

コンピュータ理工学特別研究Ⅱ

ライトフィールドカメラLytroにおける 高速なリフォーカスと被写界深度の制御

コンピュータ理工学部
ネットワークメディア学科
蚊野研究室
三宅健太

1. Introduction

- カメラ技術の発展
- ライトフィールドカメラLytro
- 研究内容

カメラ技術の発展

- デジタル技術が高度化し、コンピュータ処理で写真画像を生成、加工する技術である **computational photography** が発展
- 撮影された写真画像を処理することが主流であった



撮影段階に中間情報として得られる生データに信号処理を加え、様々な写真画像を生成できる技術が登場

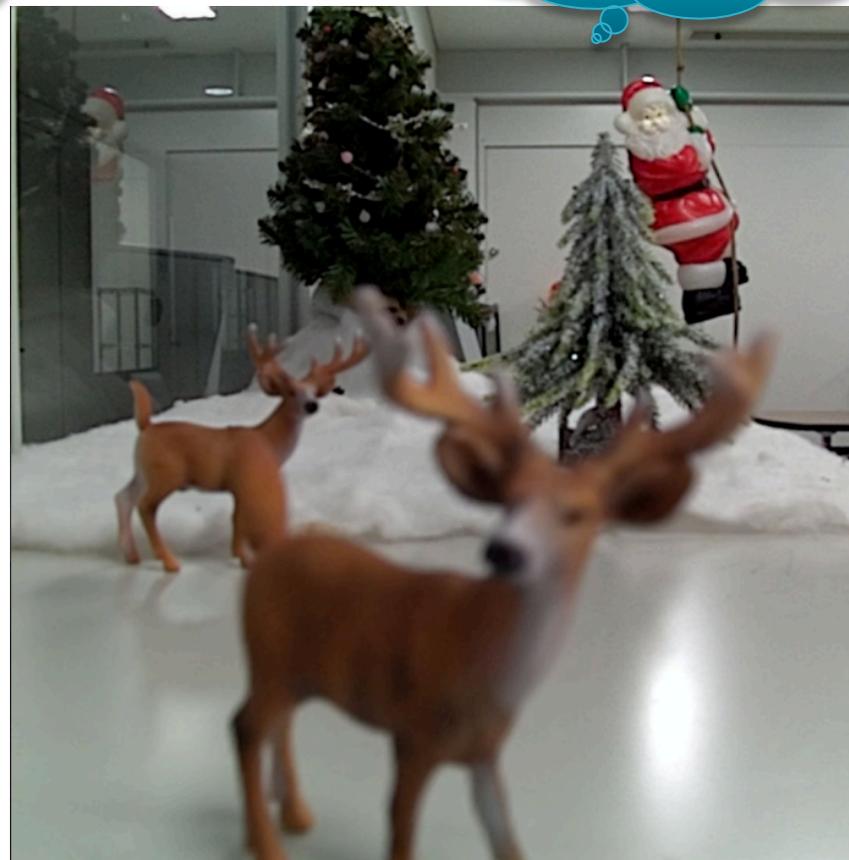
代表的な成果の1つが **Lytro**

Lytroアプリケーション

ピントは手前の
トナカイ



ピントは奥の
サンタ



研究内容

- ライトフィールドカメラ”Lytro”を用いた研究
 - Lytroの機能の1つにリフォーカス画像を高速に生成するものがある。その原理を解明する。
 - ライトフィールドカメラにおける新たな被写界深度の制御機能を提案

2.Lytroの動作原理と検証

- 出力データの内容
- 高速なりフォーカス機能の原理の推定
- 推定手法の解説
- Lytroアプリとの比較

出力データの内容

- Lytroで写真を撮影すると、2つファイルがセットで生成される
 - .lfpファイル: ライトフィールドを格納した生データ
 - **-stk.lfpファイル**: デプス画像, ピント位置が異なる複数のJPEG画像, それらに関する画像情報が格納されている

Lytroの出力ファイルの一例



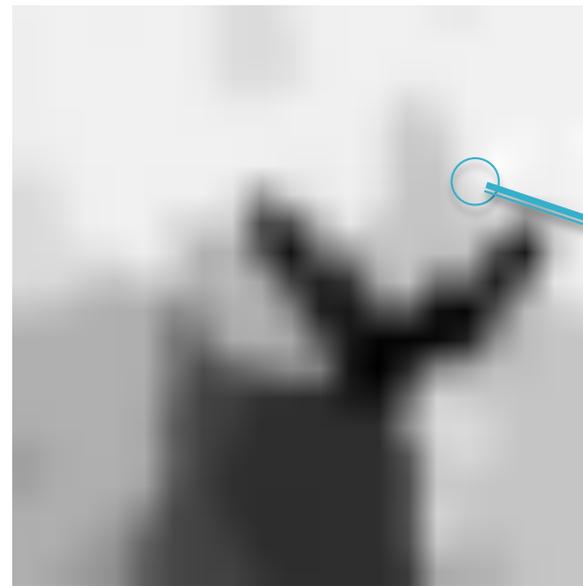
名前	
IMG_0001-stk.lfp	
IMG_0001.lfp	
IMG_0002-stk.lfp	
IMG_0002.lfp	
IMG_0003-stk.lfp	
IMG_0003.lfp	

デプス画像

- 画素が距離情報を表す画像
- デプス画像の画素値を濃淡で表現したもの
- 距離が近いところが黒く、遠いところが白く表現される



元画像



デプス画像

拡大

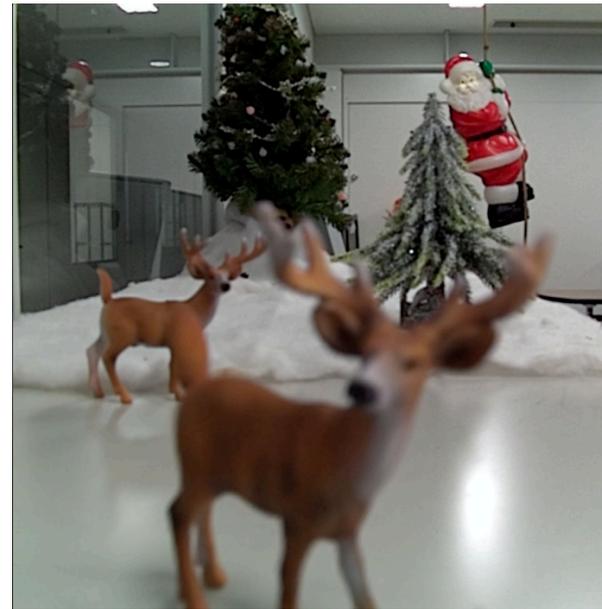
2.35	2.59	2.63
2.40	2.21	2.62
2.27	2.30	2.86
2.41	2.91	2.98

ピント位置の異なる画像

近



遠



各JPEG画像に関する情報

- -stk.lfpファイル内には、ピント位置が異なる複数のJPEG画像が存在し、画像情報も記されている

- -stk.lfpファイル内のJPEG画像情報の一例

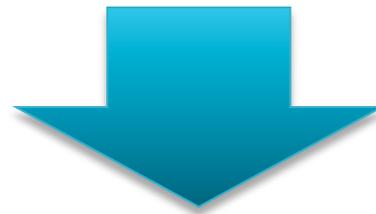
```
"imageArray" : [  
  {  
    "representation" : "jpeg",  
    "width" : 1080,  
    "height" : 1080,  
    "lambda" : 2.0610749721527099609,  
    "imageRef" : "sha1-3669d312f41b9dfbc4f7a8771bb5c2287461bcd0"  
  },
```

- “lambda”の値は、JPEG画像ごとのピントの合った位置情報に相当すると考えられる

高速なリフォーカス機能の原理の推定

処理時間が
長い！

- リフォーカス手法は
 - ライトフィールドを直接用いて、処理する方法
が多く用いられる

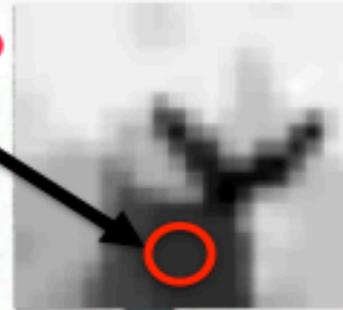


- Lytroの出力ファイルを用いた別の方法
があるのではないかと推定

推定手法

距離画像
(被写体の位置を示したデータ群)

①マウスをクリックした位置の
デプス値を取得



JPEG画像1



JPEG画像2



②デプス値に
応じた重み付け

③加重平均

リフォーカス画像



④マウスをクリックした位置に
ピントが合った画像ができる

Lytroアプリとの比較

- ▶ 2枚の画像を目視しリフォーカス結果を比較する



Lytroのリフォーカス結果



推定手法のリフォーカス結果

Lytroアプリとの比較



Lytroの処理結果の拡大図



推定手法の処理結果の拡大図

3. Lytroを用いた 被写界深度制御の提案

- 被写界深度の定義
- 被写界深度を深めた画像生成の提案手法
- 被写界深度を深くした画像
- 被写界深度を深くする処理の問題点

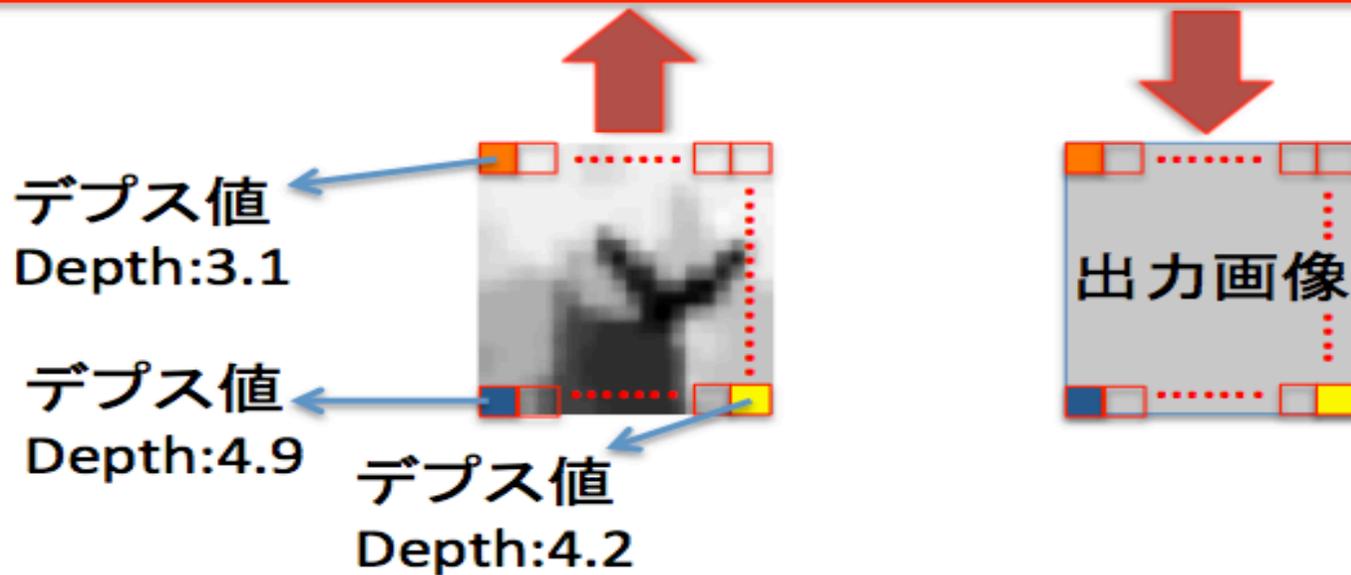
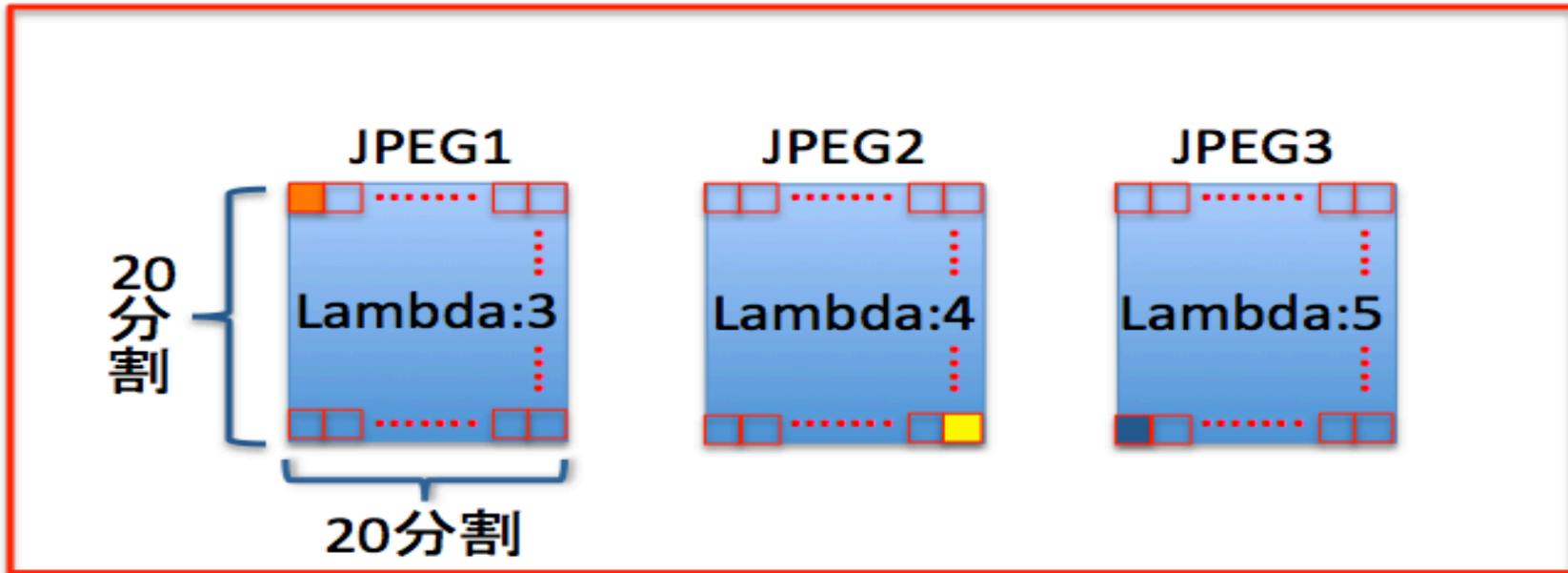
被写界深度の定義

- 被写界深度
 - 写真のピントが合っているように見える被写体側の距離の範囲

例. 被写界深度による画像の見え方の違い



被写界深度を深めた画像生成の提案手法



被写界深度を深めた画像



被写界深度を深める処理の問題点

- 不自然な箇所が存在する



成果と課題

- Lytroアプリケーションに用いられているリフォーカス手法の検証に成功
- 被写界深度を深めた画像の生成に成功
- 被写界深度を深くする処理のブロック単位で合成を改善
- 被写界深度を浅くする処理が未実装

ご清聴ありがとうございました。

ライトフィールドカメラ

- ライトフィールドとは
 - 3次元空間での光線の分布を表したものの光線の座標、色、方向などの情報が含まれている

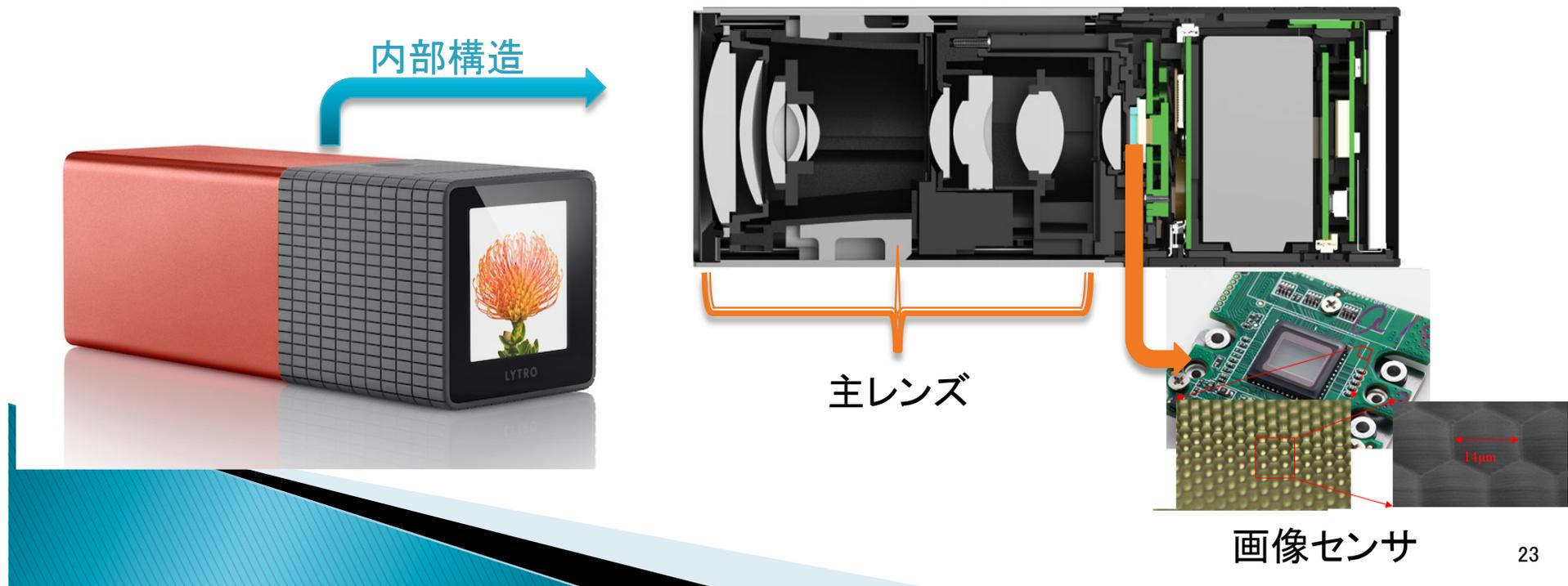
このような光線情報を取得し、
写真画像を生成することができるカメラ

||

ライトフィールドカメラ

Lytro

- 米国Lytro社が開発したライトフィールドカメラ
- ライトフィールドを取得し、写真画像を生成することができる
- リアルタイムでリフォーカスすることができる



高速なリフォーカス機能の原理の推定

- 手法としては2つある

1. ライトフィールドを直接用いて、処理する方法

処理時間が
短い！

2. **ピント位置の異なる写真画像**を事前に生成する

その間にピント位置がある画像は、用意した**複数枚の画像**を用いて**中間画像**を生成する方法

ライトフィールドを直接処理するレンダリング

