The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Light Field ボリューム再構成
Author(s)	井手口, 裕太
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/61810
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式 3

論　文　内　容　の　要　旨

氏名（井手口　裕太）	
論文題名	Light Field ボリューム再構成

論文内容の要旨

三次元形状計測を行うには様々な手法があり，その多くは非接触で計測するために単レンズカメラが用いられており，これらの手法は受動的手法と能動的手法に分けられる．受動的手法にはパッシブステレオ法や視体積交差法などがあり，能動的手法にはアクティブステレオ法や TOF 法などがある．これらの手法を用いた場合に，三次元計測が困難な対象として煙，霧などの煙霧体やガラスなどの透明物体がある．本研究では，煙，霧などの煙霧体の三次元空間濃度分布および透明物体の形状などの三次元情報を推定することを目的とし，任意の距離にピントを合わせた画像を生成可能であるライトフィールドカメラを用いた受動的な推定手法を提案する．

煙霧体の濃度分布推定では，繰り返し計算により三次元濃度分布を推定する．まず，複数台のライトフィールドカメラにより煙霧体が存在する空間を撮影し，得られた画像からピント面の異なるリフォーカス画像群を作成し，そのリフォーカス画像群により初期濃度分布を決定する．つぎに，初期濃度分布は空間的ボケの影響を含んでいるため，繰り返し計算による最適化に基づいて空間的ボケを除去することで，三次元空間濃度分布を推定する．シミュレーション画像および実測画像を用いて，煙の空間濃度分布を推定し，提案手法により実際の煙の空間濃度分布を推定できることを示した．また，ボケの計測と指向性の導入により推定精度が向上することを確認した．

透明物体の形状推定では，まず，透明物体をライトフィールドカメラにより撮影し，得られた画像からアレイ画像を生成する．つぎに，得られたアレイ画像から透明物体の辺縁の形状を推定する．透明物体の辺縁は視差の小さいアレイ画像内では同じように見える現象が発生する．これを利用することで，透明物体の辺縁の形状推定を可能にしている．そして，推定した透明物体の辺縁の形状から，推定できていない部分の形状を補完することで全体の形状を推定する．シミュレーション画像および実測画像を用いて透明物体の表面形状を推定する実験を行い，視差の更新により精度が向上することを確認した．

本研究によって，煙霧体の三次元空間濃度分布および透明物体の形状の取得が容易となり，従来手法で取得困難な対象の三次元情報を取得可能となった．

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名 (井手口　裕太)			
論文審査担当者		(職)	氏名
	主査	教授	大城　理
	副査	教授	和田成生
	副査	教授	出口真次

論文審査の結果の要旨

本論文は，煙，霧などの煙霧体の三次元空間濃度分布，および，透明物体の形状を推定するために，任意の距離にピントを合わせた画像を生成可能であるライトフィールドカメラを用いた受動的な計測手法に関して記述してある．まず，煙霧体の三次元空間濃度分布は，下記の手順で推定を行った．

1. 複数台のライトフィールドカメラにより煙霧体が存在する空間を撮影する．
2. 得られた画像からピント面の異なるリフォーカス画像群を作成し，そのリフォーカス画像群により初期濃度分布を決定する．
3. 初期濃度分布は空間的ボケの影響を含んでいるため，繰り返し計算による最適化に基づいて，空間的ボケを除去することで三次元空間濃度分布を推定する．

シミュレーション，および，実測実験により，煙霧体の三次元空間濃度分布を推定できることを確認した．また，ボケモデルを実際のボケに基づいて改善することで，推定結果が向上することも確認した．

次に，透明物体は，下記の手順で推定を行った．

4. 透明物体をライトフィールドカメラにより撮影する．
5. 得られたアレイ画像から透明物体の辺縁の形状を推定することで初期値を求める．
6. 辺縁以外の形状を繰り返し計算により更新することで形状を推定する．

シミュレーション，および，実測実験により，透明物体の辺縁の形状，および，面の法線方向を推定できることを確認した．また，推定形状の最適化により精度が向上することを確認した．

以上のように，ライトフィールドカメラを用いて，煙霧体の三次元空間濃度分布，および，透明物体の形状を推定するシステムを提案した．煙霧体の三次元空間濃度分布に関しては，真値と推定結果の相関が 9 割以上であることを確認し，実際の煙霧体を三次元再構成することに成功した．また，透明物体の形状に関しては，推定誤差が 1 mm 以下であることを確認し，実際の透明物体の形状，および，面の向きを推定するに成功した．本論文では，今まで見ることが困難であった煙や透明物体を可視化する理論を構築しており，エンジン，火災報知機，空調設備，ガラス・氷作品，ロボット等の設計・最適化への適用が期待される．従って，計測工学，画像処理技術の発展のみならず，流体力学，ロボティクス等への寄与も非常に高いと考えられるため，本論文は博士 (工学) の学位論文として価値のあるものと認める．