

セミグローバルマッチングを用いたEPI解析に基づく ライトフィールドドイメージに対する奥行き推定

内藤 光一[†] 三柴 数[†] 小山田 雄仁[†] 近藤 克哉[†]
[†] 鳥取大学

1. はじめに

撮影シーンの奥行き推定の研究が注目されている. ライトフィールドカメラ(多視点カメラ)を用いた奥行き推定のためにエピソード平面画像(EPI)解析に基づく手法があり, 図1の緑線のようにEPI上のエッジ(特徴直線)の傾きから奥行きを推定する. EPI解析に基づく手法の中でもWannerらの手法[1]は図1の青枠のような局所的な領域から奥行きを推定するため, 色が一樣な領域(床や壁等)に大きく影響を受け, 推定が不安定になる場合があった.

2. 提案手法

本手法はライトフィールドドイメージの中央視点を含む, 上下左右の4方向それぞれからスタックして得られるEPIに対して解析を行い, 4枚の奥行き推定結果を平均することで最終的な奥行き画像とする. EPI解析では色が一樣な領域に対してロバストな推定を目指すため, 最上段から最下段まで全段の画素を利用することでセミグローバルな奥行き推定法を提案する.

本手法は, EPIの最上段の画素座標を P_i^u , 最下段の画素座標を P_j^d とし, 図1の赤枠と赤線のように P_i^u と P_j^d を求め, その2点を結ぶ特徴直線から中央視点の奥行きを推定する. ある一つの最上段と最下段の組を $P(i, j) = (P_i^u, P_j^d)$ とし, 次式を用いて P_j^d を求める.

$$J^* = \operatorname{argmin}_J \sum_{i \in I} E(P(i, J_i)). \quad (1)$$

ここで, $I = \{1, 2, \dots, w\}$ (w はEPIの幅), J_i は基準となる最上段の画素に対する最下段の視差範囲の画素であり, J^* はコスト関数 $E(P(i, J_i))$ が最も小さくなる J_i の集合とする. コストは特徴直線における色の分散で算出し, 次式で表す.

$$E(P(i, J_i)) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (f(i, J_i, k) - \mu)^2. \quad (2)$$

n はEPIの高さである. $f(i, J_i, k)$ は $P(i, J_i)$ から成る特徴直線上のEPIの高さ k における画素値であり, μ は特徴直線上の画素値の平均を表す. 特徴直線はある三次元空間点の像点の軌跡であるため, 対応する特徴直線上では画素値の分散は小さくなると考えられる. また, P_i^u の画素値を $C_{P_i^u}$ とし, J の候補は

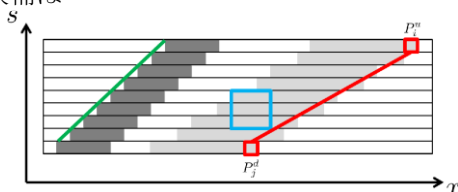


図1. EPIの例

$$J = \{J_i | i \in I, J_i \in \{A_i \cup B_i\}\}, \quad (3)$$

$$A_i = \begin{cases} j | j > J_{i-1} & |C_{P_i^u} - C_{P_{i-1}^u}| \leq Q \\ j | j \geq J_{i-1} & otherwise \end{cases}, \quad (4)$$

となる. ここで, Q は閾値である. ライトフィールドカメラは一般的なカメラと比較して各視点画像間の距離は短いため, 特徴直線が交差しないと考えられる. さらに, 似た画素値を持つ最上段の画素が隣接したとき, 同じ奥行きであると考慮されるため, 閾値 Q 以下の場合, $P_i^d \neq P_{i-1}^d$ とする. また, 各視点画像間の距離は短いことから, 視差範囲が限られるため,

$$B_i = \{j | i + R_{min} \leq j \leq i + R_{max}\}. \quad (5)$$

ここで, R_{min} と R_{max} は視差の最小値と最大値とする. 動的計画法により(1)式を解くことで最適解を得る. この結果から得られた (P_i^u, P_j^d) より, EPIの水平方向における2点の画素のずれ量に対応する画素の奥行き値とする.

3. 実験結果

Honauerらのデータセット(dino)[2]に対する奥行き推定結果を図2に示す. 提案手法は色が一樣な領域(図2赤枠内)において, 滑らかで安定して奥行きが推定されていることが確認できる. 一方で, 物体境界において推定誤差が生じている.

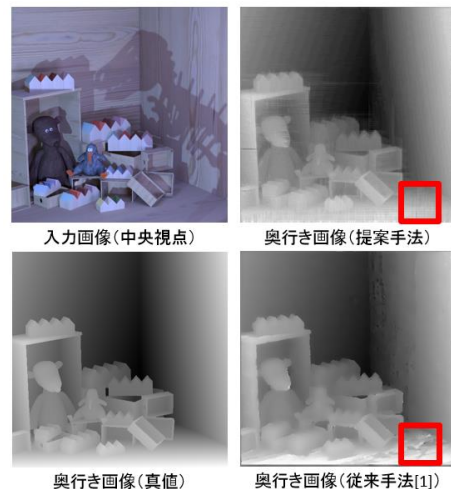


図2. 実験結果

4. 今後の課題

今後は物体境界における推定誤差を軽減することで, より高精度な推定を目指す.

参考文献

- [1] S.Wanner and B.Goldluecke. Globally consistent depth labeling of 4d light fields. *Proc, CVPR*, pp. 41-48, 2012.
- [2] K.Honauer *et al.* A dataset and evaluation methodology for depth estimation on 4d light fields. *Proc, ACCV*, pp. 19-34, 2017.