# 停车场布局生成的算法方法

## 技术领域

本发明涉及建筑设计和计算机辅助设计领域，特别是一种用于最大化停车空间利用率的建筑平面生成算法方法。

## 背景技术

平面布局是建筑设计中的基本任务，需要大量的人力和时间。自20世纪70年代以来，研究人员一直在探索生成式方法来简化这一过程。然而，大多数研究集中在较小的空间上。地下停车场等大型空间由于其广阔的面积、复杂的外部轮廓以及诸如机房和楼梯间等各种障碍物，带来了独特的挑战。

目前，生成式平面布局算法主要有三种技术路线：

1. 形状语法：该方法提取对象的形状规则，并以类似于语言语法的方式生成布局。但开发易用且通用的形状语法系统具有挑战性，且不适合地下停车场的应用场景。
2. 基于图的机器学习：该方法生成覆盖各种平面形式的布局图像，但需要大量高质量的统一格式平面数据，在数据有限的情况下，生成布局的质量往往较差。
3. 优化算法：该方法计算效率高且速度快，适合辅助建筑项目的设计阶段。已有许多成功应用，例如使用基于网格的计算来解决住宅单元和教室建筑的布局问题。

现有技术中缺乏专门针对大面积、不规则外轮廓和内部障碍物的停车场布局生成算法。本发明旨在填补这一空白，提供一种能够根据建筑上层结构快速估算地下车库总停车容量的算法工具。

## 发明内容

本发明提供一种停车场布局生成的算法方法，该方法结合了蒙特卡洛模拟和贪婪算法，以解决具有不规则外轮廓和内部障碍物的停车场布局问题。该方法首先将复杂的多边形轮廓与内部障碍物细分为多个简单矩形，然后在这些矩形区域内生成停车位布局，最终实现停车区域的高效利用。

本发明的主要目的是提供一种能够以下功能的算法方法：

1. 灵活处理不规则的外部轮廓；
2. 灵活调整内部障碍物的大小和位置；
3. 高效排列停车位，最大化停车空间利用率；
4. 考虑停车场实际使用需求的布局中断和视野可见性。

本发明的总体框架包括三个主要阶段：

1. 外围布局：沿停车区域外部边界生成停车位
2. 区域划分：将停车区域划分为最大可能的矩形，以提高停车位布局效率
3. 停车位生成：在划分的矩形区域内生成停车位

该方法不仅能提高停车空间利用率，而且计算效率高，能够在几秒内完成大型停车场布局的生成，为建筑师提供快速评估方案的工具。

## 附图说明

[图1]：停车场生成的主框架流程图 [图2]：外围布局生成流程图 [图3]：边缘长度的可能模式示意图 [图4]：典型停车区域示例 [图5]：区域划分生成流程图 [图6]：区域划分结果示例 [图7]：停车位生成结果示例 [图8-10]：实际案例与生成布局方案比较

## 具体实施方式

### 1. 总体原则

本发明开发的算法旨在成为建筑师在概念设计阶段的快速、便捷工具。其主要目的是帮助根据地上建筑布局快速估算地下车库的总停车容量。根据地下车库设计的实际工程经验，车库布局必须遵循以下原则：

a. 灵活处理轮廓：车库的外部轮廓通常不规则，受场地边界和地上建筑与景观设计的影响。算法应能灵活适应轮廓边缘的变化。

b. 可调整内部障碍物：地上建筑的核心结构（如核心管、设备间和楼梯间）被视为车库内的障碍物。算法应允许灵活调整这些障碍物的大小和位置。

c. 高效停车安排：内部布局应主要由规则的水平或垂直停车位组成。停车位尺寸应为2.4m×5.3m，通道宽度至少为5.5m。柱子的放置应优先考虑最大化停车位数量。

d. 布局中断：为了减少倒车的需要并提高可用停车位的可见性，垂直对齐的停车位应每40米左右由一条通道打断。

具体尺寸要求如下表：

| **配置** | **数值** |
| --- | --- |
| 停车位长度 | 5.2 (m) |
| 停车位宽度 | 2.4 (m) |
| 道路宽度 | 5.5 (m) |
| 车辆水平组内数量 | 5 |
| 车辆垂直组内数量 | 2 |
| 柱子宽度 | 0.4 (m) |

### 2. 方法

本发明的停车位生成方案包括以下三个主要阶段：

#### 2.1 第一阶段：外围布局

对于停车场的最外围周边，停车位采用网格布局排列以最大化空间利用率。在边缘和角落，设置了不重叠规则以确保车辆顺畅进出。外围停车位排列逻辑如图2所示。

外围周边的关键关注点是角落。对于突出点，两侧都必须无障碍物。对于凹陷点，为了容纳更多停车位，一侧的停车位可能会延伸超过对侧的模板宽度。

边缘长度有4种可能的模式，如下表所示：

| **情况** | **起点** | **终点** | **边长** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 凸 | 凸 | L-2d |
| 2 | 凸 | 凹 | L-d |
| 3 | 凹 | 凸 | L |
| 4 | 凹 | 凹 | L+d |

其中，L为原始边长，d为停车位宽度。不同模式的边缘长度如图3所示。

#### 2.2 第二阶段：区域划分

停车区域通常是不规则多边形，需要将其划分为大型矩形以便高效排列停车位。区域划分过程结合了蒙特卡洛算法和贪婪算法，如图5所示。

在每次迭代中，选择停车区域内的一个随机点，从该点进行垂直和水平扩展直到遇到边界，形成一个矩形。每次迭代重复此过程n次，记录并从停车区域中切割出最大的矩形。然后对剩余区域重新应用算法以生成下一个最大矩形。图6展示了区域划分的示例，显示第1区域是最大的，第2区域是第二大的。

具体步骤如下：

1. 初始化参数，包括停车区域轮廓和内部障碍物
2. 检查剩余区域是否大于阈值，若否则结束算法
3. 在剩余区域内随机生成N个点
4. 对每个随机点进行垂直和水平扩展，形成矩形
5. 选择面积最大的矩形，将其从停车区域中切割出来
6. 计算剩余多边形面积
7. 重复步骤2-6，直到剩余区域小于阈值

#### 2.3 第三阶段：停车位生成

最后，根据表1中的配置在所有划分区域内生成停车位。目标是尽可能多地排列停车位，充分利用可用空间。图7展示了最终布局。

对于每个矩形区域，根据其大小和位置确定停车位排列方式：

1. 外围停车位：沿矩形边缘排列，注意拐角处的特殊处理
2. 内部停车位：根据矩形区域大小，按照停车位尺寸和通道宽度要求排列
3. 对于较小或不规则的区域，尽量采用合适的排列方式最大化停车位数量

### 3. 实施效果

为评估本发明的性能，我们在三个实际停车区域布局（总面积约1000~2000平方米）上实施了该算法。图8、图9和图10比较了原始图像和生成结果。为简化起见，障碍物和局部轮廓被简化为蓝色方块。

我们使用以下公式计算每个停车位所需的平均空间： 停车场单车面积 = 停车场总面积 / 停车位总数

通过对比实际案例和生成的布局方案，得出以下分析：

a. 布局：从三个案例研究的结果来看，尽管我们生成的布局与实际布局有所不同，但整体结构有许多相似之处。这表明该算法能够在一定程度上模拟设计师的布局思维。

b. 效率：我们比较了每个实际案例中的停车位总数与我们生成的结果，并计算了每辆车所需的平均停车场面积。结果显示，生成的停车位总数略高于实际案例，表明每辆车的停车效率更高。虽然实际布局需要考虑更多具体问题，不能像生成的布局那样理想，但我们也计算了生成停车位总数与实际案例中停车位总数的比率。这个比率一直保持在1.1左右，表明使用该算法获得的结果对于估算实际停车位数量很有价值。

c. 时间复杂度：我们记录了每次计算的时间，从4到11秒不等。这表明该算法在操作和调整方面快速高效。

| **案例** | **停车场总面积 (㎡)** | **实际案例停车位总数** | **实际案例单车面积 (㎡)** | **本算法停车位总数** | **本算法单车面积 (㎡)** | **与实际案例相比的停车位比率** | **计算时间(秒)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 17817 | 392 | 45.45 | 424 | 42.02 | 1.08 | 10.9 |
| 2 | 11121 | 223 | 49.87 | 250 | 44.48 | 1.12 | 4.9 |
| 3 | 9813 | 260 | 37.84 | 281 | 34.92 | 1.08 | 6.2 |

### 4. 优势和应用

本发明具有以下优势：

1. 高效利用空间：通过优化算法实现停车空间的最大化利用
2. 灵活适应性：能够处理不规则外轮廓和内部障碍物
3. 快速计算：几秒内即可生成布局方案，大大提高设计效率
4. 实用参考价值：生成结果与实际工程案例接近，可作为设计参考

虽然当前算法的结果尚未达到最终平面图所需的精确度，但它在设计的早期阶段显著辅助建筑师。当需要调整车库轮廓、楼梯、坡道和其他元素时，建筑师可以快速确定这些更改的可行性，而无需手动放置停车位来验证停车指标。这大大节省了设计师的时间和精力。

## 权利要求

一种停车场布局生成的算法方法，其特征在于，包括以下步骤：

* 1. 获取停车区域的外部轮廓坐标和内部障碍物坐标；
  2. 第一阶段：在停车区域外部边界生成外围停车位；
  3. 第二阶段：使用蒙特卡洛方法和贪婪算法将停车区域划分为多个最大可能的矩形；
  4. 第三阶段：在划分的矩形区域内生成停车位。

根据权利要求1所述的方法，其特征在于，外围停车位生成步骤包括：

* 1. 识别外部轮廓的凸点和凹点；
  2. 根据凸点和凹点的组合确定边缘长度；
  3. 根据边缘长度和停车位尺寸计算并排列停车位。

根据权利要求1所述的方法，其特征在于，区域划分步骤包括：

* 1. 在剩余停车区域内随机生成多个点；
  2. 从每个随机点进行垂直和水平扩展直到遇到边界；
  3. 选择面积最大的矩形，将其从停车区域中切割出来；
  4. 重复上述步骤，直到剩余区域小于预设阈值。

根据权利要求1所述的方法，其特征在于，停车位生成步骤包括：

* 1. 根据预定义的停车位尺寸和通道宽度要求，在每个矩形区域内排列停车位；
  2. 对于较小或不规则的区域，采用合适的排列方式最大化停车位数量。

根据权利要求1至4中任一项所述的方法，其特征在于，还包括考虑以下停车场设计参数：

* 1. 停车位长度：5.2米；
  2. 停车位宽度：2.4米；
  3. 通道宽度：5.5米；
  4. 水平停车组内车辆数量：5；
  5. 垂直停车组内车辆数量：2；
  6. 柱子宽度：0.4米。

## 说明书附图

[在此附上相关图形]