

論文の内容の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 阿部 真之

DeLaunay分割は計算幾何学における重要な手法の一つであり、画像処理やコンピュータビジョン、コンピュータグラフィックスの分野で、メッシュ生成、骨格化、顔認証などの様々な用途で利用されている。このようなDeLaunay分割の利用において、分割結果の個々の構成要素に着目することは少ない。しかし、様々な物体の内側をDeLaunay分割してその構成要素を観察すると、物体形状に依存した特殊な構成要素の存在に気付く。このような特殊な構成要素は物体形状の特徴的な情報であることから、特定物体や一般物体の検出や認識等に利用可能であると考えられる。そこで本論文では、DeLaunay分割の特殊な構成要素の抽出法とその応用として、1) 画像中の白線の検出、2) 画像中の平面凸物体の形状認識と復元、3) 画像中の平面物体のPolygonality計測、4) 凸多面体の表面上の三次元点群からのコーナー推定という4つの手法を提案し、それぞれ実験により評価する。

本論文は7章より構成されており、各章の内容は以下の通りである。

第1章では、本研究の背景としてDeLaunay分割の特徴とその応用例、本研究の動機と目的、提案する4つの手法の概要を述べた。

第2章では、二次元平面上の点群を入力として点群を頂点とする三角形群で二次元平面を分割するDeLaunay三角形分割の定義と、三次元空間中の点群を入力として点群を頂点とする四面体群で三次元空間を分割するDeLaunay四面体分割の定義、そして、それらの代表的なアルゴリズムについて述べた。

第3章では、画像中の幅一定の領域を検出する手法を提案し、車載カメラを通して取得した道路俯瞰画像から白線領域を検出する実験で提案手法の有効性を確認した。提案する画像中の幅一定の領域検出は、領域の輪郭線上でサンプリングした十分な数の点群を入力とし、点群をDeLaunay分割して生成される領域内部の三角形群のうち一辺のみが輪郭線と一致する三角形T1に着目し、T1の3辺のうち輪郭線と一致する辺を底辺としたときのそのT1の高さでその領域の幅を計測できることを利用したものである。画像の水平あるいは垂直に延びる白線だけでなく、斜めの白線に対しても幅を正確に計測でき、白線の向きに対してロバストであるという特長を持つ。車載カメラを通して取得した道路俯瞰画像に対して提案手法を適用して白線を検出する実験を行い、提案手法の有効性を確認した。

第4章では、画像中にある凸N角形領域の角の数Nと形状を、ノイズを含む輪郭線から推定する手法を提案し、シミュレーション画像および実画像を用いた実験で提案手法の有効性を確認した。提案する凸N角形領域の角の数Nと形状の推定は、領域の輪郭線上でサンプリングした十分な数の点群を入力とし、点群をDeLaunay分割して生成される領域内部の三角形群のうち全ての辺を

他の三角形と共有する少数の特殊な三角形 T_0 に着目し、 $N = [T_0\text{の個数} - 2]$ という関係と、凸 N 角形の頂点は T_0 の頂点を通り T_0 の外接円に接する直線群の交点であるという関係を利用するものである。提案手法は領域輪郭線のノイズに対して頑健であるという特長を持つ。輪郭線にノイズを付加したシミュレーション画像および実画像を用いた実験により、その有効性を確認した。

第5章では、画像中にある輪郭線を対象として、形状の多角形らしさの測度Polygonalityの計測手法を提案し、さまざまな種類の輪郭線で提案手法の有効性を確認した。Polygonality計測のための提案手法は、第4章での提案手法と同様に、輪郭線上でサンプリングした十分な数の点群にDelaunay分割を適用して生成される少数の特殊な三角形 T_0 に着目したもので、既存手法では不可能であった不連続な輪郭線への適用が可能であるという特長を持つ。多数のシルエット画像から抽出した輪郭線やそれにノイズ、欠損を与えた輪郭線、そして手書きで生成した不連続な輪郭線を用いた実験で提案手法の有効性を確認した。

第6章では、対象物体を凸多面体と限定することにより、対象物体形状データとして3Dスキャナ等で得た物体表面上の三次元点群データから物体表面のコーナー位置を少ない計算コストで推定する手法を提案し、実データを用いた実験で提案手法の有効性を確認した。提案するコーナー位置推定手法は、物体表面上の三次元点群のDelaunay分割を行い、物体内部を四面体群に分割した際に生成される全ての面を他の四面体と共有する少数の特殊な四面体 $TetA$ に着目した手法であり、既存手法と比べて計算コストが小さいという特長を持つ。3Dスキャナにて取得した複数の凸多面体の表面上の三次元点群を用いた実験により、その有効性を確認した。

第7章の結論では、本研究で得られた成果、今後の課題、展望をまとめた。