

課題番号	LR030
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成 25 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

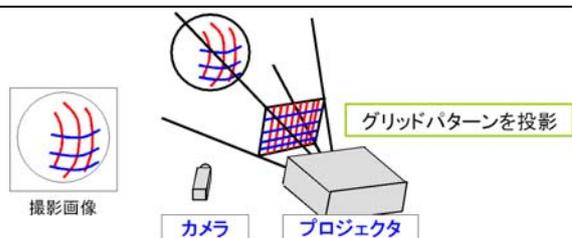
研究課題名	人体の内外表面形状すべてをリアルタイム計測するシステム ～表情筋の動き計測から腸内壁の形状取得まで～
研究機関・ 部局・職名	国立大学法人鹿児島大学・大学院理工学研究科・教授
氏名	川崎 洋

1. 当該年度の研究目的

本研究の目的は、人体を内側・外側からリアルタイムかつ高精度に小型3次元計測する方法を開発することである。具体的な目標として、1. 超ハイスピード計測による人体の細かい動きの計測、2. 超小型化による内視鏡を用いた体内形状の取得、3. 手術の様子を全て3次元ビデオとして記録する手法の開発、4. 高精度な形状データのリアルタイム伝送による遠隔医療システムの実現、を目指す。そのため、平成25年度は、①超ハイスピード 3 次元計測による人体特性の解析、②内視鏡用ワンショット形状計測システムによる生体実験、③内視鏡用ワンショット形状計測システムの拡張に関する研究、④赤外による全周形状計測システムの開発、⑤動きのある全周形状計測データの圧縮手法の研究、⑥動きのある形状計測データの臨場感のある再現手法の研究、を行う。

2. 研究の実施状況

本提案では研究目的に掲げた課題を、これまで研究者らが開発してきた、ワンショット3次元形状計測法を拡張することで実現する。ワンショット3次元形状計測法とは、1回の撮影で3次元形状計測を行う方法である(右図)。昨年度までの研究成果を踏まえて、今年度の実施状況を述べる。



① 超ハイスピード 3 次元計測による人体特性の解析

これまで開発してきた人体のハイスピード 3 次元形状計測手法を用いて、昨年度は非接触による心拍計測を実現した。これは胸部全体の形状変化を対象とした手法であったが、本年度はさらに人体表面の微小かつ局所的な形状変化を解析することで、人体の内部状態を取得する研究を行った。例として、人間が実際に抱いている感情とは異なる表情を作る際に、表情形成に要する時間が僅かに遅れたり、顔の特定の筋肉の動きが普段と微小に異なることなどが報告されていることから、その現象を本センサで検出することを試みた。具体的には、まず被験者が難解な熟語を音読している際の顔の形状変化をハイスピード計測し、未知と既知の熟語の 2 クラスの学習を行った。次に新たな熟語にて同様の計測を行い、計測結果(微小な表情変化)から、その熟語が被験者にとって既知であったか未知であったかを識別した。また、同じことを市販のセンサ (Kinect) でも行い結果を比較した。実験の結果、本センサを用いた場合、被験者によっては 80%と高い正答

率が得られた。一方で市販のセンサを用いた場合には、識別に成功したと判定しうる被験者はいなかった。これにより、人体表面の超ハイスピード形状計測により、人間の内部状態の理解が可能となることが示された。本成果は、パターン認識で国内最大の PRMU 研究会で発表した他、著名な国際会議 WSCG に投稿し採択され、2014 年夏に発表予定である。

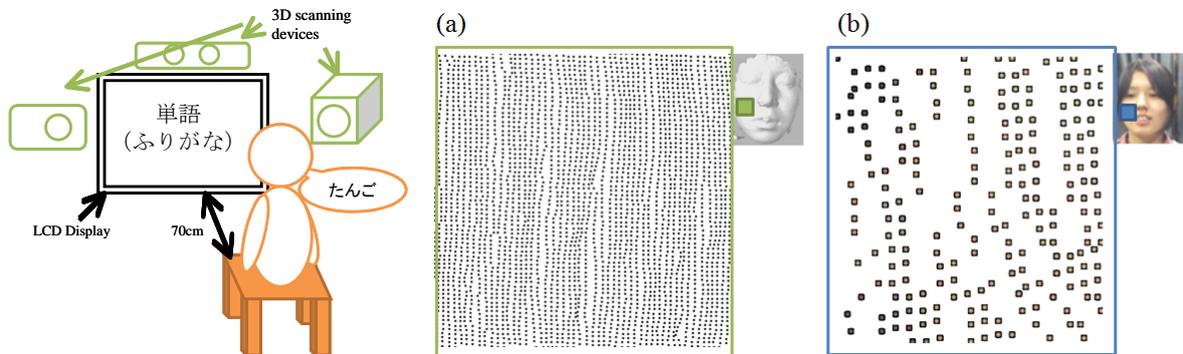


図1 顔をハイスピード計測している様子とその形状計測結果 (a) 提案手法 (b) Kinect

また、これまでの運動解析手法では、人体にマーカを付けて、骨格の動きのみを獲得することが一般的であった。これに対して、今回開発した手法を用いれば、骨格のみならず、筋肉の動きなども計測することができる。そこで、鹿屋体育大学スポーツ情報センターの協力を得て、実際に運動選手が運動をしている時の全周の形状計測を行った。結果を図2に示す。運動している選手の、全周の密で高精度な形状計測が実現できていることが分かる。これら成果は3次元画像処理の分野で国内最大の研究会である情報処理学会コンピュータビジョンとイメージメディア研究会(CVIM)で発表を行った他、イギリス Imperial College London など海外の著名研究機関での招待講演などを通じて国内外でアピールした。

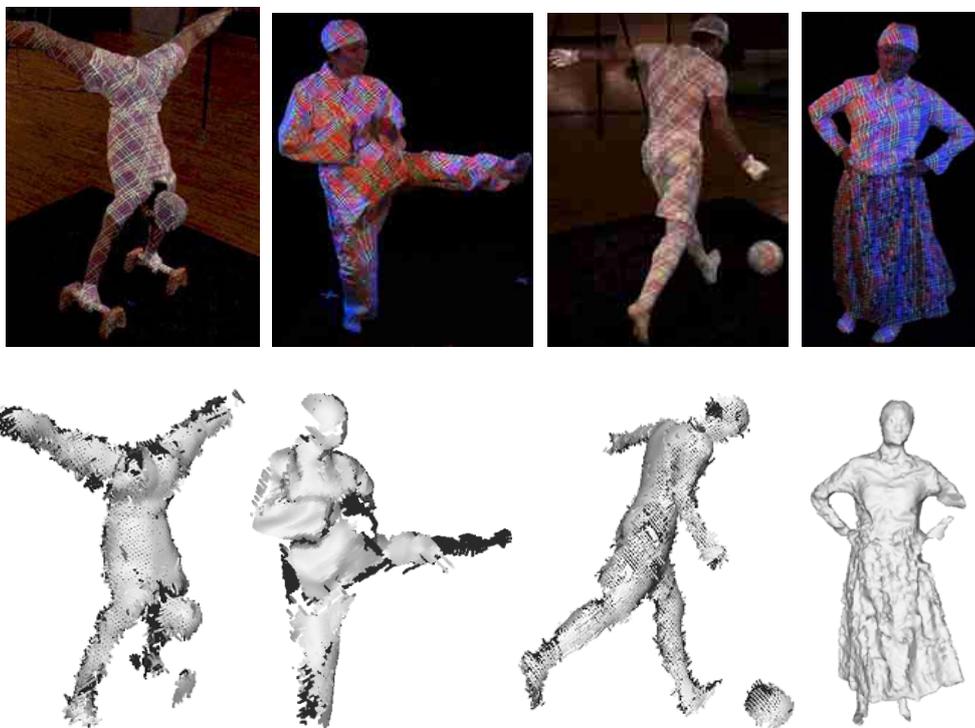


図2 計測例：(上段)カメラで取得された画像列、(下段)復元された3次元点群

②内視鏡用ワンショット形状計測システムによる生体実験

今年度は、これまでに開発した超小型光源と、この光源を用いた形状復元アルゴリズムを用いて、生体組織での腫瘍等の患部のサイズの計測を行うために、システムの校正手法の改良や、ユーザインターフェースの開発を行った。さらに、人の口内の粘膜の計測と、臨床現場での実際の切除標本の計測と、計測誤差の評価を行った。

3次元内視鏡による形状計測では、投光器と内視鏡カメラの幾何学的校正が必要であるが、この作業は内視鏡に投光器を固定した後に行う必要があり、実用上は計測の直前に実行される。このため、より少ない手順で実行できる校正手法と、直感的なユーザインターフェースが求められる。これを実現するために、平面上の校正儀の代わりに、球体の校正儀を利用して、投光器と内視鏡カメラの校正を行う手法を確立した。さらに、校正手順を、病院などの実験現場において短時間で実施するために、直感的に校正を行うことの出来るユーザインターフェースを開発した。開発したシステムでの校正に利用される、球面校正儀の画像と、校正及び復元を行うために開発したGUIの外観を図3に示す。また、開発した校正結果を用いて、人の口内の3次元形状計測を行った実験を図4に示す。

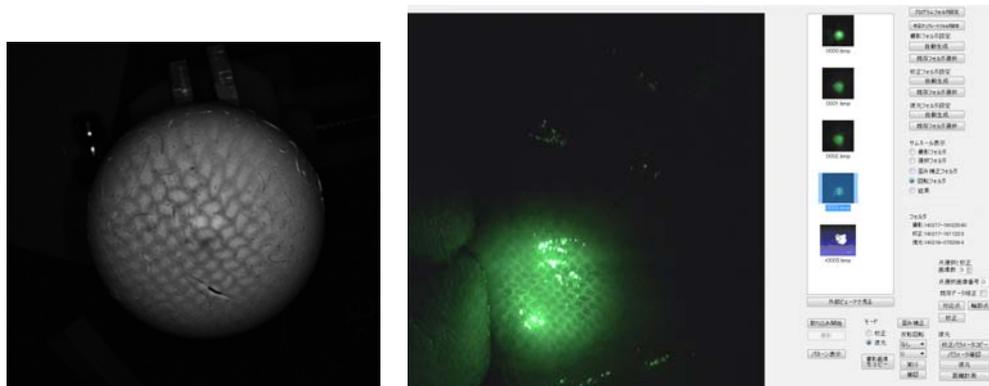


図3 (左) 球面校正儀の画像、(右)校正及び復元用 GUI



図4 左から順に、計測の様子、計測部位、計測画像、得られた3次元領域の範囲、形状計測結果 (赤い線分は 10.0mm)

これらの結果は、電子情報通信学会の医用画像研究会(MI) 研究会、パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU)研究会、第 16 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2013)、生体医工学シンポジウム 2013 で発表され、さらに生体医工学シンポジウム特集論文への掲載が決定した。

さらに、臨床現場において人の胃、食道などから切除された標本の計測実験を行い、実際の組織標本のサイズとの比較評価を行った。計測結果を図5に示す。組織標本上のマーカー間の距離の計測を行った結果、符号付き誤差の平均値が、約-2.2%という結果を得た。これらの結果を、ヨーロッパの消化器医療の団体である、UEG (United European Gastroenterology)が主催する、UEG Week 2014 に投稿した。

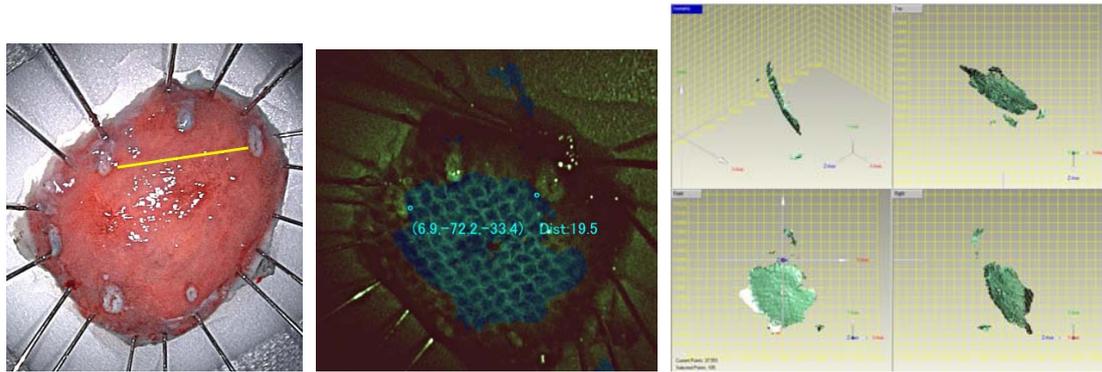


図5 (左)患部組織の外観(中)マーカー間の距離の測定結果(右)計測結果の3次元可視化

③内視鏡用ワンショット形状計測システムの拡張に関する研究

従来のワンショット形状計測では、パターンを投影する光学系として、透視投影カメラモデルとマスクの組み合わせを用いてきた。そのため、小型化や高輝度化、広視野化が困難であった。そこで、光源として回折光学素子(Diffractive Optical Element, DOE)を用いたパターン光源を研究開発した。DOE素子は、入射した光の方向を様々に変えることによりパターン光を生成する方法であるため、光を遮蔽するマスク方式に比べて高効率であるという利点を持つ。点対称なパターンであることなど DOE素子作成の特性を考慮し、DOE素子設計に用いたパターンが下図(左)である。試作したDOE素子とレーザー光源を組み合わせることで製作したパターン光源が下図(中)である。中央の赤く光っている部分がDOE素子であり、レーザーを入射させることにより、設計パターンに従った、下図(右)のパターン投影を実現した。

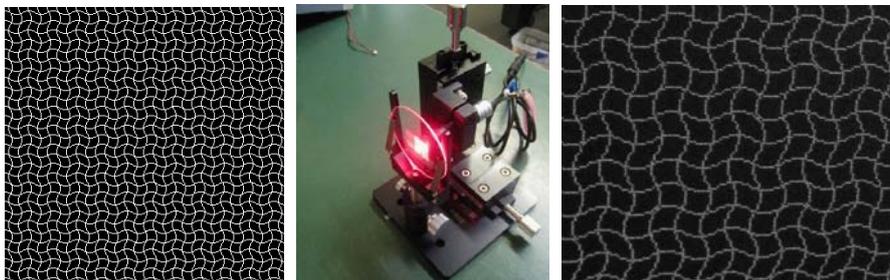
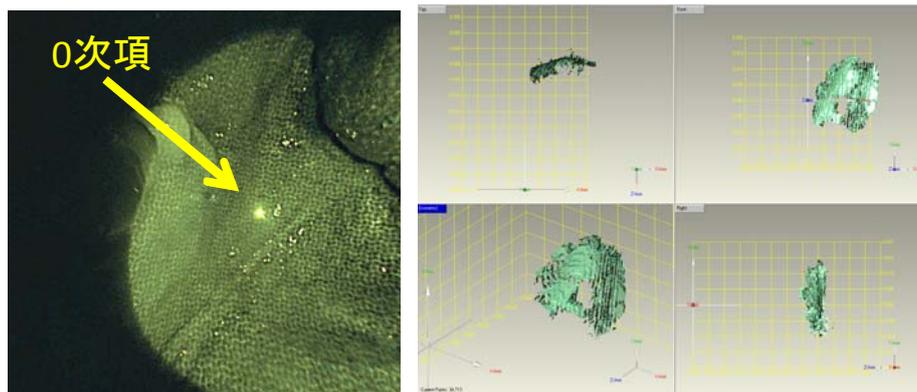


図6 (左)設計パターン、(中)レーザー光源と回折光学素子(DOE)を組み合わせたパターン光源、(右)平面に投影されたパターン光

このDOE素子を内視鏡システムに組み込んだ。内視鏡の鉗子口は直径が2.8mmしかないため、実際に用いるためには超小型化が必須であり、光ファイバーを用いて実装した。合焦には、グリーンレンズを用いて小型化と高精度化を両立させた。以下に実際に作成したDOE方式の内視鏡用プロジェクタの様子を示す。このDOE内視鏡プロジェクタを用いて、口内の計測を行い、3次元形状が計測できることを確認した。さらに、今年度、以上の計測装置による人体実験が、本研究を共同で行ってきた広島大学医学部における倫理委員会で承認された。そこで、来年度以降、実験の条件が整い次第、人体内の計測実験を行う予定である。



(左・中央)マスク方式、(右)DOE方式

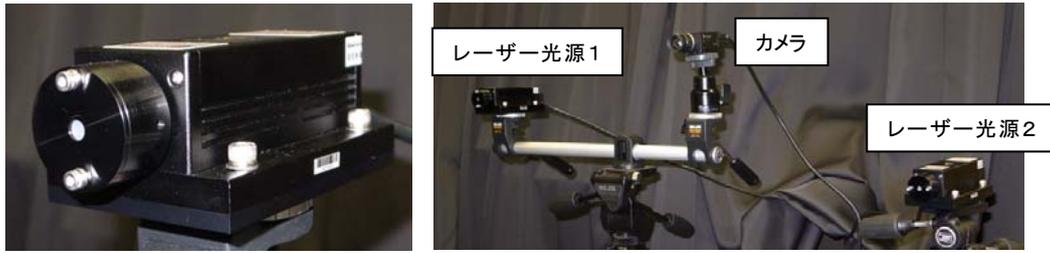


(左)撮影した口内画像 (右)復元結果

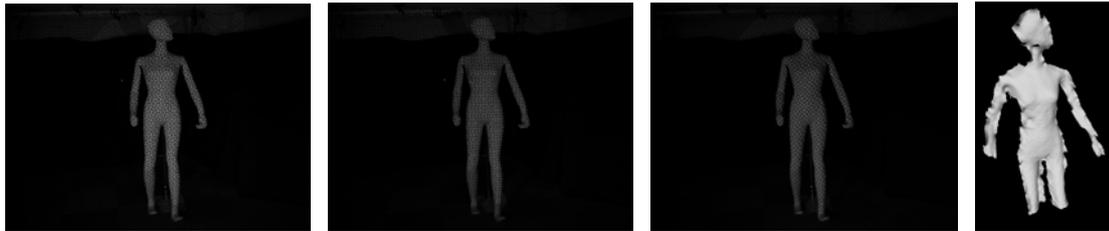
図7 試作した内視鏡用パターンプロジェクタ(マスクパターンおよび DOE)とその復元結果

④複数プロジェクタによる全周形状計測システムの開発

複数台のパターン光源を用いた形状計測システムによって、人体の全周形状計測システムを構築するためには、複数の光源から同時に投影する際に発生するパターン干渉の問題を解決する必要がある。光量の効率性において利点があるレーザー光源を用いて全周計測システムを構築するには、レーザー光源が単色かつパターンが変更できないという問題を解決する必要がある。従来システムでは、異なる光源波長を用いることによって干渉の問題を解決してきたが、レーザー光源の場合には、波長を切り替えることが容易ではないため、異なる解決法が求められる。そこで、これまで開発してきたシステムにおいては、パターン光は常に投影されていることを仮定してきたが、レーザー光源が高速にオン・オフを切り替えられることを利用して、複数の光源から投影されるパターンを時分割で切り替えることにより、干渉の問題を解決する。下図は、レーザー光源と開発したDOE素子を組み合わせて試作したパターン光源である。複数のパターン光源とカメラからなるシステムにおいて、発光と撮影のタイミングを同期可能とすることで、複数の光源の間でのパターンの干渉を防ぐことを実現した。同期せずにパターンを投影した場合、下図(a)のように2つのパターンが干渉し、投影したパターンを検出することが困難となるが、同期して撮影することにより、下図(b)、(c)のようにそれぞれのパターンを検出することが可能となる。このパターンに基づいて形状復元したものが下図(d)である。本成果は、2014年9月につくばで開催される国際会議 Laser Metrology for Precision Measurement and Inspection in Industry (LMPMI) 2014で発表する。



(左)DOE素子とレーザー光源を組み合わせた同期パターン光源、
 (右)2台の同期レーザー光源と1台のカメラによる計測システム



(a)2光源の同時投影 (b)光源1の投影 (c)光源2の投影 (d)復元した形状

図8 (上段)時分割方式のパターンプロジェクタ試作機と(下段)その計測結果

⑤動きのある全周形状計測データの圧縮手法の研究

これまでに開発した各種の時系列形状計測システムで取得される、動きのある3次元点群データは、非常に膨大となるため、このような時系列形状データを圧縮・展開・表示する手法が必須である。2012年度までに開発した圧縮手法は、形状を構成する点集合を曲線の集まりとして扱うもので、高い圧縮率を得られるため保存に適しているが、形状の詳細度に応じて最小限のデータを送信するLODの機能や、ある3次元領域の近くに点があるかどうかの情報を高速に得る手段が無く、そのため詳細度に応じた表示を高速に行うには不向きであった。

そこで、今年度は上記問題点を解消する圧縮手法を開発した。具体的には、静止した形状の表現によく利用されるOctree表現に、時系列情報を追加したTemporal-octreeを提案し、実装した。Temporal-octreeでは、octree中の時系列情報の表現方法と、時系列データをビットストリーム化する際の圧縮方法を工夫することで、高い圧縮率を得られる他、形状の詳細度に応じて最小限のデータを送信するLOD機能や、octreeの階層的表現の特性を利用して、GPUによる高速な形状表示が可能である。

本圧縮手法で図9に示す各種の時系列形状データの圧縮テストを行った結果、Point Cloud Libraryという点群操作ライブラリで採用されているKammerlらの手法や、2012年度に開発した方法と比較して、高い圧縮率が得られることが確認できた。さらに圧縮率と誤差の関係を調べたところ、本圧縮手法ではKammerlらの手法と比較して、実用重要と考えられる中程度の誤差の領域において高い圧縮率を得られることが分かった。実験結果を図10に示す。本研究成果は、ECCV2014(European Conference on Computer Vision)に現在投稿中である。

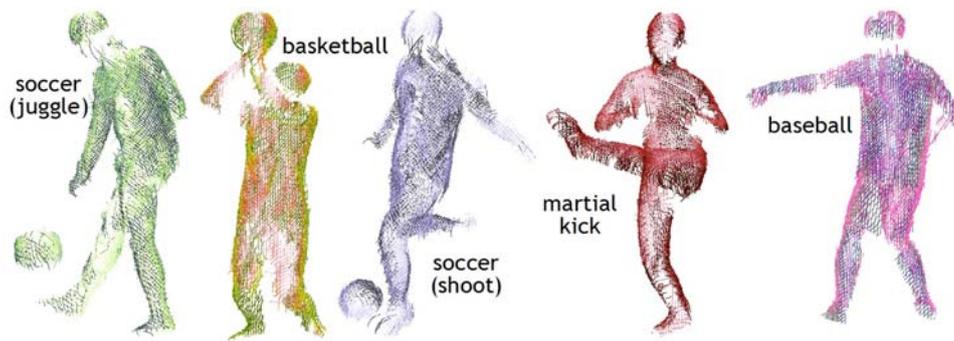


図9 圧縮に用いたデータセット

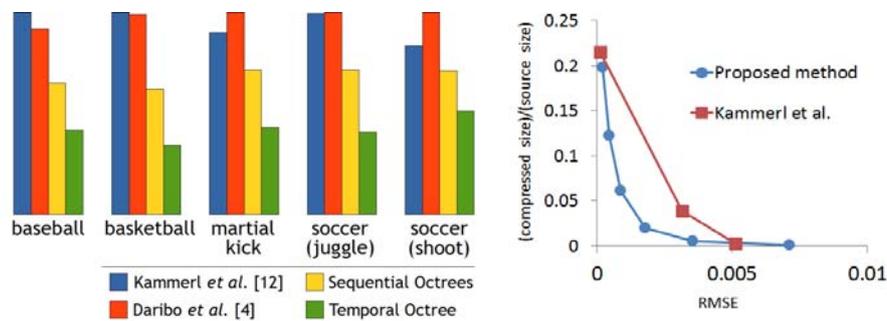


図10 (左)圧縮率、(右)圧縮と誤差の関係図

⑥動きのある形状計測データの臨場感のある再現手法の研究

動きのある形状データを有効利用するためには、3次元データを臨場感を持って再現する必要がある。しかし、3次元センサから最初に得られるデータは、通常点群であり、メッシュなどの情報を持っていない。さらに、動きのある形状データのため、各フレームごとに独立した点群が得られるが、それらフレーム間の点群どうしの情報は得られないことが一般的である。このような大規模な点群データを効率よく描画する手法として、2つのアプローチが考えられる。一つは点群データからメッシュを復元し、フレーム間のメッシュどうしのつながりを推定し描画する手法であり、もう一つは、前述の LOD に基づき、描画に必要な解像度の情報を得て、直接点群を描画する手法である。本年度は、2つのアプローチそれぞれについて研究開発を行った。

まず、点群からのメッシュ復元については、多数のカメラを用いるマルチビューステレオ(MVS)手法を、アクティブ計測に応用する手法を開発した。これは、カメラのみを用いる場合のMVSでは、しばしば3次元点の可視判定が問題となり解が不安定となるが、アクティブ計測では復元できた点においては可視判定のあいまいさが生じないことを利用し、ロバストかつ高速にメッシュ復元を行う手法である。提案手法により復元された結果を図11に示す。本成果は、国際的に権威のあるワークショップ(International Conference on Computer Vision, IEEE International Workshop on Dynamic Shape Capture and Analysis : ICCV-4DMOD 2013)で発表した他、国内で最大規模の3次元に関する研究会(CVIM)で発表を行い、さらに精度を改良したものを現在、国際会議 ECCV2014 に投稿中である。

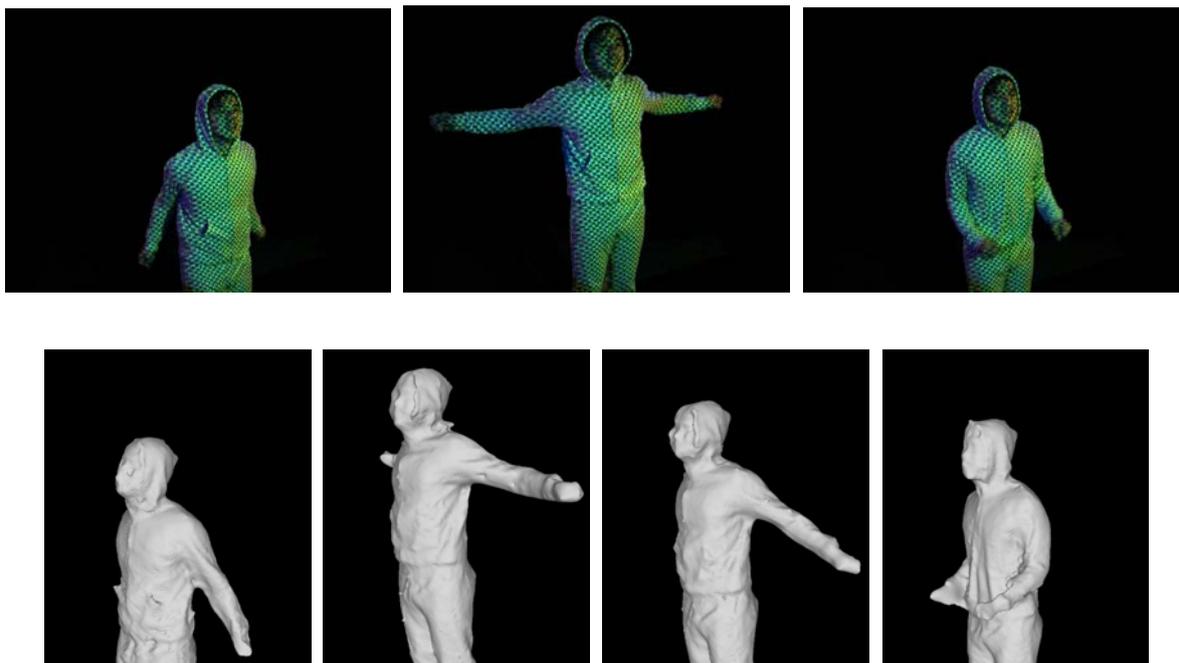


図11 (上段)計測画像例、(下段)MVSにより復元された穴のない形状例

また、メッシュの前後フレームとのつながりを得ることは通常非常に困難であり多くの研究が行われているが、本プロジェクトの対象が人体であることから、骨格モデルや人体モデルの情報を用いることがで、安定した処理を実現する手法を開発した。特に、骨格モデルをベースにフリーフォームデフォーメーション(FFD)手法により、少ないコントロールポイントで密な表面形状を表現することで、フレーム間のトラッキングを実現する手法を開発した。これはフレーム間の連続性を一旦無視して、類似フレームどうしを親子関係とするツリー構造を新たに構築することに特徴がある。フレーム間の連続性を無視するため、再現の際にバネモデルを使って、再度フレーム間の連続性を再現する。提案手法によるトラッキング例を下図に示す。本成果は、現在国際会議 ECCV2014 に投稿中である。

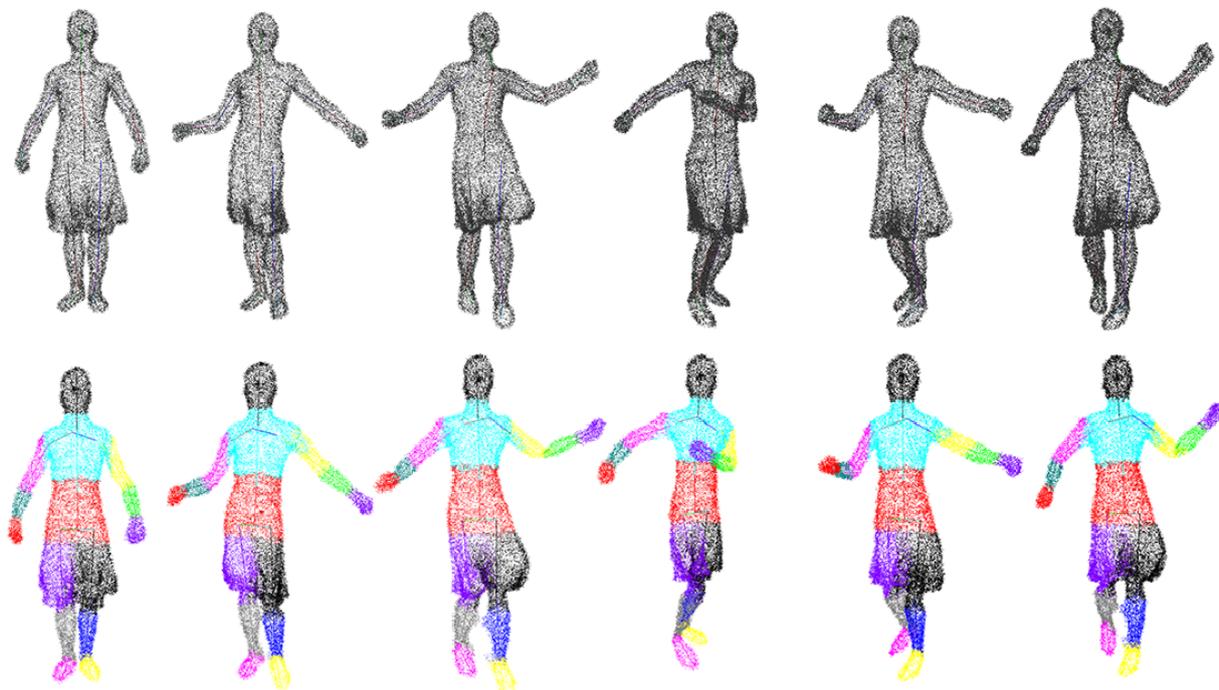


図12 (上段)入力データ、(下段)提案手法により体の部位ごとに分割しトラッキングした結果

また、点群を直接描画する手法の場合、メッシュなどを用いる場合に比べて、陰影や反射など、視点変化による見え方の変化を表現することが難しい。一方で、その簡易な解決策として、視点に依存して利用するテクスチャを切り替える、イメージベースレンダリング(IBR)手法が知られている。そこで、点群のレンダリング手法にIBRを組み合わせた手法を開発した。具体的には、点群位置に常に視線に正対する微小な板を発生させ、その板に計測時に得られるテクスチャ情報をマッピングするというものである。マッピングするテクスチャを視点依存で変化させることで、見え方の変化に対応可能となる。実際に開発したアルゴリズムによるレンダリング結果を図13に示す。広域な空間を構成する膨大な点群を入力として、視点依存でテクスチャマップによる描画が実現できていることが分かる。本成果は、バーチャルリアリティに関する国内最大の会議(第18回日本バーチャルリアリティ学会大会)および、コンピュータグラフィクス研究会(GCAD)で発表した他、現在著名な国際会議 ISMAR (International Symposium on Mixed and Augmented Reality) 2014 に投稿中である。

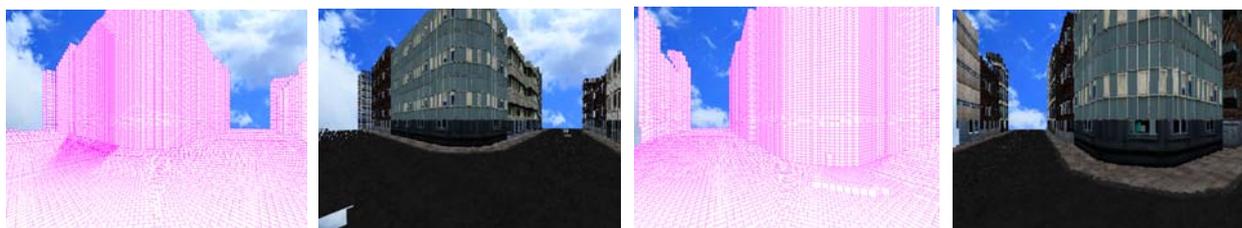


図13 微小板と微小板にテクスチャマップした結果例。テクスチャマップにより写実性が増している。

3. 研究発表等

雑誌論文 計 48 件	(掲載済み一査読有り) 計 31 件 (1)Yohan Thibault , Hiroshi Kawasaki Yasuhiro Akagi,Ryusuke Sagawa,Ryo Furukawa,“Inferring Texture for Active 3D Scan System”, Proceedings of ASIAGRAPH 2013, Vol.1, No.7, pp.39-43,(2013.4) (2) 澤井陽輔 , 篠原悠, 小野智司, 中山茂, 川崎洋,“3次元形状位置合わせにおける進化計算アルゴリズムの比較検討と全周復元への応用”,情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用, Vol.6, No.2, pp.104-118 (2013.8) (3)Hiroshi Koyasu , Hitoshi Maekawa, Hiroshi Kawasaki, Shintaro Ono, Katsushi Ikeuchi,“Scan-matching Based 6DOF SLAM Using Omnidirectional Stereo”, Proceedings of the 13th IAPR Conference on Machine Vision Applications (MVA2013), pp.306-310 (2013.5) (4) Marcos Slomp , Ismael Daribo, Ryo Furukawa, Ryusuke Sagawa, Shinsaku Hiura, Naoki Asada, Hiroshi Kawasaki, “Hardware-Accelerated Geometry Instancing for Surfel and Voxel Rendering of Scanned 4D Media”, Proceedings of 11th International Conference on Quality Control by Artificial Vision (QCAV), 9 pages (2013.5) (5)Xingdou Fu , Zuofu Wang, Hiroshi Kawasaki, Ryusuke Sagawa, Ryo Furukawa,“Calibration of the Projector with Fixed Pattern and Large Distortion Lens in a Structured Light System”, Proceedings of The 13th IAPR Conference on Machine Vision Applications(MVA2013), pp.222-225 (2013.5) (6)Yohan Thibault , Hiroshi Kawasaki, Ryusuke Sagawa, Ryo Furukawa, “Exemplar based texture recovery technique for active one shot scan”, Proceedings of The 13th IAPR Conference on Machine Vision Applications(MVA2013), pp.331-334 (2013.5) (7)Masayuki Furukawa , Yasuhiro Akagi, Shinya Fukumoto, Hiroshi Kawasaki, Yukiko Kawai, “Seamless Interaction Between Real Object and Animated 3D Model”, Proceedings Electronic, CHI 2013 Workshop on Human Computer Interaction for Third Places (HCI-3P), Vol.13, No.6, pp.1-6 (2013.4) (8)Masayuki Furukawa, Yasuhiro Akagi, Shinya Fukumoto, Hiroshi Kawasaki, Yukiko Kawai, “Interactive 3D animation system based on touch interface and efficient creation tools”, Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME 2013) pp1-7 (2013.7) (9)Yasuhiro Akagi, Masayuki Furukawa, Shinya Fukumoto, Hiroshi Kawasaki,Yukiko Kawai, “A content creation system for Interactive 3D animations”, IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME) 2013 Demo Papers, No.1200, pp.1-2 (2013.7) (10)Yasuhiro Akagi , Ryo Furukawa, Ryusuke Sagawa, Koichi Ogawara, Hiroshi Kawasaki, “A facial tracking and transfer method with a key point refinement”, Proceeding of ACM SIGGRAPH 2013 Posters Article No.79, pp.1 (2013.7) (11)Hirooki Aoki , Ryo Furukawa, Masahito Aoyama, Shinsaku Hiura, Naoki Asada, Ryusuke Sagawa, and Hiroshi Kawasaki, Tsuyoshi Shiga and Atsushi Suzuki, “Noncontact Measurement of Cardiac Beat by Using Active Stereo with Waved-grid Pattern Projection”, Proceedings of 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (IEEE EMBC 2013), 4 pages (2013.7) (12)Hirooki Aoki , Ryo Furukawa, Masahito Aoyama, Shinsaku Hiura, Naoki Asada, Ryusuke Sagawa, and Hiroshi Kawasaki, Shinji Tanaka, Shigeto Yoshida, and Yoji Sanomura, “Proposal on 3-D Endoscope by Using Grid-based Active Stereo”, Proceedings of 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (IEEE EMBC 2013), 4 pages (2013.7) (13)Hiroshi Kawasaki, Yuuki Horita, Hitoshi Masuyama, Satoshi Ono, Makoto Kimura, Yasuo Takane, “Optimized Aperture for Estimating Depth from Projector’s Defocus”, 3DTV-Conference, 2013 International Conference, Digital Object Identifier :10.1109/3DV.2013.26, pp135 - 142 (2013.7) (14)Nozomu Kasuya, Ryusuke Sagawa, Ryo Furukawa, Hiroshi Kawasaki, “Robust and Accurate One-shot 3D Reconstruction by 2C1P System with Wave Grid Pattern”,3DTV-Conference, 2013 International Conference Digital Object Identifier :10.1109/3DV, pp247 - 254 (2013.7) (15)Yasuhiro Akagi, Ryo Furukawa, Ryusuke Sagawa, Koichi Ogawara, Hiroshi Kawasaki, “Marker-less Facial Motion Capture based on the Parts Recognition”, Proceeding of 21th WSCG International Conference on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision 2013, Vol.21, No.D17, pp.1-8 (2013.6) (16)Yasuhiro Akagi, Ryo Furukawa, Ryusuke Sagawa, Koichi Ogawara, Hiroshi Kawasaki,“A facial motion tracking and transfer method based on a key point detection”, WSCG International Conference on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision 2013, Vol.21, No.E73, pp.1-8 (2013.6) (17)Yasuhiro Akagi, Ryo Furukawa, Ryusuke Sagawa, Koichi Ogawara, Hiroshi Kawasaki, “Marker-less Facial Motion Capture based on the Parts Recognition”, Journal of WSCG , Vol.21, No.2, pp.137-144 (2013.6) (18)堀田祐樹, 小野智司, 川崎洋, 木村誠, 高根靖雄,“符号化開口を用いたプロジェクタ・カメラシステムに
--------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

よるポケを利用した 3次元計測手法”,電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J96-D, No.8, pp.1823-1833 (2013.8)

(19)赤木 康宏,古川 亮,佐川 立昌,小川原 光一,川崎 洋,”顔の部位識別に基づくマーカレスモーションキャプチャに関する研究”,精密工学会論文誌, Vol.79, No.11, (2013.11)

(20)Kazuma Fukumoto, Hiroshi Kawasaki, Shintaro Ono, Hiroshi Koyasu, Katsushi Ikeuchi, “On-Vehicle Videos Localization using Geometric and Spatio-temporal Information”, Proceedings of 20th ITS World Congress Tokyo 2013 (CD-ROM) (2013.Oct)

(21)Hiroshi Kawasaki, Hitoshi Masuyama, Ryusuke Sagawa, Ryo Furukawa, “Single colour one-shot scan using modified Penrose tiling pattern”, IET Computer Vision, Volume 7, Issue 5, pp. 293-301 (2013.10)

(22)Hiroomi Aoki, Ryo Furukawa, Shinsaku Hiura, Ryusuke Sagawa, Hiroshi Kawasaki, “Extraction and Visualization of Cardiac Beat by Grid-Based Active Stereo,” Advances in Depth Images Analysis and Applications, Springer, LNCS7854, pp.146-157 (International Workshop, WDIA 2012, Tsukuba, Japan, November 11, 2012, Revised Selected and Invited Papers Series: Lecture Notes in Computer Science) 2013.8

(23)Matteo Pagliardini, Yasuhiro Akagi, Marcos Slomp, Ryo Furukawa,Ryusuke Sagawa, Hiroshi Kawasaki, “Exemplar-Based Hole-Filling Technique for Multiple Dynamic Objects”, 6th Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology (PSIVT2013) ,Proceedings, Image and Video Technology Lecture Notes in Computer Science Volume 8333 (Springer LNCS 8333) pp242-253 (2013.10)

(24) Nozomu Kasuya, Ryusuke Sagawa, Ryo Furukawa, Hiroshi Kawasaki., “One-Shot Entire Shape Scanning by Utilizing Multiple Projector-Camera Constraints of Grid Patterns”, IEEE International Conference on Computer Vision Workshops (ICCV2013), DOI 10.1109/ICCVW 2013.47 pp299-306 (The conference USB, workshops, IEEE Catalog Number CFP13TBD-USB (2013.12)

(25) 青木広宙, 古川亮, 佐川立昌, 川崎洋, 鈴木敦, 志賀剛, “グリッドアクティブステレオによる三次元画像計測を用いた心拍と呼吸の分離抽出と可視化”, ビジョン技術の実利用ワークショップ (Vision Engineering Workshop, ViEW2013) Proceedings IS1-C1, 4 pages (2013.12)

(26)古川亮, 青木広宙西谷維心, 青山正人, 日浦 慎作, 小南 陽子, 松尾泰治, 吉田成人, 田中信治, 佐川立昌, 川崎洋,”能動ステレオ法に基づく三次元内視鏡システムの校正手法”, ビジョン技術の実利用ワークショップ (Vision Engineering Workshop, ViEW2013)Proceedings IS1-C6, 4 pages (2013.12)

(27) 河野歩実, 古川亮, 日浦慎作, 青山正人, 宮崎大輔, 馬場雅志, 佐川立昌, 川崎洋,”格子パターンによるアクティブ3次元形状計測手法のパッシブステレオ法による高密度化”, ビジョン技術の実利用ワークショップ (Vision Engineering Workshop, ViEW2013), IS1-F7/(OS2-H4), 4 pages (2013.12)

(28) 古川 真行, 赤木 康宏, 河合 由起子, 川崎 洋, “Kinectを用いた簡易3Dアニメーション制作システムの提案”, 情報処理学会 インタラクシオン 2014, IPSJ Interaction 2014 A-06, pp166-171 (2014.2)

(29) 米倉 梨菜, 赤木 康宏, 河合 由起子, 小野 智司, 川崎 洋, “可視性に基づくランドマークの自動検出とこれを利用した道案内システム”,第6回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(第12回日本データベース学会年次大会) 論文集 E9-4, 8pages (2014.3)

(30)中井 寿一, 山本 美佳, 河合 由起子, 川崎 洋, 赤木 康宏, 若宮 翔子, 角谷 和俊, “Tweetを用いた歩行者推移推定モデルに基づく二輪車ナビシステムの提案”, DEIM2014 The 6th Forum on Data Engineering and Information Management 第6回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(第12回日本データベース学会年次大会) 論文集 B3-5, 6 pages, (2014.3)

(31) Ryusuke Sagawa, Ryo Furukawa, Hiroshi Kawasaki, “Dense 3D Reconstruction from High Frame-Rate Video using a Static Grid Pattern”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 2014, DOI:10.1109/TPAMI.2014.2300490 (2014.1)

(掲載済み一査読無し) 計 12 件

(1)小野智司, 川上雄大, 伊藤拓也, 藤田晋輔, 中山茂, 川崎洋,”ゆがんだ二次元コードの復号による廃棄物認識”,人工知能学会誌 特集:「グリーン AI」, Vol.28, No.4, pp.575-582 (2013).

(2)糟谷望, 佐川立昌, 古川亮, 川崎洋,”複数プロジェクタ・カメラを用いた波線グリッドパターン投影によるワンショット全周計測”,IPSJ SIG Technical Report 情報処理学会研究報告 Vol.2013-CG-153 No.4, Vol.2013-CVIM-189 No.4, pp1-6 (2013.11)

(3)若元友輔, 赤木康宏, 子安大士, 小野晋太郎, 川崎洋,”圧縮テクスチャとビルボードによる広域3次元空間情報のレンダリングシステム”,情報処理学会研究報告 IPSJ SIG Technical Report, Vol.2013-CG-153 No.11, pp1-6 (Vol.23-CVIM-189 No.11) (2013.11)

(4)谷山友規, 赤木康宏, 沖佳憲, 伊藤源太, 桃井康行, 川崎洋,”3次元データとシーンの位置合わせを実現するAugmented Realityシステムの提案 一動物の放射線治療の効率化に向けたシステムの提案-”, 情報処理学会研究報告 IPSJ SIG Technical Report, Vol.2013-CG-153 No.12, pp1-6 (2013.11)

(5)堀田祐樹, 小野智司, 川崎洋, 木村誠, 高根靖雄: “3次元計測を目的としたプロジェクタ用符号化開口

	<p>の進化的設計”, 第 95 回数理解モデル化と問題解決研究発表会, Vol.2013-MPS-95, No.21, p1-6 (2013.9).</p> <p>(6) 川上雄大・小野智司・川崎 洋・中山 茂, ”歪みに頑健な補助線入り二次元コードの復号方式の改良”, 信学技報, vol. 113, no. 402, PRMU2013-118, pp. 275-280, (2014.1)</p> <p>(7) 米倉梨菜, 赤木康宏, 河合由起子, 川崎 洋, ”ランドマークの可視性を考慮した歩行者および二輪車向けナビゲーションシステムの提案”, 情報処理学会第 76 回全国大会 講演論文集 DVD pp3-167~168 (2014.3)</p> <p>(8) 森永寛紀, 川崎洋, 益山仁, 小野智司, 古川亮, ”プロジェクタ・カメラシステムによるワンショット計測に最適なモノクロパターンに関する検討” 情報処理学会研究報告 IPSJ SIG Technical report Vol.2014-CVIM-191 No. 19, pp1-8 (2014.3)</p> <p>(9) 益山仁, 川崎洋, 古川亮, ”焦点距離の異なる複数パターンを投影可能なプロジェクタによる Depth from Defocus 手法”, 情報処理学会研究報告 IPSJ SIG Technical report Vol.2014-CVIM-191 No. 18, pp1-8 (2014.3)</p> <p>(10) 沖佳憲, Thibault Yohan, 赤木康宏, 古川亮, 佐川立昌, 川崎洋, ”テクスチャの影響の軽減によるロバストな多視点プロジェクタ・カメラを用いた全周形状計測システム”, 情報処理学会研究報告 IPSJ SIG Technical report Vol.2014-CVIM-191 No. 20, pp1-8 (2014.3)</p> <p>(11) 古川亮, 西谷維心, 青山正人, 日浦慎作, 青木広宙, 小南陽子, 松尾泰治, 吉田成人, 田中信治, 佐川立昌, 川崎洋, ”能動ステレオ法に基づく三次元内視鏡による生体組織の形状計測”, 信学技報 IEICE Technical Report PRMU2013-178, p61-66 (2014.3)</p> <p>(12) 赤木康宏, 小原由華, 森永寛紀, 川崎洋, ”顔の密な3次元形状の微小変化を利用した認識手法”, 信学技報 IEICE Technical Report PRMU2013-202 pp203-208 (2014.3)</p> <p>(未掲載) 計 5 件</p> <p>(1) Ono, S., Kawakami, Y., Kawasaki, H., Fujita, S. ”A Two-Dimensional Barcode with Robust Decoding against Distortion and Occlusion for Automatic Recognition of Garbage Bags ”, ICPR2014 accepted</p> <p>(2) Fukumoto Kazuma, Hiroshi Kawasaki, Shintaro Ono, Hiroshi Koyasu, Katsushi Ikeuchi ”On-Vehicle Video Localization Technique based on Video Search using Real Data on the Web”, International Journal of Intelligent Transportation Systems Research, accepted</p> <p>(3) Hitoshi Masuyama, Hiroshi Kawasaki and Furukawa Ryo, ”Depth from projector Defocus based on multiplex pattern projection”, IPSJ Trans. Computer Vision and Applications (CVA), accepted.</p> <p>(4) Akagi, Y. Kawasaki, H. ”A method of micro facial expression recognition based on dense facial motion data”, WSCG International Conference on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision 2014, accepted.</p> <p>(5) Ryusuke Sagawa, Tatsuya Kawamura, Ryo Furukawa, Hiroshi Kawasaki, ”One-shot 3D Reconstruction of Moving Objects by Projecting Wave Grid Pattern with Diffractive Optical Element”, Laser Metrology for Precision Measurement and Inspection in Industry (LMPMI) 2014, accepted.</p>
<p>会議発表 計 26 件</p>	<p>専門家向け 計 26 件</p> <p>(1) Yasuhiro Akagi, Ryo Furukawa, Ryusuke Sagawa, Koichi Ogawara, Hiroshi Kawasaki, ”Marker-less Dense Facial Motion Capture System Based on Key Point Tracking”, 第 16 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), 2013.7.29-8.1, 東京</p> <p>(2) 堀田祐樹, 益山仁, 小野智司, 川崎洋, 木村誠, 高根靖雄, ”3 次元計測を目的としたプロジェクタ用符号化開口の遺伝的アルゴリズムによる最適化”, 第 16 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), 2013.7.29-8.1, 東京</p> <p>(3) 沖佳憲, 森永寛紀, 清田祥太, Yohan Thibault, 赤木康宏, 川崎洋, 古川亮, 佐川立昌, 和田智仁, ”複数台のプロジェクタとカメラを用いた運動選手の全周計測システムの開発”, 第 16 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), 2013.7.29-8.1, 東京</p> <p>(4) Ryo Furukawa, Hirooki Aoki, Ryusuke Sagawa, Hiroshi Kawasaki, Masahito Aoyama, Shinsaku Hiura, ”Calibration of 3D Endoscope System using Grid-Based Active Stereo”, 第 16 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), 2013.7.29-8.1, 東京</p> <p>(5) Samantha Claudet, Xingdou Fu, Yasuhiro Akagi, Ryo Furukawa, Ryusuke Sagawa, Hiroshi Kawasaki, ”Realtime Hand-Shape Recognition using RGB and Depth Sensor”, 第 16 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), 2013.7.29-8.1, 東京</p> <p>(6) 阪下和弘, 佐川立昌, 古川亮, 川崎洋, 八木康史, ”波線グリッド形状計測のための最適なパターン選択手法”, 第 16 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), 2013.7.29-8.1, 東京</p> <p>(7) 糟谷望, 佐川立昌, 古川亮, 川崎洋, ”頑健性向上のための2台のカメラを用いた波線グリッドパターン能動ステレオ”, 第 16 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), 2013.7.29-8.1, 東京</p> <p>(8) Kazuma Fukumoto, Hiroshi Kawasaki, Shintaro Ono, Hiroshi Koyasu, Katsushi Ikeuchi, ”Identification of On-Vehicle Video by using Space-Time Feature Extracted from Online Video and Digital Map”, 第 16 画像</p>

様式19 別紙1

	<p>の認識・理解シンポジウム(MIRU2013),2013.7.29-8.1, 東京</p> <p>(9)Yohan Thibault, Yoshinori Oki, Yasuhiro Akagi, Hiroshi Kawasaki, Ryusuke Sagawa, Ryo Furukawa, "Texture Recovery from Pattern Overlapped Image of Active 3D Scan with Ecient Patch Selection",第16画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2013),2013.7.29-8.1, 東京</p> <p>(10)Hiroshi Kawasaki, "One-shot shape acquisition technique and medical applications", Invited Talk at Univ of Surray, UK, 07 August 2013</p> <p>(11)Hiroshi Kawasaki, "One-shot shape acquisition technique and medical applications", Invited Talk at Imperial College London (ICL), UK 2013 Aug.06</p> <p>(12)Hiroshi Kawasaki, "One-shot scan techniques and medical applications", Invited Talk at University College London (UCL), UK 2013 Aug.08</p> <p>(13)松ヶ野祐紀, 小野智司, 川崎洋, 古川亮, 福田悠人, 久野義徳, "進化計算による実3次元物体の表面反射特性パラメータの推定手法", 2013年映像情報メディア学会年次大会 2013.8.28-30, 東京</p> <p>(14)川崎洋, "4次元メディアの研究開発", 研究セミナー, 凸版印刷株式会社 (2013.9.9) 東京</p> <p>(15)川崎洋, "動物体3次元センサの開発とその医療応用", セミナー, ソニー株式会社 (2013.9.10) 東京</p> <p>(16)若元 友輔, 川崎 洋, 小野 晋太郎, 小安 大士, "微小板と圧縮テクスチャを用いた広域空間の写実的レンダリングシステム", 第18回日本バーチャルリアリティ学会大会, 2013.9.17-19, 名古屋</p> <p>(17)青木 広宙, 古川 亮, 西谷 維新, 青山 正人, 日浦 慎作, 小南 陽子, 松尾 泰治, 吉田 成人, 田中 信治, 佐川 立昌, 川崎 洋, "グリッドアクティブステレオを用いた三次元消化器内視鏡におけるキャリブレーション手法", 生体医工学シンポジウム 2013, 2013.9.20-21, 福岡市</p> <p>(18)山口 裕之, 川崎 洋, 小野 晋太郎, 子安 大士, 若元 友輔, 福元 和真, 谷山 顕帆, "車載全方位カメラを用いた広域環境の撮影および自由視点描画システムの開発", 平成25年度(66回)電気関係学会九州支部連合大会, 2013.9.24-25, 熊本県</p> <p>(19)Nozomu Kasuya, Ryo Furukawa, Ryusuke Sagawa, Hiroshi Kawasaki, "Robust One-shot 3D Reconstruction based on Wave Grid Pattern Using Two Cameras", Asiagraph 2013 Forum in Kagoshima 2013.9.28 鹿児島市</p> <p>(20)Kazuhiro Sakashita, Ryusuke Sagawa, Ryo Furukawa, Hiroshi Kawasaki, Yasushi Yagi, "Optimal Pattern for Wave One-shot 3D Acquisition--- Selective Technique of Optimal Pattern by rotation", Asiagraph 2013 Forum in Kagoshima, 2013.9.28 鹿児島市</p> <p>(21)Hirooki Aoki, Yoshinori Oki, Hiroki Morinaga, Yasuhiro Akagi, Hiroshi Kawasaki, Ryusuke Sagawa, Ryo Furukawa, "Non-contact Biological Signal Measurement by Using Grid-based Active Stereo--- Proposal on Visualization of Heart Stroke", Asiagraph 2013 Forum in Kagoshima, 2013.9.28 鹿児島市</p> <p>(22)Yasuhiro Akagi, Ryo Furukawa, Ryusuke Sagawa, Koichi Ogawara, Hiroshi Kawasaki, "A Key Point Detection method for Facial Motion Tracking", Asiagraph 2013 Forum in Kagoshima, 2013.9.28 鹿児島市</p> <p>(23)松ヶ野祐紀, 小野智司, 川崎洋, 福田悠人, 古川亮, "事例ベース推論と自己適応型差分進化による反射特性推定", 第7回進化計算シンポジウム 2013, 2013.12.14-15 鹿児島県霧島市</p> <p>(24)青木 広宙, 川崎 洋, 佐川 立昌, 古川 亮, "アクティブステレオ画像計測を応用した医用生体計測" 電子情報通信学会 医用画像研究会, 2013.11.7, 広島市</p> <p>(25) Ryusuke Sagawa, Ryo Furukawa, Hiroshi Kawasaki, "Development of real-time 3D scanning system for moving human", The 8th International Workshop on Robust Computer Vision, WRCV2014, pp22, 2014.1.11-12, 韓国</p> <p>(26) Kazuma Fukumoto, Hiroshi Kawasaki, Shintaro Ono, Katsushi Ikeuchi, "Vehicle Localization Method using Spatio-Temporal Image", The 8th International Workshop on Robust Computer Vision, WRCV2014, pp29, 2014.1.11-12, 韓国</p> <p>一般向け 計0件</p>
<p>図書</p> <p>計0件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状 況</p> <p>計0件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計0件</p>

様式19 別紙1

Webページ (URL)	<p>(1)「最先端・次世代研究開発支援プログラム 人体の内外表面形状すべてをリアルタイム計測するシステム」 http://www.hyper3dsensing.com/</p> <p>(2) Computer Vision & Graphics Laboratory (鹿児島大学情報生体システム工学科川崎研究室 研究紹介) http://www.ibe.kagoshima-u.ac.jp/~cgv/</p>
国民との科学・技術対話の実施状況	<p>(1) かがしまアートフェスタ 2013, 2013.9.26-29 (鹿児島市鹿児島県民交流センター) 対象者:一般市民 参加者数:2000名 鹿児島県と鹿児島県文化振興財団霧島アートの森の主催によるアートと最新テクノロジーの融合を図るアートイベントにて、「みて、さわって、たのしむ」をテーマに最先端コンテンツ技術の体験を含め、研究室で開発している研究テーマについてのデモンストレーションを実施。</p> <p>(2) 川崎洋,“4次元メディアシステムの研究開発”,ICT イノベーションフォーラム 2013,2013.10.1(幕張メッセ 国際会議場) 対象:一般市民、官公庁、研究者他 情報通信技術の研究開発成果を活用し、未来を拓くイノベーションの創発を図るために最新の研究開発動向の紹介をする本イベントにて、当研究室で取り組む研究内容を紹介した。</p> <p>(3) 鹿児島大学工学部オープンキャンパス (2013.8) 対象者:高校生、一般市民、大学生 内容:当研究室で取り組んでいる次世代三次元計測システムの開発などの研究紹介を実施。(パネル展示、リアルタイム三次元形状の計測及び復元の体験コーナーなど)</p> <p>(4) 出張講義(高大連携に伴う出前授業)”3次元で見える新しい世界“, 鹿児島県立出水中央高等学校, 2013.12.11, 対象者:高校生 参加者数:50名 内容:近年様々な分野で活用され始めた 3D 技術の紹介を切り口に、当研究室で開発したリアルタイム形状復元のデモンストレーションを実施。現在進めている最先端・次世代三次元計測システムの研究についてわかりやすく解説した</p> <p>(5) ㈱日本情報技術センター主催、中部大学藤吉先生総監修講座 『3次元画像センシング技術』 第三講「能動的計測と三次元復元」(2014.1.16)講師 対象者:一般開発者、研究者等 参加者数:50名 三次元画像センシング技術の全般を理解して頂き、さらに具体的な応用に必要が三次元画像処理技術と考え方を獲得することを目的とした講義を実施</p>
新聞・一般雑誌等掲載計1件	<p>(1)糟谷望, 阪下和弘, 佐川立昌, 古川亮, 川崎洋,“波線/パターン投影による高速表面形状計測”検査技術, 日本工学出版(株), Vol.18, No.5, pp.16-21, (2013.5)</p>
その他	

4. その他特記事項

実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されません

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	123,000,000	87,988,000	35,012,000	0	0
間接経費	36,900,000	26,396,400	10,503,600	0	0
合計	159,900,000	114,384,400	45,515,600	0	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	10,083,548	35,012,000	0	45,095,548	45,095,548	0	
間接経費	0	10,503,600	0	10,503,600	10,503,600	0	
合計	10,083,548	45,515,600	0	55,599,148	55,599,148	0	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	11,832,705	実験装置等
旅費	6,525,362	研究成果発表旅費等
謝金・人件費等	24,282,376	研究員・技能補佐員人件費等
その他	2,455,105	学会参加登録料等
直接経費計	45,095,548	
間接経費計	10,503,600	
合計	55,599,148	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
マスクパターン用レーザーシステム	532±30nm,400mW 以上(消耗品)	1	628,950	628,950	2014.2.6	広島市立大学
回折光学素子	内視鏡用波形波形 パターンDOE(消耗 品)	1	4,725,000	4,725,000	2014.3.20	広島市立大学
ファイバーDOE光源ユニット	515±10nm,15mW可 変(消耗品)	1	1,251,600	1,251,600	2014.3.20	広島市立大学