

直交関数展開等を利用した医用脳画像のモデル化

渡部彰一郎 A 三浦直樹 A 志田和人 B
川添良幸 C 清水俊夫 A

A 弘前大学理工学部電子情報システム工学科認知情報システム学講座
B 通信・放送機構青葉リサーチセンター
C 東北大学金属材料研究所

アブストラクト

ヒトの脳の活動・老化による萎縮状態及びその過程を議論するための基礎データを、脳の医用画像から、関数系展開等を適用したモデルにより、自動的に取得する方法の確立を目的とした研究成果の一部を紹介する。人間の脳は大きさ・形状とも様々であり、これまでの脳実質画像からそのエッジ長・面積により形状の複雑さとしてとらえる方法から、本発表では前述の関数展開によって脳形状のパラメトライズを行う。

1. はじめに

人間の脳は科学に残された究極の課題であり、その機能解明には大きな期待が寄せられている。画像診断装置の進歩は臨床および研究の両面で多大な進展をもたらしたが、そこから得られる膨大な情報を効率良く検索、処理することが脳研究のための基礎技術として重要性を帯びつつある。

我々は平成9年度より通信放送機構のプロジェクトの一つとして脳画像データベースの構築を行っており、研究体制は脳画像を専門とする東北大学加齢医学研究所側（医師）と、従来材料データベースの構築を行ってきた東北大学金属材料研究所の計算機担当者との共同となっている。

本発表は、情報科学の面からのアプローチとして、画像情報に関数展開を利用するものである。対象が高解像度の三次元画像であるため、これはまた脳画像に対する発展的な研究手法を提案することにもなる。我々は特に、画像の特徴量を抽出することによる画像圧縮、抽出された特徴量をインデックスとして用いた画像をキーとする画像の検索の二点に注力している。

画像検索は脳画像間類似度の定義につながり、これは解剖学的標準脳、つまり医師が脳画像を解析する際に脳の形態の個人差を吸収するために不可欠なモデルの構築[1]にもつながり、極めて重要である。

2. 手法

画像データとして、図1のような2次元グレースケール脳画像を利用する。256×256×124 (x, y, z) の3次元MRI脳画像から、256×256 (x, y) の2次元で切り出したものであり、グレースケール階調は256である。切り出すz方向の高さは、他人の2次元脳画像でも、画像内の脳組織に違いのない73を選択した。

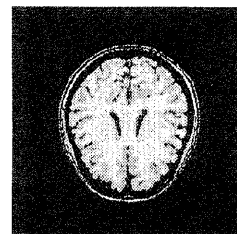


図1

脳の形状には、図2のようなモードがある。

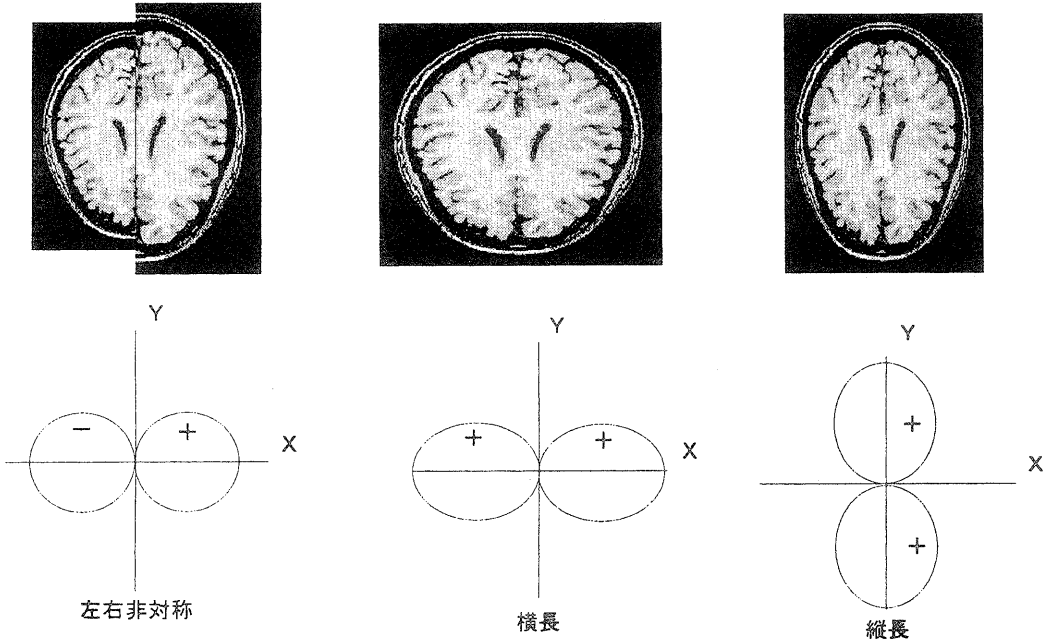


図2

これをパラメトライズするために、以下の方法がある。

① 円周方向に展開して、フーリエ展開をする。

たとえば図3のような脳エッジデータの場合、エッジをなす曲線を展開しようとしても、多価関数となるため表現・展開後の画像の復元が困難になる。



図3

② 球面調和関数で展開する。

球面調和関数は物理学の問題に現れるもので、球面座標で変数分離して解く時に現れる。ここで球面調和関数 $Y_{lm}(\theta, \phi)$ ($-l \leq m \leq l$) は球面上の2つの座標 (θ, ϕ) の関数である。数学的には、球面調和関数は Legendre(ルジャンドル)陪多項式と次の式で結びついている。

$$Y_{lm}(\theta, \phi) = \sqrt{\frac{2l+1}{4\pi} \frac{(l-m)!}{(l+m)!}} P_l^m(\cos\theta) e^{im\phi} \quad (\text{式1})$$

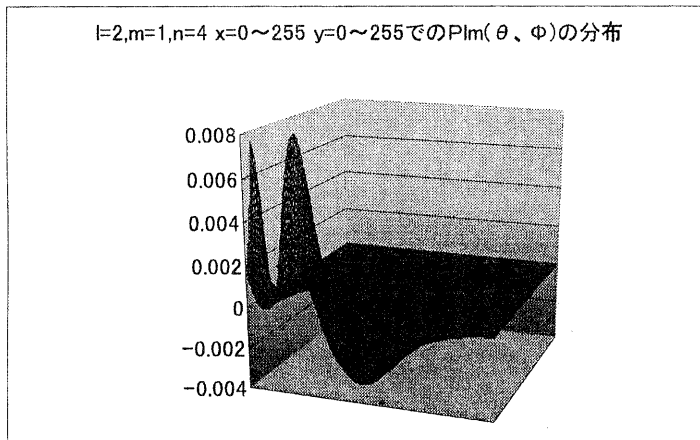
よって、2次元脳画像の展開式は、(式2) のように定義する。

$$\iint D(r \sin\theta, r \cos\theta) R_n(r) Y_{lm}(\theta, \phi) 2\pi d\theta dr = C_{n,l,m} \quad (\text{式2})$$

ただし積分範囲は画像全画面。R は適当な関数であるが、これの具体的な式は検討中である。

3. 実験

②について、(式2)の3つの値 $(n, l, m) = (4, 2, 1)$ についての全 θ と Φ についてのプロットである。



4. まとめ

画像情報を新しい視点からの処理を行った。今後は3次元画像を用い、3次元的な形状特徴を関数展開する事で解析する事を目標とする。

参考文献

[1]

Brain Mapping : The Methods

A. W. Toga (Editor), J. C. Mazziotta (Editor) Academic Press (1996)

[2]

脳のMRI断面像からの自動組織抽出

神戸大学工学部情報知能工学科

福西茂樹(1996)

[3]

数学概論 応用編

寺沢寛一

岩波書店

[4]

電子情報通信学会大会予稿集 D-4-3

志田和人、川添良幸、桑川一也、川島隆太、大槻昌夫、福田寛 (1998)

[5]

電子情報通信学会大会予稿集 D-4-7

志田和人、川添良幸、桑川一也、川島隆太、大槻昌夫、福田寛 (1999)

[6]

K. Shida, K. Kazuya, R. Kawashima, M. Otsuki, Y. Kawazoe, H. Fukuda

In preparation.

+ 電話番号 (FAX, メールアドレス)

渡部彰一郎*, 三浦直樹**, 清水俊夫*** :

Tel/Fax: 0172-39-3638

E-Mail:

*gs98620@si.hirosaki-u.ac.jp

**gs99617@si.hirosaki-u.ac.jp

***slsimi@si.hirosaki-u.ac.jp

志田和人*, 川添良幸**:

Tel: 022-215-2511

Fax: 022-215-2166

E-Mail:

*shida@art.imr.tohoku.ac.jp

**kawazoe@imr.edu

+ キーワード : 医用画像 画像処理 脳研究 直交関数展開