

文章编号: 1672-8785(2015)11-0025-05

# 一种红外数字场景生成技术

王瑞霞 张志辉 韩顺利 张 鹏

(中国电子科技集团公司第四十一研究所, 山东 青岛 266555)

**摘 要:** 在基于数字微镜器件 (Digital Micromirror Device, DMD) 的红外景象仿真系统中, 需要提供红外场景数字信号作为用于调制和控制 DMD 的输入源。为满足此项需求, 提出了一种通用的红外数字场景生成方法。首先介绍了利用计算机生成基于 Vega 的红外模拟场景的流程, 然后详细论述了开发红外场景驱动控制程序与格式转换程序的设计过程。该方法不仅可以将 Vega 红外场景转换为静态 BMP 格式图像和动态 AVI 格式视频等数字信号, 而且还可以提高红外仿真场景应用的重用性和可移植性, 因此具有很大的工程实用价值。

**关键词:** 数字微镜; 红外景象仿真; 红外数字场景; AVI

**中图分类号:** TN215 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2015.11.005

## An Infrared Digital Scene Generation Technology

WANG Rui-xia, ZHANG Zhi-hui, HAN Shun-li, ZHANG Peng

(The 41st Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Qingdao 266555, China)

**Abstract:** In an infrared scene simulation system based on a Digital Micromirror Device (DMD), digital infrared scene signals are required to be used as the input source for modulating and controlling the DMD. To meet this requirement, a general digital infrared scene generation method is proposed. Firstly, the process of infrared scene simulation based on Vega by a computer is presented. Then, the design process of developing an infrared scene driving program and a scene format conversion program is described in detail. The method not only can convert the Vega infrared scenes into the static infrared images in BMP format and the dynamic infrared video in AVI format, but also can improve the reuse and portability of infrared scenes. Therefore, it is of great practical value to engineering applications.

**Key words:** DMD; infrared scene simulation; infrared digital scene; AVI

## 0 引言

随着红外成像制导技术的不断发展, 人们越来越迫切需要建立红外半实物仿真系统来模拟真实物理环境下的红外目标和背景的物理特征, 从而为红外光电探测系统提供一种有效的性能测试与评估手段。红外场景生成技术是红外半实物仿真系统的核心技术之一。通过利用

DMD 进行空间光调制投影来产生红外景象, 具有精度高、帧频快、分辨率高、动态范围大等特点, 是目前最新颖的一种仿真技术<sup>[1]</sup>。图 1 为一种典型的基于红外 DMD 的红外景象仿真系统的结构示意图。该系统的基本原理是, 通过数字光处理驱动电路将计算机生成的红外图像信号输入红外 DMD 器件, 然后采用二进制脉冲宽度

**收稿日期:** 2015-10-12

**作者简介:** 王瑞霞 (1986-), 女, 山东青岛人, 工程师, 硕士研究生, 主要研究方向为红外信号仿真。

E-mail: 532289871@qq.com

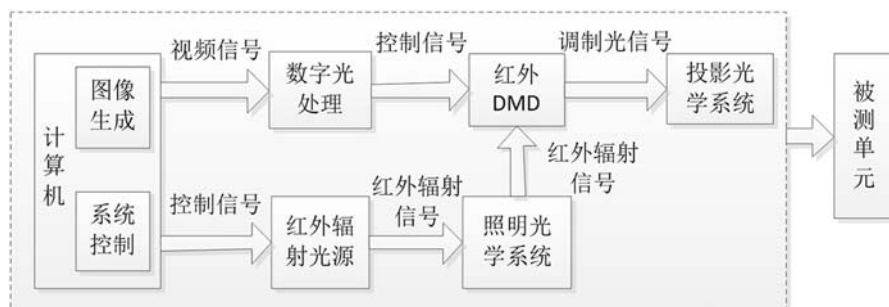


图 1 基于 DMD 的红外景象仿真系统

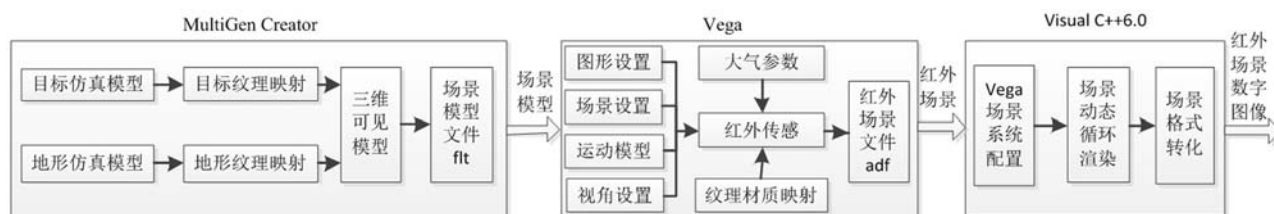


图 2 红外数字场景的生成流程

调制技术控制 DMD 微镜的“开态”和“关态”，进而控制微镜面翻转的频率和占空比，从而形成灰度点像素。红外辐射光经照明光学系统投射到 DMD 的微镜表面上，反射后通过投影系统形成用于模拟真实物体的红外辐射分布。

通过计算机模拟和仿真红外场景，并以图像或动态视频等数字形式输出，这在基于 DMD 的红外景象仿真系统的应用中有着广泛需求。

## 1 基于 Vega 软件的红外场景模拟系统

在计算机平台上，利用三维建模与虚拟现实技术实现的红外场景模拟系统由三维建模、红外场景模拟和红外场景驱动控制等三大模块组成(见图 2)。

首先，采用 MultiGenCreator 可视化仿真建模软件建立目标模型和地形仿真模型，然后给模型添加纹理以生成具有真实感的三维可视化模型，并将生成的三维模型导入 Vega 软件中进行交互应用开发。Vega 软件是美国 MultiGen-Paradigm 公司针对可视化仿真应用的特点而开发出来的一种实时可视化三维视景仿真软件系统。该软件用于对虚拟场景进行驱动、控制和管理<sup>[2]</sup>，配有 LynX 图形用户界面工具。利用 LynX 工具

可配置物体的图形、场景、运动模型、视觉角度和大气环境效果等参数，映射纹理材质以及模拟红外目标的形状、运动、背景和环境特征。在可见光场景中加入红外传感处理模块，可以生成红外波段的模拟场景。由 Vega 软件生成的场景数据信息都被保存在创建的 ADF 文件中。

由于 Vega 生成的红外场景是以 ADF 格式定义的，ADF 文件的运行需要在计算机上安装和配置 Vega 软件。通过将最终的场景形式转换为常用的多媒体文件格式，可以帮助用户更方便地调用红外场景。为了实现红外场景驱动控制和格式转换，我们利用 Vega 提供的基于 C/C++ 的 API 库，在 VC 环境下进行了 Vega 红外场景的交互控制及二次开发。

## 2 红外场景驱动控制

Vega 类库是采用 C 语言编写并在 Windows 平台上开发出来的，可提供多种功能丰富的函数，且包含了各种场景控制方法。通过将 Visual C++ 6.0 作为软件开发环境，并使用 MFC 应用程序框架，可以很好地兼容 Vega 虚拟仿真环境的编程接口，从而高效地开发出基于 Vega 类库的应用程序<sup>[3]</sup>。

如图 2 所示，红外动态场景驱动控制应用程序的实现可分为 Vega 场景系统配置和场景动

态循环渲染两个模块。在第一阶段, 先进行 Vega 系统正常工作所必需的系统配置, 包括内存分配、参数设置以及 Vega 类的定义等<sup>[4]</sup>。在完成 Vega 系统配置后, 进行动态场景循环渲染。Vega 渲染场景采用流水线方式, 每一帧处理都包括应用、剔除和绘制三个阶段<sup>[5]</sup>。因此, 场景渲染会消耗大量的时间和内存。为了不影响应用程序的其他功能, 需要创建一个新的线程来实现 Vega 软件的系统配置以及场景渲染。首先打开 ADF 文件, 然后启动处理线程。该线程的执行流程可以分为以下几个步骤:

(1) 调用 `vgInitSys()` 函数, 实现 Vega 系统初始化。初始化操作包含初始化图形状态、创建共享内存区和共享信号区。共享内存区和共享信号区用于循环渲染阶段中红外场景帧的应用、剔除和绘制进程之间的数据共享。同时, 使 Vega 窗口实例成为 windows 窗口的子窗口。

(2) 调用 `vgInitFx()` 函数进行特效初始化。特效模块可显示出坦克尾焰效果。然后调用 `vgInitSV()` 函数进行 SensorVision 模块的视觉传感初始化。SensorVision 模块能够根据虚拟场景中的光照强度和材质类型进行计算, 从而获得

场景中目标物体的辐射度, 并生成随外部因素变化的红外模型图像。该模块类似于在普通场景中增加红外传感装置, 可根据需求生成特定波长的红外场景。

(3) 调用 `vgDefinesys()` 函数, 创建 ADF 文件中定义的仿真应用所需的各种 Vega 类实例, 并获取场景的配置信息, 如窗口、环境特征、通道和观察者等。然后调用 `vgConfigsys()` 函数完成系统配置。

(4) 调用 `vgSyncFrame()` 函数进行当前帧的应用进程同步处理, 以使应用进程与给定的帧频同步; 实时响应输入设备, 获得输入信号与视角的位置; 然后对其进行模拟计算, 通过将相关信息输至控制后台来计算场景数据, 并更新 Vega 类实例的状态。

(5) 调用 `vgFrame()` 函数进行帧的绘制与剔除。在绘制一帧图像之前, 需要剔除旧的一帧, 而在剔除阶段, 实时系统会遍历整个数据库结构。根据 Vega 类实例状态所定义的视野范围找到可见的物体模型与不可见的物体模型, 然后将不能显示的模型裁减掉, 并将可见的模型数

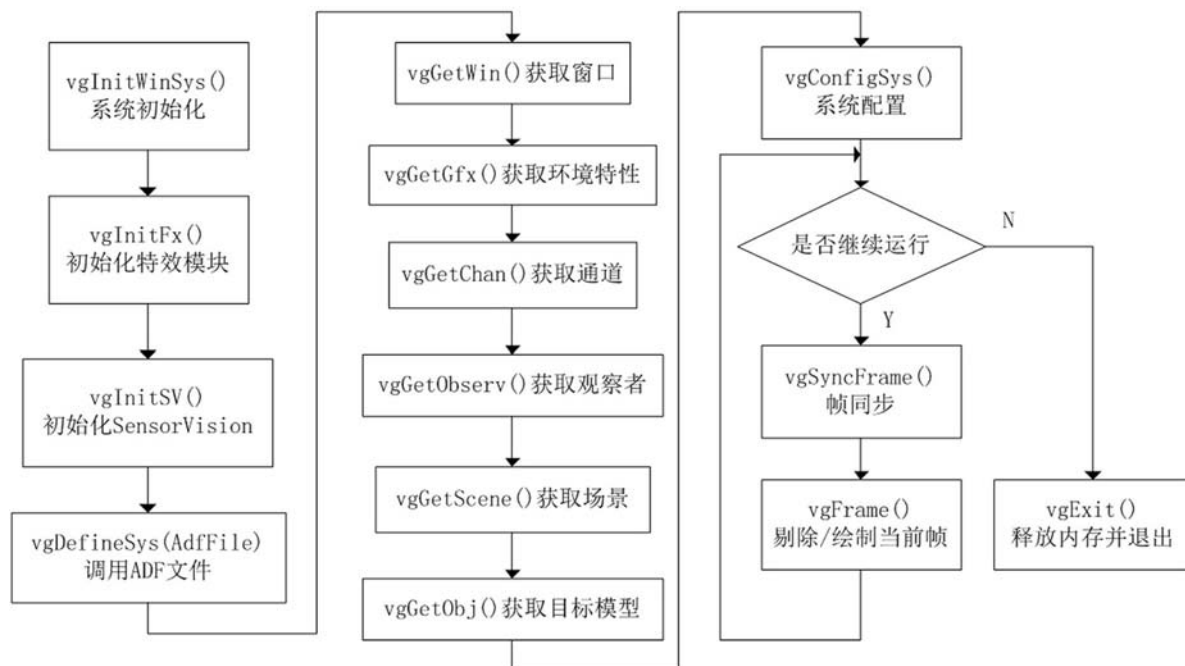


图 3 基于 Vega 的红外场景驱动控制流程

据保存在显示列表中,以等待绘制阶段调用。在绘制阶段,实时读取显示列表中的帧缓存数据,将形状和纹理显示出来;在下一帧绘制到来之前,当前帧一直处于锁定状态。对每一帧循环进行应用、剔除和绘制,最终实现场景的动态显示。

Vega 场景驱动与动态循环的进程就是通过上述步骤完成的,其程序流程见图 3。

### 3 红外数字场景生成

上述红外场景驱动控制程序可实现 ADF 定义的红外场景的动态渲染循环,并可使每一帧场景在 Windows 窗口中得到连贯、动态的播放。为了便于用户调用,需要将最终的场景形式转换为常用的多媒体文件格式。图 2 中的场景格式转换子模块的功能便是将 Vega 定义的单个场景帧转换为静态 BMP 图片格式,并将动态循环的一组场景帧转换为动态 AVI 视频格式。

#### 3.1 静态 BMP 图片转换方法

采用截取 Vega 窗口的方式,将实时显示的单个场景帧保存为 BMP 位图文件(位图采用 DIB 格式)。首先获取 Vega 窗口屏幕 DC,并创建与屏幕 DC 兼容的内存 DC;然后根据窗口的宽高度创建与屏幕兼容的位图。在截图时,先把位图选入内存 DC,然后再用 BitBlt 函数将屏幕 DC 拷贝到内存 DC 中,此时实际的图像信息已被存储到位图之中。用 GetDIBits 函数获取 DIB 位图的信息头,然后根据信息头创建 DIB 位图区域,获取 DIB 数据缓冲区指针,并将数据存储在文件中。图 4 为以上方法的程序流程图。

#### 3.2 动态 AVI 视频转换方法

Vega 动态场景是通过应用、剔除和绘制一系列动作进行循环驱动来实现的。Vega 每次绘制都会产生一个新的帧场景。我们将连续时间内的一组帧场景数据存储并转换为 AVI 视频,这类似于进行视频录制。此时需要使用 Vega 类库中的 vgAVIStream 类功能。首先创建 AVI 视频流,定义帧频、帧速和时间等参数,然后利用时间戳截取单个 Vega 场景并将其转换为 AVI 格式帧。在红外场景动态循环驱动的同时,将一组

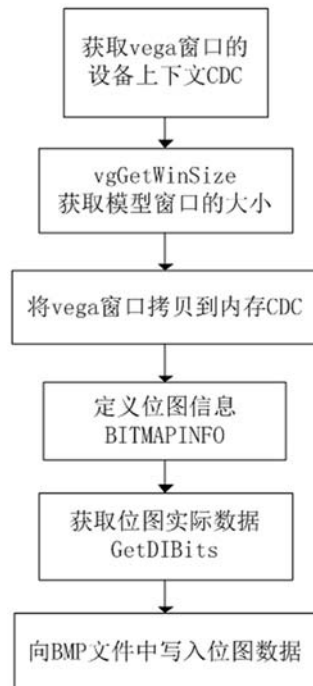


图 4 BMP 图像保存的流程图

AVI 格式帧保存并合成为 AVI 视频文件。图 5 为以上方法的程序流程图。

### 4 测试与验证

我们根据图 1 所示的基于 DMD 的红外场景仿真系统的工作原理设计了一种原理样机。计算机的红外视频信号通过 HDMI 接口输出到数字光处理电路,经其调制后实时同步加载到 DMD 上。采用本文提出的红外数字场景生成技术获取了计算机内部的红外仿真图像与视频,其生成的红外仿真图像见图 6(a)。将图像加载到红外 DMD 后,由于红外 DMD 显示的画面在可见光下是不可见的,需要通过用红外热像仪与投影系统进行对焦成像来加以观察。图 6(b) 所示为实际检测结果。可以看出,本文方法能够为红外场景仿真系统提供真实、有效的红外场景资源。

### 5 结束语

本文提出了一种红外场景驱动控制与红外图像/视频生成方法。试验结果表明,该方法具有很大的工程实用价值。一般 Vega 红外场景的动态显示需要配置 Vega 的运行环境,而在将其



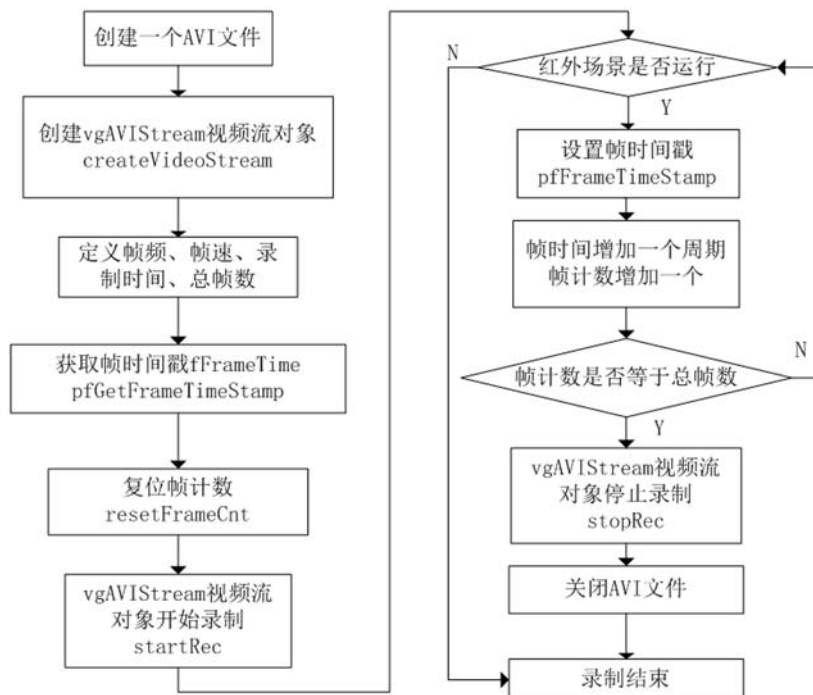


图 5 AVI 视频录制的流程图



图 6 红外仿真场景以及 DMD 加载效果

转换为红外图像/视频格式后, 红外动态场景资源的存储、传输以及显示(播放)会变得更加便捷, 而且可提高重用性和可移植性, 因此能满足多种使用场合的需求。

### 参考文献

- [1] 陈建华, 朱明, 黄德天. 数字微镜器件动态红外场景投影系统 [J]. 中国光学与应用光学, 2010, 3(4): 326-336.
- [2] 熊帅, 付承毓, 唐涛, 等. 光电经纬仪实时可视化仿真系统 [J]. 光电工程, 2012, 39(9): 49-55.
- [3] 高波, 陈红业. 基于 Vega 的红外视景仿真技术 [J]. 光电技术应用, 2011, 26(3): 10-13.
- [4] 乔国君. 基于 Vega 的红外目标仿真研究 [D]. 南京: 南京理工大学, 2009.
- [5] 任亮. 基于 Vega 的实时红外视景生成技术研究 [D]. 南京: 南京理工大学, 2009.