

Title	粒子画像解析に関する研究
Author(s)	小泉, 文弘
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3100665">https://doi.org/10.11501/3100665</a>
DOI	10.11501/3100665
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏 名	小 泉 文 弘
博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )
学 位 記 番 号	第 1 1 6 4 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 1 月 2 3 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	粒 子 画 像 解 析 に 関 す る 研 究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 榎 田 榮 一 (副査) 教 授 西 川 清 史 教 授 平 田 雄 志

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、画像処理を用いた粒子径分布の自動計測を、オンラインプロセスに応用するための一連の手法について考察したものであり、序論と続く6章、及び付録から構成されている。

序論では、粒子画像解析がさまざまな工学分野における基盤技術であることを述べ、オンライン計測に応用することが可能になれば、粒子製造プロセスに対して新しいプロセス制御への道が開けることを説明した。

第1章では、粒子画像解析のうち、重なり合った粒子像を別々のものとして認識するための既往の手法のうち、いくつかの代表的な手法について考察し、それぞれの問題点を明らかにし、新しい手法の開発が必要であることを述べた。

第2章では、粒子像を背景から正しく取り出す手法について考察した。すなわちガウス関数で画像を平滑化した後2次微分を行うことと等価である Marr-Hildreth フィルターを用いて、重なりが無い2粒子を別々の粒子として取り出すためのフィルターパラメータの調整方法を提案した。その後、輪郭線上での原画像の濃度勾配の平均値を用いてピントの合っていない粒子像を取り除く方法を提案した。さらに具体的な例を用いて、提案した手法の有用性を確認した。

第3章では、第2章で提案した手法を用いて取り出された粒子像のうち、球で近似できるものについて、重なりあった粒子像を別々の粒子として認識する内接円充填法を提案した。すなわち、粒子像を表す輪郭線上の  $k$ -曲率の符号変化により極大円弧を求め、極大円弧に内接する最大の円として粒子像を認識する。さらに具体的な例に対して手法を適用し、その有用性を確認した。

第4章では、第2章で提案した手法を用いて取り出された粒子像のうち、球で近似できないものについて、重なりあった粒子像を別々の粒子として認識する曲率最小復元法を提案した。すなわち、粒子像の輪郭線を構成する画素を任意の間隔で選び出し、その画素を通るスプライン曲線上の曲率の積分をエネルギー関数として定義し、そのエネルギー値が最小になるように補間した。さらに具体的な例に対して手法を適用し、その有用性を確認した。

第5章では、第2章、第3章で提案した手法を、実際のポリマー製造工程から得られた密集した透明粒子の計測に適用した。適用した結果を目視による計測と比較し、パラメータを適切に選ぶことにより、誤検出率が5%以下で計測できることを確認した。

第6章では、以上の結果を総括し、今後の研究課題について述べた。

### 論文審査の結果の要旨

化学プロセスの制御及び管理においては、液滴、気泡、固体粒子等の形状、径分布等をできるだけ短い計算時間で自動計測することが要求される。本論文では、粒子画像の解析における幾つかの問題点について考察し、それぞれの問題に対処できる手法を提案するとともに、それらを総合して実際の化学プロセスの管理に応用して、その成果を確認している。

まず、粒子像を背景から正しく取り出す問題については、ガウス関数で画像を平滑化した後に2次微分を行うことと等価である Marr - Hildreth フィルターを用いる方法を提案し、フィルターパラメータの調整法及び原画像の濃度勾配の平均値にもとづいてピントの合っていない像を除去する方法について新しい知見を得ている。つぎに、重なり合った粒子像を別々の粒子として認識する問題については、粒子像を表す輪郭線上の  $k$ -曲率の符号変化によって極大円弧を求め、極大円弧に内接する最大の円として粒子像を認識する内接円充填法を提案している。また、この問題で粒子が球で近似出来ない場合には、粒子像の輪郭線を構成する画素を通るスプライン曲線に沿っての曲率の自乗の積分で表されるエネルギー関数を最小にするよう補間する方法を提案している。そして、これらの手法を実際のポリマー製造プロセスの管理のために必要である密集したポリマー粒子の自動計測に応用し、誤検出率5%以下で計測出来ることを確認している。

このように本論文は、化学プロセスの計算機援用制御・管理の進歩に寄与するところが大きく、博士（工学）論文として価値あるものと認める。