全方位レンジデータと全方位画像の統合のよる屋外環境の三次元モデル化

視覚情報メディア講座　浅井　俊弘，神原　誠之，横矢　直和

目的：屋外環境の三次元モデル生成の自動化

(1) 屋外環境の形状・色情報の収集

■ 物体の三次元形状と色情報を屋外環境の多地点で全方位センサにより取得.

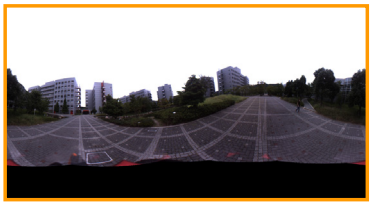
三次元形状

全方位レンジファインダ
LMS-Z360(Riegl)
計測可能距離：約 1~200m
計測精度： 約 ±12mm

全方位レンジデータ

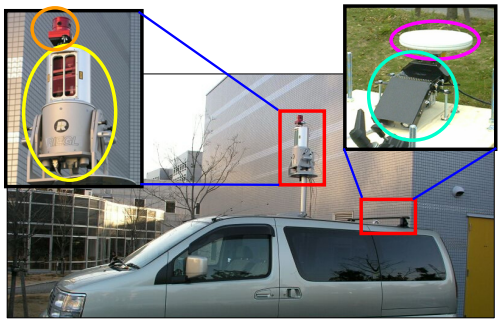
色情報

全方位マルチカメラシステム
Ladybug (Point Grey Research)
6つのカメラのより構成
全天球の約70%を撮影可能



全方位画像

■ センサシステムの位置・姿勢をRTK-GPSとジャイロスコープによって取得.

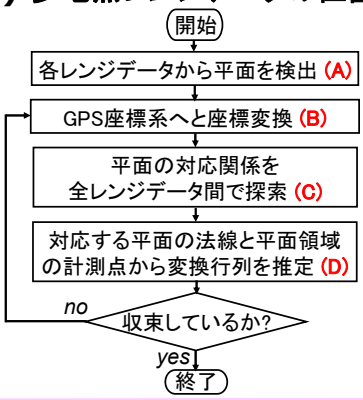


車載センサシステム

位置
精度：約 ±3cm
RTK-GPS
(Nikon-Trimble, LogPakII)

姿勢
精度：約 ±2°
ジャイロスコープ
(TOKIMEC, TISS-5-40)

(2) 多地点レンジデータの位置合せ

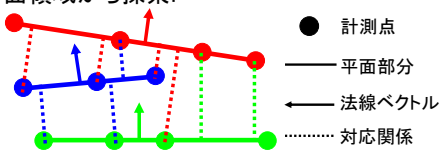


(A) 位置合せには検出された平面のみを利用.
- 復元の対象となる屋外環境は道路や建物の壁面などの平面部分が多数存在.
- 屋外環境は複雑で，多数のオクルージョンやレンジファインダで安定して測定することが困難な樹木などの物体が多数存在.

(B) RTK-GPSとジャイロスコープによって取得した位置・姿勢を位置合せの初期値とする.

(C) ある平面に対応する計測点を他のレンジデータの平面領域から探索.
- 平面部分の法線方向に計測点を探索し，その計測点が存在する平面を対応面とする.
- 全レンジデータ間で平面の対応関係を探索.

(D) 統合座標系への回転・平行移動成分を改良型ICPアルゴリズムにより推定.



Step 1. 各レンジデータの回転成分R_nは，対応面の法線の和を信頼度Cとして定義し，Cを最大化することで推定．探索された対応平面のペア集合(P_u, Q_u) $(u=1, \ldots, U)$からCは，

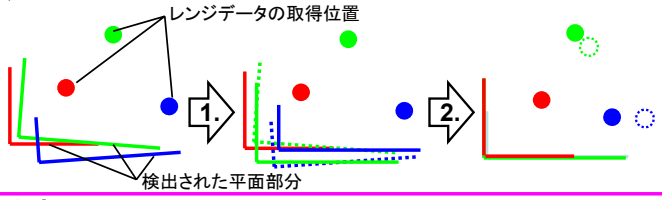
$$C = \sum_{u=1}^{U} (R_{Qu} N_{Qu}) \bullet (R_{Pu} N_{Pu}) \rightarrow \max,$$

で示され，N_{Qu}とN_{Pu}はそれぞれQ_uとP_uの法線ベクトルを示す.

Step 2. 各レンジデータの平行移動成分T_nは，平面と対応する面の計測点の距離の和をEと定義し，Step1で求めた回転成分を固定しEを最小化することで推定．Eは，

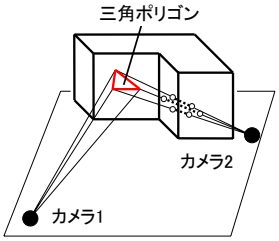
$$E = \sum_{u=1}^{U} \sum_{i=1}^{I} \mathrm{distance}(P'_u, H_{Q'_u i}) \rightarrow \min,$$

で示され，P'_uとQ'_uはそれぞれStep1で求めた回転成分により座標変換されたP_uとQ_uを，$H_{Q'ui}$は平面領域Q'_uの計測点$(i=1, \ldots, I)$を示す.



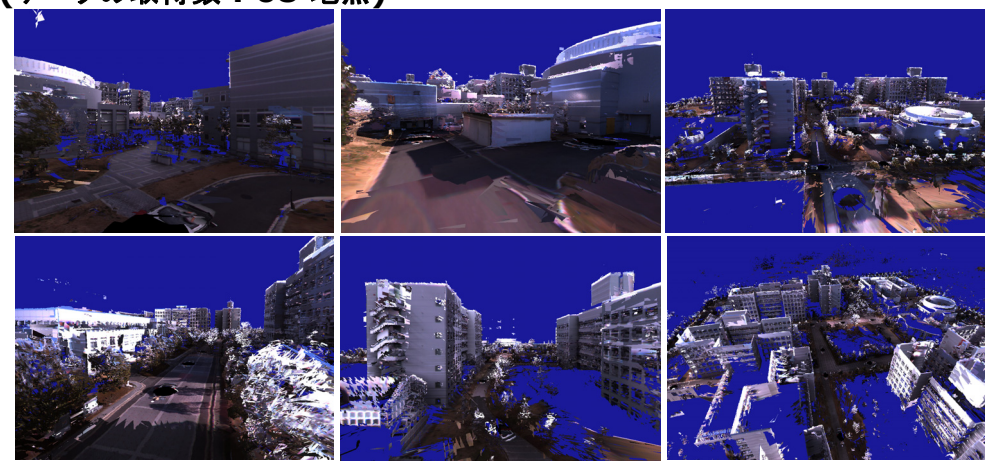
(3) テクスチャの生成

■各ポリゴンのテクスチャは取得した全方位画像の中から最も解像度の高い画像を選択し生成.
■位置合せされたレンジデータから生成された形状モデルによりオクルージョンを判定.



解像度のみを考慮した場合カメラ2が選択される

解像度とオクルージョンを考慮するとカメラ1が選択される

(4) 生成されたNAIST構内のモデル (データの取得数：68 地点)

二次元CADと統合モデルを重ね合わせた結果
(赤い点がデータの取得地点を示す)