

OpenFOAMのソースコードとコンパイルの基礎 (laplacianFoamを中心に)

2014年12月13日オープンCAE勉強会@富山(富山県立大学 中川慎二)

Disclaimer

OPENFOAM® is a registered trade mark of OpenCFD Limited, the producer of the OpenFOAM software and owner of the OPENFOAM® and OpenCFD® trade marks. This offering is not approved or endorsed by OpenCFD Limited.

注意

本資料の内容は、OpenFOAMユーザーガイド、プログラマーズガイド、OpenFOAM Wiki、CFD Online、その他多くの情報を参考にしています。開発者、情報発信者の皆様に深い謝意を表します。

この講習内容は、講師の個人的な経験(主に、卒研究生等とのコードリーディング)から得た知識を共有するものです。この内容の正確性を保証することはできません。この情報を使用したことによって問題が生じた場合、その責任は負いかねますので、予めご了承ください。

参考

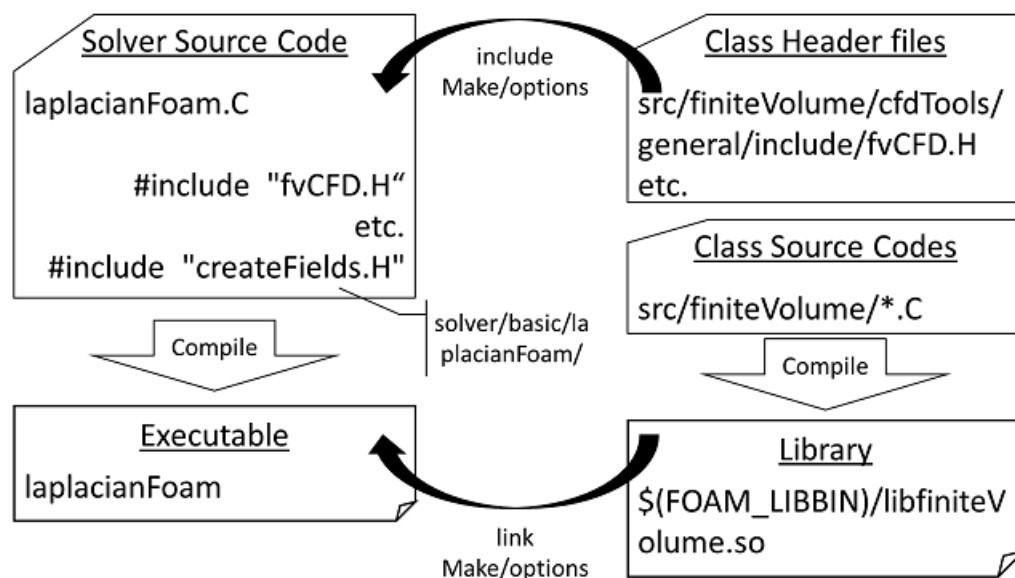
OpenFOAM UserGuide 3.2 Compiling applications and libraries

<http://www.openfoam.org/docs/user/compiling-applications.php>

1. 基礎の基礎

OpenFOAMでは、wmakeコマンドを利用してコンパイル作業を実施する。wmakeは、OpenFOAMでの作業を快適にするためのスクリプト OpenFOAM/OpenFOAM-2.3.x/wmake/wmake である。

wmakeは、linuxの make コマンドをベースとしている。



ソースコード中のインクルード `#include` では、その部分にヘッダファイル `*.H` に記載した内容がそのまま転載される。

2. laplacianFoam 関連ディレクトリ

ソルバ・ソースコード ディレクトリ

`OpenFOAM-2.3.x/application/solver/basic/laplacianFoam`

ヘッダファイル ディレクトリ(ソルバディレクトリ/Make/optionsで指定)

```
OpenFOAM-2.3.x/src/finiteVolume
```

全ソルバ共通 ヘッダファイル ディレクトリ(OpenFOAM-2.3.x/wmake/Makefileで設定されている)

```
OpenFOAM-2.3.x/src/OpenFOAM
```

```
OpenFOAM-2.3.x/src/OSspecific/POSIX
```

laplacianFoam directory

ソルバ・ソースコードディレクトリの基本的な構造

```
.
├─ Make
│  └─ files // コンパイルするCファイル, 出力する実行ファイル名と場所を指定
│     └─ options // インクルードするヘッダの置き場所, リンクするライブラリの指定
├─ createFields.H
├─ laplacianFoam.C
└─ write.H
```

laplacianFoam ソルバの Make/files

Make/filesでは, コンパイルが必要なソースコード(.C)を指定する。さらに, `EXE =` で, コンパイルしてできる実行ファイルの置き場所と名前を指定する。

`#include` で読み込んでいるヘッダファイル(.H)は, その場所に転載されているので, ここで指定する必要はない。

```
laplacianFoam.C

EXE = $(FOAM_APPBIN)/laplacianFoam //コンパイル後にできる実行ファイルの場所と名前
```

3. ヘッダファイルの検索場所と順序

コンパイル時, 次の順序で, ヘッダファイルが検索される。

1. OpenFOAMで規定したディレクトリ \$WM_PROJECT_DIR/src/OpenFOAM/InInclude directory
2. ソルバ・ソースコードディレクトリ内にある InInclude ディレクトリ
3. ソルバ・ソースコードディレクトリ
4. OpenFOAMで規定した環境に依存するディレクトリ \$WM_PROJECT_DIR/wmake/rules/\$WM_ARCH/
具体的には, /usr/X11/include と \$(MPICH_ARCH_PATH)/include となる
5. Make/optionsファイル内で `-I` オプションによって指定したディレクトリ。[\$(LIB_SRC)/finiteVolume/InInclude]

なお, ここで指定するのは場所だけである。実際にインクルードされるファイルは, ソースコードにインクルードされているものである。

laplacianFoam ソルバの Make/options

```
EXE_INC = \  
-I$(LIB_SRC)/finiteVolume/InInclude

EXE_LIBS = \  
-lfiniteVolume
```

4. ライブラリへのリンク

ソルバ自身に含まれないクラスは, 独立してコンパイルし, 実行形式のバイナリファイルを作成する。

このファイルは, shared object library であり, 拡張子 `.so` がつく。

ソルバは、このように独立してコンパイル済みの .so ファイルを実行時に呼び出すことができる。dynamic link と呼ぶ方式である。

laplacianFoam では、`EXE_LIBS = -lfiniteVolume` と指定している。この時、`$(FOAM_LIBBIN)/libfiniteVolume.so` が実行時に利用される。

optionsファイルでのライブラリ指定時には、ファイル名先頭のlibと、拡張子.soとを除外した名前を使用する。つまり、-lfiniteVolumeという記述があれば、実際に使われるライブラリのファイル名は、libfiniteVolume.so である。

この libfiniteVolume.so は、src/finiteVolume に存在するソースコードから生成されたものである。src/finiteVolume/Make/filesファイルを読むと、それが確認できる。

srcディレクトリ以下には多くのディレクトリが存在する。Makeディレクトリを含むディレクトリでは、ライブラリが作成されている。

発展(lagrangian編へ続く...)

5. ライブラリの検索場所

次の場所から、リンクする shared object library を見つける。

1. \$FOAM_LIBBIN ディレクトリ
2. 環境に依存するディレクトリ \$WM_DIR/rules/\$WM_ARCH/ directory

具体的には /usr/X11/lib と \$(MPICH_ARCH_PATH)/lib となる。

3. Make/optionsファイル内で `-L` オプションによって指定したディレクトリ

実際にリンクされるファイルは、次のものとなる。

1. \$FOAM_LIBBIN ディレクトリに存在する libOpenFOAM.so
2. OpenFOAM-2.3.x/wmake/rules/ で設定された環境依存場所に存在する libm.so (/usr/X11/lib) と liblam.so (\$ (LAM_ARCH_PATH)/lib)。OpenFOAM-2.3.x/wmake/Makefileで設定されている。
3. Make/optionsファイル内で `-l` オプションによって指定したライブラリ。ただし、ここで指定する名前は、ライブラリファイル名の先頭にありlibと拡張子(.so)を取り除いたものである。
例えば、-lfiniteVolume と指定すると、libfiniteVolume.so が実際のファイルとなる。

laplacianFoam ソルバの Make/options

```
EXE_INC = \
  -I$(LIB_SRC)/finiteVolume/lnInclude

EXE_LIBS = \
  -lfiniteVolume
```

5. 発展

lagrangian関連ライブラリの紹介

より複雑な構造; 複数のライブラリが関連する; 改造時に注意が必要

Run-Time selection への対応

lagrangian/intermediate/parcels/include にマクロ

A1. 参考

laplacianFoam ソルバのメインコード

```
// 多くのソルバーで共通するヘッダーファイルの読み込み。OpenFOAMの基盤的な機能を有効にする。
```

```

#include "fvCFD.H"
// simple法の機能を使うためのヘッダーファイルを読み込む。
#include "simpleControl.H"

// * * * * * //

int main(int argc, char *argv[])
{
    // 多くのソルバーで共通するヘッダーファイルの読み込み。OpenFOAMの基盤的な機能を有効にする。
    #include "setRootCase.H"
    #include "createTime.H"
    #include "createMesh.H"
    // 変数 温度場T, 拡散係数DT, 設定ディクショナリ transportProperties, の作成とファイルから読み込み
    #include "createFields.H"

    // simple法のためのクラスから、simple法をコントロールするオブジェクトsimpleを作成
    simpleControl simple(mesh);

    // * * * * * //
    Info<< "\nCalculating temperature distribution\n" << endl;

    // シンプル法のオブジェクトを使って、繰り返し回数をコントロールする
    while (simple.loop())
    {
        Info<< "Time = " << runTime.timeName() << nl << endl;

        // 非直交性補正が有効な場合のみ実行。
        while (simple.correctNonOrthogonal())
        {
            // 非定常拡散方程式から線形代数式を生成して、解く。
            // 非定常項と拡散項をimplicit(陰的)に解く。fvm
            solve
            (
                fvm::ddt(T) - fvm::laplacian(DT, T)
            );
        }

        #include "write.H" // 結果の出力

        Info<< "ExecutionTime = " << runTime.elapsedCpuTime() << " s"
            << " ClockTime = " << runTime.elapsedClockTime() << " s"
            << nl << endl;
    } // end of the simple loop

    Info<< "End\n" << endl;

    return 0;
}

```

laplacianFoam ソルバの Make/files

```

laplacianFoam.C

EXE = $(FOAM_APPBIN)/laplacianFoam //コンパイル後にできる実行ファイルの場所と名前

```

Make/filesでは、コンパイルが必要なソースコード(.C)を指定する。

`#include`で読み込んでいるヘッダファイル(.H)は、その場所に転載されているので、ここで指定する必要はない。

laplacianFoam ソルバの Make/options

```

EXE_INC = \
-I$(LIB_SRC)/finiteVolume/lnInclude

```

```
EXE_LIBS = \  
-lfiniteVolume
```

参考: src/finiteVolume/cfdTools/general/include/fvCFD.H の内容

```
#ifndef fvCFD_H  
#define fvCFD_H  
  
#include "parRun.H"  
  
#include "Time.H"  
#include "fvMesh.H"  
#include "fvc.H"  
#include "fvMatrices.H"  
#include "fvm.H"  
#include "linear.H"  
#include "uniformDimensionedFields.H"  
#include "calculatedFvPatchFields.H"  
#include "fixedValueFvPatchFields.H"  
#include "adjustPhi.H"  
#include "findRefCell.H"  
#include "constants.H"  
  
#include "OSspecific.H"  
#include "argList.H"  
#include "timeSelector.H"  
  
#ifndef namespaceFoam  
#define namespaceFoam  
using namespace Foam;  
#endif  
  
#endif
```