

## デジタルイメージングによる多重解像度形状モデリング

### [1] 組織

代表者：三浦 憲二郎  
(静岡大学工学部機械工学科)

対応者：臼杵 深  
(静岡大学電子工学研究所)

分担者：  
R.U. Gobithaasan  
(University Malaysia Terengganu)  
Rushan Ziatdinov  
(Fatih University)  
臼杵 深  
(静岡大学電子工学研究所)

### [2] 研究経過

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解像度な計測データを取得する必要があるが出てきた。イメージングデバイスの飛躍的な進歩によりナノ・マイクロ分野での顕微鏡等の計測技術は急速に進歩している。しかし、顕微鏡では視野が狭くなるため、対象の相対的な位置を把握することが困難である。液晶などの製品検査では広範囲かつ高い精度が必要とされるが、全範囲を高解像度で表そうとすると、膨大なメモリを消費してしまう。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。本プロジェクトでは、デジタルイメージングによって得られた解像度の異なるデジタル画像を効率よく処理し、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多重解像度画像を生成・処理するシステムを構築することを目的として研究を行った。以下、研究活動状況の概要を記す。

本プロジェクトの分担者である Dr. R.U. Gobithaasan をマレーシア国の University Malaysia Terengganu から招へいし、本プロジェクトに関連する共同研究打ち合わせおよび技術指導をいただいた。具体的な内容としては、以下の特別講演をしていただき、結果および今後の展望について議論・検討を行った。

タイトル：A note on G1 Continuous Generalized Log-Aesthetic Curves

講演概要：Log-aesthetic curves (LAC) have now matured for practical CAD applications and the extension of LAC is Generalized Log-Aesthetic Curves (GLAC) which is a bigger family of LAC. This talk highlights on constructing G1 continuous GLAC using four control points using a simple bisection method. Two-point Hermite data and  $\alpha$  are kept free for designer's selection, meanwhile  $\nu$  and  $\lambda$  are used to satisfy G1 continuity. The existence of inflection points in a GLAC segment is also discussed in detail. A numerical example of the proposed algorithm is illustrated at the end of this talk to show its practical application for design intent.

さらに、人とコンピュータに関する国際会議 HC2015 を開催し、Dr. R.U. Gobithaasan に招待講演をいただいた。

タイトル：Product Design with Soft set theory

講演概要：The first stage of product design is a simple sketch by a stylist. The attributes of the product can easily be expressed using words, for example, thin, sharp and etc. This talk delves into a preliminary stage of product design based on the needs of potential customers. Taking into consideration of an anatomy of a speaker as a case study, we first classify its main attribute which attracts potential customers. These

attributes are expressed using appropriate semantics which is represented with suitable variations of words. It is then distributed to potential customers. The survey data is then represented with soft set. The set of attributes which represent potential customers' preference is identified by modifying the soft set decision making algorithm proposed by Maji et. al (2002) to suit product design environment. The final results shows a set of attributes for mass manufacture and the importance of each attributes were also identified.

### [3] 成果

#### (3-1) 研究成果

本プロジェクトで明らかになった研究成果について、以下に具体的内容を示す。

##### ・画像間合成手法の提案

これまでの多重解像度モデル生成処理システムでは、SURF(Speeded-Up Robust Features)で検出した特徴点を用いて画像間の対応付けを行っていた。検出した特徴点の内、画像間で特徴量の差が最も小さい特徴点を2組抽出し、それぞれの特徴点間の距離の比を求め、表示倍率を一致させる。さらに、この特徴点を基に画像間の傾きを求めることで、表示角度を統一させる。このようにして、解像度の異なる画像間の合成を行っていた。しかしSURF アルゴリズムは対象画素周辺の輝度勾配から局所的な特徴量を検出している。そのため、回転やスケール変化に対して不変な特徴量を得ることが出来るが、多くの特徴量が類似している画像間の対応付けは困難である。また、使用顕微鏡やセンサなどの撮影条件が大きく異なる画像間においても、正確な対応付けは困難であった。そこで、画素周辺の局所特徴だけでなくエッジ情報として画像全体の特徴を用いることで、従来手法では困難であった画像に対して合成を行うことを提案した。

##### ・提案手法の有効性検証

異なる撮影条件で取得した解像度の違う2つの画像を対象に、分離度に基づくエッジ検出とRANSACによる直線検出を行い、エッジ情報に基づいた画像間合成手法を提案した。これにより、SURF 特徴点を用いた従来の多重解像度モデル生成処理システムでは合成することが困難であった画像に対して大まかな対応付けを行い、画像間合成の成功率を向上させた。今後はRANSACのパラメータ推定を行うことで、直線検出の精度を向上させる。

#### (3-2) 波及効果と発展性など

本プロジェクトの活動の結果、学外研究者、特に海外の研究者との交流が飛躍的に活性化し、国際共同研究プロジェクトへの発展が示唆された。また、本プロジェクトの成果として提案された、顕微鏡の種類や解像度の異なる画像の合成とコンピュータグラフィクスにおける多重解像度の考え方との融合およびナノ・マイクロ形状モデリングへの展開という新しい研究領域の開拓（萌芽的研究の発見）に結びつき、今後の発展が期待できる。

### [4] 成果資料

(1) T. Suzuki, S. Usuki and K. T. Miura, Development of Multi-resolution Microscopy Image Processing System, Journal of Imaging Science and Technology, Vol.59, No.6, in press, 2016

## 出張報告

氏名 : Dr. R. U. Gobithaasan

所属 : University Malaysia Terengganu

期間 : 2015年12月4日～2015年12月11日

用務先 : 静岡大学工学部機械工学科 三浦・臼杵研究室

用務内容 : HC2015 招待講演, 共同研究打ち合わせ, 技術指導

主たる対応者 : 三浦 憲二郎