

次世代光学系のための アクティブレンズアレイ技術

法政大学 情報科学部 デジタルメディア学科
教授 小池 崇文

令和 4年 7月 28日

本技術の関連分野

本技術は、映像メディア分野全般を対象としており、特に**3D映像の撮影や表示**に関する技術である。実世界の光を捉える技術であるので、医療や計測など、幅広い分野に適用可能な技術である。

後述するライトフィールドディスプレイ/カメラに関する技術であり、これは、応用光学や、情報科学(コンピュータサイエンス)の中の特にコンピュータグラフィックス(CG)やコンピュータビジョン(CV) 分野に関連する。

ライトフィールドとは

- ライトフィールド (Light Field, 以下 LF) とは, 光を物理的な場と同様に考えたもの
- 光を幾何光学的な観点で考えて, 位置と方向でパラメータ化する
 - 一般的な光はもちろんのこと, レーザーや指向性のある光であっても, デジタルに表現可能

LFとは

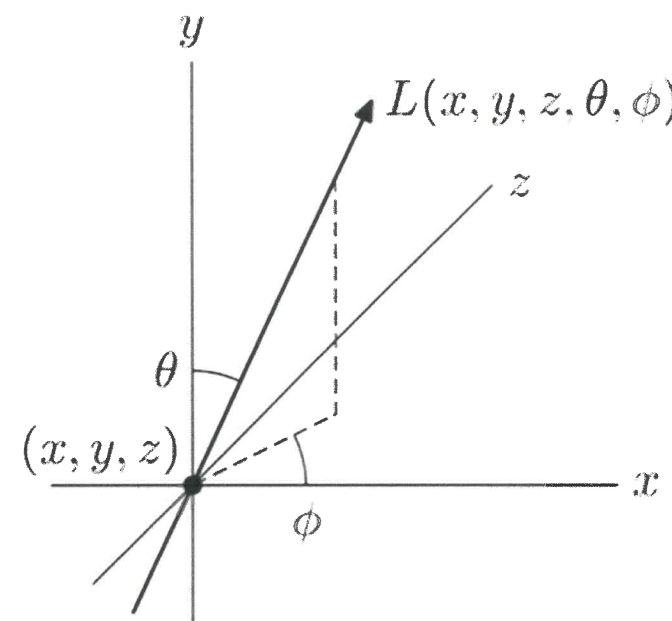
光を 5次元の関数 (=データ) として取り扱う手法・考え方.

$$L(x, y, z, \theta, \phi)$$

- 位置 (3次元): x, y, z
- 方向 (2次元): θ, ϕ

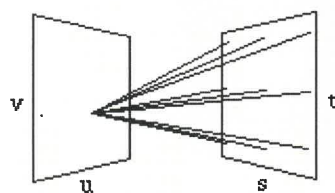
こうすることで, 光を多次元の情報・信号として取り扱うことが可能となる.

→ 殆どの場合, 4次元として扱える

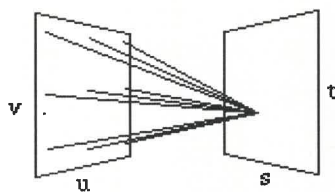


LFの例

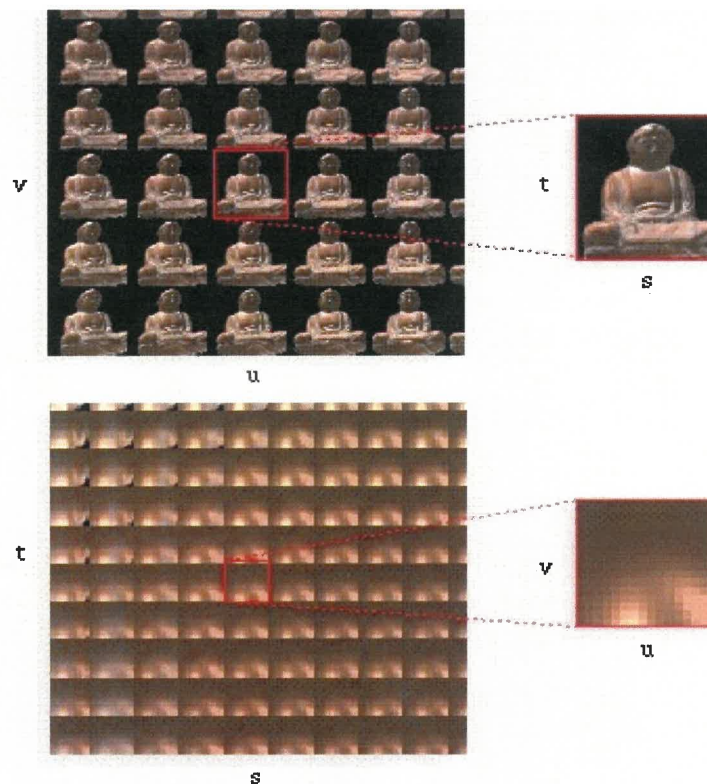
LFは、下図のような多視点画像でもある。



(a)



(b)



LFの課題

- LFの本質的な課題は、この4～5次元の関数を推定、またはデジタルデータとして取得すること。
- つまり取得・再生できるデータ量を増やすこと。
- そのためには、センサの数を増やす、ディスプレイの解像度を増やす等して、LFの情報量を増やす必要あり。

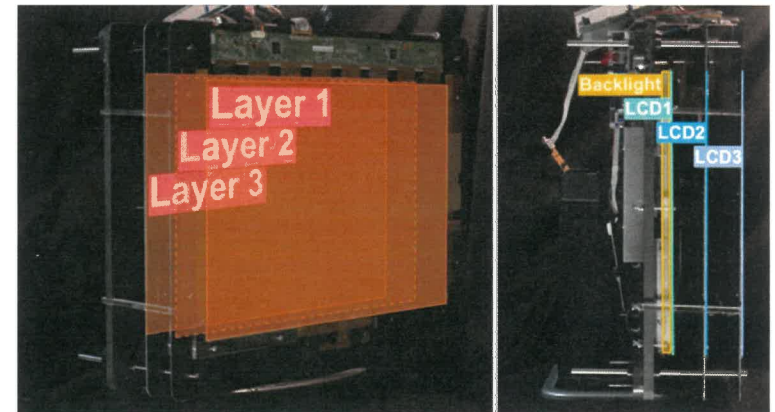
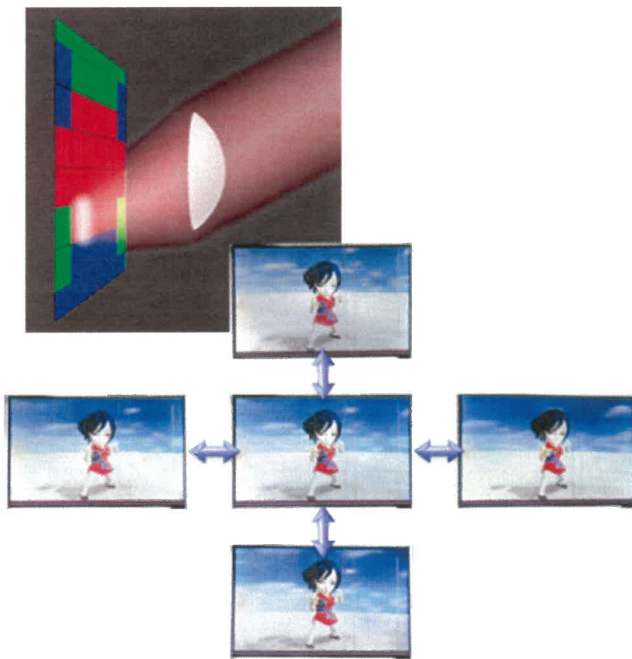
LFディスプレイ/カメラ

LFディスプレイ: 4次元の光情報を表示するディスプレイ
→ メガネなし立体ディスプレイ

LFカメラ: 4次元の光情報を取得するカメラ
→ 3次元計測カメラ, 立体映像取得, リフォーカス

LFディスプレイ

- レンズアレイ方式 (左図)
- スタックディスプレイ方式 (右図)

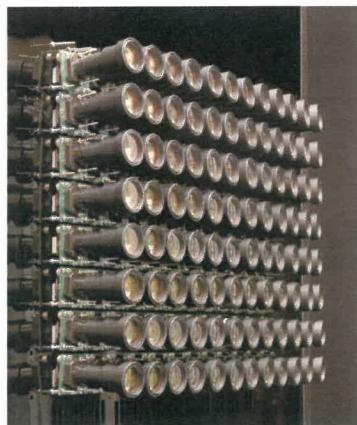


G. Wetzstein, D. Lanman, M. Hirsch, R. Raskar. Tensor Displays: Compressive Light Field Synthesis using Multilayer Displays with Directional Backlighting. Proc. of SIGGRAPH 2012 (ACM Transactions on Graphics 31, 4), 2012. より引用

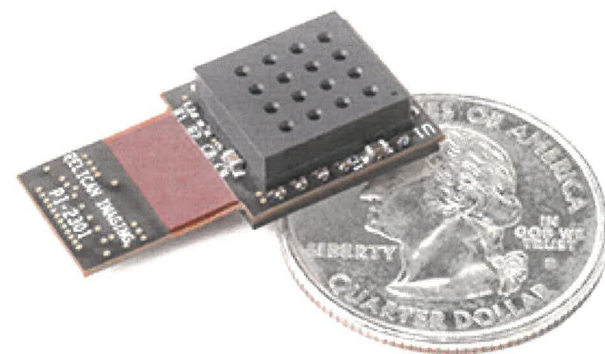
自由を生き抜く実践知

LFカメラ

- カメラアレイ: 複数センサ (左図)
- レンズアレイカメラ: レンズアレイ+センサ (右図)



High Performance Imaging Using Large Camera Arrays, In *ACM Transactions on Graphics*, Vol 24, No 3, July 2005, pp. 765-776
(Proceedings of ACM SIGGRAPH 2005) より引用



Kartik Venkataraman, Dan Lelescu, Jacques Duparré, Andrew McMahon, Gabriel Molina, Priyam Chatterjee, Robert Mullis, and Shree Nayar. 2013. PiCam: an ultra-thin high performance monolithic camera array. *ACM Trans. Graph.* 32, 6, Article 166 より引用

背景

- 研究用向け(工業用)は製品化されているが, 民生向けの製品化は滞っている
 - 2014年に初の民生向け製品化を行ったLytro社は2018年3月に事業終了
- カメラセンサの持つ情報量を有向活用できていない(=静的な光学系のため)問題

従来技術とその問題点

- 従来技術は、静的な光学デバイスか、動的であつても2値程度の変化や応答速度に課題がある
- センサ (CCDやCMOS) の情報量
- 従来技術ではシーンに合わせて、適応的なLFの取得・再生が難しい
- LFを効率よく取得・再生するには適応的なLFの取得や表示のためのデバイスが必要

技術概要

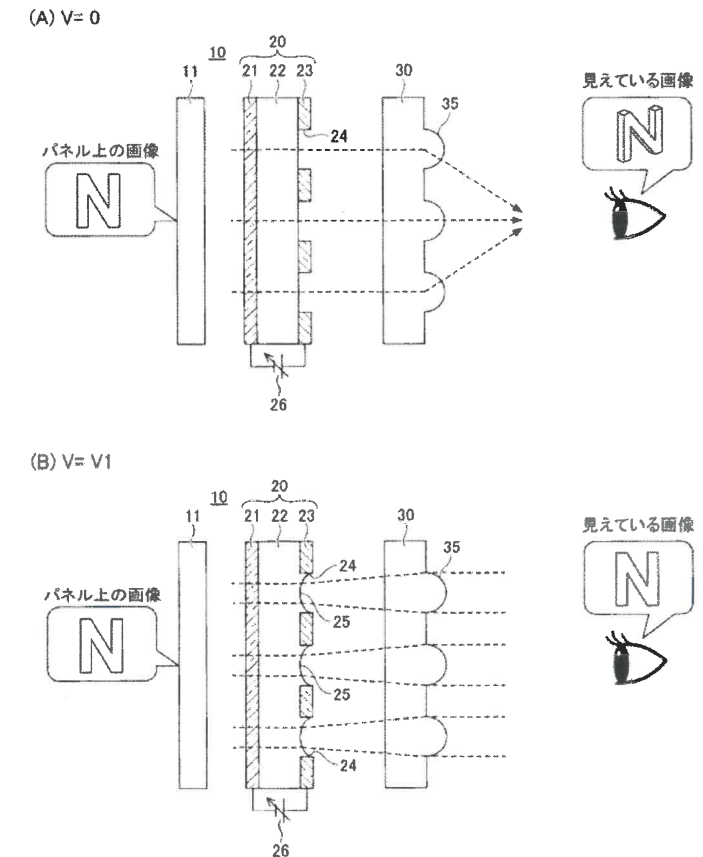
- 誘電性ポリマーを用いることで、動的(適応的)レンズアレイを実現
- 動的レンズアレイを用いることで、従来より高画質なライトフィールドディスプレイやライトフィールドカメラを実現
- 今回3つの特許により、LFの取得(カメラ)と再生(ディスプレイ)の両方をカバーする

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった，LFディスプレイ/カメラにおける焦点距離の動的な変化を実現することに成功した。
- 従来は，ある程度，被写体や距離等の条件が限定されていたが，より広い条件での撮影・表示が可能となる。
- 本技術の適用により，LFの撮影・表示データが，数倍以上になることが期待される。

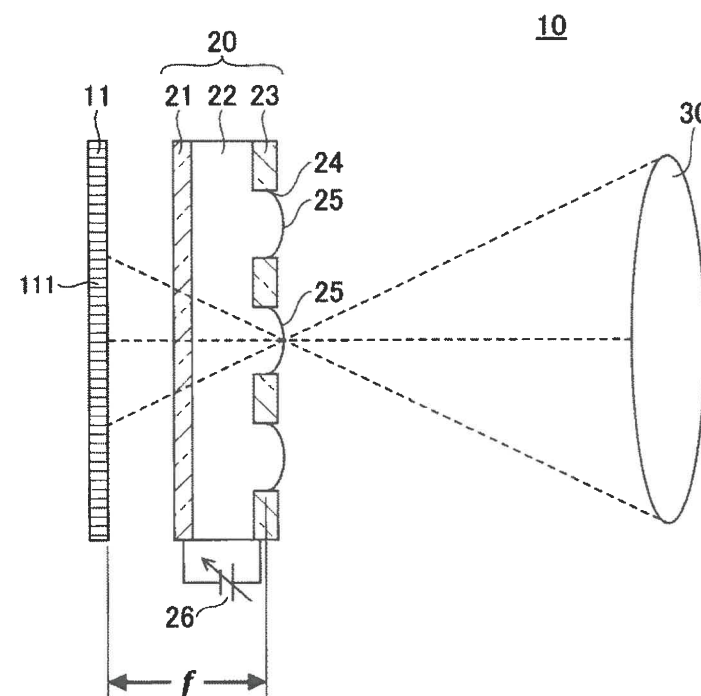
特許技術1

- LFディスプレイに関する特許(2件)
- ポリマー形状を制御することで、レンズアレイの焦点距離を変化させる。焦点距離が変化すると、光線の向きや広がりが変わるため、LF表示情報を変化させることが可能。
- 解像度を保ったまま2D/3D表示の切り替えが可能



特許技術2

- LFカメラに関する特許 (1件)
- ポリマー形状を制御することで、レンズアレイの焦点距離を動的に変化させる。これにより、撮影できるLFを変化させることが可能
- 複数パラメータのLFを合成することで、従来より情報量の多いLFを得られる



想定される用途

- 本技術は、原理的には多視点カメラであるため、リフォーカス画像の生成や自由視点画像の生成に用いる
- 上記以外に、3次元計測だけでなく質感推定なども利用可能
- ライトフィールドディスプレイ・カメラの本質は光線の制御・取得であるので、光線を扱う光学系全般に適用可能と思われる

実用化に向けた課題

- 実用化に必要なレベルソフトウェアの実装が必要，ライブラリ化など（技術の課題ではなく実装コストの課題）
- 実証実験，測定対象に対するパラメータチューニング（適用分野を決める必要性）
- 本研究は，企業との共同研究の成果であるため，誘電性ポリマーに関する技術やノウハウを発表者は所持していない

企業様への期待

- ポリマー等の関連製造技術を持つ企業との共同研究を希望
- 実用化(製品化)に向けた各種の支援・協力 (共同研究, 試作など)
- 光学機器・測定機器, 次世代ディスプレイ・カメラ分野で本技術の導入が有効と思われる

本技術に関する知的財産権1

- 発明の名称：表示装置及び表示方法
- 公開番号：特開2021-131534
- 出願人：学校法人法政大学、日東電工株式会社
- (法政大学へ権利移管中)
- 発明者：小池崇文、山田泰美（日東電工）

本技術に関する知的財産権2

- 発明の名称：表示装置及び表示方法
- 公開番号：特開2021-131535
- 出願人：学校法人法政大学、日東電工株式会社
(法政大学へ権利移管中)
- 発明者：小池崇文、山田泰美 (日東電工)

本技術に関する知的財産権3

- 発明の名称：撮影装置、及び撮像方法
- 公開番号：特開2021-132372
- 出願人：学校法人法政大学、日東電工株式会社
(法政大学へ権利移管中)
- 発明者：小池崇文、山田泰美（日東電工）

産学連携の経歴

- 京セラ, NTT, シャープ, 日東電工, オプトセラミックス
他と共同研究や受託研究を実施
- 発表者は16年間 日立製作所 研究所に勤務し, 事業
部とプロトタイプ試作や製品化に貢献している (出願
特許50件以上)

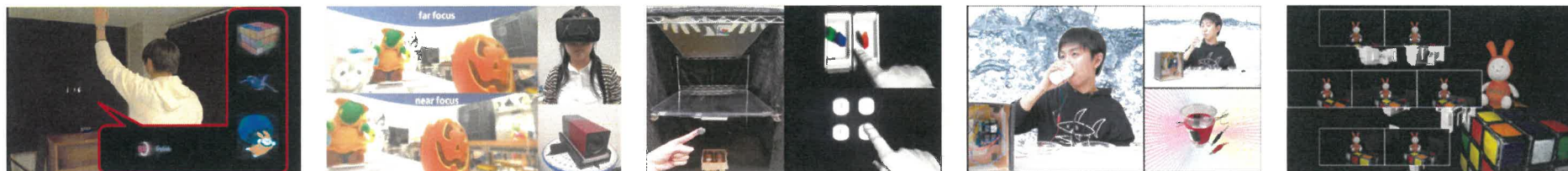
研究室紹介

研究室名称: Computational Reality Laboratory

概要: コンピュータによってリアリティを創り, それを実世界で再現・体験することを目指した未来のメディア技術を研究

研究分野: 立体ディスプレイ, 空中ディスプレイ, コンピュータグラフィックス, XRのための要素技術全般

研究室web: <https://tk-lab.org>



お問い合わせ先

**法政大学 研究開発センター
リエゾンオフィス**

T E L 042-387-6501

F A X 042-387-6335

E-mail: liaison@ml.hosei.ac.jp