

МATHML БАЗИРАН ОБРАЗОВАТЕЛЕН САЙТ ПО БИО-МОДЕЛИРАНЕ

Светлина Д. Драгова

В тази работа се дискутира използването на презентационен MathML като форматизащ език за качествена визуализация и представяне на математическо съдържание в интернет. Разгледани са редица практически аспекти касаещи технологията на създаване на MathML базирани уеб сайтове и са дадени препоръки за най-добра употреба. Представени са реализационната и функционална концепции на създадения образователен уеб сайт по математическо моделиране в биологията.

1. Въведение. Специалистите наричат MathML [6] „следващата голяма технология за онлайн математика“ защото посредством MathML XML променя начина на представяне на математическо съдържание така, както промени преди това начина на представяне на съдържание в много други аспекти. MathML е XML базиран език за маркировка, който е предназначен да улесни многократното използване на математическо и научно съдържание в Интернет и в други приложения като системи за компютърна алгебра, системи за печат и гласов синтез. Той може да бъде използван за кодиране както на представянето на математическото означение с цел висококачествена визуализация, така и на математическо съдържание за приложения, при които семантиката има ключова роля, като научен софтуер и синтезатори на глас.

Сайтът „Математическо моделиране в биологията“ [7], на който е посветена настоящата статия има две основни цели — да демонстрира приложението на MathML при създаването на сайтове, включващи математическо съдържание, а също така да улесни провеждането на курса „Математическо моделиране в биологията“, който е част от магистърската програма по Био- и медицинска информатика към Факултета по математика и информатика на СУ „Св. Климент Охридски“. За постигане на първата цел е използван така нареченият презентационен MathML [6].

2. Презентационен MathML. MathML презентационният markup [6] се състои от около 30 елемента, които приемат над 50 атрибута. Повечето елементи съответстват на схема на разположение, която съдържа други презентационни елементи. Всяка схема на разположение съответства на двуизмерен способ за означение, като горен или долен индекс, дробни или таблица. В допълнение има презентационни знакови елементи m_i , m_o и m_n , както и няколко по-малко използвани знакови елемента.

* Настоящата работа е финансирана от НСНИ на България по проект ИО-03/2003.

2000 Mathematics Subject Classification: 68U15, 97U60.

Ключови думи: web, MathML, био моделиране.

Останалите няколко презентационни елемента са празни елементи и се използват главно във връзка с подравняване.

Схемата на разположение се разделя на няколко категории. Една група от елементи е свързана с индексиранието и съдържа елементи като *msub*, *munder*, и *mmultiscripts*. Друга група фокусира по-общото разположение и включва елементите *mrow*, *mstyle*, и *mfrac*. Трета група се занимава с таблици. Елементът *maction* е в своя собствена категория и позволява кодиране на различни видове действия. Важна особеност на много от схемите на разположение е, че редът на дъщерната схема е важен. Например първият наследник на елемента *mfrac* е числителят, а вторият наследник е знаменателят. Понеже редът на дъщерната схема не се налага на XML ниво чрез MathML DTD (Document Type Definition), информацията, добавена чрез подреждане е достъпна само за MathML процесор, но не за обикновен XML процесор.

Нека за илюстрация на казаното до тук да разгледаме съвсем простия пример $(a + b)^2$. За него презентационният маркуп ще е следният:

```
<mrow> <msup>
  <mfenced> <mrow>
    <mi>a</mi> <mo>+</mo> <mi>b</mi>
  </mrow> </mfenced>
  <mn>2</mn>
</msup> </mrow>
```

Елементът *mrow* задава хоризонтално подравнен обект и се използва изключително често. Обектът, съдържащ се между таговете *<mrow>* и *</mrow>* се смята за аргумент на елемента *mrow*. Тъй като почти всички математически изрази се състоят от подизрази, тези подизрази могат на свой ред да бъдат поместени в *mrow* елемент. Например $a + b$ също е поставен в *mrow*. Елементът *mfenced* се използва за да се осигурят скоби (кръгли, квадратни и фигурни) около формулата. По подразбиране се използват кръгли скоби. Употребата на елемента *mi* е за изобразяване на променливите a и b , а на елемента *mo* за маркиране на оператора $+$. Елементът *msup* е за изрази, включващи горен индекс и приема два аргумента, съответно основният израз (в сл. $(a + b)$) и степенния показател (в сл. 2).

3. MathML интерфейс.

3.1. Публикуване на XHTML + MathML документи в Интернет. Много малък брой браузери понастоящем имат вградена поддръжка на MathML [6]. Mozilla и Amapa, обаче, имат добра поддръжка на презентационен MathML. За останалите видове браузери съществуват голям брой разширения, които визуализират MathML съдържание. По-известните от тях са WebEQ [1], MathPlayer [2] и Techexplorer [3].

Основният недостатък на използването на допълнителни програми от външни разработчици за визуализиране на MathML в уеб-страница е, че това изисква специфичен маркуп, който да указва кое е приложението, което ще извършва визуализацията (като *<applet>* за Java аплети, *<embed>* за plugin-и и *<object>* за Microsoft Behavior extensions). Използването на подобен маркуп обвързва документа с една определена платформа, докато идеалът за публикуване на информация в Интернет е тя да бъде достъпна за всички. Тези недостатъци могат да бъдат преодоляни с използването на езика за трансформация XSLT [4]. XSLT позволява XML файлове, които спазват XHTML и MathML препоръките, да бъдат визуализирани от няколко

браузера, и то без специфичен за отделния браузер код в документа. Единственото, което се изисква, е документът да съдържа специална инструкция, указваща къде се намира xsl-файла, описващ трансформацията. С помощта на тази трансформация представеният XML файл се преобразува, като се добавя необходимият markup за визуализация на MathML в съответния браузер и се подава на браузера за визуализиране. Разбира се, това изисква браузърът да поддържа XSLT трансформации, което автоматично означава, че е необходима сравнително нова версия на съответния браузер. Текущите версии на Internet Explorer (IE), Netscape и Mozilla, обаче, поддържат XSLT. Това означава, че XSLT поддръжката не е универсална, но тя е, или скоро ще бъде достъпна при болшинството използвани браузери.

3.2. Стиллове за трансформация, предлагани от W3C. Браузери поддържащи MathML посредством plug-in не могат да визуализират MathML markup директно включен в HTML страници, докато браузерите, които естествено поддържат MathML могат да го визуализират само когато MathML markup е включен директно в HTML страници. Това е създавало пречки за използване на единен формат, който да се визуализира при всички платформи. За да се реши този проблем, Math Working Group към W3C създават „универсален“ MathML XSLT stylesheet [4], който трансформира XHTML документ с включен в него MathML така, че документът да може да се визуализира от браузерите посредством plug-in. Тази трансформация се извършва от самите браузери. Файловете, предлагани от W3C са следните:

pmathml.xsl Главният stylesheet за Presentation MathML. Задачата му е да анализира способностите за визуализация на текущия браузер, както и всички предпочитания, указани в документа и да стартира съответната трансформация.

mathml.xsl Главният stylesheet за Content или Presentation MathML. Понастоящем той е до голяма степен копие на **pmathml.xsl**. Той работи идентично на **pmathml.xsl**, с изключение когато работи с transformix (Mozilla или Netscape), в които случаи се извършва предварителна трансформация от Content MathML към Presentation MathML и след това се визуализира полученият Presentation MathML.

ctop.xsl Реализира трансформацията от Content MathML към Presentation MathML. Понастоящем се използва само при Mozilla (която няма вградена поддръжка на Content MathML).

pmathmlcss.xsl Този stylesheet трансформира Presentation MathML към XHTML + CSS + Javascript, с цел визуализиране на MathML (с донякъде различно качество) в стандартен HTML браузер без използване на plug-in. Този stylesheet може да бъде използван и за сървър-базирани трансформации с цел получаване на код, приемлив за браузерите, които нямат поддръжка на XSLT или MathML.

svg.xsl Опростена версия на **pmathml.xsl**, разширена за работа с SVG както с MathML, под Internet Explorer използва Adobe SVG Behavior.

xsl1doc.xsl stylesheet за визуализиране на XSLT stylesheet като HTML.

3.3. Платформи и браузери, визуализиращи MathML. Понастоящем възможностите за визуализация на презентационен MathML са следните:

Windows:

- IE 5.0 с Techexplorer plug-in
- IE 5.5 с MathPlayer или Techexplorer plug-in
- IE 6.0+, по избор с MathPlayer или Techexplorer plug-in

- Netscape 6.1 с Techexplorer plug-in
- Netscape 7.0+
- Amaya, всички версии
- Mozilla 0.9.9+

Macintosh:

- IE 5.0+ с Techexplorer plug-in
- Mozilla 0.9.9+

Linux/Unix:

- Netscape 6.1 с Techexplorer plug-in
- Netscape 7.0+
- Mozilla 0.9.9+
- Amaya, всички версии

Най-добри възможности за разглеждане на сайтове, съдържащи MathML в момента се предлагат от последните версии на браузерите Netscape и Mozilla. Те предлагат висококачествена визуализация на математическо съдържание и дават възможност за маркиране и копиране на MathML код, както и за търсене на кодирано с MathML математическо съдържание. Ако разполагате с Microsoft Internet Explorer версия 5.5 или по-нова, най-добрият начин да разглеждате сайтове с MathML е да инсталирате MathPlayer plug-in [2]. Той позволява да копирате MathML кода на избрана от вас формула, малък е, изтеглянето и инсталирането му стават бързо.

4. Включване на MathML в уеб-страници. С цел увеличаване на броя платформи, чрез които може да бъде разглеждан, уеб-документът, съдържащ MathML, трябва да бъде създаван използвайки правилата [4], описани по-долу:

1. За създаването на страницата трябва да се използва XHTML с включен в него MathML, както е показано например във фрагмента по-долу:

```
<?xml version="1.0"?>
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>...</head>
  <body>    <h1>Example</h1>
    <math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML">
      <mi>x</mi><mo>+</mo><mn>3</mn>
    </math>
  </body> </html>
```

Включеният MathML markur не трябва да бъде в <object> таг, както и в отделен файл, указан чрез <embed> таг.

2. Трябва да бъдат добавени инструкции за обработка от stylesheet. Инструкцията, изписана по-долу с удебелени букви трябва да бъде добавена в началото на XHTML страницата, преди отварящия <html> таг, но след XML декларацията <?xml...?>, ако тя съществува:

```
<?xml version="1.0"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl"
  href="http://www.w3.org/Math/XSL/mathml.xsl"?>
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
```

...

Това ще работи в повечето случаи, но не и в Internet Explorer (IE). Поради съображения за сигурност IE не изпълнява XSLT stylesheet, който не се намира на същия сървър, на който е XHTML+MathML документа. Съществуват обаче алтернативи:

- Off-line: Ако документът, съдържащ MathML е предназначен за разглеждане локално, а не през Интернет, декларацията трябва да бъде:

```
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="mathml.xsl"?>
```

В този случай е необходимо на локалната машина заедно с документа да има копие на файловете: mathml.xsl, pmathml.xsl, stop.xsl и pmathmlcss.xsl.

- Presentation MathML : Ако документът съдържа само Presentation MathML, необходими са само pmathml.xsl и pmathmlcss.xsl. Ако само тези два файла бъдат използвани, визуализирането ще бъде по-бързо. Стилите трансформации, описани в mathml.xsl могат да служат за документи, съдържащи всякакъв вид MathML, включително Content Elements. Ако документът не съдържа Content MathML, тогава има алтернативна и много по-лесна стилова трансформация:

```
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="pmathml.xsl"?>
```

```
<?xml-stylesheet type="text/xsl"
  href="http://www.w3.org/Math/XSL/pmathml.xsl"?>
```

По този начин се избягва зареждането на XSLT, необходим за трансформиране на Content MathML към Presentation MathML, което е необходимо за визуализирането на Content MathML при някои платформи.

Указване на предпочитания. Тъй като може да се случи браузер да може да предложи повече от един начин за визуализация на MathML (например IE с Techexplorer plug-in [3] може също да визуализира уравнения, използвайки CSS визуализация), има начин да бъде указан предпочитаният метод. Това се постига чрез използването на атрибут, наречен renderer, принадлежащ на специално пространство от имена (namespace). Например в:

```
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="pmathml.xsl"?>
```

```
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"
```

```
  xmlns:pref="http://www.w3.org/2002/Math/preference"
```

```
  pref:renderer="css">
```

```
<head>...</head>
```

```
<body>...</body>
```

```
</html>
```

атрибутът renderer указва, че се предпочита CSS метод за визуализация на тази страница. Стойностите на атрибута renderer са: css: уравненията се визуализират посредством CSS (без plug-in); mathplayer-dl: води до издаване на съобщение да бъде инсталиран MathPlayer [2] ако е необходимо; mathplayer: използва MathPlayer behavior; techexplorer-plugin: използва Techexplorer plug-in [3]; techexplorer: указва, че се предпочита визуализация с Techexplorer [3].

Средства за генериране на MathML код с цел публикуване. С безспорно най-голяма популярност за момента са продуктите MathType и WebEQ [1]. И двете програми се отличават с малка ресурсоемкост, имат ниска цена и предлагат отличен

набор възможности. На сайта на фирмата се предлагат техни trial-версии, така че всеки би могъл да се убеди в това. MathType може да се използва самостоятелно, както и като редактор за уравнения към MS Word. WebEQ [1] от своя страна също може да бъде използван самостоятелно, а в момента се работи по проблема той да може да се интегрира в популярни софтуерни пакети за редактиране на XML като Epic на Arbortext и XMetaL на Corel. WebEQ [1] предлага и още много допълнителни възможности, които няма да бъдат разгледани в настоящата статия.

5. Сайт за биомоделиране. Използването на презентационен MathML в разработката на сайта „Математическо моделиране в биологията“ илюстрира как могат да бъдат преодолені голяма част от съществуващите проблеми при публикуване на математическо съдържание в Интернет и как може да се постигне по-добро качество при визуализация на математическата формула и възможност за по-гъвкаво опериране с нея [7]. За генериране на MathML кода са използвани възможностите на WebEQ [1]. Този продукт генерира по-прецизен код в сравнение с другия лидер в тази област MathType на същата фирма. От стиловете за трансформация, предлагани от W3C, за разработката на сайта са използвани само `pmathmlcss.xsl` и `pmathml.xsl` поради употребата само на тагове от презентационния MathML. Математическите формули на сайта са в областта на диференциалните уравнения и за изобразяването им са използвани съответните тагове от езика.

Сайтът се състои от осем теми посветени на различни математически методи използвани при моделиране в биологията, например „Моделиране нагъването на секвенции на РНК“, „Клетъчна мембрана — устройство и функции“, „Математически модели на йонни канали“ и т.н. Към темите „Построяване на логистичен модел с метода на най-малките квадрати“, „Епидемиологичен модел“ и „Кинетика на химически синапс“ има демонстрационни програми, които потребителят може да използва за да направи изчисленията, разгледани в темата, но с избрани от него параметри. Две от демонстрационните програми са реализирани посредством програмата за научни изчисления Matlab [5]. Тъй като за изпълнението на демонстрационната програма се използва съществуващият към MatLab уеб-сървър, то инсталирането на MatLab [5] или на друг специален софтуер на клиентската машина не е нужно. Третата демонстрационна програма е реализирана посредством езика Java.

Основни насоки за развитие на сайта са: 1) добавяне ежегодно на нови теми и демонстрационни програми към тях, 2) включване на повече активни елементи в темите — динамични изчисления, при които потребителят интерактивно променя параметрите на модела и получава нови решения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Design Science:WebEQ. <http://dessci.com/en/products/webeq>
- [2] Design Science: MathPlayer. <http://dessci.com/en/products/mathplayer/>
- [3] IBM: Techexplorer. <http://www-306.ibm.com/software/network/techexplorer/>
- [4] XSL (XSLT): <http://www.w3.org/Style/XSL/>
- [5] MatLab: <http://www.mathworks.com/>
- [6] D. CARLISLE et al. (Eds.): Mathematical Markup Language (MathML) Ver.2.0 (II Edition) W3C Recommendation, 2003. <http://www.w3.org/TR/2003/REC-MathML2-20031021/>
- [7] Математическо моделиране в биологията. <http://cose.math.bas.bg/BioModelling/>

Светлина Драгиева Драгова
e-mail: svetlinad@yahoo.com

MATHML BASED WEB-SITE FOR EDUCATION IN BIO-MODELLING

Svetlina D. Dragova

This work discusses the application of Presentation MathML as a markup language for quality web visualization and transfer of mathematical content. Considered are several practical aspects of the technology for the development of MathML based web sites and some recommendations for the best practice are given. The implementation and functional concepts of the developed web site for education in Mathematical Modelling in Biology are presented.