

2015/02/27

修士論文 中間審査

波形記録式航空レーザスキャナを用いた PHDフィルタによる物体認識

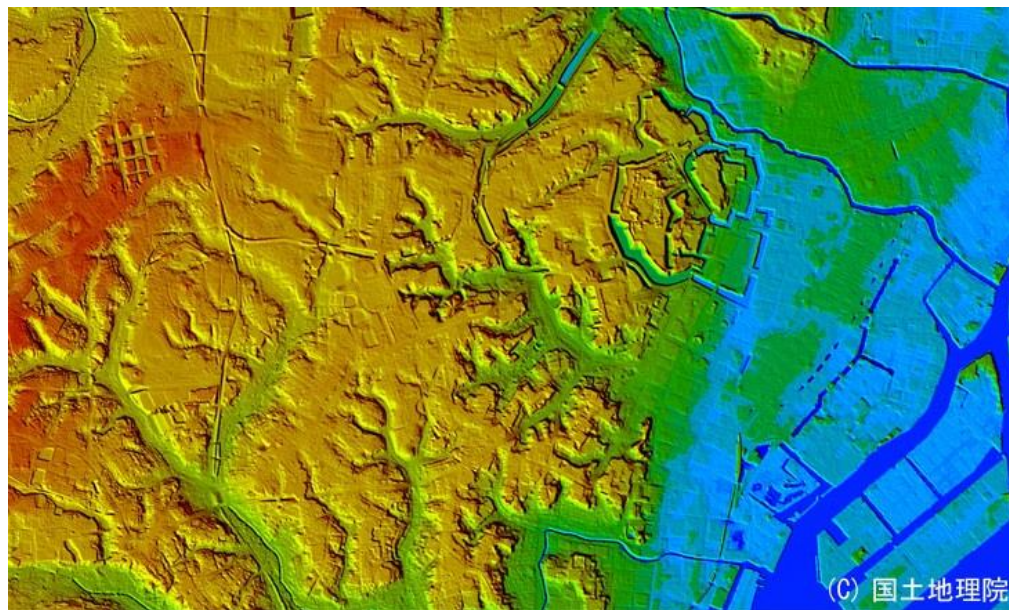
地域/情報研究室

37-146041 平松 大輝

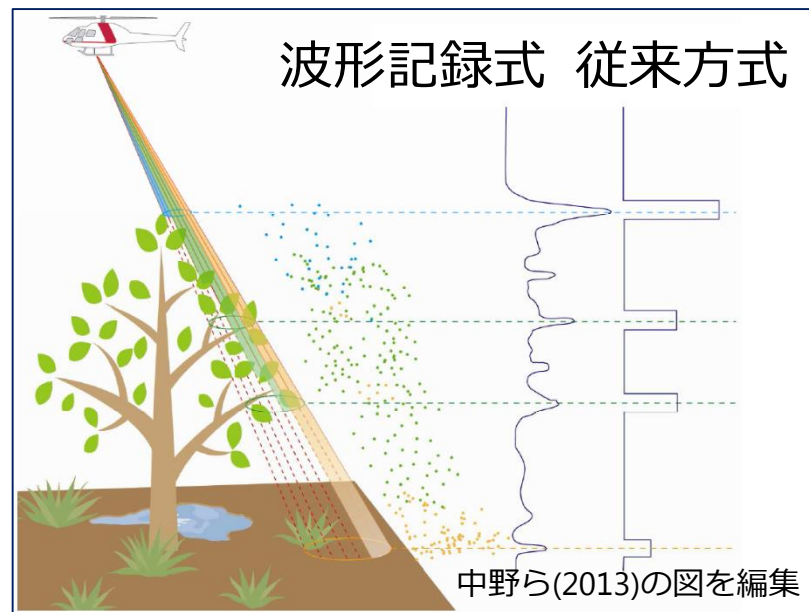
主査 布施孝志 准教授

副査 竹内 渉 准教授

- ❑ 従来は**離散的**に反射強度の強い箇所を記録
- ❑ 利用例：5mメッシュのDEMデータ作成
- ❑ 複雑な対象物の把握には限界



- 高い時間分解能で**連続波**のように記録
 - ▶ ノイズの混入が新たな課題に
- 単なる閾値処理では対象物の個数・位置を推定することは困難



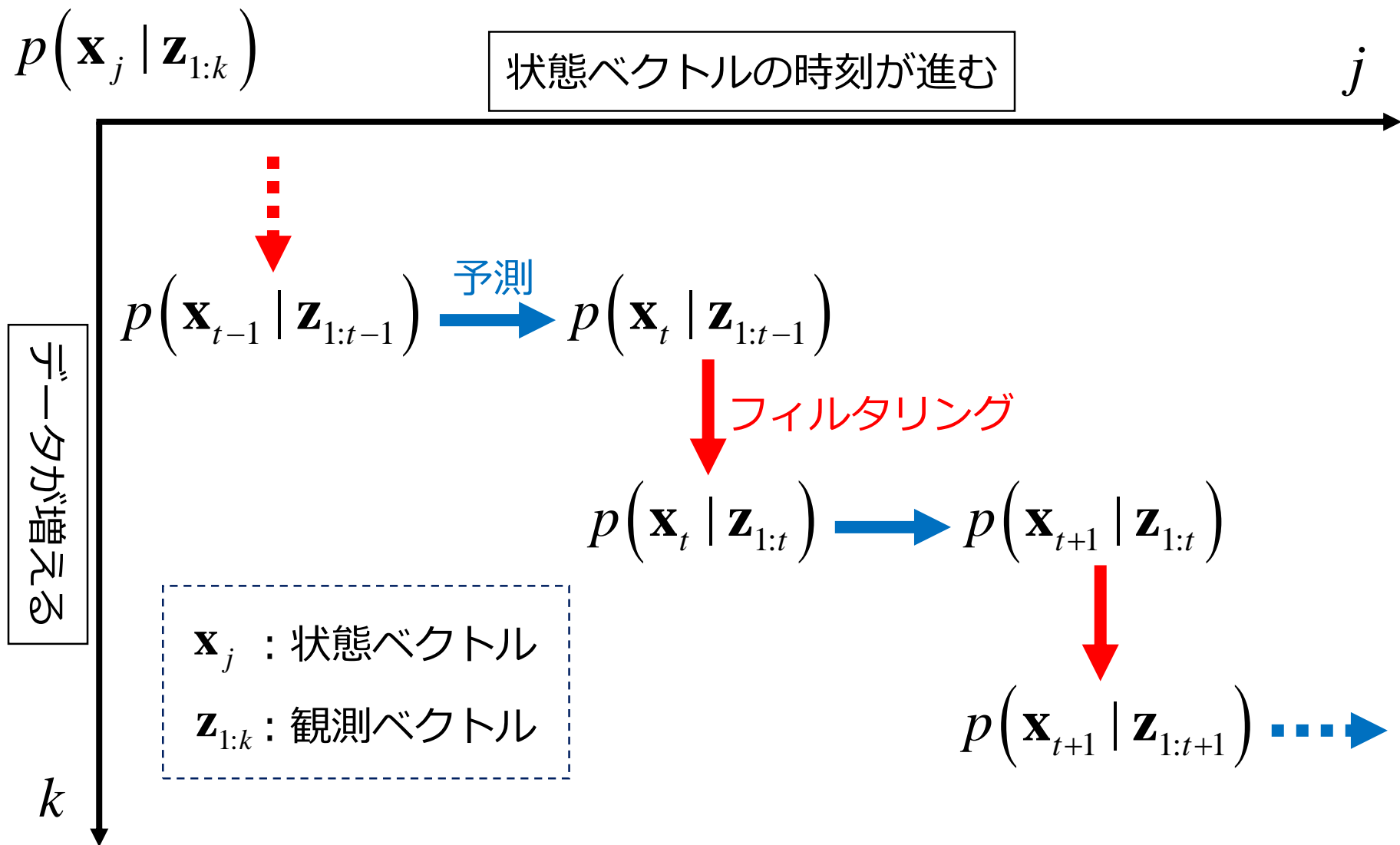
- 閾値処理に代わる手法が必要 ▶ PHDフィルタ
- PHD (Probability Hypothesis Density) フィルタとは？
 - 対象物の個数・位置の同時推定を可能にする
 - 単一対象物を扱うパーティクルフィルタをランダム有限集合とPHDにより拡張したもの
 - これまでの適用例：複数の移動対象物の追跡

目的

波形記録式航空レーザスキャナから得られたデータにPHDフィルタを適用し詳細に地物を抽出する

予測とフィルタリング

5



- ランダム有限集合 (対象物の個数が確率的な状態・観測)

$$\mathbf{E}_t = \{\mathbf{X}_{t,1}, \mathbf{X}_{t,2}, \dots, \mathbf{X}_{t,N(t)}\}, \mathbf{\Sigma}_t = \{\mathbf{Z}_{t,1}, \mathbf{Z}_{t,2}, \dots, \mathbf{Z}_{t,M(t)}\}$$

- システムモデル $\mathbf{E}_t (= \mathbf{S}(\mathbf{X}_{t-1}) \cup \mathbf{\Gamma}_t) \sim F(\mathbf{X}_t | \mathbf{X}_{t-1})$

新規に出現する対象物
残存する対象物の和集合

- 観測モデル $\mathbf{\Sigma}_t (= \mathbf{E}(\mathbf{X}_t) \cup \mathbf{C}_t) \sim H(\mathbf{Z}_t | \mathbf{X}_t)$

誤って検出される対象物
対象物が観測される過程の和集合

□ 予測 $D(\mathbf{x}_t | \mathbf{Z}_{1:t-1}) = \underbrace{p_S}_{\text{対象物の残存確率}} \int \underbrace{D(\mathbf{x}_{t-1} | \mathbf{Z}_{1:t-1}) f(\mathbf{x}_t | \mathbf{x}_{t-1})}_{\text{残存する各対象物のシステムモデル}} d\mathbf{x}_{t-1} + \underbrace{D_\Gamma(\mathbf{x}_t)}_{\text{新規に出現する対象物のPHD}}$

□ フィルタリング

$D(\mathbf{x}_t | \mathbf{Z}_{1:t}) \propto \{(1 - \underbrace{p_D}_{\text{対象物の検出確率}}) + p_D \psi(\mathbf{Z}_t, \mathbf{x}_t)\} D(\mathbf{x}_t | \mathbf{Z}_{1:t-1})$

$$\psi(\mathbf{Z}_t, \mathbf{x}_t) = \sum_{\mathbf{z} \in \mathbf{Z}_t} \frac{h(\mathbf{z} | \mathbf{x}_t)}{\underbrace{\mu_C}_{\text{誤検出平均個数}} \underbrace{p_C(\mathbf{z})}_{\text{誤検出位置の確率密度}} + p_D \int \underbrace{h(\mathbf{z} | \mathbf{x}_t) D(\mathbf{x}_t | \mathbf{Z}_{1:t-1})}_{\text{各対象物の観測モデル}} d\mathbf{x}_t}$$

今後使用するデータ

8

- 計測対象：国立科学博物館附属自然教育園
- 計測年月日：2011年10月20日
- 飛行速度：120km/h
- 飛行高度：950m
- スキャンレート：100kHz
- スキャン角：30度
- 波形記録数：288



- データ形式に合わせたPHDフィルタの実装
- 各種推定条件の検討
 - 対象物の検出確率
 - 誤検出の平均個数 等
- PHDフィルタと閾値処理との比較

