

**计算机图形学中相交测试**

**Intersecting Test in in Computer Graphics**

院 系：计算机科学与软件工程学院计算机科学技术系

专 业： 计算机科学与技术专业

姓 名： 王东

学 号： 51174506087

指导 教师： 李海晟 副教授

2018年1月

**摘要**

自1946年世界上第一台计算机问世以来,至今已有50多年的历史了,与此同时,人类社会也步入了科学技术高度发展的信息社会,人们一切活动离不开信息。随着计算机应用己从政治、经济、军事、科技、教育、医疗以及交通运输等方面逐步深入到家庭、个人,应用面越来越广。计算机图形学是伴随着电子计算机及其外围设备而产生和发展起来的。它是近代计算机科学与CAD、电视及图像处理技术的发展汇合而产生的硕果。在造船、航空航天、汽车、电子、机械、土建工程、影视广告、地理信息、轻纺化工等领域中的广泛应用,推动了这门学科的不断发展,而不断解决应用中提出的各类新课题,又进一步充实和丰富了这门学科的内容。目前几乎所有的计算机的实际应用都不同程度地使用了图形技术。所以计算机图形技术同计算机网络,人工智能及图像处理等技术一样是目前计算机领域的研究热点之一。

计算机图形学(ComputerGarphics)是研究怎样用计算机生成、处理和显示图形的一门学科。近20多年来,计算机图形学已成为计算机科学中最主要的分支之一。这种现象的产生至少有两个原因。其一,图形是人类最易接受的的信息形式。这不仅因为眼睛是人类最重要的感知器官,而且也因为人的大脑中的绝大部分信息是关于形象的信息。因此,以图形方式进行人一一机交互最自然、也最敏捷。其二,计算机图形学本身就很有吸引力。人的探索欲是促进科学发展最大的动力。于是,全世界越来越多的学者加入了这个领域的研究工作,结果使得各种计算机图形学会议的规模日渐扩大,成果日趋精彩,相关产业也随之蓬勃发展。计算机图形学的图像处理技术为人民的日常生活带来了很多便利，人们也越来越享受图像给人们带来的视觉冲击。文章阐述了计算机图形学的，和关于几何图形的元素相交问题

**一 引文**

计算机图形学中，图形是不是相交，是一个对后续图像是别的重要问题，着也是计算机图形学的一个基础问题，在计算机图形学与计算几何领域，一组物体的包围体就是将物体组合完全包容起来的一个封闭空间。将复杂物体封装在简单的包围体中，就可以提高几何运算的效率。通常简单的物体比较容易检查相互之间的重叠。 一组物体的包围体也是包含一个物体及周围相关环境的封闭空间，因此可以用它来表示一个非空、有限的单一物体。

**二 包围体的使用**

包围体经常用于加速一些特定的检验过程。 在光线跟踪中，包围体用于光线相交检验，在许多渲染算法中，它又用于视体的检验。如果光线或者视体与包围体没有交叉，那么就不会与包围体内的物体相交。通过这样的相交检验，就可以生成需要显示的物体列表。这里的显示表示需要渲染或者栅格化。 在碰撞检测中，如果两个包围体没有相交，那么所包含的物体也就不会碰撞。 由于包围体的几何形状较为简单，而物体通常是多边形或者简化为多边形近似的数据结构所组成，所以对于包围体的检验通常要比对于物体本身的检验速度更快。在其中任一种场合下，如果物体不可见的话，那么根据视体对每个多边形的检验都是无用的计算。

不管物体表面是否真的可见，屏幕上的物体必须裁剪到屏幕能够显示的区域。 为了得到复杂物体的包围体，一种常用的方法是用场景图或者如OBB树这样更加专业的包围体层次工具对物体或者场景进行分解。这种做法的基本思想就是将场景组织成一个树状结构，根节点是整个场景，每个叶节点包括一个简单的局部。

一个应用程序中的包围体类型的选择受到不同的因素影响：计算物体包围体所需的计算开销、物体移位、形状或者尺寸发生变化时在程序中更新所需开销以及相交检验所需精度。通常使用几种类型的组合，例如用来快速、大致检验的便宜方法与精确费用较高的方法组合在一起使用。 这里讨论的都是凸包围体，如果被包围的物体是凸的，那么这就不算一个限制；如果需要处理非凸包围体的话，可以将它们表示为一组凸包围体的集合然后进行处理。不幸的事，随着包围体的复杂性增加，相交检验所耗费用也随之大幅度地增加。

包围球是一个包容物体的球面。在二维图形中，这是一个圆，包围球就用圆心及半径进行表示。包围球的碰撞检测速度非常快：当两个球心距离不超过半径之和时就会相交。这样包围球就可以用于物体可以向任意方向移动的场合。

包围柱是包容物体的圆柱，在多数应用程序中圆柱的轴与场景竖直方向相同。圆柱是只能绕着纵向轴旋转三维物体，而不能绕着其它轴线旋转，或者只能进行平移。两个轴线为竖直方向的圆柱只有当它们在竖直轴上的投影（即两条线段）以及在水平方向的投影（即两个圆）同时相交的时候，它们才相交。在视频游戏中，包围柱经常作为直立人物的包围体使用。

包围盒是一个包容物体的立方体或者二维长方形。在动态仿真中，对于大致是立方体的物体需要相当高的相交检验精度时，包围盒就优于包围球或者包围柱。这样做的效果是很明显的，例如地面上停放的汽车这种一个物体放在另外一个物体上的场合：用包围球处理就会得到汽车与地面相交的结果，但是经过更加复杂的对于汽车模型的检验就会发现事实并非这样；包围盒立即就可以发现汽车与地面并不相交，这样就可以节省花费较大的检验。

在许多应用程序中，包围盒按照坐标系的坐标轴进行排列，这被称为按坐标轴排列的包围盒（Axis-Aligned Bounding Box：AABB）。

为了将 AABB 与通用的情况进行区分，有时将任意的包围盒称为定向包围盒（Oriented Bounding Box：OBB）。AABB 检验物体的相交要比 OBB 更加简单，但是它的缺点是当模型旋转的时候无法随之旋转，而必须重新进行计算。

离散定向多面体（Discrete Orientation Polytope：DOP）是一般化的 AABB。DOP 是一个包含物体的二维空间的凸多边形或者三维空间的凸多面体，它是一组无限远的定向平面移动到与物体相交而得到，于是 DOP 就是这些平面相交平面所生成的凸多面体

**三 相交测试**

**3.1 Axis-Aligned Bounding Box -AABB方式**

表面法线平行于坐标轴的长方体，可用两个顶点amin和amax来表示,其中 

创建AABB：沿i轴线方向分别取给定物体的最大和最小顶点的i分量作为即可.

z

x

y

**a**min

**a**max

**3.2** **Oriented Bounding Box -OBB方式**

一个表面法线两两垂直的长方体，法线可以是任意方向，其实就是一个可以任意旋转的AABB。

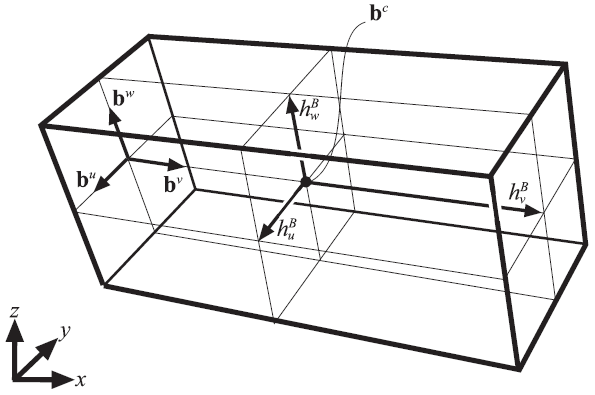
OBB一般由中心点bc和3条边的归一化向量bu, bv和bw，以及各边对应的正半边长hu, hv和hw描述，如下图所示。

创建OBB稍难些，这方面的工作也较多，有基于凸包的算法，基于统计的方法(1996-1999年)和迭代计算法(2000年)等，适用于2D相交测试

Step1: 首先计算物体的凸包，并剖分成n个三角形，记为Δpkqkrk, 0≤k<n, 将三角形的面积记作*ak*, 那么凸包的面积。三角形的质心*mk*＝(pk+qk+rk)/3，凸包的质心

Step2: 用下面的公式计算一个3×3协方差矩阵，计算它的特征向量并归一化，它们就是OBB的方向向量

Step3: 计算OBB的中心及其半长，将凸包上的点投影到方向向量，然后找到每个方向上的极大值和极小值，取它们的平均为该方向的半长，对应两点的中点为中心。

****

**3.3 Discrete Orientation Polytope -DOP方式**

给定k/2(k是偶数)个单位法矢ni (i=1,2,…,k/2)，两个对应的标量 ，用三元组  表示位于平面 和之间的平板层Si，那么k-DOP就是所有平板层的交集 。

创建k-DOP：把物体的顶点投影到k-DOP的每条法线ni上，然后把投影的最大值和最小值分别作为

四 总结与展望

科学研究的需要促成了计算机图形学的产生与发展,反过来,图形学也推动了系列相关学科的进步,取得了令人瞩目的成就,确立了自己在信息化浪潮中的重要地位.它已渗透到许多科学领域,如物理、生物、化学、力学等基础学科,形成计算物理学、计算流体力学、分子生物学等新兴学科,已成为科学研究和探索的不可或缺的工具.对于可视化技术,下一步发展重点应在矢量场和张量场的可视化方面,但相应的难度也更大.对虚拟现实技术,激光全息成象具有诱人的前景,但其对算法、计算能力、全息图象的生成提出了新的要求.网格剖分技术的自适应问题仍是难点,特别对不规则散乱数据场的处理.小波分析是一种新的数学手段,其理论、算法、应用等方面还有待进一步探索,正在研究将其运用于海量数据的前置处理,以提取特征数据,压缩数据总量,减少运算量.上述技术,在最近几年必将取得突破性进展.可以预见,随着研究的不断深入,计算机图形学将继续扮演自己不可替代的角色,推动人类社会发展和技术进步.

通过以上对相交测试的介绍，我们可以分析得到三种包围体的相交测试适应的场景和性能都有所不同。AABB的静态检测比较简单，检测两个静止包装盒是否相交，它是一种布尔测试，测试结果只有相交或者不相交。这里我们还提供了获取相交范围信息的方法，一般来说，这种测试的目的是为了返回一个布尔值。OBB这种方法是根据物体本身的几何形状来决定盒子的大小和方向，盒子无须和坐标轴垂直。这样就可以选择最合适的最紧凑的包容盒子。OBB盒子的生成比较复杂。一般是考虑物体所有的顶点在空间的分布，通过一定的算法找到最好的方向。