

# Ninf-G によるディーゼルエンジン燃料噴射スケジューリング問題の最適化システムの提案

Proposal of Optimization System of Diesel Engine Emissions and Fuel Economy Using Ninf-G

千野 晋平  
Shinpei CHINO

**Abstract:** Optimization of diesel engine emissions and fuel economy requires so much time. We proposed optimization system using Ninf-G. Ninf-G is one of GridRPC systems. By using Ninf-G, we can use the unused resources in the world, we can reduce the time one takes to optimize diesel engine emissions and fuel economy.

## 1 はじめに

ディーゼルエンジン噴射スケジューリング問題の最適化には非常に多くの時間がかかる。そこで、世界中にある遊休資源を利用して仮想的な大規模計算機を実現できるグリッドを用いて、計算時間の短縮を行う。Grid 環境を実現するためのミドルウェアとして、産業技術総合研究所を中心として開発されている Ninf-G がある。Ninf-G は Globus Toolkit を用いて実装されている GridRPC システムである。

本研究では、Ninf-G によるディーゼルエンジンの燃料噴射スケジューリング問題の最適化システムの提案を行う。

## 2 ディーゼルエンジン燃料噴射スケジューリング問題

ディーゼルエンジン燃料噴射スケジューリング問題は、燃料消費量、NO<sub>x</sub>、すすの排出量を最小化する問題である。ディーゼルエンジンの燃料噴射スケジューリング問題では、SFC、NO<sub>x</sub>、すすといった 3 つの評価基準が存在するため、多目的最適化手法である多目的遺伝的アルゴリズムを用いて最適化を行う。

一方、コンピュータシミュレーションによって、熱発生率の予測と NO<sub>x</sub>、および、すすの排気有害成分の予測を行うためには、ディーゼル燃焼現象のモデル化が必要となる。しかしながら、ディーゼルの燃焼現象の全てを数学的に記述することは不可能とされている。そこで本研究では、ディーゼルエンジン燃焼シミュレータとして、現象論的モデルである HIDECS<sup>1)</sup> を用いる。

HIDECS は解析器の中でも計算負荷が軽いとされているが、それでも 1 個体評価の結果を得るために、最大で 1 分かかる。つまり、1 つのマシンを用いて最適化を行う場合、1 試行 (終了世代数: 200, 個体数: 200) の結果を得るためには、最大約 1ヶ月かかる。

## 3 Ninf-G を用いたシステム

Ninf-G は、産業技術総合研究所を中心として開発された GridRPC システムである。Ninf-G では、Globus Toolkit を用いることで、セキュアな広域分散コンピューティング環境を構築することができる。

### 3.1 Ninf-G の特徴

Ninf-G の主な特徴を以下に示す。

- プログラムインターフェース

既存のプログラムを Grid 上で動作するように変更する場合、ユーザの負担の軽いインターフェースを提供する。

- セキュアな環境

Globus Toolkit の機能の一つである GSI(Grid Security Infrastructure) によって、ユーザ認証や secure な通信を実現している。

- クラスタ計算機の利用機能

ローカル IP アドレスが割り当てられているノードを利用する仕組みを提供している。

### 3.2 Ninf-G の構成

Ninf-G は以下の 3 つのコンポーネントによって構成されている。Ninf-G の構成図を Fig. 1 に示す。

- Client

GridRPC を用いて計算を依頼するコンポーネント

- Server

Client からの計算の依頼を受け手続きを実行するコンポーネント

- Remote Library

Client と通信して計算を行うコンポーネント

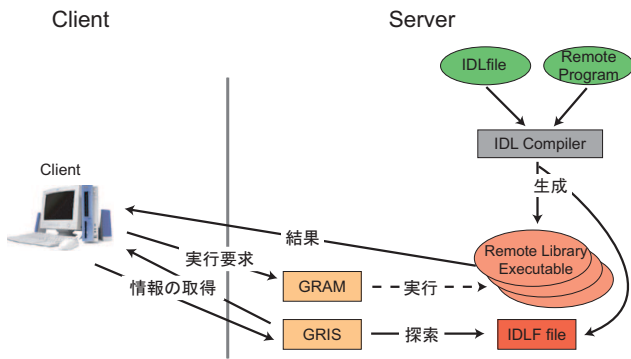


Fig. 1 Ninf-G の構成

Ninf-G では、基本的な 3 つのコンポーネントに加えて、他のコンポーネントをプラグイン的に導入できるように設計されている。Ninf-G を構成する機能について説明する。

- GRIS(Grid Resource Information Service)  
計算サーバ上で動作する LDAP のサーバである。GRIS に問い合わせることによってその計算資源に関する情報を獲得することができる。
- GRAM(Globus Resource Allocation Manager)  
リモートライブラリを呼び出すために利用する。つまり、Globus の gatekeeper をサーバとして利用し、クライアントは gatekeeper にジョブ要求を送る。リモートライブラリの実行中に障害が発生した場合は GRAM が検知する。GRAM の概念図を Fig. 2 に示す。
- IDL コンパイラ (Interface Description Language)  
用意した関数をサーバ側で遠隔手続き呼び出し可能なりモートライブラリとして自動的に生成する。

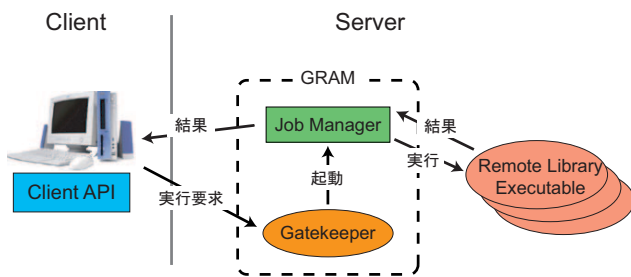


Fig. 2 GRAM の概念

### 3.3 Ninf-G を用いたディーゼルエンジン燃料噴射スケジューリング問題の最適化システムの概要

ディーゼルエンジン燃料噴射スケジューリング最適化問題では、1 試行の評価の結果を得るために非常に時間がかかるといった問題がある。そこで本システムで

は、Ninf-G を利用することによって、評価の部分のみを Grid 上で分散処理し、最適化にかかる計算時間の短縮を図る。概念図を Fig. 3 に示す。

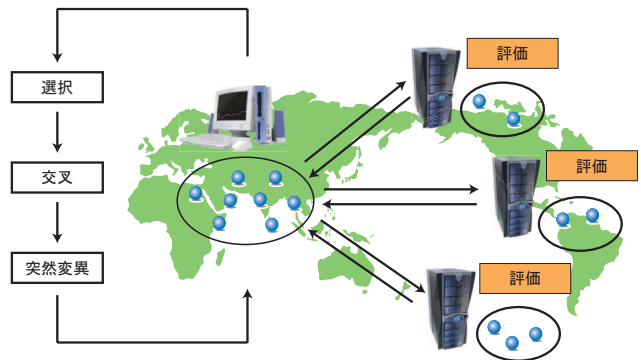


Fig. 3 Ninf-G を用いたシステム

本システムでは、まず、各サーバと通信路を確立する。そして、各サーバに対して 1 個体ずつ送信し、全ての個体に対して評価を行う。各サーバから評価結果を受け取ったクライアントは、次世代の探索母集団を決定し、GA 操作を行う。これらの操作を繰り返し行うことで終了世代まで解探索を行う。また、解探索中にあるサーバで何らかの障害が起きた場合、その時点で評価されている個体に対しては最悪評価値を与え、残りのサーバで解探索を続ける。このようにして、計算時間の短縮を可能とする。

### 4 今後の課題

現段階では、ローカルマシンをクライアントとサーバとして用いている。よって、今後は、ローカルネットワークで複数のマシンに Ninf-G を導入し、システムの動作確認を行う。また、Grid 上で Ninf-G を利用した際のオーバーヘッドを計測し、Ninf-G の性能を検証する。

### 参考文献

- 1) Hiroyasu, H. and Kadota, T. "Models for Combustion and Formation of Nitric Oxide and Soot in Direct Injection Diesel Engines" SAE Paper 760129, 1976.
- 2) Ninf Project Home Page  
<http://ninf.apgrid.org/>.
- 3) 田中 良夫, 中田 秀基, 佐藤 三久, 藤沢 克樹, 松岡 聡, 関口 智嗣 "広域分散コンピューティング環境におけるプログラム開発・実行環境の開発"
- 4) 田中 良夫, 中田 秀基, 平野 基孝, 佐藤 三久, 関口 智嗣 "Globus による Grid RPC システムの実装と評価"
- 5) 日本アイ・ピー・エム システムズ・エンジニアリング株式会社 "グリッド・コンピューティングとは何か"