

## サービス指向のセマンティックグリッドコンピューティング環境の 構築に向けて

山下 康仁      内原 亮      アブドゥハン・ペーナディ  
九州産業大学情報科学部

Open Grid Forum の定義によると、セマンティックグリッドは、情報サービスが十分に定義され、明確な意味を持って表わされた現在のグリッドの拡張で、人間と計算機との共同作業をより円滑にするべきものである。Distributed Ontology Framework (分散オントロジーフレームワーク, DOF) は、セマンティックグリッド環境で e-科学者や技術者が大きなオントロジーからサブオントロジーを抽出しあつらえ、管理するのを支援するために設計されたモデルである[1]。

本論文は DOF プロトタイプの実装と、グリッド資源の接続性やグリッド資源サービスの接続性の試験について論じる。DOF の構成要素、プロトタイプ構成、初期の結果とプロジェクトの今後の展開を述べる。

### Toward the Construction of a Service Oriented Semantic Grid Computing Environment

Yasuhito Yamashita      Ryou Uchihara      Bernady O. Apduhan  
Faculty of Information Science, Kyushu Sangyo University, Fukuoka

The Open Grid Forum defined Semantic Grid as an extension of the current Grid in which information services are given well-defined meaning and explicitly represented meaning, so that it can be shared and used by humans and machines, better enabling them to work in cooperation. The Distributed Ontology Framework (DOF) is a proposed model designed to help e-scientists and engineers extract, tailor, and manage sub-ontologies from large ontologies distributed in the Semantic Grid environment[1].

This paper discussed our effort to implement the DOF prototype and test the connectivity between Grid resources and accessibility of Grid resource services.

We describe the components of the DOF, the prototype construction, initial results, and status of the on-going project.

#### 1. はじめに

複数の計算機をネットワークを介して仮想的に集約し、利用者がそこから必要なだけの計算資源や処理能力、記憶容量を取り出して使うというグリッドコンピューティングの研究が進んでいる。グリッドコンピューティングの研究分野は多岐に渡っており、国内ではグリッドインフラの構築、ミドルウェア、ソフトウエア、アプリケーション等について研究が活発に行われ

ている。我々は次世代グリッドとしてセマンティックグリッドの研究に携わってきた。セマンティックグリッドとは、現在のグリッドの拡張で、セマンティック Web 技術を活用して、情報とサービスを十分に定義した意味で整理し、計算機と人間との共同作業をより効率的に行おうとするものである。ここではその実例として、サービス指向アーキテクチャの概念を導入し、ジョブスケジューラやリソースブローカーを使用したジョブ分散配置システムを組み込んだセ

マンティックグリッドコンピューティングのプロトタイプを提案し、予備実験を行う。

OGSA(Open Grid Service Architecture)は、Webサービスの技術を基本にグリッドの全機能を「サービス」として提供することを目指しており、e-サイエンスやe-ビジネスのグリッドシステムやアプリケーションを支援するための重要な範囲と要求に焦点を当てている。Web技術を拡張してインターフェイスを定義し、構成要素を構成する。Webサービスはネットワークサービスを記述・発見・起動するために、柔軟で拡張可能な、応用範囲の広いXMLベースの機構を提供する。

本研究ではセマンティックグリッド環境におけるOGSAの規格に沿ったDOFプロトタイプの実装に取り組む。

## 2. セマンティックグリッドとそのプロトタイプ

以下の図1が今回のセマンティックグリッドコンピューティングのプロトタイプ環境の図である。

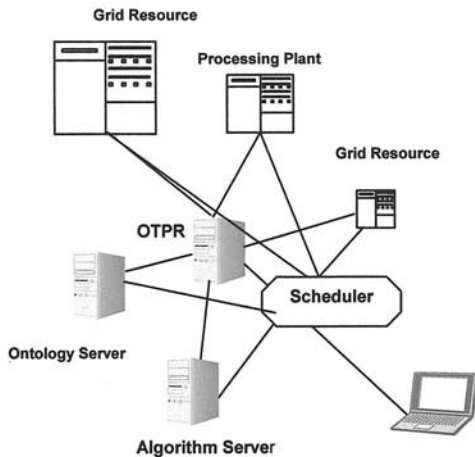


図1 セマンティックグリッドコンピューティングのプロトタイプ環境

セマンティックグリッドにおいては、ユーザはまずOTPR(Ontology Tailoring Program Resource)に処理を渡す。これはデータとデータの関係性を記述するためのオントロジーを生成するものである。ユーザがOTPRに処理を渡すと、OTPRはAlgorithm ServerとOntology Serverからそれぞれ、アルゴリズムとオントロジーを受

け取る。これをOTPRが処理し、ユーザにこれを返す。もしも、この処理が重くOTPRが処理しきれないと判断された場合は、OTPRはLinuxクラスタにこの仕事を渡し処理してもらい、これを受け取りユーザに返す。

## 3 実装

次に、本研究の環境を以下のツール・ソフトウェアを使用し、実装する。

- Apache Tomcat
- Apache SOAP
- Apache Axis
- MySQL Database
- MySQL Java Connector

### 3.1 通信実験

まず、ユーザとOTPR、Algorithm Server、Ontology Serverを接続し、通信実験を行なう。この実験を行なう際に、4台のパソコンを用意し、それぞれにApache Tomcat、Apache SOAP、Apache Axisをインストールし、CLASSPATHを設定する。この4台のパソコンは、ユーザとOTPR、Algorithm Server、Ontology Serverの役割をする。

これはApache Axis等を使用し、それぞれをWebサービスとして使用している。これにより、OTPR、Algorithm Server、Ontology Serverが一つの機能としての役割を果たせるようになり、今後いろいろな機能を繋げたり、それぞれの機能の変更も容易にできるようになる。

またOntology Serverを接続するにあたり、Ontology ServerはMySQLとの通信を行なう。MySQLでデータベースのontologydbを作成し、このontologydbにテーブルrelationshiptableを作成する。その中にToConceptID、FromConceptIDの2つのフィールドを作成して、Ontology Serverと通信を行なうと図2の画面が表示される。

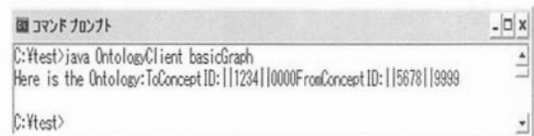


図2 Ontology ServerとMySQLの通信

Ontology ServerはMySQL DatabaseにOWLな

どで書かれた言語を格納するが、今回の実験の段階では言語は格納しておらず、意味のない値を格納した。

一連の設定が成功し、ユーザが OTPR に通信を行なうと図 3 の様な画面が表示される。

```

コマンドプロンプト
C:\test>java OtpClient TSOS
Here is the Otp: The OtpR has found the Algorithms The Algorithms Returned are:
<equation name="TSOS" Labelling="false" Action="true" Inverted="false" Checked="
true" Condition="false" <LHS1 Inverted="true">Attribute</LHS1> <middle>not equa
ls</middle> <RHS1 Inverted="true">deselected</RHS1> </equation>; and the Ontolog
y The Ontology Server has Returned the : ToConcept.ID:1112341|0000FromConcept.ID:
156791|9999 Elements
C:\test>

```

図 3 ユーザと OTPR と Algorithm Server と Ontology Server の通信

### 3.2 Linux クラスタ Processing Plant と OTPR の接続

Linux クラスタに処理を渡し、その結果を受け取る方法として FTP サーバを使用し、それを OTPR のプログラム上に追加した。

### 3.3 プロトタイプ実装のまとめと課題

ユーザと OTPR、Algorithm Server、Ontology Server の通信に成功し、MySQL も導入できたが、クラスタに接続してアルゴリズムとオントロジーを送ってもクラスタ上でその処理を実行できなかった。実行するには FTP サーバで送ったアルゴリズムを GridFTP によって操作し、結果を OTPR に返すやり方がある。

今後の課題としては、まず GridFTP によるクラスタの操作を OTPR の中に記述する必要がある。これが完成した後に今度は OTPR が大きな負荷の処理をするときにクラスタに処理を渡すプログラムや、よく使うアルゴリズムを常にクラスタの中に置くように OTPR が決めるプログラムを作成する必要がある。SOA にするためにはユーザが求めている Grid Resource をユーザが探して通信するのではなく Grid Bus Broker を繋げ自動で探して OTPR 等に通信を行なえるようにするのも重要である。

## 4. グリッド計算システム上でのジョブ分散配置システムの設計

セマンティックグリッドコンピューティングのプロトタイプをさらに効率的なものにするためには、グリッドスケジューリングが重要となってくる。グリッドスケジューリングとは、グ

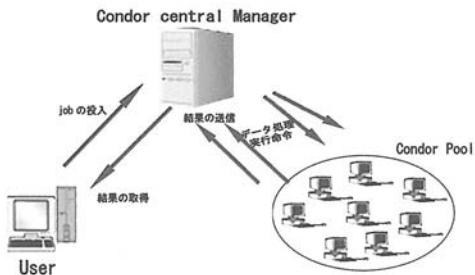
リッド上で、複数の資源・グリッドリソースを有効活用して遠隔協調計算機が最小の時間で実行できるように、ジョブやタスクを適切な計算資源へ割り当てることである。

本研究では、ジョブスケジューラ Condor を使用した Grid 計算システム上でのジョブ分散配置システムの設計及び構築について述べる。

### 4.1 Condor の概要

Condor とは米 Winsconsin 大学 Madison 校 Condor Reseach Project が開発したフリーのジョブスケジューラであり、HTC (High Throughput Computing) を行うためのシステムである。Condor では、Condor Pool と呼ばれる計算機の集まりの中から、現在使われていない計算機を探し出し、その中でユーザの必要とするメモリや OS 等の条件を満たすものを選んで、ユーザのプログラムを実行する。

Condor は Condor Central Manager と呼ばれるスケジューラが投入されたジョブを遊休状態にある計算ノードに配布を行い、計算ノードはジョブを受信して計算を行い、結果を Condor Manager に返す。計算ノードはジョブの実行中に遊休状態でなくなった場合、ジョブのチェックポイントを作成し、他の遊休状態の計算リソース上でジョブをチェックポイントから再開するという機能を持っている。ユーザは実際にどの計算機を使うのかを意識することなくジョブの投入が可能となる。Condor Pool 上の計算ノードでは、アクセスポリシーを用いてアイドル時間の判断基準や優先的に利用できるユーザなどを細かく設定できる。



### 4.2 実験内容

#### 4.2.1 実装環境

サーバ側 : IBM  
OS : Linux9 カーネル 2.4.8-20  
ホスト名 : sv619-1

リモート側：DELL  
 OS・・・Linux9 カーネル 2.4.8-20  
 ホスト名・・・c1619-1~c1619-3

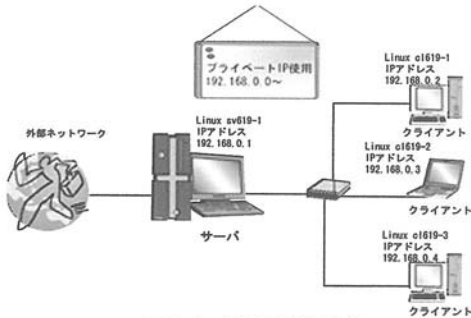


図 4.1 実装環境構築

ユーザ情報は NIS で共有しており、ファイル共有は NFS で共有してある。一台のサーバに、3つノードを設定した。

#### 4.2.2 動作確認

今回の動作内容、Condor をセントラルマネージャーとし、Condor Pool を構築し、ジョブの投入を行った。

サブミッションするために、hello.cmd を作成する。

```
-----
Executable = Hello
Universe   =standard
Output     =hello.out
Log        =hello.log
Queue
```

ジョブをサブミッションする。

#### 4.3 まとめ及び今後の課題

今回の実装では、Condor の実装における環境構築と、Condor の基礎的な動作を確認できた。

本論文においては分散オントロジーフレームワーク (DOF) の構成要素を記述し、OGSA 標準の規格に沿ったプロトタイプ実装を論じた。初期の実験結果においてグリッドリソース間の接続性とグリッドサービスの接続性を確認した。

DOF プロトタイプ実装はまだ初期の段階で、残された課題は多い。さらに厳密な実験を重ねて OGSA コンプライアントとしてのプロトタイプ実装の検証を行いたい。

#### 参考文献

- [1] Simulating the Distributed Ontology Framework in the Semantic Grid Environment with GridSim, A. Flahive, W. Rahayu, B. O. Apduhan, D. Taniar, Proc. of the 2006 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications, pp.717-723, 2006.
- [2] セマンティック Web 委員会 ホームページ: <http://www.net.intap.or.jp/INTAP/s-web/index.html>
- [3] 超高速コンピュータ網形成プロジェクトなどのサイエンス実証研究 <http://www.naregi.org/index.html>
- [4] Grid Consortium Japan グリッド協議会: <http://www.jpgrid.org/>
- [5] Semantic Grid Links: <http://www.semanticgrid.org/links.html>
- [6] メタ情報とセマンティック・ウェブ: <http://www.kanzaki.com/docs/sw/>
- [7] 日本 MySQL ユーザ会: <http://www.mysql.gr.jp/>
- [8] 武田英明 オントロジー: <http://www.aigakkai.or.jp/jsai/journal/mybook/15-6.html>
- [9] 秋元晴雄 グリッドコンピューティングとは: <http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jmag/vol155-2/paper13.pdf>
- [10] 日本語ウェブ・オントロジーの試み: <http://www.kanzaki.com/docs/sw/jwebont.html>
- [11] (社)人工知能学会 セマンティックウェブとオントロジー研究会: <http://www.jaist.ac.jp/ks/labs/kbs-lab/sig-swo/>
- [12] セマンティック Web とは: [http://www.net.intap.or.jp/INTAP/s-web/data/ipsj\\_vol143-no7/ipsj1.pdf](http://www.net.intap.or.jp/INTAP/s-web/data/ipsj_vol143-no7/ipsj1.pdf)
- [13] Web サービスにおけるビジネスプロセスとトランザクションの自動化: [http://www-06.ibm.com/jp/developerworks/webservices/021011/j\\_ws-autobp.html](http://www-06.ibm.com/jp/developerworks/webservices/021011/j_ws-autobp.html)
- [14] セマンティック Web におけるメタデータとその活用: [http://www.net.intap.or.jp/INTAP/s-web/data/ipsj\\_vol143-no7/ipsj2.pdf](http://www.net.intap.or.jp/INTAP/s-web/data/ipsj_vol143-no7/ipsj2.pdf)
- [15] セマンティック Web の応用システム: <http://www.ai.soc.i.kyoto-u.ac.jp/~ishida/sisys/sisys2002/guide>.

html

- [16] 独立行政法人 産業技術総合研究所, グリッド - 情報社会の未来を紡ぐ-, 2004 年
- [17] 妹尾堅一郎, 関口智嗣, グリッド時代 - 技術が起こすサービス革新-, 2006 年 5 月
- [18] 日本 BEA システムズ株式会社, SOA サービス指向アーキテクチャ, 2005 年 3 月
- [19] デイルク・クラフツィック, カール・バンク, デイルク・スラマ, 山下眞澄, SOA 大全 サービス指向アーキテクチャ導入・設計・構築の指針, 2005 年 11 月
- [20] Best SYSTEMS 、 <http://www.bestsystms.co.jp/solution/index.html>
- [21] Condor Poject 、 <http://www.cs.wise.edu/condor>
- [22] OGSA <http://www.globus.org/ogsa>
- [23] グリッド協議会、<http://www.jpgrid.org/>
- [24] WS-Resource Framework, <http://www.globus.org/wsrf/>
- [25] NFS 、 <http://www.linuxadventure.net/network/>
- [26] 財団法人相互運用技術協力、セマンティック Web 入門、オーム社、2004 年 11 月
- [27] I. フォスター (米国立アルゴンヌ研究所)、ネット社会を変革するグリッド・コンピューティング、日経サイエンス 2003 年 7 月号
- [28] 松岡聡、グリッド環境における資源管理、東京工業大学/国立情報学研究所、2004 年 2 月