

H-057

## 無限遠交点を含む直線交点の有界平面内の点への変換

## に基づく消失点の決定

## Vanishing Point Detection Based on Transformation of Intersection Points of Straight Line Pairs to Points in a Bounded Plane

関 靖夫†  
Yasuo Seki白玉 裕幸†  
Hiroyuki Shiratama

## 1. まえがき

都市景観等の人工物を含む画像から複数の消失点を求めることは、3次元情報の重要な手がかりを与え、従来多くの研究が成されている[1], [2]。本研究ではハフ変換により直線を求め、その直線対の交点の集積点として消失点を求めることを考える。その際、消失点のうち対応直線が平行に近い場合は、抽出された直線の雑音による角度のわずかな変動により、画像内の交点位置が無限遠を含む遠方に位置的に大きくバラツキ、関連交点を集積点として捉えることが困難である。このような状況のもとで、画像枠内消失点、画像枠外有限消失点、無限遠消失点を統一的に求めるため、画像内平行線に対応した無限遠交点を含めた直線対の交点を変換式により同一平面内の有界平面内の点に変換を行い、変換平面内で集積点を求める。計算機シミュレーションにより、本アプローチでかなり良好な結果を得た。

## 2. 消失点検出の処理の流れ

本研究で無限遠の点を含む直線対の交点を有界平面に変換することに基づく消失点の検出法の流れを図1に示す。

図中、処理(a)の原画像入力、処理(b)のエッジ抽出、処理(c)の直線ハフ変換で示す直線抽出法については、FIT2008で報告した[3]。本研究では、前研究の結果としての処理(a)~(c)を都市景観等人工物に適用して得られたハフ直線に対して、消失点検出法として、処理(d)~(g)を検討した。

変換交点画像生成(処理(d))では、平行に近い2直線の交点および完全に平行な2直線の交点とみなされる無限遠交点を含む直線交点を、有界な平面上の点に変換する平射図法を拡張した変換法を適用する。交点を求める直線対は直線の違いを表す距離が閾値以上のものに限る。ただし、この直線間距離としては、図2に示すように2直線 $l_1$ と $l_2$ の画像の外接円との交点の、画像中央O周りの2個の角度差 $\theta_1$ と $\theta_2$ の加算平均を用いる。これは、違いのすくない直線間の交点の位置は雑音により不安定となるからである。

消失点粗走査(処理(e))では、変換平面内を一定の大きさの窓で粗走査し、窓中の交点数が閾値以上で極大な窓位置を求める。走査対象の変換平面

としては、図3に示すように変換前の無限遠点に対応する実線の円に、探索窓の対角線長の半幅を加減した半径の円(点線で示す)のうちの大きい円

に外接する正方形内を採る。点線の2円は、その間の領域に探索円の中心があるとき、探索窓が無限遠対応円を含みうる範囲である。ところで、無限遠の交点は線の延びている両側のどちらにあるともいえない。また、非常に遠方の点はほぼ平行に近い直線の交点であるが、その距離は直線の方角の小さな角度変動で大きく変化し、180度反対側に移動することも十分に発生しうる。したがって、無限遠に近い場所(実線円の付近)では、180

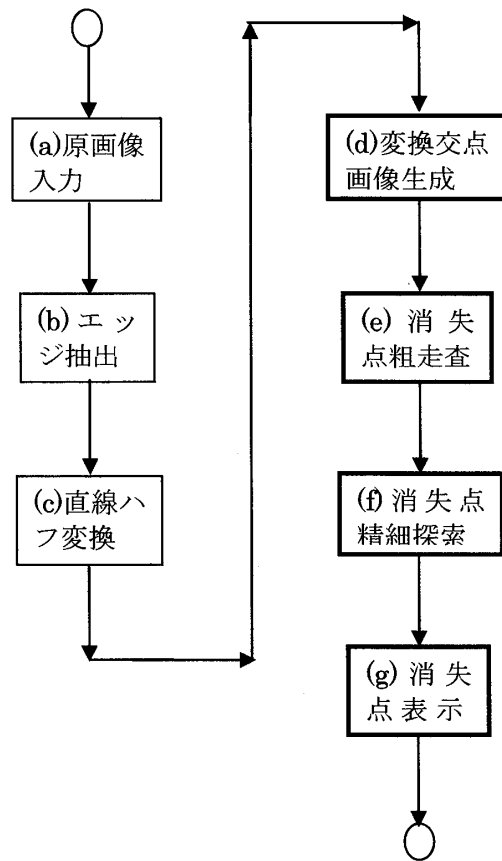


図1 消失点検出の流れ

度反対の場所での交点数もカウントする必要がある。

このために、探索窓が無限遠対応円に近いときその窓のカウントを補完する180度反対側にある窓(ここで“共役窓”と名づける)内の交点数カウントを合計したものをもとの窓のカウントとする。

ただし、共役窓は、その中心が元の窓と円の中心に対し反対側で、元の窓の中心から無限遠対応円の直径だけ離れた位置の窓である。

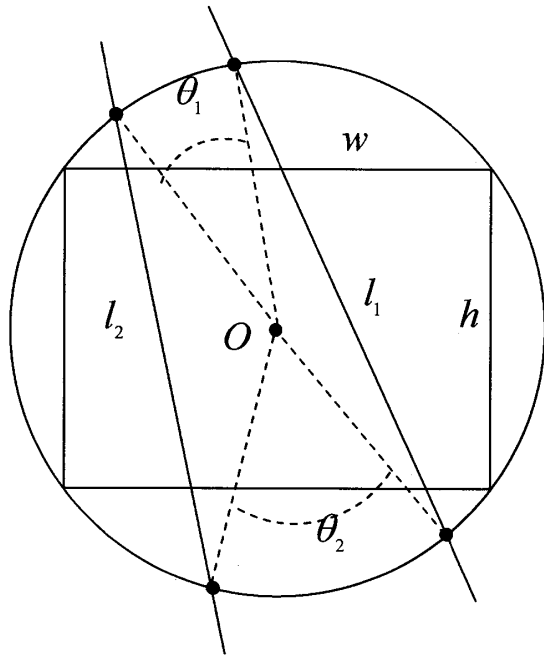


図2 直線対間の距離尺度

消失点精細探索(処理(f))では、粗探索で求めた候補に対して、粗探索の歩幅より小さい歩幅で山登り法により精密な窓位置を求める。この場合にも窓が無限遠対応円に近いとき共役窓のカウントを元の窓のカウントに加算する処理を行う。

### 3. 実験結果

図5の背景画像である原画にハフ変換を施した結果得られた直線が図5に重ね書きされている

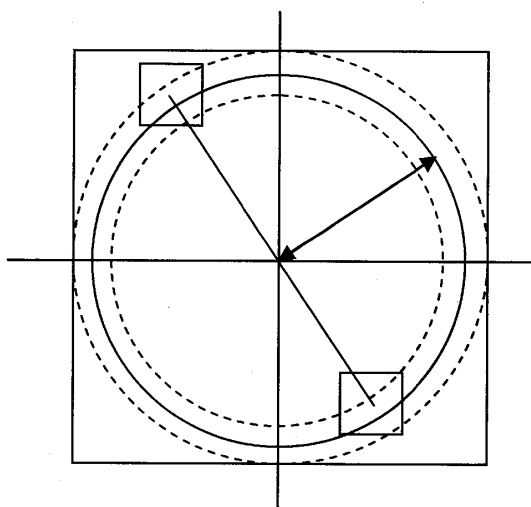


図3 探索走査対象変換平面

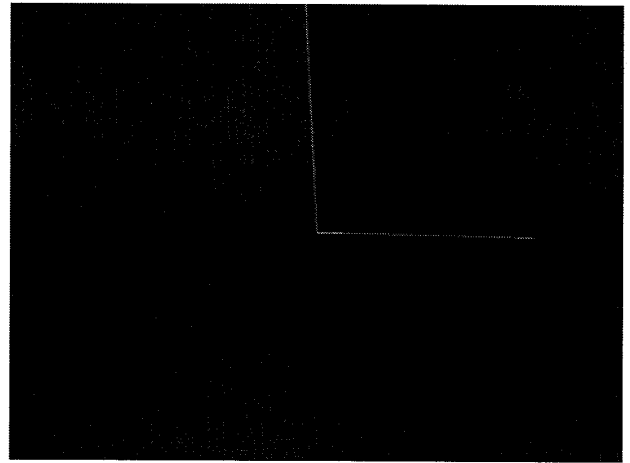


図4 検出された消失点画像

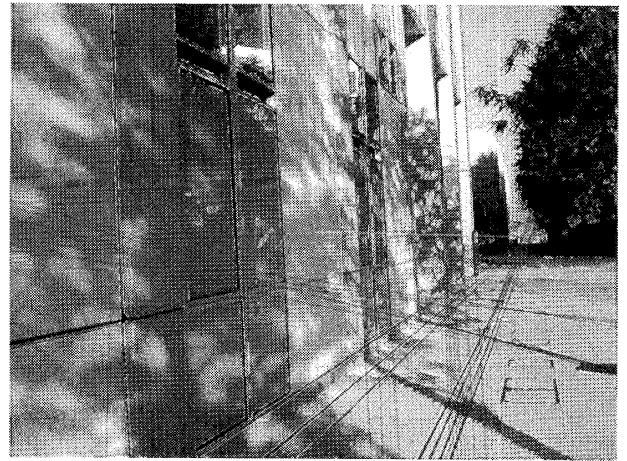


図5 検出直線と消失点の原画への重ね表示

る。この直線群に対して本報告の消失点抽出アルゴリズムを適用した結果が、図4および図5に、画像の中央から消失点に至るまでの直線で表示されており、人の感覚に十分近い精度が得られていることが分かる。

### 4. まとめ

消失点抽出アルゴリズムを提案し、適用した画像については画面内消失点および画面枠外消失点いずれについても良好に抽出されたものと考えられるが、他の画像への適用性も実験中である。

#### 参考文献

- (1) S. Barnard, Artificial Intelligence, 21, pp. 435-462, 1983.
- (2) J. A. Shufelt, IEEE Trans. PAMI, 21, NO. 3, 1999,
- (3) 関靖夫、山内敏明、小山祐紀、FIT2008、講演.H-026(Sept. 2008).