

B 2 1 2

CT 画像のベクトル化による粒子濃度分布の解析

堀田 俊輔(日本大学) 武居 昌宏(日本大学) 斎藤 兆古(法政大学)

Analysis of concentration distribution by vectorization of CT image

Shunsuke Hotta, Masahiro Takei, Yoshifuru Saito

Abstract Homogeneous distribution of concentration is an important theme in solid air two-phase flow of chemical industry. Particles heterogeneous distribution it influence the quality of a product. However, the analysis is difficult because data are enormous as for the imaging. Therefore the image from capacitance CT analyzed by image vectorization in this study.

Keywords : CT image Particle concentration Vectorization

1. 緒言

現在、固気二相流の技術は様々な分野で使用されている。化学産業では、触媒などの混合に使われており均質な製品を作るために粒子濃度を均一にする必要があり、一箇所に固まるのは避けなければならない。

当研究室では粒子分布の調査にキャパシタンス CT とトモグラフィを用いており[1]、電気的なスイッチングの高速化で走査時間を短縮することにより詳細な粒子分布データを画像として得られる。しかし、データの膨大化を招き、処理に時間がかかる。

本研究では、斎藤教授のベクトルイメージ[2][3]、ベクトル化の手法を用いて、データ画像を変換、特徴抽出を行い本手法の有用性を検証する。

2. 理論

画像では点が基本単位であり、各点の画素値の大小によって画像が構成される。ベクトル化は画素値をスカラーポテンシャルとみなし勾配演算を適用することで得られる。

ベクトル化は、Fig.1 に示したとおり画素間の間隔を利用して中心差分法による勾配演算(1)式を行い、ベクトルを求める。

$$\nabla U = i \frac{\partial U}{\partial x} + j \frac{\partial U}{\partial y} + k \frac{\partial U}{\partial z} \\ \cong \left(\frac{U_{i+1,j,k} - U_{i-1,j,k}}{2\Delta x} \right) i + \left(\frac{U_{i,j+1,k} - U_{i,j-1,k}}{2\Delta y} \right) j - \left(\frac{U_{i,j,k+1} - U_{i,j,k-1}}{2\Delta z} \right) k \quad (1)$$

ベクトル場は変化率の激しい箇所ほど大きな値となるため輪郭など特徴を Fig.2 に示すとおり抽出することができ画像処理においてスケッチ画像を生成する。

ベクトルの大きさ、ベクトル値が高い箇所、周囲との

変化率が大きい箇所ほど、強い線で表現され輪郭を再現することが出来る。

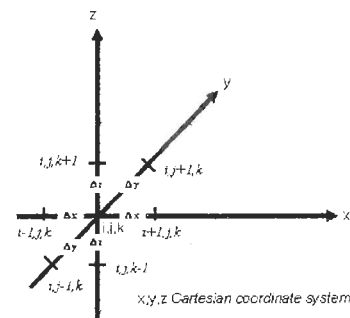


Fig.1 xyz style

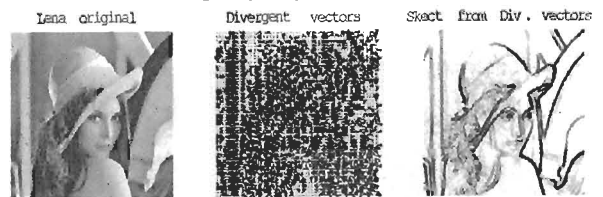


Fig.2 Process of Sketching

3. 実験

実験は、Fig.3 に示したとおり鉛直のパイプに FCC 触媒を落下させパイプ外に設置したキャパシタンス CT で粒子濃度を計測する。キャパシタンス CT は、12 個の電極からなり、6 6 通りの組み合わせすべてに電流を流し電荷を計測する。

パイプの直径は 270 (mm)、投入量は 1000 (kg/min)、AIR 量は、1700 (m3/hr)、最大走査速度は 100 (sec)である。

計測に用いるデータは、コンピュータの能力を勘案し

て100組とする。

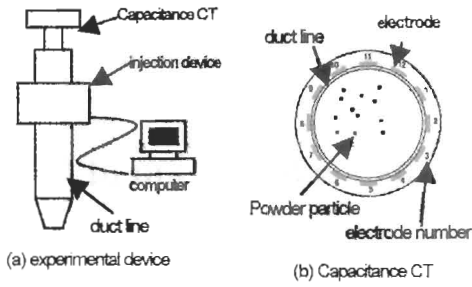


Fig.3 Experimental device

4. 画像処理

実験によって得られたデータは数値解析により、 32×32 のimage画像に変換する。

得られた画像Fig.4(b)は、平均濃度であり中央部の濃度が高く、周辺の濃度は一様であるように見える。しかし、3D画像(a)を見る限り落下する粉体は、塊を作り時間ごとに分布が変化する。

得られた各画像の画素値を元に、Fig.5のようにカラーを求めベクトルを導き出しベクトルの大きさを求める。

得られた画像をパイプ内部のみベクトルの大きさ、ベクトル値で四段階に分ける。当てはまる閾値の画素を白で示し、左より右、Fig.6よりFig.7の画像の閾値が小さい。

大きなベクトルほど中心付近に集合しており、比較的大きな塊が通ることが分かる。だが、壁面の一部にも変化の激しい箇所があり塊が出来やすい。

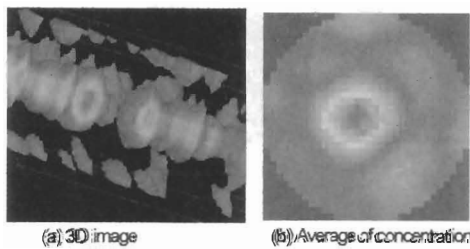


Fig.4 sample image

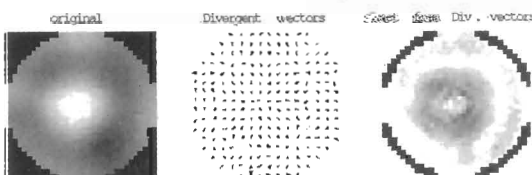


Fig.5 Process of vectorization image

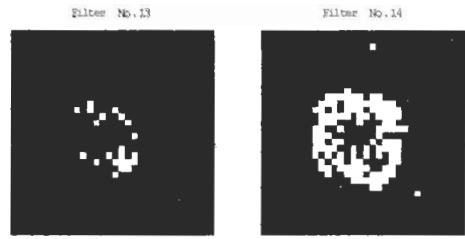


Fig.6 Distribute image at a level by vector(1)

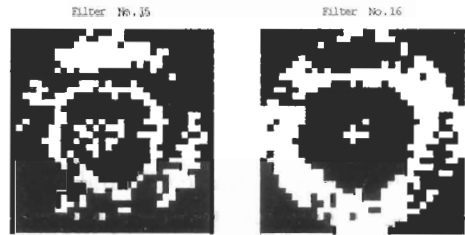


Fig.7 Distribute image at a level by vector(2)

5. 結論

- 1)ベクトルの大きさを求めることで、濃度変化の高い部分を明らかにすることが出来た。
- 2) 中心からパイプ直径の二分の一から四分の一にかけてベクトル値が高い、変化が激しい箇所がある。幅があるのは、多数の塊が通過するため中心部ほど急激に濃度に変化していることを示す。
- 3) 管壁にも低い粒子の塊が出来ており特に上方や右下方において顕著である。繰り返り発生し規模もまちまちであるため、低濃度変化の部分が多い。
- 4)最もレベルの低い箇所はパイプの外周部に集まり、ベクトル値が低い、変化が少なく安定していることを示している。中心部にも一部、値が低い部分があるが、高濃度で安定しているため。

6. 参考文献

参考文献

- [1] 梅津敏之、キャパシタンスCTとウェーブレット変換による固気二相流モニタリング、第29回可視化情報 vol.21 Suppl. No.1(2001)
- [2] 齊藤兆古、画像処理入門、朝倉書店(1996)
- [3] 齊藤兆古、知的可視化情報処理(2)、日本AEM学会誌Vol.10 No.1(2002)