

# 基于 SMIL 的远程地质模型系统研究与实现<sup>\*</sup>

闫 艳, 马殿富

(北京航空航天大学 计算机学院, 北京 100083)

**摘 要:** 针对地质应用中的地质属性数据共享和互操作问题, 采用 SMIL(同步多媒体集成语言)技术和三层客户/服务器结构, 提出了一个基于 SMIL 的远程地质模型系统。具体讨论了系统结构、工作原理和实现机制, 并在最后讨论了下一步研究中需要解决的若干问题。

**关键词:** SMIL; 数据共享; OpenGL

中图法分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 1001-3695(2005)01-0025-04

## Long-distance Geological Model System Based on SMIL

YAN Yan, MA Dian-fu

(School of Computer, Beijing University of Aeronautics & Astronautics, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Puts forward a long-distance geological model system based on SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language), discusses the framework and the realization of the system, and points out future works.

**Key words:** SMIL; Data-share; OpenGL

### 1 引言

随着探测手段的不断发展和常年勘探工作的积累, 地质工作者面临分析和协同处理海量抽象数据的巨大压力。目前全世界地球科学研究部门投入了大量精力进行数据获取、存储、共享、互操作等方面的研究和建设, 其中地质数据信息的共享与互操作已成为研究热点之一<sup>[1]</sup>。然而由于现有的地质建模软件普遍缺乏对网络环境的支持, 地质科学家很难通过网络对地质数据进行动态交互式操作与实时展示, 也无法进行分布式的地质运算。

Landmark 公司已经考虑到网络对地质系统的影响, 专门为 SeisVision 系统设计了网络版本<sup>[4]</sup>。该系统集成在 OpenWorks 上, 由 OpenWorks 提供数据库支撑和运行环境。OpenWorks 将地质数据按照不同分类(如曲面数据、断层数据、钻井数据等)存储在数据库中, 地质用户可以通过网络从中提取进行地质运算所需的各种地质数据。南京大学的地球科学系数值模拟实验室提出在地质数据源和客户端使用者之间建立基于 XML-Extensible Markup Language 的地质信息共享的思路<sup>[3]</sup>, 他们将不同类型的数据源转换为统一的 XML 结构, 然后通过 XML 数据发布层向用户发送数据, 用户通过 XML 解析器从 XML 文档中获取数据。该方法解决了由于地质信息资源格式不统一而造成的无法进行数据共享的问题。

XML 主要用来描述抽象地质数据本身, 而利用视频文件、HTML 或 SMIL 则可以描述地质数据的运算结果(如一系列的地质剖面等)。视频文件能够表现出运算结果间的空间位置关系和时间顺序关系, 而且视频文件具有较好的压缩性能, 但

视频文件必须将所有的运算结果集中在一起进行压缩, 不利于处理分布在不同服务器上的运算结果。HTML<sup>[2]</sup>可以描述运算结果间的空间位置, 还能通过 URL 描述不同服务器上的运算结果, 但是 HTML 很难表现运算结果间的时间顺序关系。SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language)是 W3C 制定的基于 XML 的可扩展标记语言<sup>[5]</sup>, SMIL 文件由描述时间顺序关系的时序部分和描述空间位置关系的空间布局部分组成, 具有使用灵活、修改方便等优势。与 HTML 相似, SMIL 可以通过 URL 组织位于不同服务器上的媒体文件。

目前这些解决方案在一定程度上可以解决地质数据共享的问题, 但还存在以下问题: ①服务器只负责存储、传输地质数据, 地质运算全部由用户端来完成; ②用户间无法共享地质运算结果, 对于同一地质运算, 不同用户只能各自获取数据并进行计算; ③动态交互能力较差, 每次交互操作均需传递大量数据并进行运算; ④虽然可以获取存储于不同位置的地质数据, 但所有运算均由一个客户端完成, 不能进行分布式运算。针对远程动态交互式操作和分布式地质运算, 本文选用 SMIL 作为地质运算结果的组织方式, 通过 HTTP 协议进行网络传输, 设计并实现了一个基于 SMIL 的远程地质模型系统。它由多台地质服务器根据用户命令分别进行地质运算, 并将所有运算结果动态组织为一个 SMIL 文件, 客户端通过解释该 SMIL 文件得到所需的地质运算结果。地质用户可以通过该系统对远程地质数据进行动态的交互式操作和分布式地质运算, 并实时展示运算结果。

### 2 远程地质模型系统设计

地质数据的数据量较大, 一块地质工区的数据量大多在 10GB 以上。同一地质工区会同时拥有多种地质属性, 如地震、波形、波阻抗、速度、岩性等。地质用户需要同时显示多种地质

属性数据的地质运算结果,即多属性对比显示,如图2所示。

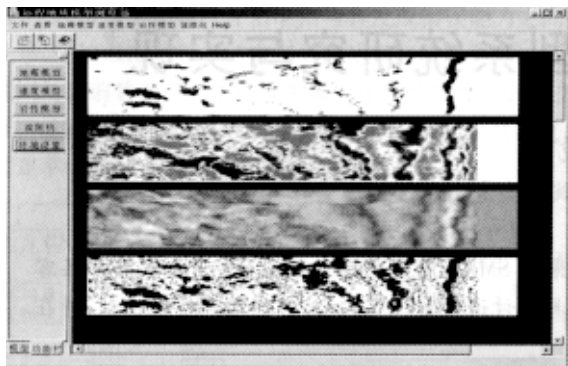


图1 地质属性数据

远程地质模型系统采用三层 C/S 结构(图2),它主要由以下三部分构成:①SMIL 客户端负责与用户交互并根据 SMIL 文件展示地质运算结果;②SMIL 服务器处理用户请求,将用户请求发送到地质服务器群,并根据地质服务器群返回的 SMIL 片断创建 SMIL 文件;③地质服务器群由多个地质服务器组成,各个地质服务器根据从 SMIL 服务器中得到的地质命令进行实时地质运算,并返回描述地质运算结果间同步信息的 SMIL 片断。

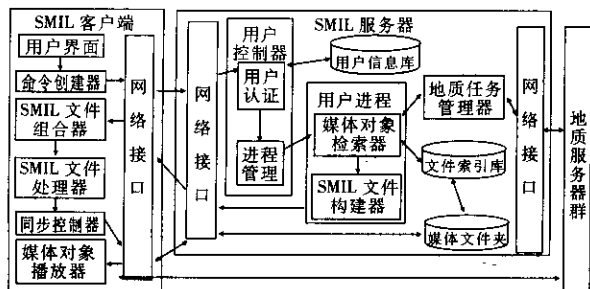


图2 系统逻辑结构图

系统工作流程为:地质用户通过用户界面提交地质运算请求,SMIL 客户端将该请求封装成消息,并通过 HTTP 协议发送到 SMIL 服务器。SMIL 服务器根据不同的地质属性将命令分解,并将分解后的命令发送到地质服务器。地质服务器进行实时地质运算,生成描述地质运算结果间时序关系的 SMIL 时序文件片断。SMIL 服务器将所有的 SMIL 时序文件片断组合成为 SMIL 时序文件,SMIL 客户端将服务器返回的 SMIL 时序文件和存储在本地的 SMIL 布局文件相结合生成完整的 SMIL 文件,并根据该文件播放地质运算结果。

### 2.1 SMIL 客户端

SMIL 客户端的主要功能是用户交互和 SMIL 文件展示。地质用户通过主界面发送交互命令和观看返回的 SMIL 文件。SMIL 文件展示可分为三个部分:SMIL 文件处理、同步控制和媒体播放。SMIL 文件处理将 SMIL 文件解析为 SMIL\_DOM<sup>[6]</sup> 形式,同步控制器根据解析结果从地质服务器上获取相应的媒体文件,媒体播放器负责播放得到的媒体文件。

目前 SMIL 的应用大多采用 B/S 结构<sup>[4]</sup>。在服务器端存放媒体文件和 SMIL 文件,SMIL 文件负责描述媒体文件之间的时空关系,在客户端使用 Internet Explorer 和 RealPlayer 插件获取和播放 SMIL 文件。但是在远程地质模型系统中,SMIL 文件和媒体文件是根据用户命令动态生成的,而且媒体文件的创建和播放是同步进行的,即用户无须等到所有地质运算完成后再

浏览运算结果,而是在地质服务器进行计算的同时实时查看已经生成的帧。RealPlayer 插件只能根据 SMIL 文件播放已经存在的媒体文件,并不能处理动态生成的媒体文件。SMIL 客户端通过同步控制器较好地解决了这个问题。

### 2.2 SMIL 服务器

SMIL 服务器是客户端和地质服务器群之间的联系纽带,它为 SMIL 客户端提供统一的接口,屏蔽网络上地质资源的具体分布情况,从而使得地质人员不用关心具体文件的存储位置,可以将注意力集中在地质工作本身。SMIL 服务器的主要职能包括:用户管理、地质任务分配、SMIL 文件创建和地质结果缓存。

(1) 用户控制器负责用户权限认证和用户进程管理。

(2) 地质任务管理器将用户命令根据不同地质属性分解,并分配给不同的地质服务器。在多属性对比显示时,不同地质属性数据的地质运算被分配到不同的地质服务器上,从而使得这些地质运算可以并行执行,提高整个远程地质模型系统的响应效率。

(3) SMIL 文件创建器根据地质服务器的返回信息建立 SMIL 时序文件。

(4) 地质结果缓存是将常用的地质运算结果存放在 SMIL 服务器中并建立索引。对于每条用户命令,媒体对象检索器首先从地质结果缓存中查找,若没有匹配,再将该命令交给地质任务管理器。

### 2.3 地质服务器

地质服务器在启动时需要向 SMIL 服务器注册,提交它所提供的服务列表。SMIL 服务器将根据这些信息维护地质服务器列表并分配地质命令。地质服务器接收到地质命令后,先返回描述地质运算结果之间时间顺序关系的时序文件片断,然后执行地质命令,并将结果按时序文件片断中描述的地址信息存放。地质服务器向地质用户提供 HTTP 服务,使用户可以通过 HTTP 协议获得运算结果。

## 3 远程地质模型系统实现技术

远程地质模型系统的流程可以简化为:根据地质用户命令动态创建 SMIL 文件和地质运算结果文件,并在客户端播放相应的 SMIL 文件。其中,创建和播放显示 SMIL 文件是该系统的关键部分。

### 3.1 SMIL 文件创建

不同地质用户对地质运算结果的显示布局有不同的要求,一条用户命令将由一台或多台地质服务器协同运算。仅依靠 SMIL 服务器创建整个 SMIL 文件会增加服务器的工作量及降低系统效率。本文采用将 SMIL 布局文件和 SMIL 时序文件分离的策略。SMIL 布局文件存放在客户端,该文件描述媒体对象间空间位置关系,并且可以由用户自行修改;每个地质服务器均生成一个 SMIL 时序文件片断,由 SMIL 服务器将多个 SMIL 时序文件片断组合成 SMIL 时序文件。创建 SMIL 文件的流程如图3所示。

(1) 客户端将用户命令发送到 SMIL 服务器。用户命令包括以下信息:用户名、密码、操作名、所操作的地质工区名、所操作的地质属性名、起始位置、总帧数等。下面的命令表示从

第 10 帧开始并行浏览 WJT 工区的地震和岩性数据,浏览的总帧数为 2:

用户名 = guest 密码 =\*\*\*\*\* ;操作 = list ;工区名 = WJT ;属性名 = 地震、岩性 起始位置 = 10 ;总帧数 = 2

(2) SMIL 服务器接收到用户命令后,先检查用户是否有权限执行该项操作。如果检查失败,则返回出错信息;反之则根据不同的地质属性将用户命令转换为一条或多条地质命令。每条地质命令只针对一种地质属性,因为同一种地质属性的不同帧之间是串行关系,而不同地质属性之间是并行关系,所以地质命令内部是串行时序关系,不同地质命令之间是并行关系。上面的用户命令将转换为两条地质命令,分别为

用户名 = guest 操作 = list ;工区名 = WJT ;属性名 = 地震 ;  
起始位置 = 10 ;总帧数 = 2

用户名 = guest 操作 = list ;工区名 = WJT ;属性名 = 岩性 ;  
起始位置 = 10 ;总帧数 = 2

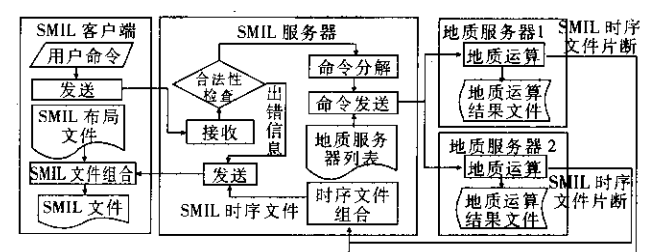


图 3 SMIL 文件创建流程图

(3) SMIL 服务器根据地质服务器列表将地质命令分别发送到提供该地质工区数据的地质服务器上,所有地质命令平均分配到提供数据的地质服务器上。当地质服务器数量大于地质属性数时,地质命令可以在不同的服务器上并行执行。

(4) 地质服务器收到地质命令后,首先生成 SMIL 时序文件片断,然后进行地质运算生成地质运算结果文件(即媒体文件),并将媒体文件按照 SMIL 时序文件片断存放在相应的位置。每条地质命令内部是串行关系,所以在创建 SMIL 时序文件片断时,需用到串行标记 <seq> 和媒体元素标记。根据上述第一条地质命令生成的 SMIL 时序文件片断为

```
<seq>


</seq>
```

(5) 当全部地质服务器均返回 SMIL 时序文件片断后,由组合模块将这些文件合成为 SMIL 时序文件。不同的 SMIL 时序文件片断描述不同的地质属性,地质属性数据之间是并行关系,所以需要并行标记 <par> 将时序文件片断组合为 SMIL 时序文件。

```
<par>
<seq>


</seq>
<seq>


</seq>
</par>
```

(6) SMIL 客户端将收到的 SMIL 时序文件和存储在本机

的 SMIL 布局文件相结合,生成完整的 SMIL 文件。

在其他 SMIL 应用中,完整的 SMIL 文件是由服务器负责创建。而本文采取将 SMIL 布局文件和 SMIL 时序文件分离的策略,其优势在于:①用户可以根据自己的需要改变显示背景、显示布局,放大特定的显示区域等;②减轻服务器端的压力,服务器端只负责时序部分的生成,不存储每个用户的空间布局模式;③不同的地质服务器可以协同工作;④由于地质服务器先生成 SMIL 时序文件片断,再生成媒体文件,所以地质运算和客户端播放 SMIL 文件可以并行进行。

### 3.2 SMIL 文件播放

通过组合时序文件和布局文件得到的 SMIL 文件是一个描述媒体文件之间时空关系的文本文件。在同步播放之前,必须将文本文件转换为 SMIL-DOM<sup>[5]</sup> 的形式,这就是 SMIL 文件处理模块的功能。该系统采用 Apache 的 XML 解析器解析 SMIL 文件。为了将 SMIL 文本文件解析为 SMIL-DOM 形式,采用 XML 解析器的 Create 方法;当遇见 SMIL 标签时,按照其元素名称创建相应的 SMIL 元素。SMIL 文件与 SMIL-DOM 之间的对应关系如图 4 所示。

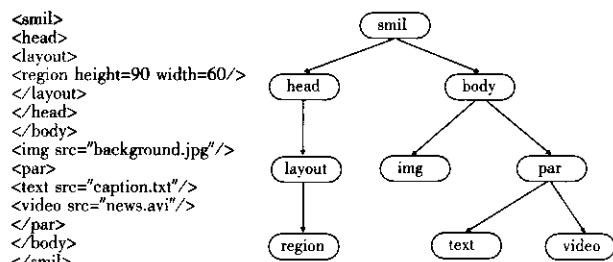


图 4 SMIL 文件与 SMIL-DOM

当 SMIL 文件解析完成后,客户端就可以根据 SMIL-DOM 进行播放,其播放算法为:①以 <body> 元素作为播放起始点,<body> 元素是 SMIL 定义的一个特殊串行元素。②对于串行元素,顺序播放其每个子元素,即对于图 4 中 <body> 元素,先播放图像,然后再播放并行元素 <par>。③对于并行元素,同时播放其所有子元素,即对于图 4 中 <par> 元素,同时播放文本和视频。④对于媒体元素(包括图像、文本、音频、视频等),先根据 src 属性中描述的地址信息获取相应的媒体文件,然后通过 JMF(Java Media Framework)播放。由于 SMIL 文件播放与地质运算是并行的,因此可能会出现地质运算落后于 SMIL 文件播放的情况。本文采用限时轮询机制解决该问题:无法得到相应的媒体文件时,系统会等待 2s 后重新获取该文件,若在最大等待时限后仍然不能得到该文件,则放弃播放该媒体文件。根据以上算法播放图 4 中的 SMIL 文件,得到的时序效果如图 5 所示。

### 3.3 三维地质剖面显示

三维地质剖面有两种显示方式:切片显示和立体显示(图 6)。立体显示有助于地质用户更加直观地了解地质模型的构成情况,用户可以通过旋转、平移、缩放等操作更好地观察地质模型。如果所有的旋转、平移和缩放操作都由地质服务器执行,必将加重地质服务器的负载。本文提出一种增量式解决方案。

(1) 在 SMIL 中增加新的剖面标记 area3d,通过 Region 属性



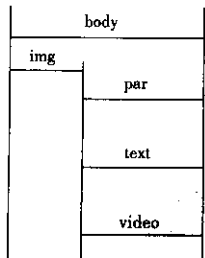


图 5 时序效果图

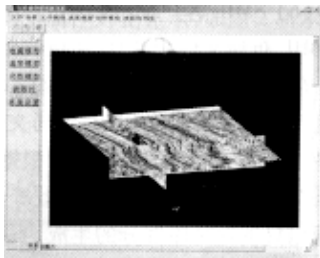


图 6 三维地质剖面立体显示

标明该地质剖面的方向,Position 属性标明该地质剖面的位置。下面的标记表示该剖面垂直于 X 轴,在 X 轴上的截距为 100。

```
<area3d region = "OPENGLX" src = "1.jpg" position = 100 >
```

(2)通过 SMIL 时序文件描述地质剖面间的串行和并行关系,但不使用布局文件。如下时序文件描述了三个并行剖面:

```
<par>
<area3d region = "OPENGLX" src = "x100.jpg" position = 100 >
<area3d region = "OPENGLY" src = "y100.jpg" position = 100 >
<area3d region = "OPENGLZ" src = "z100.jpg" position = 100 >
</par>
```

(3)客户端采用 OpenGL 技术显示这些剖面。由于 OpenGL 通过视点变换来旋转、平移和缩放图像,在进行这些操作时,地质服务器无须重新计算和传输地质剖面。当移动其中的某一个剖面时,地质服务器只需计算和传输变化的剖面,如让 X 方向的剖面顺序移动 3 帧,地质服务器返回的 SMIL 时序文件为

```
<seq>
<area3d region = "OPENGLX" src = "x101.jpg" position = 101 >
<area3d region = "OPENGLX" src = "x102.jpg" position = 102 >
<area3d region = "OPENGLX" src = "x103.jpg" position = 103 >
</seq>
```

OpenGL 将缓存 Y 方向和 Z 方向的剖面,只顺序刷新 X 方向的剖面。增量式解决方案将旋转、平移和缩放操作从地质服务器转移到 SMIL 客户端完成。地质服务器只需计算和传输发生变化的剖面,从而有效降低了地质服务器的资源消耗量和网络带宽占用量。

## 4 结束语

远程地质模型系统实现了地质数据的远程共享和互操作。

地质用户不仅可以浏览远程服务器上的一种地质属性数据(图 7),还可以对比显示同一地质区域的不同地质属性数据(图 1),以及地质属性数据的三维切片显示和立体显示(图 6)。通过编辑存储在客户端的 SMIL 布局文件,用户还能根据需要改变显示布局。然而,地质服务器资源分配策略和地质运算结果的缓存策略还需进一步优化。此外,还要研究在网络条件较差的情况下,如何保证客户端、SMIL 服务器和地质服务器之间的通信可靠性。

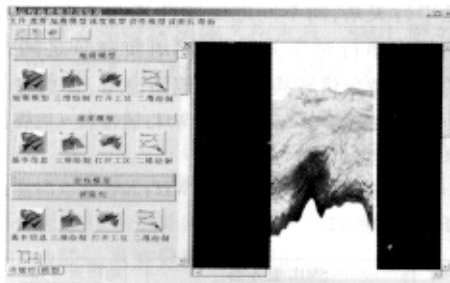


图 7 一种地质属性数据

## 参考文献:

- [1] Breedlove J R Jr, et al. An Emerging Industry Standard for Geosciences Data Exchange[ C ]. Proceedings of Petroleum Computer Conference, SPE 24425, 1992. 69-74.
- [2] Blaylock R E et al. Implementation of a World Wide Web Server for the Oil and Gas Industry[ C ]. Proceedings of Petroleum Computer Conference, SPE 30214, 1995. 283-289.
- [3] 刘俊青,陆现彩,徐士进,等.基于 XML 的地质信息共享与交换模型[J].物探化探计算技术,2001,23(2):160-165.
- [4] OpenWorks. [http://www.lgc.com.cn/openworks/\[EB/OL\]](http://www.lgc.com.cn/openworks/[EB/OL]).
- [5] Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0) Specification. [http://www.w3.org/TR/2000/WD-smil20-20000921/\[EB/OL\]](http://www.w3.org/TR/2000/WD-smil20-20000921/[EB/OL]).
- [6] SMIL-DOM. [http://www.w3.org/TR/smil-dom\[EB/OL\]](http://www.w3.org/TR/smil-dom[EB/OL]).

## 作者简介:

闫艳,硕士研究生,研究方向为计算机图形图像、网络多媒体技术;冯殿富,教授,博士生导师,研究方向为图形图像处理、海量信息处理和网络计算。

(上接第 24 页)Exp 被分成两部分:4 位 Exp\_h 和 4 位 Exp\_l; Fract 被分成七部分:F1、F2、F3、F4、F5、F6 和 F7。分段过程如图 3 所示。因为单精度浮点数的第 22 位可以用来区别 Qnan 和 Snan,所以我们选择将 F1 和 F2 分成两部分,而不是合并成一个随机段。像这样对随机段进行细化,直到可以通过设置权重来影响随机产生的单精度浮点数。

我们在浮点乘除模块分别采用上述三种方法来产生浮点运算的两个源操作数,得到的功能覆盖率依次是 56%、65% 和 94%,通过调整权重可能会得到更高的覆盖率。

## 4 结论

本文首先介绍了几种传统的功能验证方法并剖析了其优缺点,然后引入了一种带反馈的验证方法——基于覆盖率的方法,最后介绍了基于覆盖率的方法在一款通用微处理器功能验证中的实际应用。

## 参考文献:

- 万方数据
- [1] A Evans, A Sibduff, et al. Functional Verification of Large ASICs

- [ C ]. Proceedings of the 35th Design Automation Conference, San Francisco, California, USA, ACM Press, 1998. 650-655.
- [2] M Benjamin et al. A Study in Coverage-Driven Test Generation[ C ]. Proceedings of the 36th Design Automation Conference, New Orleans, Louisiana, USA, ACM Press, 1999. 970-975.
- [3] A Aharon, D Goodman, et al. Test Program Generation for Functional Verification of PowerPC Processors in IBM[ C ]. Proceeding of 32nd Design Automation Conference, San Francisco, California, USA, ACM Press, 1995. 279-285.
- [4] J Shen, J Abraham. A RTL Abstraction Technique for Processor Microarchitecture Validation and Test Generation[ J ]. Journal of Electronic Testig: Theory and Application, 2000 (6): 67-81.
- [5] S Tasiran et al. Coverage Metrics for Functional Validation of Hardware Designs[ J ]. IEEE Design and Test of Computers, 2001, 18 (4): 36-45.

## 作者简介:

解咏梅(1978-),女,硕士研究生,主要研究方向为通用微处理器设计及验证;张珩(1973-),男,博士研究生,主要研究方向为通用微处理器设计及验证;张福新(1976-),男,博士研究生,主要研究方向为通用微处理器设计及性能评估。