

多視点画像マッチング法による立体物の高精細形状計測

小林 希一[†] 中西 良成[†] 張 曉華[†]
蓼沼 眞^{††} 三ツ峰 秀樹^{†††} 齋藤 豪^{††††}

[†]: (財) NHKエンジニアリングサービス

^{††}: (株) エイ・ティ・アール 知能映像通信研究所

^{†††}: NHK放送技術研究所

^{††††}: 東京工業大学 精密工学研究所

High resolution 3D surface measurement from multiple viewpoint images

Kiichi Kobayashi[†] Yoshinari Nakanishi[†] Xiaohua Zhang[†]
Makoto Tadenuma^{††} Hideki Mitsumine^{†††} Suguru Saito^{††††}

[†]: NHK Engineering Services Inc.

^{††}: ATR Media Integration & Communications Research Laboratories

^{†††}: NHK Science & Technical Research Laboratories

^{††††}: Precision and Intelligence Laboratory, Tokyo Institute of Technology

アブストラクト

立体物の形状計測法については多くの方法が提案されているが、ハイビジョンのコンテンツ制作用立体映像部品の作成を可能とする高精細な計測法は確立されていない。本論文ではロータリーテーブル上の被写体を撮像した連続画像から多視点のブロック画像を切り出し、ブロック画像全体の相関を2段階ブロックマッチング法により評価して、高精細な形状計測を可能とする方法を提案する。本提案方法では画像数を増すことによりサブピクセルレベルの分解能で形状計測が可能であり、また、マッチング評価用のブロック画像の切り出し方法を工夫して、カメラの光軸が水平・垂直に変化した場合にも検索領域を2次元化することなく対応点の検出が可能である。

1. はじめに

近年、各種マルチメディアサービスの普及の中で、コンテンツを効率的に制作するための研究開発が積極的に進められている。しかしながら、衛星や地上波放送のデジタル化に伴うテレビの多チャンネル化、ハイビジョン放送の増加の中で、ハイビジョン放送のコンテンツ制作にも利用可能な、リアリティの高い立体物の電子映像部品（以下、立体映像部品と呼ぶ）を作成するための高精細なモデリング法は未だ報告されていない。

立体映像部品はカメラの実写映像と合成して用いられることから、合成時の違和感を極力少なくすることが求められる。この合成時の違和感を少なくするには、実写映像に基づいた立体物の精細な3次元形状の計測と、撮像時の照明条件を排除した任意の照明条件下での映像の再構成が必須の要件となる。

我々は、立体映像部品の上記要件を満たすためには、いわゆるイメージベースドモデリングの高度化が必須

と考え、3次元形状の計測法として従来のステレオ法を改善して高精細な形状計測が可能なる方法の開発を進めてきた[1] [2]。今回、ロータリーテーブル上の被写体を撮像した連続画像から多視点のブロック画像を切り出し、それら全体の相関を2段階のブロックマッチングにより評価して、高精細な形状計測を可能とする方法（以下、多視点画像マッチング法と呼ぶ）を検討し、実験によりその有効性を確認した。

以下、3次元画像計測法の現状と課題、今回目標とする形状計測の分解能、提案方法である2段階多視点画像マッチング法の詳細、さらに、より少ない画像数で計測誤差を少なくする方法、マッチングの検出感度を向上する方法、また、本方法の適用性を向上するための工夫として、異なったズーム比の複数の入力画像を用いる方法、オクルージョン領域を低減する方法等について順次述べ、実験結果を示した後、最後にまとめを行う。

2. 3次元画像計測法の現状と課題

立体物の形状計測に関する3次元画像計測法は古くから研究され、いわゆる“Shape from X”として多くの方法が提案されている。しかしながら、いずれの方法も不完全で、現在ではレーザー光を用いたレンジセンサーによる計測が主流となっている。しかしながらレーザー光を用いる方法も計測の分解能が低く、また、黒い被写体に適用できず、取り扱いも困難であることから、各所で新たな計測法の研究が進められている。

近年の報告として、西山ら[3]は“面素”の概念を導入し、ロータリーテーブル上の被写体を撮像した連続画像から、エピソードイメージ上の面素の軌跡を解析して物体形状を推定している。また、(株)三洋電機はアクティブマトリックス方式とシルエット法をハイブリッド化した自動モデリングシステムを発表した[4]。しかしながら、これらはいずれも画質的に不十分で、現状ではテレビカメラの実写映像との合成を違和感なく行えるレベルにない。

3. 形状計測の目標分解能

形状計測の目標分解能は計測結果の用途によって異なる。本研究はハイビジョンのコンテンツ制作に利用可能な立体映像部品作成を目的としているが、テレビ映像上の立体物の形状変化に対する人間の視覚特性についての研究や実験結果の報告は著しく少ない。今回本論文では、蓼沼らの立体画像における奥行き情報の擾乱と画質の関係についての主観評価実験の結果[5]を参考として目標分解能を設定することとした。

蓼沼らの結果によれば、オブジェクトの輪郭における奥行き情報の擾乱に対する検知感度は空間周波数 5cycle/deg の時が最大で、擾乱の検知限は視差角 0.2 分、許容限が 0.8 分程度とされる。

本論文では上記許容限 0.8 分を参考とし、オブジェクト全体が画面の高さ一杯 (1080 画素) に表示された場合を想定し、さらに若干のズームアップマージンを加味することとして、形状計測の目標分解能を視差角 0.6 分とすることとした。なお、標準観視条件の下では1画素が約1分に相当することから、上記目標値を画素数で表示すれば 0.6 画素になる。

4. 多視点画像マッチング法

ステレオ法においては画像の視点間隔が狭いほど画像間の相関が高く、マッチングの検出は容易である。一

方、ステレオ法での奥行き計測の誤差は、視点間隔に反比例し、視点間隔が狭いほど誤差は増大する。従って、相関の高い多視点の画像を用いて奥行き計測する方法として、近接する画像間でマッチングを取りつつ、徐々に視点間隔を広げて計測する方法も考えられるが、誤差の伝搬による精度の低下が避けられない。本論文では上記相反する2つの性質を両立し、かつ誤差伝搬の無い高分解能計測法として、次の2段階多視点画像マッチング法を提案する。

4. 1 多視点画像の取得法

本論文で提案する多視点画像マッチング法は、ロータリーテーブル上の被写体を撮像した複数のフレーム画像から注目画素を中心にブロック画像を切り出し、複数画像間の相関を2段階で評価してマッチングをとる。

図1に、注目する画像とその前後の回転角 $\pm\theta$ 内から複数の入力画像を取得する場合の例を概念的に示す。

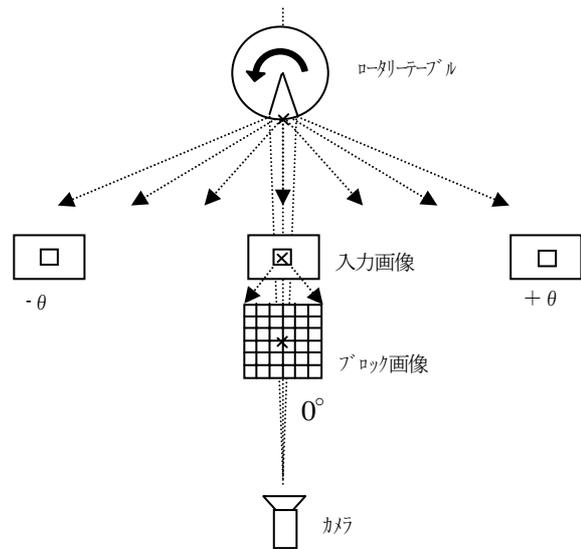


図1 入力画像の取得法

図において入力画像を取得する回転角の範囲 (2θ) は、中央画像 (回転角 0°) と最端画像間で注目画素のシフト量が大き過ぎたり、小さ過ぎるとマッチングの検出が困難な場合が生じる。従って、実際にはロータリーテーブルの回転速度や被写体の大きさ、形状等に応じて、適切な値を設定する必要がある。

4. 2 2段階ブロックマッチング法

ブロックマッチングは2段階 (1次マッチング / 2次マッチング) に分けて行うこととする。

4. 2. 1 1次マッチング

1次マッチングでは先ず、回転角 θ 内から N_1 枚の画像を取得する。そして、中央画像の中央縦1ライン上の各画素に着目し、それらが最端画像においてどの程度シフトしているかを ± 1 画素の分解能で求める。

具体的には注目画素の上記シフト量を変数とし、その値に基いて N_1 枚のブロック画像を切り出し、ブロック画像全体のマッチング評価関数を計算する。評価関数は、 N_1 枚の画像から2枚の画像を選ぶ組み合わせ全てについての相関係数の総和、すなわち(1)式を用いる。

$$E = \sum_{i=0}^{N_1-2} \sum_{j=i+1}^{N_1-1} \text{corr}(\text{Block}_i, \text{Block}_j). \quad (1)$$

そして、シフト量を1画素刻みで変え、評価関数のピーク値からマッチングした時のシフト量(以下、マッチングシフト量と呼ぶ)を ± 1 画素の分解能で求める。

なお、ブロック画像の切り出しは、注目画素が撮像面と平行な水平等速運動をしていると仮定できる範囲の回転角 θ 内の画像を用いることにより、シフト量から線形内挿で容易に行うことができる。

また、マッチングの評価関数を N_1 枚の画像から2枚の画像を選ぶ全ての組み合わせについての相関係数の総和としたことは、相関係数のノイズの影響を考慮に入れたものである。

4. 2. 2 2次マッチング

2次マッチングは、1次マッチングと同じく回転角 θ 内から得た画像 N_2 枚について、タップ数の多いLPFにより縦横4倍に拡大したブロック画像を作成し、1次マッチングと同様の評価関数を求めて行う。従って、サンプリング間隔は原画像の0.25画素となる。なお、ブロック画像は線形内挿により作成する。また、シフト量の探索範囲は1次マッチングで得られた結果の ± 2 画素(原画像の尺度で)の範囲とする。

この評価関数のピーク値近傍の1次微分結果を直線近似し、そのゼロクロス点を2次マッチングのシフト量とする。これによりマッチングシフト量を一意に決定できるが、これは多数の画像を統計的に処理して求めることと同意であり、 N_2 枚の画像を用いることにより計測誤差を $1/\sqrt{N_2}$ に改善することができる。

4. 3 計測誤差の低減法

前述のように、ステレオ法では視点間隔が大きいくほど奥行き計測の誤差は小さい。すなわち、奥行き計測誤差は基線長に反比例する。そこで2枚のブロック画像間の

相関係数に、画像間距離に比例した重み付けを施し、その組み合わせ総和を評価関数とすることにより、より少ない画像数で誤差を少なく計測することが可能となる。

今、両端の画像で計測した場合の誤差を σ とし、他の組み合わせによる計測誤差は視点間距離に反比例すると仮定すれば、計測のrms誤差は計測誤差の重み付け総量を計測回数、すなわち、重みの和で除すことによ

って得られ、 N 枚の画像に対して $\sigma_{rmsN} \approx \frac{\sqrt{18}}{N} \sigma$ となり、オーダーとして $1/\sqrt{N}$ から $1/N$ に改善され、画像数 N が大きいほど改善効果は大きくなる(図2参照)。

なお、重み付けによる誤差改善の効果は2次マッチングにおいてのみ現れる。

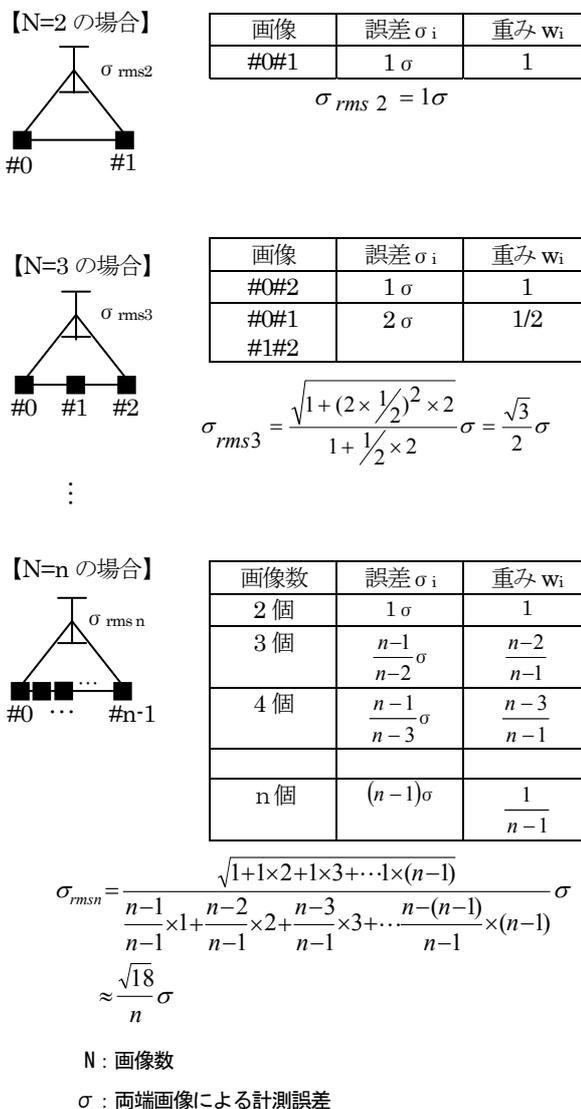


図2 画像間距離の重み付けと奥行き計測誤差の関係

4. 4 マッチング検出感度の向上法

多視点画像マッチング法においては、中央画像と最端画像間のシフト量を変数として評価関数を計算し、マッチングの検出を行っている。この場合、関連の誤検出の影響を低減する方法として、相関係数に窓関数を乗じて評価関数を求めることが検出感度向上の上から有効となる。具体的には、任意の2ブロック画像間の相関係数が小さい組み合わせについてはその値をノイズとみなし、相関係数を0とするような窓関数を用いる。これによりオクルージョンやスペキュラー等に起因して生ずる非対応点の影響が低減され、評価関数のピーク検出感度が向上して奥行き計測が少なくなる。

4. 5 適用範囲の拡大

第2項で述べたように3次元画像計測についてはこれまで多くの方法が提案されているが、それぞれ長所・短所があり、いずれの方法もその適用範囲に制約がある。本論文提案の3次元画像マッチング法も、実用上いくつかの課題を抱えており、その主なものとしてマッチング不検出の問題がある。

マッチング不検出の原因の1つは、ブロック画像内に特徴点が検出されない場合であり、もう1つはオクルージョンにより他のブロック画像に対応点が存在しない場合である。オクルージョンについては他の方法、例えばレンジセンサーの場合とも共通する課題である。

以下に本多視点画像マッチング法において上記2つの問題を緩和するための方法について述べる。

4. 5. 1 異なったズーム比での計測法

ブロック画像内に特徴点がない場合についてはマッチング法による奥行き形状の計測は原理的に不可能である。しかしながら、本研究の主たる目的は実写映像からの立体映像部品の作成であり、実写映像においてブロック画像内に特徴点が検出されないのは、被写体全体を画面内に収めて撮像したような時に多く、このような画像では領域によっては空間的高域成分が失われてしまうためである。このような場合、その被写体を領域に応じて異なったズーム比で別々に撮像し、それらの計測結果をマージすることが1つの有効な手段となる。

異なったズーム比で計測した結果をマージするに当たっては、それぞれのズーム比を正確に把握することが重要であり、これを撮像時のレンズデータから求めることは現実には正確さに欠け、撮像時の煩雑さを免れない。そのため本研究では異なったズーム比で撮像された画像からズーム比を正確に求める方法を開発した。

今、2枚のデジタル画像 I_1 と I_2 が空間的に (x_0, y_0) だけシフトしているとすれば次の関係が成立する。

$$I_2(x, y) = I_1(x - x_0, y - y_0). \quad (2)$$

上記2画像を離散フーリエ変換すれば、

$$F_2(u, v) = F_1(u, v) \cdot e^{-j2\pi(ux_0 + vy_0)}. \quad (3)$$

ここで、 u, v は水平および垂直方向の空間周波数である。従って、これら2画像間の位相シフト量は、次式により求めることができる。

$$\frac{F_1^*(u, v)F_2(u, v)}{|F_1^*(u, v)F_2(u, v)|} = e^{-j2\pi(ux_0 + vy_0)}. \quad (4)$$

ここで F_1^* はフーリエ変換 F_1 の共役複素数である。

(4) 式はクロスパワースペクトラムであり、これに逆フーリエ変換を施せば位相相関曲面が得られ、これは次のデルタ関数となる。

$$\delta(x - x_0, y - y_0) = \mathcal{F}^{-1} \left[e^{-j2\pi(ux_0 + vy_0)} \right] \quad (5)$$

従って上式のピーク値から容易に2画像間のシフト量 (x_0, y_0) を求めることができる。

さらに、画像面上で回転角 β_0 、ズーム比 α を有する画像については、それぞれをフーリエ変換した結果をマグニチュード画像 M_1, M_2 とすれば極座標表示で、

$$M_2(\rho, \beta) = M_1(\rho/\alpha, \beta - \beta_0), \quad (6)$$

となる。ここで、 ρ は半径、 β は角度座標であり、

$$\rho = \sqrt{(\log u)^2 + (\log v)^2}, \quad (7)$$

である。(6) 式を log-polar 空間に変換すれば、

$$M_2(\log \rho, \beta) = M_1(\log \rho - \log \alpha, \beta - \beta_0), \quad (8)$$

が得られ、これから (5) 式と同様、位相相関法で容易に α, β_0 を求めることができる[6]。

4. 5. 2 オクルージョン領域の低減法

本論文提案の多視点画像マッチング法は、中央画像の中央縦1ライン上の画素について、その奥行き形状を計測することを基本としている。この方法の欠点は、被写体をスリットを通して見ているため、スリットでは見ることのできない被写体表面の形状が計測できないこと、すなわち、オクルージョン領域が多くならざるを得ないことである。

上記を解決するには、先ず、視点方向を広げるため、カメラを垂直方向に回転し、仰角もしくは俯角をつけて

撮像した画像に対して計測可能とすること、次に、画角を拡大するため、水平方向に対して中央縦1ライン以外の画素に対しても計測可能とすることが必要となる。

これを可能とするためには、ブロック画像間のマッチング検出に当り、注目画素が画面上を不等速2次元的に移動することを前提として、マッチングの探索領域を2次元に拡張してブロック画像を作成する必要がある。これは現実的には計算時間の問題もあり、容易なことではない。

本研究ではこの問題を以下の方法で解決した。すなわち、注目画素に対応する被写体表面上の点が等速円運動していることに着目し、俯角もしくは仰角 (ϕ) を考慮に入れて、多視点画像の回転角 θ における注目点のカメラ撮像面上への射影点 (平行投影) を求め、その点を中心にブロック画像を切り出す方法である。

被写体およびカメラの座標系を図3に示す。

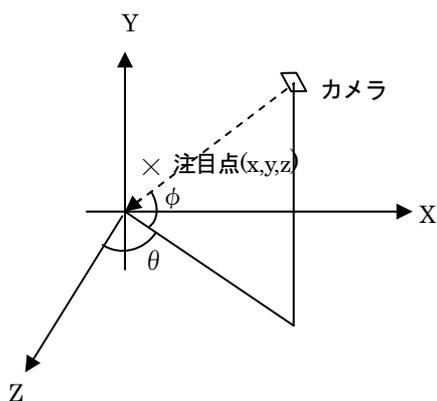


図3 被写体およびカメラの座標系

上図において、カメラの投影方法を平行投影と仮定し、注目点の世界座標を (x, y, z) 、回転半径を r とし、回転角 0° のフレーム画像上の注目画素の座標を (x_{cam}, y_{cam}) とすれば、カメラの俯角 (もしくは仰角) を ϕ として、

$$\begin{aligned} x &= x_{cam}, \\ y &= y_{cam} / \cos \phi + z \tan \phi, \\ z &= \sqrt{r^2 - x^2}, \end{aligned} \quad (9)$$

となる。

従って、回転角 θ におけるフレーム画像上の点 $(x_{cam} + \text{shift}_x, y_{cam} + \text{shift}_y)$ を中心にブロック画像を切り出す式は、

$$\begin{pmatrix} \text{shift}_x \\ \text{shift}_y \\ \text{shift}_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & \sin \phi \\ 0 & -\sin \phi & \cos \phi \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta & 0 & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \quad (10)$$

から容易に得られる。

以上により、俯角または仰角をつけて撮像した場合、さらに、注目画素が画像の中央縦1ラインから離れた場合についても、シフト量に対して一義的にブロック画像を作成することができ、また、十分な信頼度でマッチングをとることが可能となる。

5. 実験結果

5. 1 画像入力装置

本研究に用いた画像入力装置の外観を図4に示す。本装置はロータリーテーブル、カメラ垂直回転/上下移動機構、制御装置、HDTVカメラ、HDTV信号デジタル記憶装置等から構成されており、回転角の精度は水平・垂直とも $\pm 0.1^\circ$ である。また、本装置はHDTVカメラの垂直同期信号で駆動され、全体が同期システムとして構成されている。



図4 画像入力装置の外観

図5に本研究で用いた形状計測用の入力画像を示す。この被写体の表面は反射率が高く、鏡面反射領域が多くてテクスチャも一様な部分が多い。また、この画像は照明光として白色蛍光灯フラッドライト2基を水平方向

ほぼ $\pm 45^\circ$ の位置に設置して撮像されたもので、画面中央部の鏡面反射成分は少ない。



図5 形状計測用入力画像（原画像）

5. 2 1次マッチングの結果

図6に本研究による多視点画像マッチング法の1次マッチングの結果を示す。これは図5を入力画像とし、 $\theta = \pm 10^\circ$ の水平方向回転角の中から 2° 毎に選択された計11枚の画像を用い、注目点が画面内を水平等速移動しているとしてブロック画像を作成し、計測された結果である。

横軸は中央画像と最端画像間の注目画素のシフト量であり、奥行き形状に対応する量である。図から明らかな通り、垂直方向ほぼ全域に対して ± 1 画素の分解能でマッチング検出がなされている。

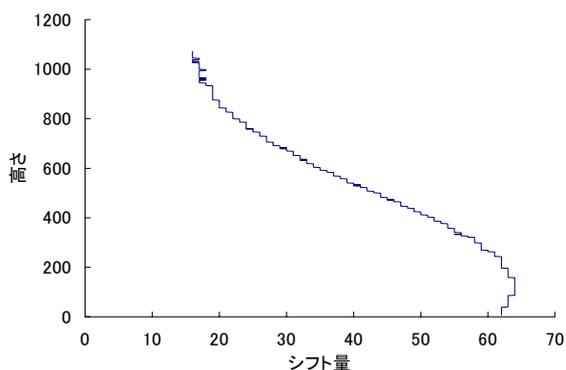


図6 1次マッチングの結果

次に、図7に1次マッチングにおける窓関数の導入の効果を示す。これはマッチングの評価関数を2画像間の相関係数に窓関数を乗じた後計算したもので、この例では、負の相関係数を0とする窓関数を用いている。図から窓関数の導入により評価関数の選択性が改善されていることが明らかである。

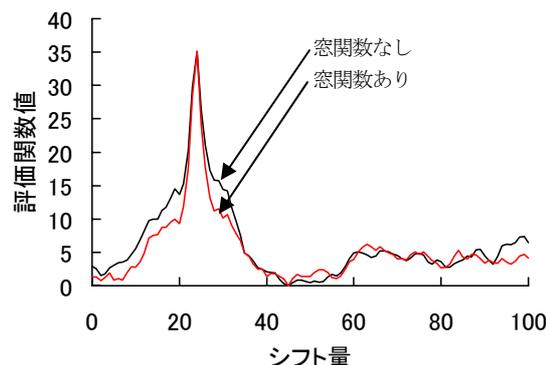


図7 窓関数による1次マッチングの選択性の改善

なお、本多視点画像マッチング法では1次マッチングの信頼度が極めて重要であり、実際には上記窓関数の導入に加えて、評価関数のピーク特性の信頼度を評価したり、さらに周辺のマッチングシフト量を参照して当該ピクセルのシフト量を決定するなどの工夫を施している。

5. 3 2次マッチングの結果

上記1次マッチングの結果を基に計測された2次マッチングの結果を図8に示す。図から明らかなように垂直方向ほぼ全域に対して、サブピクセルの分解能でマッチングがなされている。

図8の結果の第1次評価として、2次マッチングの結果を曲線近似し、2次マッチング結果の近似曲線からの水平方向の平均誤差を計算した結果、約0.05画素であった。奥行き形状の平均誤差はこれを $\sin 10^\circ$ で除すことによって得られ、約0.29画素となる。この値は目標とする分解能0.6画素を十分に満足する。

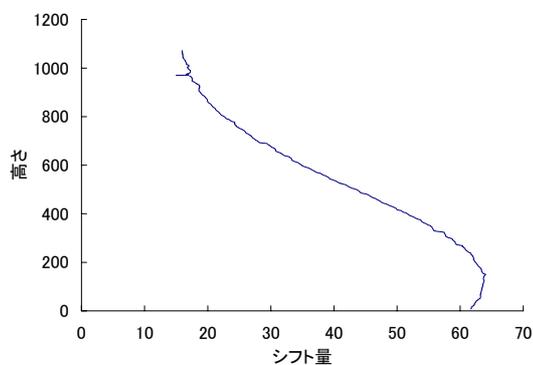


図8 2次マッチングの結果

次に、図9に2次マッチングにおける距離の重み付けの効果を示す。これは2画像間の相関係数に画像間距離

の重みを乗じてマッチングの評価関数を計算したもので、比較のために縦軸を規格化して示している。図から画像間距離の重み付けにより、2次マッチングの選択性が改善されているのが明らかである。

なお、画像数 N_2 については $\theta = 10^\circ$ で $N_2 = 41$ まで試みたが、 N_2 が増すに従って形状は滑らかに計測された。

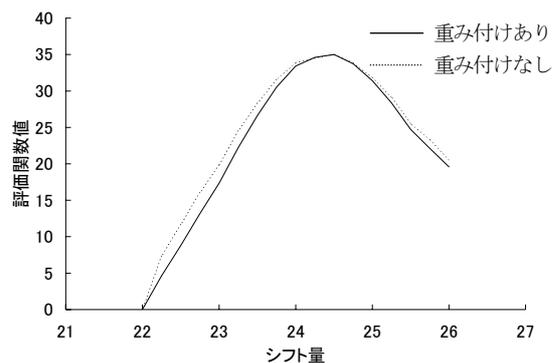


図9 画像間距離の重み付けによる
2次マッチング特性の改善

5. 4 異なったズーム比での計測結果

図10に異なったズーム比で撮像した2画像を、横430画素×縦1024画素で表示した結果を示す。4. 5. 1項で述べた方法により、両画像のズーム比を拡大率で計算した結果、1.772975の値が得られた。



図10 異なったズーム比の入力画像

なお、どの程度のズーム比まで正確な計測が可能かについては、画像間のオーバーラップ領域がどの程度か(図10(b)が同図(a)の何%の領域を占めるか)によって異なる。実験的には約20%程度以上であれば

可能との結果を得ている。

さて、前記図6、図8の結果は図10(a)の部分画像である図5を入力画像とした時の計測結果であった。図5を入力画像とした理由は図10(a)のズーム比で計測した場合、画像の空間的高域成分が失われ、また、一輪挿しの首の部分ではシフト量が小さいことによるブロック画像データの重なりのため、十分なマッチング結果が得られなかったためである。

この問題は前述の異なったズーム比での計測結果をマージする方法により解決できる。この方法により得られた一輪挿し全体の計測結果を基にモデリングした結果を図11に示す。同図(a)はワイヤフレームモデルであり、(b)はテクスチャをマッピングしたモデルである。なお、テクスチャデータは 360° 方向 0.1° 毎に取得された3600枚の各フレーム画像から中央縦1ラインのデータを得て作成した 3600×1080 画素のデータであり、鏡面反射成分の少ない画像が得られている。

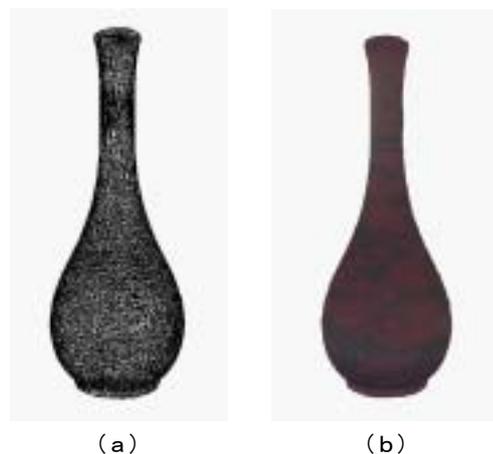


図11 モデリング結果

5. 5 オクルージョン領域低減法の効果

4. 5. 2項で述べたブロック画像作成法の改善により得られた1次マッチングの結果を、改善前の結果と比較して図12に示す。

同図(a)、(b)は図5の被写体を俯角 20° で撮像した時の画像を入力画像として計測した結果である。また、同図(c)は俯角 0° で注目画素が画像中央から水平方向に200画素ずれた位置での計測結果である。これらの結果から、ブロック画像切り出し法の改善により、俯角がついて注目画素が2次元不等速に動く場合にも、また、画像中央からずれた画素の奥行き形状も良好に計測できていることが明らかである。

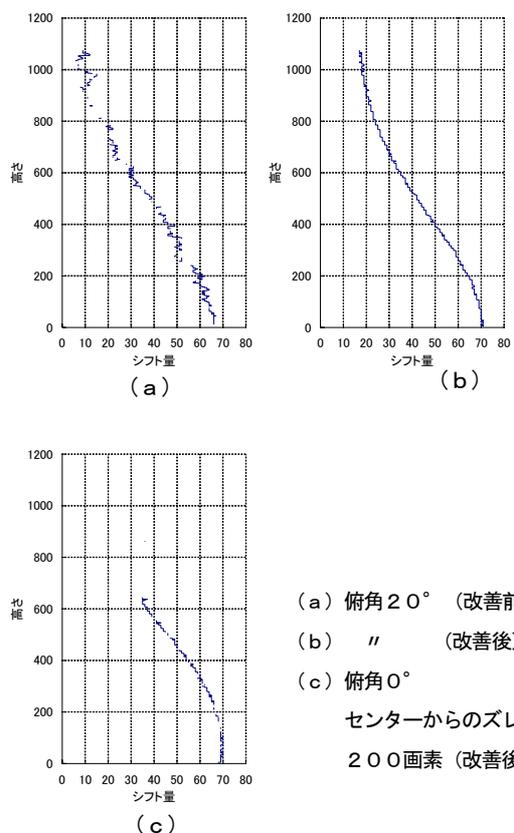


図 12 ブロック画像作成法改善の効果

上記結果はカメラの垂直回転による多視点計測、縦 1 ライン以外の広画角計測が可能であることを示しており、オクルージョン領域の低減に有効と考えられる。

6. まとめ

本論文では、ロータリーテーブル上に置かれた立体物を HDTV カメラで撮像して得られた連続フレーム画像から、その奥行き形状を高精細に計測する方法として多視点画像マッチング法を提案した。本計測法は従来困難とされてきたフルパッシブ型の 3 次元画像計測法の課題を克服し、奥行き形状をサブピクセルの分解能で計測可能としたものである。

本論文の内容をまとめると以下の通りである。

- (1) 立体物の高精細形状計測を可能とする 2 段階ブロックマッチング法を提案し、検証実験を行ってその有効性を確認した。これにより、人間の視覚特性から得られた形状変化に対する許容限を参考として設定した目標分解能、0.6 画素を上回る高精細計測が可能となった。
- (2) 相関係数に窓関数を乗じて評価関数の選択性を改

善する方法、相関係数に画像間距離の重みを乗じてより少ない画像で計測誤差を少なくする方法、さらに、評価関数を多数の画像から 2 枚を選ぶ全ての組み合わせについての相関係数の総和とする方法、評価関数の信頼度を評価してマッチングシフト量を決定する方法など、ブロックマッチングの方法を改善して多視点画像マッチング法の有効性を高めた。

- (3) 画像マッチング法の問題点として上げられる特徴点検出が困難な場合について、異なったズーム比画像を用いて計測した結果をマージする方法、さらに、オクルージョン領域の低減を目的として、カメラの垂直回転による多視点計測と計測可能な画角の拡大を可能とするブロック画像の切り出し法の改善など、本計測法の実用性を高める方法を開発した。
- (4) 高精度な画像入力装置を設計・製作して多視点画像マッチング法の実験検証を行い、計測結果が目標値を上回ることを確認するとともに、計測結果に基づいてモデリングを行い、本方法が立体物のモデリング法として有効であることを確認した。

また、今後の課題としては、より複雑な形状の被写体、鏡面反射領域の多い被写体等への適用性を高めること、また、計算時間の短縮を目的として計測アルゴリズムを見直すことなどがあげられる。

7. 謝辞

本研究開発は通信・放送機構の委託研究「高精細・立体・臨場感コンテンツ技術の研究開発」の一環であり、厚く感謝します。

参考文献

- [1] 小林他, “高精細立体映像部品作成のための多視点画像マッチング法”, 2000 年電子情報通信学会総合大会講演論文集, 情報・システム 2, p.132
- [2] 中西他, “多視点画像マッチング法を用いた立体物の形状計測”, 情報処理学会研究報告, グラフィックスと CAD99-1, pp.1
- [3] 西山他, “多視点画像からの 3 次元形状および物体色の推定”, 電子情報通信学会論文誌, D-II, vol. J82-D-II, No. 6 (1999.6)
- [4] 日経産業新聞、2000 年 2 月 2 日付朝刊第 5 面
- [5] 蓼沼他, “立体画像における奥行き情報の擾乱と画質の関係”, 1998 年映像情報メディア学会年次大会予稿, 14-6
- [6] 張 他, “位相相関性を用いた画像間ズーム比の推定法”, 2000 年電子情報通信学会サイエティ大会発表予定