

1B-8

画像処理用超並列プロセッサ AMP における 図形認識法とその評価

松尾仰志[†] 山元規靖[‡] 鶴田直之[‡] 谷口倫一郎[‡] 雨宮真人[‡]
[†]九州大学工学部 [‡]九州大学総合理工学研究科

1. まえがき

著者らは、画像処理のための柔軟で高能率な並列処理を実現する自律型非同期超並列プロセッサ AMP^[1]とそのプログラミング言語 Valid-A^[2]を開発している。AMPの各PEは、外部メモリ(共有メモリ)を持たず、格子状のネットワークで結合されている。通常の画像処理プロセッサでは、早期処理以外の図形認識などの実現は困難であるが、AMPでは画像の早期処理から画像理解のレベルまで種々の処理を実行させることを設計の基本方針としている。

本稿では、2次元の多角形認識を例にAMPにおける図形認識法について述べる。

2. 並列マシンにおける図形認識

多数のPEを持つ並列マシン上での画像処理では、その期待される並列性から、各画素に対する処理ごとにPEに割り付ける方法が考えられる。この場合、図形認識では、画像内オブジェクトの特徴抽出と抽出された情報の収集判定といった処理を行なうことになる。並列マシン上での効率の良い図形認識のためには、特徴抽出はできるだけ局所的に行ない、情報の収集も並列に行なわれる必要がある。

以下では、AMP上での効率の良い図形認識の手法について多角形認識を例に述べる。

3. AMPにおける多角形認識

多角形認識では、濃淡画像の入力に対して二値化、雑音の除去等のフィルター処理、ラベリング、図形判別の順で行なわれるが、今回は図形の判別の部分に注目する。

AMPにおける図形判別は、前述の局所的な特徴抽出と並列的な情報収集を行なうもので、以下にその手法を述べる。

3.1 多角形の特徴抽出

多角形はその輪郭線が直線と頂点によって構成されているため、これを認識するには対象となるオブジェクトの境界線が直線と頂点のみによって構成されているか否かが分かれば良い。局所的な直線と頂点の特徴抽出のアルゴリズムを以下に挙げる。

1. 画素の周囲8近傍の画素値を得、境界線を抽出する。以後境界線に注目する。
2. 境界線上の各画素において、8近傍の値をもとに境界線の勾配を得る。
3. 境界線上の画素の左右の境界線上の数画素分の勾配を比較して、その差が大きければその画素を頂点を構成する画素とし、差が小さければ直線を構成する画素とする。

上記アルゴリズムによりオブジェクトの境界線上の画素は頂点を構成するものと直線を構成するものに分類される(図1)。ただし、ここでは局所的に分類している

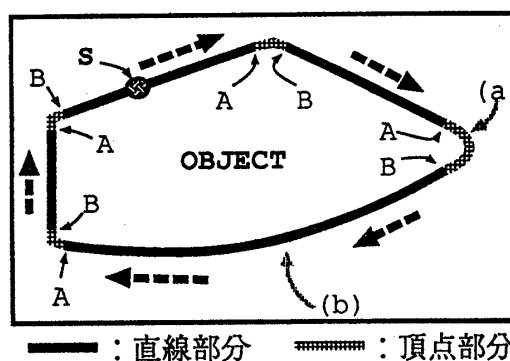


図1: 多角形の特徴抽出と情報収集

ため、図1(a)のように頂点を構成する画素は急激な曲線上の画素であるかもしれず、また図1(b)のように直線を構成する画素は緩やかな曲線上の画素である可能性もある。曲線の場合は多角形であるとは言えないが、その判定は次の特徴情報収集において行なう。

3.2 特徴情報の収集

次に、上記アルゴリズムにより分類された境界線の頂点、直線情報を集計し、幾つの頂点を持つ多角形であるかを判定する。ただし、その際、曲線判定をする必要がある。曲線判定は以下のように行なう。

[頂点部分の曲線判定]

一つの頂点を構成する境界線上の画素数がある閾値以上の場合には曲線とし、閾値以下の場合には頂点とする。

[直線部分の曲線判定]

Shape Recognition on Massively Parallel Image Processor AMP

Kouji MATSUO[†], Noriyasu YAMAMOTO[‡], Naoyuki TSURUTA[‡], Rin-ichiro TANIGUCHI[‡], Makoto AMAMIYA[‡]

[†]Faculty of Engineering, Kyushu University

[‡]Department of Information Systems, Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University

直線部分の線に沿った長さとして線の端点座標から計算によって求まる長さを比較し、差が大きい場合は曲線、そうでない場合は直線とする。

上記の曲線判定を行なうには境界線上を周回探索する必要がある。AMP上で情報の収集と曲線判定を行なうには、縮退を用いる方法と情報を境界線上を周回させる二つのアルゴリズムが考えられる。

3.2.1 縮退による情報収集

縮退による情報収集では、縮退の前に曲線判定を行なう。その方法は、直線部分と頂点部分の境界点(図1のA, B)から時計回りに次の境界点まで下記の情報を境界線に沿って伝搬させる。

- (直線部分上の伝搬)
伝搬開始点の座標と伝搬に沿った直線部分の長さを数えるカウンター。
- (頂点部分上の伝搬)
頂点部分の長さを数えるカウンター。

以上の情報により各境界点で前述の曲線判定が行なえる。この判定結果と境界点の数を、オブジェクト領域の縮退を用いて一ヶ所に集める。一つでも曲線部分があれば多角形ではなく、曲線部分がなければ(境界点の数)/2が多角形の頂点数である。もちろん、境界点の数が0であれば多角形ではない。この判定値は集計点から周囲に伝搬させることにより、領域内の全画素にもたらされる。

3.2.2 周回による情報収集

境界線上の各画素より時計回りに次の値を境界線に沿って周回させる。

- t : 頂点の数を数えるカウンター。
- h : 一つの頂点を構成する画素を数えるカウンター。
- l : 直線の長さを数えるカウンター。
- b : 直線開始点の座標を保持する。
- x : 周回開始点の座標を保持する。
- c : 曲線判定値。

x に開始点の座標を入れ、その他は0を代入し周回させる。以後これらの周回データは各境界線画素において以下の手続きがなされる。

1. b が画素の座標と同じであれば終了。
2. c が1であれば7へ。
3. 画素が直線部分から頂点部分に変わる境界点の場合、 $h=1$, $t=t+1$ とする。また、画素の座標と b の直線開始座標を使って直線部分の長さを算出し、 l と比較して差が大きければ $c=1$ として7へ。差が小さければ7へ。
4. 画素が頂点部分から直線部分に変わる境界点の場合、 $l=0$ とし、 b に画素の座標を入れる。また、 h の値が頂点として認識される閾値以上であれば $c=1$ として7へ。閾値より小さければ7へ。

5. 画素が単なる頂点部分である場合、 $h=h+1$ として7へ。

6. 画素が単なる直線部分である場合、 l に周回距離を加算して7へ。

7. データを周回させ、1へ。

周回中に $c=1$ となると、このオブジェクトの境界線は曲線を持つこととなり、以後元の座標に戻るまで周回中の処理は行なわれない。このアルゴリズムでは、 t で表される頂点の数と、 c で表される曲線判定値が境界線上の各画素で求められる。よって、境界線上から領域内の各画素に図形判定の結果が伝搬される。

4. 評価

前述の特徴抽出は局所的に行なわれるので効率が良いが、その後の特徴情報の収集は、プログラミングによっては効率が悪くなる。以下では、ここで提案した特徴情報収集のアルゴリズムの手間について考察する。

縮退による手法でかかる手間は、オブジェクトの辺の長さの最大値を H_{max} 、縮退にかかる手間¹を S とすると、 $O(H_{max})+S$ である。手間数で分かるように、縮退による手法は、多数の短い辺で構成された細長くないオブジェクトを含む画像に向いている。

周回による手法でかかる手間は、オブジェクトの周囲長を B 、オブジェクトの内接円の半径の最大値 R_{max} とすると、 $O(B+R_{max})$ である。これから分かるように、周回による手法は、一つの辺の長さには関係なく、縮退による手法に対して、細長いオブジェクトを含む画像に適している。

5. むすび

本稿では、AMP上での図形認識の手法について、多角形認識の図形判別について具体例を挙げて述べた。並列マシンでの図形認識では、なるべく並列に処理を実行するため、局所的な特徴抽出とその情報の集計といった方法が考えられる。ここでは、多角形認識における特徴情報の集計の並列的手法として領域縮退による手法と領域の境界上を周回させる手法を示した。辺が短く太めのオブジェクトを含む画像には縮退による手法が、辺が長く細長いオブジェクトを含む画像には周回による手法が用いられることが望ましい。

参考文献

- [1] 谷口, 雨宮: “画像処理と理解のための自律型非同期超並列プロセッサAMP”, 「画像理解の高度化と高速化」シンポジウム講演論文集, pp.53-58(1989).
- [2] 山元, 鶴田, 谷口, 雨宮: “画像処理用超並列プロセッサAMPのプログラミングと性能評価について”, 情報処理学会論文誌, Vol.32, No.7, pp.933-940(1991).

¹縮退にかかる手間は、オブジェクトのスケルトン上の二点間のスケルトンに沿った距離の最大値と、最大値を与える二点からオブジェクトの境界までの距離を加えたものに比例する。