



“九五”国家重点电子出版物规划项目 · 希望计算机动画教室系列

全彩印刷

渲染巨匠 Lightscape

循序渐进教程

北京希望电脑公司 总策划

北京希望设计部、希望软件装修部
(天一工作室)

编写



本书配套光盘内容包括:

1. ACE for Lightscape3.11
(Lightscape 中文环境)
2. Lightscape 教学演示程序
3. 本书实例的相关模型文件



北京希望电脑公司
北京希望电子出版社
www.bhp.com.cn



“九五”国家重点电子出版物规划项目 · 希望计算机动画教室系列

全彩印刷

渲染巨匠 Lightscape

TP391.41
T55

循序渐进教程

北京希望电脑公司 总策划
北京希望设计部、希望软件装修部 编写
(天一工作室)

本书配套光盘内容包括:

1. ACE for Lightscape3.11
(Lightscape 中文环境)
2. Lightscape 教学演示程序
3. 本书实例的相关模型文件

本书附盘可从本馆主页 <http://www.lib.szu.edu.cn/>
上由“馆藏检索”该书详细信息后下载,
也可到视听部复制



北京希望电脑公司
北京希望电子出版社
www.bhp.com.cn

内 容 简 介

本书是关于用于先进的光照模拟和可视化设计的渲染软件——“渲染巨匠” Lightscape 的实用读物。全书由十五章构成,分别从 Lightscape 入门、Lightscape 循序渐进、Lightscape 深入三大部分讲述了 Lightscape 软件的操作和应用,其中还包括与光学、美学、摄影等相关的一部分知识。在 Lightscape 入门阶段主要讲述了 Lightscape 的技术基础、操作流程、用户界面,并通过一个例子详细讲述了 Lightscape 的操作流程。在 Lightscape 循序渐进阶段通过五个例子分别从准备阶段、解决阶段、输出阶段讲述了 Lightscape 的操作全过程,其中的“课程设计”还从 AutoCAD 建模开始系统地讲述了一个画廊模型的完整操作过程。在 Lightscape 深入阶段着重讲述了图层、材料、图块、纹理网格、动画、渲染等知识。

本书结构清晰、内容由浅入深、循序渐进。书中丰富的范例将 Lightscape 的强大功能逐一展示给读者。本书是从事建筑设计、装修装潢、照明设计技术人员的重要参考书,而且也是美术学院、高等院校相关专业师生实用的自学、教学读物,和社会相关领域培训班的教材。

系 列 书: 希望计算机动画教室系列

书 名: 渲染巨匠 Lightscape 循序渐进教程

总 策 划: 北京希望电脑公司

文 本 著 者: 北京希望设计部、希望软件装修部(天一工作室)

文 本 审 校 者: 秦人华

C D 制 作 者: 北京希望设计部、希望软件装修部(天一工作室)

C D 测 试 者: 希望多媒体测试部

责 任 编 辑: 战晓雷

出版、发行者: 北京希望电子出版社

地 址: 北京海淀路 82 号, 100080

网址: www.bhp.com.cn

E-mail: lwm@hope.com.cn

电话: 010-62562329, 62541992, 62637101, 62637102 (图书发行, 技术支持)

010-62633308, 62633309 (多媒体发行, 技术支持)

010-62613322-215 (门市)

010-62531267 (编辑部)

经 销: 各地新华书店、软件连锁店

排 版: 天一工作室

C D 生 产 者: 文录激光科技有限公司

文 本 印 刷 者: 北京广益印刷厂

开 本 / 规 格: 787 × 1092 毫米 16 开本 22 印张 全彩印刷 510 千字

版 次 / 印 次: 1999 年 7 月第 1 版 1999 年 9 月第 2 次印刷

印 数: 5001—10000 册

版 本 号: 新出音管[1997]348 号 ISBN 7-980015-67-3/TP.36

定 价: 66.00 元(1CD, 含配套全彩色书)

说明: 凡我社图书及其配套光盘若有缺页、倒页、脱页、自然破损者, 本社发行部负责调换

序 言



Lightscape软件是一种先进的光照模拟和可视化设计系统，该软件用于对三维模型进行精确的光照模拟和灵活方便的可视化设计。它有一个好听的中国名字——“渲染巨匠”。

LightscapeV2.0的NT版本于1995年面世，它标志着一个优秀的渲染软件从图形工作站领域成功地转移到了PC机领域，并且首次在基于PC机领域的软件中实现了光能传递技术。随着LightscapeV3.0版本的推出，该软件的功能在各方面都有所加强，并且运算速度明显加快，尤其吸引人的是它的价格不再昂贵。LightscapeV3.0版本的屏幕显示速度比V2.0版本快两倍，渲染速度比V2.0版本快四倍，V3.0版本的速度接近于图形工作站SGI版本的速度。此外，LightscapeV3.0版本增加了许多新功能，例如：它可以转换光能传递为纹理映射，有效地减少多边形数量，保存光照效果；新纹理调整工具到单一化复杂映射；拖拉图块和光源的能力；取消所有删除操作；在准备阶段观看纹理；支持动画路径的循环等。

Lightscape的光能传递渲染能够生成场景中漫射光线的精确模拟,可以让物体把光线反射到周围环境和其它物体上,从而产生微妙柔和的阴影。因而用Lightscape渲染只需按照真实的灯光布置情况放置光源就可以计算出真实的效果,不需要另加辅助光源。Lightscape不仅计算太阳光,还计算天空光,只需设置自然光就可以表现出真实的光照效果。

Lightscape的光影跟踪算法跟踪场景中的光线路径,产生理想的高光和反射效果。结合计算镜面反射的光影跟踪渲染技术,在材质的表现上也有独到之处。所以Lightscape使用光能传递和光影跟踪技术可以产生令人瞩目的真实渲染和动画。

Lightscape可以计算模型的光线信息,并作为模型表面的一个整体部分被保存,可以交互移动全渲染的三维环境,而无需重新生成光线信息。在光能传递处理过程中,能够很容易看到一个已给定分辨率的模型视图,对该视图可以停止处理或改变光线、材料,无需等待模型重新处理,它将大大节省时间。

在和其它三维渲染软件之间的转换中,包括SoftImage的输入和支持PNG图形文件格式,提高支持3D Studio V4.0文件的功能,保持其材料属性、纹理映射、光线和相机路径,并增加了3D Studio MAX文件的输入输出功能。还可以输入DXF文件,并输出Lightscape光能传递文件为VRML和OpenInventor。

Lightscape杰出的真实效果,照片般的质感令人叹为观止。使用Lightscape可以真实地表现设计者的思想,并快速检验不同设计方案的效果,成为设计者真正的助手。

预备知识

在开始使用Lightscape之前,对Microsoft Windows 95或Windows NT 4.0以上版本的操作系统应该有一定的使用知识,包括如何使用鼠标及基本的菜单和命令,以及如何打开、保存和关闭文件等。

关于本教程

《渲染巨匠Lightscape循序渐进教程》是以Lightscape3.11为基础全面阐述Lightscape的设计方法。在编写本教程时,已经考虑了不同的培训层次。如果你是Lightscape的新用户,请侧重学习本教程的第一部分和第二部分,你将学习到掌握软件所必须的所有重要的基本概念和功能;如果你曾使用过一段时间Lightscape,请侧重学习本教程的第三

部分, 你会掌握许多高级的特性和技巧, 包括Lightscape最新版本中的提示和技术。

本教程的组成

《渲染巨匠Lightscape循序渐进教程》包括以下文档资料和软件:

- (1) 《渲染巨匠Lightscape循序渐进教程》(即本书)
- (2) 《渲染巨匠Lightscape循序渐进教程》光盘, 包括ACE for Lightscape3.11 (Lightscape中文环境)、Lightscape教学演示程序及相关的电子文档。

循序渐进教程的系统要求

《渲染巨匠Lightscape循序渐进教程》在运行Microsoft Windows 95或Windows NT 4.0以上版本的操作系统的PC机上使用, 还必须有Lightscape软件或Lightscape试用版软件。

PC机推荐的系统配置:

- (1) 一台采用Intel Pentium、Pentium Pro或Pentium II 处理器的微机
- (2) Windows 95或Windows NT 4.0以上版本的操作系统
- (3) 至少32M内存
- (4) 16位(65536种颜色)以上的显示卡
- (5) 250 MB以上的硬盘空间
- (6) 鼠标
- (7) 光驱

如果有更快的CPU、更好的显示卡、更大的内存以及硬盘, Lightscape将运行得更好。

如何开始

首先, 安装Lightscape软件或Lightscape试用版软件。如果你以前未使用过Lightscape, 请参照本教程附录A “Lightscape软件安装”。

如果想粗略了解Lightscape的强大功能, 请先观看教学光盘上Lightscape教学演示程序(ppt文件, 需要安装Microsoft Office97中的 PowerPoint97以上版本)。

Lightscape教学演示程序安装运行步骤:

步骤一: 将《渲染巨匠Lightscape 3.11循序渐进教程》光盘插入光驱

步骤二: 运行光盘根目录下的安装程序SETUP文件,会自动在C: 盘上建立一个名为LSBE的子目录,并拷贝相关文件。

步骤三: 运行C:\ LSBE子目录中的Lsbe.EXE。

重要提示

请注意Lightscape软件并不包括在本教程中,你需要单独购买并安装Lightscape软件。为配合用户学习,如需要以下软件,请与天一工作室(010-62632678)联系:

- (1) Lightscape软件试用版(一次安装可使用15天,含本书所介绍的五个例题)
- (2) Lightscape图块光源材料库光盘LSCD1、LSCD2、LSCD3、LSCD4

Lightscape公司出品的高品质的Lightscape专用图块、光源和材质库光盘,每张光盘含约140种图块、120种光源和120种材质,详细内容参见附录B。

其它信息

参加本教程的主要编写人员有:吴庆洪、袁传杰、纪宏、解俊杰、吴红梅等,特别感谢秦人华老师指导本教程的编写,并亲自进行了审校。感谢深圳支点设计有限公司提供本书中的部分精美用图。

由于水平有限且编写时间仓促,书中难免有不足之处,欢迎批评指正。如果你遇到了与本书相关的任何问题,或有任何意见和建议,请与天一工作室(北京希望电子出版社设计部)联系。

联系电话: 010-62632678、010-62986634

联系地址: 北京海淀区海淀路82号

单位名称: 北京希望电子出版社设计部

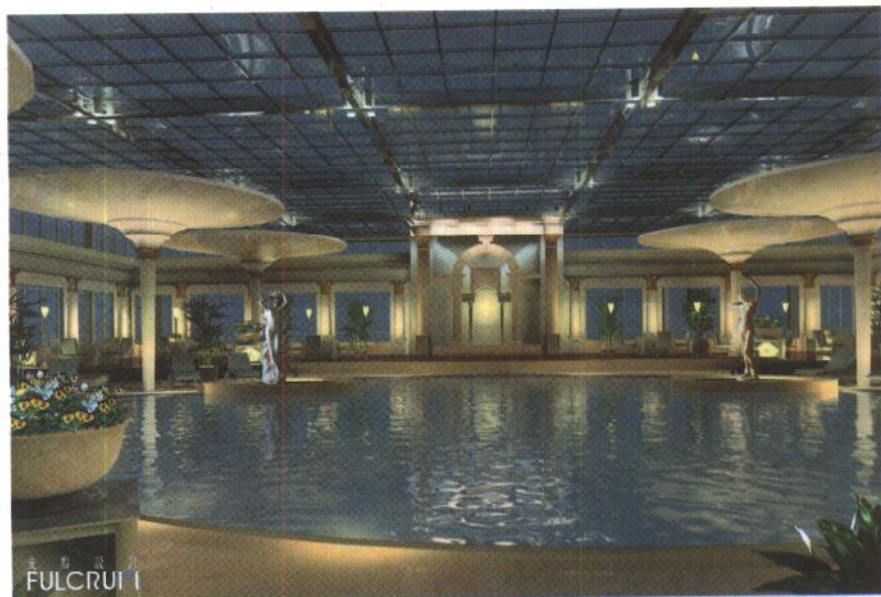
邮政编码: 100080

联系人: 何敏男、袁传杰、解俊杰

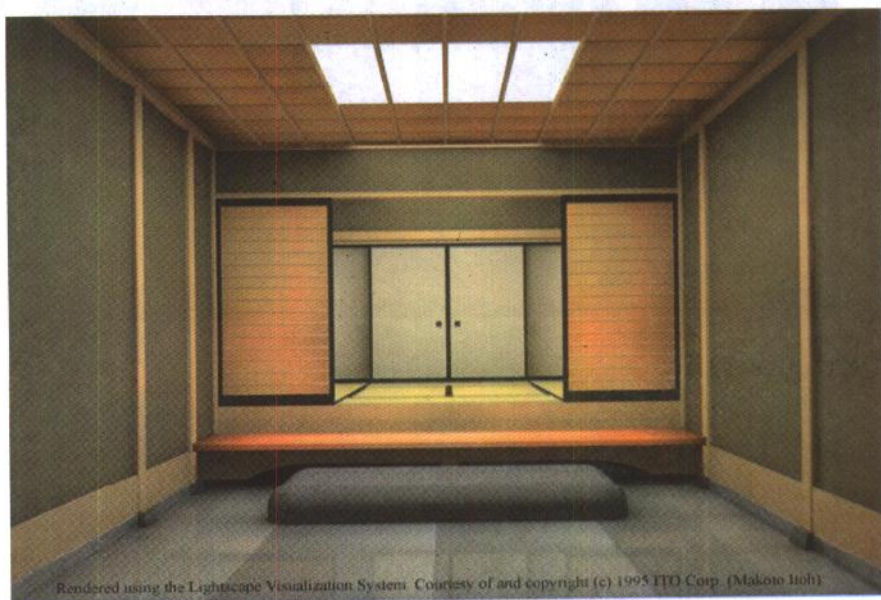
第一部分 Lightscape 入门



天一工作室



FULCRUM



Rendered using the Lightscape Visualization System. Courtesy of and copyright (c) 1995 ITO Corp. (Makoto Itoh)

第一章 Lightscape 的技术基础



本章内容:

- Lightscape 的技术优势
- Lightscape 的技术基础

对Lightscape使用的技术有一个概念化的了解,将帮助你决定针对当前的需要采用哪种技术更适合,进而能够更好地使用Lightscape。许多概念不需要完全理解,初步了解后,可以在以后的实际操作过程中慢慢体会。如不感兴趣可直接跳过,有兴趣时再返回阅读,也是一个不错的主意。

1.1 Lightscape 的技术优势

Lightscape 与其它软件相比有如下优势:

- 光照 (Lighting)

Lightscape 的光能传递技术可精确模拟环境中漫反射光源的光学性质。可得到精细和多样的光照效果,如直接和间接漫反射光照、柔和阴影、表面之间的颜色融合等使最终图像自然并真实,这些是其它渲染软件所不具备的。因为支持工业标准的光域网文件格式,并同时可模拟自然光,Lightscape 成为可视化设计和光照分析的有力工具。

- 交互性 (Interactivity)

光能传递的结果不仅仅是一幅图像,而是环境中光能分布的全三维的显示。因为光能已预先计算完毕,生成某一角度的精确图像比传统图像计算技术快得多。如果有相应的硬件加速,还可在一个已渲染的环境中实时交互地进行漫游,观看环境各个角度的效果。生成高质量的影视漫游动画比专业动画系统使用时间还少。

- 逐步细化 (Progressive Refinement)

和其它技术不同,Lightscape 解决方案提供实时可视地反馈,可在任何时间对图像质量进行调整。在处理的任意阶段,可以改变一个表面的材料或光源参数,系统不用完全从头开始即可补偿并显示新的结果。Lightscape 中逐步细化技术可使你根据设计和任务的要求对最终图像结果进行精确地控制。

1.2 Lightscape 的相关技术概念

Lightscape 是一种先进的光照模拟和可视化设计系统,可在一个三维物体或空间未建造前得到其近于真实效果的精确图像。Lightscape 同时运用先进的光能传递 (Radiosity) 和光影跟踪 (Ray Trace) 两大技术,并提供了可灵活修改材料和光源的合理界面。

1.2.1 图像渲染计算

一个三维模型包含使用一个三维坐标系定义的几何数据。这个坐标系通常被称为世界空间 (World Space)。模型中可能同时还包含每个物体的材料和光源的信息。计

计算机显示器上的图像是由大量发光的小点（称为像素Pixel）组成的。在创建一个几何模型的图像时，计算机的任务就是基于模型的信息和指定的视点确定屏幕（屏幕空间Screen space）上每个像素点的颜色。

注：计算机有两种基本的图像类型——矢量图像和光栅图像。

矢量图像由称为矢量的精确定义的直线和曲线组成，一幅由基于矢量的程序绘制的图形，它能像一个独立的物体一样被移动、改变大小或旋转，因为程序精确地保持了图形的定义。因此，对于那些要求有鲜明分界线的图形而言，基于矢量的程序是最好的工具。光栅图像由称为像素的小方块构成的网格组成，一幅由用基于点阵的程序画出的图形，由一组处于特殊位置的像素构成，这些像素把图形表示出来。编辑一幅光栅图像，实际上编辑的是一组像素，而不是精确定义的物体。基于点阵或像素的图像，最适合于摄影图像或用绘图程序创建的图像。

由于使用了高级图形处理方法并能给人以完美的连续色调的错觉，所以大多数图像都被认为是连续的。数字（或基于像素的）图像同样使人产生色调连续的错觉，因为每一个像素都能独立的着色，并使整个图像的色彩能平滑、连续地过渡。打印机不具备产生连续色调的能力，但使用半色调点同样可以给人以连续色调的错觉。半色调点是一些大小不同的小点，在打印时，能产生色彩色调不同的表现效果。

模型表面的某一点的颜色是由材料的物理特性以及表面上的光照决定的。通常有两种着色算法：局部光照（Local illumination）和全局光照（Global illumination），用于描述表面如何反射和传送光能。

1.2.2 局部光照（Local illumination）

局部光照算法只描述单个表面如何反射和传送光能。给出到达一个表面的光线描述，这种算法可预测离开这个表面的光线强度、光学性质（颜色）和发散方式；另外一个任务是确定到达表面的光线的最初来源（一般是指光源）。一个简单的渲染系统在表面被着色时通常只考虑从光源直接发散的光能。

1.2.3 全局光照（Global illumination）

然而要得到精确的效果，不仅要考虑光源发散的光线，还要考虑环境中所有表面和光源的相互作用。

例如，一些表面挡住了光线，在另一些表面上形成阴影；有些表面反光，可在这些

表面上看到其它表面的倒影；有些表面是透明的，可透过这些表面看到其它表面；有些表面是将光反射到其它表面上。全局光照算法就是在渲染时充分考虑模型中面和面之间的光线的传递。Lightscape使用两种全局光照算法。一种称为光影跟踪；一种称为光能传递。

在解释这两种技术如何工作之前，有必要先了解在现实生活中光线是如何在环境中传播的。这部分内容较枯燥，不感兴趣者可越过，但如了解清楚这部分内容对理解和使用Lightscape相当有益。

我们假设有如图1-1所示的一个简单房间。

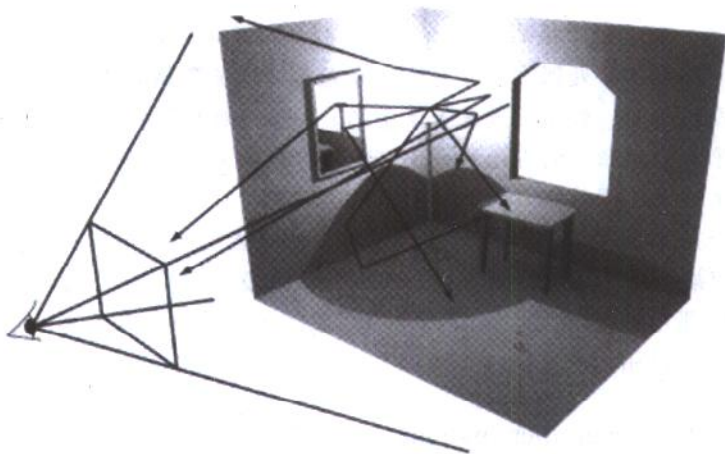


图1-1 房间的全局光照

房间内有一个光源。按光学理论我们可以认为光线是由一种被称为光子的粒子构成，它们从光源发散出来，直到遇到房间中的某一个表面。根据这个表面的材料不同，一定波长范围的光子被表面吸收，另一些光子反弹回环境中。一些光子被吸收，而另一些光子被反弹的现象可以确定表面的颜色。

表面反射光子的方式主要取决于表面的光滑度。粗糙的表面会将光子向各个方向反射（如图1-2）。这种表面为漫反射表面，这种反射被称为漫反射。一面被粉刷后的墙是漫反射表面很好的例子。

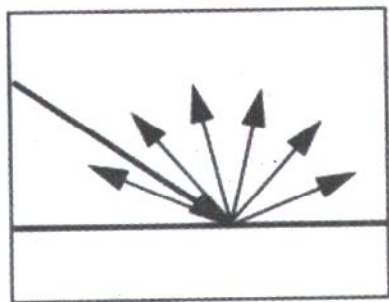


图1-2 漫反射

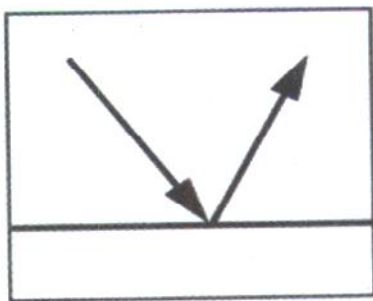


图1-3 镜面反射

非常光滑的表面向一个方向反射光子（图1-3），反射角等于光线的入射角。这些表面被称为镜面，这种反射被称为镜面反射。镜子是镜面反射完美的例子。当然，很多材料同时表现有不同程度的镜面反射和漫反射。

房间的最终光照取决于光源发散的数十亿的光子和表面的相互作用。在表面上给定的一点，可能有直接从光源发散的光子（直接光照）或者间接从其它面一次或多次反弹的光子（间接光照）。如果你站在房间里，房间中只有极小的一部分光子会进入你的眼睛并刺激你的感光细胞。这些刺激可以有效地在你的大脑中形成图像。

1.2.4 光影跟踪 (Ray Tracing)

第一种被开发的全局光照算法称为光影跟踪。光影跟踪是一种繁复的算法，因为要计算的光照效果太多。它可精确地模拟直接光照、阴影、镜面反射和透明材料的折射等全局光照特性。

使用光影跟踪算法，考虑到虽然在房间里有数十亿个光子，但最关心的是进入你眼帘中的那些光子。通过反向跟踪进入眼中的那些光子，只计算与构成图像有关的信息。

使用光影跟踪创建一幅图像，对计算机屏幕上的每个像素点要进行以下几个步骤的计算（见图1-4）：

- (1) 从眼睛的位置开始反向跟踪光线，通过计算机的像素点，直到与模型中的一个表面相交点。
- (2) 模型描述中包含了表面的反射度，但没有到达表面的光照总量。要确定光照总

量，要从相交点跟踪光线到环境中每个光源。如果通向光源的光线没有被其它物体挡住，使用这个光源的发散光能计算表面的颜色。

(3) 相交的表面可能是反光的或透明的。这种情况下算法必须确定哪些表面可以在此表面上看到或透过此表面看到。步骤(1)和(2)在反射方向(如果是透明的，则是在透射方向)被重复直到相交到其它表面。这个交点的颜色被计算出来并影响到第一个交点的颜色。

(4) 如果第二个表面也是一个反射或透明的表面，光影跟踪过程将再次重复，如此以往，直到达到了最大的迭代次数或者不再有相交的面。

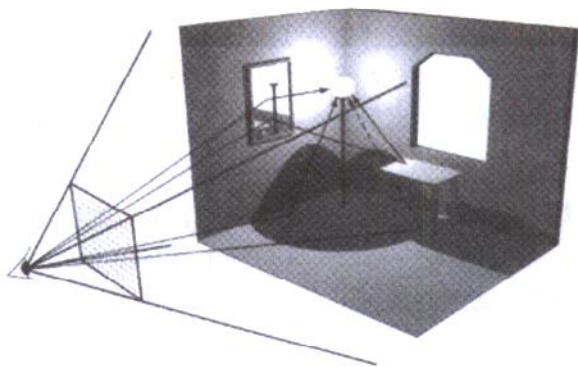


图1-4 光影跟踪

光影跟踪的主要劣势是速度很慢并且一个中等复杂程度的模型将在环境的计算上耗费很多的时间。

光影跟踪的另一个重要的劣势是它没有考虑全局光照的一个重要的特征——表面之间的相互漫反射。

传统的光影跟踪技术只是精确地计算了从光源直接照射到表面的光照。但是，正如在例图中的房间所看到的，到达一个表面的光线不仅仅来自光源(直接光照)，同时还来自于其它表面(间接光照)。如果你跟踪一幅桌子的图像，如图所示，桌子下面是黑的，因为它没有得到光源的直接光照。然而根据你的经验，那儿不应该是完全黑的，因为它可以接受从四周的墙和地板间接光照。

传统的光影跟踪技术通常将这种间接光照称为泛光源。它们通常并不按实际的间接光照而是简单在整个空间加一个均匀的光照来考虑间接光照。这通常使得光影跟踪图像看上去比较平淡。在建筑环境中尤其如此,因为建筑中大部分表面都是漫反射表面。

1.2.5 光能传递 (Radiosity)

考虑到光影跟踪算法的缺陷,计算机图像专家们借鉴热学工程师模拟发热体表面之间热能辐射传递的算法,开始研究另一种计算全局光照的技术——光能传递。光能传递作为计算机图像领域的一项新技术,从根本上和光影跟踪不同。

光能传递不再是确定屏幕上每一点的颜色,它计算环境中不连续点的光照强度,通过先将原始的表面分割成许多被称为元素的小网格表面来完成这些工作。光能传递对每个网格元素发散到其它网格元素的光照量进行计算,并保存每个网格元素的光能传递值(图1-5)。

一旦光能分布计算完,环境的某个视图通过简单的硬件辅助线扫描技术可快速显示在屏幕上(经常是实时的)。这种特性被称为独立于视图(View-Independence),因为整个环境的光能分布都已计算完了,不必再针对某个视图重新计算。而光影跟踪则被称为依赖于视图(View-dependence)的技术,因为针对每个视图,光照必须完全重新计算一遍。

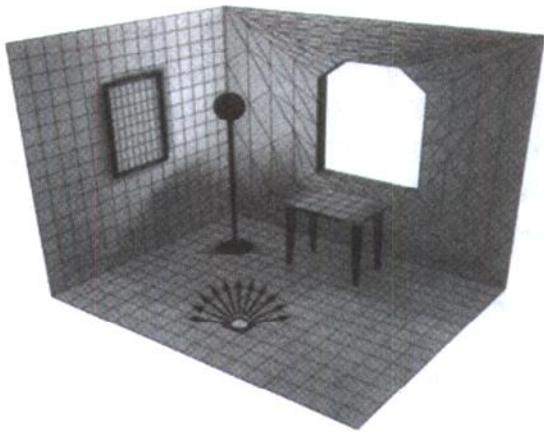


图1-5 光能传递

早期的光能传递算法必须计算完所有网格元素之间的光能传递后才能在屏幕上显示有用的结果。虽然最终结果是独立于视图的，但是处理过程要耗费相当长的时间。1988年光能传递的预处理部分算法使用新的公式，产生了被称为逐步细化光能传递（progressive refinement radiosity）的新技术，它允许使用者可立即得到可视化的结果，并逐步提高精度和图像质量。

Lightscape使用的逐步细化光能传递算法的工作方式如下：

(1) 表面被网格化为相对较大的元素。在检测到某一区域内相邻网格元素的强度相差很大时（例如，在阴影的边界）初始的网格会被细分为较小的网格。

(2) 光能从每个光源发散到环境中的所有表面（一个光源是一个灯具，包括一个或多个灯和灯座）。在这个计算中，表面可以挡住别的表面，投射阴影。

(3) 根据表面材料的特性，到达某些网格元素的一些光能被吸收了，剩余的光能传递到环境中。在光能传递中一个重要的假设是所有的表面都是“理想漫反射”——就是各个方向上反射的光能都相等。

(4) 在每一个直接光源的光能（直接光照）都被发散后，逐步细化算法继续检查所有表面并判断哪一个表面反射的光能最多。这个表面就被作为一个面光源并将反射光能（间接光照）发散到环境中的每一个表面。

(5) 处理过程一直持续到环境中大多数光能被吸收（能量平衡），同时模拟达到收敛状态（趋近于100%）。

以上描述的从光源或表面的每一次传递，被称为迭代。光照模拟达到收敛状态所需的迭代数取决于环境的复杂程度。因为每一次迭代都是搜寻能量最大的面进行计算，在光能传递开始时收敛的速度比较快。但越往后，剩余需发散的光能数量很少，因此两次迭代之间没有明显的变化。虽然你可以通过进行很多次迭代使计算过程达到完全的收敛，但一般情况下可在达到这一点之前就中止，因为你已得到了一个理想的结果。

1.2.6 光能传递和光影跟踪的区别

虽然光影跟踪和光能传递计算方式差别很大，但它在有些方面是互补的，因为每种技术都有自己的优势和劣势。

光影跟踪的优势是：

- 精确渲染直接光照、阴影、镜面反射和透明效果。