

画像処理における区分的ハフ直線によるハフ変換法の並列化とその評価*

5 P - 2

長谷川 剛 二宮 茂樹 渋谷 進†
茨城大学工学部情報工学科‡

1 はじめに

デジタル画像処理は、コンピュータの発展とともに急速に発展し、さまざまな処理手法が開発されてきた。その1つのハフ変換法はデジタル画像中に存在する直線などを安定に検出する有力な特徴抽出手法である。しかし、この方法には要求される検出精度の高度化にともなって、 θ - ρ パラメータ空間用メモリと処理時間の激増を招く欠点がある。このため、基本演算部の計算コストを削減し、ハフ変換を高速化する区分的ハフ直線によるハフ変換法が考案されてきた[1]。本研究では、より高速化を実現するために区分的ハフ変換法の並列化を行った。 θ - ρ パラメータ空間における θ を等分割し、それぞれをプロセッサに割り当て、一つ一つのプロセッサで区分的ハフ変換を行い、その性能を評価した。

2 区分的ハフ直線の導入

θ - ρ パラメータ平面において、図1に示すように θ 軸($0 \leq \theta \leq \pi$)を等間隔で m 分割して、分割点を $\theta_0, \theta_1, \dots, \theta_m$ と表す。ハフ曲線が直線 $\theta = \theta_k$ ($k = 0, 1, \dots, m$)と交わる点を (θ_k, ρ_k) とする。これら、

$$(\theta_{k-1}, \rho_{k-1}) - (\theta_k, \rho_k); \quad k = 1, 2, \dots, m$$

を結ぶ m 本の直線セグメント群を「区分的ハフ直線」とよぶ。図1に示すハフ曲線を近似する折れ線群がここでの区分的ハフ直線である。

* A parallel method of piece-wise linear Hough transform of images and its evaluation

† Tsuyoshi Hasegawa, Shigeki Nimiya, Susumu Shibusawa

‡ Department of Computer and Information Sciences, Ibaraki University

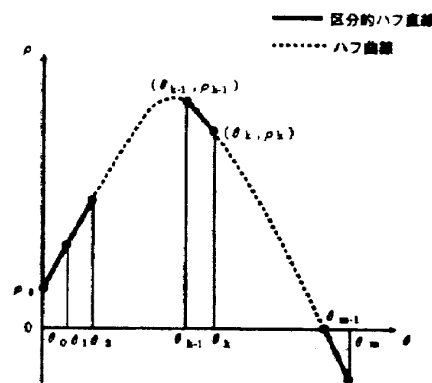


図1: 区分的ハフ直線の導入

3 区分的ハフ変換法の並列化

3.1 並列アーキテクチャ

本研究で用いたAP1000の構成を図2に示す。

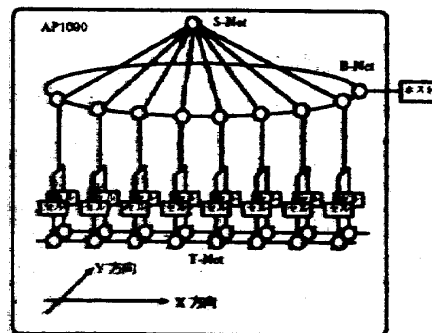


図2: AP1000 アーキテクチャ

3.2 方法

0 から 180 度の範囲を指定したセル台数で等分割して、それぞれの分割した範囲にセル1台を割り当て、区分的ハフ変換を行う。ここでは、それぞれの

範囲で区間2分割の場合の区分的ハフ変換法を用いた。図3にセル台数を1としたときの区間2分割の場合の区分的ハフ直線を示す。画像は128×128の2値画像を用いる。画像データは画素値が1の点を512個（直線4本分）、1024個（直線8本分）の2種類を用意した。

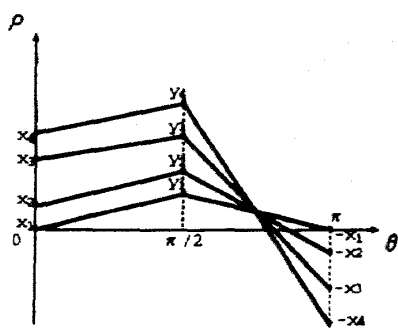


図3: 2分割区分的ハフ直線群

3.3 ホストとセルのプログラムの説明

区分的ハフ変換を行う際のAP1000のホストとセルのプログラムを以下に説明する。

- ホストプログラム
ホストでは、128×128の画像からデータを読み込み、画素値が1の点を調べ、その点のx座標とy座標のデータをすべてのセルにブロードキャストする。また、セル構成及び、セル台数を決め、その情報もブロードキャストする。
- セルプログラム
セルでは、送信された画像データについて、各セルの範囲領域内で区間2分割の場合の区分的ハフ変換を行う。

4 実験

実験状況として、セル数を1台から複数台に変化させながら時間を測定した。実験回数はそれぞれのセル台数で10回ずつ行った。今回用いたAP1000は、8×2のセル構成となっていて、同じセル数でもX方向セル数とY方向セル数が違うため、それぞれの測定を行った。それぞれの場合の測定時間の平均を求め、その結果を表1に示す。測定時間はデータがセル側に送信されてから直線が検出されるまでの時間である。図4は表1の測定結果を図にしたものである。

表1: それぞれのセル数の平均測定時間

セル台数	X方向セル	Y方向セル	測定時間(秒)	
			512点	1024点
1	1	1	1.37834	2.34557
2	1	2	0.89056	1.37782
2	2	1	0.89052	1.37778
4	2	2	0.64002	0.88236
4	4	1	0.63999	0.88237
6	3	2	0.55868	0.72230
6	6	1	0.55864	0.72230
10	5	2	0.49486	0.59591
12	6	2	0.47382	0.55371

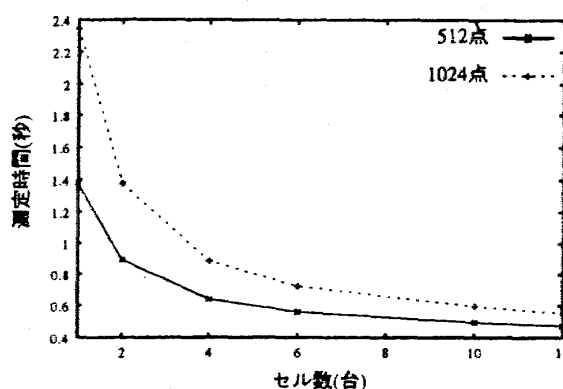


図4: 時間の測定結果

5 考察

表1のセル構成において、直線は正しく検出された。実験の結果より、セル台数を増やすと測定時間が短くなり、データ数が増えると時間が長くなるという結果が得られた。また、X方向とY方向のセル数が異なると、若干ではあるけれど測定時間に差が見られる。今回は検出される直線が単純な場合を対象としたので、より複雑な直線を検出させることが今後の課題である。そして今回用いたAP1000は最大セル数が16台なので、さらにセル数が増えた場合ではどうなるかということも課題である。

謝辞 ご討論頂いた茨城大学工学部情報工学科渋沢研究室の皆様へ深く感謝致します。

参考文献

- [1] 奥水大和, 沼田宗敏, “区分的 Hough 直線による高速 Hough 変換法 PLHT について,” 信論誌, D-II, Vol. J72-D-II, No.1, pp.56-65, 1989.