



## 3D物体碰撞检测

本实验探索了碰撞检测算法在交互式媒体中的实现。

环境在确保安全和增强多设备协作方面发挥着重要作用。

在工业、游戏和家庭护理系统条件下进行评估。

本项目将涉及包围盒,包括轴对齐包围盒。

(AABB)、球体、K离散定向多面体 (k-DOP)、定向包围盒 (OBB) 和八叉树结构。它强调了针对特定运算选择不同算法的必要性。

为实现算法的准确性和效率之间的平衡,需要满足以下四个条件。

算法利用物体的近似几何形状来最大限度地减少检测失败。

根据当前可检测的环境,预防潜在事故。比较

评估结果突显了算法 OBB 在复杂交互中的准确性和效率

同时,还介绍了AABB和球体两种算法的成本效益。

承认诸如 k-DOP 等高级算法的计算需求,这指出

虽然精度更高,但同时也需要大量的计算资源。这项研究不仅

通过展示碰撞检测算法在以下方面的应用,加深我们对碰撞检测算法的理解:

它不仅探索了各种数字和物理界面,还探索了未来改进的思路。

它可以发展成为一个适应性框架,并可应用于许多不同的情境中。

需要在计算精度和效率之间取得平衡。其潜在应用范围涵盖

涉及领域包括自动驾驶汽车、智能家居系统、手术机器人和城市规划等。

证明该算法可以发展成为一个更安全、更智能、更具优势的系统。

响应式技术环境。

关键词:碰撞检测算法、交互式媒体环境、计算

准确性和效率、自适应框架、对行业的影响、未来优化

# 第一章

## 介绍

### 1.1 动机、目标和目的

碰撞检测是交互式应用程序、虚拟现实和机器人技术，确保在数字环境中实现逼真的交互。我们正在参与其中。本项目旨在探索和实现三维物体建模的基础概念和技术。碰撞检测旨在满足3D交互中准确高效的需求。物体。

为什么要参与这个项目：

#### 1. 问题解决：

碰撞检测是一个复杂的问题，需要高效的解决方案来提升用户体验。在数字环境中的体验。通过解决这个问题，我们希望能够做出贡献。开发更具沉浸感和真实感的虚拟世界。

#### 2. 实际应用：

碰撞检测在游戏、虚拟现实、机器人等各个领域都至关重要。以及模拟。精确的碰撞检测可以显著提高真实感和这些应用程序的功能[1]。通过研究和实施这些技术，我们可以直接观察和了解它们在实际应用中的重要性。

#### 3. 提升用户体验：

精确的碰撞检测确保数字环境中的物体能够正确地进行交互。以可信的方式进行沟通，这对用户参与度和满意度至关重要[2]。通过这种方式，在本项目中，我们旨在提供可靠的碰撞检测解决方案，以提升用户体验。

项目目标：

## 1. 教育目标：

通过这个项目,我们旨在深入了解基础概念。  
以及如图 1.1 所示的 3D 物体碰撞检测技术  
掌握实现基本碰撞检测算法所需的知识和技能。  
我们希望理解这些概念,并在实际场景中加以应用,为此做好准备。  
为应对交互式数字环境领域的未来挑战。

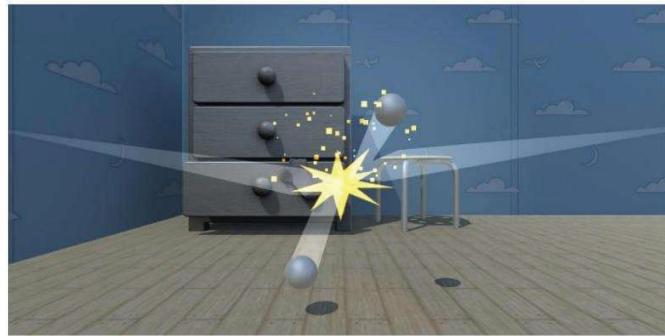
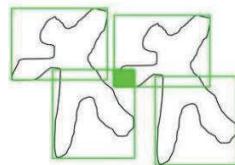


图 1.1 三维物体碰撞示例。

## 2. 技术目标：

强调三维物体之间准确高效交互的重要性,  
这对于创建沉浸式数字环境至关重要。  
重点关注图 1.2 所示的简单方法和包围盒层次结构,从而实现  
使我们能够掌握基本原理并将其有效地应用于各种应用中。

BVH Collision Test example



© 2024

图 1.2 防碰撞系统示例。

## 1.2 文献综述

碰撞检测是一种用于确定物体相交情况的计算方法。

包括两个或多个物体之间是否发生相交,以及碰撞情况。

物体的截面和碰撞时间[3]。这是一个在[3]中实现的基本概念。

许多领域,例如用于路径规划的机器人学和用于计算机图形学的计算机科学,都涉及到了这些领域。

以及需要逼真虚拟交互的游戏,以及其他[4][5]。

### 机器人领域

在现实世界中,机器人通常需要在充满物体的空间内导航。

因此,对于机器人来说,检测周围环境并规划一条有效的路径至关重要。

以最小或无碰撞的方式到达目标地点[6]。这是为了安全起见,

为防止机器人及其周围环境受到损坏,考虑到障碍物

检测到的目标可能是人或生物。机器人导航通常涉及……

实现一种基于碰撞检测概念的路径规划算法

[6]碰撞检测的概念不仅限于四处导航的移动机器人;

它还包括其他类型的机器人,例如机械臂。

### 互动媒体

另一方面,在互动媒体技术领域,包括游戏和

虚拟现实技术能够提供沉浸式体验,这是其主要要求之一,值得注意的是

该技术旨在促进用户与数字设备之间的互动。

环境。这需要了解物体在现实世界中的行为。

设置,包括物体的几何形状、类型、材料和特征[4],是否

物体碰撞时会保持原位、移动、破碎或反弹。这一点也很重要。

需要注意的是,某些物体可能具有抽象的几何模型。鉴于数量众多

考虑到各种因素,更好地实现碰撞检测概念是合适的。

反映物体在虚拟环境中的行为。碰撞失败的典型例子。

图 1.3 展示了游戏中的检测过程,其中实心混凝土穿过……

车身坚固,玻璃窗完好无损,没有损坏车辆。另一个例子是

如图 1.4 所示,图中玩家似乎融入了地面,而实际上,玩家由于地面坚硬,应该站在地面上。



图 1.3 游戏中的碰撞检测失败示例 [7]。



图 1.4 游戏中的碰撞检测失败示例 [8]。

#### 碰撞检测的初步检查

碰撞检测概念的第一步是验证是否发生了碰撞。

执行初始检查。这可以通过检查边界体积是否满足要求来完成。

物体相交点检测是一种广泛使用的碰撞检测技术,属于宽相位检测。

碰撞检测。包围盒是包含物体的简单几何形状。

最常用的包围盒有AABB、Sphere、k-DOP、OBB等。

如图 1.5 所示 [10]。

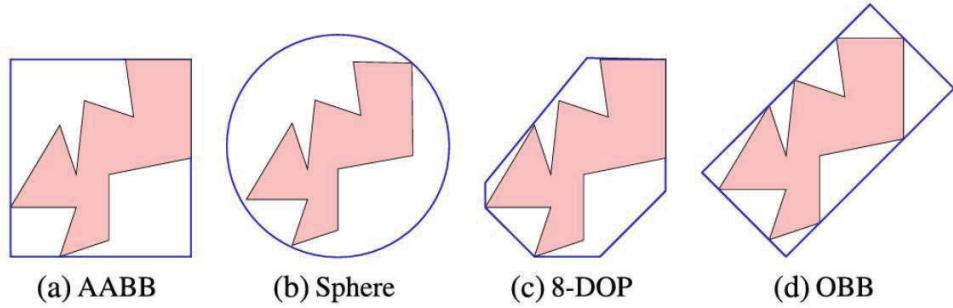


图 1.5 不同类型的边界体积 [2]。

#### 1. 轴对齐边界框 (AABB)

轴对齐边界框算法是最简单、最快的算法之一。它本质上就是一个……由坐标轴定义的，包含所有物体的矩形框，盒子的最小点和最大点[10]。

#### 2. 球体

球形算法与 AABB 算法非常相似，它使用一个球体来包围目标对象。而不是矩形[10]。包围体积由半径和中心定义。由此可以简单快速地计算出该点的交点和距离介于三维物体之间[10]。然而，球体不适用于细长物体。由于封闭空间效率低下，导致空间体积过大，并可能产生假象。交集的积极意义。

#### 3. K离散取向多面体 (k-DOPs)

根据文献[10]，K-DOP是凸的，它利用k数包围物体。平面沿特定方向排列。然后，这些平面逐渐向内移动。直到物体发生碰撞。K-DOP 可以被视为 AABB 的一种广义形式。其中 AABB 使用六个轴对齐的平面。

#### 4. 定向边界框 (OBB)

与 AABB 类似,OBB 是一个覆盖对象的矩形框。然而,OBB 是在拥挤和混乱的环境中,该算法更加精确,因为它提供了……由于其能够根据方向进行平移和旋转,因此贴合得更紧密。对象[5][10]。

#### 物体接触部分

另一步骤是验证物体的接触部分,这是一种更复杂的方法,即:

窄相位碰撞检测过程。接触信息可以进行分类。

将碰撞响应求解器分为四种不同类型:监控最短距离

在两个物体之间,确定精确的碰撞时间,定义最小的

用于分割物体的平移矢量,称为穿透深度,或计算

渗透体积[4]。图示如图1.6所示。

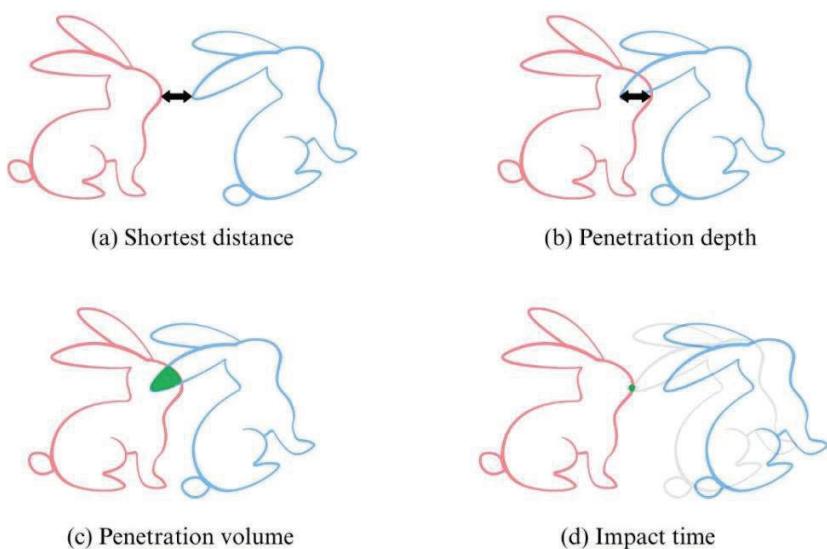


图 1.6 渗透率指标。

·八叉树:检测准确率 96.2%,计算时间 0.04 秒

每帧。

#### 效率评估

对这些算法进行比较分析后,我们得出以下结论:

- AABB:快速高效,适用于宽相位检测,但对复杂相位检测的精度较低。  
形状。

球体:快速简便,但对于细长或不规则形状的球体精度较低。

形状。

- k-DOP:在精度和计算复杂度之间取得了良好的平衡,

适用于更详细的检查。

- OBB:最精确,最适合进行详细的碰撞检测,尤其适用于

具有复杂方向的物体,虽然计算量稍大一些。

- 八叉树:最精确,最适合进行精细的碰撞检测,尤其适用于

具有复杂方向的物体,虽然计算量稍大一些。

## 第三章

### 结论与未来工作

#### 3.1 结论:交互式碰撞检测评估

##### 媒体

碰撞检测算法实现的主要发现:

对碰撞检测中发现的重要结果进行分析和实施

交互式媒体环境中的算法,尤其是在工业安全多设备领域

本部分将提供协作和居家护理系统。基于不同的  
在进行计算时遇到的情况,以及在实施不同边界条件时做出的决策  
五种算法得到的体积,例如轴对齐边界框 (AABB)、球体、  
K离散定向多面体 (k-DOP)、定向包围盒 (OBB) 和八叉树  
将构建更高精度的结构,强调整合的重要性  
根据物体形状和环境的具体要求,选择最佳算法。  
可以帮助降低碰撞检测失败的可能性,从而避免意外情况的发生。  
事故。

碰撞检测方法评估:

如前所述,碰撞检测主要有五种算法,它们分别是:  
轴对齐边界框 (AABB)、球体、K离散定向多面体 (k-DOP)、  
定向边界框 (OBB) 和八叉树结构。本部分评估五种结构。  
按准确性和效率来评判算法。

AABB 和 Spheres 是两种可以应用于一些简单方面的算法。  
它们用简单的正方形和球体将物体连接起来。这使得它们非常适合某些特定条件。  
适用于需要快速、经济高效的碰撞检测的场合。

k-DOP 和 OBB 在检测碰撞时能提供更高的精度和更紧密的拟合度。  
虽然检测耗时较长,但 k-DOP 算法需要更多时间。  
用于执行此操作的资源是五种算法中最好的算法,因此它在应用最为广泛。  
例如游戏开发等情况。

八叉树方法在管理和检测对象方面表现良好。  
在管理和检测稀疏区域中,对对象稀疏区域进行管理和检测  
物体的面积。

然而,算法的选择仍然应该考虑具体的使用场景和成本。  
同时,与 AABB 或球体等更简单的模型一样,它们适用于不太复杂的情况。  
当对性能要求高于……时,条件和成本都会降低。  
需要精确性。

理解碰撞检测及其未来应用：

我们通过展示不同算法如何运作来加深对碰撞检测的理解。

可用于模拟数字环境中的真实物理交互，并得到了增强

通过这项实验。作为一项基础性探索，这项实验有助于我们做出……

通过以下方式就未来应用中碰撞检测的实现做出重要决定

对每种算法的优缺点进行剖析。在未来的工作中，可以

在更复杂的环境中进行扩展，包括动态交互和模拟。

此外，随着技术的发展，这里学到的原则也将适用于各种环境。

在开发更高级的交互式系统时，可靠性至关重要，例如可靠的

高效的碰撞检测模型依赖于增强现实应用和先进技术。

自主系统。

### 3.2 未来工作

碰撞检测领域未来学术探索和改进的空间

算法

不要一直使用同一种简单的算法，而是在不同的算法之间切换。

可以根据系统遇到的不同情况选择不同的算法。

以确保操作精度最高，同时保证更高的效率。

例如，简单的算法AABB可用于不太复杂的情况下减少

使用算法OBB和k-DOP时，计算资源成本较高，而条件如下：

由于物体间交互复杂，需要更高的精度。

要采用这样的系统，需要对它的优势和局限性有基本的了解。

每种碰撞检测算法的局限性以及用于判断何时发生碰撞的可靠标准

在它们之间切换，这可以基于机器学习技术的增强。

基于以往类似情况下的性能结果，学习最优切换策略

条件。这种方法可以提高效率和准确性。

碰撞检测。它还有助于开发更先进的决策制定方法。

从游戏和虚拟现实测试到机器人和自动驾驶汽车，各种框架都适用。

这些方面的改进可以使基于碰撞检测的技术更加完善。  
变得更智能、更安全、反应更迅速。

将碰撞检测算法集成到其他系统和项目中

自动驾驶车辆决策系统 :对于自动驾驶应用 ,它可以  
计算主车辆与其他车辆之间的距离 ,以便做出决策  
降低车辆之间发生碰撞的可能性 ,例如调整车速或  
遇到不利情况时 ,执行紧急停止。

导航和路径规划系统 :当配备在车辆或机器人上时 ,它可以  
帮助他们适应未知或复杂的环境 ,使他们能够  
避开障碍物或实现与人类和其他机器人更安全的交互。

工程仿真与建模 :在土木工程或机械工程领域  
在设计过程中 ,碰撞检测有助于模拟起重机等设备运行时的状况。  
模型关节的摆动或运动是为了确保它们不会与其他部件发生碰撞。  
结构或与其他部分的冲突。

智能家居系统 :通过将该算法集成到智能家居系统中 ,可以起到以下作用  
监测房间内人员与各种家具之间的距离 ,以检测  
是否受伤会使系统释放适当的保护措施。

手术机器人系统 :这种算法可用于手术。通过  
它能检测手术器械的运动 ,确保它们在患者体内安全移动。  
不造成意外伤害。

扩大碰撞检测在各行业的应用范围

制造业和工业自动化 :它可以帮助预测和避免  
在进行多设备生产和施工时发生的机械冲突  
协作可以防止自动化环境中的事故发生 ,同时降低成本。  
设备磨损减少 ,从而降低维护成本和减少计划外损耗。  
停机时间 (确保安全并为行业带来更多利润) 。

太空探索机构:随着太空探索的发展,安全问题日益凸显。

卫星和载人航天器对这些机构至关重要。碰撞的整合

检测算法可以通过增强防碰撞系统来实现这一目标。

能够探测并避开太空碎片。

城市规划与建设:它可以集成到城市模拟工具中。

规划和建设项目,以可视化结构中可能存在的冲突

并在实际施工前提供一些建议,从而节省时间、资源和预算。

同时,它还可以用于确保员工在实际操作中安全的设备中。

建造。