焦点ぼけ構造に基づく自由視点画像の高速生成システム

A high-speed system for free viewpoint image reconstruction using multi-focus images

野々下 俊†‡ Shun NONOSHITA　伊澤 逸平太†‡ Ippeita IZAWA　児玉 和也† Kazuya KODAMA　浜本 隆之‡ Takayuki HAMAMOTO

†国立情報学研究所 National Institute of Informatics
‡東京理科大学 Tokyo University of Science

なにがわかる？

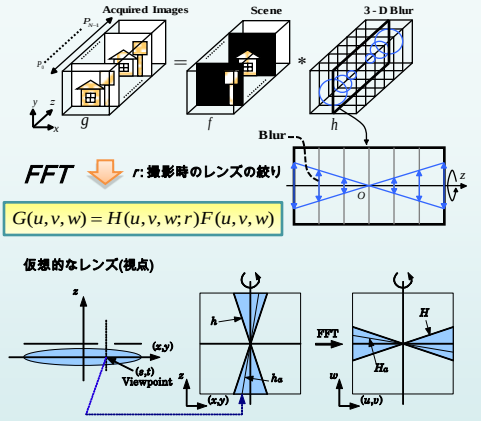
単に1枚の写真をとるだけでなく、カメラに入ってきた光線を全て記録し再構成する手法を示す。この画像処理技術により、空間を飛び交う光線を細かく入力、変換、伝送、出力することが可能になり、自由な視点から撮影対象を観察できる環境が実現される。ここでは、焦点合わせの異なる撮影画像から自由視点画像を高速に生成するシステムを紹介する。

10年後は？

柱や壁に遮られた狭小なスペースを、コストや環境負荷の大きい建て替えという選択を経ることなく、各種展示スペースや演劇、音楽、映画上映の場として再活用可能とする『空間のリサイクル』技術を提供する。柱や壁に安価となった3次元ディスプレイやカメラを取り付け『向こう側が見えるよう透明化』することで見晴らしの良い空間が実現される。

研究概要

3次元焦点ぼけ構造の特性

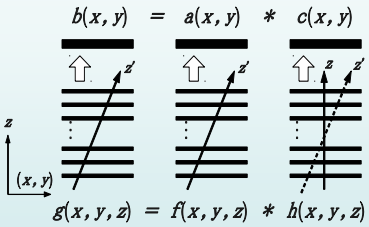


$$G(u,v,w)=H(u,v,w;r)F(u,v,w)$$

3次元フィルタリングによる自由視点画像生成

$$A(u,v,w;s,t)=H_a(u,v,w;s,t)H^{-1}(u,v,w;r)G(u,v,w)$$

2次元情報への統合による演算処理の削減



$$a_{s,t}(x,y)=\int f(x+sz,y+tz,z)dz,\ (\text{対象シーン})$$

$$b_{s,t}(x,y)=\int g(x+sz,y+tz,z)dz,\ (\text{撮像画像群})$$

$$c_{s,t}(x,y)=\int h(x+sz,y+tz,z)dz\quad(\text{フィルタ})$$

$$b_{s,t}(x,y)=c_{s,t}(x,y)*a_{s,t}(x,y)$$

$$B_{s,t}(u,v)=C_{s,t}(u,v)A_{s,t}(u,v)$$

FFT

2次元フィルタリングによる自由視点画像生成

$$A_{s,t}(u,v)=C^{-1}{}_{s,t}(u,v)B_{s,t}(u,v)$$

視点依存型フィルタの構成

（i）視点位置を考慮しない場合

P(x,y;σ)を分散σ^2のガウス関数とすると

$$P(x,y;\sigma)=\frac{1}{2\pi\sigma^2}\exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$h(x,y,z)=P\left(x,y;\frac{r|z|}{\sqrt{2}}\right)$$

視点を考慮しない旧フィルタ

$$C_{0,0}(u,v)=\sum_z e^{-\frac{r^2z^2(u^2+v^2)}{4}}$$

$$C(u,v)=\mathcal{F}_x\mathcal{F}_y\left(\sum_z h(x,y,z)\right)=\sum_z\mathcal{F}_x\mathcal{F}_y(h(x,y,z))$$

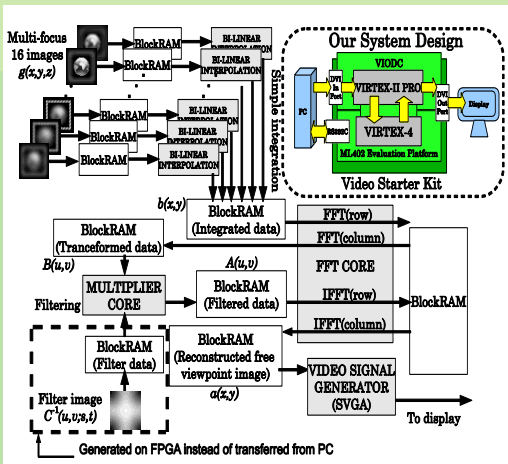
（ii）視点位置を考慮した場合

$$\sum_{z'}h(x,y,z)=\sum_z h(x,y,z)*\delta(x-sz,y-tz)$$

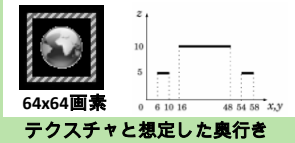
視点依存型フィルタ

$$C_{s,t}(u,v)=\sum_z e^{-\frac{r^2z^2(u^2+v^2)}{4}}\cdot\cos(szu+tzv)$$

視点依存型フィルタを用いた自由視点画像生成

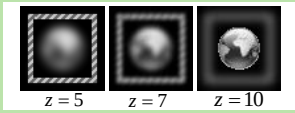


FPGAによる自由視点画像生成プロセス



64x64画素

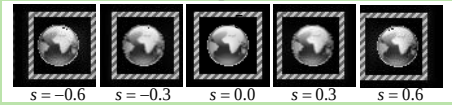
テクスチャと想定した奥行き



$z=5$　$z=7$　$z=10$

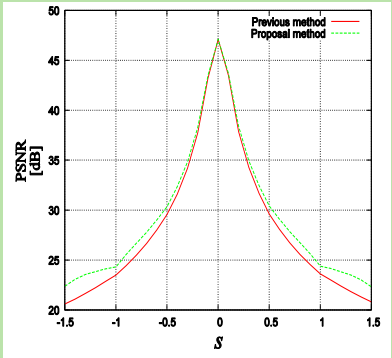
生成した焦点ぼけ画像群(64x64画素16枚)

再構成



$s=-0.6$　$s=-0.3$　$s=0.0$　$s=0.3$　$s=0.6$

生成した自由視点画像



視点依存型フィルタを適応することによる生成画像の品質改善

NII
連絡先： 野々下 俊 （Shun NONOSHITA）／国立情報学研究所 特別利用共同研究員
TEL：03-3260-4272　FAX: 03-5213-0976　Email：nonoshita@nii.ac.jp