

動的環境における広域カメラトラッキングのための 自然特徴点データベースの更新手法

～発表の流れ～

- ・研究背景と目的
- ・提案手法
- ・実験と考査
- ・まとめと予定

京都大学大学院
エネルギー科学研究科
エネルギー社会・環境科学専攻
エネルギー情報学分野
顧穎成 石井裕剛 下田宏

研究背景と目的

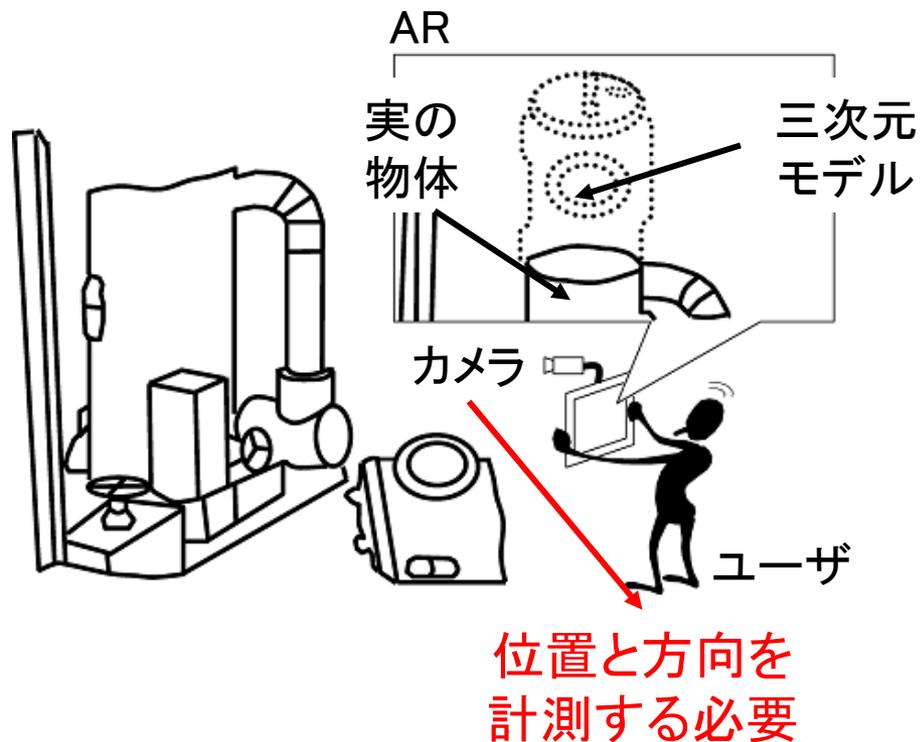
提案手法

実験と考査

まとめと予定

研究背景

- プラントの保守・解体作業等を拡張現実感 (AR) を用いて支援することにより、作業の効率、安全性および利便性を高めることができると期待されている



プラントで

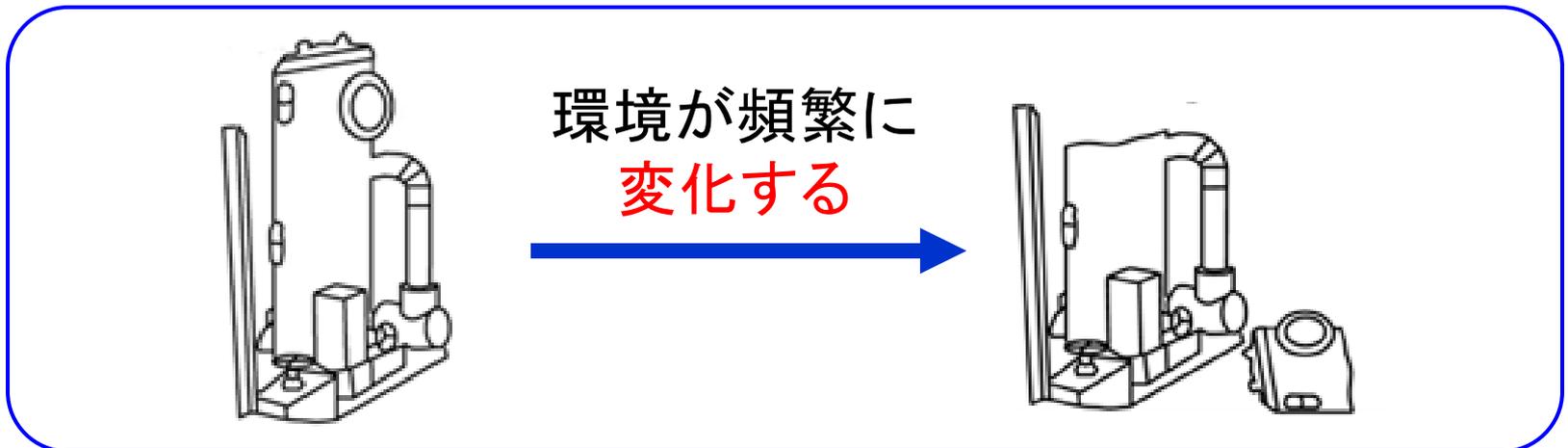
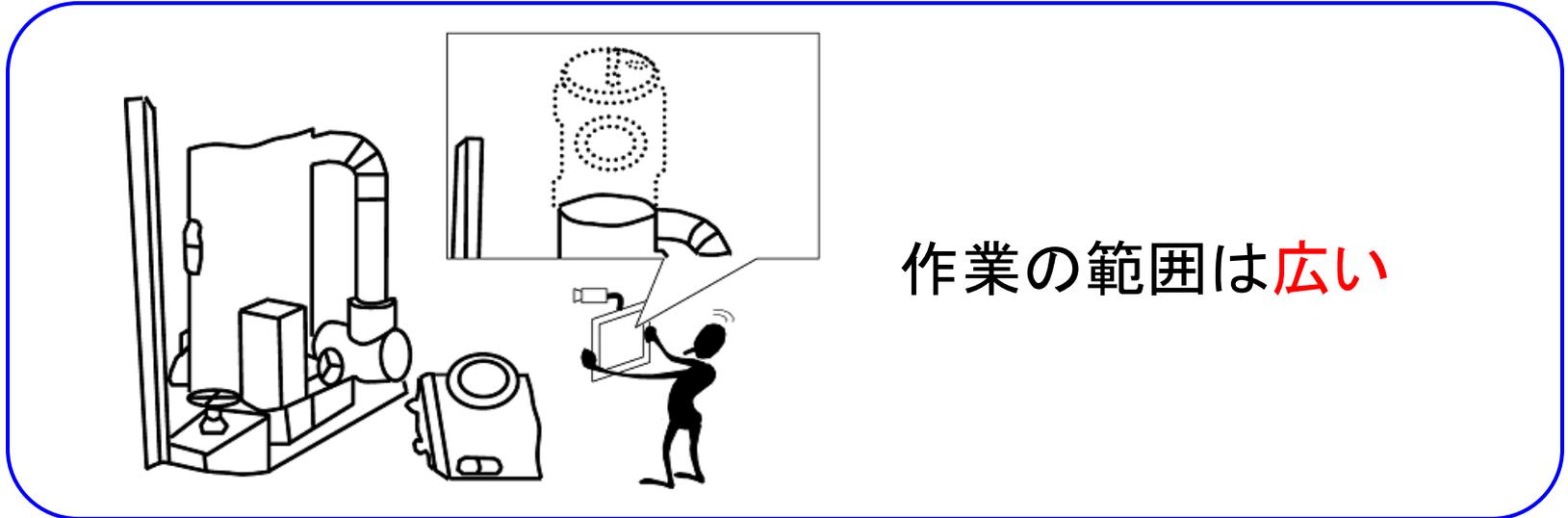


実現



研究背景

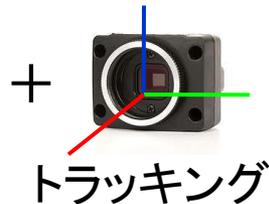
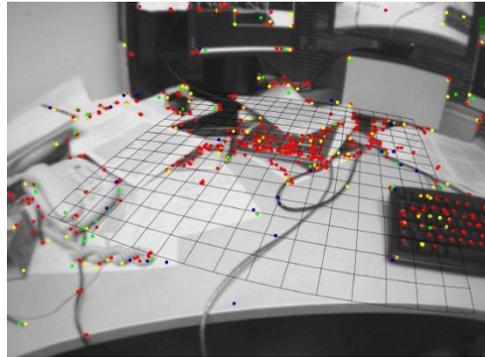
- 保守・解体作業現場



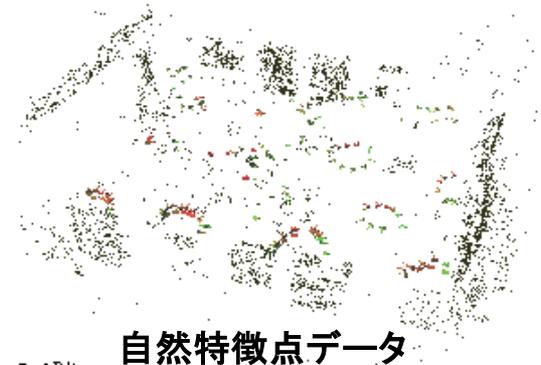
研究背景と目的

既存の自然特徴点を用いたカメラトラッキングを実現する手法

Simultaneous localization and mapping



事前にSFM/LRFで自然特徴点データを計測



自然特徴点データ

広範囲で利用することは難しい

環境が変化した場合に
データの更新に時間がかかる

研究目的

プラントの保守・解体作業現場のような**動的に変化する**
広い環境でも自然特徴点を用いたカメラトラッキングを
安定して**長時間利用**可能にする



研究背景と目的

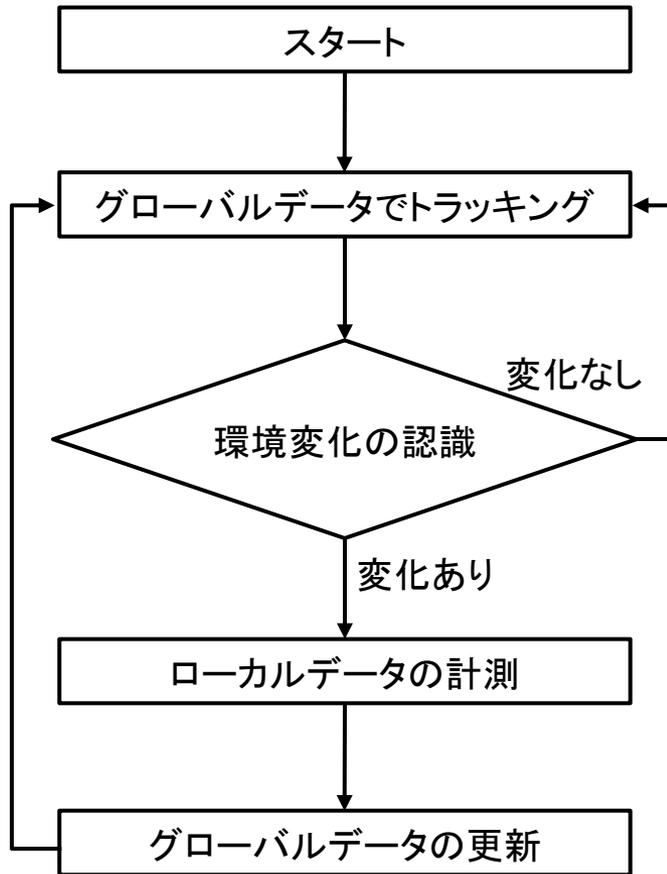
提案手法

実験と考査

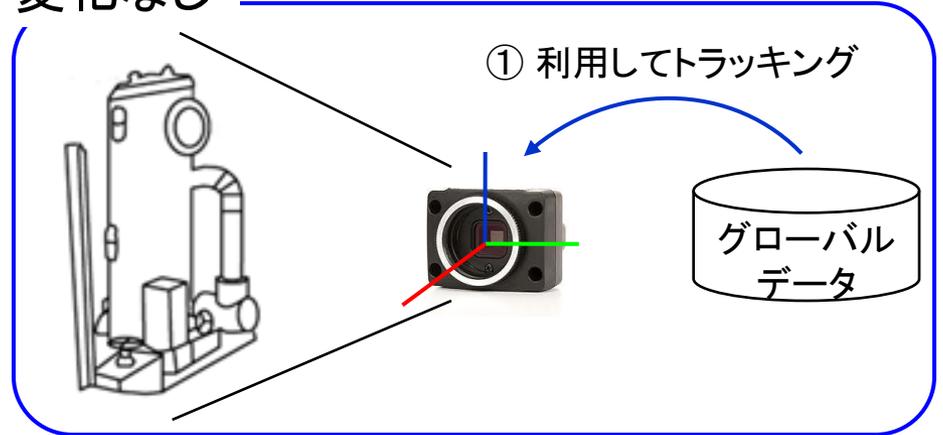
まとめと予定

提案手法

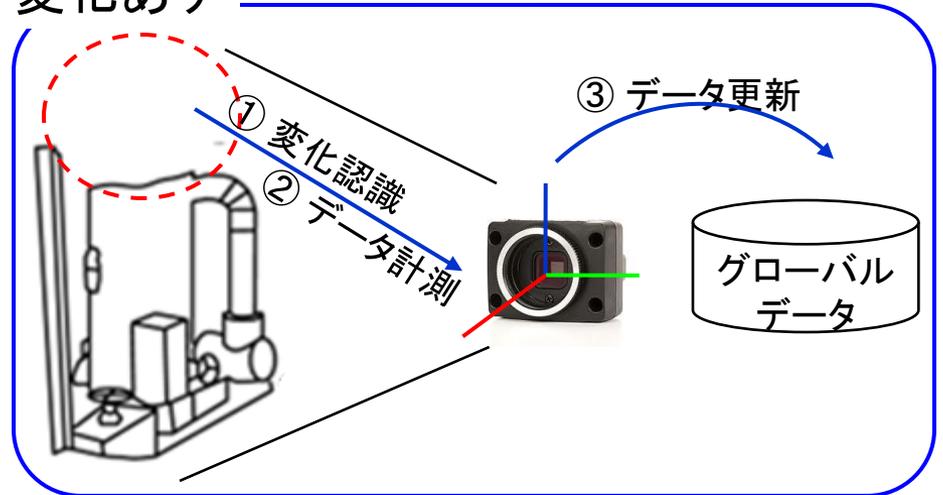
処理の流れ



変化なし

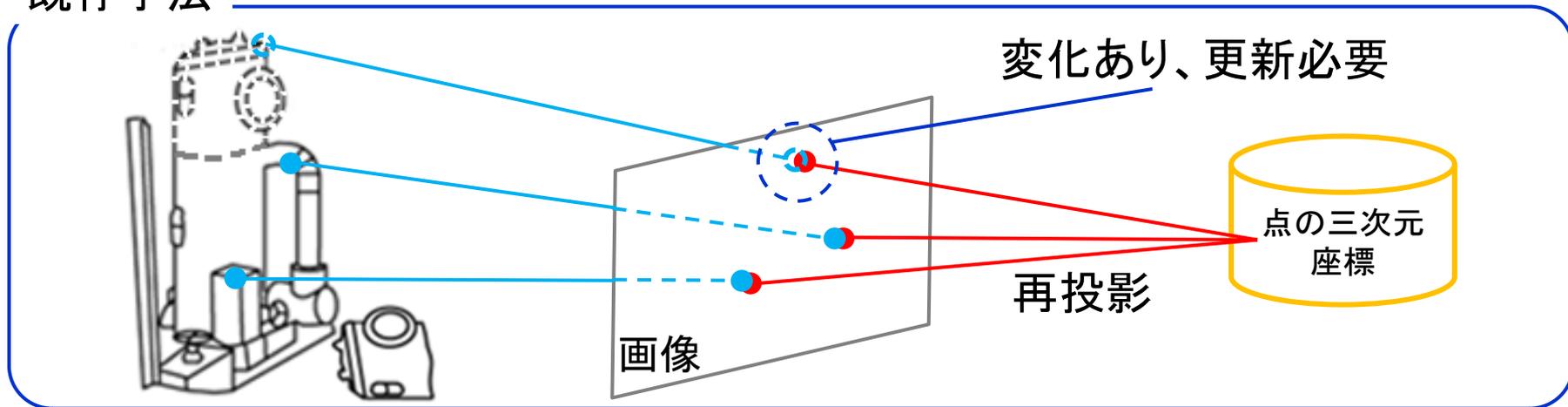


変化あり

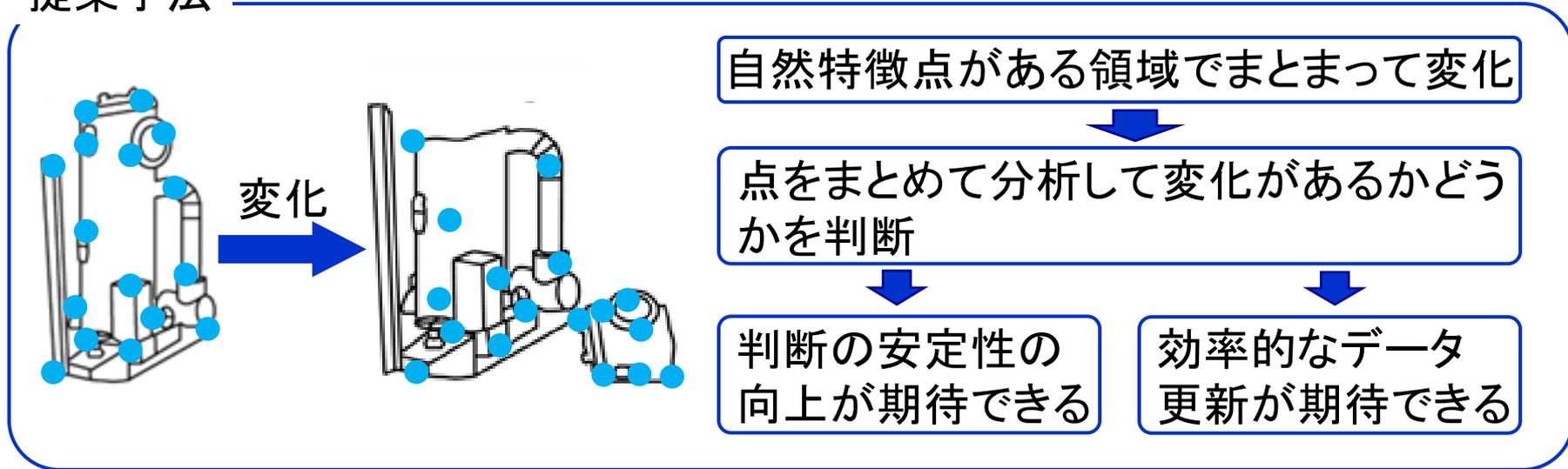


環境変化の認識

既存手法

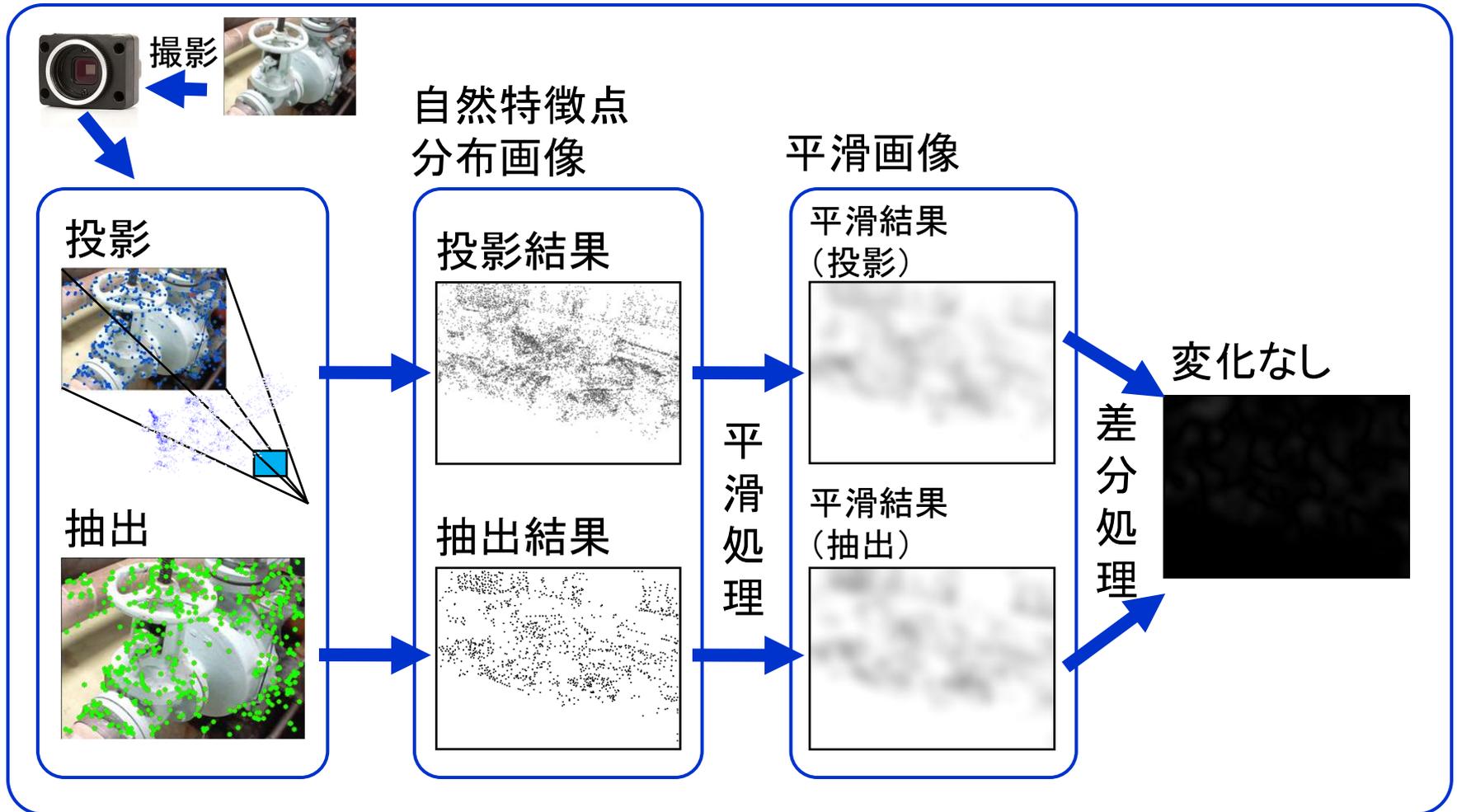


提案手法



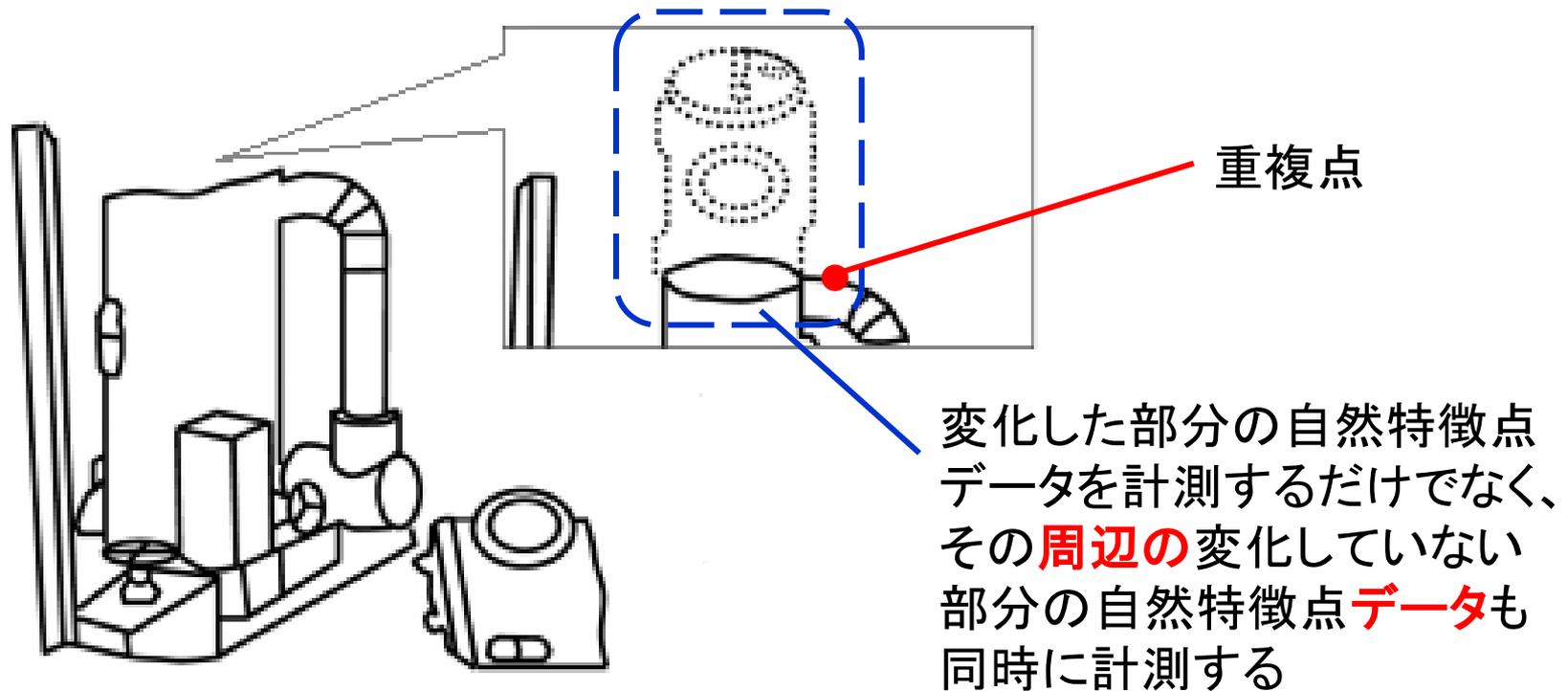
環境変化の認識

- 自然特徴点分布の変化で環境変化を認識



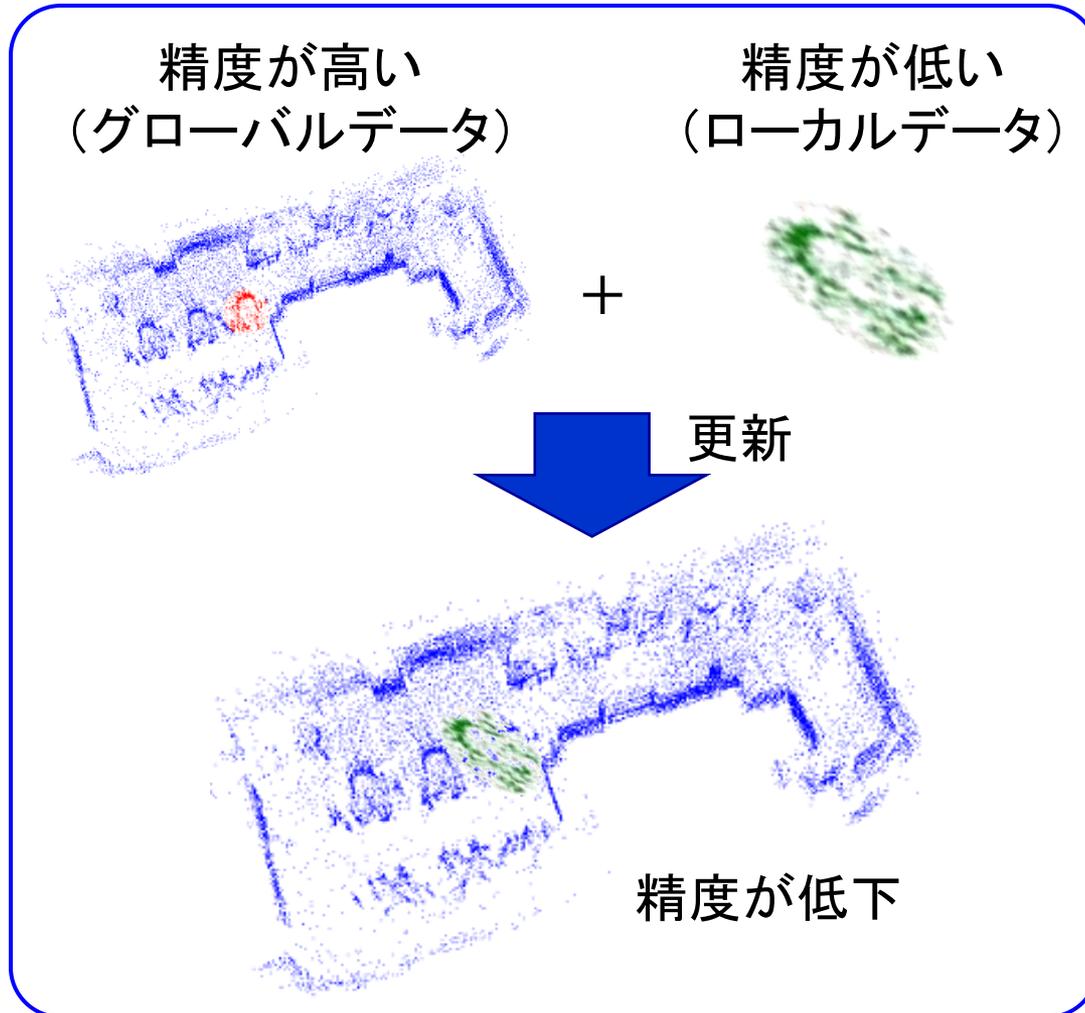
ローカルデータの計測

Kleinらが提案した手法*をもとに、トラッキングとローカルデータの計測を同時に行う



*Klein, G, Murray, D.: Parallel Tracking and Mapping for Small AR Workspaces, ISMAR 2007, pp. 225-234, 2007.

グローバルデータの更新

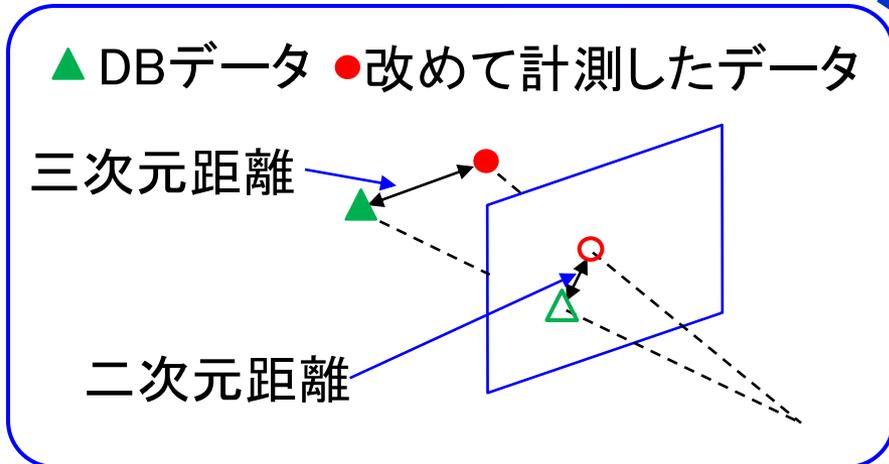
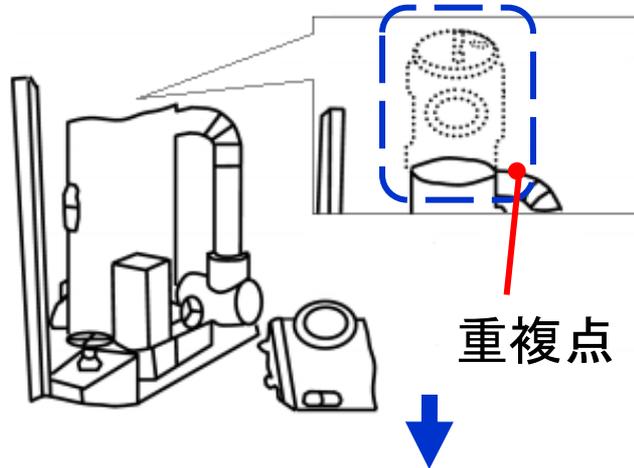


重複点および重み付き
Bundle Adjustmentを利用し、ローカルデータを修正する

修正されたローカルデータを利用し、グローバルデータを更新する

グローバルデータの更新

- 重複点の検出



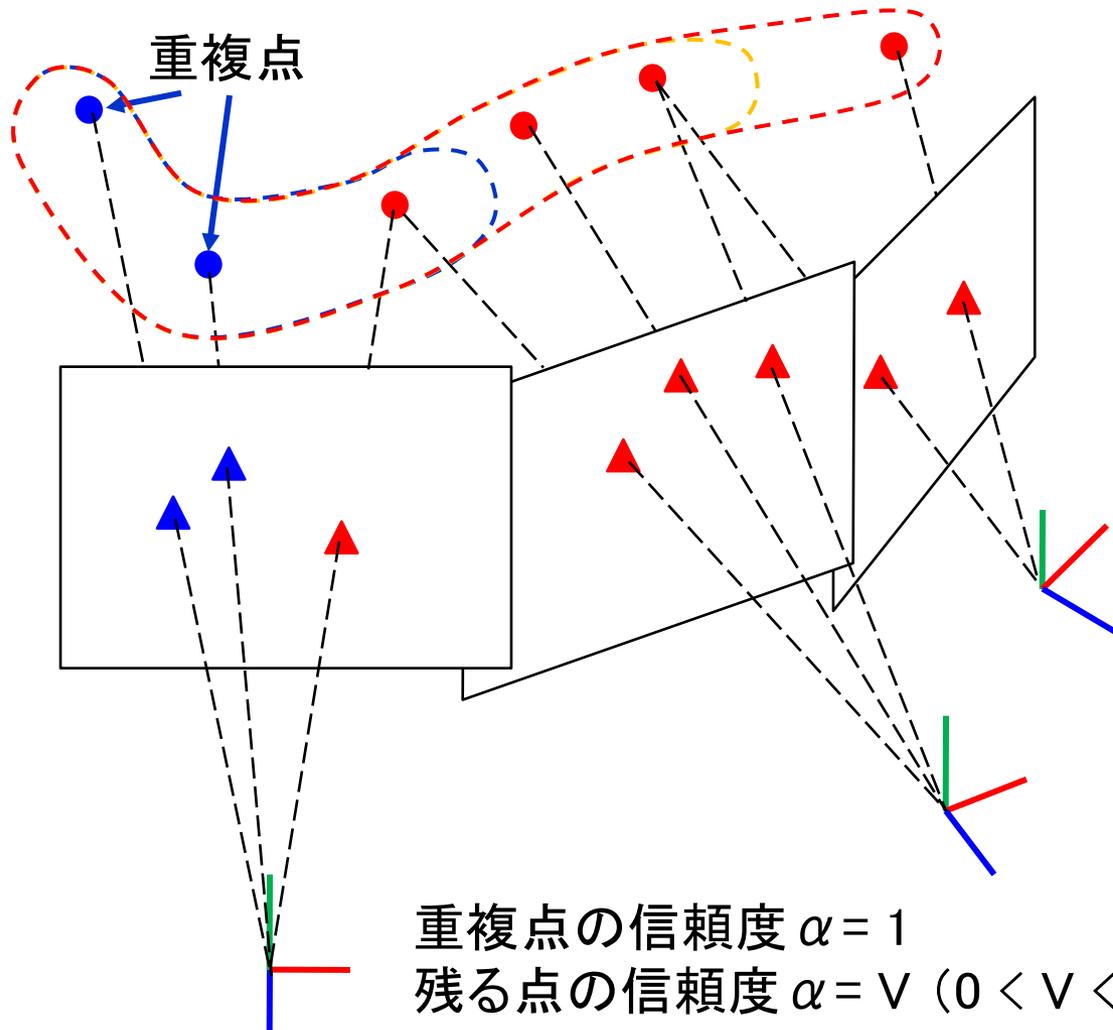
- 仮定する重複点

Two diagrams showing the analysis of assumed duplicate points. The top diagram shows a cluster of blue points with a red 'X' indicating an incorrect assumption. The bottom diagram shows a similar cluster with a green checkmark indicating a correct assumption. A yellow shaded area with a dashed circle highlights the cluster of points.

周りの仮定する重複点の分布を分析し、外れ値を除く

グローバルデータの更新

- データ修正 (重み付きBundle Adjustment)





研究背景と目的

提案手法

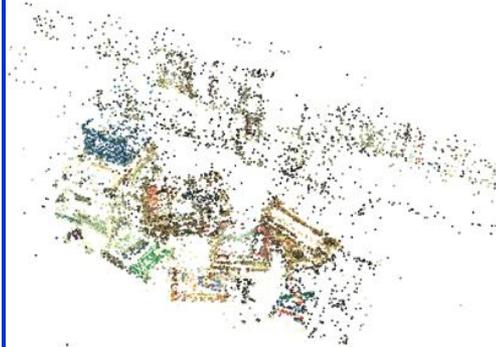
実験と考査

まとめと予定

実験と考査(環境変化の認識)

ノードパソコン: Intel(R) Core(TM) i5 CPU (M 560, 2.67GHz), 4GB メモリ
カメラ: Firefly MV FMVU-03MTC (解像度640 × 480)、3.5mm レンズ

実験環境



環境変化認識結果

変化ない場合

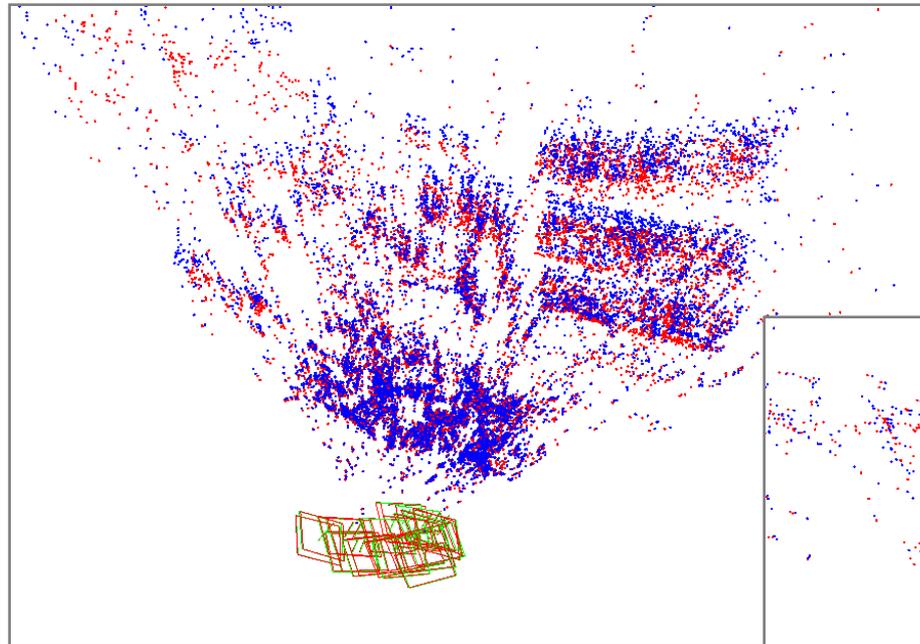


変化ある場合(机の上の物体を一部に撤去)

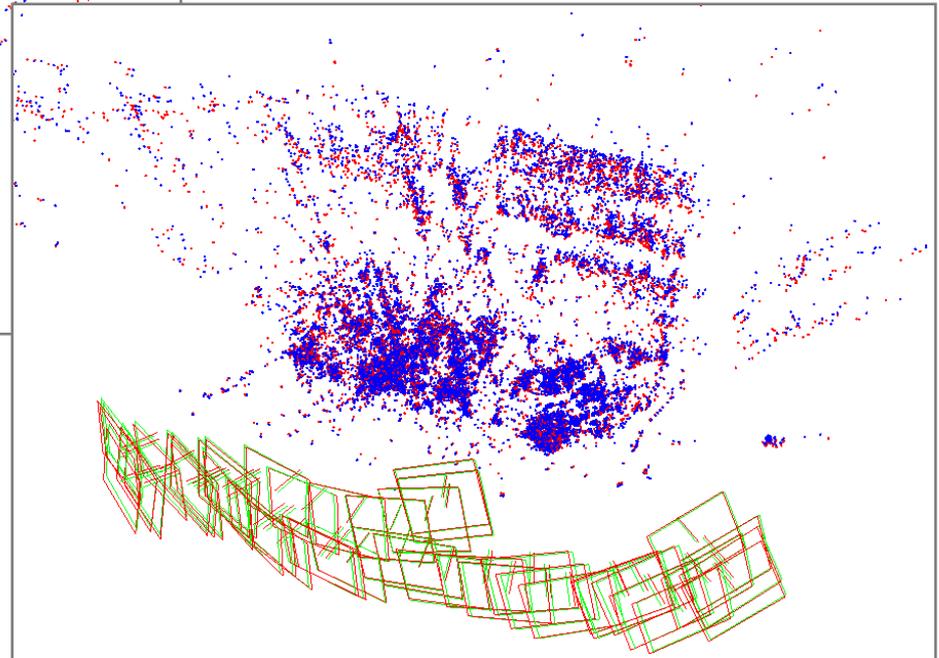


実験と考査(ローカルデータの修正)

- ローカルデータの修正



青い点: 修正前の自然特徴点
赤い点: 修正後の自然特徴点



データ修正する時
信頼度の変化:
0.1→0.9→1.0



研究背景と目的

提案手法

実験と考査

まとめと予定

まとめと予定

- まとめ

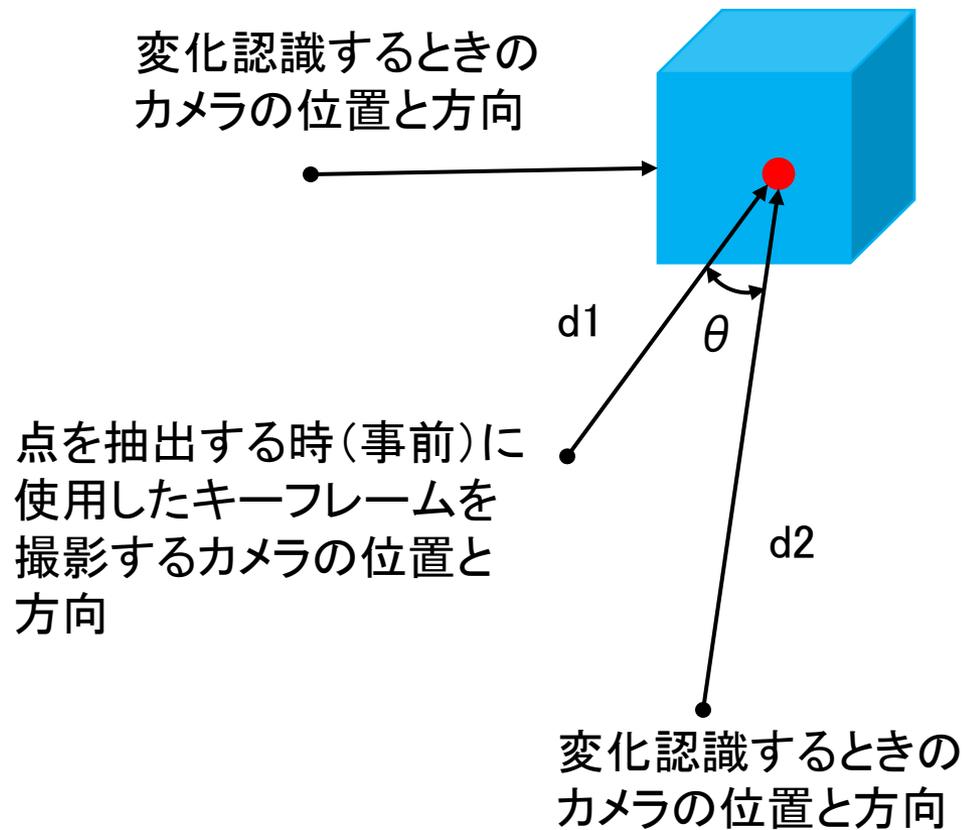
- 環境が変化した場合、提案手法で自然特徴点データベースを自動的に更新できる
- 自然特徴点分布の分析を通じて環境変化を認識することができる
- 重複点と重み付きBundle Adjustmentを利用する修正手法がローカルデータの修正に使える

- 今後の予定

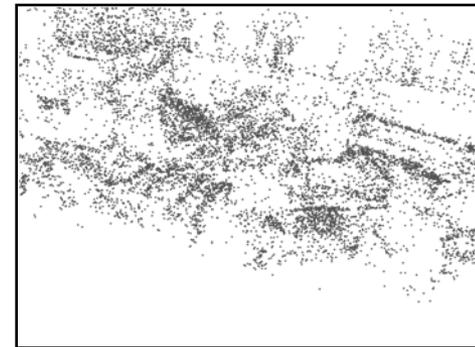
- ローカルデータを用いたデータベースの更新手法の有効性を評価する実験を実施する予定である
- プラント解体現場で手法の実用性などを評価する予定である

付録一

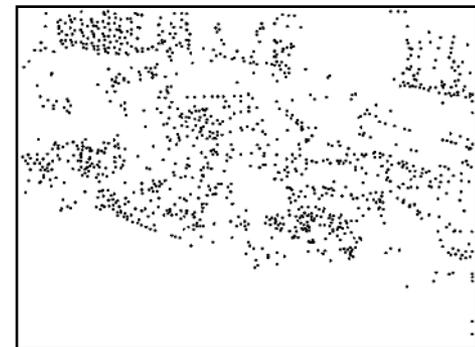
- 投影で特徴点分布画像を生成



投影結果

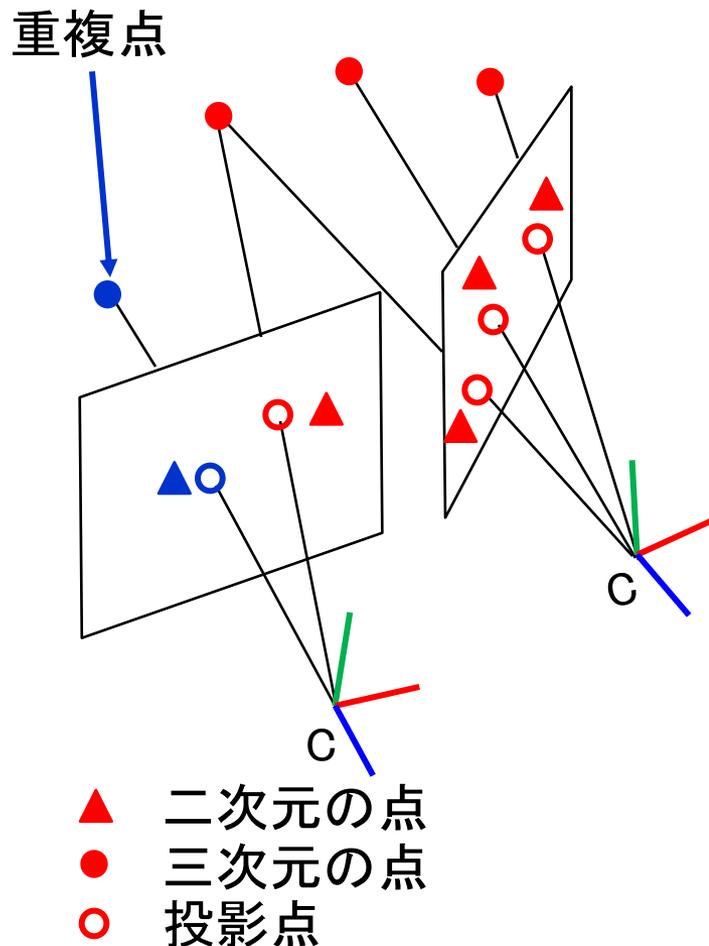


抽出結果



付録二

• 信頼度の利用方法



重複点の信頼度 $\alpha = 1$

残る点の信頼度 $\alpha = V$ ($0 < V < 1$)

再投影誤差の計算 $E = \sum \Delta X_i$



再投影誤差の計算 $E = \sum \alpha_i \cdot \Delta X_i$

E 再投影誤差の和

α_i 点の信頼度 (0~1、誤差が小さいほど信頼度が高く値が大きい)

ΔX_i 一つの点の再投影誤差

付録三

データ修正の流れ

	重複点			画像				
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
P1	1	0	1	0	0	0	0	0
P2	0	1	1	0	0	0	0	0
P3	1	0	1	0	0	0	0	0
P4	0	0	1	1	0	0	0	0
P5	0	1	0	0	1	0	0	0
P6	0	0	0	1	1	1	0	0
P7	0	0	0	0	1	1	0	1
P8	0	0	0	0	1	0	1	1
P9	0	0	0	0	0	0	1	0
P10	0	0	0	0	0	1	1	0

自然特徴点

0: 点が画像に映っていない
1: 点が画像に映っている

信頼度 ($0 < V_1 < V_2 < 1$)

1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.0	↓	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.0	1.0	↓	1.0	1.0	1.0	1.0
V ₁	V ₁	V ₂	↓	1.0	1.0	1.0
V ₁	V ₁	V ₂	↓	1.0	↓	1.0
V ₁	V ₁	V ₁	V ₂	↓	1.0	1.0
V ₁	V ₁	V ₁	V ₂	1.0	↓	1.0
V ₁	V ₁	V ₁	V ₁	V ₂	1.0	1.0
V ₁	V ₂	1.0				
V ₁	V ₂	1.0				