

4次元メディアシステムの研究開発 (101710002)

Development of 4D media system and its applications

研究代表者

川崎洋 鹿児島大学大学院理工学研究科
Hiroshi Kawasaki The Graduate school of Science and Engineering Kagoshima University

研究分担者

佐川立昌[†] 古川亮^{††} 小野智司^{†††} 福元伸也^{†††} 青木広宙^{††} Thibault Yohan^{†††} 糟谷望[†]
Ryusuke Sagawa[†] Ryo Furukawa^{††} Satoshi Ono^{†††} Shinya Fukumoto^{†††}
Hirooki Aoki^{††} Thibault Yohan^{†††} Nozomu Kasuya[†]
独) 産業技術総合研究所 知能システム研究部門[†], 広島市立大学大学院 情報科学研究科^{††}
鹿児島大学大学院 理工学研究科^{†††}

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology[†] Hiroshima City University^{††}
Kagoshima University^{†††}

研究期間 平成 22 年度～平成 24 年度

概要

時間軸を含めた 3 次元データから構成される 4 次元メディアを構築するには、これまでマルチビューステレオや視体積交差法などパッシブな手法が多く用いられてきた。しかし、精度が低い・処理が重い・データサイズが大きい、といった問題があった。物体の 3 次元形状を高精度・高密度かつ高速な処理で取得するには、アクティブ方式が適しているが、動画のように高いフレームレートで計測することは難しかった。そこで本研究では、ワンショット方式のアクティブスキャン方式による計測手法にパッシブ手法の知見を加え、動く物体の全周 3 次元形状をビデオのように計測することを目指す。同時に、遠隔地でリアルタイムに再現するために、4 次元メディアの圧縮・表示技術の研究開発を行う。

1. まえがき

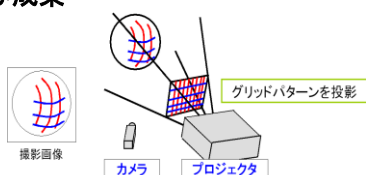
近年、文字や画像などのデータに加えて、映像や 3 次元形状など多次元データによる大規模な情報を対象としたサービスや開発が盛んに行われるようになってきている (3D プリンターや 3 次元地図など)。このように実世界の 3 次元データを高度に活用し、臨場感のあるコミュニケーションを実現することが強く望まれているが、その実現には 3 次元データを効率よく「取得・加工・再現」する必要がある。「加工・再現」に関しては、高性能グラフィックカードや 3D テレビなど多く開発されているが、「取得」に関しては今も技術的な困難がある。もし、ビデオ映像のように、時間的な推移を加えた 3 次元形状を効率よく取得できれば、「4 次元メディア」という、これまでにない情報媒体が生まれ、新しいサービスやコミュニケーションの実現が期待される。例えば、運動選手の動きと筋肉の詳細な形状変化を計測することで、従来のモーションキャプチャでは不可能だった運動解析が行える。また、4 次元メディアを圧縮・転送・表示できれば、遠隔地の患者や体の内部を、離れた場所からあたかも実際に見ているかのように知覚できるため、医療診断や遠隔手術が実現できる。

そこで、本研究では「4 次元メディア」を効率よく取得するための新しいセンシング技術、およびその圧縮・表示技術、さらには応用手法の開発を目指す。

2. 研究開発内容及び成果

本提案では前記課題を、研究代表者がこれまで開発してきた、カメラによる 1 回の撮影で 3 次元形状計測を行うワンショット 3

次元形状計測法を拡張することによって実現する (上図)。この手法は、カメラのフレームレートで形状が計測できるため、動きのある 3 次元形状計測に適している。また、計

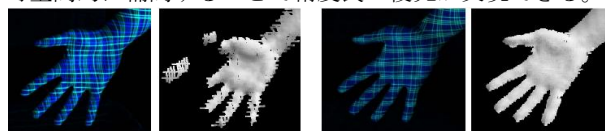


測した 3 次元ビデオの解析手法や、臨場感のあるコミュニケーションシステムの開発も合わせて行う。

今回得られた成果は、大きく以下の 6 つにまとめられる。

1. 時間方向の連続性を考慮した 3 次元計測

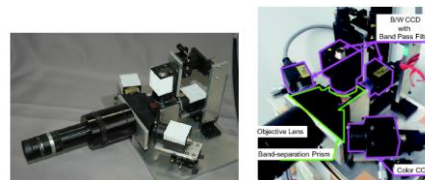
ワンショットスキャンでは、各フレームごとに独立して 3 次元形状が計測されるため、隣接フレーム間で形状が首尾一貫しないことが起こる。そこで、時間方向の連続性を考慮して、矛盾の無い連続形状計測を実現した。これにより、オクルージョンにより曖昧性が残る部分であっても、時空間的に補間することで精度良い復元が実現できる。



入力画像と復元結果 (先行研究) 入力画像と復元結果 (提案法)

2. 赤外光源によるテクスチャと形状の同時獲得

シーンの色情報を同時に撮影できれば、3 次元ビデオとしての価値が大幅に高まる。そこで、赤外光源を利用したシステムを構築した (上図)。

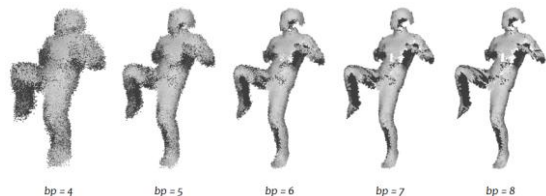


3. 複数光源、複数カメラによる全周の三次元復元

広い範囲をアクティブ方式で計測するためには、一つの光源のみでは不可能なため、複数光源によるワンショットスキャン方式が必須である。また、広い範囲をカバーするために、プロジェクタに加えてカメラも複数台に増やす必要があるため、複数台からなるカメラ、プロジェクタ系を、精密に校正する手法もあわせて開発した。構築した計測システムの概要と計測結果を以下に示す。

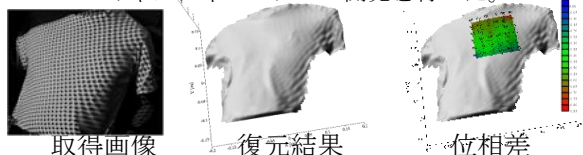


4. 4次元メディア（3次元ビデオデータ）の保存・伝送
3次元ビデオを効率よくデータベース化し、圧縮、シーク、再生が可能なビデオフォーマットを開発した。以下に圧縮率（ビットレート）と再現結果との関係を示す。



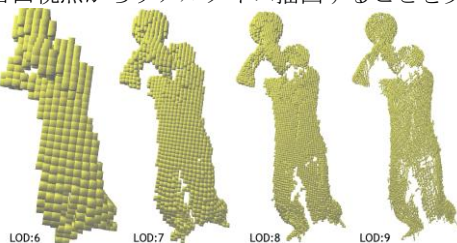
5. 3次元ビデオデータの解析・加工

4次元メディアの解析・加工は実用上必須である。例えば、計測データを医療現場で用いれば、非接触での診断が可能となる。そこで、非接触で心拍を計測するシステムを開発した（下図）。その他にも、顔の表情のマーカレス・モーションキャプチャシステムの開発を行った。



6. 4次元メディアによるコミュニケーションシステム

臨場感のあるコミュニケーションを実現するために、計測・圧縮したデータを、リアルタイムに展開、表示するためのシステムを構築した。特に、動きのある点群データ（4次元データ）を、点群のままボクセルやサーフェルで階層的に、自由視点からリアルタイム描画することを実現した。



図：点群を階層的に詳細度を変えながら描画した例

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究の成果により、「特定の位置に設置した複数の異視点カメラ群で撮影された実写映像から、映像のオブジェクトの3次元情報を、オブジェクトの種別によらず、自動的に生成し、遠隔地でリアルタイム表示する」ことが出来るようになった。これを利用すれば、例えば、近年商品化されている3次元ディスプレイに小型のカメラと光源を設置するだけで、自由視点映像の3D表示が実現できる。また、ヘッドマウントディスプレイと広帯域ネットワークを組み合わせれば、目の前に相手がいるかのような、臨場感のあるコミュニケーションを実現できる。さらには、タブレットデバイスで自由に4Dメディアを操作するシステムも作成可能である。上記は、研究代表者が現在、実際に開発に取り組んでおり、完成すれば、今後の産業界へも大きな波及効果が見込まれる。

4. むすび

前述した通り、大きな6つの目標それぞれに関して、ほぼ研究開発目標を達成することができた。特に、全ての項

目に関して、具体的な成果を上げ、当初の数値目標を上回ることができた（論文発表、特許出願、受賞、オープンハウスでのデモ、招待講演など）。ただし、報道発表数に関して、十分な数の報道がなされたにも関わらず、リリース時に謝辞をカットされたケースが多かったことは反省材料である。現在、今回の研究成果をさらに発展・応用させた、多くの実用化研究を複数の機関と開始しており、今後の成果、社会への貢献が期待される。

【誌上発表リスト】

- [1] 阪下和弘, 大田雄也, 頭師陵太, 佐川立昌, 古川亮, 川崎洋, 八木康史, 浅田尚紀, “複数プロジェクトを用いたワンショット動体形状計測のための線形解法”、画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2010) pp. 633-640, (2010.7).**最優秀論文賞候補**
- [2] 大田雄也, 佐川立昌, 古川亮, 川崎洋, 八木康史, 浅田尚紀, “Belief-Propagation による高密度なグリッドパターン検出及びデブルーイン系列を用いた高速動物体のロバストな三次元計測手法”、電子情報通信学会論文誌 D Vol.J93-D, No.8, pp.1544-1554, (2010).
- [3] I. Daribo, R. Furukawa, R. Sagawa, H. Kawasaki, S. Hiura, N. Asada, “Efficient Rate-Distortion Compression of Dynamic Point Cloud for Grid-Pattern-Based 3D Scanning Systems”, 3D Research Journal, 3D Research, Vol. 3, No. 1 (2012.1).

【申請特許リスト】

- [1] 川崎洋, 古川亮, 佐川立昌, “3次元形状の取得装置、処理方法およびプログラム”、日本、出願 JP2011-157249
- [2] 川崎洋, 古川亮, 佐川立昌, “画像処理方法および装置”、日本、出願 JP2011-158175
- [3] 佐川立昌, 川崎洋, 古川亮, “画像処理システム及び画像処理方法”、日本、出願 JP2012-168412

【受賞リスト】

- [1] 佐川立昌, 川崎洋, 古川亮, 清田祥太, **MIRU 長尾賞**, “平行線投影を用いた連続領域の検出による高密度なワンショット形状復元”、(2011.7)
- [2] R.Furukawa, R.Sagawa, H.Kawasaki, K.Sakashita, Y.Yagi, and N.Asada, PSIVT2010 **Best Paper Award (2000 超の応募から 1 件)** “One-shot entire shape acquisition method using multiple projectors and cameras”, (2010.11).
- [3] R.Furukawa, R.Sagawa, H.Kawasaki, K.Sakashita, Y.Yagi, and N.Asada, **2012 年度 IPSJ Trans. on CVA Outstanding Paper Award**, “Entire Shape Acquisition Technique Using Multiple Projectors and Cameras with Parallel Pattern Projection”, (2012.3.28).

【報道掲載リスト】

- [1] “動いている物体の形を高速・精密に計測する技術を開発”、(2012.8.2) .
http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2012/pr20120802/pr20120802.html
<http://www.kagoshima-u.ac.jp/topics/2012/08/post-280.html>
- [2] “格子状パターン光の投影で物体表面の3次元形状計測”、映像新聞、2012.9.3

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

- [1] <http://www.ibe.kagoshima-u.ac.jp/~cgv/>
研究紹介、発表論文、研究室メンバー、ニュース
- [2] <http://staff.aist.go.jp/ryusuke.sagawa/research/index-j.html> 研究紹介、発表論文