

部分的な奥行き指定に基づく静止画像の疑似 3 次元化

Pseudo 3D Reconstruction from a Still Image Using Partially Designated Depth Information

成田 裕介[†]
Yusuke NARITA松田 一朗[†]
Ichiro MATSUDA青森 久[†]
Hisashi AOMORI伊東 晋[†]
Susumu ITOH

1. はじめに

近年、ステレオ視を利用した 3D ディスプレイなど、立体映像を視聴するための環境が急速に普及しつつある。一方、立体映像の制作には 2 眼カメラなどの特殊な機器が必要であるため、コンテンツの供給が追いつかなくなることが懸念されている。そこで、既存の 2D コンテンツを疑似的に 3D 化することを目的として、被写体との距離を画素単位で記述する奥行きマップを、低コストで画像に付加する技術への関心が高まっている。静止画像の奥行きマップ生成手法として、画像内のオブジェクトを領域分割によって分類し、領域毎に奥行きを推定する手法が検討されている[1, 2]。しかし、これらの手法は細部の修正に手間と時間が必要である上、領域毎の奥行きが一様になってしまうという欠点がある。そこで、本稿ではマウスを用いた簡易な操作によりユーザが部分的に奥行き情報を指定し、これを画像の輝度値に基づいて伝播させる手法 [3]について検討すると共に、人工物に対する奥行き指定のインタフェースにも改良を加えたので報告する。

2. 奥行きマップ生成手順

まず、ユーザが画像の一部に基準となる奥行き値を入力する。この操作には、ペイントツールに類似したインタフェースを採用しており、マウスやタッチペンなどのポインティングデバイスで画像上をなぞることで、その軌跡に指定した奥行き値が書き込まれる。ここで図 1 の灰色部分とは、入力された奥行き情報を表しており、その明度が奥行き値に比例した値となっている。次に、指定された奥行き値を、画像の輝度情報に基づいて周囲に伝播させることにより、全ての画素について欠損のない奥行きマップを生成する。誤った奥行き値が伝播したと思われる領域には、追加の奥行き値を入力した上で再度奥行きマップの生成を試みる。このような対話型の処理により、少ない労力で自然な奥行きマップを生成することが可能となる。

3. 奥行き値の伝播処理

上記と同様な手順は、モノクローム画像を半自動で彩色する Colorization と呼ばれる処理にも採用されている。文献[4]では、「輝度値が類似する隣接画素は色調も類似している」という仮定に基づき、色情報の伝播処理をコスト関数の最小化問題として定式化している。

[†] 東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科



図 1 奥行き値の指定例

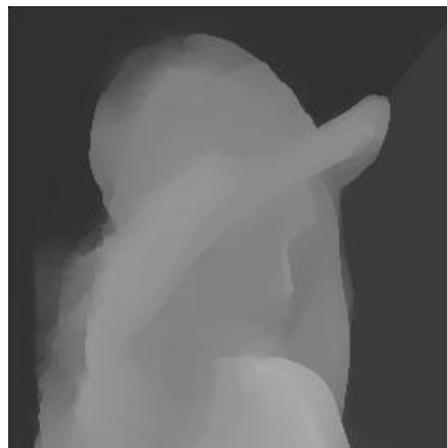


図 2 奥行きマップ生成例

本稿では、奥行き値に関しても同様な仮定が成り立つと考え、奥行きマップ $D(r)$ に関するコスト関数 $J(D)$ を以下のように定義している。

$$J(D) = \sum_r \{D(r) - \sum_s (w_s D(s))\}^2 \quad (1)$$

ここで、 r は注目画素の座標、 s は座標 r に対する 8 近傍画素の座標を示している。また、 w_s は隣接画素間の輝度値の類似度に対応した重みであり、次式で与えられる。

$$w_s \propto \exp(-(Y(r) - Y(s))^2 / \sigma^2) \quad (2)$$

ただし、 $Y(r)$ は注目画素の輝度値、 $Y(s)$ は 8 近傍画素の輝度値、 σ^2 は $Y(s)$ の分散を示している。また、 w_s の和は 1 となるように正規化されている。ユーザが



(a) 右眼画像 (b)左眼画像

図3 ステレオ画像の例

指定した奥行き情報を境界条件として画像全体で式(1)の最小化を図ることにより、図2のように画像の輪郭部以外では滑らかに変化する奥行きマップが得られる。

この奥行きマップを用いて疑似的生成したステレオ画像の例を図3に示す。

4. 人工物における問題点と対策

上述の手法を様々な画像に適用したところ、図1のような人物や自然の風景では違和感の少ない奥行きマップを短時間に生成することが可能であった。しかし、図4のように直線や平面で構成されていることの多い人工物を対象とした場合、本来平面である床や壁の領域に伝播した奥行きが、階段状の不連続な値となってしまう場合があった。

これは、ユーザが一度に指定できる奥行き値が一樣であるためであり、奥行き値を細かく変化させながら指定回数を増やすことで解決可能ではあるが、その手間が煩雑であり、奥行きマップの品質がユーザの技術に依存してしまうという問題が残る。

そこで、図5のようにユーザが画面上の始点と終点をマウスなどでクリックしたとき、それらを結ぶ線分上に奥行き値を与えるインタフェースを導入する。さらに、始点と終点に異なる奥行き値を指定したときは、それらを線形内挿することにより、連続的に変化する奥行き値も入力できるものとする。

5. 実験結果とまとめ

新しく導入したインタフェースにより入力した奥行き値と、得られた奥行きマップの例を図6に示す。これより比較的少ない指定回数で、床や壁などの平面上の奥行きの不連続性が改善されている様子を確認できる。ただし、表面に光源の反射や影を生じる領域では、局所的に輝度値が大きく変化するため、依然として奥行き値が不連続となる場合がある。これを解決するには、線分を掃引させるなどして面積を持つ領域に連続した奥行き値を入力するための工夫が必要であると考えられる。また、色情報も考慮したコスト関数の導入や、時間方向への奥行き値の伝搬処理に基づいた動画像への拡張についても、今後さらに検討を加える予定である。



(a) 奥行き指定 (b)奥行きマップ

図4 人工物における処理結果の例

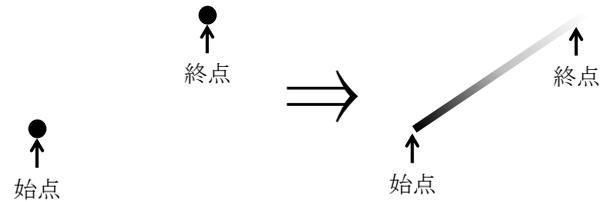


図5 線分による奥行き指定



(a) 奥行き指定 (b)奥行きマップ

図6 線分による奥行き指定の例とその結果

参考文献

- [1] 大野 博史, “無償 2D-3D 変換ツールの概要とその使い方”, インターフェース, Vol.37, No.1, pp.91-96, Jan. 2011.
- [2] D. Hoiem, A. N. Stein, A. A. Efros and M. Hebert, “Recovering Occlusion Boundaries from a Single Image”, Proc. of IEEE 11th International Conference on Computer Vision (ICCV 2007), Oct. 2007.
- [3] 成田 裕介, 土屋 崇希, 松田 一朗, 青森 久, 伊東 晋, “画像の輝度情報を利用した奥行きマップの半自動生成”, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, No.D-11-47, Mar. 2011.
- [4] A. Levin, D. Lischinski and Y. Weiss, “Colorization Using Optimization”, ACM Trans. on Graphics, Vol.23, pp.689-694, Aug. 2004.