

碰撞检测中AABB包围盒以及基本几何元素间的相交测试

陈振华 丑 强 杨慧贤

(北京工业大学耿丹学院基础部 北京 101301)

[摘 要]在利用层次包围盒法理论的基础上,判断AABB包围盒是否相交以及所相交的包围盒中的基本元素是否相交,通过比较两个AABB包围盒在三维空间中各个平面内的投影是否都相交并对相交的包围盒中的基本几何元素(三角形或四面体)做进一步的相交测试,提出了一些算法。

[关键词]碰撞检测 层次包围盒法 AABB包围盒 相交测试

一、前言

在过去的几十年中,碰撞检测在计算几何和机器人等领域得到了广泛的研究,形成了一些较为成熟的技术。两个几何模型间的碰撞检测算法大致可分为两类:空间分解法(space decomposition)和层次包围盒(hierarchical bounding volumes)方法。层次包围盒方法是碰撞检测算法中广泛使用的一种方法,它曾经在计算机图形学的许多应用领域(如光线跟踪等)[1, 2, 3, 4]中得到深入的研究。其基本思想是用体积略大而几何特性简单的包围盒来近似地描述复杂的几何对象,进而通过构造树状层次结构可以越来越逼近对象的几何模型,直到几乎完全获得对象的几何特性,从而只需对包围盒重叠的部分进行进一步的相交测试,本文用的就是这种方法。

二、AABB包围盒间的相交测试

沿坐标轴的包围盒AABB(axis-aligned bounding boxes)在碰撞检测的研究历史中使用得最久最广,一个给定对象的AABB被定义为包含该对象且各边平行于坐标轴的最小的六面体, AABB间的相交测试也比较简单,两个AABB相交当且仅当它们在三个坐标轴上的投影区间均重叠。

AABB间的相交测试是所有包围盒类型中最简单速度最快的,由于AABB可以由三对与坐标轴正交的平行平面对来定义,故AABB间的相交测试可以通过它在x、y、z三个坐标轴上的投影区间之间的重叠测试来完成,如果两AABB在任何一坐标轴上的投影区间是不重叠的,则可判定它们不相交;只有当它们在三个坐标轴上的投影区间都重叠,它们才是相交的。因此AABB间的相交测试最多只需要六次比较运算。

三、基本几何元素间的相交测试

在对环境对象树和活动对象树的双重遍历过程中,排除了不可能相交基本几何元素的集合,最终到达算法的底层——环境对象树的一个叶结点与活动对象树的某个叶结点的包围盒相交,这时需要对它们所包围的基本几何元素进行两两间的相交测试,以精确确定是否有碰撞发生。基本几何元素间的相交测试对碰撞检测算法的效率也有着重要的影响。

在对象的几何模型中,基本几何元素大多为三角形(面模型)或四面体(体模型),三角形是最简单的多边形,四面体是最简单的多面体。基本几何元素间的相交测试具体表现为三角形—三角形间的相交测试,或者四面体—四面体间的相交测试,或者三角形与四面体间的相交测试,这取决于环境对象和活动对象的建模方法。四面体是由四个三角形构成,与四面体的相交测试可以通过分别与四个面的相交测试完成,因此,本节主要讨论三角形与三角形间的相交测试,我们希望能通过最少的计算和测试得出正确的结论。

我们约定用大写字母表示空间中的点(如A),用带箭头的小写字母表示从原点指向该点的向量(如 $\vec{a} = \vec{OA} = (a_x, a_y, a_z)^T$),顶点为A, B, C的三角形记作 $\triangle ABC$,定义

$$\det(A, B, C) = (\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}) = \begin{vmatrix} a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \\ c_x & c_y & c_z \end{vmatrix} \\ = a_x \cdot (b_y \cdot c_z - b_z \cdot c_y) - a_y \cdot (b_x \cdot c_z - b_z \cdot c_x) + a_z \cdot (b_x \cdot c_y - b_y \cdot c_x)$$

$\det(A, B, C)$ 的值是 $\triangle ABC$ 和O构成的四面体的体积的6倍,当且仅当ABC呈逆时针顺序排列时, $\det(A, B, C) > 0$;当且仅当ABC呈顺时针顺序排列时有 $\det(A, B, C) < 0$;当且仅当ABC共线时, $\det(A, B, C) = 0$ 。

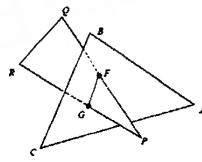


图1 三角形相交

(一) 三维空间中的三角形相交测试

设有顶点坐标已知的 $\triangle ABC$ 和 $\triangle PQR$,按以下步骤判断它们是否相交(具有公共点)。

(1) 判断 $\triangle PQR$ 是否与 Ψ 相交

如果 $\triangle ABC$ 和 $\triangle PQR$ 相交,则 $\triangle PQR$ 的三个顶点必然位于 $\triangle ABC$ 的支撑平面 Ψ 的两侧,这是因为平面 Ψ 将空间分成两个不相交的开半空间 Ψ_L 和 Ψ_R , $\Psi_L \Psi = \Phi$, $\Psi_R \Psi = \Phi$ 。三角形是三维空间中的一个有界的闭集,如果顶点P、Q、R位于某一个开半空间中(位于 Ψ 的同一侧), $PQR \subset \Psi_L$ 或 $\triangle PQR \subset \Psi_R$,而 $ABC \subset \Psi$,故 $\triangle PQR$ 与 $\triangle ABC$ 不相交。

计算 Ψ 的法线 $\vec{n} = \overrightarrow{AB} \times \overrightarrow{AC} = (b_x - a_x)(c_y - a_y) - (b_y - a_y)(c_x - a_x)$,令 $sp = \vec{n} \cdot \vec{AP}$, $sq = \vec{n} \cdot \vec{AQ}$ 和 $sr = \vec{n} \cdot \vec{AR}$,判断:

①如果sp, sq和sr同时为正或同时为负,则顶点P、Q、R位于 Ψ 的同一侧, $\triangle ABC$ 和 $\triangle PQR$ 不相交;

②如果它们全部为0,则 $\triangle ABC$ 和 $\triangle PQR$ 共面,可转化为二维平面空间中的三角形的相交测试;

③如果有一个为0,另外两个符号相同,则 $\triangle PQR$ 的一个顶点位于平面 Ψ 上,要么这两个三角形不相交,要么相交在该顶点上。此时转化为二维平面空间中判断该顶点是否位于 $\triangle ABC$ 的内部;

④如果有两个为0,如sp和sq,则 $\triangle PQR$ 的一条边PQ位于平面 Ψ 上,要么这两个三角形不相交,要么相交在PQ上。此时转化为二维平面空间中线段与三角形间的相交测试。

⑤否则 $\triangle PQR$ 与 Ψ 相交,进入步骤2继续测试。

(2) 计算 $\triangle PQR$ 与 Ψ 的交点

顶点P、Q、R位于 Ψ 的两侧,假设Q和R同侧,则线段 \overline{PQ} 、线段 \overline{PR} 与 Ψ 相交,其交点即为 $\triangle PQR$ 与 Ψ 的交点。

线段 \overline{PQ} 上的点可以表示成如下向量形式 $\vec{p} + t \overrightarrow{PQ}$,其中 $0 \leq t \leq 1$,则PQ与 Ψ 的交点F可计算如下:

$$\vec{f} = \vec{p} + t_f \overrightarrow{PQ}, \text{ 其中}$$

$$t_f = (n \cdot \vec{a} - n \cdot \vec{p}) / n \cdot \overrightarrow{PQ} = n \cdot \overrightarrow{AP} / (n \cdot \overrightarrow{AP} - n \cdot \overrightarrow{AQ}) = sp / (sp - sq)$$

同理线段 \overline{PR} 与 Ψ 的交点G可计算如下:

$$\vec{g} = \vec{p} + t_g \overrightarrow{PR}, \text{ 其中 } t_g = sp / (sp - sr)$$

(3) 判断线段 \overline{FG} 是否与 $\triangle ABC$ 相交

$\triangle PQR$ 与平面 Ψ 相交且交线为 \overline{FG} ,则 $\triangle PQR$ 与 $\triangle ABC$ 相交当且仅当 \overline{FG} 与 $\triangle ABC$ 相交。由于 \overline{FG} 与 $\triangle ABC$ 共面,我们可以把它们映射为二维平面中线段与三角形间的相交测试。

(二) 二维平面中三角形相交测试

对于三维空间中共面的点、线段、三角形之间的相交测试,可以映射到二维平面进行,以减少计算复杂度。

为了简单起见,选择与 $\triangle ABC$ 的法向量中值最大的分量方向正交的坐



标平面作为投影平面,这样不仅投影计算简单,而且得到的投影 $\triangle ABC$ 面积比在其它坐标平面上的投影大,从而可以避免投影面积接近于0时数值计算的精度等问题。我们默认投影 $\triangle ABC$ 的顶点按逆时针方向排列,否则,任意对换两个顶点的位置。定义

$$\det_2(A, B, C) = (\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}) = \begin{vmatrix} a_x & a_y & 1 \\ b_x & b_y & 1 \\ c_x & c_y & 1 \end{vmatrix} \\ = (c_x - a_x) \cdot (a_y - b_y) + (a_x - b_x) \cdot (b_y - c_y) + (b_x - c_x) \cdot (c_y - a_y)$$

$\det_2(A, B, C)$ 的值为 $\triangle ABC$ 的面积的两倍,当且仅当顶点A、B、C呈逆时针顺序排列时, $\det_2(A, B, C) > 0$;当且仅当顶点A、B、C呈顺时针顺序排列时有 $\det_2(A, B, C) < 0$;当且仅当顶点A、B、C共线时, $\det_2(A, B, C) = 0$ 。

(1) 点P与 $\triangle ABC$ 的相交测试

$\triangle ABC$ 的顶点呈按逆时针方向排列,点P位于 $\triangle ABC$ 内部当且仅当 $\triangle ABP$ 、 $\triangle BCP$ 、 $\triangle CAP$ 的顶点均为逆时针方向排列。分别计算 $\det_2(A, B, P)$, $\det_2(B, C, P)$ 和 $\det_2(C, A, P)$,如果它们均大于0,则点P与 $\triangle ABC$ 相交,否则不相交。

(2) 线段 \overline{FG} 与 $\triangle ABC$ 的相交测试

在二维平面中,线段 \overline{FG} 所在的直线FG将平面分成两个不相交的开半平面,这两个开半平面中的点分别位于 \overline{FG} 的左侧和右侧。定义点L位于 \overline{FG} 的左侧是指F、G、L呈逆时针顺序排列,即满足 $\det_2(F, G, L) > 0$,定义点R位于 \overline{FG} 的右侧是指F、G、R呈顺时针顺序排列,即满足 $\det_2(F, G, L) < 0$ 。

①如果顶点A、B、C位于直线FG的同一侧,则线段 \overline{FG} 与 $\triangle ABC$ 不相交;

②否则,假设A、B位于一侧,而C位于另一侧, \overline{AC} 、 \overline{BC} 分别与直线FG相交。如果F和G同时位于 \overline{BC} 的右侧或者同时位于 \overline{CA} 右侧(A、B、C按逆时针顺序),则线段 \overline{FG} 与 $\triangle ABC$ 不相交;

③否则相交。

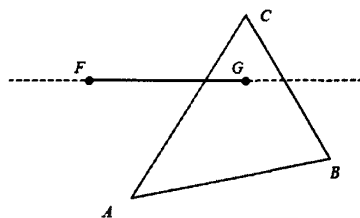


图2 二维平面中线段FG与 $\triangle ABC$ 相交

(3) $\triangle ABC$ 和 $\triangle PQR$ 的相交测试

二维平面中两个三角形不相交当且仅当存在某一个三角形的一条边,使得另一个三角形的三个顶点均位于这条边的右侧(三角形的顶点按逆时针顺序排列)。因此,我们只需依次测试寻找这样的一条边即可,如果不存在这样的一条边,则这两个三角形相交。

参考文献:

- [1] Stephen J. Adelson and Larry F. Hodges, Generating exact ray-traced animation frames by reprojection. IEEE Computer Graphics and Applications, 1995, 15(3): 43-52.
- [2] T. L. Kay and J. T. Kajiya, Ray tracing complex scenes. ACM Computer Graphics, 1986, 20(4): 269-278.
- [3] J. Goldsmith and J. Salmon, Automatic creation of object hierarchies for ray tracing. IEEE Computer Graphics and Application, 1987, 7(1): 14-20.
- [4] H. Weghorst, G. Hooper and D. P. Greenberg, Improved computational methods for ray tracing. ACM Transaction on Computer Graphics, 1984, 3(1): 52-69.

(上接第26页)

在室内设计中我们可以应用技术替代法,这是价值工程应用的常用方法。科学技术的迅速发展,使得人们的生活水平不断提高,物质文化生活得到了极大的丰富,因而人们对室内设计各方面的要求也越来越高。在实际应用中,广泛采用新技术或者更加优良合理的技术、新工艺和新材料,不仅可以在室内设计的造型上有较大的突破,还有助于空间功能的再组织利用,降低成本,从而提高室内设计的附加值。

(二) 家具设计与功能分析法

功能分析包括两层含义,一是对某个产品的各个功能进行必要性分析;二是对产品中某个部件的具体功能进行必要性和替代性分析。这种分析法可以运用到家具产品的设计中。

多功能家具在一定程度上会提高家具的价值,但在超过一定的限度后,增加功能不仅不会提高家具价值,反而会降低家具的价值,所以设计要对家具的一些功能进行必要性分析,合理搭配家具能够满足用户需求的基本功能,降低用户为多余功能而付出的额外费用,从而真正达到家具增值的目的。此外还要对家具的每个组成部分的功能进行分析,考虑它们功能的必要性。

在国际上,设计师们运用人体工学,欧洲的先进设计模式,跟随生活的进步,定位产品设计,结合市场、低成本、高附加值的设计原则,使设计发生了很大的变化。比如折叠沙发,已经能集坐、倚、躺等各种功能为一体,发展到十种、八种新的生活功能,这种新的生活功能,为人们的消费习惯带来新的家具消费空间。

四、总结

设计的经济性是人们一直关注的问题,在设计中要做到经济合理,实用美观,必须要考虑到设计中所选用的材料,所应用的工艺等诸多方面。运用合适的材料与合理的工艺,设计出生活中所需要的产品,是设计师所要肩负的责任。

参考资料:

- [1] 刘亨金,设计中如何体现“经济性原则”. [EB/OL]. <http://www.bigyuwen.com/jiaoyuzonghui/2006/0902/17480.html>.
- [2] 曾东东、陈年、曾传柯,家具产品设计的经济设计初探[J]. 商场现代化, 2006, (485): 39.
- [3] 鲁晓波,赵超. 工业设计程序与方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [4] 高楠. 工业设计创新的方法与案例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.

作者简介:

徐止喜,男,江苏省联合职业技术学院南京工程分院建筑工程系助教,艺术设计平面设计方向。

碰撞检测中AABB包围盒以及基本几何元素问的相交测试

作者: [陈振华](#), [丑强](#), [杨慧贤](#)
作者单位: [北京工业大学耿丹学院基础部, 北京, 101301](#)
刊名: [中国科技博览](#)
英文刊名: [ZHONGGUO BAOZHUANG KEJI BOLAN](#)
年, 卷(期): 2008, "" (19)
被引用次数: 0次

参考文献(4条)

1. [Stephen J. Adelson, Larry F. Hodges](#) [Generating exact ray-traced animation frames by reprojection](#) 1995 (03)
2. [T. L. Kay, J. T. Kajiya](#) [Ray tracing complex scenes](#) 1986 (04)
3. [J. Goldsmith, J. Salmon](#) [Automatic creation of object hierarchies for ray tracing](#) 1987 (01)
4. [H. Weghorst, G. Hooper, D. P. Greenberg](#) [Improved computational methods for ray tracing](#) 1984 (01)

相似文献(10条)

1. 学位论文 [刘慧玲](#) [气垫船视景仿真中碰撞检测算法研究](#) 2008

视景仿真系统作为气垫船操纵模拟器的一个重要组成部分, 要求能够将气垫船在水面和陆地虚拟环境下的运动过程直观地显示出来, 而实时、精确的碰撞检测技术对增强仿真环境的真实性和沉浸感起着至关重要的作用。本文分析了视景开发过程中常用碰撞检测技术的优缺点和适用条件, 对其进行扩展研究, 以满足气垫船运动仿真系统的需求。

对于气垫船与静态物体的碰撞检测, 通过在气垫船的最外边缘构建八个用于计算视线范围(LOS)的相交矢量, 使气垫船简化为一个长方形的碰撞框来实现, 达到了全面地检测出静态物体的目的, 从视觉效果上和功能上都使虚拟环境下气垫船的运动更加逼真和接近于实际情况。

对于气垫船与动态物体的碰撞检测, 分两个阶段进行, 首先利用包围球的算法实现初步的碰撞检测, 及早地排除明显不可能相交的物体对, 减少了碰撞检测的运算量; 然后基于轴向包围盒(AABB)的层次包围盒的方法, 对可能相交的物体对进行更详细的碰撞检测。在建模过程中, 建立模型的树状层次结构实现对碰撞检测所依赖的数据结构进行预处理, 利用软件开发平台OpenGL Performer API得到包围盒, 对包围盒树的构造算法进行了优化, 提高了碰撞检测的效率。建立两个仿真实例, 验证了该算法在满足一定检测精度的情况下能够为系统提供高效实时的碰撞检测结果。

对于气垫船在两栖上的实时运动, 设计了海洋环境下气垫船运动态势与海面的三点匹配和在陆地环境下与地形的六点匹配方法, 实时修改气垫船的位姿, 提高了整个虚拟场景的逼真度。

文中最后设计了气垫船驾控台、视景系统和运动转台之间的仿真实验。实验表明本文所设计的碰撞检测方法满足系统实时性和精确性的要求。

2. 学位论文 [涂炜旻](#) [虚拟手术中碰撞检测技术的研究](#) 2007

本文阐述了虚拟手术中遇到的碰撞检测问题的主要特点, 并通过理论分析, 给出了在层次包围盒法的基础上利用新的k-Dops包围盒模型进行碰撞检测的方法。针对层次包围盒模型, 设计了包围盒的二叉树结构, 并给出了包围盒树的结点分裂方法, 同时也给出了用于实时检测的包围盒交叠测试算法。

通过搭建碰撞检测的仿真平台对虚拟手术场景中的物体进行了碰撞过程的仿真, 在试验仿真的结果中比较了各种包围盒模型的优劣, 分析并进一步归纳出影响碰撞检测性能的一些主要因素。根据对比试验结果, 提出了面积加权均值的分裂点选取方法, 同时对包围盒树构造算法进行了优化, 进一步提高了碰撞检测的效率。

3. 期刊论文 [聂卉](#) [柔性织物曲面的碰撞检测](#) -[中山大学学报\(自然科学版\)](#) 2004, 43 (1)

碰撞检测是计算机动画领域中的瓶颈问题之一, 对该问题的解决直接影响到动画的实时效果。本文针对柔性曲面碰撞检测的特点, 提出了一种基于二叉树剖分技术, 融合层次包围盒技术的碰撞检测方法。该算法, 化完整曲面为独立且相关的子区域进行碰撞检测, 并构建碰撞体的层次包围盒, 采用递归的方法快速定位碰撞区域, 再进行精确碰撞检测。算法在做精确检测之前排除了大部分不产生碰撞的元素, 并且无需耗时更新层次结构, 从而提高了碰撞检测的整体效率。

4. 学位论文 [刘翼](#) [三维游戏中碰撞检测算法的研究与实现](#) 2010

虚拟环境中物体间的碰撞检测是虚拟现实、计算机动画、计算机图形学、计算机游戏等领域中一个极富挑战性的问题。其基本任务是确定两个或两个以上的模型之间是否发生接触或穿透。快速的碰撞检测对提高虚拟环境的沉浸感和真实感起着至关重要的作用。由于虚拟环境中存在大量的物体对象及物体几何形状的复杂性, 使得碰撞检测过程常常占用大量的存储空间和处理时间, 碰撞检测算法的效率决定生成虚拟场景的实时性和真实性。

本文以三维游戏为应用背景, 主要研究三维游戏中存在的两类刚体碰撞检测问题: 动态物体与静态物体的碰撞检测, 动态物体与动态物体的碰撞检测。围绕这两类刚体碰撞检测问题, 在对现有碰撞检测算法作出全面分析的基础上, 提出了相应的解决办法。

(1) 论文描述了碰撞检测算法的一般框架。对三维游戏中的碰撞检测问题进行了分类和比较。在两类碰撞检测算法的详细检测阶段采用AABB层次包围盒法, 并对AABB层次包围盒的存储结构进行了优化。

(2) 针对动态物体与静态物体的碰撞检测, 设计了一种空间剖分法与层次包围盒法相结合的碰撞检测算法, 在初步检测阶段采用BSP空间剖分法找出可能的相交区域, 在详细测试阶段采用AABB层次包围盒法求交。并针对构建BSP树时分割平面选择的问题, 采用了一种基于包围球的分割平面选取策略来优化BSP树的构建。

(3) 针对动态物体与动态物体的碰撞问题, 则设计了一种投影区间排序法与层次包围盒法相结合的碰撞检测算法。在初步检测阶段利用AABB投影区间

排序法快速排除不可能相交的物体。然后在详细测试阶段采用AABB层次包围盒法求交。并在整个过程中融入时空相关性加速碰撞检测过程。

(4)通过实验对本文所采用算法的效率进行了分析和测试。

关键字：三维游戏，碰撞检测，AABB层次包围盒法，BSP空间剖分法

5. 期刊论文 [高成英, 刘宁, 罗笑南 虚拟穿衣中织物模型的建立和碰撞检测的处理 -计算机应用2002, 22\(5\)](#)

结合实现静态虚拟穿衣中的实际问题,详细地介绍了基于弹簧质点模型的织物变形模型和基于AABB层次包围盒的碰撞检测算法.借助层次空间分解法思想,将缝合衣片的相对位置同人模自身的结构信息相结合,灵活地构造人模AABB树,减少了不相交元素的碰撞检测次数,从而提高了算法的效率.最后还给出了实现整个虚拟穿衣过程的具体步骤.

6. 学位论文 [刘卓 虚拟手术碰撞检测问题的研究 2007](#)

现代科学技术的飞速发展使得计算机应用技术渗透到社会生活的各个领域,虚拟现实系统结合现代医学便产生了虚拟手术系统.虚拟手术系统的研究旨在为外科医生提供可以反复使用的训练和模拟工具,可应用于手术规划、手术演练和进一步的实际手术中,对先进手术方式的推广能起到很好的促进作用。

虚拟手术中的基本问题包括三维重建、碰撞检测、组织变形等,其中碰撞检测是关键技术之一。实时而精确的碰撞检测对于提高虚拟环境的真实性及增强其沉浸感具有重要的作用。传统的碰撞检测方法主要有层次包围盒法和空间分解法,都是尽可能地减少参与相交测试的基本几何元素的数目,从而大大地提高碰撞检测的效率。但是这两种方法都不能满足虚拟手术实时性的需要。

本文对几种包围盒算法进行了研究和比较,结果表明k-DOPs包围盒生成速度更快,需要存储空间更小。但是包围盒树的生成速度严重影响了碰撞检测算法的实时性。基于这种现状,本文又进一步研究了基于图像空间碰撞检测算法,该算法使用显示设备的帧缓存技术,避免了生成包围盒树的过程。本文在基于图像空间的碰撞检测算法的基础上加以改进,利用k-DOPs包围盒做最初的碰撞判断,使用加速渲染算法在硬件缓存上绘制物体,避免了物体反复绘制,更有效地改善了实时性。最后提出了将层次包围盒算法和基于图像空间算法相结合的新的碰撞检测算法。选择k-DOPs作为包围盒,包围盒树为完全二叉树,搜索树的方式也进行了改变,并且采用了三角形带加速技术。使得新算法具有层次包围盒和基于图像空间算法的共同优点本文在VTK开发平台上实现了各种包围盒生成算法,使用OpenGL和VTK两种方法实现了采用三角形带改进的基于图像空间碰撞检测算法,实现了任意多面体的凸凹生判断算法,并进行了人脑数据碰撞检测的仿真试验。试验结果表明新的碰撞检测算法相应时间短、碰撞点判断准确,文章最后对有待深入研究的一些问题做以展望。

7. 学位论文 [刘直良 基于包围盒和空间分割的碰撞检测算法研究 2009](#)

准确且快速的碰撞检测对提高虚拟现实环境的沉浸感和真实感具有非常重要的意义。由于虚拟环境中存在大量的物体对象和物体几何形状的复杂性,使得碰撞检测过程常常占去大量的存储空间和处理时间,碰撞检测算法的效率决定生成虚拟场景的实时性和真实性。碰撞检测是虚拟现实技术研究难点问题。

层次包围盒法和空间分割法是碰撞检测算法中的基本方法,这两种方法的目的是为了尽可能的减少需要相交测试的对象或基本几何元素对数目。为提高碰撞检测的效率,本文在对这两种算法进行了深入研究的基础上,主要从以下两个方面进行了研究:

本文依据AABB包围盒构造方便和相交测试简单的特点以及AABB树的构造过程特点,提出一种减少AABB层次包围盒树内部结点存储所需字节数的方法,从而加速了碰撞检测算法的执行速度。

本文提出一种均匀空间分割的方法来检测变形体对象之间的碰撞及自碰撞。该方法采用哈希表作为数据存储结构,以四面体网格为基本几何元素,优化了哈希函数、哈希表、单元格等参数。实验证明该方法的有效性。虽然算法的研究是以四面体网格为研究对象,但这一算法同样适合其它变形体对象。

8. 期刊论文 [何伟, 李勇, 苏虎, HE Wei, LI Yong, SU Hu 碰撞检测中的包围盒方法 -重庆工学院学报\(自然科学版\) 2007, 21\(12\)](#)

讨论了当前虚拟环境中应用比较广泛的2类碰撞检测算法—空间剖分法和层次包围盒法.重点对层次包围盒算法中的轴向包围盒(AABB)法、方向包围盒(OBB)法和固定方向凸包围盒(FDH)法从包围盒的构建、相交检测等方面做了详细分析,并从计算复杂度、适用范围等方面对这3类方法进行了比较。

9. 学位论文 [魏杰 虚拟膝关节镜手术中手术器械的运动控制与碰撞检测 2007](#)

随着计算机技术的发展,虚拟现实技术也取得了很大的进步。在医学领域虚拟现实技术被用来构造虚拟的人体,并对其进行各类手术模拟。这为医生进行手术练习提供了一个理想的方法,我们将这种方法称为虚拟手术。

虚拟手术系统涉及诸多研究领域,如计算机图形学、数字图像处理、计算机视觉、力学、机器人学、医学等等,是一个具有挑战性的课题。

虚拟手术系统必须具有很高的仿真度。那么在一个场景中,模型除了在外观上要仿真外,还要使使用者能够像操作真实对象一样控制其运动。当存在多个模型的时候还要考虑有碰撞现象的发生。因此,研究模拟手术中的手术器械运动控制与碰撞检测技术变得尤为重要。

本文就运动控制问题,从图形学的角度,分析了三维模型的运动变形原理,即使用变换矩阵对模型的关键点进行变换。根据运动变换的特点,将运动分解为平移和旋转两部分,结合虚拟球的自由旋转模型,提出了适合在OpenGL环境下实现手术器械模型运动的方法,可实现模型的六自由度运动。

对于模型的碰撞检测问题,目前层次包围盒法是一种常见的处理方法。其目的是尽量减少参与检测的几何体数量,以及尽可能的降低参与检测的几何体的复杂度,用最少的计算次数和最低的难度来实现两模型间的碰撞检测。本文使用的是最外层特定包围盒与从BB包围盒相结合的层次包围盒方法。结合虚拟手术中具体手术器械,给出了包围盒树的构建、更新和算法流程等,并针对构成模型的基本几何体(三角形)进行了相交检测方法的说明。

最后对于文章中的工作进行了总结,并根据存在的问题提出了初步的展望。

10. 期刊论文 [李文娟, 王毅, 郝重阳, Li Wenjuan, Wang Yi, Hao Chongyang 基于k-DOPs的改进的虚拟服装仿真系统碰撞检测算法 -电子测量技术2007, 30\(8\)](#)

碰撞检测是服装仿真系统高效、准确地模拟织物的瓶颈.由于织物本身轻、薄、易变形的特殊属性,任何细微的碰撞检测差错都会导致穿透、重叠等严重的视觉后果.本文提出了一种面向服装仿真系统的改进碰撞检测算法.本算法基于k-DOPs层次包围盒法,改进了包围盒和层次树的更新算法,优化了原有的碰撞检测算法,引入了表面曲率准则及法向量锥的概念,提高了自碰撞检测效率.实验结果证明,应用本算法可以使服装仿真达到比较逼真的效果。

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgbzkbj1200819064.aspx

下载时间: 2010年12月6日