CommonMP からの Fortran プログラムの活用の実装的検討

国土交通省国土技術政策総合研究所　　正会員　○菊森　佳幹

1. はじめに

CommonMP （ Common Modeling Platform for water-material circulation analysis）[1]は，国土技術政策総合研究所が中心となって開発している水理・水文モデル等の汎用的なプラットフォームである．これにより，さまざまな解析モデル（要素モデル）を組み合わせて河川流域の複雑な水・物質移動をシミュレーションすることができる.CommonMP は，水理・水文モデルの研究・開発の成果を迅速に河川事業等に反映させることを目的の一つとしているので，事業の現場におけるデスクトップ PC 上での利用を想定して開発されていること，および GUI を含めて水理・水文モデルの研究者が自力で要素モデルを開発できることを機能要件としている[2].そのため，現場で普及しているPC上での開発効率を重視し，C#というオブジェクト指向のプログラミング言語を用いて開発されている[3]．しかしながら，一般的に水理・水文解析プログラムは， Fortran を用いて開発されており，既存プログラムの有効活用のためにも，CommonMP からの Fortran プログラムの活用が課題となっている．異なるプログラミング言語のプログラムを利用する技術のことをラッピングと呼ぶが，CommonMP 開発・運営コンソーシアム[4]技術部会のなかにラッピング分科会を設置し，検討を進めている．

本稿では，これまでコンソーシアムのなかで検討されてきたラッピング手法により，既存の Fortran の水理・水文プログラムのラッピングを実装し，それらのラッピング手法の性能評価や実装上の課題を報告する．

2. 検討に用いたラッピング手法および解析モデル

本稿では，名前付きパイプ方式[5]と DLL（動的リンクライブラリ）方式の２つの方法を検討した．名前付きパイプ方式は，CommonMP 本体と Fortran プログラムのデータの受け渡しをメモリ空間上のファイル（名前付きパイプ）の読み書きにより行うものである．DLL 方式は，CommonMP プラットフォームからのメソッドコールに対応した Fortran プログラムの DLL を作成する方法である.

ラッピングの対象とした解析モデルは，ダイナミックウェーブ一次元河道不定流モデル[6]であり，矩形断面，断面数 51 の簡易なモデルである.

3. ラッピングの実装

(1) 名前付きパイプ方式

この手法では,Fortran プログラムとのデータを授受するための要素モデル（ラッピング要素モデル）と Fortran プログラムに名前付きパイプを設置するための改造を行う必要がある.Fortran プログラムの時間ループをそのまま用いる方法であるので，Fortran プログラムへの改造は少量で済むが,名前付きパイプの設定には専門知識を要する.Fortran プログラム 216 行）にラッピングのために追加したソースコードの量は 92 行であった.

(2) DLL 方式

DLL 方式もラッピング要素モデルと Fortran プログラムの改造の両方が必要である．ラッピング要素モデルの方は,Fortran プログラムの DLL を呼び出すため,Fortran のサブルーチン呼び出しのためのコードの記述が必要である.Fortran プログラムの改造では，CommonMP から呼び出される初期化と１ステップ分の演算処理に対応するサブルーチンを用意する必要がある．通常の水理・水文プログラムは初期化処理ののち，時間ループを回すという処理をおこなっているので，このサブルーチンを Fortran プログラムから切り出すのはそれほど困難な作業ではない．しかしながら,Fortran プログラムの共通変数や配列を DLL のなかに持たせることができず，すべてサブルーチンの引数として渡す必要があるので，サブルーチン呼び出しの記述が冗長になり，プログラミングのミスを起こしやすい傾向にあった．本プログラムの改造では，サブルーチンの引数は最大 14 個であった．また，本方式は，32bitOS 上のみで有効な方法である（CommonMP が 32BitOS 上で開発されているの

キーワード　CommonMP，ラッピング，Fortran，C#，DLL
連絡先　〒305-0804 茨城県つくば市旭１番地　国土技術政策総合研究所　TEL：029-864-3052

が原因であり，いずれ解消される可能性がある.).

4. ラッピング手法の性能等評価

ラッピング手法による演算性能を評価するため，検討対象とした河道一次元不定流プログラム（Fortran オリジナル）とそれぞれのラッピング手法によりラッピングしたモデルを用いたシミュレーションを実施した．シミュレーションの構築・実行環境の仕様は表 1 のとおりである．時間ステップは 72 秒，シミュレーション期間は 2 日とした.

表 1 シミュレーションの構築・実行環境

項目	内容
CPU	Intel　Core i7　2.80GHz
Memory	6GB
OS	Windows 7 Professional 32bit VirtualBox にて Windows 7 64bit 上に構築 （2GB メモリを割り当て）
CommonMP	CommonMP Ver1.2.0
C#コンパイラ	Visual Studio 2008
Fortran コンパイラ	GNU Fortran Ver. 4.7.0 32bit

ラッピングされた Fortran プログラムを用いてシミュレーション・プロジェクトを構築した．名前付きパイプ方式は，時間ステップやその他のモデル・パラメータを CommonMP の GUI から設定することができず, Fortran プログラムの同じように Fortran ソースコードを編集して，コンパイルする必要がある．また, Fortran プログラムとラッピング要素モデルの時間ステップを同じにする必要がある.

DLL 方式については, 通常の要素モデルと同じようにパラメータ設定や接続ができる（図 1）．名前付きパイプ方式は，実装に要するソースコード等の改変量は少ないが，シミュレーション実施上の制約が多い手法と言うことができる.

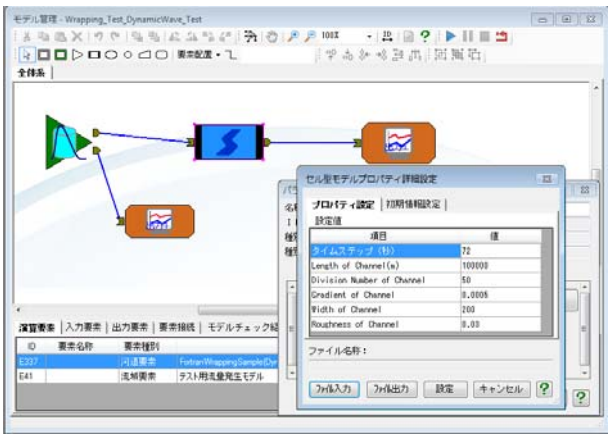

図 1 DLL 方式による演算プロジェクトの構築

シミュレーションの演算性能の結果は表 2 のとおりである．オリジナル Fortran プログラムは，プログラム内で上流端流量を与えているが，２つのラッピング方式はともに流量発生モデルで発生させた流量を伝送情報を介して与えている．名前付きパイプ方式は，動作確認のための画面出力に時間を要していたので，画面出力のコードを除いて，演算時間を計測しているが，名前付きパイプ方式は，かなり演算性能を低下させる方式であると言える.

表 2 演算性能比較

ラッピング手法	演算に要した時間※
名前付きパイプ方式	15.0sec
DLL 方式	1.83sec
Fortran オリジナル	4.00×10^{-2}sec

※名前付きパイプ方式と DLL 方式は，ストップウォッチによる．Fortran は second 関数を使用．ともに 3 回平均値

5. おわりに

本稿では，２つのラッピング手法により水理・水文解析モデルを実装し，性能評価等を行った．検討初期に開発された名前付きパイプ方式は実装は簡易であるが制約の多い方式であること, DLL 方式は実装コストが高いが実用性の高い方法であることが明らかになった．今回の検討対象は特定のモデルを対象とした専用ラッパーであり，実装には Fortran と C# の両方の知識を要する．今後は，より多くの Fortran ユーザを巻き込むため, Fortran の知識しか持たなくてもラッピング技術が利用できる汎用ラッパーの検討や，種々の知識を要し，かつ手法により長所・短所が様々であるラッピング手法をどのように活用していくか等の検討を進めていく必要がある．本研究の実施にあたっては，CommonMP 開発・運営コンソーシアム技術部会の委員の方々等から多大なアドバイスを頂いた．ここに，感謝の意を表する.

参考文献等

1) CommonMP HP：http://framework.nilim.go.jp
2) 菊森佳幹，川戸渉，吉谷純一：水理・水文解析のための汎用プラットフォームの開発方針および機能要件の分析，土木学会論文集 B1（水工学）Vol.69 No.1 pp.1～13，土木学会，2013.
3) 菊森佳幹：水理・水文解析のための汎用プラットフォームの開発に関する研究，京都大学博士学位論文，pp.27，2013
4) 菊森佳幹: 水・物質循環解析のための汎用プラットフォームの開発に関する協定の締結，土木技術資料 52-1，pp.44，2010
5) 国土技術政策総合研究所: ラッピングマニュアル Ver1.0,2010
6) 土木学会水理学委員会:水理公式集例題プログラム集, pp.16, 2001