

优秀的多体动力学虚拟仿真系统 Vortex

一、前言

近十年来,随着计算机软硬件技术的飞速发展,在虚拟现实领域出现了许多高级的开发工具和硬件设备,大大提高了虚拟场景创建和虚拟环境中的人机交互等方面的能力。用户利用开发工具,配合虚拟现实硬件,能够将人和外部世界隔离开来,使其具有身临其境的感觉,更逼真地观察所研究的对象,更自然、更真实地与对象进行交互。但这类软件所处理的对象却大多还只局限于静止或者简单运动的物体,难以胜任复杂的运动和力的仿真。与此同时,传统的动力学软件由于界面复杂、可操作性差,难以成为日常设计开发的有效手段。

而CM-LABS公司开发的多体动力学虚拟仿真系统 Vortex, 强调准确性和实时性并重。它建立的交互式的仿真操作环境,可以像3D游戏一样实现仿真功能;同时它不同于一般的计算机动画制作软件,建立优化的数学模型和优秀的计算方法,不仅仅追求形似,也能获得较高的计算精度和计算速度。



CMLab 和 NASA 共同开发了 Mars Rover

二、产品背景

CM-LABS 公司位于加拿大的蒙特利尔,是以虚拟仿真系统平台研究为主的公司,公司除从事 Vortex 软件的开发以外,还进行了大量的技术咨询工作,主要的服务对象是加拿大国防部、美国国防部、美国 NASA 等。所有的仿真项目和软件系统都经过了大量的实验验证,很多参数来自于试验获得的经验数据。Vortex 软件由该公司历经 10 多年的开发而成,是模拟用于车辆、机械、机器人等在工作环境下工作状态的虚拟仿真系统平台。

三、产品介绍

Vortex 可以处理多刚体系统动力学、碰撞干涉、干涉响应等高度真实的车辆动力学问题。Vortex 的常用工具箱可以产生多个模拟器来实现运动和环境仿真。它可以利用实测的或设想的地形数据来建立各种战场的环境,考虑不同得地形、地貌,考虑各种各样的路面条件,例如,硬路面、雪地、沼泽地、沙地以及水潭等。利用 Vortex 可以在一个真实环境的所有的目标上,加载精确真实的物理过程,并产生一个交互式的仿真操作环境,例如履带车辆、机器人、起重机械、登月车辆的远程操控和训练等。

Vortex 自身还带有高级流体分析功能,可考虑车辆、船舶、机械手等在水域中的运动等,是一个唯一可以同时考虑车辆在陆地和水上的运动的仿真平台,是两栖车辆设计仿真的有力工具。

另外, Vortex 是一个开放的仿真环境平台,采用标准的 C++语言,用户可以在现有的平台基础上开发适合自己的独立的工具箱。



用 Vortex 模拟坦克在复杂路面环境下行驶

1、平台功能特点

Vortex 可以考虑各种真实的战场环境（例如同时可以考虑陆路和水路），更为突出特点是：Vortex 可以实现实时仿真和交互操作。它区别于传统的动力学软件，用户在进行动力学模拟的同时，可以实时的修改各种动力学参数，从而不需要重新启动软件，就可以像目前流行的 3D 游戏一样来进行操控、驾驶和射击的模拟，甚至可以同时模拟多个车辆组成的编队进行实战演练等。具体 Vortex 可以实现的功能有以下几类：

精确的动力学分析

- 带运动的机械系统；
- 连接弹簧单元；
- 考虑系统中的摩擦、惯性、扭矩、转动等；
- 复杂的丰富的零部件连接运动幅；
- 无侵入的刚性碰撞约束；
- 考虑大型的复杂机械系统，例如履带车辆；
- 可以得到精确的接触载荷
- 支持开环和闭环的机械系统；
- 几乎所有的特性可以在仿真的同时，进行实时的修改；
- 稳定的、精确的车辆系统仿真，包括悬挂模型、车轮、驱动系统等；
- 车辆系统的轨道模拟等



机械手的模拟：机器人对每个物件都具有独特的质量，摩擦和惯性等物理特性。

碰撞干涉检查



用 Vortex 模拟伐木机砍树

- 支持的地形描述：三角单元、高精度四边形单元等
- 利用精确的碰撞响应快速的进行干涉检查；
- 干涉检查将对所有的物体均进行法向、侵入距离和表面的分离距离的分析；
- 包括粗糙的、精确的和符合的几何外形模拟；
- 预估得到碰撞时间；
- 对于交互发生的干涉建立有专门的传感器等。
- 降低产品研发的风险，并加速产品的上市；
- 开发可以用于产品操作的模拟器；

2、平台主要应用领域

Vortex 基于经典的牛顿定律，可以对车辆系统进行实时动力学仿真，并精确得考虑了真实的车辆、机器人等机械产品的工作环境，将仿真精度和速度进行很好的平衡。经过了大量的实际项目的验证，Vortex 被证明可以被成功的用来进行产品设计、分析、操作训练、以及无人驾驶车辆的操作和路径规划等，主要应用在国防和通用机械行业的以下研究领域：

- 高真实度的地面车辆战术、战场环境的模拟；
- 主要人员的训练：车辆驾驶员、火炮操纵系统人员或者其他操作员的训练；
- 无人驾驶车辆的导航系统；
- 真实产品的设计；
- 战场地形学研究；
- 虚拟环境建设；



模拟吊车对集装箱的起吊和运输动作

- 视觉设备开发;
- 航天器的在轨飞行和着陆分析;
- 港口、码头灯起重设备的操作分析;
- 机器人远程控制和操作;
- 航空飞行器的模拟。

四、 总结

目前为止, Vortex 的用户在全球已经超过 120 家, 主要集中在国防, 航天、船舶、通用车辆, 机器人等的仿真。美国目前的主战履带车辆例如: M109,M113, M1A2 等均采用了 Vortex 进行了动力性能、作战环境、驾驶操作、射击等的分析, 并研制了相应的履带车辆操纵模拟器; 另外美国 NASA 用 Vortex 来进行月球车的着陆分析, 月球车的工作环境模拟以及遥控操作等; 在德国。主要坦克供应商, 均采用 Vortex 进行坦克车辆和轮式车辆的设计、仿真等; 另外, 还有南非、瑞典、韩国以及中国台湾等主要的坦克生产商均采用 Vortex 进行主战坦克的设计和仿真。

Vortex 是集机械系统、战场环境、流体力学、控制系统等于一体的多学科虚拟仿真平台,它于 2005 年 11 月首次对中国大陆解禁。随着 Vortex 的进入中国, 相信 Vortex 一定会成为国内国防及工业相关行业进行产品设计的重要工具, 在我国相关领域的研究中做出重大的贡献。