

# 基于 MathML 和 SVG 的数学交流平台构建

景珂, 李廉, 苏伟, 赵燕娟

(兰州大学信息科学与工程学院, 兰州 730000)

**摘要:** 针对现有数学交流平台中公式和图形在编辑和显示方面存在的问题, 提出一种基于 MathML 和可伸缩矢量图形(SVG)的数学交流环境的实现方案, 构造了一个即时沟通和数学问题讨论的平台 MathBoard。MathBoard 支持数学公式和图形的在线可视化动态编辑和显示, 为用户提供一个高效的、高可靠的数学交流环境。

**关键词:** 数学论坛; MathML 语言; 可伸缩矢量图形

## Construction of MathML and SVG-based Mathematical Communication Platform

JING Ke, LI Lian, SU Wei, ZHAO Yan-juan

(School of Information Science & Engineering, Lanzhou University, Lanzhou 730000)

**【Abstract】** This paper presents a kind of constructing method for mathematical communication environment based on MathML and Scalable Vector Graphics(SVG), and establishes MathBoard, a being developed mathematical communication platform in Lanzhou University. MathBoard supports the display and dynamic editing of mathematical formula and graphic. MathBoard is totally Web-based system, is written in MathML and SVG, and is used for posting discussion topics, questions, and responses.

**【Key words】** mathematics forum; MathML language; Scalable Vector Graphics(SVG)

### 1 概述

21 世纪, Web 已成为最强大的信息发布媒体, 人们越来越多地通过 Web 来进行信息的沟通和交流。在这种情况下, 网络论坛便应运而生。在数学交流方面, 许多研究人员做了一些工作, 开发了一些数学专用论坛, 其中, 数学教育论坛、中国数学论坛、数学教研论坛是国内几个应用比较广泛的数学论坛。尽管这些论坛都可以显示数学公式和数学图形, 但是它们的实现方式却不尽相同。数学教育论坛中公式的输入方式为中缀表达式输入, 中国数学论坛和数学教研论坛的公式显示方式都采用图片格式。以上几个论坛中数学图形的显示方式都采用本地软件绘图, 然后上传图片格式的文件。

在国外应用比较广泛的数学论坛是 The Math Forum@Drexel, 它的公式输入采用中缀表达式和 TeX 语言, 图形输入方式同样是通过上传图片格式的文件。

数学公式和数学图形作为数学信息的重要组成部分, 在基于互联网的多媒体教学、信息发布、学术交流等领域起着非常重要的作用。表 1 将 MathBoard 与现有一些数学论坛在数学公式和图形的编辑与显示方面做了一些对比。通过以上几个数学论坛可以看出, 用户在现有数学论坛中输入和显示数学公式和数学图形主要采用图像方式。当用户需要编辑数学公式或图形时, 必须在本地安装编辑软件, 借助这些编辑工具生成目标公式和图形, 再将其转换成 JPG、GIF 或 PNG 格式的图像文件, 最后将该文件名嵌入 HTML 标记语言的适当位置, 以此在浏览器中显示数学公式和图形。这不仅给用户带来了很大的不便, 而且缺点也显而易见。一方面, 相对于文本形式, 图像占用的存储空间过大, 不利于互联网上的表示和传输。另一方面, 图像缺乏灵活性和扩展性。数学公

式和图形不能进行修改, 不同设备上数学公式的显示效果可能不同。

表 1 现有数学交流环境的对比

论坛名称	数学公式显示	数学图形显示	数学公式编辑	数学图形编辑
数学教育论坛	中缀形式	软件画图 .gsp 格式	中缀输入	不支持
数学中国论坛	图片文件 Word 文件	图片文件	不支持	不支持
数学教研论坛	图片文件	图片文件	不支持	不支持
The Math Forum@Drexel	中缀形式 TeX 形式	图片文件	中缀输入 TeX 形式	不支持

基于以上情况, 构建一个基于 MathML 和 SVG 的数学交流平台 MathBoard, 支持数学公式和数学图形的在线可视化动态编辑和显示, 并将数学公式和数学图形分别以 MathML 和 SVG 的方式表示, 且以 XML 格式的文本文件形式存储并解析显示, 用户能够以图文混排的形式编辑和查看信息。MathBoard 可以为数学研究人员提供一个良好的交流场所, 使其能够进行更加高效的信息交流。

### 2 MathBoard 构建

#### 2.1 MathBoard 简介

WME(Web-based Mathematics Education)<sup>[1]</sup>是兰州大学和

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(90612016, 60473095)

**作者简介:** 景珂(1984—), 女, 硕士研究生, 主研方向: 网络计算, 计算机数学; 李廉, 教授、博士生导师; 苏伟, 讲师、博士研究生; 赵燕娟, 硕士研究生

**收稿日期:** 2008-10-13 **E-mail:** jingke06@lzu.cn

美国肯特州立大学正在合作研究的分布式现代网络数学教育系统。WME 提供由数学专家开发的数学课程及动态化的教学实例和各种数学教育资源,各个学校或其他教育单位可以建立自己的 WME 网站,这将成为 WME 分布式系统中的一个节点。WME 的主要特点是交互性、完整性、灵活性。交互性指 WME 所提供的课程内容动手操作性强。完整性主要指 WME 将提供中小学数学教育的几乎全部内容,对同一内容还提供不同的各地名师讲解的课程内容。灵活性主要指 WME 的网站的信息、教学内容都是可以制定和修改的。

在 WME 的研究和应用中,一个在线的可靠及时的数学交流协作环境是基于 Web 的教育系统不可缺少的一部分。MathBoard 给教师和学生提供一个即时交流的平台,使得数学教育的进行更加高效与便利。教师和学生可以利用 MathBoard 进行数学及相关的问题讨论、资源交流和信息发布等。

下面列出了 MathBoard 的主要特点与优点:

(1)支持 MathML 的数学公式显示:可以加快下载浏览速度,准确地表达数学公式的形状,代码具有可重用性,可动态更新,易于管理。

(2)支持数学公式的多种在线编辑方法:MathBoard 既支持图形化界面的所见即所得编辑,又支持传统中缀输入法。

(3)支持 SVG 的数学图形显示:可以准确地进行颜色描述,支持无极放大,具有良好的网络传输能力,可动态更新,易于管理。

(4)支持数学图形的在线可视化编辑,几何作图。

(5)支持数学公式和图形的在线二次编辑:基于图像的显示方式缺乏灵活性和扩展性,用户无法再次编辑所输入数学公式和图形。

(6)数学信息表示完全基于 XML,具有存储空间小、通用性高、可重用、易于编辑与应用等特点。

## 2.2 MathBoard 系统结构

MathBoard 的目标是构建一个基于 MathML 和 SVG 的数学交流平台,科学家、教师、学生、工程师等用户可以在该平台上进行数学交流。MathBoard 的整体结构如图 1 所示。

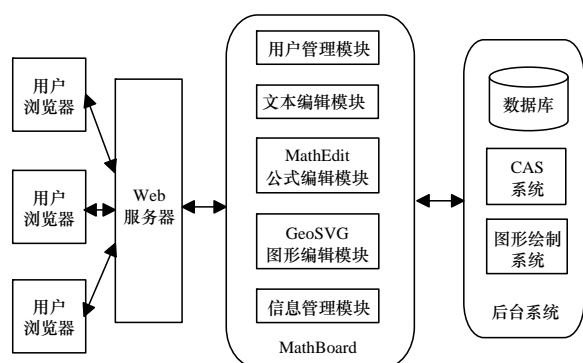


图 1 数学论坛功能架构

## 2.3 实现方法

MathBoard 主要的开发语言与数据库有:PHP, JavaScript, MathML, SVG, DOM, MySQL。MathBoard 除具有与普通数学论坛相同的信息发布存储功能外,还可以进行数学公式和数学图形的在线可视化动态编辑。MathBoard 中编辑区域采用 XHTML 中的 iframe 元素,这样便于 MathML 和 SVG 代码的嵌入与显示。对于数学公式和数学图形,MathBoard 改变了

传统方式中用图像进行显示的方法,而采用 MathML 和 SVG 代码进行数学公式和数学图形的表示。MathML 和 SVG 具有如下优点:MathML 和 SVG 都是完全基于 XML 的文本格式,信息占用存储空间小,可以加快下载浏览速度;代码可以手工编辑;易于公式图形的定位与检索;代码具有良好的可重用性;可以准确地进行颜色描述;图形缩放时不失真;可以动态更新,显示当前最新的内容;易于管理等。因此,MathBoard 采用 MathML+SVG 的方法来解决数学交流平台中数学公式和数学图形的输入问题。向用户提供一个更加高效便利的即时数学交流环境。

## 3 数学公式的输入与显示

MathML(Mathematical Markup Language)是 W3C 制定的基于 XML 数学公式的可扩展标记语言。MathML 继承了 XML 语言良好的数据存储格式、可扩展性、高度结构化以及良好的网络传输能力等优点,通过用 MathML 形式描述数学表达式,不仅可以明确地表达数学内容,而且可以在 Web 的其他应用程序中实现再利用和转换。MathML 标记的递归性和树状结构使得它在计算机程序的实现上更方便、简单。MathML 使用文本的形式来描述数学表达式的树形结构,从而克服了传统的 Web 中使用图片表达数学公式的缺点。

在 MathBoard 的设计中把数学公式的可视化动态编辑作为一个独立的软件来开发,并提供一系列 API 函数,使其嵌入到 MathBoard 中,这样做可以增加软件的独立性,提高软件的复用程度。

数学公式编辑软件 MathEdit<sup>[2]</sup>是一个基于 MathML 的在线交互式数学公式编辑器,它提供了一个可视化的 GUI,内置许多常用的数学符号和公式模板,用户无需了解 MathML 的任何语法就可以在网络上以“所见即所得”的方式在线编辑各种数学公式,相应的 MathML 代码由系统内部模块自动生成。编辑完成的数学公式以 MathML 文档的形式保存,可以方便地包含在 Web 页面中表示和传输数学信息。MathEdit 界面友好,操作简单。它支持 2 种输入方式:键盘输入和鼠标输入。

对于普通字母、数字和符号,用户可以采用键盘输入的方式顺序输入内容;而对于其他内容通常采用鼠标输入的方式,通过鼠标直接点击图形化的公式模板按钮来选择某个特殊的数学表达式。公式模板中包含一些临时输入框,用户可以鼠标单击选择一个临时输入框作为当前插入点进行下一步编辑。MathEdit 公式模板依据 MathML 标准对符号、公式和字母进行分类,每一类模板工具栏均采用常用符号、公式和字母进行标示,清晰明确,实用性强。

MathEdit 提供 3 种编辑模式<sup>[3]</sup>: Design 模式, MathML 模式和 Preview 模式。用户可以在 Design 模式下通过可视化的公式模板输入数学公式;熟悉 MathML 的高级用户可以在 MathML 模式下直接对描述数学公式的 MathML 代码进行编辑,从而更快地得到公式;Preview 模式允许用户在新窗口中预览当前编辑的公式。用户也可以将 MathML 模式和 Design 模式结合起来建立符合要求的数学公式。

另外,MathEdit 可以进行数学公式的二次编辑。MathEdit 允许用户打开一个 MathBoard 中已编辑的 MathML 文档,显示数学公式并可以在 Design 模式和 MathML 模式下进行修改,通过内部模块改变 DOM 树实现数学公式的重用。

MathEdit 的具体的实现方案如图 2 所示。

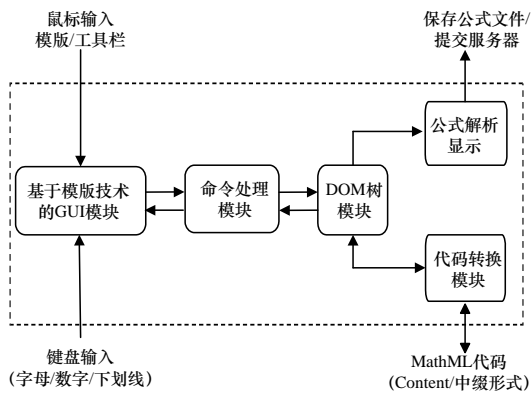


图2 公式编辑模块的实现示意图

如图2所示,公式编辑器借助 JavaScript 和 DOM 对用户行为进行响应,以完成公式的编辑、显示以及公式模板的定制,它与用户的交互是一个双向的过程。用户行为包括鼠标左键单击公式模板和工具栏,鼠标左键单击选择当前的有效插入点、键盘输入字符和数字。用户行为激活命令处理模块的 JavaScript 功能函数,相应的功能函数将修改内部 DOM 树或在原有 DOM 树中增加一个 DOM 树片段来完成公式的编辑。编辑完成后,根据 DOM 树进行相应的代码转换,产生目标代码。目标代码可以是基于内容形式的代码,也可以是基于中缀形式的代码。在消息传送过程中,仅传送文本形式的代码。

#### 4 数学图形编辑与显示

可伸缩矢量图形(Scalable Vector Graphics, SVG)<sup>[4]</sup>是 W3C 推出的一种开放标准的文本式矢量图形描述语言,它是基于 XML 的用来描述二维矢量图形和矢量/点阵混合图形的标记语言,是专门为网络而设计的图像格式。它作为一种网络图像技术,即代表它所产生的图像可伸缩,也意味着这项技术“可升级”,SVG 的出现与应用解决了目前 Web 浏览器对图形图像功能支持较弱这一缺点。SVG 图形可以是动态的、可交互性的,使用 SVG 可以在网页上显示出各种各样的高质量矢量图形。

SVG 图像文件是 XML 格式的纯文本文件,用任何的文本工具都可以编辑、生成与修改。SVG 表示的是矢量图像,文件的大小与图形的复杂程度有关,而与图形的具体尺寸无关。图形的显示尺寸可以无极缩放,变化后不影响图形的质量。由于矢量图像的这些特征,使得它尤其适合于网上传播。SVG 支持交互性,SVG 文件中可以嵌入 JavaScript 脚本来控制 SVG 对象。这样就可以在 SVG 开发一个数学图形编辑软件的基础上,利用 JavaScript 脚本语言设计一系列 API 函数,在网页中调用这些函数,开启数学图形编辑软件,进行数学图形的编辑与显示。

同样,在该论坛的设计中,数学图形的可视化动态编辑也作为一个独立的软件来开发,并提供一系列的 API 函数,使其嵌入到论坛中。

数学图形编辑软件 GeoSVG<sup>[4]</sup>是一个完全基于 Web 的动态几何画图软件(Dynamic Geometry Software, DGS)。它提供一个可视化的 GUI,内置许多常用的数学图形模板,用户无需了解 SVG 的任何语法就可以在网上以“所见即所得”的方式在线编辑各种数学图形,相应的 SVG 代码由系统内部模块自动生成。编辑完成的数学图形以 SVG 文档的形式保存,可以方便地包含在 Web 页面中表示和传输数学信息。

MathBoard 可以通过调用直接在线启动 GeoSVG。由于 GeoSVG 软件所制作的图形是完全基于 XML 格式的,因此可以很容易地嵌入到网页中。GeoSVG 是高效、易用的,基于 Web,具有几何制图的标准工具集。

GeoSVG 具有以下绘制几何图形的基本功能<sup>[5]</sup>:

- (1)简单制图: 便利地绘制基本的几何图形,如点、线、多边形、圆等。
- (2)度量: 可以测量长度、角度等一些量值。
- (3)计算: 当所依赖的值发生变化时,可以根据动态计算器更新计算结果。
- (4)GUI: 将菜单、按钮、鼠标输入和键盘输入操作整合在一起,给用户提供一个直观、易用的操作环境。

GeoSVG 的具体实现方案如图3所示。

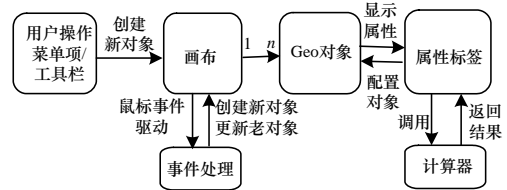


图3 图形编辑模块实现示意图

如图3所示,用户通过鼠标点击进行操作,其中包括在菜单项中进行选择以及在工具栏中点击图形按钮等操作,并在画布上创建新对象,该对象可以转换为若干 Geo 对象。Geo 对象的相关属性标签可以用于计算。画布中的对象可以调用事件处理程序,事件处理程序可以对对象进行操作,创建新对象,更新老对象以进行图形的编辑。

#### 5 MathBoard 与 MathEdit 及 GeoSVG 的交互

如上所述,为了提高软件的独立性与可复用性,数学公式编辑部分与数学图形编辑部分作为 2 个独立的软件来开发。当用户需要输入数学公式或数学图形时只需点击按钮,此时会在论坛编辑区域的光标处插入一个 div,并且在新窗口中启动 MathEdit 或 GeoSVG。该 div 的 id 被设置为一自增变量, id 值的唯一性可用于识别不同的数学公式和数学图形。编辑结束后,点击返回按钮可将编辑结果代码插入到父窗口的 div 处。

MathBoard 与 MathEdit 交互的具体实现代码如下,其中, matheidt 为所点击图标按钮的 id, mathtID 就是为每一个所编辑的公式给定的标号。

```

if(this.id == "mathedit") {
var navType=1;
    if (editor.getSelection) {
        var sel=editor.getSelection().toString();
        navType=2; }
    else if (document.getSelection){
        var sel=document.getSelection();
        navType=2; }
    else if (editor.document.selection) {
        var sele=editor.document.selection;
        var sel =sele.createRange(); }
    if(sele.type=="Control"){
        for (i = 0; i <sel.length; i++){
            mathtID=sel(i).id; }
        mathedit.editMathById(mathtID);
    }
}

```

```

}else{
var mathID="math"+(mathID++);
mathedit.newMath(mathID,"cursor");
}

```

实际调用过程如图 4 所示。

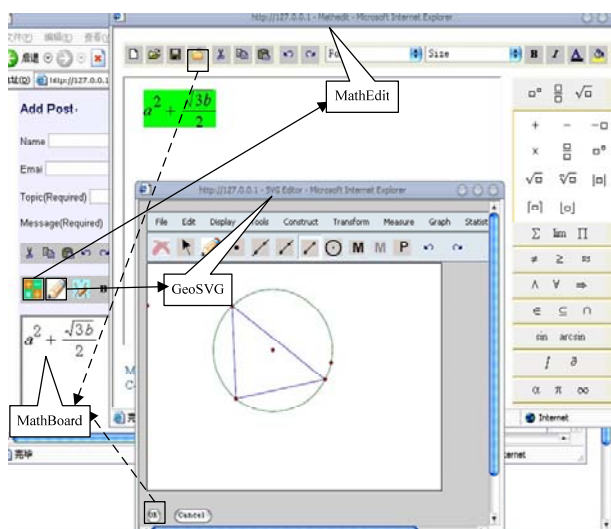


图 4 MathBoard 与 MathEdit, GeoSVG 的调用过程

在数学论坛中，数学公式和数学图形的显示也是极为重要的一部分内容。MathBoard 数学论坛中数学公式和数学图形的信息都是以 XML 格式的文本信息存储在数据库中的，要正确显示就必须对包含 MathML 代码和 SVG 代码的 XML 文件进行解析。现在一些浏览器已经直接支持 MathML 代码和 SVG 代码的解析，比如 Mozilla 系列浏览器和 Netscape 7.0 以上版本。

在这些浏览器中包含 MathML 和 SVG 代码的文件可以被正确地显示。但在 IE 浏览器中，必须安装插件用来解析 MathML 和 SVG 代码，MathBoard 中使用 MathPlayer 插件来解析 MathML 代码，使用 SVG Viewer 插件来解析 SVG 代码。

图 5 是使用 MathBoard 讨论具体数学问题的一个例子，其中包含数学公式和数学图形。

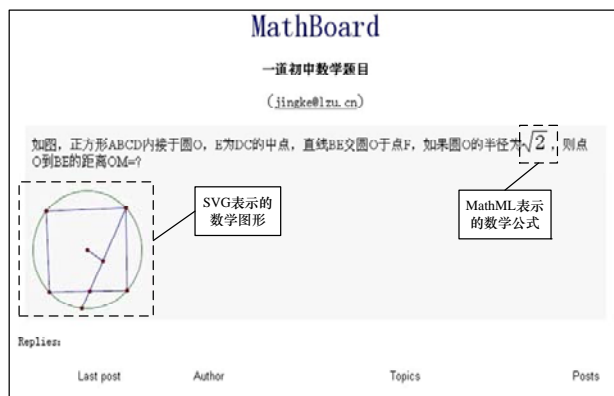


图 5 MathBoard 使用实例

## 6 结束语

本文通过构建基于 MathML 和 SVG 的数学论坛，实现了数学公式和数学图形的在线动态编辑和显示，解决了数学论坛中数学公式和数学图形的交互问题，可以满足绝大多数用户的需要。信息格式完全基于 XML，便于信息的编辑、内容的识别与重用。

## 参考文献

- [1] Wang P S, Mikusa M, Alshomrani S, et al. Features and Advantages of WME: A Web-based Mathematics Education System[C]//Proc. of the IEEE Southeast Conference. Ft. Lauderdale, FL, USA: IEEE Press, 2005: 621-629.
- [2] Su Wei, Wang P, Li Lian. An On-line MathML Editing Tool for Web Applications[C]//Proc. of IMSCCS'07. Iowa, USA: [s. n.], 2007: 458-464.
- [3] 赵燕娟, 李廉, 苏伟, 等. 基于 MathML 的网络数学公式编辑器的实现[J]. 计算机工程, 2008, 34(7): 76-78.
- [4] Lai Xun, Wang P. GeoSVG: A Web-based Interactive Plane Geometry System for Mathematics Education[C]//Proc. of the 2nd IASTED International Conference on Education and Technology. Puerto Vallarta, Mexico: [s. n.], 2006: 5-10.
- [5] Lai Xun, Wang P. An SVG Based Tool for Plane Geometry and Mathematics Education[C]//Proc. of IEEE Southeast Con.. Fort Lauderdale, Florida, USA: [s. n.], 2005.

编辑 任吉慧

(上接第 250 页)

重要。本文针对区域电力市场，设计了一个仿真假定，应用大型仿真软件 HLA，构建了区域电力市场仿真平台，给出了仿真系统的实现界面。本文的研究成果可以在区域电力市场运营初期作为市场运营方案的检验与评选及电力市场投入运营后各个电力企业的竞价平台。笔者今后将致力于设计更加合理的竞价方案，为仿真系统的扩展设计更加简单的接口。

## 参考文献

- [1] Contreras J, Conejo A J, Torres D, et al. Power Engineering Lab: Electricity Market Simulator[J]. IEEE Trans. on Power Systems, 2002, 17(2): 223-228.
- [2] Praca I, Ramos C, Vale Z, et al. A Multi-agent System that Simulates Competitive Electricity Markets[J]. IEEE Intelligent Systems, 2003,

18(6): 54-60.

- [3] Lee S T. Simulation Model Explores Alternative Wholesale Power Market Structures[J]. IEEE Computer Applications in Power, 2002, 4(6): 28-35.
- [4] 邵丽琴, 管晓宏, 高峰. 基于.net 平台的电力市场仿真系统的实现[J]. 电网技术, 2004, 28(13): 60-64.
- [5] 李佳道, 刘亚安, 管晓宏. 电力市场仿真的系统设计及实现[J]. 空军工程大学学报: 自然科学版, 2003, 14(2): 87-90.
- [6] 张志良, 楚丰, 游大海, 等. 一种基于 CORBA 和 Agent 技术的电力市场仿真平台的研究[J]. 电力系统及其自动化学报, 2002, 14(4): 29-31.

编辑 顾逸斐