

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 13 日現在

機関番号：27101
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2008～2011
 課題番号：20760244
 研究課題名（和文） 平面近似に基づく PC クラスタを用いた 3 次元映像の実時間圧縮に関する研究
 研究課題名（英文） A study on real time compression of 3D images based on planar approximation using PC clusters
 研究代表者
 奥田 正浩（OKUDA MASAHIRO）
 北九州市立大学 国際環境工学部 教授
 研究者番号：10336943

研究成果の概要（和文）：3次元メッシュ画像のパラメータ化による圧縮アルゴリズム及び、高精細3次元レンダリングに不可欠な高ダイナミックレンジ画像の圧縮アルゴリズムの研究開発に取り組み、それぞれで顕著な成果をあげた。

研究成果の概要（英文）：We have propose coding algorithms for 3D meshes using mesh parameterization, and high dynamic range images indispensable for high fidelity 3D mesh rendering. We have achieved remarkable outcome for both of the two topics.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学 通信・ネットワーク工学

キーワード：平面近似、3次元映像、実時間処理、圧縮、高ダイナミックレンジ画像

1. 研究開始当初の背景

3次元映像を実時間で構築するシステムの研究は国内、海外ともいくつかの機関で行われている。しかしながらそのほとんどが実時間モデリングと実時間レンダリングのみに着目し、圧縮伝送を陽に考慮に入れたものは数少ない。一方、静止した3次元モデルの圧縮手法は数多く提案されており、動きのある3次元映像を圧縮する手法もいくつか提案されているが、実時間で動作するものはほとんど存在しない。そもそも3次元映像を実時間で圧縮するという需要は3次元映像を実時間で構築する技術を前提にしている。現状では実時間モデリングシステム技術を有する研究機関が限られていることもあり、

その重要性に反して研究事例が少ないといえる。

2. 研究の目的

申請者は本研究助成申請時までには3次元映像モデリングの研究を遂行し、4台のステレオカメラと6台のパーソナルコンピュータを用いた、実時間(1秒あたり約6～10フレーム)で動作するシステムの構築に成功している。しかしながら得られた3次元映像情報の圧縮は単純な予測と量子化による情報削減にとどまっていた。結果、コンシューマ向けの狭帯域通信や無線通信でのストリーミングには適用困難なのが現状である。そこで本研究では実時間で動作する3次元映像のための圧縮アルゴリズムの開発を目的とす

る。

3. 研究の方法

本研究は3次元映像の平面化に関して慶應義塾大学理工学部電子工学科の池原雅章研究室から、画像圧縮に関してブレシア大学（イタリア）の tlc グループからアドバイスや支援をうけて研究を行った。また、構築した圧縮システムを元に伝送実験を行い、定量的な評価をおこない、それを要素技術にフィードバックすることで性能を向上させた。

4. 研究成果

研究成果は以下の通り大別できる

メッシュ構造で表現される3次元モデルの平面描画アルゴリズムの高速化を行った。頂点数 5000 の3次元映像1フレームの描画に8-10秒程度かかっていたものが、2-3秒にまで計算量を低減することに成功した。

イタリアのブレシア大学からニコラ・アダミ准教授をプロジェクト期間中に3度招聘し、平面描画後の画像化された3次元モデルの圧縮アルゴリズムに関して共同で研究を行った。従来の符号化器である H.264 をベースとし、平面化された3次元モデルに適した要素技術の改良について検討した。具体的には前処理関数の導入、最適な量子化マトリクスの検討、xyz座標値の相関除去などを検討した。低解像度メッシュの高解像度化：低解像度メッシュの高解像度化に関する研究を行った。ここでは計算負荷及び伝送データサイズを低減するために、まずサーバ側で低解像度のメッシュを実時間モデリングで作成し、符号化、伝送し、クライアント側でそれを高解像度化する手法である。3次元メッシュでこの高解像度化をするには複雑な処理が必要となるが、画像の高解像度化においてはいくつか高速でかつ高性能な手法が提案されており、その手法に基づきアルゴリズムを改良し、3次元モデルの高解像度化を実現した。

提案した高コントラスト3次元映像レンダリングのための高ダイナミックレンジ画像の取得法によって得られた画像を効果的に符号化する手法を提案した。提案法は2層のダイナミックレンジスケラビリティを有しているのが特徴である。つまり、3次元映像のレンダリングに用いられる高ダイナミックレンジ画像を符号化する際、それをトーンマップした低ダイナミックレンジ画像を先に符号化し、その後高ダイナミックレンジ画像と低ダイナミックレンジ画像の差分情報を2層目のデータとして符号化する。この方法により、プラットフォームは表示デバイスのダイナミックレンジに適応した画像通信が可能になる。

高ダイナミックレンジ動画のためのトーンマッピングについても新しいアルゴリズムを開発した。従来のトーンマッピング手法は主に多重露光画像を統合して出来る線形画

像にのみ有効であったが、対数応答をもつセンサから得られる高ダイナミックレンジ画像にたいしても高コントラストを維持した階調圧縮が可能となる。また単純なガンマ曲線に基づく手法であるため、Look Up Tableを用いた高速化が可能であり、リアルタイムで動作するという利点も持ち合わせている。超高コントラストを実現するトーンマッピングは3次元映像レンダリングでも頻繁に用いられるが、高コントラスト画像のトーンマッピングと圧縮符号化を同一のフレームワークで実現する一連の手法を提案した。具体的には、独自で考案した画像のピラミッド表現を利用し、各層でコントラスト強調処理を行うことにより、非常に少ない計算量で最先端の研究成果と同等の画質が得られることを確認した。また、従来の圧縮法には、超高コントラスト画像は圧縮符号化する際、高コントラスト部の高周波数部のエネルギー故に、圧縮効率が悪くなるという問題があったが、本手法は高圧縮及び高コントラストを同時に実現することが可能である。

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12件）

1. Shiyu Li, Masahiro Okuda, Shin-ichi Takahashi, "Compression of Human Motion Animation Using the Reduction of Interjoint Correlation", EURASIP Journal on Image and Video Processing, Volume 2008, Issue 1, Article ID 693427, 15 pages, 2008
2. Shin-ichiro Takahashi, Ishtiaq Rasool Khan, Masahiro Okuda and Masaaki Ikehara, "3D Avatar Modeling and Transmission using Cylinder Mapping," WSEAS Transactions on Electronics, Issue 3, Volume 5, pp.57-64, March 2008
3. Masahiro Okuda and Nicola Adami, "JPEG Compatible Raw Image Coding Based on Polynomial Tone Mapping Model," IEICE Trans. on Fundamentals, Vol. E91-A No.10, pp.2928-2933, Oct. 2008.
4. Hiroyuki Inatsuka, Makoto Uchino, Satoshi Ueno, and Masahiro Okuda, "Texture Classification for 3D Urban Map," EURASIP Journal on Image and Video Processing, Volume 2009, Article ID 432853, 8 pages, Jun. 2009
5. Takao Jinno, Kazuya Mouri, and Masahiro Okuda, "High Contrast HDR Video Tone Mapping Based on Gamma Curves," IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences

- E94.A(2), 525-532, 2011/2
6. Takao Jinno Hironori Kaida Xinwei Xue Nicola Adami Masahiro Okuda, "μ-Law Based HDR Coding and Its Error Analysis," IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences Vol.E94-A No.3 pp.972-978, 2011/3
 7. Fabrizio Guerrini, Masahiro Okuda, Nicola Adami and Riccardo Leonardi, "High Dynamic Range Image Watermarking Robust Against Tone-Mapping Operators," IEEE Transactions on Information Forensics & Security, Vol.6 Issue 2, pp.283-295, June 2011.
 8. Xinwei Xue, Takao Jinno, Xin Jin, Masahiro Okuda, and Satoshi Goto, "Watermarking for HDR image robust to tone mapping," IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences Vol.E94-A No.11 pp.2334-2341, 2011
 9. Takao Jinno, Yusuke Saito, and Masahiro Okuda, "A Study on Weighting Scheme for Rational Remez Algorithm," IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences Vol.E94-A, No.4, pp.-, Apr. 2011/4.
 10. 神納貴生、奥田正浩"HDR 監視カメラのための移動物体を考慮したトーンマッピング", 電子情報通信学会 論文誌 (A) Vol. J94-A, No. 6, pp. 426-429, Jun. 2011
 11. 神納貴生、奥田正浩、Nicola Adami, "バイラテラルに基づく多重ビット深度表現の実現" 電子情報通信学会 論文誌 (A) 研究速報 Vol. J94-D, No. 12, pp. 1986-1988, Dec. 2011
 12. Takao Jinno and Masahiro Okuda, "Multiple exposure fusion for high dynamic range image," IEEE Transactions on Image Processing, IEEE Transactions on Image Processing, Volume: 21 Issue:1, On page(s): 358 -365, Jan. 2012.
- [学会発表] (計 38 件)
1. Takao Jinno, Masahiro Okuda, "An Image Fusion Technique for High Dynamic Range Image Acquisition", Pan-Pacific Imaging Conference '08, pp.290-293, June 27 2008
 2. Xinwei Xue, Masahiro Okuda, "The predictive Coding for Geometry Images of 3D Models based on Error Sensitivity", The 23rd International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC), F5-3, July 8 2008
 3. Nagisa Sugiyama, Masahiro Okuda, "A Study on VQ based Compression of High Dynamic Range Images", The 23rd International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC), F5-4, July 8 2008
 4. Fabrizio Guerrini, Masahiro Okuda, Nicola Adami, Riccardo Leonardi, "High dynamic Range Image Watermarking", The 23rd International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC), G6-3, July 9 2008
 5. Satoshi Ueno, Hiroyuki Inatsuka, Makoto Uchino and Masahiro Okuda, "Texture Classification and Resolution Control for 3D Urban Map", International Conference on Image Processing (ICIP) , Paper Code: MP.PD.5, Oct. 13 2008.
 6. Takao Jinno and Masahiro Okuda, "Motion Blur Free HDR Image Acquisition using Multiple Exposures", International Conference on Image Processing (ICIP), Paper Code: TA.PA.2, Oct 14 , 2008.
 7. Nagisa Sugiyama, Hironori Kaida, Xinwei Xue, Takao Jinno, Nicola Adami, Masahiro Okuda, "HDR IMAGE COMPRESSION USING OPTIMIZED TONE MAPPING MODEL", IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), IMDSP-P4.3, April 2009
 8. Takao Jinno, Satoshi Ueno, Masahiro Okuda, "Modified Visual Difference Predictor for Quantitative Evaluation of Decimated Images," International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2009), RS3-4, Oct.22, 2009.
 9. Ishtiaq Rasool Khan and Masahiro Okuda, "A Compact Format for Coding of Texture in 3D Urban Models", International Conference on Image Processing (ICIP), Paper Code: MP.PI.1, Nov. 9 , 2009
 10. Xinwei XUE, Takao JINNO, Masahiro Okuda, "A study on high dynamic range image watermarking robust to tonemapping," International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT), Session P2, Jan, 2010
 11. Alberto BOSCHETTI, Nicola ADAMI, Riccardo LEONARDI, Masahiro Okuda,

- “High Dynamic Range Image Tone Mapping Based on Local Histogram Equalization,” International Conference on Multimedia and Expo, ThPS3.8 P2151, July, 2010
12. Alberto Boschetti, Nicola Adami, Riccardo Leonardi, Masahiro Okuda, “Flexible and Effective High Dynamic Range Image Coding,” IEEE International Conference on Image Processing (ICIP2010), pp.3145-3148, Sep, 2010
 13. Takao Jinno, Kazuya Mouri, Masahiro Okuda, “HDR Video Tone Mapping based on Gamma Blending,” IEEE International Conference on Image Processing (ICIP2010), pp. 2521-2524, Sep, 2010
 14. Yukihiko Bandoh, Guoping Qiu, Masahiro Okuda, Scott Daly, Til Aach, Oscar Au, “Recent Advances in High Dynamic Range Imaging Technology,” IEEE International Conference on Image Processing (ICIP2010), pp. 3125-3128, Sep, 2010.
 15. Takao Jinno, and Masahiro Okuda, “Advanced Weighting Scheme in the Rational Remez Algorithm for IIR Digital Filters,” International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT 2010) ThA1-1-1, 2010/10.
 16. Alberto Boschetti. Nicola Adami. Riccardo Leonardi. Masahiro Okuda, “An Optimal Video-Surveillance Approach for HDR Videos Tone Mapping,” 19th European Signal Processing Conference (EUSIPCO2011), pp.274-277, Sep. 2011
 17. Takao Jinno, Masahiro Okuda, and Nicola Adami, “Detail Preserving Multiple Bit-Depth Image Representation and Coding,” IEEE International Conference on Image Processing (ICIP2011), p. 1533-1536, Sep. 2011
 18. Alberto Boschetti, Nicola Adami, Riccardo Leonardi, and Masahiro Okuda, “Image coding with face descriptors embedding,” IEEE International Conference on Image Processing (ICIP2011), pp. 3665-3668, Sep. 2011
 19. Xinwei Xue, Masahiro Okuda and Satoshi Goto, “ μ -Law Based Watermarking for HDR Image Robust to Tone Mapping”, Special Section on State of the Art in High Dynamic Range Image Processing, PID:199, Asia-Pacific Signal and Information Processing Association (APSIPA) Annual Summit and Conference, Oct. 2011.
 20. Takao Jinno, Masahiro Okuda, and Nicola Adami, “New Local Tone Mapping and Two-Layer Coding For HDR Images,” IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), Paper Code:IVMSP-L1.1, Mar. 2012.
 21. 神納貴生、奥田正浩、“ゴースト抑制性能を持つ高ダイナミックレンジ画像の取得法”、映像情報メディア学会技術報告、メディア工学研究会、pp.15-18、2008年5月26日
 22. セツ キンイ、奥田正浩、“3D 画像符号化のための視覚歪みの低減法”、電気関係学会九州支部連合大会、02-2A-15、2008年9月25日
 23. 重岡雅代、奥田正浩、“カラー画像を用いた距離画像の高解像度化に関する考察”、電気関係学会九州支部連合大会、02-2A-16、2008年9月25日
 24. 神納貴生、奥田正浩、“一枚の画像を用いた疑似高ダイナミックレンジ画像の生成”、映像情報メディア学会技術報告、メディア工学研究会、2008年11月28日
 25. 海田宏典、Nicola Adami、奥田正浩、“トーンマッピング後の画質を考慮した高ダイナミックレンジ静止画像及び動画画像の符号化”、電子情報通信学会 総合大会 シンポジウムセッション CDS-1-4、2009年3月18日
 26. 神納貴生、奥田正浩、“ブレやゴーストのない高ダイナミックレンジ画像の作成”、電子情報通信学会 総合大会 シンポジウムセッション CDS-1-5、2009年3月18日
 27. 神納貴生、上野達哉、奥田正浩、“2眼カメラを用いた動画の高ダイナミックレンジ化に関する検討”、電子情報通信学会 信号処理研究会 信学技報, vol. 109, no. 202, SIP2009-53, pp. 89-94, 2009年9月、
 28. 神納貴生、奥田正浩、“対数応答型イメージセンサにおける階調数削減の一手法”、電子情報通信学会 SIP シンポジウム、C2-1、鹿児島、2009
 29. 神納貴生、川島 祐一、奥田正浩、“動きのある多重露光画像を用いたカメラレスポンスカーブの推定”、電子情報通信学会 SIP シンポジウム、C6-4、鹿児島、2009

30. Takao Jinno, Kazuya Mouri, Masahiro Okuda, "Adaptive Gamma Curves for High Contrast HDR Video Tonemapping", 電子情報通信学会 信号処理研究会、信学技法 SIP2010-65、幕張メッセ、2010/10
31. 神納 貴生, Nicola Adami, 奥田正浩, "可逆トーンマッピングを用いた二層HDR符号化," SIP シンポジウム, C4-4, 2010/11.
32. 神納 貴生, Nicola Adami, 奥田正浩, "複数の平滑化フィルタを用いた局所トーンマッピングに関する検討," 電子情報通信学会 信号処理研究会、信学技法, vol. 110, no. 368, SIP2010-74, pp. 31-36, 2011/1.
33. 松岡 諒, 神納貴生, 奥田正浩, "多重露光画像の統合とノイズ除去に関する考察," 電子情報通信学会 総合大会, A-4-8, 2011/3
34. 神納貴生, 桐島義光, 奥田正浩, "フィルタマップに基づく移動物体を考慮したダイナミックレンジ圧縮," 電子情報通信学会 総合大会, A-4-12, 2011/3
35. 藤木拓也, 神納貴生, 奥田正浩, "バイラテラルフィルタを用いた画像の多重ビット深度表現," 電子情報通信学会 総合大会, A-4-12, 2011/3
36. 松岡諒, 神納貴生, 奥田正浩, "暗部の復元とノイズ除去を実現する多重露光画像統合法", SIP シンポジウム, A10-1, 2011/11.
37. 藤木拓也, 神納貴生, 奥田正浩, "Reinhard トーンマッピング法を用いた高ダイナミックレンジ画像符号化", 電子情報通信学会 26th SIP SYMPOSIUM, A-5-3, 2011/11
38. 松岡諒, 神納貴生, 奥田正浩, "ノイズ除去のためのHDR画像生成手法に関する考察", 電子情報通信学会 総合大会, A-4-9, 2012/3.

[図書] (計 3 件)

1. [Book Chapter] Masaharu Kajitani, Shinichiro Takahashi and Masahiro Okuda, "Point Cloud Streaming for 3D Avatar Communication", Stereo Vision, InTECH Education and Publishing, ISBN 978-953-7619-22-0, pp.273-286, Nov. 2008.
2. 奥田正浩, "FIR デジタルフィルタ", 電子情報通信学会「知識ベース」・1群「信号・システム」9編「デジタル信号処理」2章「デジタルフィルタ」.
3. 奥田正浩 "高ダイナミックレンジ画像処理技術と MATLAB シミュレーション",

トリケップス社(ISBN:978-4-88657-744-3)
2010/11

[産業財産権]
○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等
<http://vig.is.env.kitakyu-u.ac.jp/Japanese/work.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

奥田 正浩 (OKUDA MASAHIRO)
北九州市立大学 国際環境工学部 教授
研究者番号：10336943

(2) 研究分担者 ()

研究者番号：

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：