

視覚障害者のためのビーズ手芸手順音声読み上げシステム

Beading Handicraft Instruction Reading System for Visually Impaired Persons

平山 亮[†]

Makoto J. HIRAYAMA[†]

[†] 金沢工業大学

[†] Kanazawa Institute of Technology

E-mail: [†] mako@infor.kanazawa-it.ac.jp

1. はじめに

障害者支援では、日常生活動作 (activities of daily living; ADL) の支援に留まらず、生活の質 (quality of life; QOL) の向上を目指した支援が必要とされている。国際連合による障害者権利条約^[1]の第 30 条では、障害者が他の者と同等に文化的な活動を行う機会を確保するために適切な措置を講じることを求めている。障害者が文化的な生活、レクリエーション、余暇及びスポーツ活動を楽しむための支援を充実させていくことは、社会の要請である。障害者の生活の質向上のために、画像情報技術を応用して、様々な支援技術を開発していくことは、我々の使命の一つであろう。

視覚障害者がサークルや自宅で行う余暇活動には様々なものがあるが、糸にカラービーズを通して作品を制作するビーズ手芸 (スキルスクリーンなどの商品名で呼ばれる) (図 1) を楽しむ人もいる。このビーズ手芸では、配色図案に従い、指定された色ビーズを糸に通していく。1 列分の作業が終わったら、次の糸を使って、隣の列を作るということを繰り返し、最後の列まで作って、全ての糸を横に並べて固定することで、色ビーズで絵柄を表現したすだれ (図 1) が完成する。

どの順番でどの色のビーズを通していかは、配色図案に記号で記述されている。図 2 に配色図案の一部を拡大して示す。や といいた記号とビーズの色番号が対応し、格子状になった表のなかに記号が配置してある。

細かい記号が並んでいるため、弱視者などの視覚障害者、高齢で視力が衰えている方は読み取るのが容易でない。このため、晴眼者のボランティアが配色図案をテキスト化し、視覚障害をもつ制作者のために読み上げるということを行ったが、配色図案のマス目の数が多いため負担の大きい作業となった。たとえば、縦 45 個 × 横 92 個の配色図案では、4140 個もの記号を文章にして読み上げなければならず、手作業は容易でない。そこで、ボランティアの負担を軽減する目的を兼ね、視覚障害者が自分の好きな時間に自分だけでもビーズ手芸の制作ができることを目的として、ビーズ手芸手順を音声で読み上げができるシステムの作成を行った。



図 1. ビーズ手芸の例

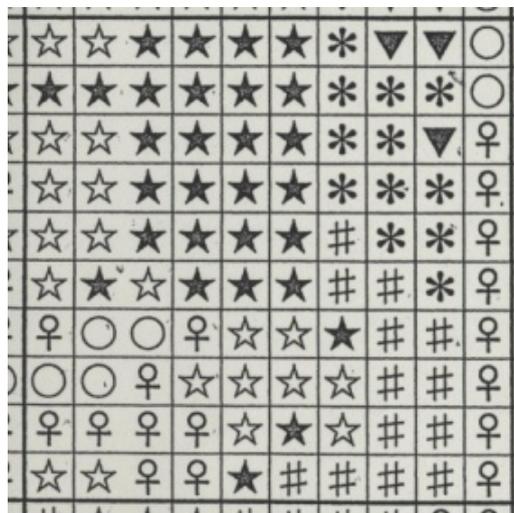


図 2. 配色図案の一部

2. 処理の流れ

ビーズ手芸手順音声読み上げシステムの処理は、大きく分けて2段階に分かれる。第1段階は、配色図案を画像認識技術により読み取ること、第2段階は読み取った配色図案を手順を示す文章に変換して音声コンテンツ化することである。処理全体のフローチャートを図3に示す。

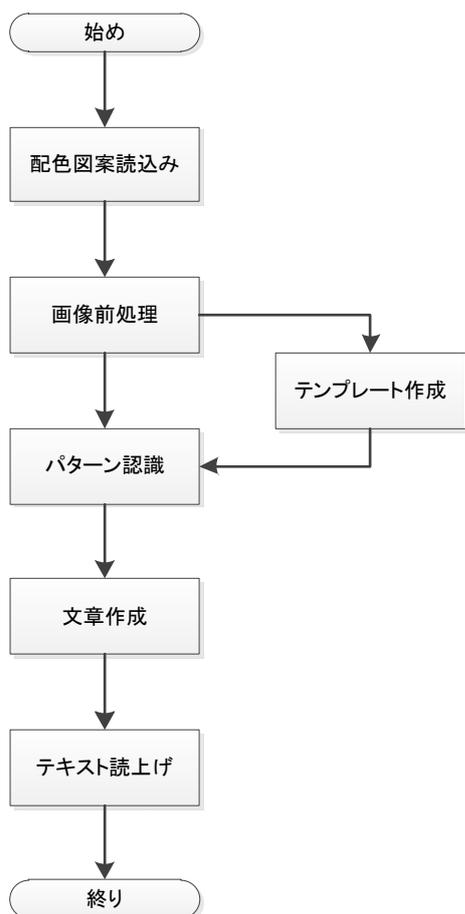


図3. 処理流れ図

第1段階では、ビーズ手芸の配色図案をスキャナで取り込み、画像認識プログラムで画像認識する。画像認識アルゴリズムには、古典的なテンプレートマッチングの手法を主に用いる。画像認識結果は、図記号の文字コードの行列として、ファイルに出力する。

第2段階では、第1段階で出力された記号列を読み込み、制作手順を示す文章にする。たとえば、「はじめに、色番号5番の赤いビーズを、2個、糸に通してください。次に、色番号20番の黒いビーズを、6個、糸に通してください。」といった表現である。文章化された手順指示は、DAISY^[2]形式の音声コンテンツとして制作する。音声は、人が文章を読み上げたものを録音して制作するか、音声合成エンジンを利用して音声化

するかいずれかである。利用者は、DAISYプレイヤーで再生し、それを聞きながらビーズ手芸を制作するので、一人でいつでも制作を行うことができる。

以下の節では、第1段階の配色図案画像認識、第2段階の音声コンテンツ生成のそれぞれの部分の詳細を説明する。尚、作成したシステムは、フローチャートの始めから終わりまでを単一のプログラムで実行するというシステムではなく、開発したプログラム群と既存ソフトウェアを利用しながら、一連の制作作業をすることによって、音声コンテンツ制作を支援しようとするものである。

3. 配色図案の画像認識

3.1 配色図案読み込み

イメージスキャナを使って配色図案画像を取り込み、取り込んだ画像に対して、必要に応じて、傾き補正、スケーリング、マス目の領域への分割と切り出し、切り出した画像のノイズ除去など、画像処理として一般的な前処理を施す。

今回の取り上げた配色図案は、前掲の図2と同等のものであり、表1のように13種類の記号を含むものである。もっと多種類のビーズを使う大判の作品もあるが、これは初心者向けの比較的少種類の制作の場合の例である。配色図案は一部カラーを使ったものもあるが、通常のは今回使ったような白黒の図記号で記述されている。従って、取り込んだカラー画像は前処理段階で2値化する。

表1. 色番と記号

色番	記号	色番	記号	色番	記号
00	◆	14	♀	49	=
01	∞	16	▼	89	○
05	◎	17	*	101	#
12	★	46	△		
13	☆	48			

イメージスキャナに付属のソフトウェアを利用して、読み込み設定及び保存設定により、600dpiフルカラーのTIFFファイルとして取り込んだものを、そのままのデータ形式のほか、モノクロ2値のBMPファイルとしても保存する。イメージスキャナが対応している用紙サイズより配色図案が大きい場合は、コピーした図案を切り分けて分割して入力する。スキャナに配色図案を置く際には、できるだけ、図案が傾かないようにするとよい。入力後のビットマップ画像の傾きを単純な画像処理で補正しようとする、輪郭がジャギーになるなど認識率の低下をおこす原因になりうるから、読み込みの段階で補正を必要としないデータになって

いるのが好ましい。

3.2 画像データの前処理

読み込んだ配色図案画像ファイルは、商品名、説明書き、凡例など認識に不要な部分も含むので、配色図案部分だけを抜き出したファイルに変換する。この処理は画像処理ソフトウェアの矩形選択機能を使って容易にできる。これが、配色図案画像認識プログラムの入力となる。傾き補正、スケーリング、欠損の穴埋めや汚れを消すことによるノイズ除去などの画像補正処理は行わなかった。条件を揃えて注意深くスキャンすることによって、これらの画像補正処理は必ずしも必要でないと考えている。

配色図案を画像認識するための基本のアルゴリズムとしては、テンプレートマッチング(文献[3][4]などを参照)を採用する。テンプレートマッチングとは、ある特定のパターンをあらかじめ登録しておき、入力画像中にそれと同じパターンが存在するかを調べ、その位置を特定する方法である。それが最適かどうかはわからないが、認識対象が印刷活字であり、種類も少ないことから、比較的簡便な方法であり、経験的に同種の画像認識に必要な十分な方法と考えられたので、テンプレートマッチングとした。

3.3 テンプレート作成

テンプレートマッチングのため、切り出した全種類の記号を一つずつ取り出し、テンプレートを作成する必要があるが、これはラスター図形を描けるお絵描きソフト(Windowsの場合は“ペイント”など)を利用して手作業で作る。テンプレート画像は、64×64画素の2値データとして作成した。テンプレート画像に関しては、黒い塗りつぶしの一部分が欠損している場合、印刷やコピーで黒点のゴミが目立つ部分は、鉛筆ツール、消しゴムツールを使って修正した。また、記号が画像の中央に来るように位置の移動も行った。個々のテンプレート画像は一旦個別のファイルとして保存し、続いて、それらの画像を全てつなげたファイルを作成し、パターン認識プログラムで読み込むためのテンプレートファイルとした。

3.4 パターン認識プログラム

パターン認識プログラムは、プログラミング言語C#を使って開発し、Windows上で実行した。

このプログラムでは、まず、認識させたい配色図案ファイルを読み込んだ後、行数と列数を指定して、領域分割ボタンを押すと、入力画像を行数、列数により、均等に分割して、テンプレート画像と同じ画素数分の領域の切り出しを行う。一例として、10×10の100領

域からなる配色図案を入力した場合、行数及び列数を10、10と画面上で指定したあと、領域分割ボタンを押すと、図4のように表示される。100の領域が赤枠で囲われて表示される。枠の大きさはテンプレート画像と同じ64×64画素である。この時点で、領域分割がうまくできていないと目視されるようなら、元のスキャンしたデータが傾いていたり、変形したりしていることが原因なので、コピーをとりなおしたり、スキャンしなおすことで対処できる。ただし、配色図案のマス目の数が相当多い場合、元の配色図案自体が不均一である場合もあるので、その場合は、一枚の大きい配色図案を分割して部分ごとに認識するなどの工夫が必要となる。

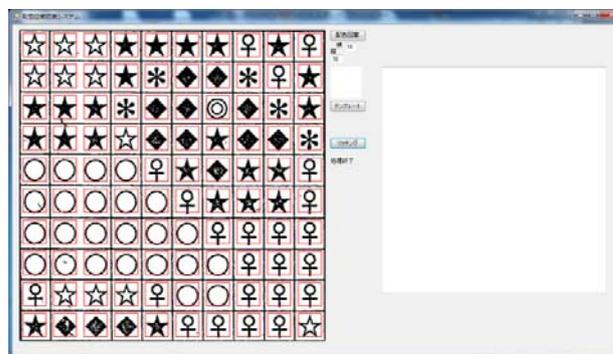


図4. パターン認識プログラムによる領域切り出し

続いてファイル名を指定して、あらかじめ作っておいたテンプレート画像を読み込む。今回の例では、64×64画素の2値データを認識対象である13パターン含むファイルである。

テンプレート画像を読み込んだ後、認識ボタンを押すと、1マスごとに、各テンプレート画像との比較を行い、一致画素、不一致画素の数を調べる。全画素数(64×64)画素に対する一致画素の割合を百分率で表し、各テンプレート画像に対する「一致度」と定義する。一致度が最も高いテンプレート画像を第1候補とし、第1候補を認識結果とする。図5に認識実験中の画面例を示す。

白領域・黒領域別々に一致・不一致画素数を調べることもできるが、今回の判定ではテンプレート対認識対象が白対白でも黒対黒でもどちらも一致として区別しなかった。

パターン認識部の認識率についての分析は、既発表^[5]であるので、詳細は述べないが、既発表において、「=」と「 」(空白)の誤認識があったことについては、黒画素の割合が2.5%以下なら「 」(空白)とみなすという条件判断を行って候補を決めるアルゴリズムを追加することによって解決した。結果として、

30x30 マス程度の配色図案であれば，第 1 候補を認識結果とすることで，すべての記号を認識できるようになった．

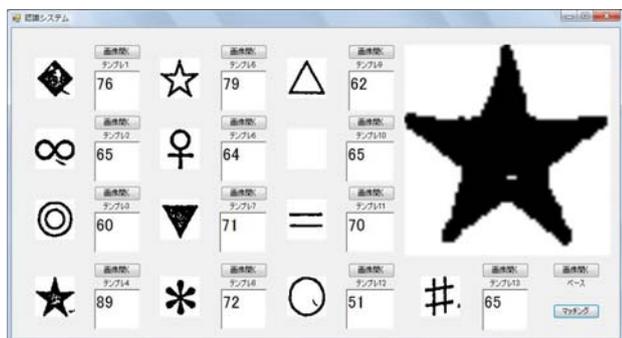


図 5. パターン認識プログラムによる一致度表示

認識結果は文字コードの列としてテキストファイルに書き出す．書き出す順番は，配色図案の左上から右方向へ右端まで連続して書き，改行コードを入れ，2 行目の左端から右端まで書いて改行コードを入れるという具合に，最下行右端まで書き込んでいく．つまり，配色図案の配置と一致するテキストファイルができる．

4. 文章作成及びテキスト読み上げ音声コンテンツの制作

4.1 文章作成

文章作成プログラムは，認識結果ファイルを読み込み，ピースを通す順番に制作手順を指示する文章を生成し，テキストファイルとして出力する．この文章の通りに，指示に従って作業をすれば，作品が完成する．出力される文章の例を表 2 に示す．

表 2. 文章作成例

<p>1 列目を作ります． 1 番目に，12 番の茶色のピースを，1 個入れてください． 2 番目に，14 番のベージュのピースを，1 個入れてください． 3 番目に，80 番の金茶色のピースを，4 個入れてください． 4 番目に，12 番の茶色のピースを，2 個入れてください． 5 番目に，13 番のキャメルのピースを 2 個入れてください． … 以上で 1 列目は完成しました． 2 列目を作ります ……</p>

4.2 音声コンテンツ制作

開発の最後の段階は，視覚障害者が利用することのできる音声コンテンツのオーサリング作業である．音声コンテンツのフォーマットは，視覚障害者のための読み上げ電子書籍の規格として，標準的で普及している DAISY^[2]である．DAISY に準拠した電子書籍であれば，パソコン用の DAISY 再生ソフトウェア，CD-ROM による DAISY 再生機器，SD カードなどの記憶媒体による DAISY 再生機器を利用して，視覚障害者が自分ひとりで利用することもできる．

パソコン用のソフトウェアとしては，AMIS(Adaptive Multimedia Information System)^[6]，CD-ROM による再生機器としてはプレクストーク PTN1^[7]，SD カードによる再生機器としてはプレクストークポケット PTP1^[7]などがある．図 6 に再生機器の例を示す．



図 6. DAISY 再生機器の例 (シナノケンシ製^[7])

音声の作成方法としては，(1) 人間のナレータにより読み上げて録音する方法，(2) 音声合成ソフトウェアによりテキストファイルから音声ファイルに変換する方法，(3) テキストのままコンテンツ化し，再生機の音声読み上げ機能を使って再生時に音声化する方法がある．今回のコンテンツ制作では，(2) 音声合成ソフトウェアによりテキストファイルから音声ファイルに変換する方法をとった．

DAISY コンテンツの制作を支援する DAISY 図書制作ツールとして，市販のソフトウェア^[8]を利用した．このツールを使うことにより，手作業では手間がかかるマークアップタグ付けの時間を大幅に短縮することができる．章立てとレベル付け，パラグラフの構造と分割，目次作成などの作業ができ，エラーのないコンテンツを簡単に生成することができる．図 7 に使用したソフトウェアの画面の例を示す．

DAISY 図書として構造化されるので，前の文をもう 1 回聞いたり，ひとつ前の列の作業手順を頭出ししたりということが，再生時に簡単にできるため，聞き逃したところをもう 1 回聞いたり，失敗したときに 1 列

分のビーズを外してもう一度やりなおしたりといったことができ便利である。



図 7. 録音図書作成ソフトウェアの一例

5. 音声コンテンツによるビーズ手芸の制作

システムの実装ができ、音声コンテンツの制作が行えるところまではできたが、実用レベルとするためには、この音声コンテンツを使って、視覚障害者が実際にビーズ手芸を制作できるかを検証していく必要がある。特に、手順を指示するために、どのような文章がわかりやすいのかという検討も必要である。

ビーズ手芸は、大判のものが多く、作るのに数日以上かかるものが多いので、本物の大判のもので評価実験を行うのは容易ではない。前段階の検証実験用として、1列だけで18個のビーズを糸に通せば完成というプレスレット又はストラップの制作という手芸を考案し、晴眼者が目隠しをした状態で制作してみるという評価実験を行った。考案したビーズ手芸を図8に示す。



図 8. ビーズ・プレスレット

この簡易な手芸のための手順の音声コンテンツを作成して、これを使って目隠しをした晴眼者5人にこの簡単化したビーズ手芸をしてもらい、作業観察及びヒアリングを行った。目隠しをした状態でも、全員手順どおりに作ることができた。ただし、ビーズ材料の置き場所のうちどれが目的のビーズかわかりやすいよ

うに工夫してほしい、ビーズの種類を間違えずに正しく通せたかどうかをチェックできる仕組みがあったらいい、DAISY再生機の使用に慣れていないため操作が難しかったなどの意見があった。これらは、音声コンテンツそのものの良否というより、制作環境をより分かりやすく快適なものにするために改善すべき点と考えられる。

6. まとめ

視覚障害者のためのビーズ手芸手順音声読み上げシステムの開発について報告した。開発したシステムは、全てを自動化するものではなく、いくつか開発したプログラムを利用しながら、既存のソフトウェアも併用して、音声コンテンツの完成に至るまでの手順を示したものである。

本システムはさらに改善していくべき事項も多々あるが、このような支援システムを使って、読み上げボランティアにも過大な負担をかけることなく、視覚に障害があっても、いろいろな趣味を楽しんでいけるようになるとよいと思う。

文 献

- [1] United Nations, Convention on the Rights of Persons with Disabilities, 2006.
- [2] DAISY Consortium, Specifications for the Digital Talking Book, ANSI/NISO Z39.86, 2005.
- [3] 酒井幸市, デジタル画像処理の基礎と応用, CQ出版社, 2007.
- [4] 安居院猛, 長尾智晴, 画像の処理と認識, 昭晃堂, 1992.
- [5] 平山亮, 視覚障害者の余暇活動のためのビーズ手芸配色図案認識, 画像電子学会第39回年次大会予稿集, R3-2, pp. 1-4, 2011.
- [6] DAISY Consortium, AMIS (Adaptive Multimedia Information System), <http://daisy.org> (2012年5月アクセス)
- [7] シナノケンシ, プレクストーク, <http://www.plextalk.com/jp/index.html> (2012年5月アクセス)
- [8] シナノケンシ, プレクストークソフトウェア Pro, <http://www.plextalk.com/jp/index.html> (2012年5月アクセス)