

基于 WebGIS 的大数据图形渲染技术

雷鸣, 姜罕盛, 梁健

(天津市气象信息中心, 天津 300074)

摘 要:随着大气科学相关技术的高速发展, 基于软件图形显示功能的更高展示要求在气象行业中被不断提出。人们在持续追求更加逼真视觉上的渲染效果: 一方面保证稳定高效地渲染海量数据, 另一方面, 同时保证高质量图像文件的生成。为此, 提出了一种针对海量气象数据的快速显示方案。通过有效压缩传输数据, 并利用 GPU 显卡资源进行数据的渲染和数据的时间插值, 能够有效提高数据显示渲染和交互的效率。实践应用表明, 该方案能够较好地解决海量数据快速显示的问题, 在针对气象大数据进行实时渲染动画播放之时, 其播放展示速度可以高达 30 帧/(每秒), 能够较好地满足实际业务需求。

关键词:数据显示; WebGIS; 分布式数据库; MUSIC; 图形渲染

中图分类号: TP399

文献标识码: A

Big Data Graphics Rendering Technology Based on WebGIS

LEI Ming, JIANG Hansheng, LIANG Jian

(Tianjin Meteorological Information Center, Tianjin 300074, China)

Abstract: With the rapid development of atmospheric science and technology, higher display requirements based on software graphic display function are constantly proposed in the meteorological industry. People continue to pursue more realistic visual rendering effect: on the one hand, to ensure stable and efficient rendering of massive data, on the other hand, to ensure the generation of high-quality image files. To solve this problem, a fast display scheme for massive meteorological data is proposed. By effectively compressing and transmitting data, and using GPU graphics card resources for data rendering and data time interpolation, the efficiency of data display, rendering and interaction can be effectively improved. Practical application shows that the scheme can better solve the problem of rapid display of massive data. When the real-time rendering animation for meteorological big data is played, the display speed can be as high as 30 frames/(per second), which can better meet the actual business need.

Key words: data display; WebGIS; distributed database; MUSIC; graphics rendering

随着大气科学相关技术的不断飞速发展和突破, 以及天气预报服务业务创新改革的深入, 对相关软件图形展示的功能也提出了更高的要求, 即在高效稳定地渲染海量数据的同时, 又能生成高质量的图像文件, 人们在不断追求视觉上更加逼真的渲

染效果^[1-2]。同时, 也在渲染展示功能上追求更加理想的技术方法^[3-5]。

目前, 在大气科学当中, 有不少功能较为强大的显示软件以及数据分析系统。如: 我国气象行业作图常用的 GrADS^[6]; 国家气候中心开发的

CIPAS 系统^[7]；国内气象台站业务里较多使用的 MICAPS^[8-9]；国家局郑永光等研发的客观分析诊断图形系统^[10]。国际上比较常用的气象业务软件有：欧洲中期天气预报中心的 MetView、德国的 Ninjo 和美国 NOAA 的 AWIPS 等^[11-13]，以及着眼科研的诸多软件，如：IDV、NCL、Vis5D 等^[14-16]。

但是这些软件过于庞大，不适合特定业务对象的展示需求，不能方便地基于 B/S 架构，在 IE 浏览器中进行浏览与查看。一般而言，国外的软件功能强大，但对国内数据的支持不好，而且不能在国内部署；国产软件功能设计好，但均不支持矢量图形的输出^[17]。

为了进一步加速海量数据的快速处理和存储动态扩展的需求，同时，考虑到新建数据系统需要与原有省级全国综合气象信息共享平台(CIMISS)进行无缝对接。在充分参考相关行业在解决海量数据查询的成功方案基础上^[18-20]，利用分布式技术^[21-22]，构建满足省级特色需求的数据服务中心。同时，利用 CIMISS 的气象数据统一服务 MUSIC 接口(Meteorological Unified Service Interface Community)^[23]，打通多系统之间的壁垒，屏蔽异构环境，提供统一的对外数据服务功能。

同时，为了解决海量数据和渲染效果之间的冲突以及矢量图形的输出问题，设计了基于大数据的图形渲染方案，为海量数据的显示提供了一种解决方法。

1 分布式存储技术

为了进一步增进整体数据响应性能，利用分布式技术将气象数据存储在 GBase8a 分布式数据库中，提供高速的数据服务功能。

当通信系统(MDOS)产生报文后，透过利用 GBase8t 良好的事务性数据操作功能，进行气象数据的入库操作。同时，充分利用 GBase8t 与 GBase8a 之间高速数据同步性能，利用 RTSync 进行同步，进而有效实现安全性更高的数据库读写分离，最终透过全国气象通用 MUSIC 接口，基于存储在分布式 GBase8a 数据库中的相关气象资料，向外提供统一的数据服务功能。

基于 MUSIC 服务接口，将全部数据库打通，形成一个逻辑上统一的数据服务中心，对外透过 API 接口提供服务。系统存储设计架构如图 1 所示。

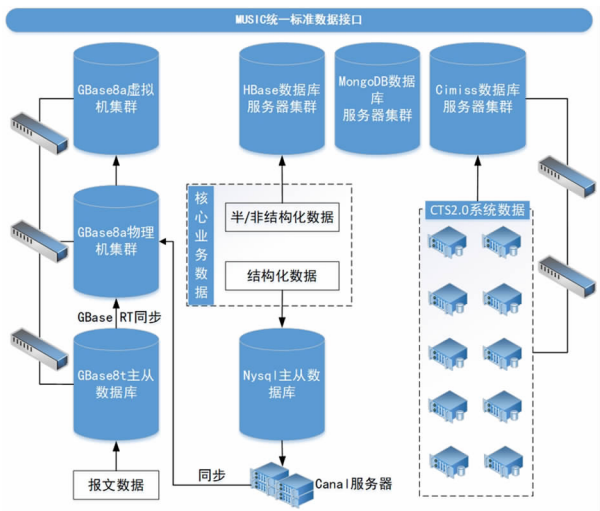


图 1 系统存储架构设计图

2 系统数据处理

在数据准备和数据传输上，地理数据的准备采用 GIS 软件或者编程实现进行数据格式的转换，得到 JSON 或自定义二进制(AWX)格式的地理数据，其中点数据(文字标注，大多是关于兴趣点和地名等方面的标注；图形标注，大多是在文字标注的基础上进行地点标示)格式主要包括的信息：经纬度，名称等；线数据(道路、河流、轨迹、境界等)主要包括的信息：经纬度，名称，长度等；面数据(区块、行政区域、湖泊等)主要包括的信息：经纬度，名称，面积，长度等。其他的地理数据还包括三维模型，大多用在场景中加载地形、植被、公共设施、建筑等；影像切片，大多用于基本地表的绘制。气象要素主要包括：风速、温度、湿度、气压、风向和雨量等。同样需要将这些要素数据以 JSON 或者 AWX 格式传输至 Web 服务器，为了进一步提升系统数据传输的效率，这里利用 AJAX 方式进行气象数据的传输。图 2 展示了基于 AJAX 模式，服务器从客户端接受请求数据的过程。当用户在浏览器中触发请求事件的操作时，JavaScript 则开始调用 XHR 向服务器发送该请求；服务器针对数据库的访问，恰是根据该请求，并最终将结果以 AWX 或者 JSON 的格式将结果回传 XHR 对象。而 XHR 一旦接收数据，则马上执行回调函数，针对页面进行更改。在 XHR 发出请求到执行回调函数这段时间，当前页面可以正常执行其他操作，因此可以避免数据量过大造成页面卡顿的现象。

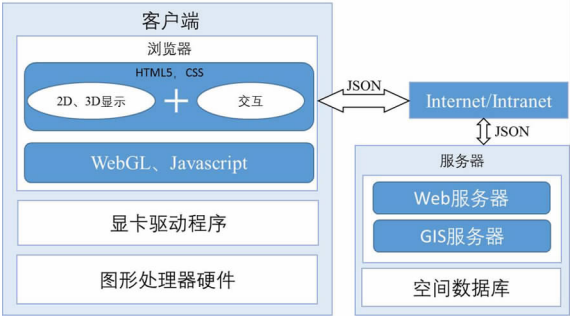


图 2 Web 前后台数据交互

3 WebGL 图像渲染

系统基于 WebGL 的图形绘制流程如图 3 所示。

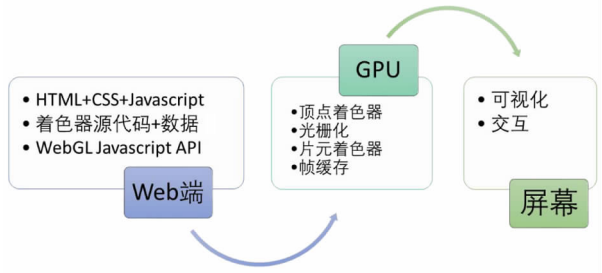


图 3 WebGL 渲染管线图

最开始,需要得到 WebGL 的上下文环境,并创建着色器(需要基于着色器代码片段进行),这通常包括:片元着色器(Fragment Shader)、顶点着色器(Vertex Shader)。然后,将其绑定给前面所获取的 WebGL 上下文,并生成 WebGL 程序。随后基于所要绘制的图形对象,来生成相应的颜色数组和顶点数组,若是使用贴图,则还需要创建顶点纹理坐标数组和纹理对象等,若是利用索引方式创建面,则还需要使用顶点索引数组。随后还要将这些着色器需要的纹理对象和数组与 WebGL 上下文进行绑定。同时,需要针对 WebGL 上下文设置着色器所需要的变量,包括:模型视图矩阵和投影矩阵等。最终,通过利用 WebGL 的基本图元绘制方法即可完成图形对象的绘制。

图形渲染的接口与数据结构,是通过高性能的图形渲染引擎进行定义的,图形渲染引擎则是基于 WebGL 实现的。而 WebGL 是一组绘图命令的 API 集合。二维与三维的几何物体描述可以很好地通过所给出的 API 进行实现。同时,这些 API 还能够控制这些物体遵照某一种方式绘制至显示缓冲区内。值得一提的是,WebGL 的 API 集功能丰富,几乎包含了各个方面的功能,诸如:纹理、位图、像素、旋转……等等,基本上二三维图形软件开

发所需要的各方面功能都囊括其中。

4 系统数据可视化技术

在对 WebGL 的封装的基础上对气象图形的绘制进行封装,使用点图形组成气象中的格点和散点图。使用多边形图形与线构成气象等值线图。使用面图形组成气象中的色斑图图形。图形引擎内部提供一组相对稳定的接口对外部调用者进行调用支持,当系统需要绘制气象图形时,图形引擎的调用一般都是基于其编程接口进行的。主要技术路线包括如下几个方面:风矢量场实时动画播放、雷达卫星数据的实时动画播放等。

4.1 风矢量场实时动画播放

如图 4 所示,风矢量显示所需数据主要包括:UV 分量数据、显示样式(箭头、风杆等)以及掩膜边界。UV 分量数据通过数据转换压缩生成纹理对象,数据压缩之后可以减少网络传输的时间,同时可以将纹理对象由 CPU 传输到 GPU,到达顶点着色器对象;掩膜边界与显示样式也均是纹理对象,通过 WebGL API 传输到片元着色器对象中;图元装配将顶点着色器传输至片元着色器,而片元信息存储至颜色缓冲区则是利用光栅化完成,并最终将其显示至前台页面中。时间信息(开始时间至结束时间间的任意时段)传输到片元着色器对象,是利用操作动画播放控件进行实现的。而片元着色器对象则利用当前时间,针对数据展开插值获得当前时间的数据状态,并将其光栅化到颜色缓冲区内,最终在前台界面中进行显示。

在进行数据渲染和数据时间插值时,WebGL 基于 GPU 显卡资源实现,能够极大提高数据显示渲染与交互效率,较好地满足实际业务的需求。

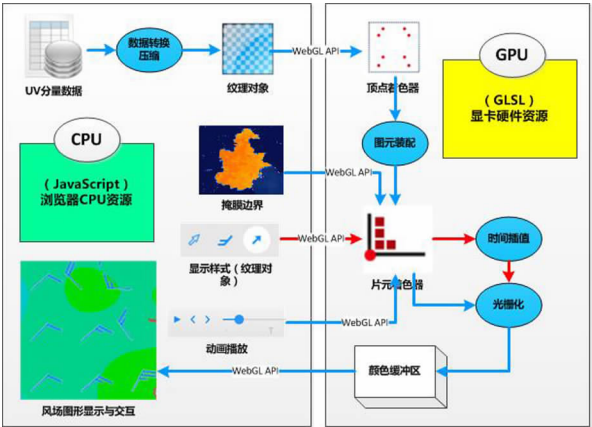


图 4 风矢量场实时动画播放技术原理

风场图形显示与动画播放主要截图如图 5

所示。

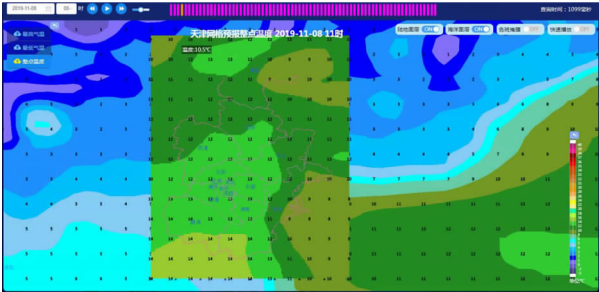


图 5 海陆一体化数据实时动画播放

4.2 雷达卫星数据的实时动画播放

和风矢量数据实时动画播放技术原理相似,雷达卫星数据的定时动画播放同样需要将数据、图的样式及掩膜边界通过纹理传入到顶点着色器和片元着色器,并利用光栅化处理,最终显示至前台页面上;动画播放同样采用在 GPU 中对数据进行时间插值的技术方法对数据进行实时渲染达到动画播放的效果,并可达到每秒 30 帧+的效果。

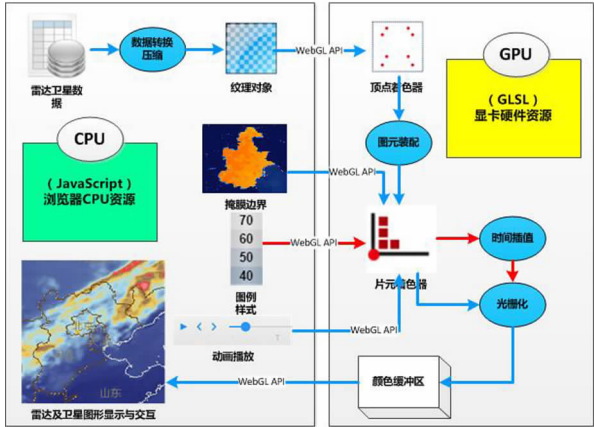


图 6 雷达卫星资料实时动画播放技术原理

雷达及卫星数据图形显示与动画播放主要截图如图 7、图 8 所示。



图 7 雷达数据实时动画播放

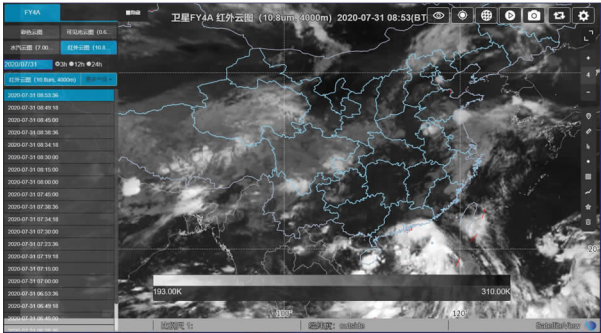


图 8 卫星数据实时动画播放

4.3 基于 WebGL 的系统优越性

- (1)WebGL 能够非常方便地利用 HTML5 的 Canvas 元素直接绘制三维动画,并可以实现硬件三维加速渲染。
- (2)基于 WebGL,Web3D 的实现,只需要编写代码即可,并不需要安装浏览器插件。
- (3)WebGL 不仅支持三维图形的显示,也支持二维图形的显示。因此,可以达到二三维图形集于一体的显示效果。
- (4)基于 WebGL 的编程,并不需要任何组件的加载,而是可以非常方便地通过调用内嵌于页面中的 WebGL 上下文环境内的图形接口进行图形绘制。
- (5)前台页面的显示可以非常方便地利用 GPU 来进行硬件的图形加速渲染。

5 结 论

在不改变现有业务系统和系统架构的基础上,基于 MUSIC 接口,利用数据分块压缩技术和数据可视化技术,针对海量数据的快速显示,提供了一种图形渲染方案。在实际进行动画播放的时候,可以达到每秒 30 帧+的效果,较好地解决了海量数据显示与渲染之间冲突的问题,为气象数据的快速显示提供了一种较好的解决方法。而该方案,也能够有效应用到其他行业中,为海量数据和图形渲染间的冲突给出一个可行的技术方向。

参考文献

[1] 焦继业,李涛,杜慧敏,等. 移动图形处理器的现状、技术及其发展[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2015(6):1005—1016.

- [2] 韩俊刚,刘有耀,张晓. 图形处理器的历史现状和发展趋势[J]. 西安邮电学院学报,2011,16(3):61—64.
- [3] 韩李靖,王林飞,闫浩飞. 基于 Oracle 数据库的航磁异常自动渲染技术[J]. 物探与化探,2020,44(1):171—176.
- [4] 高洪皓,缪淮扣,刘浩宇,等. 基于概率模型检验的云渲染任务调度定量验证[J]. 软件学报,2020,31(6):1839—1859.
- [5] 邵威,刘畅,贾金原. 基于光照贴图的 Web3D 全局光照协作式云渲染系统[J]. 系统仿真学报,2020,32(4):649—659.
- [6] DOTY B, KINTER J. Geophysical data analysis and visualization using GrADS[M]// Visualization Techniques in Space and Atmospheric Sciences. NASA: Washington D C, 199:209—219.
- [7] 吴焕萍,张永强,孙家民,等. 气候信息交互显示与分析平台(CICAS)设计与实现[J]. 应用气象学报,2013,24(5):631—640.
- [8] 李月安,曹莉,高嵩,等. MICAPS 预报业务平台现状与发展[J]. 气象,2010,36(7):50—55.
- [9] 于连庆,胡争光. MICAPS 中天气图交互制作子系统[J]. 应用气象学报,2011,22(3):375—384.
- [10] 郑永光,王洪庆,陶祖钰,等. Windows 下二维气象绘图软件:客观分析诊断图形系统[J]. 气象,2002,28(3):42—45.
- [11] DAABECK J. Overview of meteorological workstation development in Europe[C] // Proceedings of 21st International Conference on Interactive Information Processing Systems (IIPS) for Meteorology, Oceanography, and Hydrology, 2005.
- [12] JOE P, KOPPERT H-J, HEICENREDER D, et al. Severe weather forecasting tools in NinJo workstation[C] // Proceedings of World Weather Research Program Symposium on Nowcasting and very short range forecasting, 5—9 September 2005, Toulouse, France. Geneva: World Meteorological Organization, 2005.
- [13] GRICFICH F. A WIPS—II into the future[C]// Proceedings of 27th IIPS for Meteorology, Oceanography, and Hydrology, 2011.
- [14] MURRAY D, McWHIRTER J, HO Y. The IDV at 5: New features and future plans[C] // Proceedings of 25th Conference on International Interactive Information and Processing Systems(IIPS) for Meteorology, Oceanography, and Hydrology, 2009.
- [15] HIBBARD W L, PAUL B E, SANTEK D A, et al. Interactive visualization of earth and space science computations[J]. Computer, 1994, 27(7):65—72.
- [16] NCAR. Cisl's NCAR command language (NCL) [EB/OL]. [2019—06—22]. <http://www.ncl.ucar.edu>.
- [17] 于连庆. 面向气象数据可视化的多功能绘图引擎研究与实现[J]. 海洋气象学报, 2019, 39(3):114—123.
- [18] 杨东日,陈跃,刘姝祎. 面向健康大数据快速读写的存储系统设计[J]. 计算机工程与设计, 2018, 39(10):3063—3067.
- [19] 赵康,杨余旺. 基于 Hadoop 的物联云监控系统的设计与实现[J]. 计算机与数字工程, 2019, 47(7):1738—1742.
- [20] 李佳,徐胜超. 基于云计算的智能电网大数据处理平台[J]. 计算机工程与设计, 2018, 39(10):3073—3079.
- [21] 李波,杜景林,李正方. 基于 SOA 的气象数据共享平台研究[J]. 电子设计工程, 2019, 27(4): 25—29.
- [22] 吴燕波,薛琴,向大为,等. 云平台下的 NoSQL 分布式大数据存储技术与应用[J]. 现代电子技术, 2016, 39(9): 44—47+52.
- [23] 曾行吉,李涛,詹利群,等. 基于 MUSIC 的特色数据与产品回写 CIMISS 方法研究[J]. 气象研究与应用, 2018, 39(1): 111—114.