

画像に基づくHAI用没入型仮想空間の構築

森 慎悟(mori@ii.ist.i.kyoto-u.ac.jp)、大本 義正、西田 豊明
京都大学 情報学研究科 知能情報学専攻

背景

観光案内などのHHIを仮想空間上でのHAIで観察したい

- 海外などの遠い場所での案内を観察できる
- 観測環境を整えやすい
- 違和感を減らすためにHAIの環境は現実近くしたい

目標

以下の要素に重点を置いた仮想空間を構築する

- 背景に屋外の写真を用いる
- 没入型環境で周囲を一目で把握できる空間
- エージェントとオブジェクトの前後関係を正しくする

方法

全方位ディスプレイを用いて全方向に画面を表示

- 画像は高解像度・繊細でなければならない
- Image Based Renderingを用いる

エージェントを動かすために3次元形状を復元

- Structure from Motionとステレオ視を用いる
- 前後関係を保つために深度マップを作成する

50m × 50m 程度の広場の復元を試みる

- 広場を1-2m きざみのグリッド状に分割して撮影
- パノラマ画像を作成するため全周を撮影する
- 補間画像を作成して滑らかな移動を可能に



HAI用没入型仮想空間の構築

SfM: カメラパラメータの推定を行いカメラの変換行列を計算する

これにはBundlerを用いた

Multi view Stereo: ステレオ視を用いて3次元形状を復元する

3次元上の法線ベクトルと位置が分かっている点(パッチ)を計算する

これにはCMVSを用いた

領域抽出: 深度マップの作成のために領域分割を行う

これにはFelzenszwalbらの手法を用いた

深度マップ: 現実世界は平面でできているという仮定を使用

セグメンテーションで分割した領域は一つの平面とみなした

パノラマ画像: 各カメラの位置関係からパノラマ画像を作成する

これにはMicrosoft ICEを用いた

パノラマ画像を作成した後に向きの自動決定とずれの補正を行う

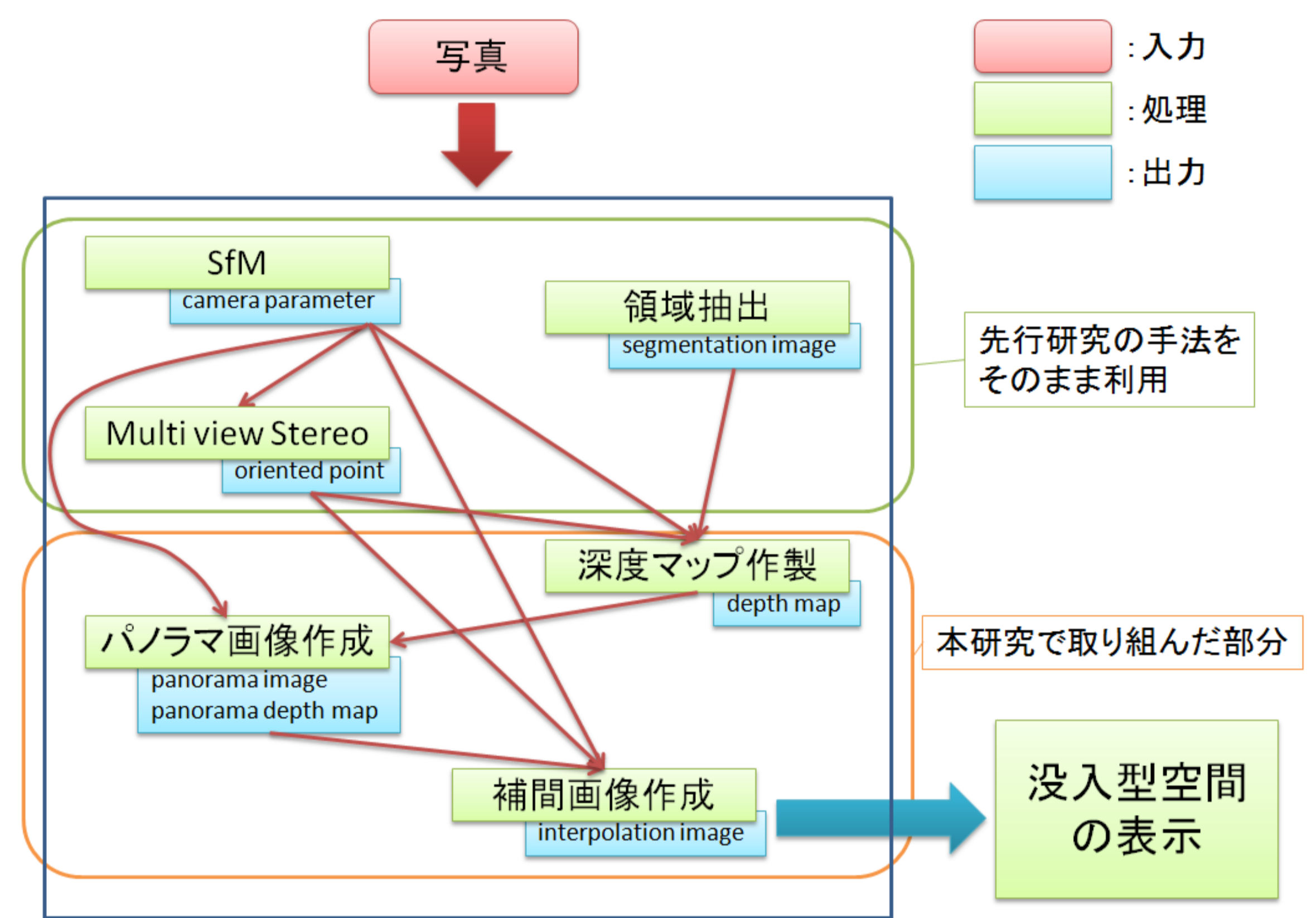
補間画像: 撮影地点が近い場所の間でモーフィングにより補間画像を作成

補間を行う2枚のパノラマ画像にパッチを投影した

同じパッチが投影できた場合はそれを対応点とした

空間の表示: 全方位ディスプレイに仮想空間を表示する

作成したパノラマ画像、補間画像を連続で表示して移動を行った



評価

本研究の手法を用いて4箇所では仮想空間の復元を行った

- 各処理によって得られた結果は図の用になった
- 各処理に関するデータは表のようになった

	建物前	プロムナード	広場	時計台前
撮影枚数	427枚	944枚	1248枚	3109枚
撮影地点数	19箇所	50箇所	61箇所	238箇所
空間の広さ	10m × 7m	45m × 8m	20m × 20m	40m × 50m
パッチ総数	24万点	62万点	87万点	147万点
SfM	375分	1314分(0.9日)	6194分(4.3日)	1824分(1.2日)
パノラマ	8分	170分	210分	600分
補間画像	92分	146分	187分	1530分

- 撮影にかかった時間は時計台前は5時間、他は1時間
- 分割してSfMをかける事によって処理時間を改善
→より広い空間を構築できた(時計台前)

- パノラマ画像の質はとても良い
- 補間画像は全方位ディスプレイで表示すると汚い
→特にオクルージョンがある場合が難しい
- 深度マップは写真に対して垂直な面は上手く作成可能
- 平行な面は別の手法で対処するのが望ましい

目標のタスクを実行可能な仮想空間を構築した

- ただしユーザはあまり動かないことが前提

視点から距離があれば
綺麗に補間可能

補間画像での
移動距離は正しい

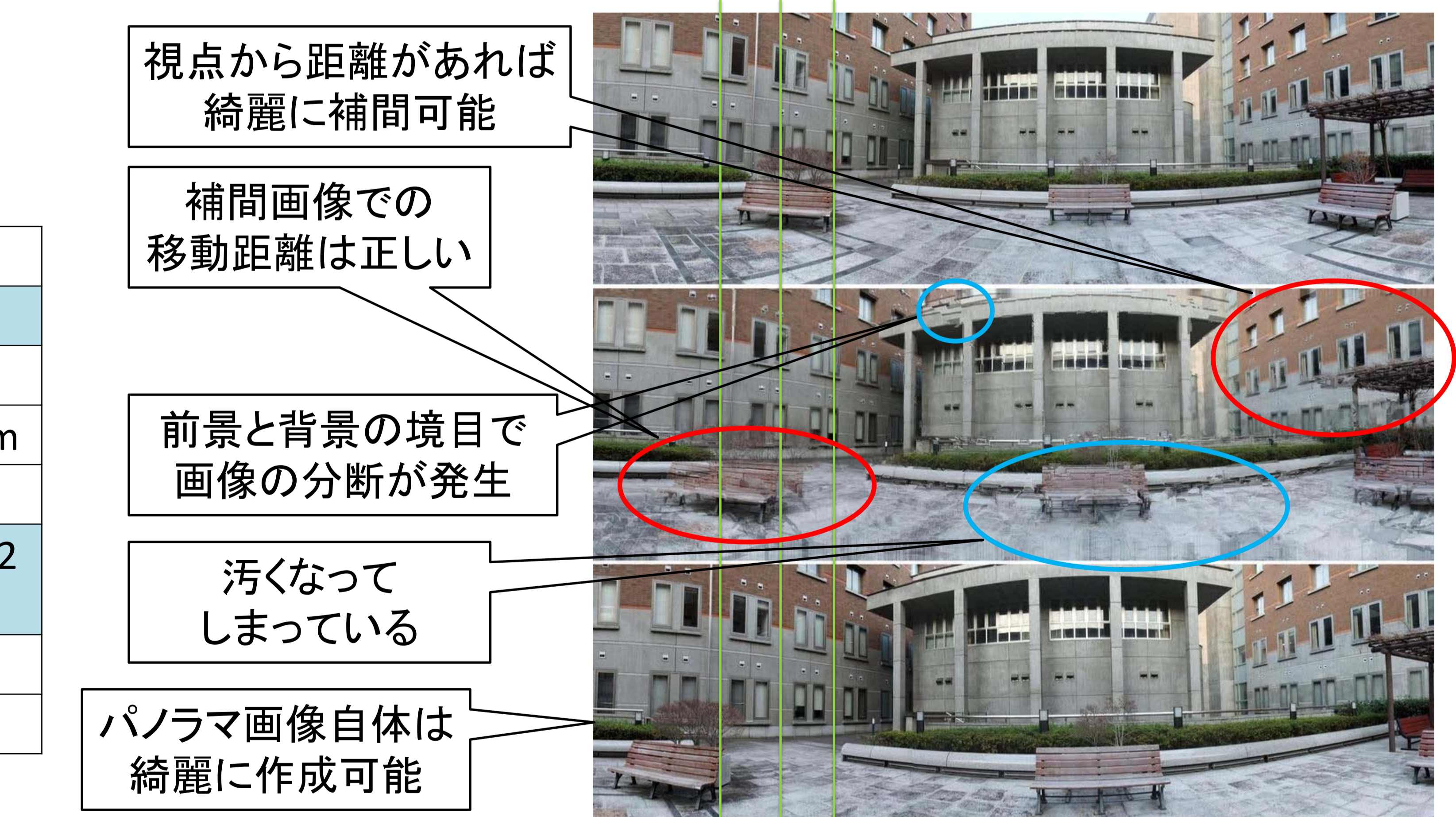
前景と背景の境目で
画像の分断が発生

汚くなって
しまっている

パノラマ画像自体は
綺麗に作成可能

写真と垂直な面は
深度マップの推定が上手くいく

写真と平行な面は
深度マップの推定が不安定



結論

従来の研究で行われていた手法を組み合わせ使用
現実に近い仮想空間でHAIを行う環境を構築した

将来の課題

インタラクションをする際に必要な情報をエージェント用にアノテーションする
HAIの観察を行い現実世界へフィードバック