

基于 3dsmax 的船舶三维运动仿真

卞钢, 刘寅东

(大连理工大学船舶与海洋工程学院, 辽宁 大连 116024)

摘要:该文尝试使用 3 维软件 3dsmax 作为仿真平台, 调用其下的 reactor 动力学模块, 对船舶模型在水中的交互运动进行了预报。通过两个仿真试验, 介绍了这种虚拟现实技术的工作原理, 展示了其快速实时, 交互方便的优势。一个试验是通过对帆船在风作用下的仿真, 得到了位移响应曲线和运动动画; 另一个试验是通过对船舶破舱进水倾覆过程的模拟, 得到了各个时刻船的浮态。

关键词:仿真; 可视化; 动画

中图分类号:TP391.9 **文献标识码:**A

Simulation of 3D Motion of Vessel Based on 3dsmax

BIAN Gang, LIU Yin - dong

(College of Naval Architecture, Dalian University of Technology, Dalian Liaoning 116024, China)

ABSTRACT: Ship model's motion prediction is realized by using 3dsmax and its reactor dynamic module. The working principle of virtual reality technique and the advantages of real time, interactive and convenience are introduced through two simulated tests. The first experiment emulates the motion of sailboat in the wind and the response curves and motion animation are obtained. The second simulates the damaged and capsized process of a ship and the floating parameters at any moment are gotten.

KEYWORDS: Simulation; Visualization; Animation

1 引言

科学计算结果的可视化一直是人们孜孜以求的目标, 科学计算的结果往往是高度抽象, 枯燥, 专业性很强的图表、数字。随着计算机硬件和计算机图形学的发展, 科学计算可视化已成为一门独立的新型学科。特别的, 近年来发展越来越快的虚拟现实技术将其带入一个全新的境界。虚拟现实是一种通过计算机生成的虚拟环境, 并且在其中可进行交互的人机界面, 交互性和实时性是虚拟现实的关键特征。

因此, 本文的工作就是将船舶运动预报的结果以虚拟现实的方式真实的再现出来, 以直观的方式得到船舶在水中交互运动响应的效果, 来达到介绍这种新的有一定使用价值的仿真方法的目的。

2 软件平台环境简介

3dsmax 作为一种功能强大的三维可视化平台, 有很强大的实时交互的功能模块, 用这些模块作了以下工作: 研究对象的实体建模与修改, 灯光和摄像机设置, 材质设置, 对象属

性设置, 动画设置与渲染, 察看运动轨迹并可以得到任何时刻的实验数据; 而且可以把计算结果用直观的可视化的方式展示出来, 并可实现实时控制与仿真。

动态模拟效果一直是 max 的一个弊端, 大多数情况下使用者只能通过关键帧来进行模拟, 或者通过编程来产生效果, discreet 公司终于在 max4.2 推出的时候同时也推出了新的比较完善的动态模拟系统 reactor。先简单介绍一下动态模拟的使用原理, 首先, reactor 把物体分为刚体, 柔体, 布料, 水等几种独立的模块, 然后分别用相对的收集器(或者是管理器)收集相应物体, 使物体具备各自的自然属性, 设置每种物体类型下面的属性参数, 这样就可以达到模拟效果了。

3dsmax 作为世界上最广泛使用, 功能最强大的视频动画制作软件, 其实时交互性非常的成功, 同时它的动力学仿真功能也越来越完善, 这样就可能把它的很强大的实时交互环境与一定精度的动力仿真结合起来。这种仿真方法在模拟布料运动, 机械零件运动, 刚体碰撞等许多外界现象时, 快速而形象, 本文就试图通过使用这种仿真方法在船舶上的应用, 来介绍它的强大功能。

但遗憾的指出 3dsmax 的动力学仿真系统是线性保守系统, 所以不可能模拟出实体完全精确的运动状态。

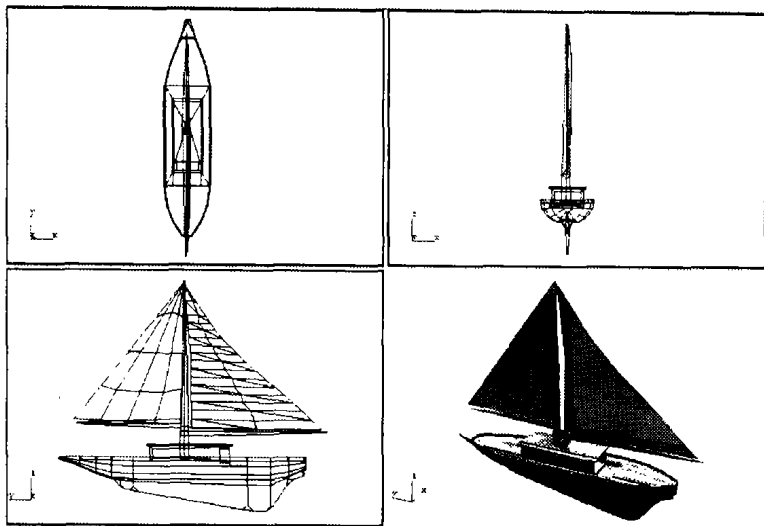


图1 帆船三维实体模型

用,它们之间的联系是什么,并估计最后可能会出现什么样的结果。从实际的物理现象出发,整个实验流程应该是:堤岸将小湖围起来,帆船作为载体浮在水面上,添加风的影响,风对帆船上的帆布产生力的作用,帆布带动船体沿着风向向前移动,同时船在运动时受到水的阻力,所以水产生的波动,波动反过来又体现在船的运动上。

搭建场景:为了使实验过程更形象生动,搭建了简单的环境。场景中包括:一个聚光灯(主光灯),一个泛光灯(辅光灯),一架摄像机,一圈环形堤岸(刚体),湖水(流体),并分别赋予材质并实时显示。

建造受力的帆船模型:建造帆船三维 mesh 模型并赋予实时显示材质(图1),包括船体(刚体),桅杆(刚体),帆布(布体)。船体是用 mesh 建模。因为船体与桅杆一起运动,所以合成一个 group 组(刚体),对帆布

施加连接到刚体上命令,这样帆布受到风力之后,就能把力传递到船体上。

属性分析与设置:本实验将要用到的是刚体系统和布体系统。因此,属性设置如下:将堤岸,船体,桅杆添加到刚体收集器里,将帆布添加到布料收集器里,水具有流体属性,对其设置密度,阻尼,波动属性。对 group 设置质量,求解运算后,系统根据其质量和体积求解出密度,并与水的密度做比较,决定船体能否浮在水面上。设置风初速度(单位为系统默认,以下均同)。

风的方向也可以随意设

定,但是为了方便观察结果,风向设为 x 轴正方向。在实验中也可以对风的 perturb 和 ripple 进行设置,它们的作用是产生一些非线性的扰动和波动影响。

求解得到数值:时间轴设置为 0 到 100 帧(帧是 max 内部时间单位,一秒 30 帧)。设置完毕后,就可以求解了,界面左下方的 performing simulation 表示求解的时间进度。求解完毕后的数据自动保存在文件中。

3.3 结果输出与分析

求解完毕后,通过打开 max 下的运动轨迹面板模块(图2),可以得到对船体任何一个时刻下的具体位置数据。横轴代表时间帧数,纵轴代表位置。当前的小窗口显示的是船体在第 17 帧时,x 轴,y 轴,z 轴的数值。从图中可看到三条由连续关键帧组成的运动轨迹线。这三条线分别代表在 0 -

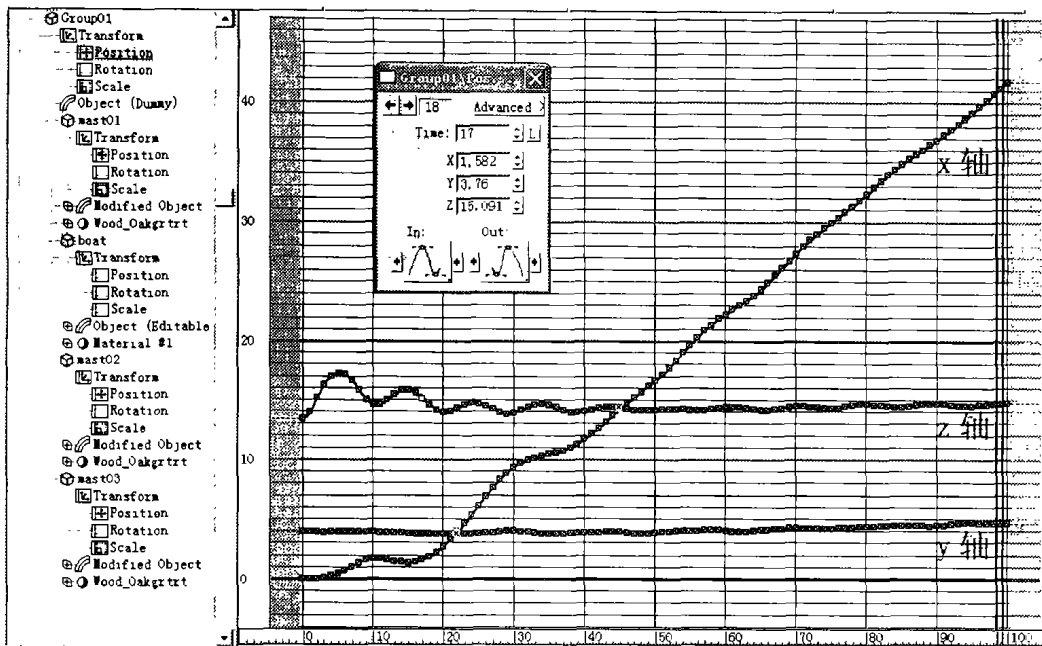


图2 运动轨迹面板

3 帆船在风作用下的运动仿真

通过一个帆船在一个平静的湖面上,受到自然风作用力时,产生运动响应的实例,来演示仿真系统的工作原理。

3.1 实验原理

在 3dsmax 界面下,搭建场景,建造模型,设置摄像机和灯光,在 reactor 动力学模块下,对场景内模型的属性进行设置,使其满足运动条件,在时域中对其分析并求解,可以得到每个自由度的解随时间的离散值,然后通过本仿真系统将解自动加载到帆船三维模型上,让其产生实时运动,并可生成一般的动画文件或图片,最后可以通过轨迹视图面板,得到每一时刻的精确值。

3.2 实验步骤

前期准备:在正式动手前应该考虑清楚整个实验流程,用到了 max 下的哪些子模块,每个子模块起到什么样的作

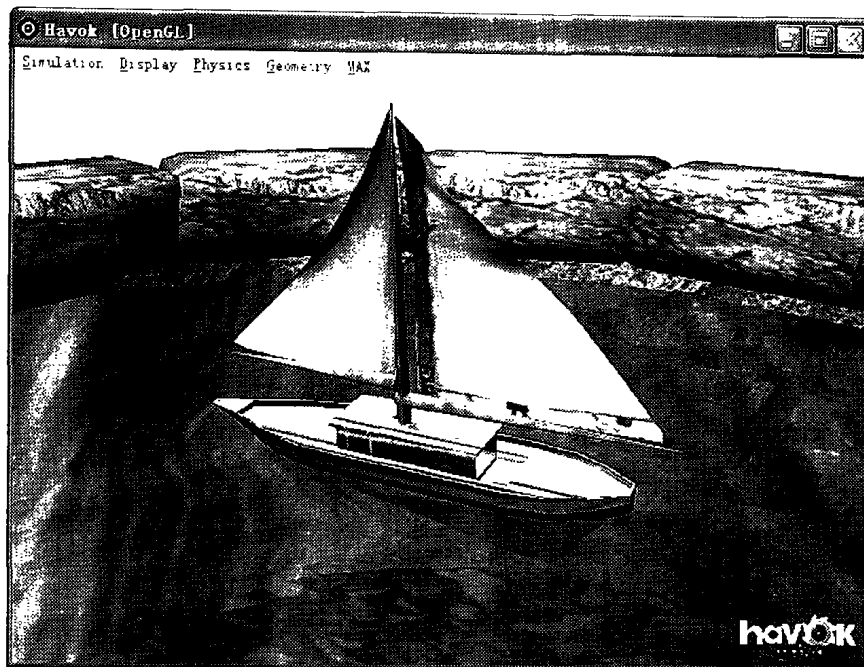


图3 reactor 预览界面

100 帧之间的 x 轴、 y 轴、 z 轴方向上的运动变化轨迹。分析图中的 x 轴轨迹, 可以看到, 船体在初始阶段, 因为要摆脱水的静止状态, 所以位移值有一个扰动, 轨迹线倾角 (即速度) 也比较小, 40 帧之后, 轨迹线趋于均匀直线, 说明船体速度保持平衡, 外界合力为零。分析 y 轴轨迹基本上是一条直线, 那是因为 y 轴方向与受力方向和运动方向都正交, 所以位置保持一个恒定的值, 速度始终为零。 z 轴轨迹线是一条波动的阻尼曲线, 因为船在摆脱静止状态时有上下的波动, 并且随着时间增加, 波动逐渐减小并趋于零。

通过分析发现, 计算机模拟帆船在风作用下的运动与实际物理现象吻合。

最后生成一段船体如何在风力作用下运动的动画, 可以在窗口中实时预览, 也可以渲染成通用的动画格式文件。图 3 是 reactor 预览窗口的显示界面。

4 船舶破损进水倾覆过程仿真

演示船的一个舱破损 (遭到袭击, 碰撞或者触礁), 进水并逐渐下沉, 直至倾覆的过程。

4.1 实验说明

为了简化实验, 在整个过程中作了如下假定: 水面是平静, 即研究对象只受到重力和浮力。某个船舱破损后, 假定只有这个舱进水, 而且进水过程是渐进缓慢的, 所以每个时刻研究对象都处于动态平衡。因此整个实验将用到了刚体模块和水模块。同时在建模时对船体也作了简化, 没有包括上层建筑。

考虑到破舱在进水后, 由于这个舱的重量是不断增加的, 因此, 将这个舱单独作为一个整体 (刚体), 船的其他部分作为另一整体 (刚体), 然后通过不断的增加破舱的重量就能达到模拟舱内进水的效果。当破舱的进水量增大到一定程

度后, 船就会发生倾覆。通过实验, 可以观察到船在各个过程中的浮态姿势, 也可以测量出船的横倾角和纵倾角数据。得到数据后, 就可以更进一步的计算船所受的力, 弯矩, 扭矩。

4.2 实验对象说明

船的重量, 即排水量取为 490。破舱的位置选在前半部左舷侧 (第 8 站, 全船总共 10 站), 见图 4, 是为了较为明显的观察到船的横倾和纵倾现象。

4.3 实验过程

船在平衡时, 将要破损的舱的本身重量为 20, 则其他部分的重量即为 470。为了找到倾覆的临界点, 使用了实验法, 由此知道, 当破舱重量达到 90.4, 即破舱进水量达到 70.4 时, 船将发生倾覆。所以为了演示逐渐倾覆的过程, 将实验划分为 8 个子步骤, 每个子步骤中破舱重量都增加 10。因此得到 8 组实验数据和 8 个船的浮态姿势。

4.4 实验结果

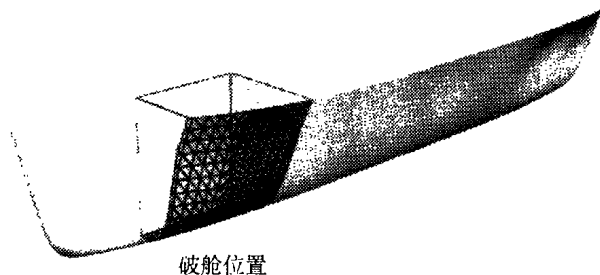


图4 破舱的位置示意图

通过辅助面板下的角度测量器测得数据如表 1 所示。

表1 测量数据表

进水量	0	10	20	30	40	50	60	70	80
横倾角 (度)	0	2.243	4.939	6.923	10.634	13.227	15.245	25.021	—
纵倾角 (度)	0	0.728	1.143	2.447	2.349	3.311	4.063	5.84	—

为了观察明显, 从 8 次过程中选取了 5 次平衡状态, 见图 5。

5 结论

通过对前面两个实验的总结, 可以知道 3dsmax 仿真系统的最突出优势在于在满足一定精度的前提下, 实验快速简单方便, 因此特别适合演示说明。在仿真过程中, 可随时随地更改环境参数, 模型参数, 运动参数等设计变量。在分析过程中, 能够精确而方便地得到实验数据。 (下转第 270 页)

(上接第 218 页)

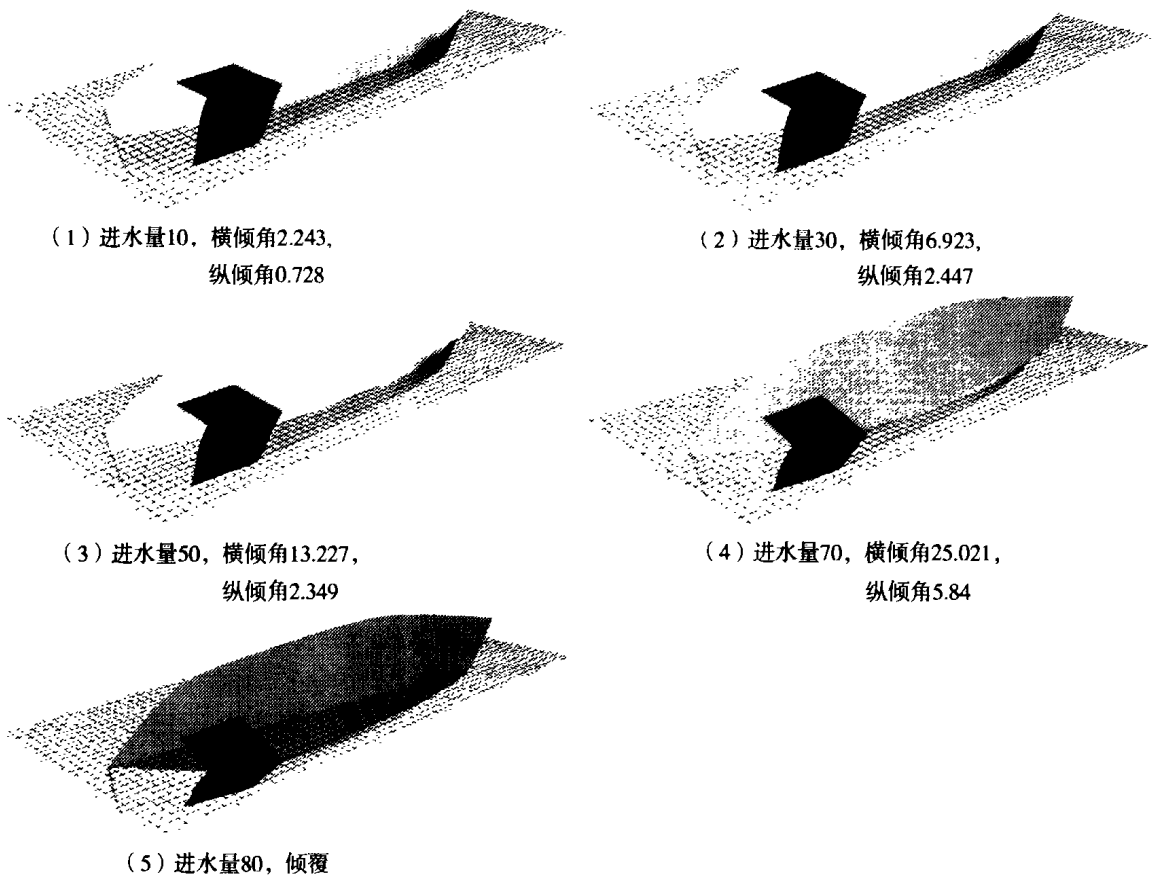


图 5 倾覆过程示意图

而且实验结果可以生成动画,形象直观。

但是 3dsmax 仿真系统也有明显的不足:因为实际的实验环境和对象都是非线性系统,所以仿真不可能取代实验,只能够对实验进行前期的预测。对复杂结构的模型作了运算时的简化。受限于内部默认的算法,如果用户使用其它算法,则必须进行二次开发。

总之,随着虚拟现实技术的发展,仿真技术在科学工程上的应用,快速实时,交互性强,操作方便的 3dsmax 仿真系统具有广阔的发展前景。

参考文献:

- [1] G MAESTRI. 3D Studio Max 技术精粹 I[M]. 北京:清华大学出版社,1999.

- [2] S ELLOTT, Phillip Miller. 3D Studio Max 技术精粹 II[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [3] 李震,李积德,王庆. 舰船三维运动视景仿真系统的设计[J]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学学报,2003,(1):9-13.
- [4] B FLEMING. 实用 3D 真实感设计技巧[M]. 北京:电子工业出版社,2000.

[作者简介]



卞钢(1980-),男(汉族),重庆江津人,硕士研究生,主要研究方向:船舶虚拟设计方法;
刘寅东(1964-),男(汉族),辽宁大连人,副教授,主要研究方向:船舶设计。

(上接第 253 页)

而河流中氮浓度与磷浓度均较大,各项指标均远远超出 V 类地面水环境质量标准(氧 mg/l , 氨 0.2mg/l , 磷 0.2mg/l)。氧浓度的降低导致大量水生物的死亡,而氮与磷的严重超标造成水体严重富营养化。因此抑制组合下水溢流是必要的。

图 4 是通往河流的排污口向河流连续排放未经处理的污水时河流中几种成分的情况。生废水的连续排入导致河水质量的严重恶化,河流溶解氧浓度迅速下降到 0,氮浓度与

磷浓度保持较高值,水质达 V 类。直接连续排放与组合下水溢流情况比,由于污染物浓度更高,水质情况更加恶化。

4 结论

从仿真结果可见,在好天情况下,经过污水处理厂二级处理达到污水排放标准的污水排入河流后,对河流水质的影响不大。而当发生组合下水溢流,大量未经处理的污水进入