

SAR シグネチャアルゴリズムの並列処理*

1 L-3

星 仰 山田 貴浩 中井 賢一†

茨城大学‡

1 はじめに

電磁波の散乱をストークパラメータを用いて取り扱うとき、入射波と散乱波のストークパラメータは 4×4 の実行列によって結び付けられる。この行列はストークス行列又はミューラ行列と呼ばれる。この行列は散乱行列と同様に、物体の散乱特性を完全に表現する。偏波シグネチャはこのミューラ行列を用いて、送信アンテナと受信アンテナの偏波状態を定めた時の後方散乱係数と偏波特性から算出するものである。この際、楕円方位角、楕円率角の変位を少なくするほど詳細なデータを得ることができるが、それに比例して処理時間が増大するという欠点があった。

これらの処理を高速化する目的で並列処理化を行ったのでその概要について述べる。

2 偏波シグネチャ

電磁波の偏波は一般に図1に示すような偏波楕円で表現される。この偏波楕円は回転角 ψ と楕円率角 χ とによって決まる。 ψ は楕円の長軸と水平との角度を表し、 χ は楕円の丸み具合を表す。また、 χ によって電界ベクトルの回転方向も表される。

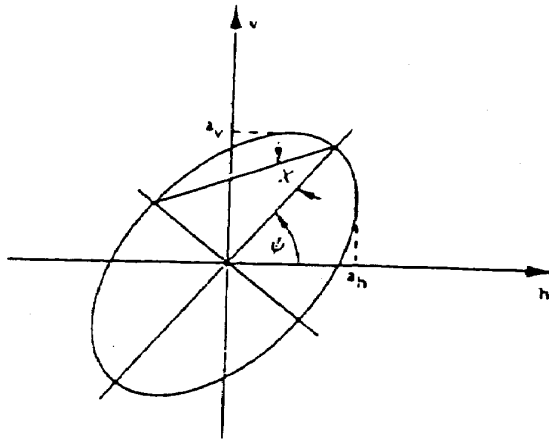


図1 偏波楕円

画像上で同じ性質と見られる領域から一区画切り出し、その切り出した部分の全ピクセルについてミューラ行列を求め、それを平均化する。その行列「Ma」は、スペckルノイズの影響を平滑化したもので、後方散乱係数 σ^0 と関係付けることができる。これが偏波シグネ

チャである。

送信と受信の偏波の組み合わせは無数に考えられるが、多くの場合、送信と受信の偏波が同一または直交な組み合わせが重要となり、この2つの場合での偏波シグネチャを視覚的に表現したのが偏波シグネチャダイアグラムである。これは送信偏波を規定する角度(ψ , χ)を与えそれに対するシグネチャを3次元的にプロットしたものである。この際、直交偏波の場合では受信偏波の χ は送信偏波の χ に $\pi/2$ を加えたものになるということに注意が必要である。

3 逐次処理用アルゴリズム

逐次処理アルゴリズムは以下の通りである。

- (1) 分析領域を切り出したファイル名など必要なデータの入力する。
- (2) 分析領域のピクセルごとに、10バイトデータから散乱行列の要素を算出する。
- (3) 項目(2)で算出した要素からミューラ行列に変換
- (4) 各ピクセルごとの後方散乱係数 σ^0 を計算する。
- (5) 全ピクセルの σ^0 を加算し、平均化する。
- (6) 配列に保存する。

なお、変数の範囲は $\psi: 0^\circ \sim 180^\circ$, $\chi: -45^\circ \sim +45^\circ$ で、1度刻みとした。

4 並列処理の概要

計算機の性能はここ数年で飛躍的に伸びている。リモートセンシング、気象予報、航空宇宙、原子物理、電磁波などの分野では高速処理の要求がある。このようなニーズに応える一つの手段が、並列処理計算機の利用である。並列処理とは、ジョブを複数の独立したプロセス単位に分割してこれらを複数のハードウェア装置を用いて処理することである。最も簡単な例として行列計算を挙げる。 n 行 n 列の2つの行列を加えるには n^2 個のスカラ加算演算がいる。しかし、 n^2 個の加算器があつて、これらが全部同時に演算を実行できるのであれば、行列は1ステップで加算出来る事になり処理時間は $1/n^2$ になる。本研究では複数のCPUを使うマルチプロセッサシステムを使用する。CPUを数台並べて用いることにより性能を向上させると共に、システム全体の信頼性を向上させることを目標としたシステムである。

5 利用する並列処理用アルゴリズム

使用したマシンはシーケントとAP1000の2台の並列処理用に開発されたマシンである。シーケントは共有メ

**Parallel Processing of SAR Signature Algorithm*

†Takashi Hoshi and Takahiro Yamada and Kenichi Nakai

‡Ibaraki University

4-12-1 Naka-narusawa, Hitachi, Ibaraki 316, Japan

メモリ型並列であり、一つの大きなメモリ内部に自分の子プロセスを作り出しそれを別々のプロセッサに割り当てて並列処理をさせる方式である。処理手順は以下に示す通りである。

- (1) 共有メモリを定義する。
- (2) メインプログラム起動&処理をする。
- (3) `m_fork`により引数として指定された関数を子プロセスとして作る。
- (4) 子プロセスのプログラムをそれぞれ別々のプロセッサで処理する。
- (5) メインの処理に戻る。

一方 AP1000 は分散メモリ型並列であり、始めから別々のメモリを持つプロセッサ（セル）が用意されていて、それにデータを転送して並列処理を行う。AP1000 では処理手順は以下に示す通りである。

- (1) ホストプログラム起動&処理をする。
- (2) セル構成指定をする。
- (3) 独立したメモリ上でセルプログラム起動する。
- (4) セルにデータを送信する。
- (5) セルの処理を行う。
- (6) 結果をホストに送信する。
- (7) ホストの処理に戻る。

2台とも最大プロセッサ数は16個である。

子プロセス又はセルで処理する内容は偏波シグネチャ計算部分のみである。用いたプロセッサ数で各々の ψ の計算量が変わってくる。例えば、3プロセッサの場合、1番目のプロセッサは ψ の0～60度まで、以下2番目は61～120度、3番目は121～180度という具合に処理される。

6 スペースシャトル画像の適用とその結果

偏波シグネチャを算出するのに用いた SIR-C: SAR 画像の鹿島地区の市街地であり、画像サイズは 30*30 ピクセルである。図2に並列計算機2台の処理時間の比較を、図3にシングルプロセッサ時の処理時間の比較を示す。ただし、SUN SPARCstation20と SUN ULTRA2000 は最初から2 CPU マシンである。ななめハッチング部分は、2 CPU の処理時間である。

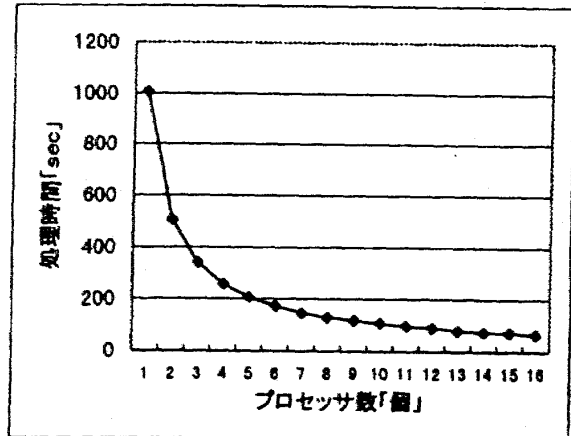
結果としてプロセッサ数の増加に伴い処理時間が短縮できていることが分かる。

7 おわりに

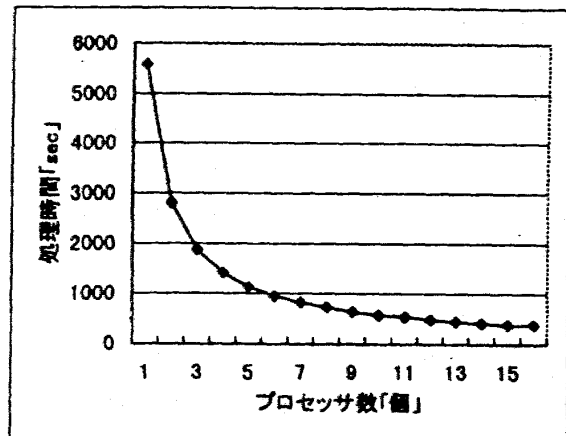
偏波シグネチャの算出に並列処理を用いたが、テスト画像データが 30*30 ピクセルと小さいために、その処理効果は比較的少なめであろうが、図2のように5 CPU を用いると単 CPU の5分の1程度になることが明らかになった。特に、2 CPU の効果は非常に大きい。

参考文献

- [1] 村岡洋一：“並列処理”、昭晃堂、pp.1-12、1986。
- [2] ERSDAC：“合成開口レーダ”、資源観測解析センター、pp.332-341、1992。



(a) シーケント



(b) AP1000

図2 並列化と処理時間の比較

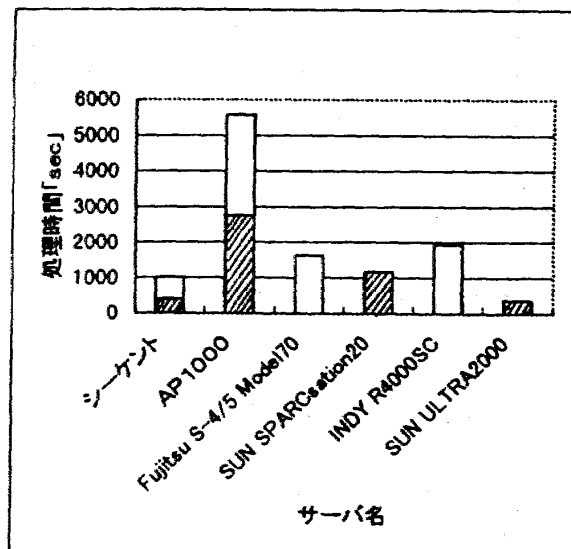


図3 1プロセッサによる処理時間比較