

トップダウンアプローチを意識した線分抽出

5C-4

西尾 秀一 前嶋 司
NTTデータ通信株式会社

1. まえがき

近年、画像認識理解システムの構築を指向し、トップダウンアプローチとボトムアップアプローチを組み合わせさせたエキスパートビジョンシステムの研究が進められている[1][2]。これらのシステムは特徴抽出部と認識部という2つの機能モデルに基づくエキスパートシステムであり、これら2つの機能が有機的に結合されている。特徴抽出部は原画像から画像理解に必要な特徴候補を抽出し認識部へ渡す(ボトムアップ)。また、認識部は認識対象を理解する上で必要な仮説をたてると共に、特徴抽出部より得た特徴と仮説とを比較し、理解を進めるのに必要な特徴候補の抽出を特徴抽出部へ依頼して仮説の検証を行なう(トップダウン)。

本報告では、このような画像認識理解システム構築の予備検討として、エッジ画像から線分抽出を行なう手法を提案すると共に実験結果について述べる。

2. 画像認識理解システムの基本動作

画像認識理解システムの基本動作を図1に示す。始めに特徴抽出部は、原画像からいくつかのエッジ線分を抽出し、初期特徴候補として認識部に渡す。認識部は、この初期特徴候補を用いて認識対象に対してある仮説をたてる。次に、その仮説を検証する上で足りないエッジ線分があることを判断し、そのエッジ線分の抽出を特徴抽出部に依頼する。依頼を受けた特徴抽出部は、認識部の要求に合うエッジ線分の抽出を行ない、認識部に渡す。以上の処理が繰り返されて、認識対象の理解が進む。

このような仮説・検証のプロセスをふまえると、特徴抽出部は認識部の処理要求に基づくエッジ線分の抽出を安定かつ効率的に行なうメカニズムを持つ必要がある。

以下に、その実現方式を述べる。

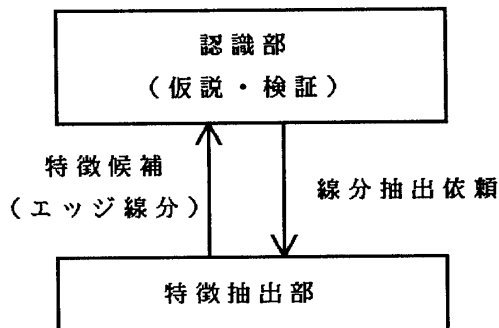


図1. 画像認識理解システム

3. エッジ線分抽出法

3.1 エッジ画像からの線分群の抽出

ここでは、各画素値が原画像におけるエッジの強さを表わすエッジ画像から、“強い”エッジ線分と“弱い”エッジ線分を区別して抽出する手法を提案する。

本手法は認識部における仮説・検証を効率的に行なうために、単なる始点・終点の集まりとしての線分ではなく、人間の低次の視覚特性に基づく、より構造化された線分を特徴候補としている。特徴構造として、平行線分、あるいは同一直線を形成する線分を得るために、Hough変換を使用している。

3.1.1 エッジの強さによる分類

一般に、原画像の中には、“強い”エッジや“弱い”エッジが混在しており、そのエッジ画像からこれら全てのエッジ線分を一度に抽出することは難しい。本手法では、エッジ画像上の各画素(以下、エッジ要素と呼ぶ)を、その画素値によっていくつかの段階に分類して、各段階毎にHough変換を行う。こうすることにより、トップダウン的な指示によって“弱い”エッジ線分を抽出する際に、“強い”エッジ線分による干渉を防ぎ、安定な抽出を行なうことができる。抽出されるエッジ線分には、その線分の確からしさとして、その段階に対応するポイントが付与される(POINT-1)。

3.1.2 線分化

Hough変換による線分抽出では、

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \quad \dots\dots(1)$$

という座標変換によって得られた $(\rho - \theta)$ 平面上で局的極大点を見つけて、その点に対応する直線上の線分を抽出するのが一般的である。しかし、極大点を見つけていることが難しい場合や、極大点以外の点が認識にとって意味ある線分に対応している場合もある。そこで本手法では、 $(\rho - \theta)$ 平面上であるしきい値以上の値を持つすべての点について、エッジ画像上の対応する直線上にあるエッジ要素を見つけ、距離の近いものを結んでいき、線分として抽出する。その際、その線分に含まれるエッジ要素の数を線分の長さで割った値が線分の確からしさのポイントとして付与される(POINT-2)。

3.1.3 線分群の構造化

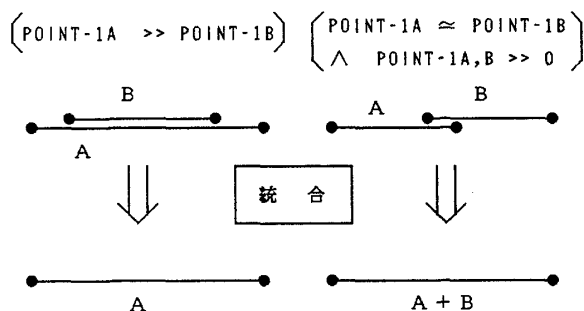
トップダウンアプローチを意識したときに、①ある線分に平行な線分、②ある線分と同一直線上にある線分、③画像上の指定した位置付近にある線分といった線分抽出の要求が考えられる。このような線分抽出を効率的に行なうために、Hough変換によって得られた線分群を、各線分の θ 、 ρ 、始点、終点の座標によって分類する。ここでは、それぞれの値があるしきい値の範囲内にあるものを同じグループとしているため、多少ずれている線分も同一グループとして分類される。

3.2 線分の統合

本手法では、①エッジの強さによる線分の分類を行う、②Hough変換後の極大点処理を行わない、という理由により、本質的には1本の線分とみなされるべき線分が数本の線分として抽出される場合がある。このため、構造化された線分群を統合する機能が必要となる。本手法では各線分に付与した線分の確からしさのポイント (POINT-1, 2) をもとに、線分の統合を行う。以下にその統合則の例を示す。

例1. POINT-1の高い線分と同グループの、POINT-1の低い線分は無視される。(図2-(a))

例2. POINT-1がほぼ等しく、POINT-2が低くない同一グループの線分は1本に統合される。(図2-(b))



(a) 例1 (b) 例2

図2. 線分の統合則の例

4. 実験結果

本手法を、立方体の濃淡画像に適用し、実験を行なった。図3に線分抽出結果の例を示す。エッジの強さによる分類により”弱い”エッジ線分も良好に抽出されることが確認された。また、抽出された”弱い”エッジ線分の中には立方体の縁近辺の細い線を示すものがあるが、線分の確からしさに注目した線分の統合により、最終的には立方体の構造を示す本質的な線分だけが抽出されている。

5. むすび

本報告では、認識部のトップダウン的な処理要求に基づくエッジ線分の抽出を安定かつ効率的に行なう線分抽出法と、この手法を立方体の画像に適用した結果について述べた。本手法の特徴は、エッジの強さによる分類によって”弱い”エッジであっても安定に抽出する事が可能であることと、線分群の構造化によって認識部の要求に合う線分の抽出が容易であることにある。また、線分の確からしさに注目した線分の統合を行なうことにより、対象物体の構造を示す本質的な線分を抽出できる。

謝辞 本研究を進めるにあたり、御指導頂いた開発本部荒川弘照第二技術部長、中村太一主任技師および開発本部諸氏に感謝する。

参考文献

[1]白井良明：“記述と照合”，信学会誌，Vol. 71, No. 11, pp. 1142-1148, (1988).
 [2]松山隆司、ビンセント・ハング：“画像理解システムSIGMA—ボトムアップ、トップダウン解析の統合”，情報学論，Vol. 26, No. 5, pp. 877-889, (1985).

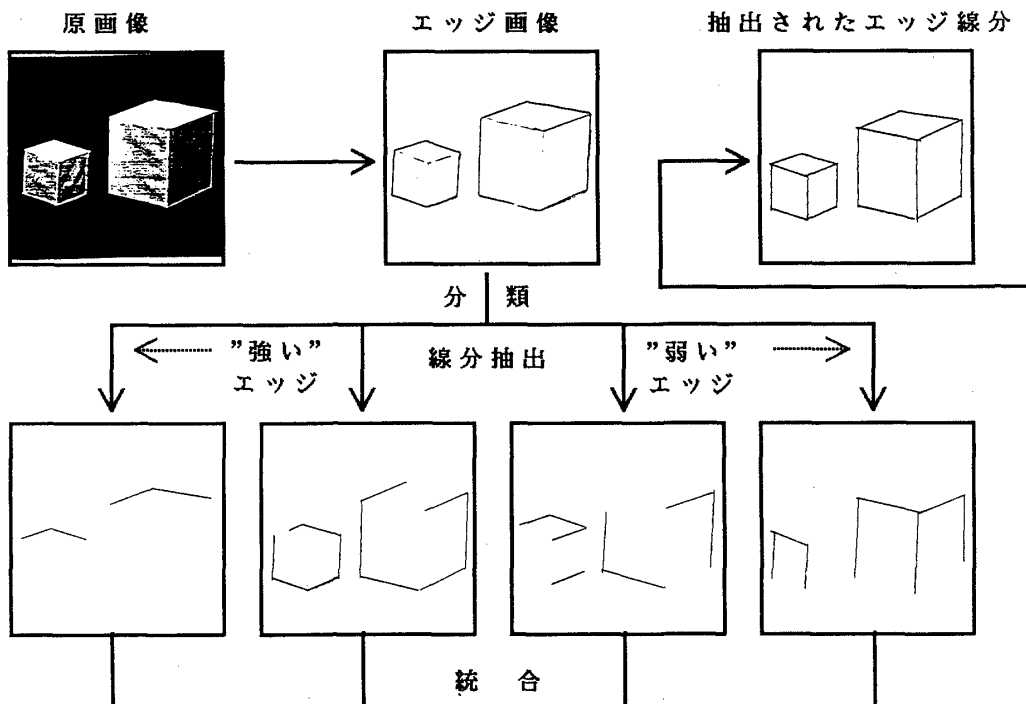


図3. 実験結果