

声道断面積関数抽出用 ImageJ プラグインの開発*

成重 智則 (甲南大・理工) 北村 達也 (甲南大・知能情報)

1 はじめに

磁気共鳴画像法 (magnetic resonance imaging, MRI) は音声生成研究において重要なツールの1つである。しかし、それをを用いた研究を支えるソフトウェアの整備は立ち後れている。例えば、3次元 MRI データから声道断面積関数を抽出する機能をもつ、誰でも入手可能なソフトウェアが存在しない。そこで、本研究では、3次元 MRI データから声道断面積関数を抽出するソフトウェアを開発し、公開することを目的とする。

本研究では、オープンソースでパブリックドメインの画像処理ソフトウェア ImageJ[1] のプラグインとして声道断面積関数抽出プラグインを開発する。ImageJ は Java で開発されており、プラグインやマクロを追加できるようになっている。そこで、本研究では ImageJ のプラグインとして声道断面積関数抽出ソフトウェアを開発する。

2 ImageJ の構成

ImageJ は、`ij`, `ij.gui`, `ij.io` 等のいくつかのパッケージ (クラスファイルの集まり) で構成されている。

ImageJ では画像は `ImagePlus` というクラスの変数として保存される。`ImagePlus` は `java.awt.Image` を拡張したものである。`ImagePlus` には、1枚の画像を表すクラス `ImageProcessor` と、複数枚から成る画像を表すクラス `ImageStack` が含まれる (図 1)。なお、`ImageProcessor` は 4 種のデータ型の画像に対応したクラス (`ByteProcessor`, `ShortProcessor`, `FloatProcessor`, `ColorProcessor`) のスーパークラスになっている [2]。

プラグインを追加する際には、コンパイル済みのプログラム (`.class` ファイル) を ImageJ がインストールされたディレクトリの下にある `plugins` ディレクトリに保存する。それによって、ImageJ の `Plugins` メニューにそのプログラムが現れる。

なお、プラグインのプログラムのファイル名にはアンダーバー (`_`) が含まれている必要がある [3]。

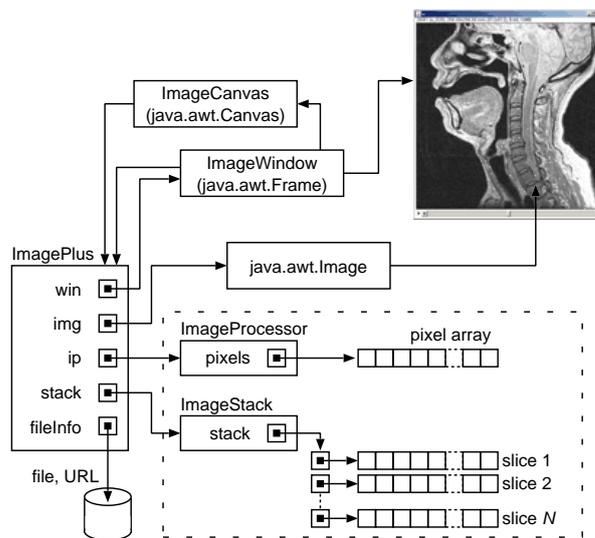


Fig. 1 ImagePlus class of ImageJ[2].

3 声道断面積関数抽出法

声道断面積関数抽出法は様々なものが提案されているが、我々は Takemoto ら [4] が提案した声道断面積関数抽出法を採用した。以下ではその概要を説明する。

まず、3次元 MRI データから正中矢状断面を決定し、正中矢状断面上で声門の位置を指定する。次に、声道領域を対象にして、声門からの距離を領域拡大法により求め、声門からの距離を表すコンター・マップ (等高線図) を作成する。声道領域は声門のラインと接続しておりかつ適当な閾値以下の濃度値をもつ画素とする。

求めたコンター・マップにおいて同じ値をもつコンターごとに重心を計算し、それらの点からスプライン曲線を求めることによって、声道中心線を決定する。その声道中心線に直交する線を声道中心線に沿って等間隔 (例えば 5 mm 間隔) に求める。

そして、その線を含み矢状断面に直交する断面を抽出する。声道の終端は、口唇の先端を通る面と左右の口角を通る面との中間の面とする。このようにして得られた各断面の声道領域の面積を求めることにより声道断面積関数が得られる。

* Development of plugin for ImageJ to extract vocal tract area function. by NARISHIGE, Tomonori and KITAMURA, Tatsuya (Konan Univ.)



Fig. 2 Midline of the vocal tract and lines perpendicular to the midline.

4 声道断面積関数抽出プラグイン

声道断面積関数抽出プラグインはImageJバージョン1.44cをもとに開発している。開発中のプラグインの機能は、MRIデータの正中矢状断面上に声道中心線を引きそれに直交する断面を抽出する部分と、その断面から声道断面積関数を求める部分に大別される。

4.1 断面抽出機能

断面抽出機能の使用法は以下の通りである。なお、現段階では、3次元画像の座標に対して頭頸部が傾いているデータに対応していない。

1. MRIデータを読み込む。DICOMフォーマットなどのデータを読み込むことができる。
2. 正中矢状断面を決定する。
3. 空気の画素値が一定値になるよう閾値を設定する。
4. ペン機能を用いてノイズの除去、突起物の消去、分岐管の閉鎖などを行う。
5. 声門の位置を指定すると、自動的に声道中心線、声道中心線に直交する線が引かれる(図2)。
6. 各断面を抽出する。抽出した断面はこの段階で保存することができる。

4.2 声道断面積関数抽出機能

声道断面積関数抽出機能の使用法は以下の通りである。

1. 空気の画素値が一定値になるよう閾値を設定する。

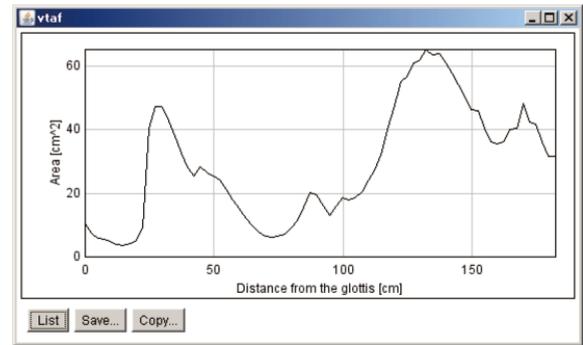


Fig. 3 Vocal tract area function of the Japanese vowel /a/.

2. 必要に応じてペン機能で各断面を修正する。
3. 声道断面積関数の終端の断面の次の断面を白く塗り潰し、それ以上声道領域探索が進まないようにする。
4. 声門側の断面にて声道領域内の1点をマウスで指定すると、声道領域が3次元的に探索される。
5. 声道断面積関数(図3)が表示されるので、問題がなければ保存する。

開発にあたってはImageJのビルトイン関数を活用することにより、効率的な開発と高速な処理が実現できている。例えば、著者らが書いた声道領域探索のコードでは処理に15秒ほど要していたが、Wandクラスを利用することによって処理時間を1秒以下に短縮できた。

5 おわりに

開発中のImageJ用の声道断面積関数抽出プラグインについて報告した。近々、このプラグインを公開したいと考えている。

謝辞 本研究は、2010年度科研費(21300071)の支援を受けた。プログラム開発にあたってご助言いただいた竹本浩典氏(NICT)に感謝します。

参考文献

- [1] <http://rsbweb.nih.gov/ij/>
- [2] W. Burger and M.J. Burge, *Digital image processing: An algorithmic introduction using Java*, Springer (2007).
- [3] W. Bailer, *Writing ImageJ plugins - A tutorial* ver. 1.71 (2006).
- [4] H. Takemoto *et al.*, Measurement of temporal changes in vocal tract area function from 3D cine-MRI data, *JASA*, 119, 1037-1049 (2006).