

手描きスケッチパースの線分クラスタリングとその応用

倉田 沙織[†] 森 博志[†] 外山 史[†] 東海林 健二[†]宇都宮大学大学院工学研究科[†]

1. 研究概要

透視図法を意識して描かれた手描き背景線画に対し、3つの消失点の観点から入力線分を3つのグループにクラスタリングする手法を提案する。線分と消失点の位置関係及び2線分間の交差関係に着目し、誤分類を排除するアルゴリズムを特長とする。

この手法を組み込んだ応用として、手描き背景線画の消失点の位置を任意位置へ移動させ、それに従い線画を変形することで擬似的に視点の移動を実現させる手法及びシステムへの利用が考えられる。1枚の背景画から異なる視点で見た景観の背景画を得る事を目的としており、また絵画の観測目線の調整を行う事でパースの微調整を行う等の絵画制作支援を行う事も狙いとしている。

2. 関連研究

写真からエッジを抽出し、収束する消失点の観点で線分クラスタリングを行う研究や、さらに消失点検出を行う研究として、背景を撮影した画像に対する、カスケードハフ変換により検出した直線群を入力とし、3点の消失点を検出する手法[1]、入力写真から抽出した線分に対して、角度を基準とした閾値により MSAC 手法、RANSAC 手法を利用しクラスタリングする手法[2]が存在する。しかし、いずれも写真から抽出された線分であることが前提と考えられるため、絵画上の角度的なぶれの目立つ線分データへの対応には限界がある。

従来研究として、我々は四面体体積最小化法による消失点検出手法を提案した[3]。この手法では、ガウス球の中心 O 、ガウス球面上の消失点 P 、画像平面上の線分の始点と終点の4点で構成される四面体体積を計算し、RANSAC を利用して線分クラスタリングと消失点の計算を同時に行っている。ガウス球面上の消失点 P がガウス球原点と画像平面上の線分の始点と終点の3点を通る平面上にあるとき、四面体体積がゼロにな

る。この性質を利用して複数の線分に共通な消失点 P について、各線分による四面体体積の二乗和が最小となるようなガウス球面上の消失点位置を算出する。本論文では、このときの各四面体体積の二乗を残差と呼ぶ。

3. 提案手法

3.1. 入力と線分クラスタリング手順

入力は建造物や室内をモチーフとして描かれた図1に示すような線画画像に基づいた線分であり、図2に示すように入力線画の始点と終点を結ぶ線分の座標情報から成る。

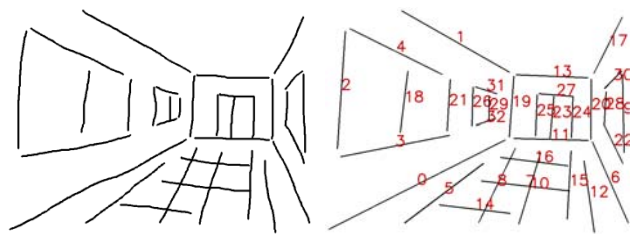


図1. 入力線画

図2. 線分情報

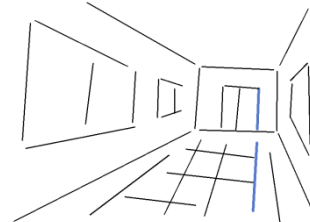


図3. 共線性情報

線分クラスタリングは、線分入力に対し、3線分の全ての組合せの中から一組ずつを順次取り出し、3線分から算出した消失点の残差の和が $3V_{th}$ 以下の場合について、残差が閾値 V_{th} 以下の線分を追加しその線分数を記録する。追加線分数が最大となるときの3線分と追加線分から消失点を再算出し、上記の流れを図4(a)~(c)に示すように消失点3つが求められるまで繰り返した後、未分類の線分を分類する。

上記の処理の過程で誤分類を減らすことを狙いとして、3線分の組合せを得る段階と線分を追加する段階、消失点を再算出した後の処理の段階、そして未分類の線分を分類する段階で、線分と線分および消失点と線分の位置関係から、誤分類を排除する工夫を行っている。

また、2つ目と3つ目の消失点算出では、視点

Clustering of line segments for freehand perspective illustrations and its applications
Saori Kurata[†] Hiroshi Mori[†] Fubito Toyama[†]
Kenji Shoji[†]
Graduate School of Engineering, Utsunomiya University[†]

から3消失点に向かう3本の3次元ベクトルは互いに直交するという直交条件による判定を用い、計算済みの消失点間の位置関係であり得ないものを排除するようにしている。

図4(d)に示す分類結果により求められた消失点座標は画像サイズが800×600画素の中央を原点、y軸を下向きとし、赤色の線分が収束する消失点は(226.38, -32.83)、緑色の線分が収束する消失点は(430.52, -9395.36)、青色の線分が収束する消失点は(-3702.57, -234.73)である。

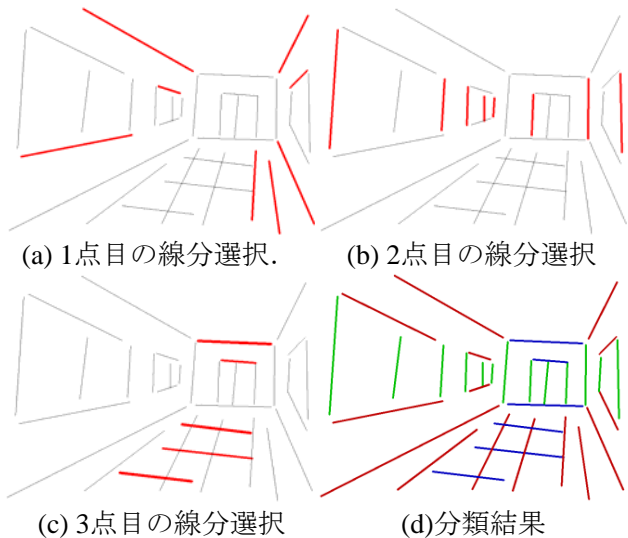


図4. 線分選択の様子及び分類結果.

3.2. 消失点移動による視点の移動[4]

3.1 節のクラスタリング手法を組み込んだ応用として、透視図法を意識して描かれた背景線画の編集支援が挙げられる。手描き背景線画の消失点の位置を任意位置へ移動させ、それに従い線画を変形することで擬似的に視点の移動を実現させる手法及びシステムを提案する。これは、背景画を題材とした線画から求めた消失点並びに視点位置変更を意図して移動させる消失点座標を入力とし、移動後の消失点に合わせて図5に示すように線画を変形させる手法である。スケッチパース作成後に、アイレベル等の視点の微細な変更を行いたい場合に全て描き直す必要がなくなるなどの手間がかかる問題を改善することを目的の研究としている。

図5(a)のような入力線画から、3.1 節の手法により求めた分類結果が(b)である。赤色の線分が収束する第一消失点は(-739.74, -1.90)、緑色が第二消失点(109.80, 160288.54)、青色が第三消失点(1015.41, 2.54)である。

この第一消失点及び第三消失点をy軸の正の方向に移動させると、図5(c)のような煽り向きにみた図が得られる。

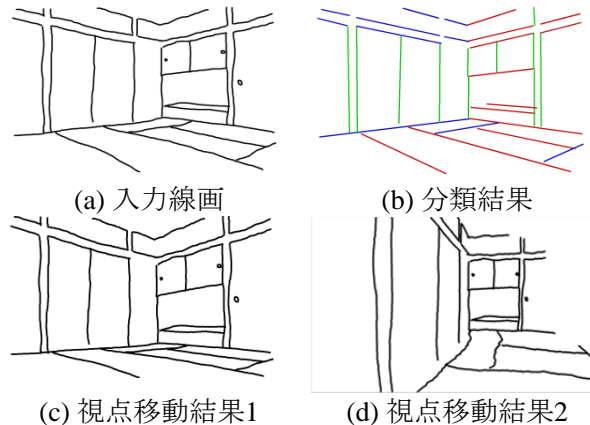


図5. 消失点の移動による画像編集の流れ.

第一消失点のx座標を負の方向に限りなく遠くする事で無限遠とし、第三消失点を(200.0, -25.0)に移動させると、一点透視図法のような図を生成する事が出来る。

線画の変形には、各線分をそれが属する消失点に向くよう回転させる事により行う。

4. まとめ

本研究では、透視図法を意識して描かれた手描き背景線画に対し、3つの消失点の観点から入力線分を3つのグループにクラスタリングする手法及び、その応用として、手描きの線分を消失点の移動に伴い、補正と修正を行い線画の編集を行う手法と線画編集システムを提案した。

線分と消失点の配置から線分の延長上に消失点が存在し得ないと判断される線分を誤分類とみなし排除するアルゴリズムを採用することで、ぶれの多い背景線画への対応にも期待が出来る。

今後の課題として、クラスタリング分類精度改善、消失点移動による画像編集アルゴリズム及びシステムの機能の追加が挙げられる。

参考文献

- [1] BoLi, Kun Peng, Xianghua Ying, Hongbin Zha, "Vanishing point detection using cascaded 1D Hough Transform from single images," Pattern Recognition Letters, Volume 33, Issue 1, Pages 1-8, 2012.
- [2] Marcos Nieto, Luis Salgado, "Non-linear optimization for robust estimation of vanishing points," Proceedings of IEEE 17th International Conference on Image Processing, ICIP 2010, pp.1885-1888, 2010.
- [3] 郷間理規, 森博志, 外山史, 東海林健二, 四面体体積最小化法による消失点検出, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J98-D, No.7, pp.1118-1121, 2015.
- [4] 倉田沙織, 森博志, 外山史, 東海林健二, 消失点検出を利用した手描きパース線画の対話的編集, 芸術科学会論文誌, Vol.15, No.1, pp.8-13, 2016.