

視覚障害者のための板書を伴う授業環境提供に関する研究開発

15300288

平成 15 年度～平成 18 年度科学研究費補助金

(基盤研究(B)) 研究成果報告書

平成 19 年 3 月

研究代表者 大 武 信 之

筑波技術大学 障害者高等教育研究支援センター 教授

はしがき

視覚障害者を対象に授業を行うには、使用される教科書に対して、全盲には教科書を点訳した点字図書を、弱視には視力に合った拡大図書を事前に用意しなければならない。しかしながら、実際の講義・授業等において使用されるのは事前に用意された教科書だけではなく、板書を伴った講義をもって進行する。講義中に板書される内容は、事前に用意されるものではなく、たとえ用意したとしても学生から質問があれば、準備通りに講義・授業が進むものでもない。従って、視覚障害者を対象とした講義・授業を行うには、板書内容をリアルタイムで読める環境を提供する必要がある。

本課題では、板書される内容を日本語部分と他の記号部分に分離し解析を行い、点字出力までを目指した。全ての手書き板書内容を認識することは容易ではないため、縦書きの日本語は解析対象から除外し、横書きに板書される授業は、理数系の講義・授業を想定した。文化系講義科目は、日本語と横書きアルファベットが認識できれば問題はないため、本課題では理数系講義を対象としているが、文化系科目も網羅できる。理数系科目は、数学・物理・化学など分野ごとに使用される記号が異なり、数学では数式が、化学では化学式が使われ、特に有機化学ではベンゼン環に代表される特殊な記号が使用される。本課題では、日本語と数式を認識対象とし、特殊な理化学記号は対象外とした。この条件下であっても、物理で使用される式および記号はかなり網羅でき、化学式においてもある程度数式と同様に認識を行うことが出来る。オンライン手書き文字認識・数式認識を用いて、板書内容をコード化できれば、弱視者には拡大文字にリアルタイムで変換することは容易で、全盲用にはこれまで育んできた自動点訳技術を組み込むことで、ピン・ディスプレイに点字として表示可能である。なお、板書内容の表示には、通信手段としてインターネットを用いる。これにより、健常者(晴眼者)のための遠隔講義システムにも利用可能な環境が構築可能である。視覚障害者用リアルタイム授業環境を提供することで、受講者と講義担当者の双方が抱えていた問題を解消する。

一方、点字に出力するには、統一された点字コードを用いないことには、使用者の利便性が損なわれる。点字には様々な体系が存在し、墨字における文字や数式は世界共通であるにも関わらず、点字における記号体系は、同一国内においても複数の体系が存在する。この問題を解決するため、世界共通点字コードの統一を図るため、国際点字委員会への参加と、日本案の提案を積極的に行う。

研究組織

- 研究代表者： 大武信之 (筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・教授)
研究分担者： 鈴木昌和 (九州大学・大学院数理学研究院・教授)
研究分担者： 藤芳 衛 (独立行政法人 大学入試センター・研究開発部・教授)
研究分担者： 金堀利洋 (筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・助教授)

交付決定額（分配額）

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合 計
平成 15 年度	5,800,000	0	5,800,000
平成 16 年度	4,200,000	0	4,200,000
平成 17 年度	3,600,000	0	3,600,000
平成 18 年度	2,700,000	0	2,700,000
総 計	16,300,000	0	16,300,000

研究発表

(1) 学会誌等

1. 大武信之, 金堀利洋: XML 数式意味記述のための半自動変換, 情報科学技術フォーラム 2003, Vol. 2, pp. 265-267, 2003 年 9 月.
2. Nobuyuki OHTAKE, Toshihiro KANAHORI:
A conversion Tool for Mathematical Expressions in Web XML Files, Journal of Visual Impairment and Blindness, Vol. 97, Num. 11, pp. 713-719, 2003 年 11 月.
3. 藤芳衛: 法科大学院適性試験のユニバーサル・デザインーデジタル音声試験と点字試験の設計一, 大学入試研究ジャーナル, No. 14, pp. 15-24, 2004 年 3 月.
4. Mamoru FUJIYOSHI, Nobuyuki OHTAKE, et. al.: The Development of Unified Japanese Braille Code Based on the Unicode, International Council on English Braille, Toronto, Canada, Vol. 1, pp. 1-43, 2004 年 4 月.
5. Masakazu SUZUKI, Toshihiro KANAHORI, Nobuyuki OHTAKE, Katsuhito YAMAGUCHI:
An Integrated OCR Software for Mathematical Documents and Its Output with Accessibility, Lecture Notes in Computer Science, pp. 648-655, No. 3118, Springer, 2004 年 7 月.
6. 藤芳衛, 藤芳明生: 司法試験短答式試験のユニバーサル・デザインー点字試験の試験時間延長率の推定と音声試験の設計一, 大学入試研究ジャーナル, No. 15, pp. 27-34, 2005 年 3 月.
7. 長岡英司, 加藤宏, 大武信之, 藤井亮輔, 金堀利洋, 小野瀬正美:
重度視覚障害者によるプレゼンテーションの方法とその教育に関する研究, 第 11 回松下教育助成成果報告集, pp. 186-199, 2005 年 9 月.
8. 藤芳衛, 藤芳明生, 柿澤敏文: 司法試験短答式試験のユニバーサル・デザインー弱視受験者に対する試験時間延長率の推定と拡大文字問題冊子の改善一,
大学入試研究ジャーナル, No. 16, pp. 49-58, 2006 年 3 月.
9. Toshihiro KANAHORI, Masakazu SUZUKI: Scientific PDF Documents Reader with Simple Interface for Visually Impaired People, Lecture Notes in Computer Science, No. 4061, pp. 48-52, Springer, 2006 年 7 月.
10. Mamoru FUJIYOSHI, Akio FUJIYOSHI: A New Audio Testing System for the Newly Blind and the Learning Disabled to Take the National Center Test for University Admissions, Lecture Notes in Computer Science, No. 4061, pp. 801-808, Springer, 2006 年 7 月.
11. Toshihiro KANAHORI, Masakazu SUZUKI: Refinement of digital documents through recognition of mathematical formulae, International Workshop on Document Image Analysis for libraries, DIAL2006, IEEE Computer Society, Library of Congress Number 2006923027, ISBN 0-7695-2531-8, pp. 297-302, 2006 年 7 月.
12. 藤芳衛: 海外における障害受験者用音声問題の出題状況とタブレット PC 音声問題の試作, 大学入試センター, 大学入試フォーラム, No. 29, pp. 68-74, 2006 年 12 月.
13. 金堀利洋, 鈴木昌和: PDF 中のテキスト情報を利用した視覚障害者のための英文 PDF 科学技術文書読取りシステム, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J90-D, No. 3, pp. 708-714, 2007 年 3 月.
14. 藤芳衛, 藤芳明生, 柿澤敏文: 大学入試センター試験のユニバーサル・デザインー学習障害者と中途失明者の受験を可能にするデジタル音声問題出題システムの評価一,
大学入試研究ジャーナル, No. 17, pp. 15-24, 2007 年 3 月.

(2) 口頭発表

1. 藤芳衛：視覚障害者の触読図の作成を可能にするプロッタ・システムの開発，電子情報通信学会・技術研究報告，WIT2003-52，pp.7-12，2004年3月。
2. 長岡英司，加藤宏，大武信之，藤井亮輔，金堀利洋，小野瀬正美：重度視覚障害者によるプレゼンテーションの現状，電子情報通信学会・技術研究報告，WIT2004-64，pp.25-30，2005年1月。
3. 金堀利洋，鈴木昌和：視覚障害者のためのPDF科学技術文書読み取りシステム，電子情報通信学会・技術研究報告，WIT2005-2，pp.7-10，2005年5月。
4. 藤芳衛，堀江祥仙，藤芳明生，石崎喜晴：テストのユニバーサル・デザインー学習障害者と中途失明者の受験を可能にする大学入試センター試験用音声問題出題システムの開発一，電子情報通信学会・技術研究報告，WIT2005-74，pp.1-6，2006年3月。
5. 金堀利洋，仲正幸，鈴木昌和：数学文書点訳における文書構造処理インターフェイス，電子情報通信学会・技術研究報告，WIT2006-89，pp.1-6，2007年1月。
6. 金堀利洋，橘美紗，鈴木昌和：漢字の詳細読み付き点字データ形式と点字ビューワ，電子情報通信学会・技術研究報告，WIT2006-115，pp.61-66，2007年3月。
7. 藤芳衛，藤芳明生，大武信之，山口雄仁：ユニバーサル・デザインによる視覚障害者用触読図作成システムの開発，電子情報通信学会・技術研究報告，WIT2006-117，pp.73-78，2007年3月。

(3) 出版物

1. 藤芳衛，大武信之 他：Unicodeによる点字記号の世界的統一と統一英語点字記号，独立行政法人大学入試センター・研究開発部・試験環境研究部門発行，2005年3月25日。

Title	XML数式意味記述のための半自動変換
Author(s)	大武信之, 金堀利洋
Citation	情報科学技術フォーラム2003, Vol.2, p.265-267
Issue Date	2003年9月
Rights	©社団法人電子情報通信学会, ©社団法人情報処理学会
License	10TD0031

大武 信之†
Nobuyuki Ohtake

金堀 利洋†
Toshihiro Kanahori

1. はじめに

現在インターネット上で、ホームページの記述は HTML (Hyper Text Markup Language) が主流だが、今後は Web 記述言語として、SGML のサブセットである XML (eXtended Markup Language)[1] の使用が増えるであろう。XML では数式記述が MathML[2] で定められており、これまで画像データであった数式が MathML で記述されれば、Semantic Web としての利用が可能である。また数式記述が画像情報ではないため、スクリーン・リーダーの利用者である視覚障害者も数式にアクセス可能になる。ここでは XML における数式意味記述のための自動変換と、その問題点について述べる。

公開されている定義書 [2] には、MathML を使用する上での利便性と共に、視覚障害者が使用する上での有効性が説かれている。視覚障害者に関する配慮は、合衆国の著作権法リハビリテーション法の改正と、アクセシビリティ[3] の考え方が浸透してきた結果である。MathML 使用上の利便性とは、Mathematica (Wolfram Research Inc.) に代表される数式ソフトウェアや表計算ソフトウェア等への応用を指す。MathML は、記述方法の自由度が高い \LaTeX に対して厳密な数式記述が可能で、文脈依存や曖昧性を除去した記述が行えるため、数式の読み上げを行うための音声化に有効である。W3C のワーキンググループでは、全盲である T.V. Raman[4] の経験と助言を、MathML の開発に役立てている。

2. 数式記述

2.1 MathML 記述形式

XML における数式記述言語である MathML は、 \LaTeX 同様の記号の配置を定める記述に従った表示 (presentation) 形式と、数式の意味を含めた意味 (content) 形式による書き方の 2 つの定義がある。

1. 表示形式 presentaion
2. 意味形式 content

2 次方程式 $ax^2 + bx + c = 0$ の解の公式を、 \LaTeX では 1 行 ($x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$) で記述可能だが、MathML では付録 B のように膨大であるため、MathML を \LaTeX のように手作業で記述するのは容易ではない。現在 \LaTeX の数式を、MathML に変換するツールがいくつか存在するが、ほとんどが表示形式に変換するもので意味形式に変換するものは稀有である。我々も手書き数式を表示形式へ出力するツールを、2000 年 Infty[5] で実現している。ここでは、MathML の表示形式に出力されたものを意味形式に自動変換 (例: 図 3 から図 4 への変換) を行い、MathML の利用価値を高める。

2.2 表示形式・意味形式

数式を \LaTeX で記述する場合、 \LaTeX の書き方は自由度が高い。例えば、定積分の範囲は、積分記号に下付き

添字と上付き添字で積分の範囲を指定するが、上付きと下付きを逆にしても、表示は以下のように同じである。

$$\left. \begin{array}{l} \int_0^1 f(x) dx \\ \int_0^1 f(x) dx \end{array} \right\} \rightarrow \int_0^1 f(x) dx$$

上記積分の式において、積分範囲 $[0, 1]$ を下限～上限で記述するのが自然だが、逆 (上限～下限) に記述しても \LaTeX では問題ない。また、同一の表示に対し、異なる命令で記述することも可能である。

$$\frac{a}{b}, \{a\}\over{b} \rightarrow \frac{a}{b}$$

\LaTeX による数式記述は、記号の配置位置を記述するもので、意味記述は含まれていない。例えば、次の数式は、 \LaTeX では共に分数として記述する。

$$\frac{y}{x} \rightarrow \frac{y}{x} \quad \frac{dy}{dx} \rightarrow \frac{dy}{dx}$$

一般に上記の式は、左式を分数、右式を微分記号とみなして読む。 \LaTeX は表示形式のみの記述で、微分記号を分数でしか記述できないのに対して、MathML では微分としての意味記述が行える。また表示からもその違いが分かるように、MathML では分数式と微分記号を区別して表示している。具体的には、MathML が表示可能なブラウザ上では、斜体の d と直立記号の d でその違いが分かる。

3. 意味記述変換

3.1 MathML 変換プログラム

前述 (2.1 節) の既開発済 Infty[5] 以外にも、 \LaTeX や数式エディタから MathML を出力するプログラムが既に存在する。W3C[2] は、IBM techexplorer, Mathcad, MathType, TtM, TtH, LaTeX2HTML, BraMaNet, ConTeXt, MathPlayer, WebEQ, EzMath, Maple, mathmled, GtkMathView, Meditor, Publicon 等を紹介している。これら既存ソフトあるいは Infty[5] を用いれば、XML 形式ファイルが得られ、数式は表示形式による MathML として出力される。本システムの流れは図 1 の通りである。

MathML の表示形式は数式記号が線型に配列 (例: 図 2, 3) されており、これらの意味解釈を行いながら、木構造の意味形式 (例: 図 2, 4) への変換を再帰的に C で記述した。パターン修正とは前述の $\frac{dy}{dx}$ が分数ではなく微分になる記号など、出現頻度が高く一般的によく使用されるものを自動的に訂正するものである。ただし次式、

$ X $	$ Y $	$ Z $
絶対値	行列式	濃度

†筑波技術短期大学, Tsukuba College of Technology

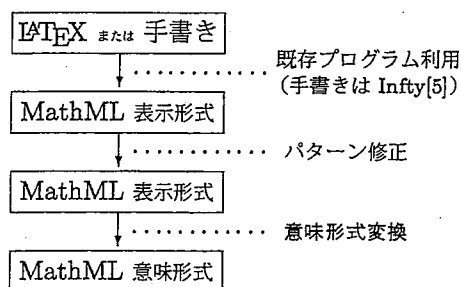


図1: 変換手順

縦棒 | により表現されるこれらの式は、縦棒 | のみでは意味を判断しかねるため、自動変換から除外する。

3.2 属性解析

MathML のタグは <tag-name> という形式だが、タグ名後に空白を置き、属性記述が行える。属性は <tag-name attribute> で記述され、タグ名に続く属性を解析するには、いくつかの問題がある。

次式は、全く同じ意味であるが、右式では属性部で空白を付加することで、式が読みやすくなる。

$$\frac{a+b+d}{a+b+c+d} \quad \frac{a+b}{a+b+c+d} + d$$

空白を付加することで、読みやすさの工夫を図っているだけで、左式と右式において意味上の相違はない。

しかし、次の行列の例では、

$$\begin{pmatrix} \cdots & \circ & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \cdots & 0 & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{pmatrix}$$

属性部分で文字サイズを指定することで、1要素がゼロであるか、上三角部分がゼロであるかの違いを、属性で表現している。文字サイズ変更で行列の意味が異なり、MathML の表示記述を読むだけで意味を理解するのは容易ではない。実際に表示された数式を確認することで、はじめて意味を理解できる。

$$\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

```

<mfenced>
  <mfrac>
    <mi> a </mi>
    <mi> b </mi>
  </mfrac>
</mfenced>
  <mfenced>
    <mfrac linethickness="0">
      <mi> a </mi>
      <mi> b </mi>
    </mfrac>
  </mfenced>

```

上記左式は、丸括弧内に分数が記述されているが、右式属性部分は分数の線の太さがゼロである。表示はベクトルとなり、タグが同じでありながら、属性指定で右式と左式は全く異なった意味を持つ。

上記3例は属性の指定で、数式の意味解釈に影響を与えるものと、与えないものがあり、これらを自動的に判定することは困難である。本システムではパターンで

吸収できるものは自動修正するが、表示を確認しないと意味が取れないものもあり、MathML の記述の自由度を吸収できないため、手作業による修正も含まれるため半自動化の段階にある。

3.3 有効性

MathML における表示形式記述は、IATeX 同様に表示される式が正しいければ記述方法の自由度は高く、表示形式の記述のみから数式の意味を抽出するのは、節 2.1, 2.2 で示した例のように難しい面がある。本システムも半自動化の段階にあるが、MathML の意味形式を得ることは非常に意味のあることで、今後 MathML の使用変更に従い、本システムを改良していくことは有意義であり、数式ソフトウェア、表計算、読み上げ等にも有効な Web 資源となる。

4. まとめ

次世代の Web 技術として注目を集めているのが、意味を理解する Semantic Web である。Semantic Web が要求するタグ付を、一般ユーザは容易に行えないが、Semantic Web が構築されれば、Web 上の情報は巨大な知識データベースとなる。その応用として、電子商取引に代表される e-business (e-commerce)、効率の良いシステム開発におけるプログラムの自動合成、知識表現や推論機構を持った人工知能開発など応用分野の広がりが期待される。ここで示した MathML の数式意味記述への変換システムは、Semantic Web 構築のためのツールともなる。

現状で MathML を認識するブラウザが Amaya, Mozilla, IBM techexplorer 等と少数で、日本語化も遅れている。またブラウザに表示される数式は、IATeX の表示を見なれた者にとり、バランスが悪く活字自体も美しい表示とは言えない。MathML 対応ブラウザであっても、その数式表示が貧弱であるため、添字等の活字のバランスが悪く、正しく表示されているか確認が取れないほど、MathML に関してブラウザの対応は遅れているが、周辺ソフトの充実とともに XML の普及が図られると、視覚障害者にとっても福音となる。さらにブラウザが、化学式を扱う ChemicalML や、楽譜を記述する MusicML 等の対応も行われると、より利便性は高くなる。

参考文献

- [1] XML, <http://www.w3.org/XML/>
- [2] MathML, <http://www.w3.org/pub/WWW/TR/REC-MathML/>
- [3] Ohtake, N., Ogawa, Y. and Yonezawa, Y.: *Improved Accessibility System — Communication Environment for the Visually Handicapped*, Electronics and Communications in Japan, Part 3, Vol.79, No.8, pp.56-63, 1996.
- [4] Raman, T. V.: *Audio system for technical readings*, Thesis (Ph.D.), Cornell University, 1994.
- [5] Fukuda, R., Ohtake, N. and Suzuki, M.: *Optical recognition and Braille transcription of mathematical documents*, Proceedings of the 7th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICHP), pp.711-718, 2000.

A 積分の例

積分の式を $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ による記述と, MathML で表示形式と意味形式で記述した例. MathML における意味形式は, 2通りある.

$$\int_a^b f(x) dx$$

$\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X} \rightarrow \backslash \text{int_a}^b f(x) dx$

表示形式記述

```
<mrow>
  <msubsup>
    <mo>&int;</mo> <mn>a</mn> <mn>b</mn>
  </msubsup>
  <mrow>
    <mi>f</mi> <mo>&ApplyFunction;</mo>
    <mrow>
      <mo>( </mo> <mi>x</mi> <mo>)</mo>
    </mrow>
    <mo>&InvisibleTimes;</mo>
    <mrow>
      <mo>&DifferentialD;</mo> <mi>x</mi>
    </mrow>
  </mrow>
</mrow>
```

意味形式記述 1.

```
<apply>
  <int/> <bvar><ci>x</ci></bvar>
  <interval><cn>a</cn><cn>b</cn></interval>
  <apply><fn><ci>f</ci></fn><ci>x</ci></apply>
</apply>
```

意味形式記述 2.

```
<apply>
  <int/> <bvar><ci>x</ci></bvar>
  <lowlimit><ci>a</ci></lowlimit>
  <uplimit><ci>b</ci></uplimit>
  <apply><fn><ci>f</ci></fn><ci>x</ci></apply>
</apply>
```

図 2: 積分の例

B 2次方程式の例

2次方程式 $ax^2 + bx + c = 0$ の解,

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

を $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ による記述と, MathML で表示形式と意味形式で記述した例.

$\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X} \rightarrow x = \text{frac}\{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}\}{2a}$

```
<mrow>
  <mi>x</mi>
  <mo>=</mo>
  <mfrac>
    <mrow>
      <mrow>
        <mo>-</mo>
        <mi>b</mi>
      </mrow>
      <mo>&PlusMinus;</mo>
      <msqrt>
        <mrow>
          <msup>
            <mi>b</mi>
            <mn>2</mn>
          </msup>
          <mo>-</mo>
          <mrow>
            <mn>4</mn>
            <mo>&InvisibleTimes;</mo>
            <mi>a</mi>
            <mo>&InvisibleTimes;</mo>
            <mi>c</mi>
          </mrow>
        </mrow>
      </msqrt>
    </mrow>
    <mrow>
      <mn>2</mn>
      <mo>&InvisibleTimes;</mo>
      <mi>a</mi>
    </mrow>
  </mfrac>
</mrow>
```

図 3: 表示 (presentation) 形式

```
<apply>
  <eq/>
  <ci>x</ci>
  <apply>
    <divide/>
    <apply>
      <mo>&PlusMinus;</mo>
      <apply>
        <minus/>
        <ci>b</ci>
      </apply>
      <apply>
        <root/>
        <apply>
          <minus/>
          <apply>
            <power/>
            <ci>b</ci>
            <cn>2</cn>
          </apply>
          <times/>
          <cn>4</cn>
          <ci>a</ci>
          <ci>c</ci>
        </apply>
      </apply>
      <cn>2</cn>
    </apply>
  </apply>
  <times/>
  <cn>2</cn>
  <ci>a</ci>
</apply>
</apply>
```

図 4: 意味 (content) 形式

この部分は以下の論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「A conversion Tool for Mathematical Expressions in Web XML Files」

Journal of Visual Impairment and Blindness,
Vo1. 97, Num. 11, pp. 713–719, 2003

この部分は以下の論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「法科大学院適性試験のユニバーサル・デザイン ―デジタル音声試験と点字試験の設計―」

大学入試研究ジャーナル (14), 15-24, 2004

この部分は以下の論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「The Development of Unified Japanese Braille Code Based on the Unicode」

International Council on English Braille, Toronto, Canada,
Vol.1, pp.1-43, 2004

この部分は以下の論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「An Integrated OCR Software for Mathematical Documents and Its Output with Accessibility」

Lecture Notes in Computer Science, Springer, No. 3118, pp. 648–655, 2004

この部分は以下の論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「司法試験短答式試験のユニバーサル・デザイン 一点字試験の試験時間延長率の推定と音声試験の設計」

大学入試研究ジャーナル (15), 27-34, 2005

この部分は以下の論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「重度視覚障害者によるプレゼンテーションの方法とその教育に関する研究」

第11回松下教育助成成果報告集, pp. 186-199, 2005

この部分は以下の論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「司法試験短答式試験のユニバーサル・デザイン ―弱視受験者に対する試験時間延長率の推定と拡大文字問題冊子の改善―」

大学入試研究ジャーナル (16), 49-58, 2006

この部分は以下の論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「Scientific PDF Documents Reader with Simple Interface
for Visually Impaired People」

Lecture Notes in Computer Science, Springer, No. 4061, pp. 48–52, 2006

この部分は以下の論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「A New Audio Testing System for the Newly Blind and the Learning Disabled to Take the National Center Test for University Admissions」

Lecture Notes in Computer Science, Springer, No.4061, pp.801-808, 2006

この部分は以下の論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「Refinement of digital documents through recognition of mathematical formulae」

International Workshop on Document Image Analysis for libraries,
DIAL2006, IEEE Computer Society, Library of Congress
Number2006923027, pp.297-302, 2006

この部分は以下の論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「海外における障害受験者用音声問題の出題状況とタブレットPC音声問題の試作」

大学入試センター Forum (29), 68-74, 2006

ここに挿入されている論文

「PDF 中のテキスト情報を利用した視覚障害者のための英文 PDF 科学技術文書読取りシステム」

は、本学機関リポジトリに登録されていますので、こちらをご覧ください。



<http://hdl.handle.net/10460/969>

この部分は以下の論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「大学入試センター試験のユニバーサル・デザイン ―学習障害者と中途失明者の受験を可能にするデジタル音声問題出題システムの評価―」

大学入試研究ジャーナル (17), 15-24, 2007

この部分は以下の雑誌掲載論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「視覚障害者の触読図の作成を可能にするプロッタ・システムの開発」

なお、論文掲載誌発行元のホームページには論文情報が掲載されています。
詳しくは下記のリンク先をご覧ください。

<http://db.ieice.org/gakkai/show.php?id=155644>

CiNii（国立情報学研究所 論文データベース・サービス）では論文の全文または一部が公開されています。詳しくは下記のリンク先をご覧ください。



<http://ci.nii.ac.jp/naid/110003173353>

この部分は以下の雑誌掲載論文で構成されています。

Title<JP>	重度視覚障害者によるプレゼンテーションの現状		
Title<EN>	Current Situation of Presentation by People with Severe Visual Impairment		
Author(s)	長岡英司 加藤宏 大武信之 藤井亮輔 金堀利洋 小野瀬正美		
Citation	信学技報 WIT Vol.2004 No. 639 pp.25-30 2005 年 01 月		
Abstract<JP>	<p>プレゼンテーションは、社会生活の様々な場面で行われている重要な伝達行動である。近年、これに PC が活用されるようになり、視覚情報を効果的に用いる伝達精度の高いプレゼンテーションが一般的になった。それは、重度視覚障害者にとっては不利な状況をもたらされたことを意味する。そこで、プレゼンテーションを行うことについての重度視覚障害者の現状をアンケートによって調査した。その結果、一部で PC の活用が始まってはいるものの、点字や音声出力などによるアクセスツールが未整備なために十分な効果が得られていないこと、依然として補助者への依存の度合いが高いこと、状況の改善を望む声強いことなどが明らかになった。</p>		
Abstract<EN>	<p>Presentations are an important means of information transmission in modern society and electronic media are generally used. This has become a new barrier for people with severe visual impairment. We conducted a survey to gather information about the conditions of the visually impaired in connection with giving presentations. We found that although some severely visually-impaired people are using the PC for presentations, difficulties, i.e., insufficiency of access tools, (e.g., Braille output, speech output etc.), still exist for those who would like to independently prepare and give a presentation and sighted assistance is sometimes still required.</p>		
Rights	©社団法人電子情報通信学会	License	10GB0046

CiNii(国立情報学研究所 論文データベース・サービス)では論文の全文または一部が公開されています。詳しくは下記のリンク先をご覧ください。
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110003204209>



この部分は以下の雑誌掲載論文で構成されています。

Title<JP>	視覚障害者のための PDF 科学技術文書読み取りシステム
Title<EN>	Scientific PDF Document Reader for Visually Impaired People
Author(s)	金堀利洋 鈴木昌和
Citation	信学技報 WIT Vol.2005 No. pp.7-10 2005 年 05 月
Abstract<JP>	<p>Web アクセシビリティの意識が浸透しつつある一方で、情報が PDF として提供される流れが加速している。配布されている PDF には文字情報が、人が読む順序と異なる順番に埋め込まれていて、視覚障害者がその内容を読み取る事は困難な場合が多い。また、数式の情報が読み取れる形で入っていることはほとんど無い。今回、特に数式や表を含んだ科学技術文書を対象とし、PDF に既に埋め込まれている文字情報を抽出し、一方で、PDF を画像として認識し、認識結果と抽出した文字情報を組み合わせ、質の高い、アクセシブルな文書情報を PDF から取り出すことを目的とするシステムのプロトタイプを示す。</p>
Abstract<EN>	<p>The awareness of Web Accessibility is widely spreading to society, but then a lot of contents are provided as PDF files on the Web. In many provided PDF files, information of characters is not embedded in the proper reading order. Furthermore, information of mathematical formulae is rarely imbedded in an accessible way. Therefore, it is very difficult to read the scientific PDF documents correctly for visually impaired people. In this report, we present a prototype of a system which can provide high-quality and accessible document information of a scientific PDF documents, especially containing mathematical formulae or tables, by combining extracted character information from the PDF documents and recognition results by recognizing their printed images.</p>
Rights	©社団法人電子情報通信学会

CiNii(国立情報学研究所 論文データベース・サービス)では論文の全文または一部が公開されています。詳しくは下記のリンク先をご覧ください。
<http://ci.nii.ac.jp/naid/10016435062>



この部分は以下の雑誌掲載論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「テストのユニバーサル・デザイン-学習障害者と中途失明者の受験を可能にする大学入試センター試験用音声問題出題システムの開発-」

なお、論文掲載誌発行元のホームページには論文情報が掲載されています。
詳しくは下記のリンク先をご覧ください。

<http://db.ieice.org/gakkai/show.php?id=173687>

CiNii（国立情報学研究所 論文データベース・サービス）では論文の全文または一部が公開されています。詳しくは下記のリンク先をご覧ください。



<http://ci.nii.ac.jp/naid/110004690102>

この部分は以下の雑誌掲載論文で構成されています。

Title<JP>	数学文書点訳における文書構造処理インターフェイス
Title<EN>	Interface for Braille Translation of Mathematical Document Structure
Author(s)	金堀利洋 仲 正幸 鈴木昌和
Citation	信学技報 WIT Vol.2006 No. pp.1-6 2007 年 01 月
Abstract<JP>	<p>現在、点字を墨字として編集できるエディタが利用されているが、数式においては数学記号の点字を墨字で表示する機能はなく、点字のまま編集しなければならない。そこで我々は数式文書の点訳システムを開発し、その報告を[5]にて行った。このシステムは数式も認識・編集可能な OCR システムと、新たに開発した数式点訳エンジン、そして数式の墨字表示も可能な点訳エディタから成っていた。今回、文章の点訳だけでなく、文書構造の点訳も行うためのインターフェイスを開発し、組み込みを行った。このインターフェイスを用いて文書構造を指定し、点訳エンジンはそれに合わせてマス空け、点訳記号の挿入などを行う。このインターフェイスと点訳エンジンの概要とその点訳手法を紹介する。</p>
Abstract<EN>	<p>Current Braille editor displays printed characters corresponding to Braille characters. However, for mathematical formulae, there is no practical system which displays mathematical symbols corresponding to Braille characters, so users must translate mathematical formulae viewing Braille characters. We are developing Braille translate system for mathematical documents and have reported at [5]. This system consists of mathematical document reader, mathematical Braille translator and mathematical Braille editor. The Braille editor can display mathematical symbols corresponding to Braille characters. In this report, we present new interface and new functions of our Braille translator to translate document structure. Using the interface, users mark up document structure in a document. After that, our Braille translator generates Braille document inserting spaces and Braille symbols corresponding to the document structure.</p>
Rights	©社団法人電子情報通信学会

CiNii(国立情報学研究所 論文データベース・サービス)では論文の全文または一部が公開されています。詳しくは下記のリンク先をご覧ください。
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110006201477>



この部分は以下の雑誌掲載論文で構成されています。

Title<JP>	漢字の詳細読み付き点字データ形式と点字ビューワ
Title<EN>	Braille Data Format Including Shosaiyomi – Explanatory Expressions – of Kanji and Viewer for the format
Author(s)	金堀利洋 橘 美紗 鈴木昌和
Citation	信学技報 WIT Vol.2006 No. pp.61-66 2007 年 03 月
Abstract<JP>	<p>点字文書は点字のみから構成されたデータで配布されることがほとんどである。その際、点字はかな文字のみで表記されるために、漢字はその読み直され表記される。これでは、同音異義語や、特に専門書などで未知の用語が出てきた場合、判断・理解することが困難となる。現在、我々は数式文書の点訳システムを開発し、実際に数学書等の点訳を行っており、その報告を[4-6]にわたって行ってきた。今回は、画面読み上げシステム(スクリーンリーダー)の漢字の詳細読みデータを用いて、点訳時に漢字の詳細読みを点訳結果に持たせる点訳システムと、点字結果にその詳細読み情報を持たせるためのデータ形式の提案を行ない、さらにその詳細読みを提示できる点字ビューワのプロトタイプを示す。</p>
Abstract<EN>	<p>Usually, a Braille document is distributed as a sequence of only Braille characters. In Japanese Braille, a Kanji character is translated to its pronunciation in Kana characters. Therefore, it is hard to distinguish homophonic words and to understand unforeknown technical terms. We are developing Braille translation system of mathematical documents, and have been providing several mathematical Braille documents by the system. We reported about the system in [4-6]. In this report, we present new function of the system which includes explanatory expressions of Kanji (we call Shosaiyomi) in Braille data utilizing reading data of a screen reader, and propose new data format of Braille data to include Shosaiyomi data.</p>
Rights	©社団法人電子情報通信学会

CiNii(国立情報学研究所 論文データベース・サービス)では論文の全文または一部が公開されています。詳しくは下記のリンク先をご覧ください。
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110006249178>



この部分は以下の雑誌掲載論文で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「ユニバーサル・デザインによる視覚障害者用触読図作成システムの開発」

なお、論文掲載誌発行元のホームページには論文情報が掲載されています。
詳しくは下記のリンク先をご覧ください。

<http://db.ieice.org/gakkai/show.php?id=181100>

CiNii（国立情報学研究所 論文データベース・サービス）では論文の全文または一部が公開されています。詳しくは下記のリンク先をご覧ください。



<http://ci.nii.ac.jp/naid/110006249180>

この部分は以下の出版物で構成されていますが、著作権者（著者、出版社、学会等）の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。

「Unicodeによる点字記号の世界的統一と統一英語点字記号」

独立行政法人大学入試センター・研究開発部・試験環境研究部門発行, 2005