

# 3次元画像センシングによる物体認識/拡張現実表示

慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 齋藤英雄, 森尚平, 大石圭, 前澤桃子, 八木賢太郎

カメラにより撮影された物体やシーンの3次元情報をセンシングする研究を進めています。この画像3Dセンシングをロボットによる物体認識に利用したり、拡張現実表現により人間に提示したりする技術について紹介します。



## 隠消現実感 (Diminished Reality (DR))

- ▶ 不要な物体の除去
- ▶ 透視映像生成

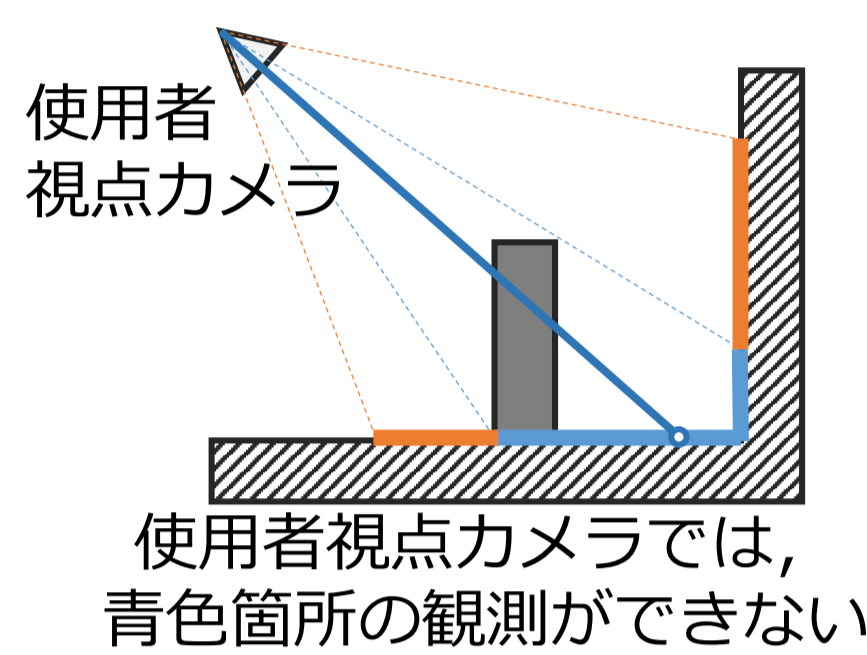


Haptic device removal (Visuo-haptic) [Cosco et al., ISMAR 2009]

See-through walls [Barnum et al., ISMAR 2009]

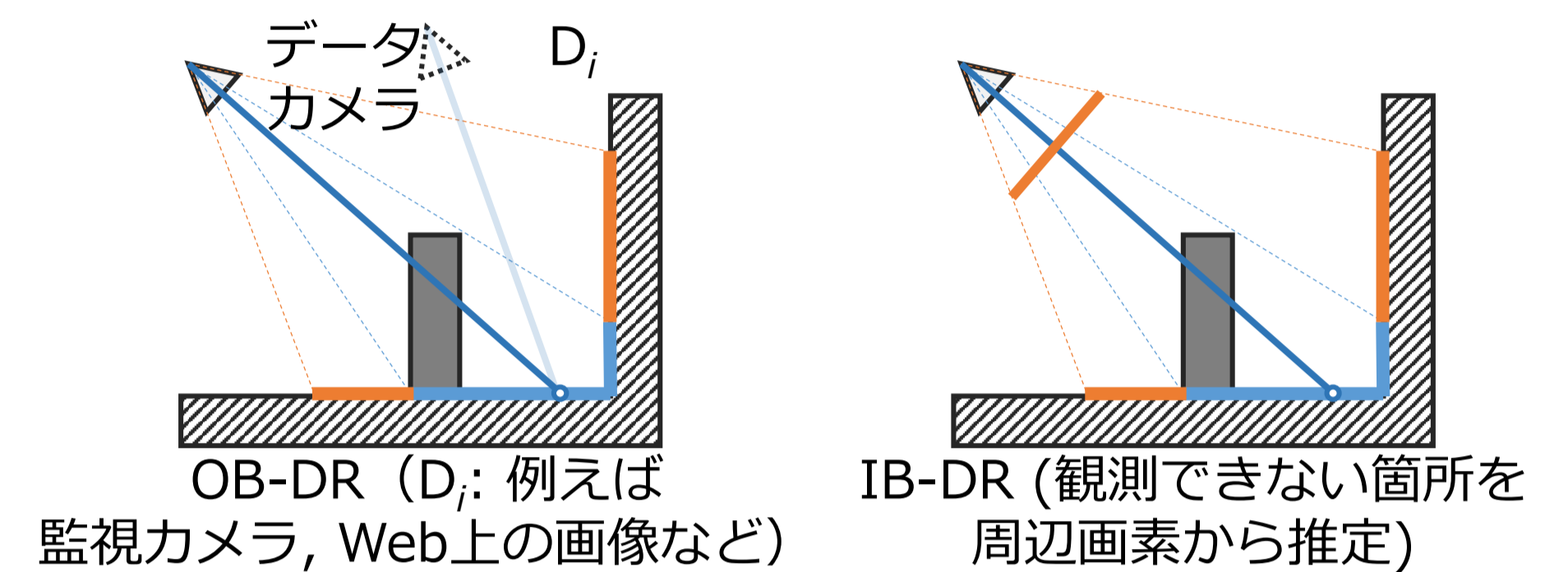
## 問題

- ▶ どのようにして、カメラに映らない光線を得るか?



## 既存手法

- ▶ Observation-based DR (OB-DR)
- ▶ Image-inpainting-based DR (IB-DR)



## 事前観測アプローチ: Pre-OB-DR

事前に撮影した画像から遮蔽された光線を取得する。

- ▶ **光線取得** Web上の画像といった事前撮影画像群
- ▶ **研究課題** 6DoFトラッキング, 表面特性推定, 光源推定, 高精細な3次元再構築, シーン認識
- ▶ **期待される応用**
  - ・ 監視映像からの不要人物除去
  - ・ 撮影した写真・映像からの人物除去
  - ・ 有名観光地の記念物等の可視化

## 実時間観測アプローチ: Real-time OB-DR

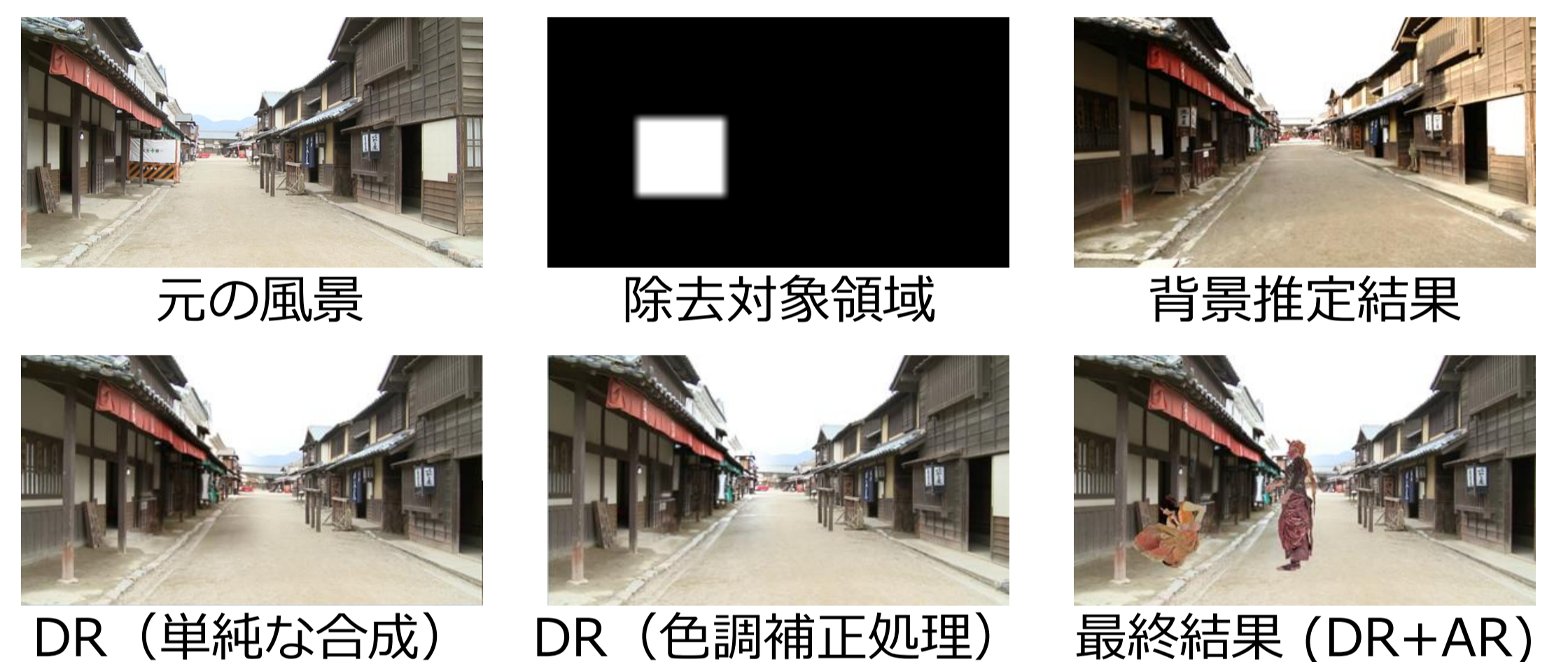
多視点観測により遮蔽された光線を取得する。

- ▶ **光線取得** 監視カメラやスマートフォンによる実時間撮影画像群
- ▶ **研究課題** 6DoFトラッキング, 実時間3次元再構築, 物体認識
- ▶ **期待される応用**
  - ・ 美術館やライブ会場での隠された領域の可視化
  - ・ 壁やベゼルを透視して安全確認

## 応用例: 映画撮影用システム

拡張現実感 (AR) と、隠消現実感 (DR) を用いたプレビズ (事前可視化) による映画制作費の削減。

- ▶ 撮影場所の選定時に事前に背景を撮影しておく
- ▶ シーン撮影の際に物体の隠消を行う

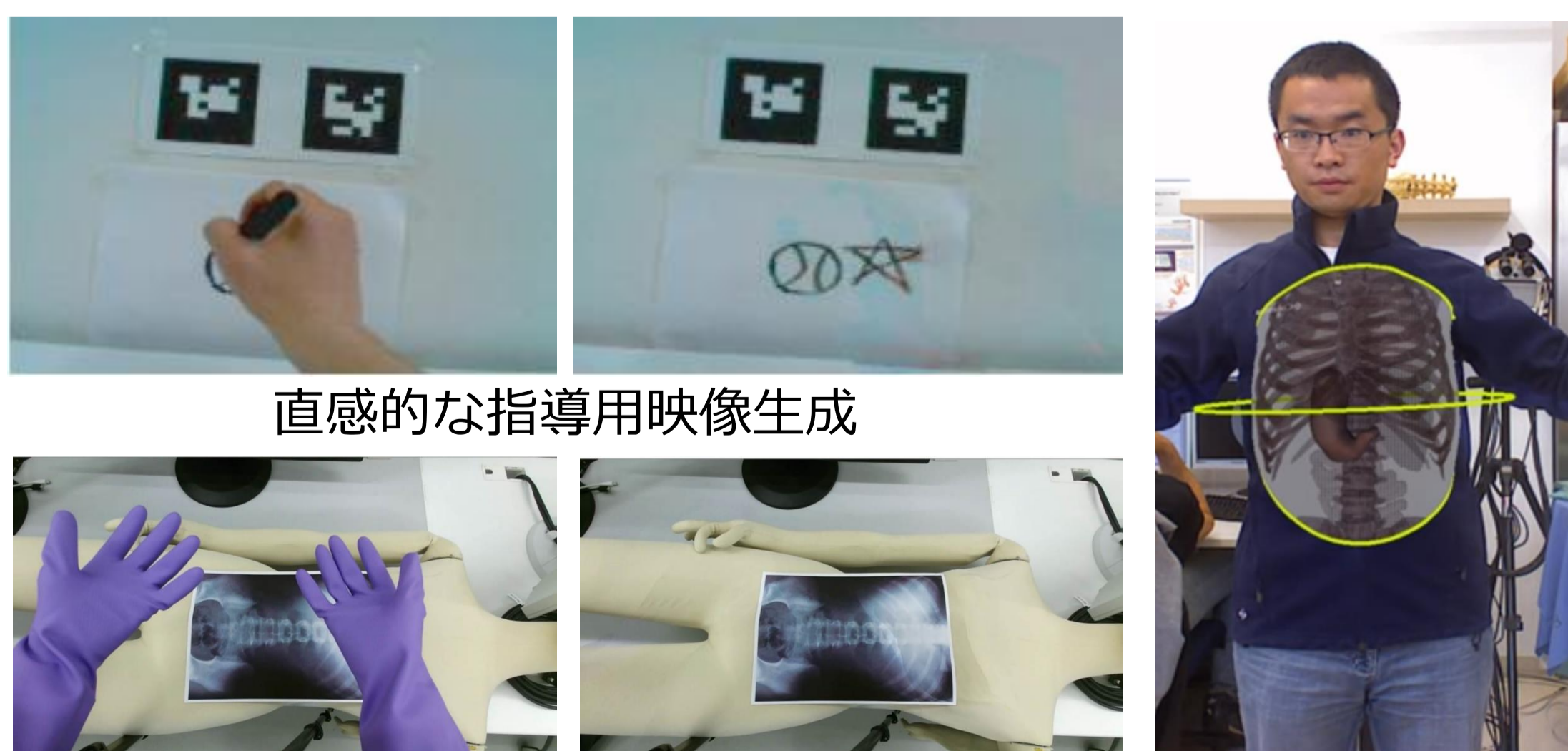


李金霞, 他: 隠消現実感技術を用いた映画制作支援システムの開発と運用, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 21, No. 3, pp. 451 - 462 (2016.9)

## デモ内容: 作業領域可視化のためのReal-time OB-DR

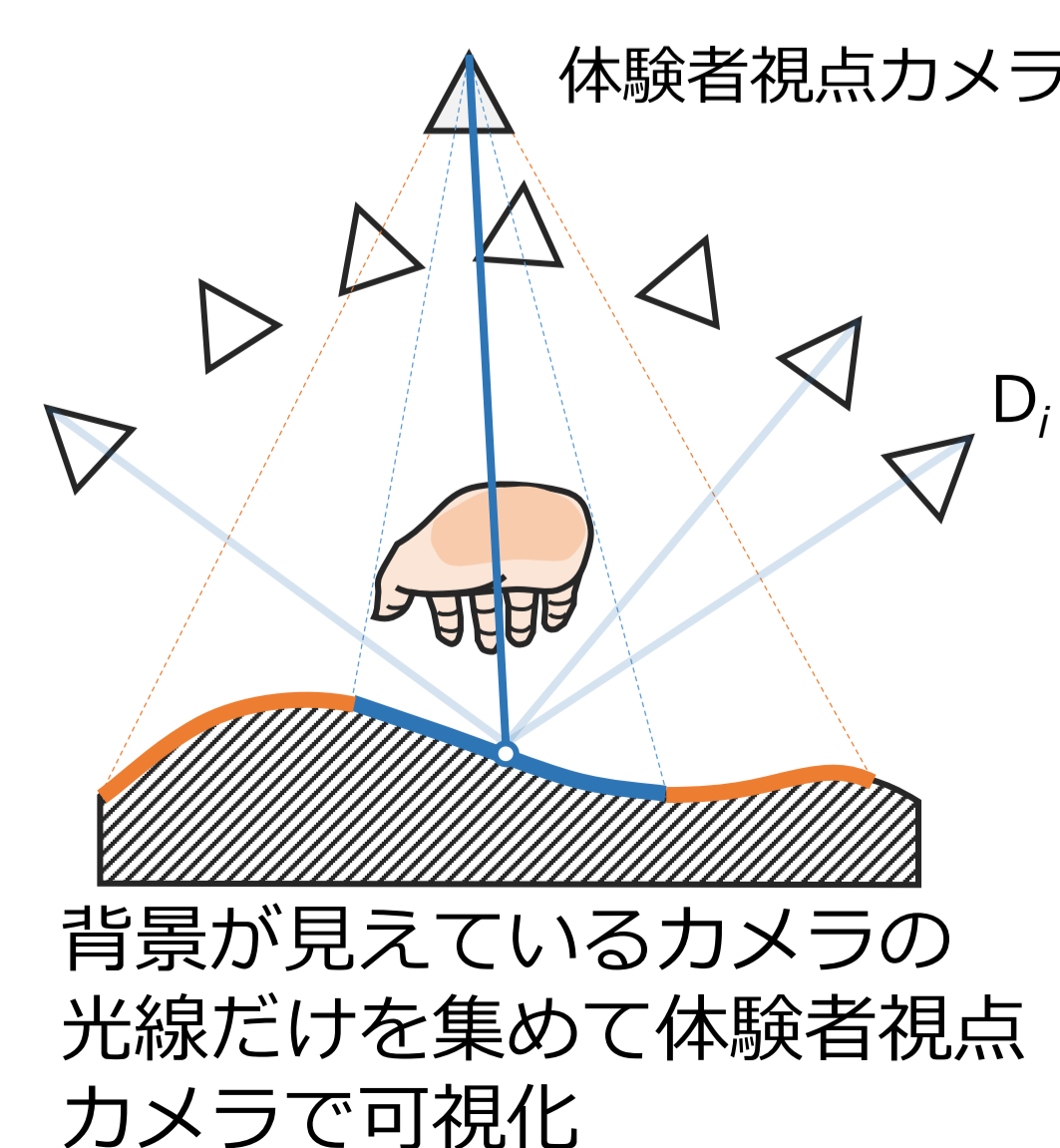
**概要** - 隠消現実感 (Diminished Reality; DR) はカメラで撮影した光景から実在する物体の隠蔽, 消去, 透視を行う技術の総称です。本デモは, 机の上にかざしたあなたの手を除去して見せることで, その奥にある光景を可視化する拡張現実表示システムです。本システムは複数台のカメラを用いて空間中のライトフィールド (光線の間) を実時間で記録, 加工, 表示するのですが, 加工の段階で不要な物体から反射する光線だけを取り除くことで物体を除去して見せています。

### ▶ 期待される応用



<http://campar.in.tum.de/files/miracle/>

### ▶ 原理



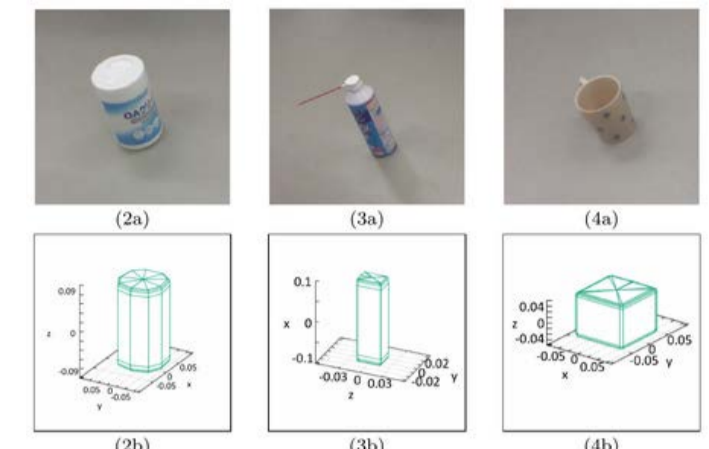
本アルゴリズムは整列したカメラ群でも利用できます。その場合, 効率よく背景を観測できるので精度が上がります。

## 研究紹介

計算処理による知能を備えた視覚の実現を目指す「コンピュータビジョン」の研究室です。テーマは、3Dセンシング、物体・環境認識、自由視点映像生成、拡張現実感など多岐に渡ります。

### ▶ 超二次関数表現に基づく基本形状認識

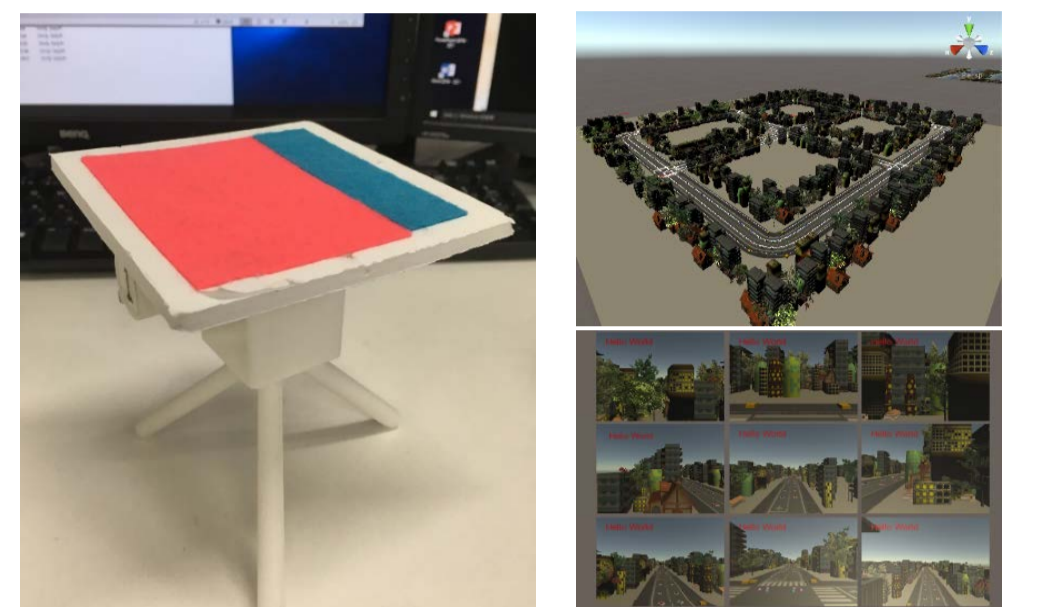
人は物体をいくつかの基本形状の組み合わせとその配置から認識していると言われています。本研究では、人の知覚システムに基づいた物体認識の実現を目標に、基本形状を超二次関数により数パラメータで表現しそのパラメータを識別することで物体を認識します。



超二次関数で表した物体の基本形状

### ▶ RGB-Dカメラによる位置姿勢推定による直観的で複数同時使用可能な監視カメラ操作デバイス

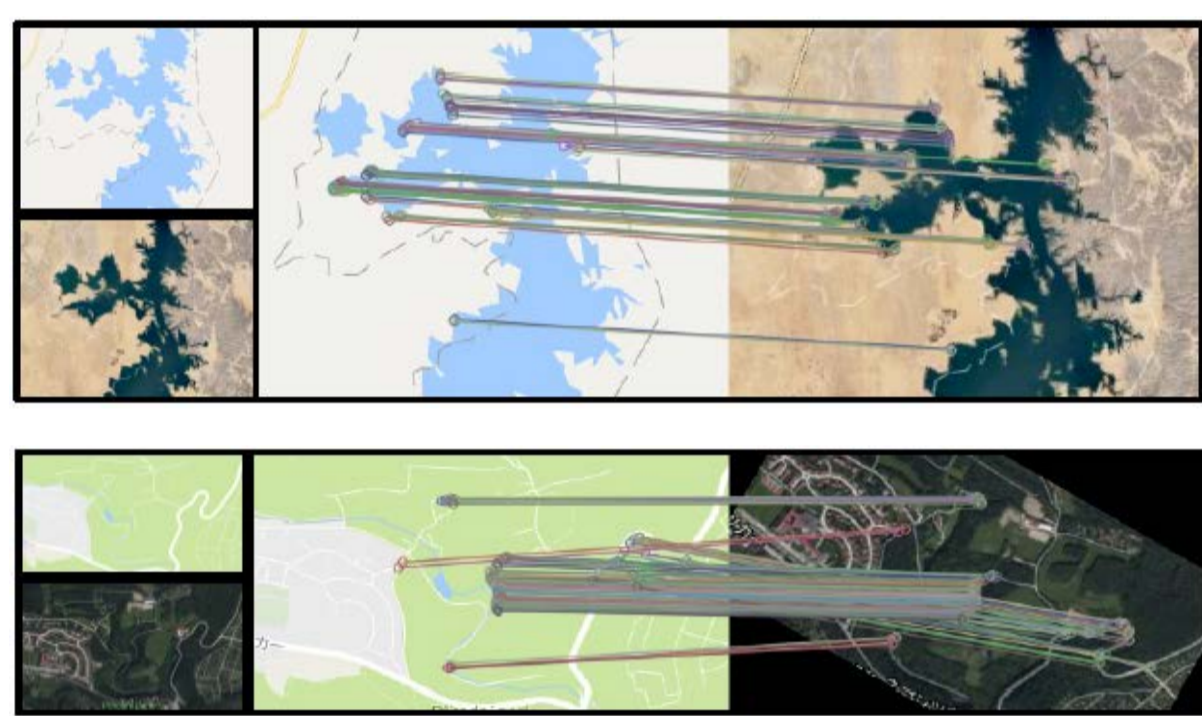
本研究では、複数の監視カメラをコントロールするシステムにおいて、より直観的操作が可能な操作デバイスを提案します。既存のシステムではopti-trackを用いて操作デバイスの姿勢を推定していたため、複数の操作デバイスが近接している環境では各デバイスが干渉しあい自由な操作が妨げられるという問題がありました。提案する操作デバイスはRGB-Dカメラを用いてカメラ型操作デバイスを撮影し、色情報により正確にデバイスの分離と区別が可能です。また距離画像により得られた点群に主成分分析を用いて各操作デバイスの位置姿勢推定を行うことにより、仮想カメラの操作を実現します。



(左)操作デバイスを操作し  
(右)仮想カメラの操作を行う

### ▶ PRIC: 輝度値変化及び回転に頑健な曲線特徴量

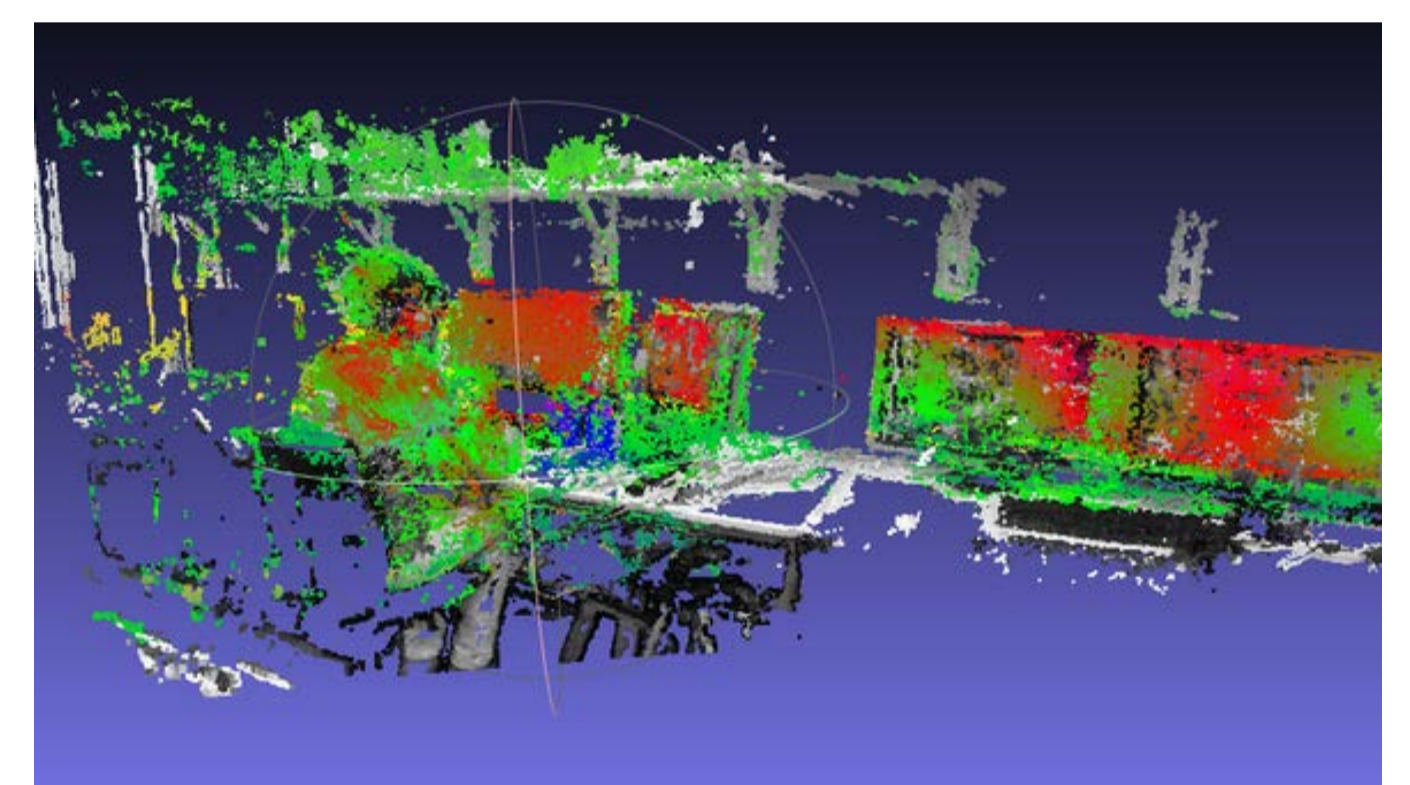
従来の特徴量記述手法が抱えている、輝度値変化に頑健でないという問題点を解決すべく、エッジの特徴を抽出し記述することで輝度値変化への頑健性を獲得した曲線特徴量記述手法を提案し、地図-航空写真間のマッチング等の実験を通しその有効性を検証しました。



地図-航空写真間のマッチング  
(左:入力画像, 右:本手法によるマッチング結果)

### ▶ Kinect fusionと温度カメラを用いた3次元温度モデル

本研究では、点群から3次元モデルを構成するKinect fusionと温度カメラを用い、温度情報を持った広域3次元モデルを提案します。サーモカメラを使用した監視カメラシステム等において撮影範囲の拡大に役立てることが可能です。



3次元温度マップ

### ▶ 複数視点からのCNN出力結果の統合による実時間セグメンテーション及び物体認識

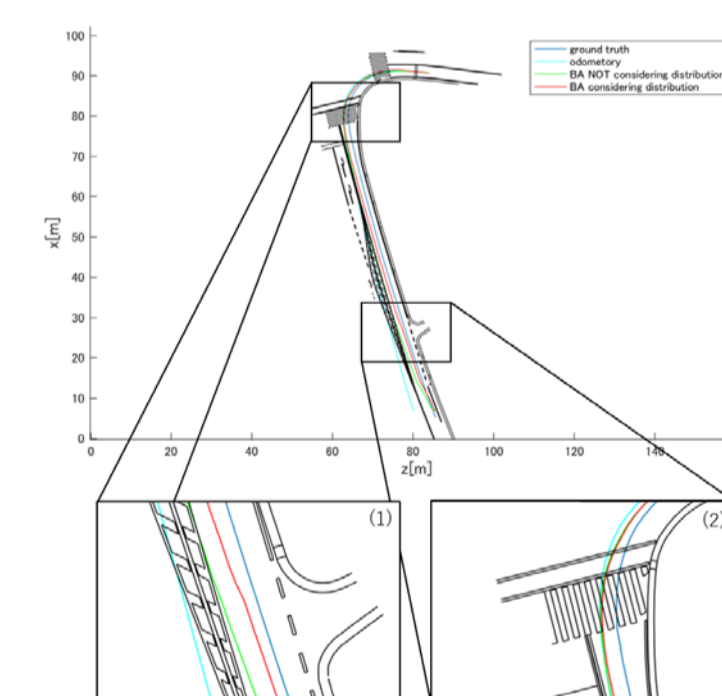
近年、自動運転技術やロボット工学に向け一般物体認識が盛んに研究されています。しかしR-CNNなどの従来手法は一枚の画像より認識を行うため、認識結果が対象物体の写り方に大きく左右されるという問題があります。そこで本研究ではセグメンテーションを用いたSLAMにより各対象物体を均等に分布した複数視点より認識し、それらの認識結果を公平に統合する手法を提案します。認識部では法線マップ及びRGB画像の2入力をとるニューラルネットワークモデルを構築し使用し、高精度に一般物体認識を行うことが可能です。



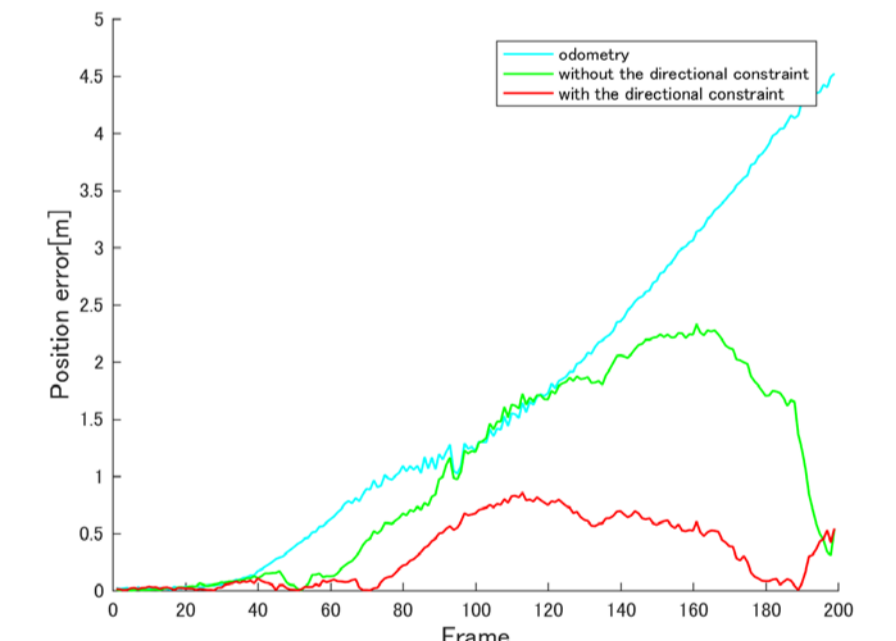
物体認識結果

### ▶ 都市環境における線分特徴の方向性分布を利用したSLAM

本研究では、線分特徴量の事前分布を考慮した自動運転車のためのSLAMを提案します。従来のシステムである2台の非重複車載カメラを用いたSLAMでは、都市の3次元構造を利用した線分特徴量マッチング手法により運動推定を行っていましたが、本手法では、従来手法に道路標示線分の方向に関する事前分布を加え最適化を行うことにより、さらに精度の高い運動推定の実現に成功しました。



車両の軌跡推定



### ▶ RGB-Dカメラを用いたリアルタイムRelighting

本研究ではマイクロソフト社のKinectといったRGB-Dカメラを用いて、任意の物体に使用可能で、より自然なRelighting方法を提案します。GPUを用いることで10fpsでrelightingすることができ、移動する物体や大きく光環境が変化する場合でもリアルタイムで適応することが可能です。



入力画像

Relighting結果



入力画像

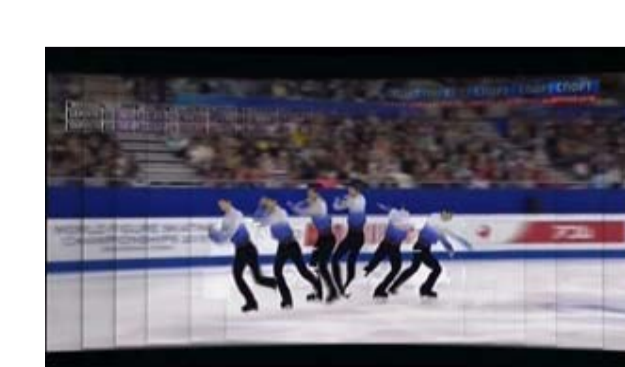
Relighting結果

### ▶ 映像によるスポーツ解析・表示技術

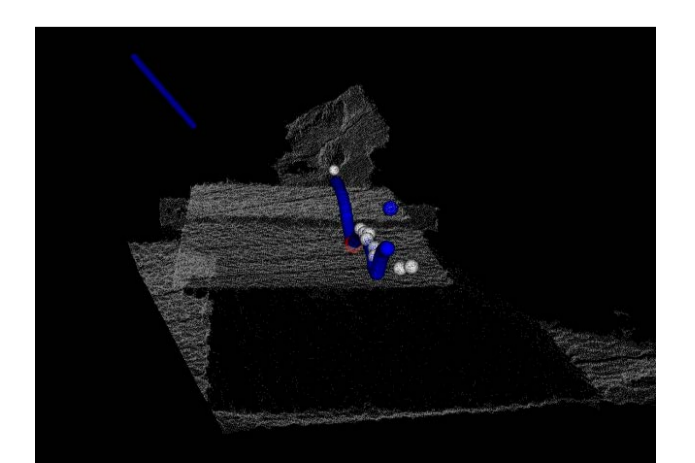
スポーツ競技を撮影した映像から、選手やボール等の動きを推定することによりスポーツ解析に役立てたり、その推定結果を利用して、スポーツ競技の内容を分かりやすく表示する技術の研究を行っています。



ボート競技映像のスタビライズ (ブレ除去)



スケート競技のストロボ画像



卓球ボールの3D推定と表示

### ▶ 多視点RGB-Dカメラを用いた自由視点映像合成

本研究では複数の深度カメラとカラーカメラを用いて自由視点映像を生成します。低減されたノイズ量でアップサンプリングを実行することによって、ピクセル補完を行い、より密な点群を作成することが可能です。



入力点群



出力点群