

虚拟场景视点与动态物体交互控制^①

王宝震, 吴恩启, 杜宝江, 弓丽静

(上海理工大学 机械工程学院, 上海 200093)

摘要: 提出了一种动态物体与视点位置的检测技术, 实现了虚拟场景中动态物体的有序运动。建立视点与动态物体之间的运动轨迹向量和动态物体的交互方式, 根据两轨迹向量计算两者的位置关系赋予动态物体不同的交互方法来实现虚拟场景中动态物体的有序运动。文章中给出了此方法的具体算法。

关键词: 虚拟场景; 动态检测; 动态交互

Virtual Scene Viewpoint and Dynamic Objects of Interactive Control

WANG Bao-Zhen, WU En-Qi, DU Bao-Jiang, GONG Li-Jing

(University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: This paper presents that testing technology of dynamic object position and viewpoint in order to achieve the virtual scene dynamic objects of ordered movement. Establishing viewpoint and dynamic between objects trajectory vector and dynamic objects, an orderly movement of dynamic objects in virtual scene can be got in terms of the interactive way that relative position of two tracks vector calculation gives dynamic objects different interaction methods. This paper shows the method of the specific algorithm.

Key words: driving simulator; dynamic monitoring; dynamic interaction

人与虚拟场景交互过程中最大的问题就是碰撞问题^[1]。视点在虚拟场景中运动时, 如果有物体接近, 就要判断两者会不会发生碰撞。只有对物体进行实时检测, 才能防止这种碰撞, 避免物体之间的穿越。

虚拟场景中碰撞检测有多种方法。最常见是包围盒检测方法^[2], 该方法检测快速, 但是却很难实现对动态物体下一步控制。因为视点与动态物体之间的位置关系是实时变化的, 缺少动态检测, 就不能彻底避免他们间的相互碰撞。

为了弥补上述检测方法的缺陷, 提出了一种新的动态物体检测和控制技术。根据接近视点的物体以及视点的运动轨迹建立方向向量, 经过对获取信息的分析, 赋予动态物体不同的运动控制方式, 通过计算两者的运动趋势, 来完成对动态物体的操控和无干涉交互, 从而实现虚拟场景漫游的真实性、有序性, 增加虚拟场景漫游的沉浸感^[3]。

1 动态物体的交互控制原理

虚拟场景中动态物体的相对运动轨迹是根据用户所操控物体来建立的, 并通过视点计算及所接近物体的运动趋势来确定对动态物体的操控。对物体的运动控制包括保持、加减速、停止和绕行等方式^[4]。算法的具体流程如图1所示。

首先建立动态物体的运动轨迹向量 $\overrightarrow{B_1B_2}$ 和视点的运动轨迹向量 $\overrightarrow{E_1E_2}$, 如图2所示。当有动态物体接近视点时, 通过计算 $\overrightarrow{B_1B_2}$ 和 $\overrightarrow{E_1E_2}$ 之间的关系, 判断两者的运动趋势。当视点和动态物体正在相互靠近时, 改变动态物体的交互方式;

2 动态物体与视点相对运动趋势计算

根据场景中跟随动态物体运动的每个传感器的反馈值, 查看视点周围是否有动态物体进入。当视点进入动态物体周围时, 开始判断动态物体与视点的运动

① 收稿时间:2011-08-17;收到修改稿时间:2011-09-27

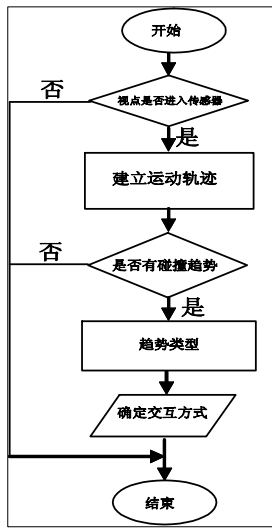


图 1 算法流程图

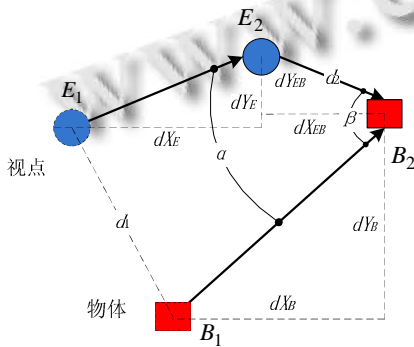


图 2 交互控制原理

趋势。选择视点在虚拟场景中漫游的一个平面，则视点和动态物体之间的检测就转化到视点所行走的平面上计算^[5]。

设 \$\vec{E_2B_2}\$ 为视点指向动态物体方向的向量，视点和动态物体在 \$t_1\$ 时刻的位置分别为 \$E_1\$ 和 \$B_1\$，在 \$t_2\$ 时刻的位置分别为 \$E_2\$ 和 \$B_2\$。如图 2 所示，则有：

$$\begin{cases} \alpha = \arccos\left(\frac{dX_E dX_B + dY_E dY_B}{\sqrt{dX_E^2 + dY_E^2} \sqrt{dX_B^2 + dY_B^2}}\right) \\ \beta = \arccos\left(\frac{dX_E dX_{EB} + dY_E dY_{EB}}{\sqrt{dX_E^2 + dY_E^2} \sqrt{dX_{EB}^2 + dY_{EB}^2}}\right) \end{cases}$$

其中，\$dX_E = X_{E2} - X_{E1}\$，\$dY_E = Y_{E2} - Y_{E1}\$；\$dX_B = X_{B2} - X_{B1}\$，\$dY_B = Y_{B2} - Y_{B1}\$；\$dX_{EB} = X_{E2} - X_{B2}\$，\$dY_{EB} = Y_{E2} - Y_{B2}\$；

由图 2、3 得到当视点进入检测范围后，根据两者运动情况和前后时刻的位置关系判断出是否有碰撞趋势^[6]。物体之间交互方式的正确与否决定了虚拟浏览真实性、沉浸感的实现与否，当运动的两物体会产生

碰撞时，我们模仿车辆的运行来实现交互，减速等待、加速超越、停止让行等。如表 4 所示：根据碰撞趋势的不同对动态物体赋予不同的交互方式^[7]。

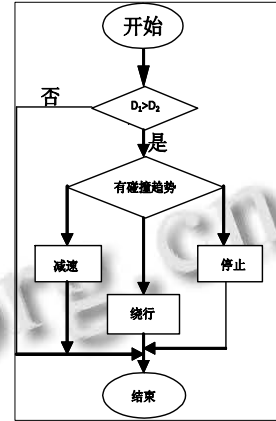


图 3 判断运动趋势流程图

表 1 碰撞趋势交互方式的确定

$\alpha \backslash \beta$	$\beta < 90^\circ$		$\beta > 90^\circ$	
	$V_E > V_B$	$V_E < V_B$	$V_E > V_B$	$V_E < V_B$
$\alpha = 0^\circ$	加速	无碰撞	无碰撞	加速、绕行
$0^\circ < \alpha < 180^\circ$	停止、减速		停止、减速	
$\alpha = 180^\circ$	绕行		绕行	

3 交互方式的改变方法

实现动态物体间的无碰撞运动，仅靠一种交互方式难以实现真实、有序的交互，为实现比较真实有序的运动，可以通过对动态物体位置的改变、以及动态物体位置改变的快慢来实现动态物体的交互。

动态物体位置改变的快慢，是指通过加快或者减慢动态物体的动趋势来避免物体之间的碰撞。动态物体位置的改变是指，赋予动态物体新的运动趋势来避免物体之间的碰撞。在场景中建立物体的绕行轨迹，赋予需要交互的物体来改变物体的运动趋势。绕行轨迹 P 的起始设定是以某一速度（设为 40km/h）运行的动态物体向静止的物体一侧绕行。碰撞前将视点的中心点 \$O'\$ (\$x^0, y^0, z^0\$) 设定为轨迹 P 的中心^[8]，按照相对速度 \$V\$ (车速 \$V_S\$，障碍物速度 \$V_Z\$，\$V = V_S + V_Z\$) 的值对轨迹 P 进行缩放、平移、左右变换，按照相对位置确定轨迹 P 的绕行方向^[9]。通过变换方程：

$$P' = PT \tag{1}$$

来得到相对运动轨迹 P' 如图 8 (b), 把 P' 赋予动态物体来实现绕行。上式中变换矩阵 T_{4*4} 的齐次坐标变换矩阵:

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & v/30 & k & 0 \\ x_0 & y_0 & z_0 & 0 \end{bmatrix}$$

其中 k 表征了绕行方向:

$$k = \begin{cases} 1, & \text{左侧绕行} \\ -1, & \text{右侧绕行} \end{cases}$$

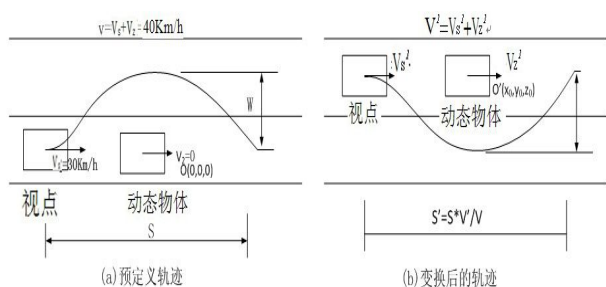


图 9 绕行轨迹变换示意图

4 应用示例

上述方法已运用在模拟驾驶器自走车的处理上, 实现了自走车超车, 减速, 停车让行的交互动作。为实现模拟驾驶器的真实感在虚拟场景中添加了沿不同路径运动的自走车辆, 随时检测自走车与自走车以及自走车与视点的位置, 当两车目前的行驶趋势会产生碰撞时, 根据两车的行驶趋势赋予自走车辆合适的交互方式。如图 10-12 所示为自走车超越前方车辆。

5 结论

文中探讨在虚拟环境中动态物体和视点的检测、交互问题, 以及虚拟环境中两物体间位置关系的判断, 为虚拟场景中动态物体的实时交互提供了简便的解决办法, 并将本方法应用于模拟驾驶器中使自走车的交互上, 实现了自走车按照交通规则行驶的交互方式, 提高了自走车在避让和超车过程中的真实感。不过虚拟环境中的行驶情况比现实中两车相遇完全按实际情况避让还有一些需要改进的地方。动态物体在超越视点时由原来的路径改到相对路径时有一定的跳跃这是下一步需要改进的问题。



图 10 $\alpha = 00$ 时自走车开始超车



图 11 $\alpha = 00$ 时自走车正在超车



图 12 $\alpha = 00$ 时自走车完成超车

参考文献

- 1 杜宝江, 吴恩启, 王卫平, 李祥. 大型虚拟博览会场景的优化方法研究. 计算机技术与发展, 2010, 20(5): 58-67.
- 2 魏迎梅, 王涌, 吴泉源, 石教英. 碰撞检测中的固定方向凸包围盒的研究. 软件学报, 2001, 12(7): 40-47.
- 3 范鹏轩, 孙静. 一种 Web3D 虚拟现实系统的场景数据调度方法. 科技广场, 2010.
- 4 俞耀, 山区公路减速带应用技术关键问题研究[硕士学位论文]. 重庆: 重庆交通大学, 2010.
- 5 姜雪伟, 孙晓鹏, 王鹏杰. 虚拟交互漫游系统关键技术研究与应用. 大连民族学院学报, 2009, 11(3): 30-36.
- 6 罗冠, 郝重阳, 樊养余. 一种基于可能碰撞集的碰撞检测方法. 中国图象图形学报, 2003, 8(9): 70-75.
- 7 秦中原, 王智平, 盛卫东, 安玮, 徐琛. 改进的 Hough 变换红外传感器像平面轨迹起始算法. 火力与指挥控制, 2010, 35(5): 44-51.
- 8 张彦. 未知环境下移动机器人路径规划研究[硕士学位论文]. 合肥: 中国科学技术大学, 2007.