

奥行き距離情報を用いたリアルタイム3次元可視化インタフェース

5B-4

山内 康晋 三原 功雄 土井 美和子
(株)東芝 研究開発センター

1. はじめに

我々は、手など対象物の3次元形状の取得をリアルタイムに行うことのできる入力デバイス **Motion Processor** を開発した[1] (図1)。今回、**Motion Processor** で取得された距離画像を3次元的に表示するインタフェースを開発した。このインタフェースにより、撮像物体の形状やモデルに依存せずに、ユーザが自分自身の手による臨場感あふれる操作が可能となった。

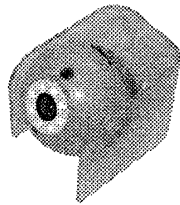


図1 Motion Processor 外観

フレームで取得できる。図3に示すように、**Motion Processor** は LED から近赤外光を照射し、物体からの反射成分をセンサで取得するという原理を採用しており、撮像素素値（撮像物体からの反射強度）は、その物体までの距離の2乗に反比例して減衰している。つまり、センサの取得する反射光量を I 、距離を L とすると、式(1)の関係になる (k は定数)。

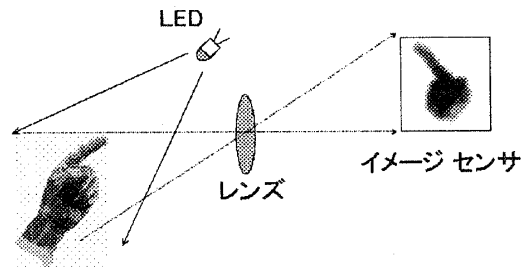


図3 Motion Processor 撮像原理図

2. 3次元可視化インタフェース

Motion Processor を使えば、手など対象物の距離画像をリアルタイムに背景から切り出された形で抽出することが可能である。この抽出された距離画像情報に基づいて、3次元モデルの生成、表示を行うわけである。図2は、距離画像取得から3次元表示までの処理の流れを示したものである。



図2 撮像画像3次元表示の流れ

$$I = \frac{k}{L^2} \tag{1}$$

この段階で、3次元空間へのマッピングを行っても、対象物体の3次元表示は正確に行えず、以下に述べる距離画像の補正が必要である。

2.2 撮像原理に基づく距離画像の補正

距離画像補正部では、距離画像を正しく3次元空間にマッピングするため、距離画像値と実際の奥行き距離値との関係が線形になるよう、画素値の補正を行っている。ここでは、式(1)を平方根処理することで、センサからの距離に比例した画素値への変換を行っている。変換後画素値を I' とすると、変換式は式(2)のようになり (k, K は定数)、この変換に利用する入出力画素値間の対応関係をグラフ表示したものが図4である。横軸が入力画素値、縦軸が出力画素値を示している。

2.1 Motion Processor 距離画像の取得

距離画像取得部では、**Motion Processor** から 64x64 画素 (7bit/pixel) のフレーム画像を毎秒 50

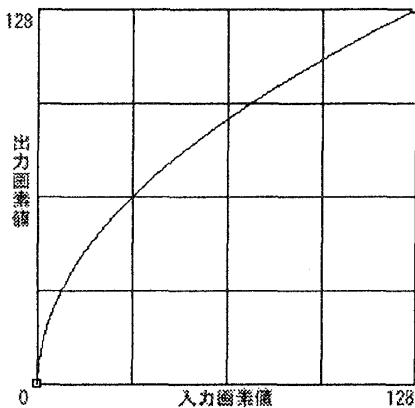


図4 距離画像補正のための変換曲線

$$I' = \sqrt{I} = \sqrt{\frac{k}{L^2}} = \frac{k'}{L} \quad (2)$$

2.3 モデルの生成と3次元表示

3次元表示部では、距離画像補正部で補正された距離画像を基に、3次元モデルの生成、描画を行う。距離画像上の各画素値をそれぞれ1頂点とする3次元メッシュモデルを生成し、各画素のインデックス情報を(x、y)成分に、距離値をz成分に対応づけている。取得フレーム毎にこの3次元モデルの生成および描画を繰り返し、表示している。描画には、Direct3D API を用いることで、PC 上でリアルタイム表示が可能となっている。

3. 実装とインタフェース画面

図2で示した3つの処理部は、**Motion Processor SDK**[2]に用意された3つのCOM(Component Object Model)コンポーネント、つまり、DXL(Data Exchange Library) [画像取得部]、RRL(Realtime Recognition Library) [画像補正部]、およびRDL3D(Realtime 3D-Display Library) [3次元表示部]のメソッド関数として実装しており、これらはVBやVC++などで利用することができる。

図5は、手のジェスチャを対象に、**Motion Processor**で取得したオリジナル距離画像(a)と距離値補正後の距離画像(b)、および両者を基に3次元表示化したインタフェース画面(c),(d)である。図5(a),(b)において、濃度の濃い画素が**Motion**

Processorに近い部分に対応しており、3次元表示した場合(図5(c),(d))にも奥行き方向手前に表示されている。距離画像を補正することで、手と背景の境界領域で急峻に減衰していた距離値が底上げされ、直感的に違和感の少ない形状になっていることが分かる。

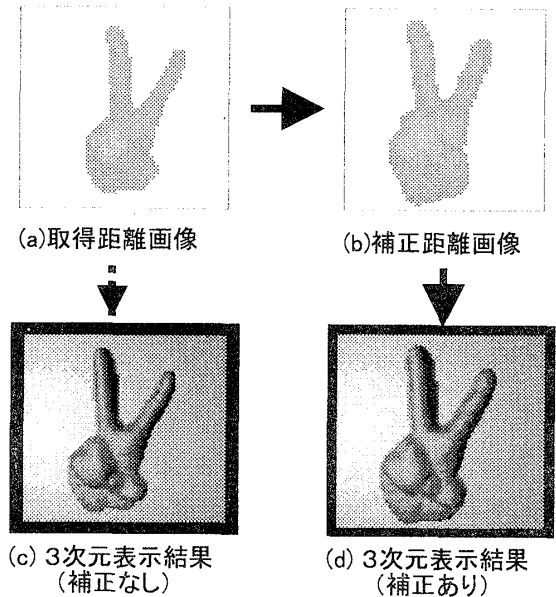


図5 3次元インタフェース画面の比較

4. おわりに

本稿では、**Motion Processor**で撮像した距離画像の3次元可視化インタフェースと内部構成を紹介した。このインタフェースは、対象を選ばずリアルタイムに3次元表示が行え、将来の情報家電市場においても、自分の手を使った機器操作や情報アクセス・インタフェースにおける表示媒体として応用できる。また、撮像物体の簡易3次元モデルをフレーム単位で出力出来ることから、3DWebコンテンツ作成ツールといった利用も考えられる。今後は、ビデオストリームなどとの融合も含め、3次元表示を加えることでより臨場感のあるコミュニケーション手法を検討していきたい。

参考文献

- [1] Numazaki, S., et al., A Kinetic and 3D Image Input Device, Proceedings of CHI'98,1998
- [2] 山内他、モーションプロセッサ用ソフトウェア開発キット、情報処理学会春期大会, 1999.3