

視覚障害者学習支援のための MathML 変換

渡辺千晶 (指導教員: 浅本紀子)

1 はじめに

現代、日本には 366 万人もの多くの身体障害者がいる [1]。また年齢階層ごとの身体障害者の割合に着目してみると、高齢になる程割合が高い。加えて日本では高齢化が進行していることから、身体障害者は今後増加していくと考えられる。また近年、公共職業安定所を通じた身体障害者の新規求職件数、就職件数が共に上昇していることから、身体障害者の就労意識は高まってきているといえる。そして、2012 年に障害者の雇用率を 1.8% だったところを 2% に引き上げることが閣議決定され、2013 年から実施されている。しかし現在の障害者の民間企業の実雇用率は 2% 達成にはほど遠い。このように、求職中の身体障害者と雇用側との間には数の不釣り合いが生じている。身体障害者の就労をもっと増やすためには、彼らの享受する教育をより良いものにすることが必要である。身体障害者の学習には、障害の特性に応じた機能を使用できる教材があれば良いと考える。そこでオンライン学習は身体障害者の中でも視覚障害者が最も有効であると考え、視覚障害者の学習を補償するアプリケーションを作成したいと考えた。

2 背景

2.1 歴史

視覚障害者への情報提供手段の工夫は古くから試みられており、当初は紙に墨字を浮き出させて印刷した文字や、粘土板や木板に刻んだ文字等が用いられていた [2]。しかし視覚障害者にとってそれらは読むのに遅く、また書くのには非常に困難であった。そこで 1825 年にルイ・ブライユが、視覚障害者が文字を早く読めるように、そして読むだけでなく書くこともできるようにと、アルファベットを 6 つの点で表すという点字を考案した。その後点字が社会に浸透して教育と福祉が発展するようになると [3]、1970 年代以降に対面による書物や文書の朗読と、音響機器を用いた録音テープ等のメディア配布による、朗読サービスの始まりが見られるようになった。

点字を利用するためには点字の学習をする必要がある。また点字を図書にするとかさばるのでそれを運ぶのに移動が必要となり、視覚障害者にとって移動に伴う障害は、それが僅かであっても命の危険に繋がるため危険なものとなる。このように点字を利用するには情報入手や移動のために第三者の手助けが必要となる。実際に、視覚障害者の中で点字を利用している者の割合は 10% 程度と非常に少ない。朗読サービスも、ボランティア等の人に読んでもらうものであるために第三者の手助けが必要となる。

よっていずれも人的サービスのものであり、それには限界があるため、視覚障害者の学習も伸び悩むことになる。現状として [4]、全国の身体障害者における国立大学の学生の割合は約 2.5% と、非常に少ない。視覚障害者が自宅で自力で学習できる環境には、自動で

教材を読み上げる読み上げ機能があればいいと考えられた。その読み上げられる文書は電子化されたものであればいいと考えられた。そこで、文書を電子化するものとしてワードプロセッサが、画面読み上げ機能としてスクリーンリーダーが開発された。これらの開発により、視覚障害者は自力で読み書きが可能になり、視覚障害者と点字を学習していない健常者などとの間で容易に情報伝達ができるようになった。またここで、ワードプロセッサの発達を技術の面から見てみると、科学技術文書は以前はタイプライターで書かれていたり手書きであったりした。そこで 1978 年に東芝によってワードプロセッサが開発され、科学技術文書は綺麗な図や表を含めるようになり、わざわざ紙に印刷しなくても web 上で見るできるようになった。そしてコンピュータで科学技術文書を記述するのが普及し、数式を記述するために $\text{T}_\text{E}\text{X}$ 、MathML が開発された。

2.2 $\text{T}_\text{E}\text{X}$

$\text{T}_\text{E}\text{X}$ は、Donald E. Knuth が数式を含む印刷物をより美しく見せるために開発した [5]、数式を記述するためのフリーソフトウェアである。数式をきちんと表示することだけが考えてられており、ソースコードは短く書ける。また Windows, OS X, Linux OS, BSD 系 OS, Android OS, iOS などの幅広いブラウザで表示できる。

2.3 MathML

MathML は XML アプリケーションの一つで、W3C [6] によって勧告された数式を記述するためのマークアップ言語である。単体では記述しかできないため、文書として利用するには XHTML ファイルに埋め込む。表示できるブラウザは Firefox, Opera, Safari である。MathML にはプレゼンテーション形式とコンテンツ形式という二種類の書式がある。前者は文字の大きさや位置関係を指定してレイアウト構造を定めるものであって概念は $\text{T}_\text{E}\text{X}$ と同様であり、後者はオペレーターや引数などの数式要素を定義してから数式の意味

```
<mrow>
<apply>
  <eq/>
  <apply>
    <plus/>
    <apply>
      <power/>
      <ci>x</ci>
      <cn>2</cn>
    </apply>
    <apply>
      <times/>
      <cn>4</cn>
      <ci>x</ci>
    </apply>
    <cn>4</cn>
  </apply>
  <cn>0</cn>
</apply>
</mrow>
```

表記: $x^2 + 4x + 4 = 0$.

図 1: MathML の例

を厳密に表現するものである。このように MathML は数学上の表記法と意味の両方を符号化できることが特徴であり、数式処理システムやスクリーンリーダーなどへの応用を目標とされている。

2.4 スクリーンリーダー

スクリーンリーダーとは、コンピュータの画面情報を合成音声に出力するソフトウェアである。視覚障害者がコンピュータを操作できるようにするために開発されたもので、コンピュータや携帯電話に搭載されている。これによって視覚的に使うことが必要であるマウスに変わり、情報を音声で読み上げることによってその操作を補助することができる。Mac OS X, iOS, iPod には標準で Voice Over が、Windows 標準ではナレーターが、Linux 標準では BRLTTY が搭載されている。他の Windows 対応の有名なソフトを挙げると、有料のものは PC-Talker, JAWS, 95Reader, VDM シリーズ, FocusTalk、オープンソースのものは NVDA などである。また上に挙げたスクリーンリーダーは全て日本語に対応している。

2.5 関連研究

L^AT_EX ファイルを MathML のプレゼンテーション形式に変換するプログラムとして TtM、紙に印刷された数式や手書きにより認識した数式を OCR によって MathML のプレゼンテーション形式や L^AT_EX や点字に変換出力するプログラムとして Infty などが開発されている。

3 コンテンツ形式への変換

3.1 プレゼンテーション形式の問題点

視覚障害者が数式を学習する手法として、スクリーンリーダーを使って MathML で記述された数式を読み上げさせるといったものが普及しているが、問題点がある。プレゼンテーション形式で記述された数式中には、ブラウザ上での表示はコンテンツ形式のものと同じであっても、スクリーンリーダーで読み上げさせると本来とは異なった意味の数式になってしまうものがある。例えば $\frac{dx}{dy}$ の数式については、これがコンテンツ形式で記述されたものだと微分記号として読み上げられるが、プレゼンテーション形式で記述されたものだと分数として読み上げられてしまう。しかしこの例だと“ dx 分の dy ”という分数として読み上げられた音声を聞いて、確かに本来の意味とは違うが考えれば微分記号のことであろうと意味は通じる程度である。ここでソースコードが数式と似てもおらず意味が全く異なる例を次に挙げる。 ${}_nC_r = \binom{n}{k} = \binom{n}{k}$ の式の中辺と右辺は同じ表示だが、ソースコードは異なる。中辺のものは本来の二項係数を表示させる書き方だが、右辺のものは括線の太さを 0 にした $\frac{n}{k}$ を大括弧でくくった書き方であり、 $\frac{n}{k}$ の分数と認識される可能性がある。

3.2 実装

そこで本研究では、プレゼンテーション形式の MathML より一般的な、更にソースコードが短い T_EX の数式ソースコードをコンテンツ形式の MathML に変換するアプリケーションを提案する。また T_EX で簡易的に記述された数式を数式処理システムが正しく

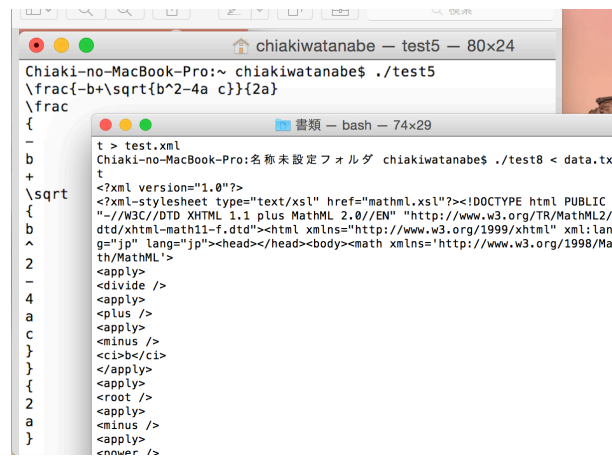


図 2: LEXER を用いた分割結果 (後) 変換の実行結果 (前)

読み込めない際に、変換後の数式をシステムの入力に受け渡すことができるようにすることも本研究の目標のひとつとする。

2 次方程式の解の公式を変換する例でプログラムの流れを説明する。変換する T_EX コードを、LEXER という文字を意味を持つコードの最小単位に分割してくれる字句解析プログラムにかけて、数式を分割する。コンテンツ形式の書き方に \pm がないため、ここでは + として実行する。

そして分割したものを配列要素とした文字列にして変換プログラムに読み込ませ、変換させる。

4 まとめ

視覚障害者のスクリーンリーダーを利用した数式のオンライン学習を支援するため、数式の T_EX コードをコンテンツ形式の MathML コードに変換するアプリケーションを考案した。今後は、中括弧と '±' の処理の仕方を考え、そして数式の前後の文脈によってその数式のコードを変えるかの判断を行えるようにしたい。

参考文献

- [1] <http://www.mhlw.go.jp/bunya/shougaioken/service/shurou.html> (2016/2/3/閲覧)
- [2] <http://www.edu.city.yokohama.jp/sch/ss/yokomou/eyes/ictknow/ictkatuyou/mojinorekisi/> (2016/2/3 閲覧)
- [3] <http://current.ndl.go.jp/node/17981> (2016/2/3/閲覧)
- [4] 大武信之「視聴覚障害者高等教育支援のための文書処理システムの開発」お茶の水女子大学大学院人間文化研究科博士(理学)学位論文; 博乙第 174 号 (2002).
- [5] <http://ascii.asciimw.jp/books/books/detail/4-7561-4411-X.shtml> (2016/2/3/ 閲覧)
- [6] <https://www.w3.org/Math/> (2016/2/3/閲覧)