

基于 GeoFusion 的 COP 仿真

瞿 师, 曾 鹏, 吴玲达

(国防科技大学信息系统与管理学院, 长沙 410073)

摘要: 研究 GeoFusion 构架及其设计思想, 借鉴其他数字地球平台的优点, 分析战场环境的各种客观因素, 从指战员的需求角度出发, 可视化战场态势信息并对作战视图进行仿真。在系统显示过程中, 指战员可选择观察的方式和对象, 调整视角和观察位置, 实现了高实时交互性。

关键词: 数字地球; 现代作战模拟; 作战视图仿真

Common Operation Picture Simulation Based on GeoFusion

QU Shi, ZENG Peng, WU Ling-da

(School of Information System and Management, National University of Defense Technology, Changsha 410073)

【Abstract】 This paper studies the designing and building thought of GeoFusion platform, uses other digital earth platforms for reference, analyzes different kinds of objective factors in battlefield environment, visualizes the battlefield situation information, and simulates common operation picture according to the requirement of the officer. In the demonstration process of the system, the officer may choose the observation way and object, adjust the angle of view and the viewing position. The system has strong real-time interaction.

【Key words】 digital earth; modern battle simulation; common operation picture simulation

在实战或战争模拟中, 指战员必须清楚战场态势才能进行正确决策。当前指挥控制系统的态势显示都是二维的, 不能直观地显示战场态势。现有战场环境三维视景仿真系统大多孤立存在, 只能针对指定的、具体的、想定的态势或场景进行三维显示, 其灵活性差且演示前的准备、配置工作繁琐, 无法满足实时显示战场态势的需要。本文将数字地球技术应用用于军事领域, 在数字地球的基础上, 分析战争涉及的各种客观因素, 嵌入并可视化战场态势信息, 从而辅助指战员分析决策。

1 数字地球技术

数字地球是指在全球范围内建立一个以空间位置为主线、将信息组织起来的复杂系统, 是按地理坐标整理并构造的全球信息模型。数字地球描述了地球上每个点的全部信息、按地理位置对其进行组织和存储, 并提供有效、方便且直观的检索手段和显示手段, 使每个人都可以快速、准确、充分地了解和利用地球上的各类信息^[1]。数字地球是一个虚拟现实系统, 人们通过视、听等感官直观地浏览所需信息。

数字地球涉及大规模计算、海量存储、卫星遥感、宽带网络、互操作、元数据等技术, 需要以虚拟现实、地理信息系统和互联网为基础^[2]。

随着现代感知手段和远程打击技术的发展, 各军兵种联合作战趋势的加强, 小范围的平面地图已无法满足作战需要, 指战员必须通视全球才能把握全局, 做出正确有效的战争决策。数字地球是满足这一需求的最好平台。

2 作战视图仿真与现代作战模拟

战争的一个重要特点是具有很强的实践性, 指战员的指挥和作战能力需要在一定战争环境中得到锻炼和提高。作战模拟是对战争本质规律(包括战争规律和战争指挥规律)的模

拟, 其关键是创造一个贴近实战的训练环境, 使各类受训人员能在此环境中得到适当的训练。作战视图仿真利用计算机仿真和虚拟现实技术, 模拟战争中涉及的各种客观因素, 生成一个贴近真实的虚拟战场环境, 使指战员能进行较好的交互, 辅助指战员正确、快速地决策。

战场环境是敌对双方作战活动的空间, 是指作战空间中除人员与武器装备以外的客观环境。从战争涉及的客观因素来分析, 战场环境应包含战场地理环境、气象环境、电磁环境和核化环境^[3]。随着网络信息战的形成, 战场网络环境将成为战场环境的一个重要的组成部分。在现代作战模拟中, 要取得较好的模拟效果, 必须营造一个贴近实战的训练环境。因此, 作战视图仿真是现代作战模拟的必要条件。

3 基于 GeoFusion 的作战视图仿真

3.1 系统设计

3.1.1 系统结构

基于 GeoFusion 的作战视图仿真系统与作战指挥控制系统的关系如图 1 所示。各类雷达、卫星等传感器将探测到的目标信息发送给指挥控制系统, 指挥控制系统进行数据融合处理以形成战场综合态势。指挥控制系统将战场综合态势信息以报文方式发送给作战视图仿真系统, 由作战视图仿真系统负责以三维立体形式实时显示战场态势。报文传送的战场态势信息包括目标的 ID、敌我属性、类型(各类飞机、导弹的名称编号等)、经度、纬度、高度、速度等^[4]。三维模型库是用 Muhigen/Creator 建立的逼真三维目标模型, 包括各类飞机、

作者简介: 瞿 师(1982 -), 男, 博士研究生, 主研方向: 多媒体信息系统, 虚拟现实技术; 曾 鹏, 博士研究生; 吴玲达, 教授、博士生导师

收稿日期: 2008-01-02 **E-mail:** qushi@nudt.edu.cn

建筑、导弹等，仿真系统首先调入三维模型的数据集及战场范围内的三维地形数据，然后根据战场态势信息的内容在场景中动态生成对应的三维模型及特效。

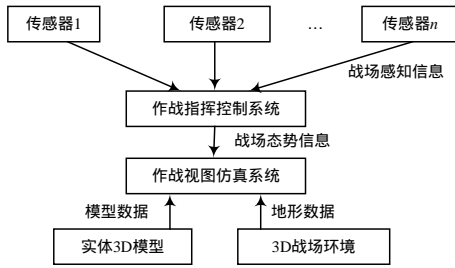


图1 仿真系统与作战指挥系统

3.1.2 系统工作流程

作战视图仿真系统工作流程如下：

- (1)初始化 GeoFusion。
- (2)载入基础地形数据和三维模型数据。

(3)判断接收到的报文类型，具体步骤如下：1)如果是态势信息报文，则比较报文中的态势信息与程序中已有的态势信息，判断是否为新目标，若是新目标则根据目标类型用相应三维模型的数据集生成一个对象并与该目标的 ID 进行绑定，再添加到场景中显示；如果不是新目标，就更新目标的位置信息并在场景中显示。2)如果是目标删除报文，就把对应目标从场景中删除。3)如果是停止报文，就把所有目标从场景中删除，等待新的态势信息或退出。

3.1.3 战场实体行为模型

行为模型SCP是基于控制论的思想提出的，是一种最基本的控制论行为模型。对于虚拟战场来说，虚拟实体对象必须能对作战行为进行建模^[5]，以满足虚拟战场对实体对象的要求。在本文系统中，实体的行为模型仅限于与显示有关的行为，例如实体在运行过程中可以自动产生特效、规避等。

3.1.4 坐标转换

作战视图仿真系统的显示内容和位置信息由战场态势信息决定。战场态势信息以电子海图为基础，发送的是战场实体的经纬度坐标和高程信息，而基于 GeoFusion 的作战视图仿真系统采用如图 2 所示的直角坐标系。因此，系统必须把接收到的战场实体位置信息由经纬度和程高转换为直角坐标。

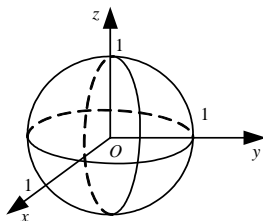


图2 作战视图仿真系统的直角坐标系

战场实体的位置信息从经纬度和高程到直角坐标的转换矩阵为

$$T(j, w, h) = \begin{pmatrix} \cos j \cos w & -\sin j & -\cos j \sin w & (1+h) \cos j \cos w \\ \sin j \cos w & \cos j & -\sin j \sin w & (1+h) \sin j \cos w \\ \sin w & 0 & \cos w & (1+h) \sin w \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

其中， j 为经度； w 为纬度； h 为高程。计算时，将 j, w 转换为弧度。将 h 规一化，设实体高程为 h km；地球半径为 R km；

则规一化后的高程为

$$h' = h/R$$

经度、纬度、高程分别为 j, w, h 的战场实体在作战视图仿真系统中的坐标为

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = T(j, w, h) \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (1+h) \cos j \cos w \\ (1+h) \sin j \cos w \\ (1+h) \sin w \\ 1 \end{pmatrix}$$

3.2 数据组织

对用户而言，系统最好能提供尽可能详细的信息。信息以数据为载体，提供的信息越详细，要求的数据量就越大，如何有效管理并组织数据成为提高系统效率的瓶颈问题。

本文将地球表面分为 6 个区域，每个区域称为一个 Tile，如图 3 所示，4 个 Tile 围绕地球赤道，分别为 T_0, T_1, T_2, T_3 ；2 个 Tile 在南北两极，分别为 T_4, T_5 。围绕赤道的 4 个 Tile 为四边形。两极的 2 个 Tile 为圆形，可以通过拉伸变形将其变为四边形，如图 4 所示。

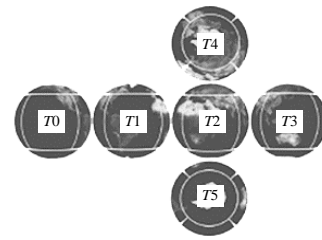


图3 划分的 6 个地球区域

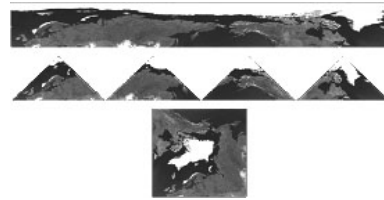


图4 两极区域拉伸变形

上述 6 个 Tile 由一个二叉树来组织，每个 Tile 可以再分，每次再分时将上级 Tile 等分为 4 个 Tile，这 4 个 Tile 在二叉树上是上级 Tile 的孩子。

用一个四元向量 (T, L, R, C) 来唯一标识每个 Tile，其中， T 表示该 Tile 所在的区域，取值为 $T_0 \sim T_5$ ； L 表示该 Tile 的级别，其值等于再分的次数； R 和 C 分别表示该 Tile 所在的行和列。以 T_3 为例，如图 5 所示，如果以整个 T_3 作为一个 Tile，则该 Tile 的四元向量值为 $(T_3, 0, 0, 0)$ 。在图 5 中，斜线区域是一个 Tile，此时该 Tile 的四元向量值为 $(T_3, 1, 1, 0)$ ，计算 Tile 所在行和列时遵循从下到上、从左到右的规则；小圆圈区域也是一个 Tile，该 Tile 的四元向量值为 $(T_3, 2, 1, 1)$ 。

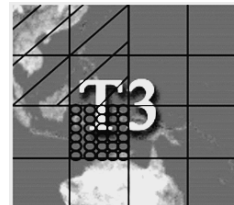


图5 Tile 的划分

划分的目的是为了实现层次细节(Level Of Detail, LOD)。假设现有澳大利亚的影像数据，由图 5 可以看出，取 Tile 的级别为 0 时，数据占据 $\text{Tile}(T_3, 0, 0, 0)$ ；取 Tile 的级别为

(下转第 282 页)