

特徴点追跡とGPS測位に基づくカメラの位置・姿勢推定

横地 裕次, 池田 聖*, 佐藤 智和*, 横矢 直和*
 e-mail : * {sei-i, tomoka-s, yokoya}@is.naist.jp

目的：カメラの位置・姿勢推定

- 広範囲に移動して取得した動画画像を使用
- 蓄積誤差の発生しない
- オフラインアプリケーション用
- カメラとGPS間のキャリブレーションが簡単
- 計算コストの小さい



画像とGPS測位データの取得

既知情報

- 画像とGPS測位データ
- カメラとGPS受信機間の距離
- カメラの内部パラメータ(レンズ歪, 焦点距離など)
- カメラとGPSの同期

未知情報

- カメラの位置・姿勢(外部パラメータ)
- 自然特徴点の三次元位置
- カメラからみたGPS受信機の方位

GPS測位に基づくカメラの位置・姿勢推定アルゴリズム

特徴点追跡アルゴリズム

- (1) 特徴点の検出
画像のスケール変化や回転に頑健なHarrisオペレータにより特徴点の候補位置を算出する
- (2) 特徴点の対応付け
テンプレートマッチングにより第(i-1)フレームと第iフレーム上の特徴点に対応付ける
- (3) 暫定外部パラメータ推定
RANSACアルゴリズムにより整合性の取れない特徴点を排除して暫定外部パラメータと特徴点の三次元位置を推定する
- (4) 特徴点の再対応付け
暫定外部パラメータを用いて推定された特徴点の三次元位置を画像上に投影し、この位置の周辺のみ探索範囲を限定して、特徴点に対応付ける

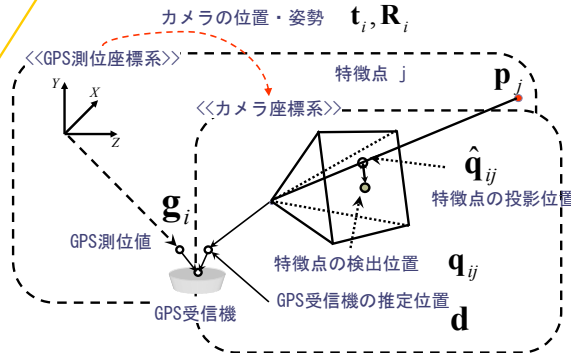
初期外部パラメータ

1フレーム内の特徴点の画像上の位置、三次元位置の対応から、そのフレームのカメラの位置・姿勢を推定する。カメラの位置・姿勢パラメータは、一般的に用いられる誤差関数である再投影誤差の自乗和を最小化することで算出する。

再投影誤差

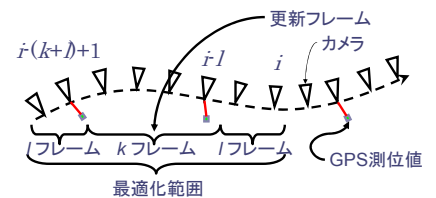
$$\Phi_{ij} = |q - \hat{q}|$$

カメラとGPS受信機の幾何学的関係



狭区間最適化の範囲

更新フレームの最適化に十分な数の特徴点とGPS測位値を利用するために、更新フレームの両側に使い捨てる区間を設ける。



狭区間・広区間最適化の誤差関数

$$E = \frac{\omega}{|F|} \sum_{i \in F} \Psi_i^2 + \frac{1}{\sum_i |S_i|} \sum_i \mu_i \sum_{j \in S_i} w_j \Phi_{ij}^2$$

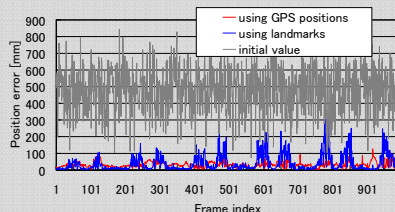
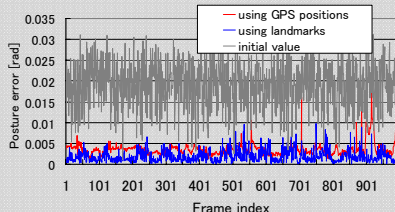
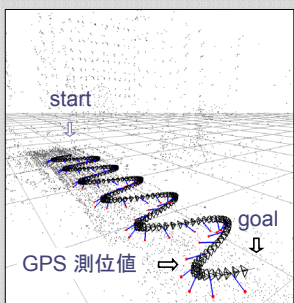
GPS受信機とカメラに関する誤差の重み
 第iフレームの信頼度
 第jフレーム内の特徴点の集合
 特徴点jの信頼度
 GPS測位できたフレームの集合

GPS受信機とカメラに関する誤差

$$\Psi_i = |R_i g_i + t_i - d_i|$$

シミュレーションによる評価

処理(D)広区間最適化の精度評価



入力データ

- 画像 (720x480, 15fps) 990 フレーム
- GPS 測位値の精度 ($\sigma=30\text{mm}$)
- 特徴点検出誤差 ($\sigma=0.6\text{mm}+\text{quantization error}$)
- カメラとGPS受信機間の距離: 1039mm

● 定数 $k=5, l=22, \omega=10^{-9}$

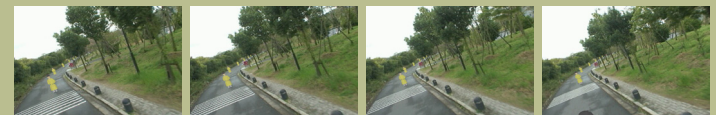
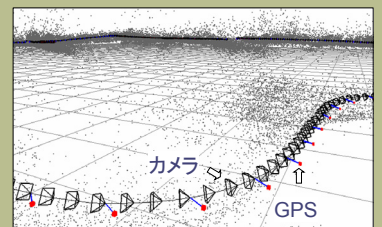
実環境データを用いた実験

誤差モデルや特徴点追跡精度を含む提案手法全体の評価

入力データ

- 画像 (720x480, 15fps), 3600 フレーム
- GPS 受信機の精度 ($\sigma=30\text{mm}$)
- カメラとGPS受信機間の測定距離: 1020mm

定数 $k=5, l=22, \omega=10^{-9}$



http://yokoya-lab.naist.jp/pub/movie/yokochi/match_move.mpg