

# 图形显示模型在工业自动化中的应用

郭瑞军 席平

(北京航空航天大学 机械工程及自动化学院 北京 100083)

**摘要:** 本文在实际工程应用的基础上,详细论述了三维显示模型在工业自动化中的应用,提出了以图形方式辅助工程项目管理的思路和实现方案。采用这种方法,可以直观的将现场采集数据或工程进度展现在人们面前,从而可以很有效地发现问题或掌握进度。

**关键词:** 三维显示模型;模型池;场景渲染;工业自动化;OpenGL

## The Graphic Display Model Used in Industrial Automation

**Abstract:** On the basis of project, this paper specifically discusses on Three-dimensional Display Model, which is used in the industrial automation, and raises a way and solution to manage project aided by graphics. In this way, the data collected or the project progress can be displayed to us visually. So, we can find the problem or control the progress efficiently.

**Keyword:** Three-dimensional Display Model; Model Pool; Render Scene; industrial automation; OpenGL

### 一、引言

在实际的工程项目中,大量的数据往往以数字形式展示在人们面前。这些数字形式的数据虽然表达准确,但缺乏直观性,要从这些纷繁的数字中找出规律或发现问题并不是一件容易的事;另一方面,人类对图形图像的敏感程度要远远高于数字,图形更容易让人理解,更易于让人从宏观做出分析。因此,如果能够将这些数据用图形表示,在分析数据时,辅以相应的图形,那么可以使当前数据得以有效利用,从而提高工作效率。从可行性角度讲,计算机图形处理能力的增强,也为图形显示提供了物质和技术基础。现代性能中等偏上的PC机便可以处理一般的图形显示,而不一定非要使用图形工作站。因此在需求与技术基础俱备的前提下,我们要做的,就是如何有效利用现有物质条件,来满足需求。

本文以二者的关系为核心,考虑到二维空间只是三维空间的一个特例,所以以三维空间为理论模型,分析了将图形显示模型应用于工程项目中的思路,给出了一般的解决方案。最后结合大坝浇注中的实际需求,简要说明了这一解决方案在具体工程项目中的应用。

事实上,图形显示模型可以应用于工业自动化中的许多方面,如温度监控、压力监控以及水位监控等,也可以应用于飞行模拟、气象分析、股票分析等其他领域。

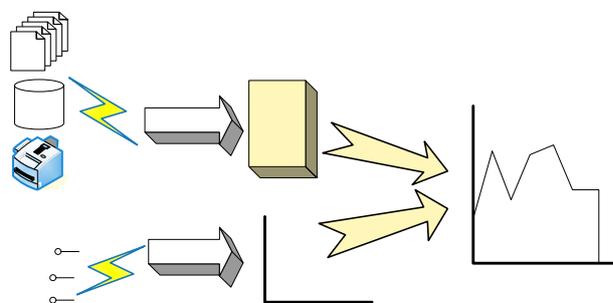
### 二、设计思路及实现原理

图形显示模型的实现原理是首先将要显示的数据模型存储到模型池中,同时利用图形处理技术渲染场景,然后将模型池中的数据模型在此场景中显示即可,如图(一)所示。

从图中可以看出,读入数据与渲染场景是两个并行的过程,如果没有读入数据,则显示一个空白的场景,在这之后,可以随时读入数据,将模型数据存入模型池中,此时发出刷新显示命令,则系统会自动读取模型池中的数据,将模型显示出来。

一个完整的图形显示模型的核心可分为场景渲染、模型池设计和数据接口设计三部分,他们的作用如下:

- 场景渲染:场景是一个图形显示环境,将来的数据模型就显示于此。



图(一) 图形显示模型的实现原理

- 模型池设计：用来存储在场景中所显示的模型。
- 数据接口设计：用于将来自文件、数据库或现场采集的数据存储到图形显示模型内部的模型池中，系统会在下次刷新显示时自动读取模型池中的模型数据。

渲染场景是整个图形模型显示的基础，所以下面首先来看渲染场景的过程和方法。

## 1. 渲染场景的过程

渲染场景过程与照相机的拍摄过程十分相似，下面结合相机拍摄过程来介绍场景渲染过程的过程与实现原理。

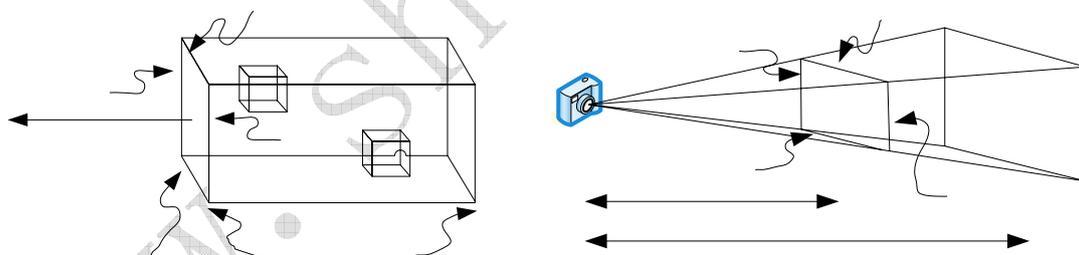
### (1) 渲染场景中的三个要素

让我们回忆用照相机拍摄的过程，这一过程中要解决三个问题：相机放在哪里，要拍摄哪些景物，要冲洗多大的照片。相应的，渲染场景过程中，也要解决类似的三个问题：视点放在哪里，要显示（或渲染）哪些模型，要显示在多大的像素区域内。其中视点相当于照相机，要显示的模型相当于拍摄中的人物，最终在屏幕上显示的图像相当于冲洗好的照片。

事实上这三个问题关联着渲染场景过程中的三个要素，即：视点，视景物和视口。他们的含义和功能如下：

- 视点：实际上就是照相机或眼睛的位置，是整个场景的观察点。
- 视景物：沿视线方向出发，选取视野范围中一部分空间作为视景物，它将被投影到计算机屏幕上，因为计算机屏幕有限，因此这个空间也必须是一个有限的空间。
- 视口：二维屏幕上投影区域的大小，一般用像素表示，可以是计算机屏幕的全部或一部分。

视景物的概念略有些复杂，下面重点说明。视景物有两个特点：有限性和规则性，这与最终投影结果显示有着密切关系。因为一般情况下都是用二维计算机屏幕显示投影结果，考虑到计算的可行性，只能选取视野内的一部分来参与计算并显示，换言之就是用六个平面来截取一个封闭的空间，只将落入这个空间内的模型计算并投影，这个空间就是视景物。另外根据一般的实际需要，最终显示区域一般是一个规则的矩形，所以视景物通常是一个矩形或四棱台。如图（二）所示。



图（二） 两种视景物模型

从图中可看出，不论是图中哪种视景物，沿视线方向投影到计算机屏幕后，都是一个规则的矩形。在明晰了上面这些概念之后，下面来看渲染场景的步骤。

### (2) 渲染场景的步骤

渲染场景过程中要解决的一个本质问题就是要实现坐标从三维空间到二维平面的转换，通常都要经历以下几个步骤：

第一步，视点变换（Viewing Transformation），目的在于确定视点位置。

第二步，模型变换（Modeling Transformation），目的在于确定模型位置。

第三步，投影变换（Projection Transformation），用于定义视景物。

第四步，视口变换（Viewport Transformation），用于确定在屏幕上图形显示区域的大小。

视点变换和模型变换在效果上是统一的，视点变换在于移动视点，而模型变换在于移动模型，这两种操作只是所选参照物不同，目的都是将视点与模型处于合适的位置。投影变换的目的就是定义一个视

景物，使得视景物外多余的部分裁剪掉，最终图像只是视景物内的有关部分。

## 2. 模型池设计

模型池中存储了所有等待显示的模型，因为模型种类很多，因而无法用统一的数据结构表示，如一个圆，需要存储圆心和半径，而一个矩形，需要存储四个顶点的坐标等。由于所存储的数据不同，致使绘制方法也不完全相同，本文提出了采取基于图层的模型管理机制和基于类重载的模型绘制机制。

基于图层的模型管理机制中，图层实际上是对模型的一种分类方式，这样能够以图层为单位将一组模型显示或隐藏。

基于类重载的模型绘制机制中，每种模型都由一个类表示，所有与具体模型相关的类都由基类 `CEntity` 派生，重载基类中的虚函数 `Draw` 来完成特定的绘制。这样如果要增加其他类型的模型，只要从 `CEntity` 派生相应的类并完成与此模型相关的绘制即可，程序的其他部分几乎不需要做任何改动。

## 3. 数据接口设计

前面已经提及，数据的来源方式主要有三种：文件、数据库和现场数据采集结果，文件与数据库适用于非实时性的图形显示，如本文下面将提及的大坝浇铸管理系统中的图形显示子系统，大坝的浇铸信息存储于数据库中，在这种情况下可以将浇铸数据通过数据库或文件传递给图形显示模型。

对于温度监控，压力监控等这样对实时性要求较高的应用，应当将数据采集结果直接或经处理后传递给图形显示模型，并发出刷新显示的命令，这样可以实现真正的实时监控。

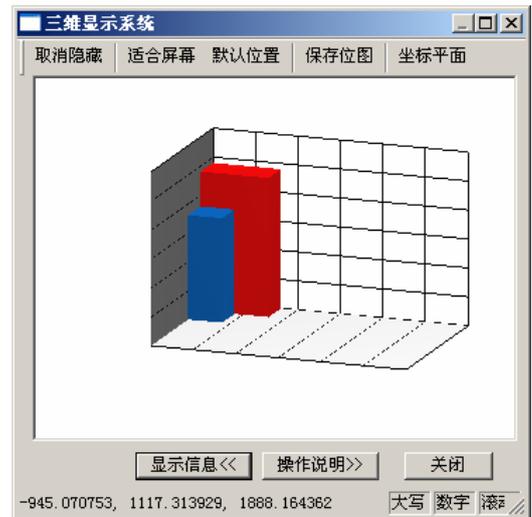
不论数据来源是哪种方式，最终的目标是要将数据通过一个统一的接口存储到模型池中。对于模型比较简单的应用，比如温度监控中只要求按照时间将某点的温度用折线连起来，这种情况下只需要传入时间与温度这两个参数即可，对于模型比较复杂的情况，可以设计专门的接口，以类或者结构体的方式将数据传入。

## 4. 涉及的关键技术

本文侧重从理论上介绍了图形显示模型实现原理，重点是图形场景的渲染过程，在 Windows 平台中，常用的图形处理技术有 OpenGL、DirectX 和 GDI。在 MFC 中封装了 GDI，简单易用，但处理三维场景和其他高级渲染效果时较复杂；DirectX 是微软家族的产品，有完整的 SDK 和开发文档，适合游戏和其他对三维场景要求比较高的情况应用；OpenGL 的伸缩性很好，非常适合用来渲染二、三维场景，本文推荐使用 OpenGL 实现场景的渲染和模型的显示。

### 三、大坝浇注中的三维显示模型

大坝是按“仓位”来浇注的，每一个仓位都是一个底面都是任意凸四边形的正四棱柱，这些仓位的尺寸信息以及是否浇铸都存储在数据库中，现在要查看哪些仓位已经被浇铸，哪些尚未浇铸，显然如果通过纯粹的数据来分析很不直观，且容易发生错误，此时图形显示模型的作用便可见一斑。为了保证图形显示模型的独立性，在这里将模型数据先由数据库写入到文件，再由图形显示系统读文件来导入模型数据，这样就在一定程度上保证了图形显示模型的独立性，将来即使数据库的结构发生改变，只要中转的数据文件格式不发生改变，图形显示系统便不需要做任何更改，这点对于大型系统的开发，有非常重要的意义。系统运行如图（六）所示，为了清晰，图中只显示了两个仓位的测试数据。



图（三） 三维显示模型

### 四、结束语

本文所介绍的三维显示模型已成功应用于某大坝的浇铸信息管理系统中，虽然模型的来源是读取文件，但一个图形显示模型的核心技术都已涉及。对于温度监控等对实时性要求较高的图形显示，只是数据接口设计不同而已。

### 参考文献

- [1] Mason Woo、Jackie NeiderF、Tom Davis、Dave Shreiner: OPENGL Programming Guide,
- [2] 吴斌 段海波 薛凤武译: OPENGL 编程权威指南, 中国电力出版社, 2001.8
- [3] 施法中: 计算机辅助几何设计与非均匀有理 B 样条, 高等教育出版社, 2001.8
- [4] 孙家广等: 计算机图形学, 清华大学出版社, 2001.2

### 作者简介:

郭瑞军, 男, 1980-, 汉族, 北京航空航天大学机械学院 硕士研究生,  
籍贯: 内蒙古; 研究方向: 计算机辅助设计制造;  
席平: 女, 1961-年, 北京航空航天大学机械学院 教授

附: 作者联系方式:

地址: 北京航空航天大学 703 教研室, 邮编: 100083

课题受国家 863 项目基金支持, 课题号以前给慕主编发过。