

1. はじめに

レンジファインダでは、装置から”見える”範囲のデータしか取得できないので、対象物体の全体像を把握するには一視点からのデータでは不十分であり、全周をカバーする複数視点から取得したレンジデータを統合する必要がある。従来は、全周のレンジデータを取得する際、計測物体あるいは計測装置を予め定めた角度だけ回転させて計測し、既知のパラメータを使ってレンジデータ間の位置関係を算出している。しかし、現実世界は一般に何ら制約もなく運動しており、制約された計測条件が適用できる範囲に限られる。そこで本研究では、我々が開発したリアルタイム3次元計測装置(以後、計測装置)¹⁾によって取得されるレンジデータに基づいて、無制約条件下で複数視点から取得したレンジデータの統合について検討した。

2. 統合手法

多視点レンジデータの統合は、一般に、多視点レンジデータの取得、レンジデータ間の位置関係の算出、データの再構築の3段階に分けることができる。ここでは、話を簡単にするために連続する2枚のレンジデータの統合方法を示す。複数枚ある場合は、これらの手順を繰り返せば良い。

2. 1 多視点レンジデータの取得

我々の計測装置では、精度が±0.3%程度、空間分解能 128×128 のレンジデータをビデオレートで連続的に取得できる。従って、連続する2つのシーンのレンジデータ間の時間間隔は極めて短いので、対象シーンの同一部分のレンジデータが多数共通に存

在する。この両シーン間に共通するレンジデータを手がかりにすれば、両シーンの位置関係を求めることができる。またデータは、計測時点で 128×128 の2次元配列上に格納され、その配列の隣接関係は、物体上の隣接関係に対応している。従って、レンジデータを構成する点群の隣接関係を探索する必要がある。データの再構築も容易である。

2. 2 レンジデータ間の位置関係の算出

算出方法は、両シーン間に共通するレンジデータを手がかりに、特徴点を4点手動で指定する。今、1枚目の特徴点を $a(x_1^1, y_1^1, z_1^1)$ 、2枚目の特徴点を $b(x_1^2, y_1^2, z_1^2)$ ($i, j=1, 2, 3, 4$) とすると、対応点の座標変換関係は、以下のアフィン変換関係式によって記述できる。

$$\begin{bmatrix} x_1^1 & y_1^1 & z_1^1 & 0 \\ x_2^1 & y_2^1 & z_2^1 & 0 \\ x_3^1 & y_3^1 & z_3^1 & 0 \\ x_4^1 & y_4^1 & z_4^1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1^2 & y_1^2 & z_1^2 & 0 \\ x_2^2 & y_2^2 & z_2^2 & 0 \\ x_3^2 & y_3^2 & z_3^2 & 0 \\ x_4^2 & y_4^2 & z_4^2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a & b & c & 0 \\ d & e & f & 0 \\ g & h & i & 0 \\ j & k & l & 1 \end{bmatrix}$$

したがって、両シーンの位置関係を表すアフィン行列を以下のように求めることができる。

$$\begin{bmatrix} a & b & c & 0 \\ d & e & f & 0 \\ g & h & i & 0 \\ j & k & l & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1^2 & y_1^2 & z_1^2 & 0 \\ x_2^2 & y_2^2 & z_2^2 & 0 \\ x_3^2 & y_3^2 & z_3^2 & 0 \\ x_4^2 & y_4^2 & z_4^2 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x_1^1 & y_1^1 & z_1^1 & 0 \\ x_2^1 & y_2^1 & z_2^1 & 0 \\ x_3^1 & y_3^1 & z_3^1 & 0 \\ x_4^1 & y_4^1 & z_4^1 & 1 \end{bmatrix}$$

求めたアフィン変換行列を2枚目のすべての点に適用することによって1枚目の座標系によって表現することができる。

2. 3 データの再構築

従来、データの再構築には円筒座標系が使われていた。しかし、円筒座標原点からの距離に応じてサンプリング領域が疎になったり、中心軸上に点が存在する場合、欠落するという欠点がある。そこで本論文では、立方体を等間隔に区切ったボクセルを使った再構築を検討する。

ボクセルを使って再構築を行う場合、すべてのデータをボクセルに格納すると、元々保持していた隣接関係が崩れる危険性がある。そこで、前節で求めたアフィン変換行列を使ってデータの中心点の運動方向ベクトルを求める。求めた運動方向ベクトルは、対象物体が動いた方向を示すので、その逆方向に新たに計測された部分が存在する可能性が高い。そこでデータの中心点を通り、運動方向ベクトルに垂直な点を求め、これを境界線とし、その境界線から新たに計測された部分を繋ぎ合わせていく手法を採用した。具体的には、まず1枚目のデータの中心点から運動方向ベクトルに垂直な点だけ、つまり、左右に動いたなら垂直方向、上下に動いたなら水平方向、斜め方向に動いたならそれに直交する方向のデータだけをボクセルに格納する。この1枚目の点を格納したボクセルを以後、境界線ボクセルと呼ぶ。この時、境界線ボクセルに格納した1枚目の点に対し、運動方向ベクトルの方向にあるすべての点を有効点とする。次に2枚目の点をボクセルに格納する時、境界線ボクセルにだけ2枚目の点を格納する。この時、境界線ボクセル内にある2枚目の点のうち、1枚目の点から見て運動方向ベクトルの逆の方向にある点を1枚目のデータに対する隣接点とする。以上にして求めた隣接点に対し、運動方向ベクトルの逆の方向にあるすべての点を2枚目のレンジデータの有効点とする。図1を使って説明すると、○を1枚目の点、△を2枚目の点とし、運動方向ベクトルは図1に示した方向とする。まず、1枚目のデータの中心点を求め、運動方向ベクトルに垂直な点、つまり図1の●の点だけをボクセルに格納する。次に、2枚目の点を格納する際、境界線ボクセル内の点、

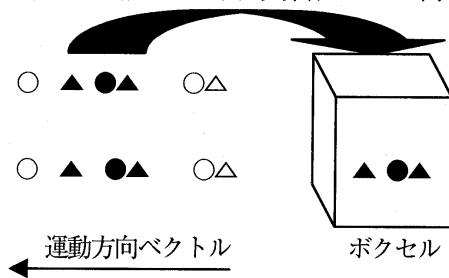


図1 ボクセルへの格納方法

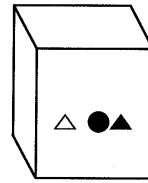


図2 隣接点の決定

つまり図1の▲の点だけに着目する(図1の右図)。

そして、1枚目の点(●の点)から見て、運動方向ベクトルの逆の方向にある点、すなわち図2の▲の点を1枚目のデータの隣接点とする。

以上が2枚のレンジデータを統合する手法である。この手法によれば、レンジデータが元々保持している隣接関係を崩すことなく統合できる。

2. 4 結果

以上の処理によって統合した結果を図3を示す。

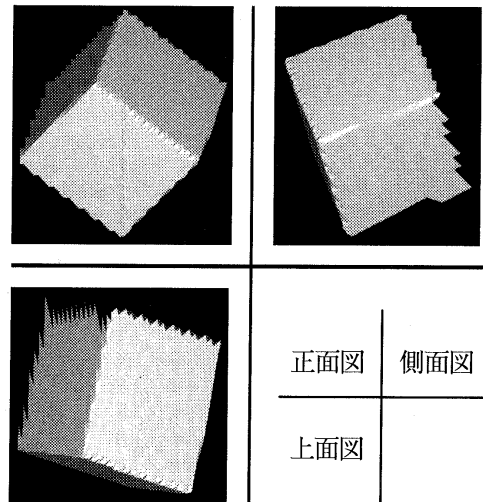


図3 統合結果

3. まとめ

無制約条件下で取得した多視点レンジデータの統合に関する新しい手法を提案し、良好な結果を得た。

参考文献

- [1]K.Araki et al. High speed and continuous 3d measurement system. Machine Vision and Applications,8(2):79-84,1995.
- [2]広瀬、他:”高速・連続3次元計測装置に基づく実在人物顔のリアルな3次元 CG の作成”,信学技法,PRMU97-156(1997-11).