

城市景观的视觉分析与模拟控制方法*

孙善芳 唐治锋 杨春淮

(武汉测绘科技大学, 测绘遥感信息工程国家重点实验室, 武汉市珞喻路 39 号, 430070)

摘 要 对视觉分析的概念、内容和方法进行了总结和扩展, 提出了一套利用计算机辅助城市景观视觉分析和模拟控制的技术方案。

关键词 视觉分析; 景观模拟与控制; DEM

分类号 TP391.7; TU984.18

1 景观视觉分析的基本概念和内容

视觉分析的目的是通过提取视觉感知范围、视觉感知频度、感知对象的形式和实体构成等方面的信息, 探求获取视觉美感的方式和途径。主要包括以下几个方面的内容。

(1) 视域分析

视域是指在某一视点各个方向上视线所及的范围。根据视距和视角的不同, 可以划分为由近及远的层次带。人们对于不同层次带中的景物注意程度和注意内容是不一样的, 体现着从局部到整体, 从细节到概貌的渐次变化。因此, 应对建筑高程和布局施加不同的控制, 以保护和创造景观特色。也可以用视域表示某一景观标志能够被看到的范围, 称为景观视域。景观视域的面积和视域内视点的分布是确定景观标志点位置和高程的重要依据。

(2) 视频分析

视频是指在一定的景区内, 沿游览路线某一景观标志被观赏到的频率。表示如下:

$$q_s = \frac{L_A \cdot V_0}{L \cdot V_A} \quad (1)$$

式中, q_s 为视频; L_A 为观赏到景观 A 的路段长度, V_A 为该路段上的行进速度; L 为路线全长, V_0 为全线平均速度。

通过视频指标可以比较沿游览路线各景观标志的重要程度。通过减缓游览速度, 可以提高观赏价值高的景观视频, 反之亦然。

(3) 视觉走廊分析

视觉走廊(又称视觉通廊)是指视点到被观赏景物之间的视线通道。在景观设计中, 为求得较好的观赏形象, 要保证视点之间的视线通畅; 为建立完整的景观系统, 形成综合的景观效应, 需要保持重要景点之间的视线联系。这些都可以通过建立视觉走廊的办法解决。视觉走廊的建立, 将影响景区内建筑物的布局 and 高度以及植物的布置。

(4) 景观主导面分析

景观主导面是某一区域中景观的主要观赏面, 也是在可能的视点中所观赏到的最能反映该景区景观特征的面。把握景观主导面是创造景观特色的主要手段之一。

收稿日期: 1994-02-20. 孙善芳, 男, 28 岁, 博士生, 现从事地理信息系统研究。

* 国家自然科学基金青年基金资助项目。

(5) 竖向分析

包括竖向剖面分析和正立面分析。竖向剖面图主要体现相邻景物和建筑物的竖向尺度对比,可提供重要的建筑物高度控制信息。正立面是景观主导面的一种,反映沿主要游览路线观赏立面上的景物构成。

(6) 天际轮廓线分析

天际轮廓线是指城市景观地形与地物要素以天空为背景的连续画面。天地交接处景观丰富,特别吸引人们的视线。天际轮廓线分析的目的之一就是要控制有关的建筑尺度,保持在主要视点观赏到的天际轮廓线的完整性,使之体现一定的韵律节奏。

(7) 空间尺度分析

空间尺度是指各类景观实体的长、宽、面积和体量及相互之间的比例。景观设计追求空间尺度的平衡、和谐。

视觉分析的其它内容,如视点分析、景观色彩分析等,这里不再一一列举。

2 城市景观视觉分析与模拟控制的计算机实现

2.1 基础信息采集与城区局部景观模型构建

直接用于景观视觉分析的信息有:城区数字高程模型 DEM,分辨率为 $10\text{m} \times 10\text{m}$ 至 $50\text{m} \times 50\text{m}$ 不等;城区土地利用分类,分辨率同上;航空像片,比例尺 $1:2000$ 左右,可判读楼房、重要标志等细部景观信息,提供景区建筑高程分布图和景观现状图;彩色航片,比例尺 $1:5000$ 至 $1:1$ 万,可获取城市外貌色彩和城市形态;城市控制性规划功能分区图,是景观规划的依据;植被、水体、交通图,可由专题图数字化获取,也可借助于航空像片;典型景物的历史、人文意义等描述性信息。上述各类基础数据和图件由城市地理信息系统统一存储和管理。

视觉分析以景观欣赏模拟为基础。要达到效果逼真的视野模拟,必须在视觉能够感知到的范围和尺度上全面地反映视野内的景观构成。具体做法是,在自然地形 DEM 的基础上,进行建筑高程分布图、交通图、水系图等多层覆盖。由于要求格网的分辨率较高,数据量和工作量都很大,只能在特殊景区和地带进行,因此称之为城区局部景观模型 ULDTM(Urban Local DTM)。下述视觉分析算法都是在 ULDTM 上的操作。

2.2 视觉分析的基本算法

下面给出几种典型的视觉分析模块。

2.2.1 通视分析

用于判断视点之间以及视点和重要景点之间的通视情况,是视觉分析的基本模块。具体步骤如下:1)建立两点间视线的空间直线方程;2)将视线上任一点(高程为 H_{s_i})投影到 ULDTM,得投影点的地面高程 H_p ;3)若视线上存在 1 个以上的点使得 $H_p > H_{s_i}$,则视线被遮挡,否则两点通视。

2.2.2 透视分析^[1]

此模块用于模拟视点某一方向视野内的景物三维形象,可任意改变视距、视角和观赏方位,算法沿用摄影测量的反投影算法。

2.2.3 视域分析

1)视域搜索。以视点为圆心、最大视距(晴天约为 3000m)为半径作圆面,圆内所有与视点通视的点构成该视点实际的视域^[2](见图 1)。2)视域特征计算。包括视域面积 S 、视域边界周长

L 和形状因子 $F_s=L/\sqrt{\pi \cdot S}$ 。3) 查询并统计显示视野内 ULDTM 的地物地貌分布和面积体量对比(见图 2)。4) 视域分析。按视距 D_s 大小将视域分割为 $D_s \leq 300m$, $300m < D_s \leq 1500m$, $1500m < D_s \leq 3000m$ 3 个条带, 分别进行 2) 和 3) 的分析。

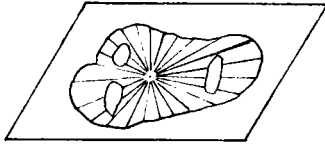


图 1 视点视域范围

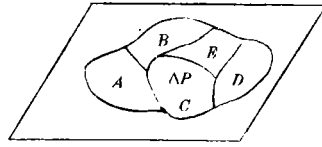


图 2 视点 P 视域构成

2.2.4 视点分析

1) 视点分类。根据视域分析的结果将景区内所有视点分为 4 大类, 分类原则见表 1。

类别	正常视点	开阔视点	限制视点	特殊视点
视域面积	一般	大	小	很小
形状因子	一般	小	大	不定

2) 视点评价。视点评价分为可达性评价(或视点使用频度评价)和视点景质评价两类。

视点可达性评价步骤如下: ①确定视点所在地性质; ②对于不同用地赋予不同指数, 广场、站口、公园最高, 道路(主干道、次干道、街坊道路)、居住区、商业区、工业区依次降低; ③对所有视点定出其可达性等级。视点景质评价按照视点美景度、绿化覆盖率、水面面积和人工建筑体量 4 类指标进行综合评判, 其中前 3 个指标越大景质越好, 而人工建筑则是影响景质的不利因素。4 因子权重分别为 0.4、0.2、0.2、0.2。

美景度的计算分两步: ①查询出落在视域内的重要景物; ②按照下式计算美景度:

$$M_B = \sum_{i=1}^n K_i C_i / D_i \tag{2}$$

式中, M_B 为美景度, C_i 为第 i 个景物的重要等级, D_i 为景物视距, K_i 为修正系数, n 为重要景物个数。

2.2.5 视频分析

算法步骤(见图 3)如下:

- ①查询或给定景点(如图 3 中 A、B)高程, 分别计算其视域范围 S_A 、 S_B ;
- ②输入游览路线 L ;
- ③计算 P_1P_2 、 P_3P_4 、 P_2P_3 的长度 L_A 、 L_B 、 L_{AB} 及整个游览路线 L 长度 L_S ;
- ④据式(1)计算景点 A、B 的视频 q_A 、 q_B 及 A 和 B 的合成视频 $q_{AB} = q_A + q_B$;
- ⑤将游览路线 L 进行分带标识, 如 P_1P_2 、 P_3P_4 、 P_2P_3 等, 确定其游览速度 V_1 、 V_2 、 V_3 等, 得到与景点重要程度相称的视频;
- ⑥重复上述步骤, 得到满意的游览路线视频分段。

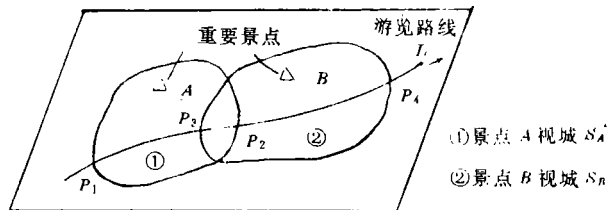


图 3 视频分析

2.2.6 空间尺度分析

1) 竖向尺度分析(见图 4)。

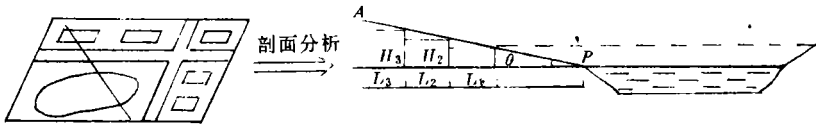


图 4 重要景物(以湖为例)周围建筑高度控制

具体步骤如下：①在 ULDTM 上确定某重要景物的一剖面线，在剖面上特定点设定视线，对不同的视角 θ 用该视线控制该景物周围缓冲带的建筑高程限制，如 L_1 、 L_2 、 L_3 带中建筑高程分别限制在 H_1 、 H_2 和 H_3 ；②对同一景物作多个剖面高程控制，综合得该景物周围建筑高程控制图。

2) 自然景物与人工建筑布局及体量比例分析。

具体步骤如下：①在 ULDTM 上圈定分析区域；②组合景点分布图、植被图、土地利用图进行叠加透视，分析观赏效果；③进行各类用地面积统计，计算比例系数与控制性指标比较；④模拟改变建筑体量和位置，重复①、②、③步；⑤绘出自然景物周围建筑密度控制图。

2.3 城市景观模拟控制模型

2.3.1 景观标志(如市标)的选址和标高设计

要树立一个景点为规划区的标志，除必须有很好的观赏形象外，还要追求在城区能有较大的影响范围。可以通过视域分析，对已有控制规划允许范围内各个位置上的景点视域进行比较，原则是在标高尽可能小的情况下使得视域最大，以降低造价。

另外，为了加强标志的影响效果，还要求落在标志视域内的视点具有较高的可达性(或使用频率)。对于不同可达性的视点给予不同的权重，对视域内的视点进行加权统计求和，作为视域比较的指标。

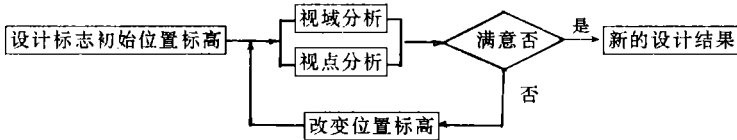


图 5 景观标志选择

2.3.2 游览路线设计

游览路线选择的原则是在交通便利的前提下穿过尽可能多的优质视点，游览时交通工具的转换还要根据视频分析确定。

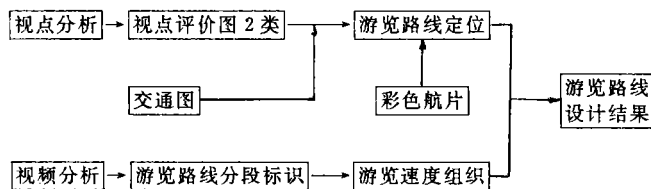


图 6 游览路线设计

2.3.3 城市建筑密度和高程控制

在城市景观设计中，为了保护和创造一定的景观特色，必须对建筑物的体量和布局加以必要的引导和控制。以视觉分析为依据，可以绘制规划区域的建筑高程控制图，指导城市建设。

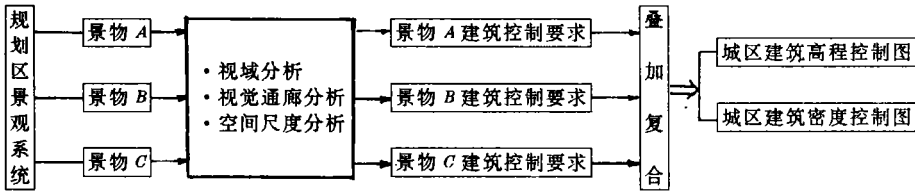


图 7 城市建筑密度和高程控制

3 实验与结论

结合黄石市磁湖风景区规划,运用自行设计的视觉分析软件系统,主要开展了以下几项工作:选取磁湖周围 $11\text{km} \times 8\text{km}$ 的区域,进行 DEM 的采集和加密;数字化生成景区土地利用、植被、交通、水系的栅格地图;黄石市标选址和标高设计;磁湖风景区景观主导面分析;景区叠加透视分析;经过综合评价和优化,给出了一条磁湖风景区游览路线。上述成果已提交规划部门使用,被认为是对传统规划手段的一次更新。

要把城市景观视觉分析和模拟控制发展成一套完善、实用的计算机系统,还需进行以下几个方面的研究:

1) 进一步探讨景观欣赏中视觉感知的机制和规律,拓宽和深化视觉分析的范畴,为计算机模拟提供坚实的理论基础;

2) 建立和健全城市局部景观模型的概念框架、信息内容、逻辑结构和数据组织,使之成为一种能够准确反映城市景观实况的特殊数字地面模型;

3) 完善景观信息的视觉表示手段,主要指利用计算机图形和图像显示为用户提供直观逼真的景物形象。多视点、多角度的景区三维模拟以及沿旅游路线连续画面的动态演示,均属于这方面的内容。

参 考 文 献

- 1 焦法成. 计算机绘图. 天津:天津大学出版社,1987.
- 2 孙善芳,唐治锋. 基于 DEM 的风景区景点和旅游路线选择. 武测研究生学报,1990,5(3):26~32
- 3 崔伟宏. 微机资源与环境信息系统研究. 北京:中国科学技术出版社,1990.

Method of Vision Analysis and Simulation Control of Urban Landscape

Sun Shanfang Tang Zhifeng Yang Chunhui

(The National Laboratory for Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing,
WTUSM, Luoyu Road 39, Wuhan, China, 430070)

Abstract This paper extended the concept, content and method of vision analysis and presented a technical scheme of computer assisted vision analysis and simulation and control of urban landscape planning.

Key words vision analysis; landscape simulation and control; DEM