



Title	Acquisition of Symbolic Description from Flow Fields : A New Approach based on a Fluid Model
Author(s)	野川, 裕記
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40086
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	野川 裕記
博士の専攻分野の名称	博士(医学)
学位記番号	第13039号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 医学研究科内科系専攻
学位論文名	Acquisition of Symbolic Description from Flow Fields: A New Approach based on a Fluid Model (流れ場からの記号記述の獲得:流体モデルに基づく新しいアプローチ)
論文審査委員	(主査) 教授 田村 進一
	(副査) 教授 中村 仁信 教授 柳田 敏雄

論文内容の要旨

【目的】

計算流体力学や実験流体力学の発達によって、流体の動きが詳細にわかるようになってきた。しかしながら、流体のデータを、いかに解釈するのかについては、ほとんど研究がない。つまり、流体现象をモデル化し、それに従って、記号記述を行なうという研究は、今までなかった。そこで、流体の動きのモデルを提唱し、さらに、そのモデルにしたがって記号記述を得るアルゴリズムを開発した。

【方法ならびに成績】

このモデルでは、まず、2次元 Navier - Stokes 方程式を Stokes 流で近似する。一般に、Stokes 流は、正則複素関数で表される。そこで、さらに、Stokes 流を一様流と渦に分解し、流れは、一様流と渦の線形結合で表されると考える。ここでの渦は、ランキンの組合せ渦を考える。即ち、渦を示す複素関数を次のように定める。

$$w = \frac{ik_t}{z - z_t} \quad |z - z_t| \geq r_0 \text{ のとき}$$

$$w = \frac{|z - z_t|^2}{r_0^2} \cdot \frac{ik_t}{z - z_t} \quad |z - z_t| < r_0 \text{ のとき}, \quad (1)$$

ここで、

r_0 = 渦の半径

w = 複素速度

k_t = 渦の強さ (実数)

z_t = 渦の中心の位置 (複素数)

z = 位置を表す複素変数

である。

次に、流れ場を一様流と渦に分解し、それぞれのパラメータを求めるアルゴリズムを開発した。このアルゴリズムの数学的基礎は、正則複素関数に関する Cauchy の定理である。

アルゴリズムを簡単に説明する。まず、流れ場の周囲について1周する線積分を考える。次に、これを4分割し、それぞれの線積分を考える。この4分割した線積分路を、それぞれ線積分路1, 2, 3, 4としよう。さらに、渦が

線積分路 1 だけにあり、そのほかの線積分路には存在しないとしよう。このとき、正則複素関数に関する Cauchy の定理より、線積分 1 のみ値をもち、その他の線積分 2, 3, 4 は、0 である。さらに、同定理より、線積分 1 の値から、渦の強さを求めることができる。このように、線積分路を 4 分割していく、その線積分値を比較していくことにより、渦の存在を推定し、さらに渦があるときには、そのパラメータを推定する。

このアルゴリズムは、多重解像度解析と次の 2 点で異なっている。

- ・2 次元の多重解像度解析は、2 次元核を用いている。一方、私のアルゴリズムは、線積分を用いている。
- ・多重解像度解析のほとんどの手法は、ウエーブレット変換を基礎としているが、私のアルゴリズムの基礎は、正則複素関数に関する Cauchy の定理である。

従来研究のうち、2 次元の流れ場を扱ったものとしては、次の 3 種類がある：相遷移図法、テラー展開法、追跡法である。これらの 3 種類のうち、相遷移図法とテラー展開法は、コンピュータビジョン用に最適化されているとはいひ難い。また、私の手法は、追跡法よりも理論的根拠がしっかりしている。

ガウス雑音を付加したシミュレーションデータを用いて、アルゴリズムの対雑音性能を調べた。その結果、実用に耐える対雑音性能を得た。

さらに、このアルゴリズムを血管造影から得られた速度場に適応し、渦の記号記述を得た。

【総括】

流れ場から記号記述を得るための新しいモデルとアルゴリズムを提唱した。まず、流体方程式から線形モデルを導出した。つぎに、このモデルのパラメータを抽出するアルゴリズムを開発した。最後に、このアルゴリズムをシミュレーションデータと実画像に適用し、その有用性と対雑音性能を確認した。

論文審査の結果の要旨

従来の画像診断では、血流などの流体の運動そのものについて定量的な評価を行なう手法が不十分であった。一方、画像を主に扱うコンピュータビジョンの研究では、従来、主として剛体や柔軟物体を対象として取り扱ってきており、流体を扱ったものはほとんどなかった。この研究では、正則複素関数で流れを表現し、Cauchy の定理を利用して 2 次元流れ場を特徴付ける全く新しい手法を考案した。これを用いると、流れを撮影した 2 次元画像から、その特徴（種類と大きさ）を抽出することができる。これは、画像診断に定量評価を導入できる全く新しく手法であり、学位に値する。