

平成 29 年 6 月 15 日現在

機関番号：13801

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26630038

研究課題名(和文) 三次元顕微計測データを用いた超多重解像度・高精度形状モデル生成に関する挑戦的研究

研究課題名(英文) A Changing Research on super multiresolution and high precision geometric modeling using 3D microscopy data

研究代表者

三浦 憲二郎 (Miura, Kenjiro T.)

静岡大学・工学部・教授

研究者番号：50254066

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：精密部品の微細化により、その製品検査のためには高分解能な計測データが必要となっている。しかし、顕微計測技術は高分解能化しているが、顕微計測データに対する形状モデリング技術 (ModelingNano) が欠如しているため、それらを有効に利活用できていないのが現状である。そこで、本研究ではModelingNanoの実現に向けて、分解能が大きく異なる計測データを効率よく処理するための多重解像度モデルを導入することを提案した。まず、取得条件の異なる計測データを画像処理によって1つのデータに統合する。そして、ユーザが対象全体の構造と一部の微細特徴の両方を得ることが出来るシステムを構築した。

研究成果の概要(英文)：With the miniaturization of precision machine components, measuring data at a high resolution is important for product inspection. Microscopy measurement techniques have been improved to a high resolution so as to satisfy the need. However, since a range of high resolution measurement is narrow, it is difficult to observe an entire structure of the target at a time. If it is possible to unify many measurement data taken under different conditions into one dataset while keeping their positional relationships between each data, we can effectively observe details and understand the entire structure. Hence, we develop an image processing system which synthesize measurement data with different resolutions and display both of the entire structure and fine details of the observation object simultaneously. In order to unify measurement data, we propose two image synthesis methods based on feature points and edge information.

研究分野：形状モデリング

キーワード：顕微鏡 多重解像度モデル ModelingNano 計測データ

1. 研究開始当初の背景

近年、機械部品の著しい微細化、精密化により、その外観検査のためには高分解能な計測データを取得する必要が出てきた。ナノ・マイクロ分野での顕微計測等の計測技術は急速に進歩している。しかし、顕微鏡は通常のカメラと比べて撮影範囲がとて小さく被写界深度も浅いため、一度に多くの情報を得ることはできない。そのため、観察する対象に応じて様々な顕微鏡や倍率で撮影する必要があるが、実際に検査を行うためにはそれぞれの画像の相対的な位置関係を把握しなければならない。複数画像処理における従来研究としては、一台のカメラで撮影範囲を変更しながら撮影した複数の画像を合成することで、一枚のギガピクセルサイズの高解像度パノラマ画像を生成する手法1等があるが、検査対象全域をナノ・マイクロオーダの高分解能画像で表そうとすると、膨大なメモリ量と画像サイズになってしまう。また、撮影条件が異なる複数の顕微鏡画像を、それぞれの画像の情報を維持したまま一枚の画像で表現することは困難である。

このような理由によって、測定したデータを十分に活用できないため、ナノ・マイクロ分野での形状モデリングに関する研究はほとんど行われていない。そのため、異なる分解能での計測データ処理や複数の計測結果の合成、三次元ナノ形状の高速検出などが困難である。

2. 研究の目的

本研究では分解能の異なる計測データを効率よく処理し、対象の局所的幾何性質から大局的性質までを同時に表現できるモデルの生成を目的とする。まずは顕微鏡で取得した撮影条件の異なる計測画像を1つに統合する。そして、ユーザが任意に解像度や表示倍率を変更し、対象全体の構造と一部の微細な特徴を同時に把握することが出来る多重解像度モデルを生成する。このモデルを用いることで、低倍率計測データを基に必要な領域だけを高倍率で表し低コスト、高スループット、メモリ消費を抑えて、対象の相対的な位置関係を把握しつつ必要な情報を入手することができる。

3. 研究の方法

顕微鏡画像では撮影条件によって写り方が大きく異なる。そのため、異なる倍率の画像を一度に表示することが難しく、対象の相対的な位置関係を把握することは困難である。そこで、本研究では多重解像度モデルを生成するために、まず異なる倍率の画像の表示倍率を一致させる。そして、表示倍率を一致させた画像から複数の画像の対応付けを行い、低倍率画像を基に一部分だけを高倍率で表示させ、ユーザが指定した範囲で見れるようなシステムを構築する。

多重解像度モデルを表現するためのシス

テムは、モデルを生成するために、入力画像から必要な情報を検出する Synthesize モジュールと、検出された情報を読み取り、実際に多重解像度モデルを生成、表現する View モジュールの2つから成る。各モジュールのフローチャートを図1, 2に示す。

まず, Synthesize モジュールにおいて, 指定された画像を読み込む。Synthesize モジュールでは特徴点に基づく合成手法と, エッジ情報に基づく合成手法の2つの手法があり, 画像に応じて使い分けていく。特徴点に基づく手法では, ベース画像上においてユーザが指定した範囲内において SURF 特徴点検出を行う。検出した点を基に画像間の対応付けを行い, 多重解像度モデル構築に必要な情報を算出し, 算出した情報を記入したテキストファイルと合成結果画像を生成する。エッジ情報に基づく手法では, 入力画像をエッジ画像に変換した後, RANSAC のアルゴリズムを用いて画像内の幾何学形状を検出する。そして, その情報を基に画像間の対応付けを行うことで, 多重解像度モデル生成に必要な情報を得る。なお, 本研究では画像の倍率や表示角などの撮影条件の情報は用いることなく, 画像の合成を行う。

View モジュールでは, 多重解像度モデルを生成, 表現する。まず, Synthesize モジュールによって出力されたテキストファイルから, 必要な情報と使用する画像を読み込む。そして, 使用する画像をテクスチャに変換し, 読み込んだ情報を基にテクスチャのサイズ変更や位置合わせを行う。この処理を全ての画像に対して行う。このテクスチャを適切に配置することで, 多重解像度モデルを生成する。その後, ウィンドウを2つ生成し, それぞれ, 全体図と任意の解像度で表示した詳細図を配置する。この一連の処理によって, ユーザが任意に表示倍率を変えられる画像の多重解像度モデルを表現する。

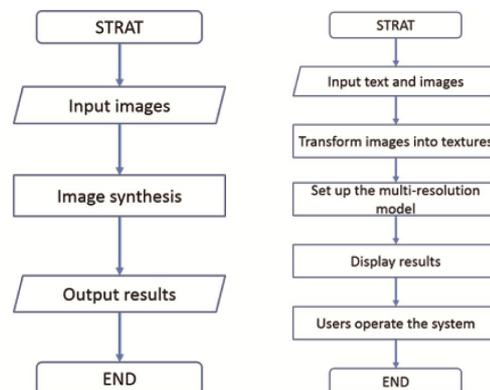


図1 Synthesize フローチャート 図2 View フローチャート

4. 研究成果

異なる撮影条件で取得した顕微鏡画像を対象に特徴点に基づく合成手法とエッジ情報に基づく合成手法の2つの画像間合成手法を提案した。そして、異なる解像度の画像をもとに、ユーザが全体図を把握しながら任意

に表示領域や倍率を変更，観察することが可能な多重解像度の画像モデルを生成する処理システムを構築した。

今後は，大まかに位置合わせされた画像に対して ICP(Iterative Closest Point)を適用することでより高精度な合成を行う。また，中間解像度画像生成手法 11 を顕微鏡画像に対して応用し，異なる倍率の画像を基に中間倍率の画像を得ることが出来るようなシステムが構築できるかを検討していく。そして，最終的には三次元における多重解像度モデルの生成方法について考察していく。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 4 件)

Shin Usuki, Katsuaki Tamaki, Kenjiro T. Miura, "Three-dimensional reconstruction by time-domain optical coherence tomography microscope with improved measurement range," International Journal of Automation Technology, 査読有, Vol.11, No.5, 2017.(to appear)

Shin Usuki, Masaru Uno, Kenjiro T. Miura, A Digital Shape Reconstruction of Micro-sized Machining Tool Using Light-field Microscope," International Journal of Automation Technology, 査読有, pp.172-178, Vol.10, No.2, Mar. 2016.

S. Usuki, T. Takada and K. T. Miura, Optical Microscopy with Improved Resolution Using Two-beam Interference of Low-coherence Light, Measurement, 査読有, 78, pp.373-380, 2016.

T. Suzuki, S. Usuki, K. T. Miura, Development of Multi-resolution Microscopy Image Processing System, Journal of Imaging Science and Technology, 査読有, Vol.59, No.6, pp. 60403-1-60403-11, 2015.

[学会発表](計 14 件)

Tomohiro Suzuki, Shin Usuki, Kenjiro Miura, Multi-resolution microscope image processing system using feature points and edge information, Image Processing: Machine Vision Applications IX, Electronic Imaging 2016, USA(San Francisco), February 14-18, 2016.

S. Usuki, Y. Ohashi, K. T. Miura, 3D measurement using light field microscopy with improved resolution, Workshop on microscopy, biology, medicine, and advanced CMOS imagers,

Information Sensing Technologies, Shizuoka(Hamamatsu), November 20, 2015.

Shin Usuki, Precision measurement and inspection based on computational imaging, Workshop of Shizuoka University and National Central University, Taiwan(Taoyuan), March 26, 2015.

Shin Usuki, Tomohiro Takada and Kenjiro T. Miura, Resolution-improved Optical Imaging by Low-coherence Interference Illumination, Proceedings of The 16th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, NM2_5_1-NM2_5_5, Shizuoka(Hamamatsu), November 11, 2014.

Tomohiro Takada, Shin Usuki, Kenjiro T. Miura, Optical Microscopy with Improved Resolution using Two-Beam Interference of Low-Coherence Light, Proceedings of 11th IMEKO Symposium LMPMI2014, Ibaraki(Tsukuba), September 2-5, 2014.

寺尾 健, 高田 智裕, 臼杵 深, 三浦 憲二郎, 位相フィードバック機能を有する低コヒーレンス干渉型変調照明顕微鏡法, 2015年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp.107-108, 東北大学, 宮城(仙台), 9月4-6日 2015.

臼杵 深, ライトフィールド顕微鏡によるイメージング, 光学系設計技術部会&デジタル・イメージング技術部会の合同講演会, 機械振興会館, 東京(芝公園), 6月8日, 2015.

臼杵 深, ライトフィールド顕微鏡の計測への応用, 2015年度精密工学会春季大会シンポジウム「ライトフィールドイメージングの原理と応用」シンポジウム資料集, pp.28-31 東洋大学, 東京(白山), 3月17-19日, 2015.

鈴木 朋大, 臼杵 深, 三浦 憲二郎, 顕微計測における多重解像度モデル生成に関する研究-エッジ情報に基づいた解像度の異なる画像間合成-, 2015年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp.509-510, 東洋大学, 東京(白山), 3月17-19日, 2015.

小出石 達樹, 臼杵 深, 三浦 憲二郎, Focus Variation による高アスペクト比形状の非接触計測に関する研究, 2015年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp.159-160, 東洋大学, 東京(白山), 3月17-19日, 2015.

大橋 佑紀, 臼杵 深, 三浦 憲二郎, 2種類の画素ずらしを用いたライトフィールド顕微鏡の性能向上, 2015年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp.115-116, 東洋大学, 東京(白山), 3月17-19日, 2015.

鈴木 朋大, 臼杵 深, 三浦 憲二郎, Modeling Nano の実現に向けた多重解像度モデル生成処理システム, 2014 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp.377-378, 鳥取大学, 鳥取(鳥取), 9月16-18日, 2014.

臼杵 深, 宇野 大, 静 弘生, 三浦 憲二郎, ライトフィールド顕微鏡を用いたマイクロ工具の三次元計測とモデル化, 2014年度砥粒加工学会学術講演会講演論文集, pp.52-55, 岩手大学, 岩手(盛岡), 9月11-13日, 2014.

鈴木 朋大, 臼杵 深, 三浦 憲二郎, 顕微鏡計測データに対する多重解像度モデル生成処理システムの構築, グラフィックスとCAD/Visual Computing 合同シンポジウム 2014 予稿集, 早稲田大学, 東京(西早稲田), 6月29-30日, 2014.

〔図書〕(計 1 件)

三浦 憲二郎, 「シボ, デジタルシボとその加工システムと高触感付与技術」, p.256-261, "触り心地の制御, 評価技術と新材料・新製品開発への応用," (株)技術情報協会, 2017.

〔その他〕

ホームページ等

<http://ktm11.eng.shizuoka.ac.jp/profile/ktmiura/welcome-j.html>

6. 研究組織

(1)研究代表者

三浦 憲二郎 (MIURA, Kenjiro T.)
静岡大学・工学部・教授
研究者番号: 50254066

(2)研究分担者

臼杵 深 (USUKI, Shin)
静岡大学・電子工学研究所・准教授
研究者番号: 60508191