

Grid 環境におけるファイル管理機能の検討

井上悠佑[†] 小坂隆浩[†] 福田晃[‡]

[†]大阪産業大学 [‡]九州大学

1 はじめに

Grid 環境はネットワークに接続された様々な計算機資源を利用可能にするインフラストラクチャである。様々な計算機資源を多数利用することで、PC クラスタ以上の処理能力や大きな記憶領域を有する、大規模な計算機環境を実現することができる。

Grid 環境におけるファイル管理機能とは、ファイルの位置を意識することなく、アプリケーションを実行するための機能である。小規模な計算機環境では、NFS(Network File System) サービスの利用や専用のスクリプト作成という方法でファイル管理機能は実現可能である。しかし、Grid 環境のような大規模な計算機環境では、これらの方法によるファイル管理機能の実現は難しい。

本研究では、Grid 環境におけるファイル管理機能について検討する。特に、ファイル同期とファイルキャッシュに着目し、実装方法について検討する。Grid 環境における標準的なツールキットである Globus Toolkit[1] を用いて実装し、ゲノムアプリケーション InterProScan[2] に応用し、有効性を検証する。

2 ファイル管理機能

Grid 環境におけるファイル管理機能には、ファイル同期・ファイルキャッシュ・ファイル検索が主な処理として挙げられる。

ファイル同期は、ファイル共有されていない複数の計算機において、アプリケーションに修正を加えることなく、擬似的なファイル共有を実現する。擬似的なファイル共有とは、複数の計算機の特定のディレクトリを一定の条件下で、同一状態に保つことである。

ファイルキャッシュは、ファイル同期終了後にファイルを一時的にキャッシュに保存することにより、以後のファイル同期を効率的に行う。ファイル同期を用いることにより、擬似的なファイル共有は可能であるが、無駄なファイルコピーやそれに伴うネットワークトラフィックが生じる場合がある。キャッシュを用いることで、不要なコピーが削減できる。

また、ファイルキャッシュを用いる場合、どの計算機にどのようなファイルが保存されているか検索する必要がある。ファイルキャッシュを実現するにはファ

イル検索が必要になる。

3 InterProScan

InterProScan は EBI(European Bioinformatics Institute) によって開発されたゲノムアプリケーションである。InterProScan は、複数の蛋白質シーケンスを複数のデータベースに対し、複数の解析ツールで解析を行う。InterProScan には、分散実行方式が実装されているが、すべてのファイルが NFS サービスによって共有されてなければならないという制約がある。Grid 環境では、すべての計算機が同一の NFS サービスを利用することは困難なので、InterProScan をそのまま実行することができない。

InterProScan を Grid 環境で実行する場合、データベースファイル・解析ツール実行ファイル・シーケンスファイルの配置と処理結果ファイルの回収が必要である。図 1 に InterProScan の構成を示す。白色は Read-Only ファイル、灰色は Read-Write ファイルを表す。InterProScan では、データベースファイル・解析ツール実行ファイル・シーケンスファイルは Read-Only ファイル、処理結果ファイルは Read-Write ファイルである。

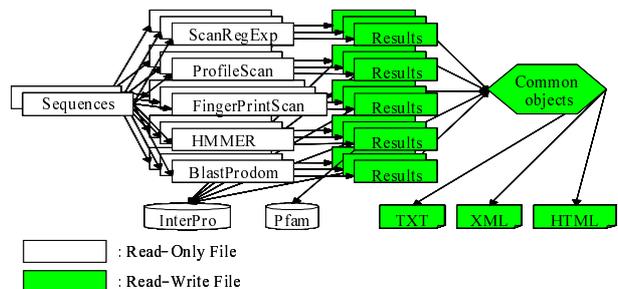


図 1: InterProScan の構成

Grid 環境で InterProScan を実行する場合、Read-Only ファイルであるデータベースファイル・解析ツール実行ファイル・シーケンスファイルは、実行の最初に一度だけ配置を行えばよい。Read-Write ファイルである処理結果ファイルの回収は処理が終了するときに行う必要がある。また、シーケンスファイル・処理結果ファイルは 1 つの作業ディレクトリとしてまとめられているため、頻繁に同期を行う必要があるのは 1 つのディレクトリだけである。

InterProScan のファイル数とサイズを表 1 に示す。

A Study of File Management on the Grid

[†] Yusuke INOUE, Takahiro KOITA, Osaka Sangyo University

[‡] Akira FUKUDA, Kyushu University

表 1: InterProScan のファイル構成

	ファイル数	サイズ (kbyte)
Total	231	590707
Read-Only	176	590494
Read-Write	55	213

InterProScan のファイル構成より, Read-Only ファイルは全部で約 600Mbyte とサイズが大きい, Read-Write ファイルは約 200kbyte とサイズが小さいという特徴がわかる. 特徴に合わせたファイル管理を行うことで, 擬似的なファイル共有を実現することができる. これらの処理をファイル管理機能を応用することで, InterProScan を Grid 環境で実行可能にする.

4 実装

ファイル管理機能は Globus Toolkit の GridFTP を用いて実装した. GridFTP とは, Grid 環境でファイル転送を行うためのプロトコルである.

4.1 ファイル同期の実装

実装したファイル管理機能は, 指定したホストのディレクトリに対し, すべてのファイルの同期を行う. これを `gsync` コマンドとして利用できるようにした. 実行例を以下に示す.

```
gsync src_host/src_dir dest_host/dest_dir
```

`gsync` コマンドは 2 台の計算機のディレクトリの同期を行う. `src_host/src_dir` は同期元の計算機とディレクトリ, `dest_host/dest_dir` は同期先の計算機とディレクトリである. 同期手順を以下に示す.

1. 同期元と同期先のディレクトリの情報を調べる
2. ディレクトリの情報を元に同期元で, 同期先に存在しないファイル・更新されたファイルを `tar` で圧縮する
3. 同期元で圧縮した `tar` ファイルを同期先のディレクトリに転送する
4. 同期先のディレクトリに転送された `tar` ファイルを解凍する

`tar` コマンドで圧縮することによりファイル転送の回数を最小限に抑えている. しかし, Globus Toolkit と `tar` コマンドによるファイル同期には以下の制限がある.

- 日本語で記述されたディレクトリにあるファイルは転送することができない
- `tar` ファイルを解凍できるディレクトリが限られている

4.2 ファイルキャッシュの実装

`gsync` コマンドは, ファイルキャッシュも行うことができる. ファイルキャッシュは, ファイル同期を行う場合, ファイルの同期と同時に, キャッシュにもコピーを行う. もし, 再び同じ同期元とファイル同期を行う場合, キャッシュを利用する. ファイルキャッシュを用いることで, 同期時間の短縮やネットワーク負荷を軽減することができる. InterProScan へ応用する場合, Read-Only でファイルのサイズが大きいデータベースファイルなどに, ファイルキャッシュを用いることが考えられる. ファイルキャッシュを用いた場合の, 同期手順を以下に示す.

1. 同期先のディレクトリとキャッシュの情報を調べる
2. 同期先のキャッシュに同期元と同じディレクトリが保存されている場合, キャッシュと同期を行う
3. 同期先のキャッシュに同期元のディレクトリが保存されていない場合, 同期元で同期先に存在しないファイル・更新されたファイルを `tar` で圧縮する
4. 同期元で圧縮した `tar` ファイルを同期先のディレクトリとキャッシュに転送する
5. 同期先のディレクトリとキャッシュで転送された `tar` ファイルを解凍する

4.3 InterProScan への応用

InterProScan への応用は, InterProScan が分散実行を `rsh` コマンドを用いて行っている点に着目した. `rsh` コマンドを実行する場合, `gsync` コマンドも同時に実行するようすれば, InterProScan をほとんど修正せず, 擬似的なファイル共有が可能になる. さらに, `rsh` コマンドを Globus Toolkit の実行命令である `globus-job-run` コマンドに置き換えれば, 擬似的なファイル共有により, NFS サービスを利用することなく, Grid 環境で InterProScan が実行可能になる.

5 まとめと今後の課題

ファイル管理機能について検討し, Globus Toolkit を用いて実装した. さらに, ファイル管理機能を InterProScan へ応用した.

今後の課題として, 実 Grid 環境で InterProScan へ応用し, 有効性を検証する. また, 他のアプリケーションにもファイル管理機能を応用し, より一般的な Grid 環境におけるファイル管理の実現方法についても有効性を検証する.

参考文献

- [1] Globus Project, <http://www.globus.org/>.
- [2] EBI, <http://www.ebi.ac.uk/>.