

## 動画像からの カメラ位置・姿勢推定とその応用

奈良先端科学技術大学院大学  
情報科学研究科  
視覚情報メディア講座 助教

佐藤 智和

## 広く普及したビデオカメラ・ カメラ内蔵デバイス

ビデオ映像を撮影可能な機器は既に広く普及しており、  
安価に入手可能



携帯電話  
内蔵カメラ



Webカメラ



ビデオカメラ



防犯カメラ

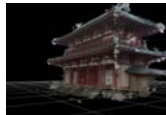


車載カメラ  
(サイド・フロント・バックカメラ、  
ドライブレコーダーなど)

これらの機器によって撮影される動画像を解析し、  
カメラの位置・姿勢を推定する手法とその応用を紹介

## カメラ位置・姿勢の推定結果を 利用した応用分野

- ・ 三次元計測・三次元復元
  - 単眼カメラによる三次元復元
  - 全方位カメラによる三次元復元
- ・ 画像合成
  - 紙面の電子化
  - 時空間超解像
- ・ 拡張現実感
  - ランドマークデータベースの構築
  - ユーザナビゲーション、MR-Previz

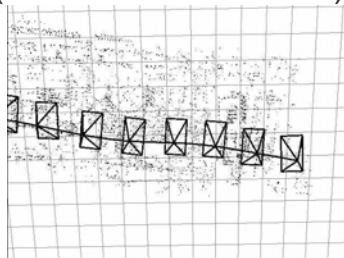
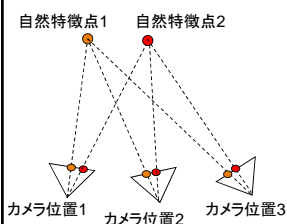


## 自然特徴点の追跡



画像中に自然に存在する物体の角などの  
特徴的な点を自然特徴点と呼ぶ

## 自然特徴点の動きを用いた 三次元復元(Structure from motion)



自然特徴点の動きから、各時刻の自然特徴点の三次元  
位置とカメラの位置・姿勢を同時に推定

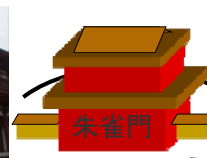
特長: 画像のみからこれらの情報を推定できる

## 三次元形状モデルの推定

奈良・朱雀門を手持ちのビデオカメラで歩きながら撮影



建物正面



建物背面

正面・背面を二つの動画像に分けて撮影

### ●●● 自然特徴点の追跡

自然特徴点の画像上の動きを解析することで、撮影時のカメラの動きを推定することができる

建物正面

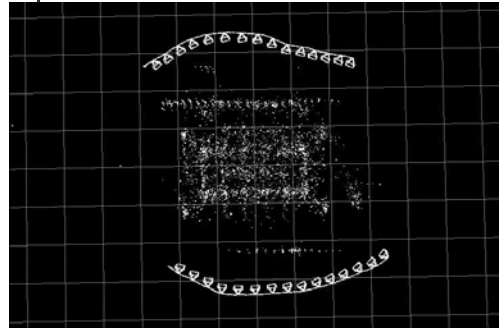


建物背面



○印: あらかじめ計測された基準点  
×印: 自然特徴点

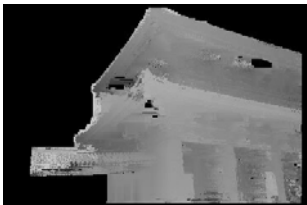
### ●●● カメラ位置・姿勢の推定結果



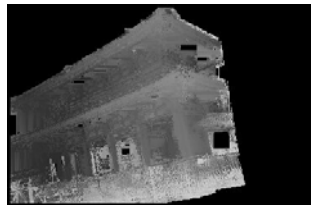
錘台: 50フレーム毎のカメラの姿勢  
曲線: カメラパス

### ●●● 復元された奥行き情報

建物正面



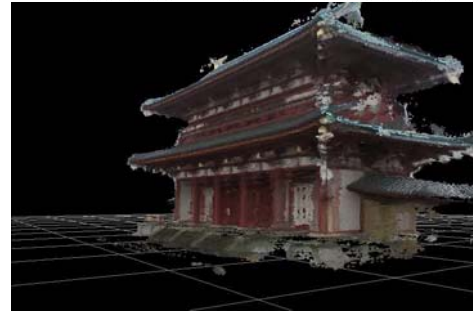
建物背面



合計約1700枚の奥行き画像を推定

### ●●● 三次元形状モデルの推定結果

奥行き画像1700枚をボクセル空間に統合

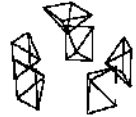


ボクセルの大きさ: 現実空間において一辺が10cm

### ●●● 全方位型マルチカメラシステムによる三次元復元



マルチカメラシステム Ladybug

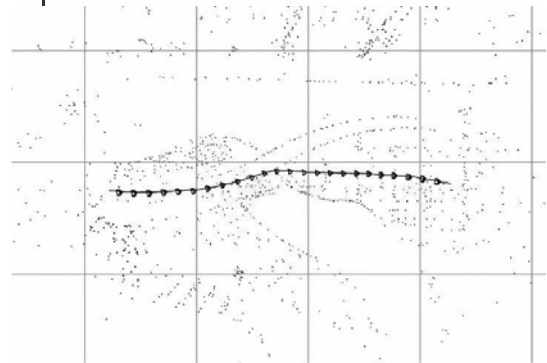


Ladybugのカメラ配置

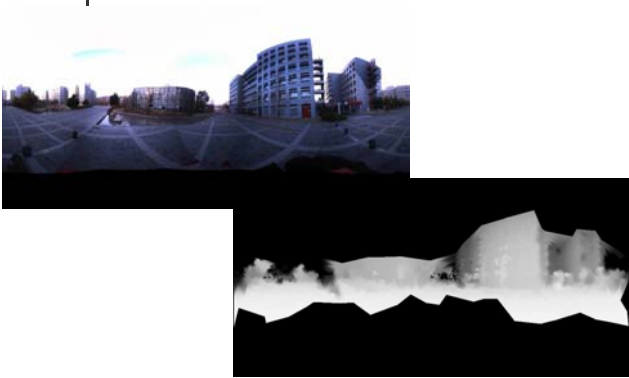


Ladybugによって撮影される動画像

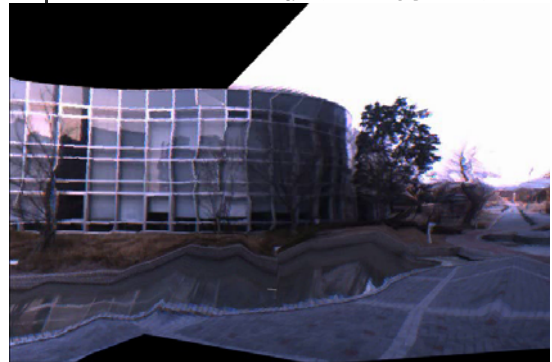
### ●●● カメラ位置・姿勢の推定



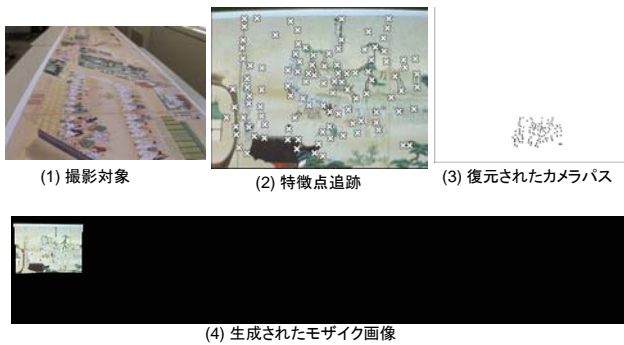
● ● ● 復元された全方位奥行き情報



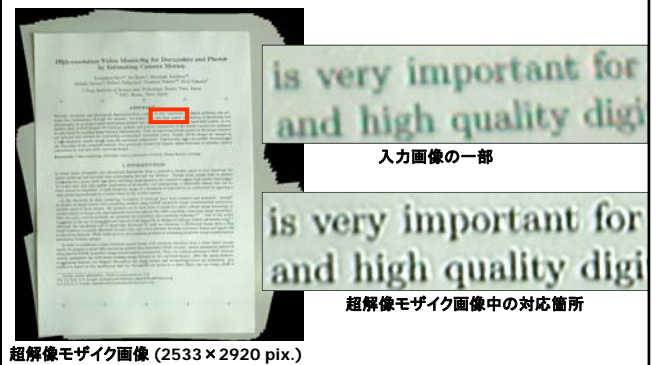
● ● ● 全方位の奥行き情報を利用した任意視点画像生成



● ● ● カメラパラメータ推定によるビデオモザイクング

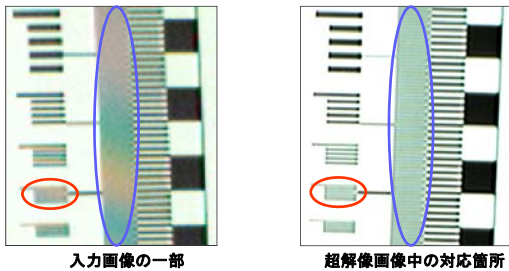


● ● ● 超解像処理(文章への適用例)



● ● ● 超解像の定量評価

- FAXのテストチャートを定位置から撮影し、超解像画像を生成
- 入力画像の2倍の解像度が得られていることを確認



防犯カメラ解析などへの需要も

● ● ● 空撮動画の時空間超解像



### ランドマークデータベースによる 携帯端末のカメラ位置・姿勢推定

ランドマーク  
(x, y, z)  
3次元位置  
+  
画像情報など

登録

ランドマーク  
データベース

自然特徴点の三次元位置・異なる視点位置で見え方をデータベース化しておく

### ランドマークデータベースを用いた カメラ位置・姿勢推定

入力画像上の特徴点(2D)

対応付け

ランドマーク(3D)

ランドマーク  
データベース

カメラ位置・姿勢を推定

### 拡張現実感による ユーザナビゲーション

検出されたランドマーク

ユーザに提示されるナビゲーション情報

携帯電話・モバイルPCなどを通して、直感的なナビゲーションサービスを提供することが可能に!

### カーナビゲーションへの応用

処理時間: 1フレーム当たり約66ms  
(CPU: Core 2 Extreme 2.93GHz, Memory: 2GB利用時)

### Pre-Visualizationへの応用

### まとめ・今後の展望

動画像からのカメラ位置・姿勢推定手法を利用した様々な応用研究について紹介

紹介した応用研究をより現実的なものとするためには、更なる研究・改良が必要

- より効率的に、  
(例: 自動で都市レベルの広域三次元復元)
- より高品位に、  
(例: 自由に歩き回れる仮想都市を高品位に再現)
- より低い計算コストで  
(例: 既存の携帯でも動くユーザナビゲーションシステムの実現)

これらが実現すれば、更に広い分野への応用が可能