

分散型並列パラメタサーベイ支援ツール ParaVEY

2G-4

佐藤裕幸[†], 川上かおり[†], 白石将[†], 中島克人[†], 後藤明広[‡]

†三菱電機(株) 情報技術総合研究所

‡三菱電機(株) 設計システム技術センター

1 はじめに

ParaVEYは、複数のパラメタの最適な或いはある評価基準を満足する組合せを発見するパラメタサーベイを分散並列環境で支援するためのツールである。本稿では、この ParaVEY の機能概要について報告する。

2 開発の背景と目的

一般的にパラメタサーベイは、以下のような特徴を持っている。

- 一つのパラメタの組合せ(以後これをパラメタセットと称す)の評価にそれぞれシミュレーション実行が必要となる場合が多く、その処理に時間がかかる。
- それぞれのパラメタセット間に独立した並列性がある。

そのため、並列処理による高速化、特に余剰CPUの有効利用が図れるWS/PCクラスタによる並列処理の期待が非常に高い。

我々は、LSIの論理シミュレーションのように、データが予め人手で用意されているものを実行対象とする、WS/PCクラスタ上の分散型並列処理支援ツールとして、ParaJETを開発してきた[1]。しかしながら、パラメタサーベイでは、データ(複数のパラメタセット)の生成・集計・評価、そして、前回の実行結果(求めた中間結果の評価)に基づいた次のデータの生成までを含めた自動化が期待されている。ParaVEYは、この期待に応えるために研究開発を行っている分散型並列パラメタサーベイ支援ツールである。

3 設計方針

ParaVEYは、多くの設計分野に適用可能なように、以下の方針に基づいて設計されている。

- 特定のアプリケーションに依存せず、できるだけ独立したシステム構成とする。そのために、アプリケーション依存部分を切り出し、共通化できる部分

A Parallel Parameter Survey Support Tool ParaVEY

Hiroyuki Sato, Kaori Kawakami, Masashi Shiraishi,
Katsuto Nakajima, Akihiro Goto
Mitsubishi Electric Corp.

5-1-1 Ofuna, Kamakura, Kanagawa 247, Japan

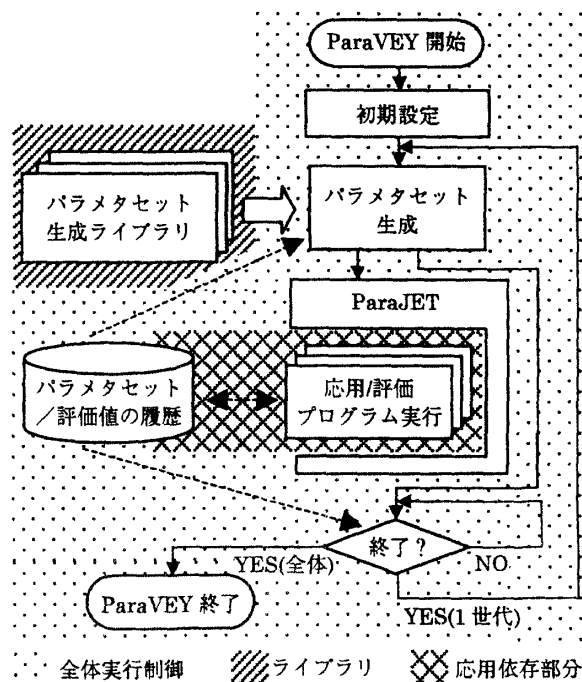


図 1 ParaVEY における最適設計の流れ

についてはライブラリ又は雛形の形で提供する。

- 多くのパラメタサーベイの方法に対応できるように、拡張性を持たせる。また、ファイル I/F やプロトコルの一部を公開し、ユーザによる拡張・改良を可能にする。特に初期の版では、これら拡張・改良を容易にするために、Perl のようなインタプリティブな記述言語で実装する。

4 システム構成と最適設計の流れ

パラメタサーベイでは、パラメタセットを適当に幾つか生成し、それに基づき主にシミュレーションのようなアプリケーションプログラムを実行し、良い結果が得られたパラメタセットを基にして新たなパラメタセットを生成してアプリケーションプログラムの実行を繰り返すという作業を行うことが多い。ParaVEYは、この一連の作業を自動化するものである。

図 1 に、ParaVEY のシステム構成及び最適設計の流れを示す。ParaVEY は、全体の実行制御部分及びパラメタセット生成のライブラリを提供する。また、アプリケーション及び解の評価については、各アプリケーションに依存する部分なので、ある程度の規定を設けるが、ユーザの責任とする。

ParaVEY における最適設計は、以下のように行われる。

- a) パラメタセットの生成方法、終了条件の指定、実行に必要な準備等の初期設定を行う。
- b) パラメタセットを複数生成する。典型的な幾つかの生成方法がライブラリとして提供されるが、ユーザ自身で自由に生成しても構わない。
- c) b)で生成されたパラメタセット群をアプリケーションに与え、ParaJET により並列実行する。この際ユーザは、アプリケーションが求めた解の評価も行い、パラメタセットと共に履歴として保存する。この履歴には、システムで規定したパラメタセットとその評価値のペアや実行制御の指示の他に、ユーザが自由に書き込み/参照できる情報を入れておくことができる。
- d) 並列実行された全てのアプリケーションの終了を履歴を定期的に監視することで検知する。満足の行く解が見つかった時や ParaVEY 全体の実行を中止したい場合には、履歴に「全体終了」という指示が、応用/評価プログラムによって入れられている。
- e) ここまでを1つの世代と呼び、満足の行く結果が得られなければb)に戻って次の世代を実行する。この際のパラメタセットの生成は、前世代の実行結果（パラメタセット/評価値の履歴）を基に行う。満足の行く結果が得られれば、ParaVEY 全体を終了とする。

このように、前世代の実行結果を基に、次の世代のパラメタセットを生成しているのので、効率的な最適設計（最適解探索）が自動的に行える。

5 パラメタセット生成ライブラリ

ParaVEY におけるパラメタサーベいの進め方は、世代毎に探索空間を限定しながら、アプリケーション実行を行うサンプリングポイントを段階的に詳細化していくという方法を基本としている。つまり、パラメタの値域が連続値であり、解の評価値分布も連続的に変化しているような問題を主な対象としている。

そこで、各パラメタ毎の生成方法として、以下のような機能をライブラリとして提供する。

- パラメタの生成範囲（値域）内で等間隔またはランダムに分割した値を生成する。

また、次世代における探索範囲の限定法としては、以下のものを用意する。

- N分探索

パラメタの前世代の生成範囲（値域）をN個に分割して、最大評価値が得られた範囲、または、評価値の平均値が高い範囲を次世代のパラメタの生成範囲とする。

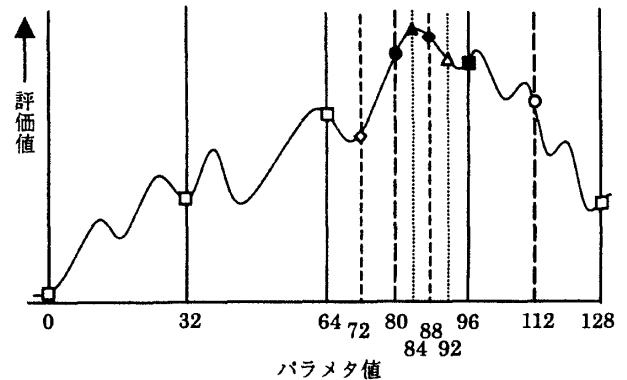


図 2 探索範囲の絞り込み例

● 近傍探索

前世代で最大評価値が得られたポイント（パラメタ値）の左右M個を次世代のパラメタの生成範囲とする。

なお、アプリケーションが複数のパラメタを受け取る場合は、各パラメタ毎に生成された値の全ての組合せがパラメタセットとなる。

図2は、以下のように世代毎にパラメタの生成範囲が絞り込まれていく様子を示している。

第1世代：値域は0～128で、その範囲で等間隔に5つのパラメタ値を生成し（実線）、96（■）が最高評価を受けたパラメタ値である。

第2世代：値域を半分に分け（2分探索）、最高評価を受けた側（64～128）を新たな値域とし、同様にパラメタ値を生成し（大破線）、80（●）が最高評価を受けたパラメタ値である。

……………

第4世代：84（▲）が最高評価を受けたパラメタ値であり、これを最終的な解とする。

6 おわりに

ParaVEY は、現在、そのプロト版をWS/PCクラスタ上にPerlを用いて開発中である。当面の応用としては、熱設計を対象として考えている。また、その他にも多くの応用問題に適用して、機能の汎用化、ライブラリ化を図って行く予定である。例えば、パラメタセット生成に関しては、世代毎に探索範囲を絞り込んでいくのではなく、パラメタセットに遺伝的アルゴリズムにおける遺伝操作を施すことにより、次世代のパラメタセットを生成するという機能を検討している。しかし、遺伝子へのコード化、交叉処理など汎用化が困難な部分が多く、今後の課題としている。

参考文献

[1] 白石将, 佐藤裕幸, 中島克人: “分散型並列処理支援ツール ParaJET”, 信学技報 CPSY96-60, pp.23-30, 1996-8.