邻等高线数据,采用快速的线性插值方法计算,并转换成数字高程数据;

(3) 准确地形三维数据生成:使用 Creator 的地表生成工具集导入高程数据 DED 文件,依据 Geocentric 投影方式和 WGS-84 参考椭球体进行地形转换,建立符合地球曲率变化的 OpenFlight 格式 FLT 地形文件,依据地理位置、行政区域和地形特点,对大块地形进行切割,依据地球曲率对地形进行优化与调整,导入电子海图原点的经纬度,标出该点位置,调整各区域地形原点与电子海图原点相一致;

(4) 真实地貌模拟:从现有航空影像或航天遥感影像获得地面纹理影像,处理成数字

正射影像,消除像片倾斜和投影差,依据电子海图数据,对纹理影像统一比例尺和建立地面坐标,建立纹理图像与地形模型间的正确对应关系,应用子纹理映射技术,在纹理拼图上重新定义各航段各分量区域的位置,与航道的各航段地形建立对应的映射。

6. 根据权利要求 1 所述的大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法,其特征是:模型复用通过应用实例化技术,通过变换节点将各模型实例进行三维几何变换而实现。

7. 根据权利要求 3 所述的大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法,其特征是:所述动态数据配置技术包括:

地形、地物数据配置:

根据地理位置,将同一经纬度区间的地形模型配置在一个文件中,不同的地块使用不同的配置文件,运行时,系统配置模块读取信息配置文件,通过配置文件中路径信息找到相应的地物模型和地形模型,然后插入场景图中,实时构造虚拟场景进行渲染输出;

动态物标数据配置:

单独存放浮动的物标模型,通过配置文件合成到三维视景模型库中;单独存放浮标的灯质文件以及物标船的航行灯文件,通过视景仿真程序实现模型调入和控制;

根据地理位置,将同一经纬度区间的助航标志模型配置在一个文件中,运行时,系统配置模块读取信息配置文件,获取的助航标志配置信息,通过助航标志配置文件中路径信息找到相应的模型,插入场景图中,与地形、地物叠加,实时构造虚拟场景进行渲染输出。

8. 根据权利要求 7 所述的大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法,其特征是:所述地形、地物数据采用如下方法合成:

(1) 以地形库模型为基础,应用 MultiGen Creator 中外部引用工具把所有独立的模型引入模型库中,各个模型的位置参照电子海图和 Google 卫星图位置信息;

(2) 通过 LOD 节点组织不同精度模型节点;

(3) 把各航段区域子块的地形和地物模型节点组织为不同的组节点,调整每一组节点包含的面个数,提高碰撞检测时截取效率;

(4) 通过 OSG 自带工具将 .flt 模型转换为二进制文件 .ive,在转换的同时,将纹理打包进去,并压缩为 OpenGL 的压缩格式,直接送到显卡进行纹理贴图计算,提高场景绘制效率。

一种大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种航道三维可视化方法,尤其是一种大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法,其能够适用于长江数字航道三维可视化。

背景技术：

[0002] 为推动长江流域经济发展,2003 年国家提出建设长江数字航道系统,在 2020 年前要实现长江数字航道的雏形,实现长江航道数字化、信息化、虚拟化。其中,实现三维可视化是数字长江的主要表现形式。如何在虚拟现实技术的支持下,以地理坐标为依据,将长江干流航道及相关的附属设施以多维立体的和动态的、多尺度、多分辨率的信息进行可视化描述,是一个重要课题。

[0003] 近年来,在科技进步与自身需求推动下,我国数字城市建设发展的势头迅猛,并且在构建城市三维数字景观模型等方面取得了一定成效。但是,航道港岸视景三维可视化不能直接照搬城市三维地形构建技术。因为,船舶航行时主要利用海图与实物对照识别物标来确定船位,所以在虚拟航道环境的建模中,高程数据获取应当依据 IHO 发布的、符合国际标准的电子航海图 ENC 中筛选出的岸线、等高线、高程点、等深线和水深点等数据,从而保证海图数据与视景数据的一致性。

[0004] 目前,国内科研机构和院校自主研发了具有三维视景的船舶操纵模拟器,在船员操船培训、港航设计论证中发挥了重要作用。其基于海图的港口视景建模技术,为长江航道三维可视化提供了借鉴。但是,长江航道视景建模涉及的地物较多,数据信息量庞大,如何高效组织庞杂的空间信息,如何克服地球曲率对地形生成的影响,如何快速并高精度构建大范围航道三维视景,这些是需要解决的技术问题。

发明内容：

[0005] 本发明的目的是为解决以上问题提供一种大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法。

[0006] 本发明提供的大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法,依据采集的航道数据构建地形、岸上地物、助航标志、物标船三维实体模型,构建航道视景三维实体模型的 k 叉树状结构场景图,统筹各航段地物中的共性目标,划分为不同的增量构件,实现模型复用和并行快速开发。

[0007] 优选地,基于 S-57 电子海图数据提取地形高程数据,建立符合地球曲率变化的与电子海图完全匹配的大范围航道地形。

[0008] 优选地,基于动态数据配置技术,结合数据库分页调度策略,实现大范围航道三维实体模型的高精度匹配、动态管理与实时流畅绘制。

[0009] 构建航道视景三维实体模型的 k 叉树状结构场景图可以采用如下方法：

[0010] (1) 基于场景图理论,采用层次型与面向对象相结合的三维数据结构,引进 MultiGen Creator 的 OpenFlight 数据格式,实现三维实体的组织与表达；

[0011] (2) 把航道场景组织成一颗场景树,最顶层是根节点,包含整个航道场景,中间层是局部场景和控制节点,最底层是叶子节点,树中的每一个节点能够有任意多的子节点,每个节点存储有场景集成的数据结构,通过这种有向非循环图,保存场景中物体及其相互关系;

[0012] (3) 采用区域分割技术把场景分为若干个区域子块,通过组节点实现分组管理,每个水道组节点下依据地理位置经纬度细化为不同的网格区域组节点;

[0013] (4) 通过几何体节点描述地形、地物的基本特征,建立包括地形、岸上物标、助航标志和物标船的叶子节点,通过变换节点进行三维几何变换生成新的叶子节点,实现场景模型复用;

[0014] (5) 采用多精度模型技术为模型设置多重层次细节,通过 LOD 节点组织不同精度模型节点。

[0015] 建立符合地球曲率变化的与电子海图完全匹配的大范围航道地形可以采用如下方法:

[0016] (1) 高程数据源获取:依据 S-57 标准格式提供的特征物标和空间物标,提取包括出岸线、等高线、等深线和水深点的信息;

[0017] (2) 高程数据处理:根据等高线数据的分布,把水面区域以及岸线的高程值设为 0,其它点的高程值根据相邻等高线数据,采用快速的线性插值方法计算,并转换成数字高程数据;

[0018] (3) 准确地形三维数据生成:使用 Creator 的地表生成工具集导入高程数据 DED 文件,依据 Geocentric 投影方式和 WGS-84 参考椭球体进行地形转换,建立符合地球曲率变化的 OpenFlight 格式 FLT 地形文件,依据地理位置、行政区域和地形特点,对大块地形进行切割,依据地球曲率对地形进行优化与调整,导入电子海图原点的经纬度,标出该点位置,调整各区域地形原点与电子海图原点相一致;

[0019] (4) 真实地貌模拟:从现有航空影像或航天遥感影像获得地面纹理影像,处理成数字正射影像,消除像片倾斜和投影差,依据电子海图数据,对纹理影像统一比例尺和建立地面坐标,建立纹理图像与地形模型间的正确对应关系,应用子纹理映射技术,在纹理拼图上重新定义各航段各分量区域的位置,与航道的各航段地形建立对应的映射。

[0020] 模型复用可以通过应用实例化技术,通过变换节点将各模型实例进行三维几何变换而实现。

[0021] 所述动态数据配置技术可以包括:

[0022] 地形、地物数据配置:

[0023] 根据地理位置,将同一经纬度区间的地形模型配置在一个文件中,不同的地块使用不同的配置文件,运行时,系统配置模块读取信息配置文件,通过配置文件中路径信息找到相应的地物模型和地形模型,然后插入场景图中,实时构造虚拟场景进行渲染输出;

[0024] 动态物标数据配置:

[0025] 单独存放浮动的物标模型,通过配置文件合成到三维视景模型库中;单独存放浮标的灯质文件以及物标船的航行灯文件,通过视景仿真程序实现模型调入和控制;

[0026] 根据地理位置,将同一经纬度区间的助航标志模型配置在一个文件中,运行时,系统配置模块读取信息配置文件,获取的助航标志配置信息,通过助航标志配置文件中路径

信息找到相应的模型,插入场景图中,与地形、地物叠加,实时构造虚拟场景进行渲染输出。

[0027] 所述地形、地物数据可以采用如下方法合成:

[0028] (1) 以地形库模型为基础,应用 MultiGen Creator 中外部引用工具把所有独立的模型引入模型库中,各个模型的位置参照电子海图和 Google 卫星图位置信息;

[0029] (2) 通过 LOD 节点组织不同精度模型节点;

[0030] (3) 把各航段区域子块的地形和地物模型节点组织为不同的组节点,调整每一组节点包含的面个数,提高碰撞检测时截取效率;

[0031] (4) 通过 OSG 自带工具将 .flt 模型转换为二进制文件 .ive,在转换的同时,将纹理打包进去,并压缩为 OpenGL 的压缩格式,直接送到显卡进行纹理贴图计算,提高场景绘制效率。

[0032] 本发明的有益效果是,提供了大范围高精度匹配数字航道三维可视化方法,构建了连续、完备、准确、精细的航道三维视景模型库,为利用航海模拟器依据 STCW78/95 公约开展内河航运操船培训和适任评估,提供了视效逼真、沉浸感强的优质训练保障;为推进长江数字航道的建设,提供了三维可视化支持。

附图说明:

[0033] 图 1 是本发明的技术路线图。

[0034] 图 2 是本发明的航道场景组织结构图。

具体实施方式:

[0035] 以构建长江航道(江阴大桥至长江口)三维视景模型库为实施例,具体实施方式如图 1 所示,详细描述如下:

[0036] 1 航道数据分析与组织

[0037] 1.1 航道数据分析

[0038] (1) 地形分析。长江航道自江阴以下为感潮河段,河道宽阔,岸线往往模糊不清,江心洲滩变化多端,航道改槽频繁,主要浅滩有福姜沙、通州沙、白茆沙。因此,航道地形模型应符合航用海图上等高(深)线数据所提供的地理信息,满足操纵人员进行陆上物标的等高线识别、对景图识别等陆标定位需要和水下航道地形判断的需要。

[0039] (2) 物标分析。长江航道涉及楼宇、桥梁、码头、泊位、榄桩、装卸设施、电线架、码头堆场和办公建筑等形状复杂、种类和数量繁多的物标实体,因此,需要引入软件工程方法,统筹各航段两岸地物中的共性目标,并划分为不同的增量构件,然后分头并行开发,形成各类模型单品,再根据各航段地形地貌实际情况组装成完整、连续的三维实体模型库。

[0040] (3) 航标现状分析。长江航道按中华人民共和国 GB5863-93《内河助航标志》和 GB5864-93《内河助航标志的主要外形尺寸》两个国家标准中的第一类航标配布的规定配布,分为固定航标和水上浮动航标两种,固定航标包括灯塔、灯桩、立标等,水上标志包括浮标和灯船等。因此,只需要构建通用、典型的航标三维网格模型集合,通过赋予不同的纹理贴图实现模型批量构建。固定航标模型整合到地形地物数据库中,水上浮动航标模型通过配置文件动态导入到三维视景模型库中。

[0041] (4) 物标船分析。长江航道通航船只包括杂货船、集装箱船、油轮、液化气船、散货

船、客船、拖轮、引水船、渔船、帆船、军舰和游艇等,因此,需要建立各种类型各种典型吨位的物标船模型,通过配置文件动态导入到三维视景模型库中,模拟长江航道各种交通流态势。

[0042] 1.2 航道数据组织

[0043] 航道场景组织结构图如图 2 所示,具体描述如下:

[0044] (1) 根据长江航道数据具有场景范围大、三维、动态和实体不规则等特点,基于场景图(Scene Graph)理论,采用层次型与面向对象相结合的三维数据结构,引进 MultiGen Creator 的 OpenFlight 数据格式,实现三维实体的组织与表达。

[0045] (2) 把航道场景组织成一颗场景树,最顶层是根节点,包含整个航道场景,中间层是局部场景和控制节点,最底层是叶子节点。树中的每一个节点可以有任意多的子节点,每个节点存储有场景集成的数据结构。通过这种特殊的有向非循环图,保存场景中物体及其相互关系。

[0046] (3) 采用区域分割技术把场景分为若干个区域子块,通过组节点实现分组管理。将福姜沙、白茆沙、南通、浏河等水道独立为不同的组节点,每个水道组节点下依据地理位置经纬度细化为不同的网格区域组节点。

[0047] (4) 通过几何体节点描述地形、地物的基本特征,建立地形、岸上物标、助航标志、物标船等不同类型的叶子节点,通过变换节点进行三维几何变换(包括平移、旋转、缩放等)生成新的叶子节点,实现场景模型复用。

[0048] (5) 采用多精度模型技术为模型设置多重层次细节,通过 LOD 节点组织不同精度模型节点。

[0049] 2 大范围航道地形建模

[0050] (1) 高程数据源获取。S-57 标准格式是国际航道测量组织(IHO)使用的电子海图数据国际标准格式,依据其提供的特征物标和空间物标,提取出岸线(COALNE)、等高线(LNDELV)、等深线(DEPCNT)和水深点(SOUNDG)等信息。

[0051] (2) 高程数据处理。根据等高线数据的分布,把水面区域以及岸线的高程值设为 0,其它点的高程值根据相邻等高线数据,采用快速的线性插值方法计算,并转换成与 DEM 格式相类似的数字高程数据(Digital Elevation Data,简称 DED 格式)。

[0052] (3) 准确地形三维数据生成。使用 Creator 的地表生成(Terrain Pro)工具集导入高程数据 DED 文件,依据 Geocentric 投影方式和 WGS-84 参考椭球体进行地形转换,建立符合地球曲率变化的 OpenFlight 格式 FLT 地形文件。依据地理位置、行政区域和地形特点,对大块地形进行切割,依据地球曲率对地形进行优化与调整。导入电子海图原点的经纬度,标出该点位置,调整各区域地形原点(Database Origin)与电子海图原点相一致。

[0053] (4) 真实地貌模拟。从现有航空影像或航天遥感影像获得地面纹理影像,处理成数字正射影像,消除像片倾斜和投影差。依据电子海图数据,对纹理影像统一比例尺和建立地面坐标,建立纹理图像与地形模型间的正确对应关系。应用子纹理映射技术,在纹理拼图上重新定义各航段各分量区域的位置,与航道的各航段地形建立对应的映射。

[0054] 3 物标单品三维实体建模

[0055] 3.1 岸上物标单品建模

[0056] (1) 数据采集与处理。通过设计图纸、地图等数据采集地物的顶面几何要素数据

以及相关地理位置等,从正射影像中剪取地物顶部的纹理数据;通过野外实地摄影采集地物的高度数据比、几何要素数据、侧面影像纹理数据等立面数据。利用 PhotoShop 软件进行立面纹理修复(消除对地物侧面纹理的遮挡等)合成及色彩、对比度的校正,保持工作区内所有纹理影像色调的均衡;再利用文件类型插件工具转化成 MultiGen Creator 可用的格式(RGB, RGBA, INT 及 INTA)的纹理文件,纹理的长度和宽度(以像素为单位)处理为 2 的 N 次方。

[0057] (2) 三维实体建模。利用 Creator 软件对码头设施、人工建筑、装卸机械等各个物标实体模型单独建模,堆场、树木等复杂不规则地物通过扩展 Billboard 技术建模;应用于纹理映射技术,使用 3 点贴图方式进行表面纹理贴图。

[0058] (3) 模型优化。运用烘焙贴图技术,表达光影效果,减少面片数量。消除冗余多边形,删除那些任何视点都不可见的的面片,并进行适当的面片合并。应用多重 LOD(层次细节),设置相邻两层细节层次的模型多边形数目相差大约 30%左右,实现平滑切换。

[0059] 3.2 航标单品建模

[0060] (1) 数据采集。查阅《灯标表》以及海图上航标信息收集各种航标的参数,包括:几何尺寸、颜色、形状、灯质、用途等,通过实地拍摄获取纹理照片。

[0061] (2) 三维实体建模。各类航标模型单独建立,使用纹理照片或材质实现航标的外观、颜色与实物统一。应用层次细节技术,为航标建立不同详细程度模型,通常一个航标模型建立 3 或 4 层细节。

[0062] (3) 航标的灯质、发光周期、能见距离是夜间航行的重要导航信息。夜景时仍使用白天模型,夜间的灯质由仿真程序加以控制。

[0063] 3.3 物标船建模

[0064] (1) 数据采集。通过实地进行拍摄和网络下载收集相关船舶资料,包括船舶的三视图、船型等,以及足够的纹理照片。

[0065] (2) 三维实体建模。在 Multigen Creator 中导入船舶俯视图作为背景图片,在俯视角下,使用多边形工具,创建不同高度的横截面;在侧视图下,调整各个面的高度(一般情况下,水线面的高度为 0);使用放样(Loft)工具生成船体外形,使用多边形工具创建甲板以上建筑。删减不必要的多边形,应用于纹理映射技术进行表面纹理贴图。

[0066] 4 模型复用

[0067] 应用实例化技术,通过变换节点将各模型实例进行三维几何变换,包括平移、旋转、缩放等,实现地形、岸上物标、助航标志、物标船等不同类型模型单品的复用。

[0068] 5 三维视景模型库合成

[0069] 5.1 地形、地物数据合成

[0070] (1) 以地形库模型为基础,应用 MultiGen Creator 中外部引用工具(Create External Reference Tool)把所有独立的模型引入模型库中,各个模型的位置参照电子海图和 Google 卫星图位置信息。

[0071] (2) 通过 LOD 节点组织不同精度模型节点。

[0072] (3) 把各航段区域子块的地形和地物模型节点组织为不同的组节点,调整每一组节点包含的面个数,提高碰撞检测时截取(culling)效率。

[0073] (4) 通过 OSG 自带工具将 .flt 模型转换为二进制文件 .ive。在转换的同时,将纹

理打包进去,并压缩为 OpenGL 的压缩格式,直接送到显卡进行纹理贴图计算,提高场景绘制效率。

[0074] 5.2 地形、地物数据配置

[0075] 根据地理位置,将同一经纬度区间的地形模型配置在一个文件中,不同的地块使用不同的配置文件。运行时,系统配置模块读取信息配置文件,通过配置文件中路径信息找到相应的地物模型和地形模型,然后插入场景图中,实时构造虚拟场景进行渲染输出。

[0076] 配置文件记录如下:

[0077]

```
//地形配置信息
OBJECT_TERRAIN 1-tgmt.xml 120.282006 31.961378 0 0
OBJECT_TERRAIN 2-ljwf.xml 120.337982 31.995440 0 0
OBJECT_TERRAIN 3-hcldwy.xml 120.328589 31.955880 0 0
OBJECT_TERRAIN 4-beihcld.xml 120.299385 31.974330 0 0
OBJECT_TERRAIN 5-cjgj.xml 120.427046 31.968270 0 0
OBJECT_TERRAIN 6-dhlywy.xml 120.456906 31.986325 0 0
OBJECT_TERRAIN 7-fjsiwy.xml 120.429582 31.979920 0 0
OBJECT_TERRAIN 8-gwjmt.xml 120.375839 31.965914 0 0
OBJECT_TERRAIN 9-shmtwy.xml 120.350141 31.959061 0 0
```

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> //XML 信息
<PropertyList>
  <path>testys/1-tgmt.ive</path> //地物模型路径信息
  <offsets>
    <x-m>5744.628906</x-m> //位置调整信息
    <y-m>-6581.541992</y-m>
    <heading-deg> 90.0 </heading-deg>
  </offsets>
</PropertyList>
```

[0078] 5.3 动态物标数据配置

[0079] 单独存放浮动的物标模型,如:助航标志、物标船等,通过配置文件合成到三维视图模型库中;单独存放浮标的灯质文件以及物标船的航行灯文件等,通过视景仿真程序实现模型调入和控制。

[0080] 根据地理位置,将同一经纬度区间的助航标志模型配置在一个文件中。运行时,系统配置模块读取信息配置文件,获取的助航标志配置信息,通过助航标志配置文件中路径信息找到相应的模型,插入场景图中,与地形、地物叠加,实时构造虚拟场景进行渲染输出。

[0081] 配置文件记录如下:

[0082]

//助航标志配置信息

```
OBJECT_SHARED NavigationAid/fjs4.xml 121.275341 31.613261 0 0
OBJECT_SHARED NavigationAid/fjs2red.xml 121.308092 31.565182 0 0
OBJECT_SHARED NavigationAid/fjs2blc.xml 121.315696 31.572537 0 0
OBJECT_SHARED NavigationAid/fjs1red.xml 121.324388 31.547890 0 0
OBJECT_SHARED NavigationAid/fjs1blc.xml 121.331296 31.553440 0 0
OBJECT_SHARED NavigationAid/cjxyBaoShan.xml 121.349986 31.532878 0 0
OBJECT_SHARED NavigationAid/cjxy84re.xml 121.329152 31.539267 0 0
OBJECT_SHARED NavigationAid/cjxy83gr.xml 121.343875 31.546767 0 0
```

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
<PropertyList>
```

```
<path>testys/bsdc.ive</path> //宝山灯船模型路径信息
```

```
<offsets>
```

```
<x-m>0</x-m>
```

```
<y-m>0</y-m>
```

```
<z-m>0.0</z-m>
```

```
<roll-deg> 0.0 </roll-deg>
```

```
<pitch-deg> 0.0 </pitch-deg>
```

```
<heading-deg> 90.0 </heading-deg>
```

```
</offsets>
```

```
</PropertyList>
```

[0083] 5.4 三维视景模型库调试

[0084] 把整个航道视景模型库移植到视景仿真平台上,渲染时采用数据库分页调度策略,根据视点需要实时从外存调入相应区域的场景数据。通过航海专业人员和第三方人员测试,记录下反馈的走样、错误、纰漏及其它需要改进之处,然后回到建模平台进行改进和优化。反复做这一工作,直到航道视景模型库达到三维视景系统设计的要求。

[0085] 测试结果表明,基于场景图技术的航道场景组织方法和基于增量构件的相似模型建模方法,快速构建了连续、完备、准确、精细的长江航道(江阴大桥至长江口)三维视景模型库,实现了大范围航道高精度、高效率三维可视化。

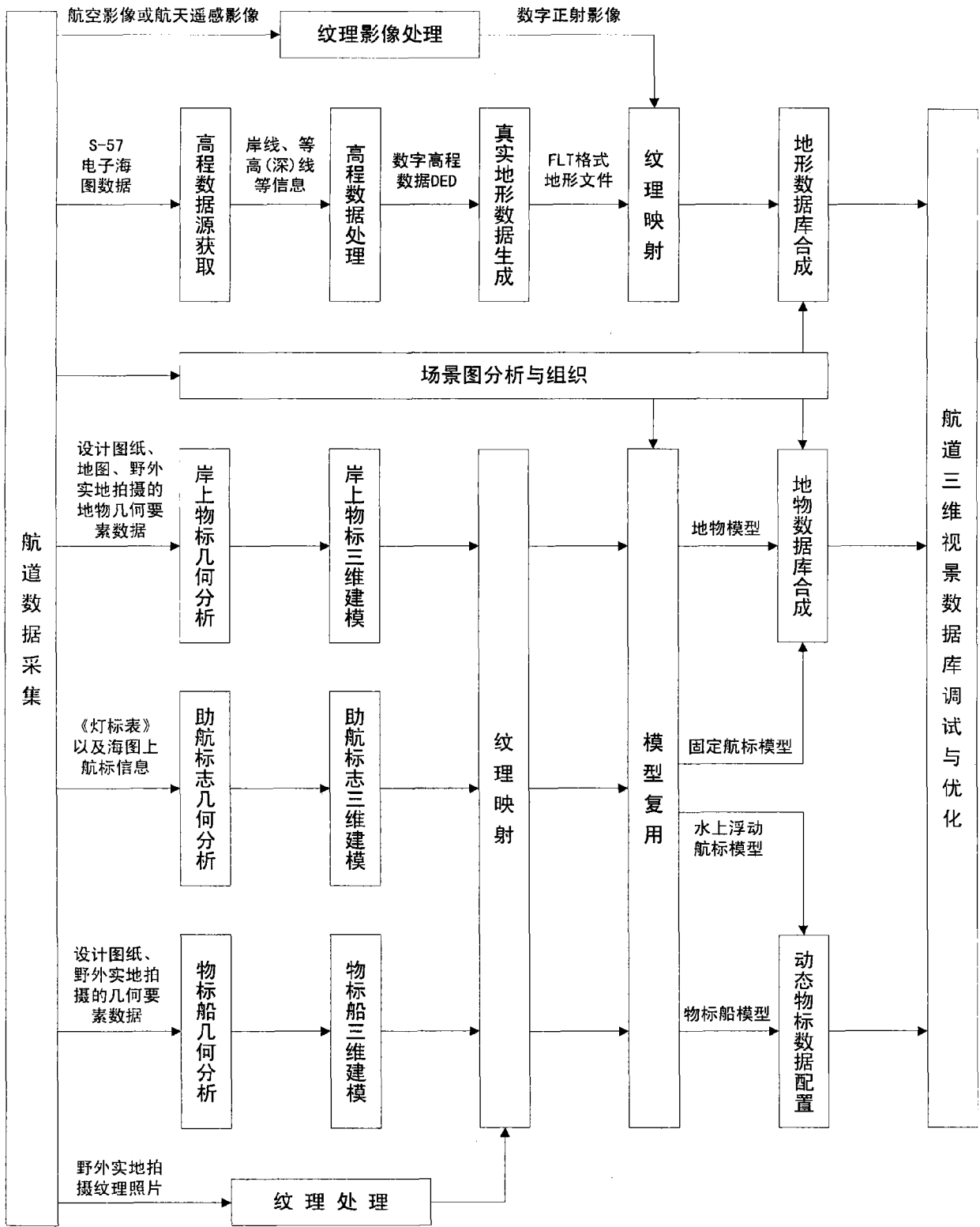


图 1

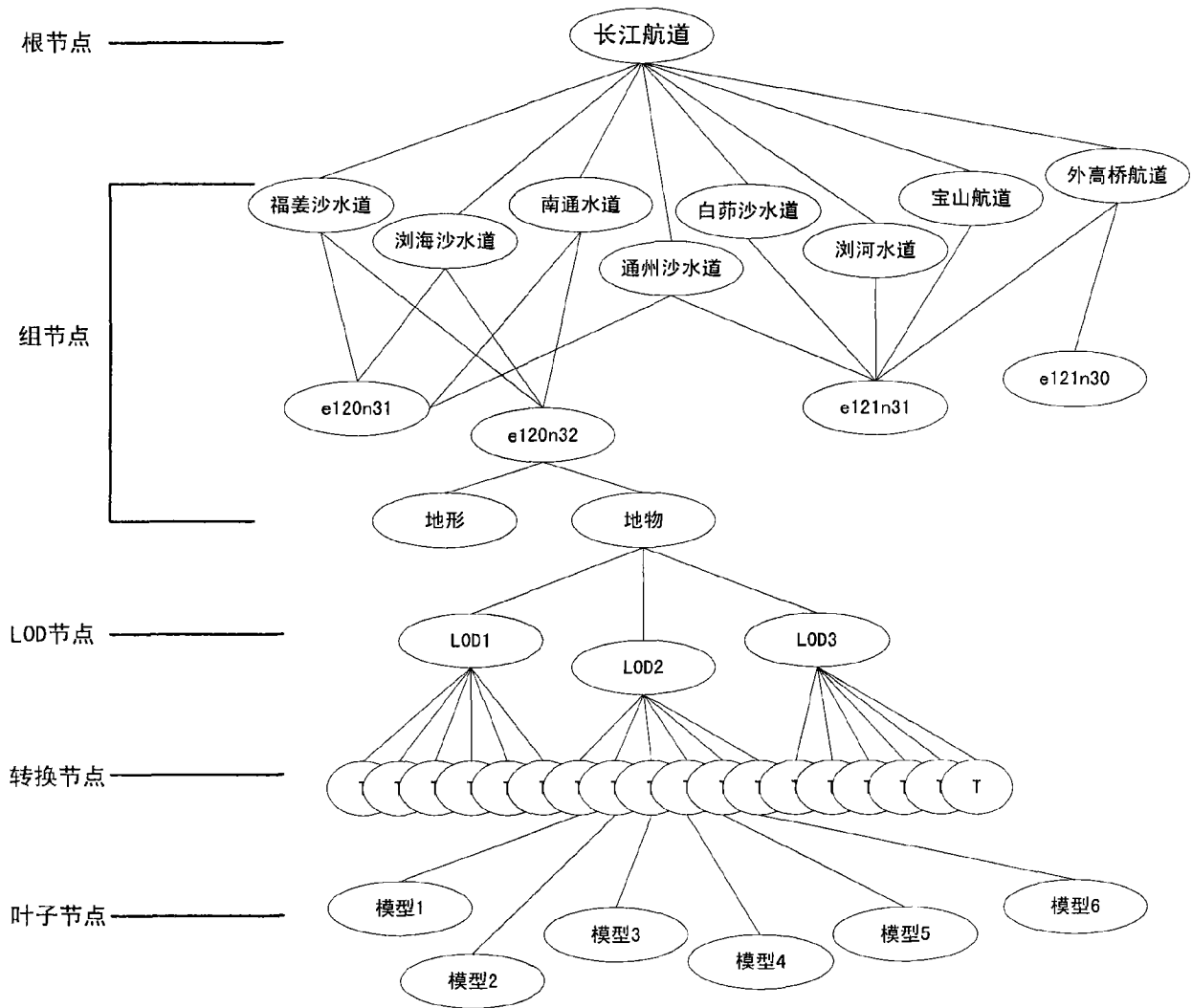


图 2