

简单的 物理引擎

16级ACM班陈竞潇

前言

基于质点的
物理引擎



基于质体的
物理引擎



进一步的优
化和拓展

基于质点的 物理引擎

质点物理引擎

- 用简单的模型粗略地描述现实中的物理规律
- 质点
 - 质量
 - 位置
 - 速度
 - 加速度
- 物理规律
 - $F=ma$

质点物理引擎

- 让粒子动起来
 - 离散 \rightarrow 连续
- 极限的思想

质点物理引擎

- 一般地：

- $Position += velocity * time$
- $Velocity += acceleration * time$

- 显然可以改进成：

- $Position += velocity * \frac{1}{2} * time^2 + velocity * time$

质点物理引擎

- 存在误差
- 可能出现能量不守恒的现象

质点物理引擎

- 最后加入场力，比如重力

质点物理引擎

- 整个流程
- void update(time)
- {
- 1.根据受力计算出每个物体的加速度
- 2.更新物体的位置，速度
- }
- update函数每帧调用一次

质点物理引擎

- 用途？
- 粒子系统

质点物理引擎

- 下面展示一个“烟花”的Demo

质点物理引擎

- 其它应用
- 引入两个粒子之间的万有引力 \rightarrow 演示天体运行轨迹
 - 可能难以形成稳定系统

基于质体的 物理引擎

主要就是三个Demo

质体物理引擎

- 质点→质体？
- 引入弹力
- 质点+弹力
 - 弹力球
 - 模拟水流
 - 可能难以形成稳定系统

质体物理引擎

- 一个“模拟水流”的[demo](#)
- 只实现圆形

质体物理引擎

- 两个动态物体
- 计算弹力
 - 两两枚举
 - $F = kx$
 - 只压缩的弹簧
- 弹力方向
 - 两个球体球心连线

质体物理引擎

- 一个动态物体和一个静态物体
- 类似两个动态物体的处理方式？
 - 力过大或不足
- 采取“碰撞”的方式
 - 每次沿“弹力方向”反向速度
 - 乘一个系数作为损失的能量

质体物理引擎

- 问题
 - 非常不稳定
 - 效率低下
 - 只有圆形
 - 非常不像液体

质体物理引擎

- 由此我们引出一个问题：

如何描述物体（质体）？

类似的思路

- 用质点+弹簧描述物体
 - 很贴近现实(?)
 - 实现简单
 - 物体不稳定
 - 效率太低
- 实际使用的例子：
- PSP：《LockRock》

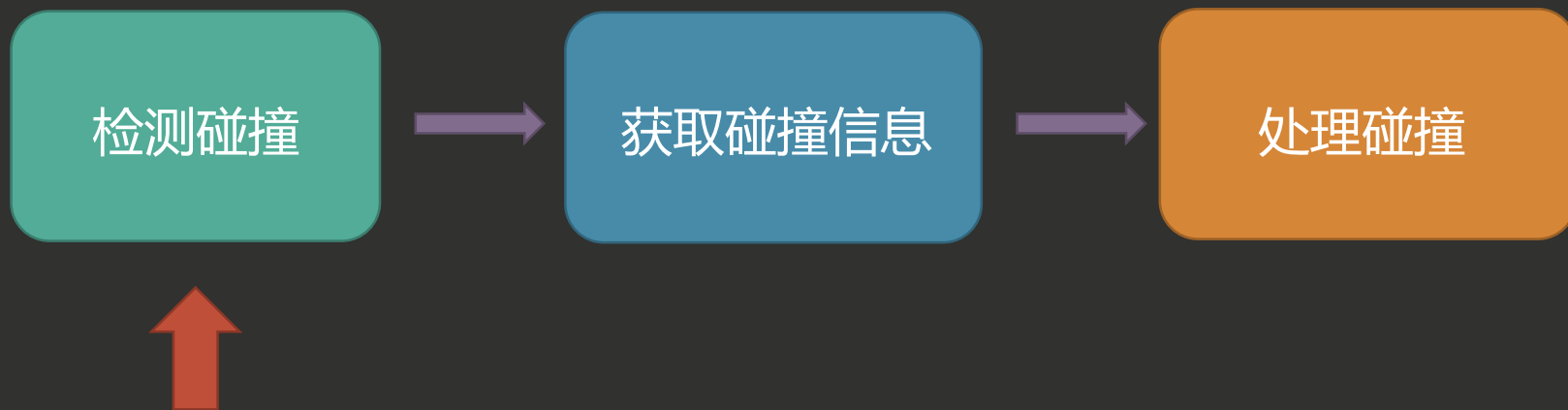
几种思路

- 直接描述多边形刚体
 - 实现复杂
- 描述球体和矩形/三角形

最基本的问题

- 物体有了形状 → 相互碰撞

碰撞

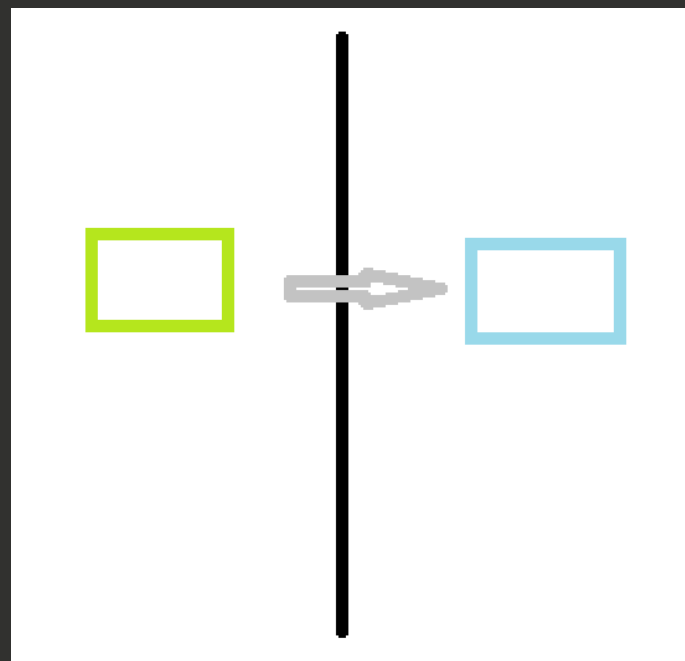


碰撞检测

- 直接每帧检测
 - 圆形
 - 多边形

碰撞检测

- 隧穿 (tunneling) 问题
- 高速移动的物体 (子弹) 的检测问题



碰撞检测

- 处理方法1：
 - 产生一帧内经过路径的掠面，检测掠面相交
- 处理方法2：
 - 连续碰撞检测
 - 强行分块
 - 二分

碰撞

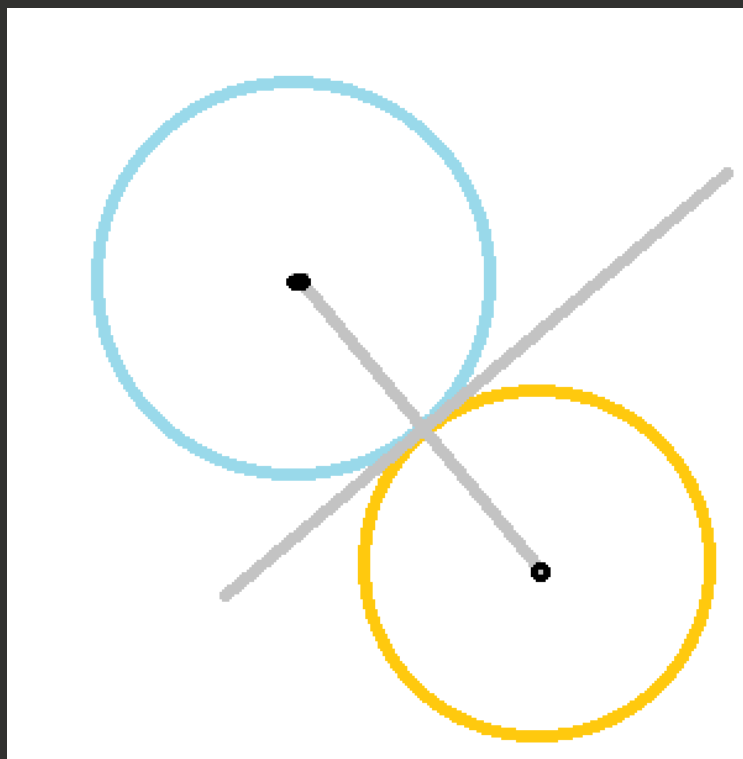


获取碰撞信息

- 碰撞信息：
 - 碰撞面法向量 【 ☆ 】
 - 沿该方向的速度
 - 碰撞点
- 最自然的想法：
 - 获取恰好碰撞那一刻的情况，重新计算速度

获取碰撞信息

- 看最简单的情况
 - 两个圆形
- 碰撞法向量即为圆心连线的垂直防线



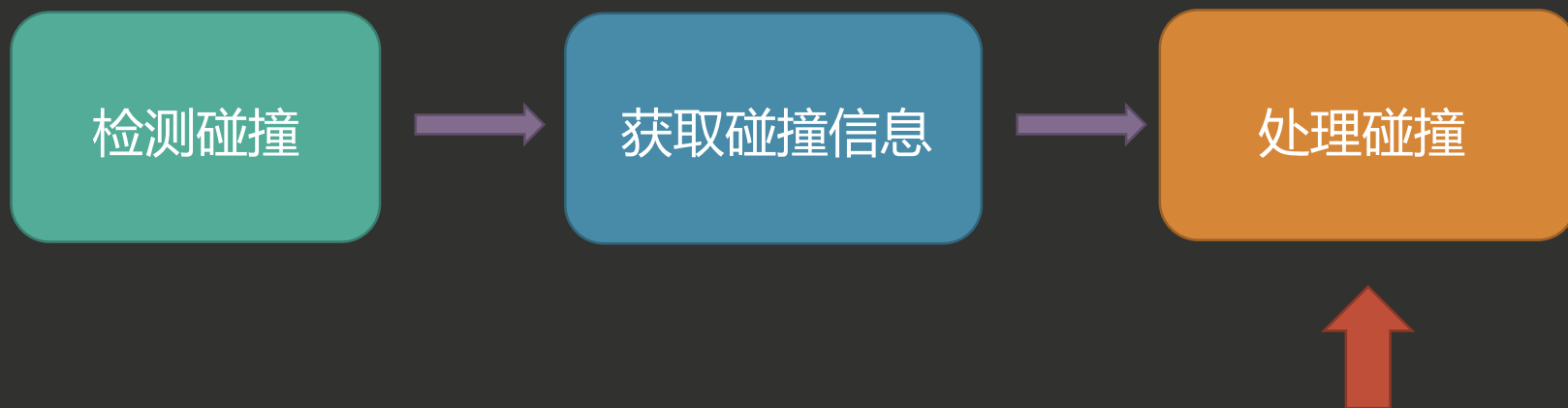
获取碰撞信息

- 提升一下要求：
 - 所有物体均为矩形
 - 且边和坐标轴平行
 - 假设不会发生旋转
- 所有碰撞法向量必和坐标轴垂直
 - 四方向移动式检测方法

获取碰撞信息

- 再提升一下要求：
 - 任意多边形
 - 继续假设不会发生旋转
- 寻找更通常的碰撞信息获取方法
 - 边-角碰撞检测
 - 可能存在“误解”

碰撞



处理碰撞

- 直接类似一开始两个圆形物体的碰撞（因为是质体）

处理碰撞

- 展示一个demo

质体物理引擎

- 两个难题
 - 支持力
 - 摩擦力

质体物理引擎

- 两个难题
 - 支持力
 - 摩擦力
- 由于解决较为困难，我只展示简化情况下的处理方法
 - 再展示一个demo

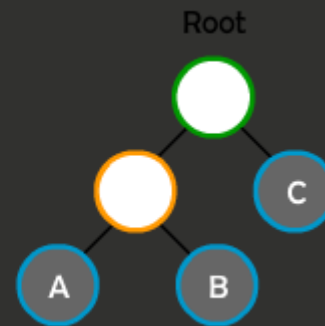
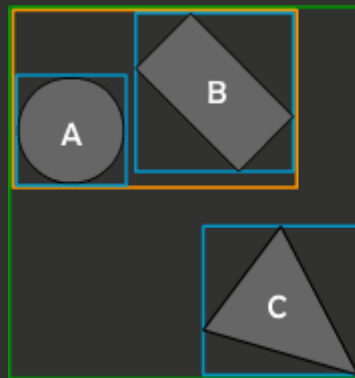
改进

效率方面的改进

- 效率方面的改进
- “子弹”特殊化处理
 - Box2d的解决方法
- 其他不精确求解
 - 引入碰撞深度
 - 处理相交物体

效率方面的改进

- 加速碰撞检测
 - 分块
 - 包围盒
 - 用K-D Tree实现Dynamic AABB(axis-aligned bounding boxes) Tree



碰撞的其他用途

- 模拟约束：绳索&桥梁

一些依旧存在的问题

- 旋转
 - 角动量、转动惯量
 - 更详细的碰撞信息
- 多物体碰撞的顺序问题
 - 先处理较为严重的碰撞
- 多物体稳定性
 - 休眠机制
- 其他力（摩擦力）
-

参考资料

- 《游戏物理引擎开发》 Ian Millington 清华大学出版社
- <http://allenchou.net/2014/02/game-physics-broadphase-dynamic-aabb-tree/>

最后

- 水平有限，能分享的东西不多。
- PPT比较粗糙，大部分时间都用来做展示用的demo了
- 希望能和各位大神们多交流
- 广告：
- <https://github.com/TimerChen>
- <http://timeplayer.blog.163.com/>

谢谢！

Q&A