

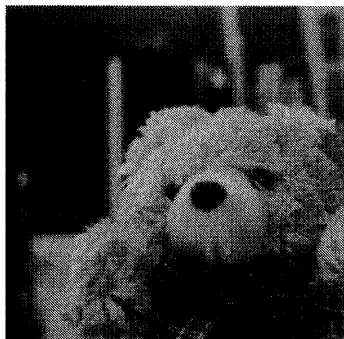
論文の内容の要旨

論文題目 焦点パラメータの異なる画像を用いた
新たな画像生成と奥行き計測

氏名 久保田 彰

本論文では、焦点合わせ（フォーカス）を変化させて撮像した2枚の画像を用いて、視覚効果を付与した画像を生成する手法を論じる。また、撮像画像に生じたぼけ量を強調することによって、奥行き計測の精度を向上させる手法を論じる。

画像生成の手法について以下に述べる。提案手法では、対象シーンが近景と遠景の2層であると仮定する。この仮定のもとで、近景に焦点を合わせた画像（近景合焦画像）と遠景に焦点を合わせた画像（遠景合焦画像）の2枚の画像（図1）を用いる。



(a) 近景合焦画像

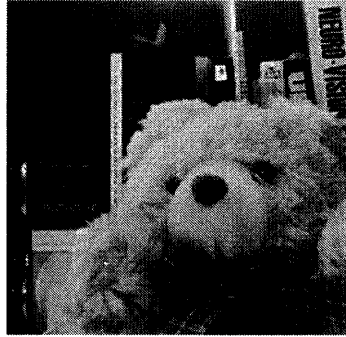


(b) 遠景合焦画像

図1：画像生成に用いる2枚の撮像画像の例：この例では、熊の玩具の近景と本棚の遠景だけで構成されたシーンに対して、それぞれのオブジェクトに焦点を合わせた2枚の画像を撮像している。

これら2枚の撮像画像から、近景と遠景の領域ごとに独立に以下の視覚効果を付与した画像を生成する。

- 1) 焦点ぼけ … 図 2(a)(b)
- 2) 流れ場 … 図 2(c)
- 3) 高域強調 … 図 2(d)
- 4) シフト (移動) … 図 2(e-1)(e-2)



(a) 全焦点画像



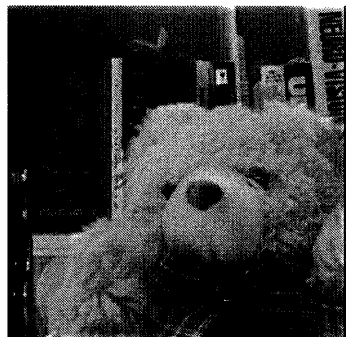
(b) 任意ぼけ画像 (遠景のぼけを強調)



(c) 流れ画像 (遠景に流れを付与)



(d) 強調画像 (近景を強調)



(e-1) シフトを付与した画像
(近景を左に4 [pixel] 移動)



(e-2) シフトを付与した画像
(近景を右に4 [pixel] 移動)

図 2 : 画像生成の例

提案手法の処理の流れを図3に示す。近景合焦画像 (g_1) と遠景合焦画像 (g_2) を離散フーリエ変換 (DFT) し、逆フィルタの周波数成分である K_1 と K_2 をそれぞれ乗算する。その結果を加算し、逆離散フーリエ変換 (IDFT) することによって所望の画像 f_{ab} を生成することができる。

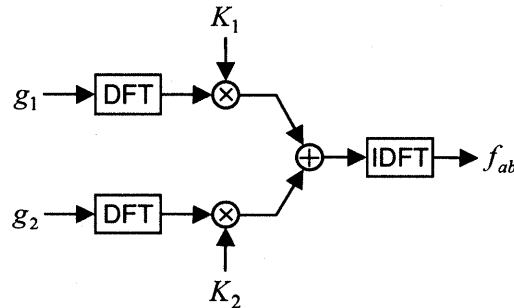


図3：提案する画像生成の手法：位置不変かつ線形な逆フィルタによって領域ごとの視覚効果の付与が可能である。

本手法の特徴は以下のとおりである。

- ・ 逆フィルタは位置不変かつ線形である。それゆえ、近景あるいは遠景の領域を分割することなく、領域ごとの視覚効果の付与が可能である。
- ・ 通常画像復元における逆フィルタで生じる雑音強調の問題がない。

逆フィルタの導出の流れは以下のとおりである。

- 1) 撮像画像と所望の画像の取得モデルを導入する。
- 2) モデルから所望の画像と撮像画像の関係式を周波数領域で導出する。
- 3) 撮像画像の係数を逆フィルタとして算出する。

画像の取得モデルでは、領域分割された各領域の画素だけをもつ画像を定義し、それらの重ね合わせを用いる。近景合焦画像は近景領域の画像とぼけた遠景領域の画像を重ね合わせることによってモデル化する。それと反対に、遠景合焦画像は遠景領域の画像とぼけた近景領域の画像を重ね合わせることによってモデル化する。一方、所望の画像は、近景と遠景の領域に視覚効果を付与する関数（エフェクト関数）を畳み込んだ後に重ね合わせることによってモデル化する。

それぞれのモデルを周波数領域に変換し、各モデルから領域分割の情報をもっている近景と遠景の領域の画像を消去し、所望の画像について解く。このとき、撮像画像の係数を逆フィルタとして求める。本手法では、従来まで不定として扱ってきた逆フィルタの直流成分をその直流成分へと極限をとることにより決定できる。ただし、シフトを付与する場合の逆フィルタの虚部の周波数特性だけは、その極限值が発散するため逆フィルタにしきい値処理を行う。

他に本手法を用いて以下の処理を行った。

- ・ 焦点と位置の異なる仮想カメラ画像の生成

本手法では、ぼけとシフトを付与できることから、これらの視覚効果を仮想カメラの焦点および位置によって生じるぼけと視差に対応付けることによって、仮想カメラの画像を近似的に生成できる。

- ・ 動きのあるシーンに対するリアルタイム処理

動きのある対象シーンに対して同時に異なる焦点の画像を撮像できる多焦点動画カメラを試作し、リアルタイムに画像を生成するシステムを構築した。現在のところは、 $128 \times 128 \times \text{RGB} \quad 8\text{bit}$ の動画像に対して、3 フレーム毎秒以上の生成速度を達成している。

奥行き計測の手法について述べる。これは、上記の画像生成手法を奥行き推定に応用したものである。撮像画像は同様に焦点合わせの異なる2枚の画像を用いる。ただし、対象シーンの奥行きは任意であり、2層であるとは限らない。提案手法は、撮像画像から上記の生成手法を用いて焦点ぼけを強調した異なる画像を2枚生成し、これらの画像間においてブロックごとに周波数成分の比較を行い、奥行きを推定する。推定精度が向上することを理論的に論じ、シミュレーションでこれを示す。