

船舶操纵模拟器中人—机实时交互的实现

[作者] 解翠;金一丞

[单位] 大连海事大学航海技术研究所

[摘要] 船舶操纵模拟器是一种典型的人在回路中的仿真 (Man-In-the-Loop-Simulation) 系统。人作为一个环节参与到仿真系统中, 通常通过仿真系统提供的各种信息, 经过判断和决策对系统进行操纵和控制, 进而达到人员训练、方案论证、海事分析等目的。为了达到上述的目的, 本文从整个系统和局部细节 (重点利用了视点跟踪技术) 两方面分析了视景系统中如何达到人机的实时交互。即生成操纵船舶在海上航行的三维动态视景。该系统能直观地模拟船舶在海上或港内航行及操作情景, 便于受训人员接受真实感强、训练项目多的船舶航行、避碰、定位及靠离泊等方面的操作。

[关键词] 船舶操纵模拟器; 人机的实时交互; 视点变换

船舶操纵模拟器要为操作者提供尽可能逼真的操作环境, 操纵人员才能根据视景提供的信息, 做出瞬时的判断和决策对系统进行操纵和控制。这必然要有高质量的人机交互为保证。为此首先要考虑的因素除了高分辨率、高更新速率等硬件的支持, 还应当从系统的整体性考虑。因此本系统采用分布交互技术。另外, 本系统中不采用传感器进行视点跟踪而采用软件实现的“有限”的视点跟踪技术 (“视点变换”) 等相应措施达到了实时的人机交互。

1 分布交互式的系统构成

大连海事大学“211”工程重点项目“大型船舶操纵模拟器”, 应用了 DIS 技术。“分布交互仿真”是采用协调一致的结构、标准、协议和数据库, 通过局域网和广域网将分布在各地的各种仿真器互联, 使人可参与交互作用的一种综合环境”。其显著的特点在于“分布”和“交互”。其“分布”体现在 DIS 系统中不设中央计算机, 其计算能力是分布的、并行的, 再则单元与单元之间在地理上也是分布的。一个本船是一台模拟器, 不同的本船布置在不同的房间内, 本船间采用局域网互联, 每个本船中模型解算、以电子海图为背景的船舶动态显示 (俯视图)、多通道大视场角视景显示、雷达/ARPA 显示、各种仪器仪表也都由不同的微机承担, 这些微机间采用局域网连结, 这种结构本船的数量很灵活, 每个本船的配置也很灵活。当某些微机出现故障时, 不会影响到系统的运作。“交互”体现在人在本船中参与本船与本船之间的交互作用之中, 各个本船可以通过雷达图像和三维视景“互见”。

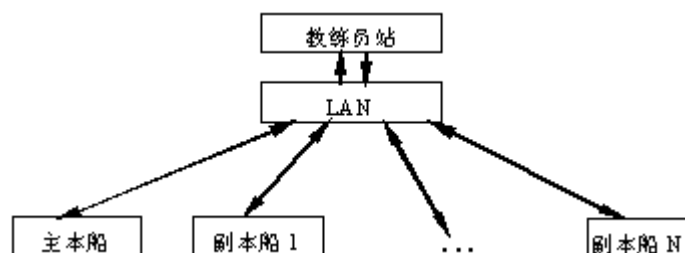


图 1-1 “大型船舶操纵模拟器”系统构成

“大型船舶操纵模拟器”系统由一个教练员站、一个主本船以及数个副本船组成, 如图所示每一个本船由 7 台微机及一个车舵操纵台组成, (包括五台生成五通道 180° 水平视场角的三维视景。一台用作雷达/ARPA 模拟, 另一台和两台显示器用作电子海图及本船和目标船动

态俯视图显示，还负责本船船舶操纵数学模型解算，向本船其他微机和教练员站发送本船和目标船的位置、航向、航速等运动要素以及一些必要的控制信息。每一台本船配备一个实船规格的车、舵操纵台，其余的操船手段如锚、缆以及拖轮操作则通过鼠标操作软面板完成。教练员站由一台微机、高分辨率的显示器以及 HP LaserJet 6L 打印机组成。

有了以上的分布交互式的系统，在单本船操纵模拟器系统中：操纵者操纵车舵控制系统，车舵控制仪根据用户的操作将车舵控制数据通过串口送入计算机中，船舶操纵运动模型解算系统得到车舵控制数据后，再从基于电子海图显示控制系统中获取本船的锚、缆绳拖轮的操作状态以及水深、潮高、流向、流速、风向、风速、离岸距离等相关环景数据，解算出船舶的速度、航向、位置、车、舵、锚、缆绳、拖轮等船舶运动状态数据，并将这些数据反馈给基于电子海图二维显示系统、雷达模拟系统、三维视景显示系统得到船舶运动状态数据，并从教练员控制系统中获得目标船的运动状态数据，进行相应的动态显示，反馈给操纵者。操纵者可以通过鼠标和键盘进行各种操作。实现人机交互。

2. 合理进行视景的建模、显示与视点跟踪

2.1 视景的建模与显示

实时的人机交互视景仿真系统，考虑到视景系统中对视景的更新速率要求，本船模型的复杂程度不能太高，但还得考虑到视景系统的真实感。因此，视景系统的视景模型应当在保证画面更新速率的前提下，尽可能地提高模型的真实程度。使用 MultiGen Creator 软件创建的三维模型，不但能够保证模型足够真实，而且对于同一物体的造型使用的多边形数目又相对比较少。实现了可靠的更新速率，从而保证人机交互的实时性。

2.2 船舶操纵模拟器视点跟踪技术

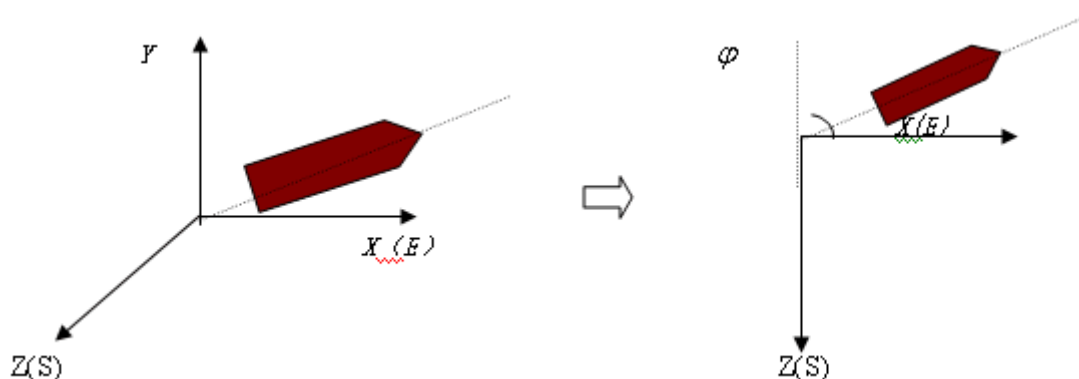
现有的视景系统如果采用传感器进行视点跟踪，势必会增大硬件的投入。且考虑到现有视景系统的硬件配置水平和比较高的性能价格比，这里采用软件来实现“有限”的视点跟踪（多视点技术）。通过在视景系统中设置多个视点，各个视点彼此独立，相应视点的视景显示通过不同的通道。这种方法与利用传感器技术的视点跟踪相比较，实现相对容易，而且，能够提供相应位置的视景显示，完成视点变换的功能。

实现视点变换最重要的问题是视点的选择（包括视点的位置和视线的方向的选择）。当船舶驾驶员在驾驶台时，视点的位置定在驾驶台的正中央，视线的方向与船首尾线平行。这基本上能够满足模拟、训练的需要。但是，当船舶驾驶员需要了解本船两侧的信息时，他应当走出驾驶台。为此，应当提供一个界面，让操作者根据需要，随时地切换到不同的视点位置和视线方向。另外，考虑到为了最大限度地减少由于采用模拟的方法与实际的实践做法不同而造成的操作者的操作困难度，我们在视景中提供的视点的位置和视线的方向已经预先定义，操作者只需选择需要了解的部分，视景系统的某一个通道便会显示在这个视点位置和视线方向的视景。

通过上述的分析，视景系统中的视点除了位置位于本船驾驶台正中、视线方向与本船首尾线平行的视点以外，增设了六个视点：左舷船首方向、左舷船中方向、左舷船尾方向、右舷船首方向、右舷船中方向和右舷船尾方向，提供视点跟踪、导航的功能。

视点的定义是通过定义视点的位置和视线的方向完成的。在视点变换下，视点的位置将

从驾驶台中央移至驾驶台两翼的甲板，同时视线的方向也将做相应的变换。在视景系统中的坐标系定义如下图所示。



因此，在视点变换下，当船舶驾驶员从驾驶台中央走到驾驶台两翼的甲板，移动的距离相对于本船的局部坐标系而言相当于在船宽的方向上移动了半个船宽的距离。设 Width 为船宽，为本船航向，视点位置为 (X_v, Y_v, Z_v) ，则移动后的视点的位置 (X_v', Y_v', Z_v') 可用下式表示：

$$\begin{aligned}
 X_v' &= X_v + Width * \sin(-\varphi) \\
 Y_v' &= Y_v \quad \dots\dots\dots (5-1) \\
 Z_v' &= Z_v + Width * \cos(-\varphi)
 \end{aligned}$$

上式即为视点变换后新的视点位置公式，其中 Width 当视点的位置在右舷时值为正，在左舷时为负。

视线方向的确定相对比较简单。对于船头和船尾的视线方向，视线仍然与船首尾线平行，只是船尾方向的视线方向指向船尾，而非船首，这是不言而喻的。船中的视线取为左右各偏转 90°，即为驾驶台两边正横方向。此外，还需考虑到视线上下偏转的问题。这种偏转，当船舶非常接近目标，尤其靠离码头时，船舶驾驶员、船长、引航员为了更清楚地了解本船船身离码头的情况，往往需低头以获取这方面的信息。因此，在视线的上下偏转上，我们设定船首、船尾的偏转角度为 15°，而在船中时，视线的上下偏转角度为 45°。经过模拟器的测试，效果良好。

参考文献

[1]尹勇、金一丞、李志华，分布式航海仿真系统中的网络通讯，系统仿真学报, 2000, 11, 621-624
 [2]孙家广、杨长贵，计算机图形学(新版)，北京:清华大学出版社, 1995, 497
 [3]MultiGen Inc, MultiGen On Line Help Document, 1997

[4]孙腾达、金一丞, 航海模拟器视景中本船船首图形绘制方法, 大连:大连海事大学学报, 2001, 1

[5]曾芬芳, 虚拟现实技术, 上海: 上海交通大学出版社, 1996

[6]唐泽圣, 三维复杂模型的实时动态显示, 计算机世界, 1997, 2, 3

作者简介

解翠, 1977年, 女, 研究生, 大连海事大学航海技术研究所

通讯地址: 大连海事大学航海技术研究所

邮政编码: 116026

联系电话: 0411-4729651 or 0411-4727431

电子邮件: xc310@263.net

Abstract: Ship handling simulator is a typical kind of Man-In-the-Loop simulation. Being one of the loops in the system, the trainee makes decisions according to the information acquired from the simulation system. Therefore, in this thesis, according to the requirement of the Multi Task Simulator, the author makes a detailed discussion on the realization of Real-time Human-computer Interaction from two aspect (the whole System and part construction), namely the creation of the dynamic3-D scene in the ship handling simulator. This System can simulate the navigation and handling vividly. The trainer can easy complete the appointed task.

Key words: Ship Handling Simulator Real - time Human-Computer Interaction Viewpoint Shift