

# 1 アルゴリズム活動グループ

山本博資

情報理工学系研究科 数理情報学専攻

## 1 はじめに

コンピュータやネットワークの高速化, 大容量化に伴い, ビジネス, 行政, 研究開発などの活動により深くコンピュータを利用するようになって来ている. また, 携帯電話を始めとしたユビキタスなネットワーク環境の充実により, 冷蔵庫や電子レンジといった家電製品, 自動車, 自動販売機等がインターネット接続され, さらに, ウェアラブル・コンピュータと呼ばれる身に付けるコンピュータが実用化される日も遠いものではない. このように, 現在および将来の我々の社会は, コンピュータとネットワーク大きく依存しており, ひとたび障害が生じると, 大きな損失を社会にもたらすことになる. それらの障害は, ハード的な問題によるもの以外に, それらをうごかすソフトやアルゴリズムの脆弱さに起因する 경우가多い. 例えば, デジタル計算機における有限精度計算による誤差, ネットワーク環境における負荷変動, 通信路の雑音, モデルと実際の対象との不整合など, さまざまな要因がアルゴリズムの動作を不安定とする可能性がある.

アルゴリズム活動グループでは, 対象として「計算機, ソフト, 通信, 応用」の各分野におけるアルゴリズムを取り上げ, 上記のような不安定要因を詳しく調べると共に, それらの不安定要因の存在の下でも, ロバストに動作するアルゴリズムの開発を目指している.

具体的には, 並列計算機をロバストに使用するための「超ロバスト並列計算」, ロバストなソフトウェアを構成するための「ロバストソフトウェア構成法」, ロバストに安全で高品質高効率な通信や記録を実現するための「符号化におけるロバス

ト計算」, ロバストな幾何計算を目指す「超ロバスト幾何計算」の4つのテーマを対象に研究を行っている. 次節で各テーマの研究内容と本年度の研究成果の概要を紹介する.

## 2 研究目的と本年度の成果の概要

### 1. 超ロバスト並列計算

研究者: 小柳義夫, 須田礼仁, 西田晃  
(情報理工学系研究科 コンピュータ科学専攻)

目的: グリッドのようにネットワークや計算機の構成・性能が動的に変動する並列計算機において, ネットワークや計算機の故障, 追加, 負荷の変動などの外乱に対しロバストに適応し, 計算能力を効率よく引き出す手法を開発する. 数値アルゴリズムと並列化手法の両面から性能のロバストネスを導く.

成果: Fast Ethernet, Gigabit Ethernet の2種類のネットワークで接続された PC クラスタを構築し, 広域計算機環境におけるネットワーク帯域幅の計算性能に与える影響を評価した.

プロセッサやネットワークの予期しない停止にロバストに対応するためのチェックポイントシステムにおいて, チェックポイントのオーバーヘッドを必要最小限に抑えるためにユーザレベルでのチェックポイント制御を行う方式を提案し, 性能評価を行った.

## 2. ロバストソフトウェア構成法

研究者：武市正人，胡振江，筧一彦  
(情報理工学系研究科 数理情報学専攻)

目的：モデル検査等の形式的手法に基づいて，ロバストなソフトウェアを構成する方法を確立し，融合プロジェクトを通じて，その手法の有効性を実証する．

成果：時相論理式で記述されたプログラムの性質の解析処理を自動化するツールを開発し，その実用性を明らかにした．ロバストソフトウェアの構築法に関する国際ワークショップを開催し，今後の研究に対する方向付けを与えた．

## 3. 符号化におけるロバスト計算

研究者：山本博資，小川朋宏  
(情報理工学系研究科 数理情報学専攻)

目的：データの特性や通信路の状態，不正者からの攻撃方法，あるいは計算機の計算精度などによらず，ロバストに「安全，高品質，高効率」である符号化技術の開発を目指す．

成果：連続値あるいは非常に大きなアルファベットサイズのデータに対して，有限精度で効率良く算術符号化可能なアルゴリズムの提案と性能評価を行った．

SNR が時変である通信路に対して，ロバストに小さい誤り率と少ない復号回数を達成できるターボ符号 ARQ(自動再送要求)方式の提案とその性能評価を行った

盗難および破壊の脅威に対してロバストな安全性を有する秘密分散法および視覚復号型秘密分散法の新しい方式の提案とその性能評価を行った

## 4. 超ロバスト幾何計算

研究者：杉原厚吉，西田徹志  
(情報理工学系研究科 数理情報学専攻)

目的：幾何計算は一般に誤差に脆弱であるが，誤差が生じる計算環境でも安定して動作する幾何アルゴリズムの構築とその汎用的方法論としてのロバスト幾何計算技法の確立を目的とする．

成果：自由な形状の曲面をいくつかの空間の点で記述し，それらから元の曲面を不自然さがなくロバストに補間可能な，大域的連続性を保つ局面表現法の提案し，その性能評価を行った．

立体を三角形メッシュデータで近似する，細分割を利用した曲面メッシュ圧縮法の提案し，その性能評価を行った  
結晶成長ポロノイ図や電荷分布ポロノイ図のように二等分線が存在しない場合に対するポロノイ図の計算法の提案し，その性能評価を行った

起伏のある地形の移動方向に依存する一般化距離の計算に，偏微分方程式の数値解放を利用して計算する手法の提案し，その性能評価を行った．

## 3 シンポジウムおよび他分野との融合

本年度は，ロバストソフトウェア構成法に関して，下記の国際シンポジウムを開催した．

タイトル：Workshop on Robust Software Construction (WRSC2003)

場所：IPC 生産性国際交流センター

日程：2003年2月28日～3月2日

また，超並列計算では，2003年2月18日に，「大域ディペンダブル情報基盤」プロジェクトの田浦助教グループと合同セミナーを開催し，互いの研究成果の発表および討論を行った．

上記以外にも，各テーマごとに，他の融合プロジェクトあるいは超ロバスト計算プロジェクトの他のサブプロジェクトと交流し，研究内容に関する情報交換や議論を行っている．