

Web 上における数式掲示板の開発

田畑 博光 (神戸大学 総合人間科学研究科 人間環境科学専攻 数理情報環境論講座)
tabata@main.h.kobe-u.ac.jp

1. はじめに

Web 上に小学校から大学までのあらゆる数学の質問に答えようという、掲示板が存在する。それらをここでは『数学質問掲示板』と呼ぶことにする。そこでは Web 上の掲示板に質問者が数学の質問を書き込み、大学生や現場教師などが質問に答えるというやりとりを行っている。その際に問題になることは、数式の表現方法である。

Web 上では現在、主に HTML を使って文章や画像などが表現されているが、HTML の表現力では数式を表現することは難しい。そこで考え出されたのが MathML という数学表記用マークアップ言語である。MathML を使うことで、Web 上に数式を表示することは出来るが、学生が MathML コードを直接入力することは非常に困難であり、現実的ではない。そこで、私は Web 上に容易に数式を入力できるツールの作成を目的とし、研究を行っている。

『数学質問掲示板』では数式の入力方法に関して、掲示板内でのルールが定められているものもある。ルールのほとんどは TeX に似ており、TeX に慣れた人には扱いやすい。しかし、それ以外の人には入力も難しく、さらに読むことも難しくなってしまう。そのような人たちにも手軽に数式を読み書きできる掲示板環境が必要である。

対象を学校段階に絞って考えた時に、小学生の利用者はそれほど複雑な数式を入力することは少ないという理由から、作成する数式入力ツールの対象を中学生・高校生とする。ここで重要になるのが操作性である。操作方法が直感的に分かるような GUI を備えることが必要である。

2. 用語解説

MathML

MathML は W3C により策定された数式表記用マークアップ言語である。XML のサブセットの一つであり、数学的な表記をする際、構造と内容の両方を書き表すことが出来る。HTML がテキストに機能性を与えたように、数学の情報が Web 上で公開・受信され、処理されるようにすることが MathML の目標である。

([W3C]<http://www.w3.org/TR/MathML2/> 参照)

XML(スキーマ、パーサ、DOM、SAX)

XML はインターネットの標準として W3C より勧告されたメタ言語である。メタ言語とは、言語を作る言語という意味である。つまり、ただ単に XML を使うだけで情報を記述することは出来ない。まず、情報を記述するための言語を XML を用いて作成し、それをを用いて情報を記述することになる。

XML におけるスキーマとは、XML 文書の構造を記述したものである。スキーマを記述するための言語をスキーマ言語という。

スキーマ言語が存在することによって、XML 文書の正しさがある程度まで自動的にチェックすることが可能になる。これにより、配送途中で壊れたり、何らかの理由で間

違った XML 文書が送信された場合でも、受信側で人間の手を介さずにチェックすることが可能になる。これは、電子商取引など、大量の XML 文書が飛び交う世界では必須の機能と言える。そのような場面では、人間がすべての XML 文書を読んでチェックすることは困難である。

またスキーマ言語には、言語を設計した者の意図を明確に記述するという役割もある。XML 文書を処理するアプリケーションプログラムを作成するプログラマは、構文上の疑問があるときは、処理する言語のスキーマを参照して、曖昧さを解消することになる。

XML 用のスキーマ言語には、DTD、XML Schema、RELAX NG、XML Data Reduced などがある。MathML に関しては W3C から DTD と XML Schema の形式でスキーマ言語が提供されている。

XML 文書は通常テキストファイルとして存在しているが、テキスト形式の XML を直接処理するアプリケーションソフトを記述することは手間が必要となる。XML 文書を読み込んで、よりアプリケーションソフトから利用しやすい形に処理するものが、XML パーサである。

通常、XML 文書を扱うアプリケーションソフトを記述する場合には、XML 文書を直接扱わず、XML パーサを経由させることが一般的である。また、XML 文書は不特定多数の情報交換に利用されることも多いため、機能に誤りがあると問題を引き起こす可能性があるため、実績が豊富な XML パーサを採用することが推奨される。

DOM とは XML パーサにアクセスするための API の 1 つであり、W3C が公式に公開した唯一の API である。DOM には、Level 1、2、3 などいくつかのレベルがある。レベルが大きい方が、より新しく高機能である。

DOM は、XML 文書を「DOM ツリー」と呼ばれるツリー構造として扱う。そのため、XML パーサが XML 文書全体を読み込んだ後でなければ、文書内のデータにアクセスすることができない。また、DOM ツリーは通常、メモリ上に展開されるため、その分メモリ容量も要求される。その代わりに、DOM を利用すれば、XML 文書内のデータの順番に関係なくアクセスできる。

DOM は公開された標準であるため、これに準拠した XML パーサが複数公開されている。DOM を用いてアプリケーションソフトを記述すると、そのアプリケーションから利用可能な XML パーサの選択の幅が広がると共に、不都合発生時に開発者が XML パーサを入れ替えることも、それほど困難ではない。

SAX とは XML パーサの標準 API の 1 つである。DOM と異なり、W3C ではなく、メーリングリストのメンバによって共同で開発された経緯を持つ。しかし、非常に有用であるため、現在ではデファクトスタンダードとなっている API である。

SAX は DOM と異なり、文書を先頭から順に読み込み、そこで発生したイベントを経由して情報をアプリケーション

ンプログラムに伝達する。DOMの場合はXML文書全体の構文解析が終了し、DOMツリーができるまではアプリケーションプログラムは何の情報も得ることはできない。しかし、SAXの場合は解析中に分かったことから順次伝達するため、構文解析の終了まで待たずに処理を開始できる。

また、DOMは巨大なXML文書を解析させた場合、それに応じたメモリを要求される。これに対して、SAXでは解析結果をイベントとしてアプリケーションプログラムに渡した後でそれを保持しないので、どんなXML文書でも、小さなメモリで解析することができる。

『@IT XML用語事典』

<http://www.atmarkit.co.jp/fxml/dictionary/indexpage/xmlindex.html>

3. 利用技術

Java + MathML (XML)

現在、一部のブラウザ(Mozilla, Netscape Navigator)では標準でMathMLを表示することが出来る。また、プラグインを組み込むことでMathMLを表示できるようになるブラウザもある。これらの状況から、数式をMathMLで表現することで、多くの利用者が閲覧できるようになる。閲覧することは可能だが、利用者がMathMLをコードで直接入力することは非常に困難である。そこで、Javaを使ってMathMLをグラフィカルに入力できるエディタを構築する。

JavaはXMLと親和性が強く、XMLデータを操作するためのAPIが揃っている。MathMLはXMLのサブセットなので同様にJavaとの親和性が強い。さらに、後述のFIGUEとデータバインディングを利用することにより、Javaを用いたMathMLエディタの構築が可能になる。

FIGUE

FIGUEは、フランスのINRIAによって開発された二次元レイアウトエンジンである。完全にJavaで書かれており、ソースは公開されているため、拡張・カスタマイズすることが可能である。また、FIGUEを自らのプログラムに組み込むことも許可されている。

FIGUEは洗練された動的なレイアウトが可能であり、MathMLを解釈し、表現することが可能である。よってこれをカスタマイズすることで、エディタ構築に利用することが出来る。

『FIGUE』

<http://www-sop.inria.fr/croap/figure/index.html>

データバインディング

データバインディングとは、XMLのツリー構造とJavaのオブジェクトモデルをマッピングするものである。XML文書をJavaのクラスに対応させるのではなく、構造そのものをJavaのクラスにマッピングする。オブジェクト指向言語にはクラス定義とインスタンスがあり、XML文書にも同様の構造定義とインスタンスと呼ばれる文書の部分がある。構造定義をJavaのクラス定義にマッピングすれば、XML文書中の属性値や要素で囲まれた値はJavaでは該当するインスタンスの状態として維持できるようになる。

データバインディングツールは具体的には、XML文書の構造定義であるスキーマを元に、そのXML文書を操作するCやJavaなどのプログラムを自動生成することができる。利用者は目的のプログラムを作る際に、この自動生成されたAPIを用いることにより、プログラミングの負担を軽減させることができる。

データバインディングツールにはJAXB、Castor、Relaxerなどがある。

『@IT 連載 役に立つXMLツール集(1)』

XMLをJavaにマップするデータバインディング』

<http://www.atmarkit.co.jp/fxml/rensai2/xmltool01/01.html>

4. 設計・プログラミング

開発するMathMLエディタはグラフィカルに操作できる必要があるため、Java Appletを使い入力パレットを用意することで、マウスを使いながら数式を構築できるようにする。構築中の数式は、数式の形式で表示されると同時にMathMLとしても表示される。構築できた数式はMathMLとして、掲示板に書き込むことが出来る。

プログラムは現在作成中である。

5. 考察

今後の展望

今回のプログラムでは掲示板への利用を念頭に置いて作成しているが、その他の利用方法としてWBTへの利用等が考えられる。

現在想定している入力方法としては、パレットからのグラフィカルな入力のみであるが、今後はMathMLソースからの編集、TeXからの編集にも対応させたい。