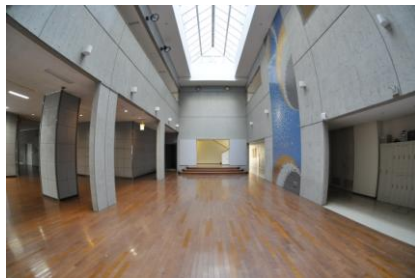


広角写真の大域的変形手法とその評価

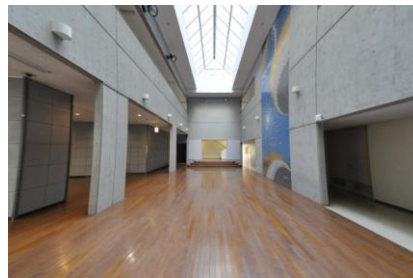
矢崎 駿介[†] 斎藤 隆文[‡] 松渕 健太[‡]

東京農工大学 工学部 情報工学科[†]

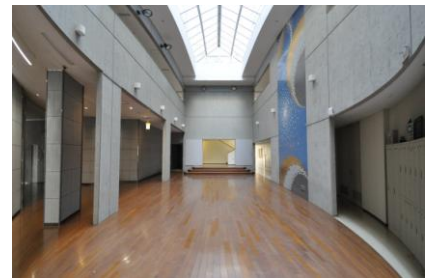
東京農工大学 大学院 生物システム応用化学府[‡]



(a)等距離射影



(b)透視投影



(c)一点透視画像に対する
提案手法

図1 各投影手法結果

1. はじめに

人は物を見る時、広範囲の景観を歪み無しに知覚することができる。こうした広範囲を描画するものとして、魚眼レンズ等で撮影した広角画像がある。人の目は表面が丸みを帯びているため、視界に映る風景は、球面上に投影され、歪みを感じず知覚することができる。一方、平面のディスプレイに投影する場合は、必ず歪みが生じてしまう。歪みには主に、直線性の喪失や物体形状の歪曲がある。直線性と物体形状に関して、様々な投影を適用することで、直線性か物体形状の歪みのどちらか一つを改善することは可能である。しかし、広角性を保持したままその両方を改善することは難しい。Carrollら[1]は、ユーザが直線性を維持したい領域を指定することにより、直線性の保持と物体形状保持を両立する変形手法を提案した。しかし、指定領域外に違和感が生じたり、ユーザによる入力が多すぎる等の問題があった。本研究では等距離射影画像に対して、直線性を保持する重要な直線の決定に消失点の検出を用い、ユーザによる指定無しで大域的な変形を可能にする手法を提案する。また、直線性や形状保持性の評価方法を検討する。

2. 提案手法

我々は、等距離射影画像を透視投影に変換した時の、消失点を基にした変形手法を検討している[2]。本稿では、一点透視画像に対する処理方法を述べる。一点透視の場合は、画像内の水平方向と垂直方向の直線を保持するように変形を行う。消失点である画像中心を通る中心軸上を等距離射影に戻し、それ以外の領域では水平方向と垂直方向の無限遠点の消失点への直線性を保持するような変形を行う。等距離射影は、視点を中心とした球面上に投影面があるとする。与えられた入力画像に対し、等距離射影時の球の半径を r とする。ここで、焦点距離 r に位置する平面に透視投影することを考える。視点と注目画素との角度を θ 、画像平面上の x 軸と注目点との角度を ϕ とすると、透視投影の点 (x_p, y_p) から提案手法の点 (x, y) は、式(1)、(2)で与えられる。

$$x_p = r \tan \theta \cos \phi \quad (1)$$

$$y_p = r \tan \theta \sin \phi$$

$$x = r \tan^{-1} \left(\frac{x_p}{r} \times \frac{2}{\pi} \right) \quad (2)$$

$$y = r \tan^{-1} \left(\frac{y_p}{r} \times \frac{2}{\pi} \right)$$

図1(b)と図1(c)より提案手法は、透視投影より、画像の端周辺での面積の拡大は小さいことが分かる。

Evaluation of global deformation for wide angle images

Shunsuke YAZAKI[†], Takafumi SAITO[‡],

Kenta MATSUBUCHI[‡]

[†]Department of Computer and Information Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

[‡]Graduate School of Bio-Applications and Systems Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

3. 撮影画像の歪み補正

撮影した画像のレンズの歪みの補正を，透視投影の変換を例にする．

透視投影は，直線性を保持するが，図 1(b)では，直線部分にも多少の歪曲があり，完全に直線になってはいないことがわかる．原因としてレンズが厳密に球面になっておらず，歪んでいる等の理由が考えられる．

等距離射影時は d_{eq} ，透視投影時は d_{pers} とすると，等距離射影時は(3)式，透視投影時は(4)式で以下のように与えられる．

$$d_{eq} = r\theta \quad (3)$$

$$d_{pers} = r \tan \theta \quad (4)$$

上記の(3)，(4)式から d_{eq} を d_{pers} に投影するのだが，この式は，図 1(b)の結果になる．そこで，(3)式の代わりに歪みを補正する式を用い，(5)式で与えられる．

$$d_{eq} = r\theta(1+k\theta^2) \quad (5)$$

※ k は定数

この(5)式を用いた結果に canny のエッジ検出[3]の後，確率的ハフ変換[4]を行い，直線抽出をする緑の線はユーザが任意で選択した部分で，選びとる部分は，等距離射影で，大きく歪みが生じる比較的画像の端に近い，垂直方向の直線とする．この緑の線の端点同士で直線式を求め，緑の各点の直線までの距離を各点の誤差とする．全ての誤差の平均をとり，理想の直線のどちらに歪んでいるかを判定し，(3)式の k の値を変え，誤差平均が 0 に近くなるような，最適な k を求めて歪みの補正を行う．

4. 直線性，物体形状保持性の評価

直線が，どれくらい歪曲するのか，また，面積がどれほど変化し，物体形状に変化があるのかを透視投影，ステレオ投影，松渕らの手法でそれぞれ定量的に評価し，比較することを考える．視点を z 軸上，投影する画像平面を xy 平面であることを前提とする．直線性の評価については，透視投影を基準にし，画像平面上の座標点 $(x,y,0)$ を基準に各軸の正負，計 6 方向に微小距離をとり，投影変換する(図 3)．変換後の同軸上の 3 点から曲率を求めることでそれぞれの方向の直線の歪みを判定する．物体形状保持は，等距離射影を基準にする．画像平面上の (x,y) の周りに同じく微小距離を 4 つとり，4 点で囲まれた部分の面積と各投影変換で移動した 4 点の面積を比較し，投影変換前と比べ，どれくらい面積が拡大したかを求めることによって評価を行う．

5. おわりに

本研究では，レンズの歪みの補正と既存の広角写真の大域的変形手法と各投影手法の定量的評価について提案した．今後の課題として，提案手法の更なる改良や直線性の保持と物体形状保持の両方に焦点を置いた新しい手法の提案等が挙げられる．

6. 参考文献

- [1] Robert Carroll, Maneesh Agrawal, Aseem Agrawala, “Optimizing Content-preserving Projections for Wide-angle Images”, *ACM Transaction on Graphics*, Vol.28, No.3, pp.1-9, 2009.
- [2] 松渕健太, “広角写真の大域的変形手法” 東京農工大学 2011 年度修士論文.
- [3] John F. Canny, “A Computational Approach To Edge Detection”, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8:679-714, 1986.
- [4] Lei Xu and Erkki Oja, “Randomized Hough Transform (RHT): Basic Mechanisms, Algorithms, and Computational Complexities”, *CVGIP: Image Understanding*, vol.57, no.2, pp.131-154, 1993.

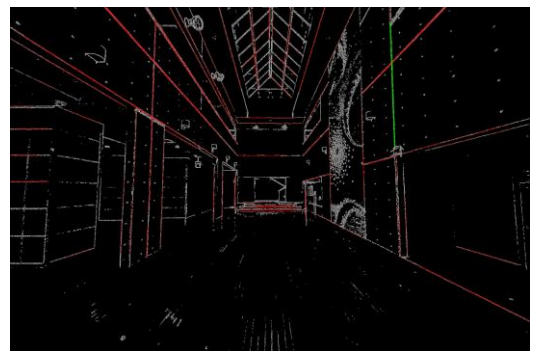


図 2 ハフ変換による直線抽出

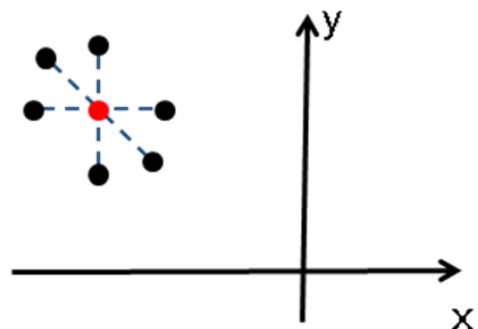


図 3 直線性評価における注目点