

CommonMP(64bit)による既存 Fortran プログラムの利用のための実装的検討

国土交通省国土技術政策総合研究所
(株) 建設技術研究所

正会員 ○菊森 佳幹
正会員 三浦 心

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、土木学会、建設コンサルタンツ協会等が連携し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。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や、氾濫解析等の負荷の高い演算にも対応するためにも、CommonMP からの Fortran プログラムの利用が求められている。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。

このほど、CommonMP が 64bit 化され、64bitOS 上で Fortran ラッピングが可能となった。そこで、本稿では、これまでの 32bit 版 CommonMP 上のラッピング・モデルや C# による実装モデルとの演算性能比較、Fortran ラッピングにおける実装の効率化・演算高速化の検討を行ったので、ここで報告する。

2. 検討に用いたラッピング手法及び解析モデル

本稿では、ラッピング手法としての有用性が確認されている DLL (動的リンクライブラリ) 方式⁵⁾を用いる。DLL 方式は、プラットフォームや接続する要素モデルとの通信を担うラッピング要素モデル (C# で実装) とラッピング要素モデルから値を受け取り、

演算処理して値を返す DLL 部分 (Fortran で実装) からなる。演算速度が高いことや実装された要素モデルの機能上の制限が少ない点が優れているが、従来は 64bitOS 上では動作できなかったことと、自由度が大きく実装上の工夫の余地が多いが、その分実装コストが高いという欠点があった。

ラッピングの対象とした解析モデルは、表 1 のとおり、一般断面の一次元不等流モデルであり、下流端水位と断面流量を時系列データとして与えることにより、シミュレーション演算を実施した。

表 1 検討対象とした解析モデル

項目	内容
要素モデル	一般断面一次元不等流モデル
断面数	251 断面
シミュレーション演算	下流端水位と断面流量を変化させて 500 回計算

3. 性能等評価方法

オリジナルの Fortran により実装された解析モデル及びそれをそのままラッピングしたモデル、高速化のための工夫を施したラッピング・モデルについて、同一のシミュレーションを実施し、要した時間により演算性能を評価した。高速化の工夫 (最適化) としては、オリジナル・モデルは、水位 - 河積・径深等のテーブル作成を毎ステップ実施しているのに対して、初期化ルーチンの中で一回だけ実施するようにした点である。参考のために、オリジナル Fortran モデルと同様に実装した C# の解析モデルを作成し、比較の対象とした。ラッピング・モデルについては、64bit の CommonMP 上と 32bit の CommonMP 上の双方で演算性能を評価した。実装コストについては、ラッピング・モデルのためのプログラム変更の記述量 (行数) によって評価した。シミュレーションの構築・実行環境及び構築した演算プロジェクトはそれぞれ表 2 及び図 1 のとおりである。

キーワード CommonMP, ラッピング, Fortran, C#, 64bit

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

表 2 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 64bit
CommonMP	CommonMP Ver1.5.0. 64bit 及び 32bit
C#コンパイラ	Visual Studio 2013 Professional
Fortran コンパイラ	Intel Visual Fortran Ver.15.0.2. 64bit

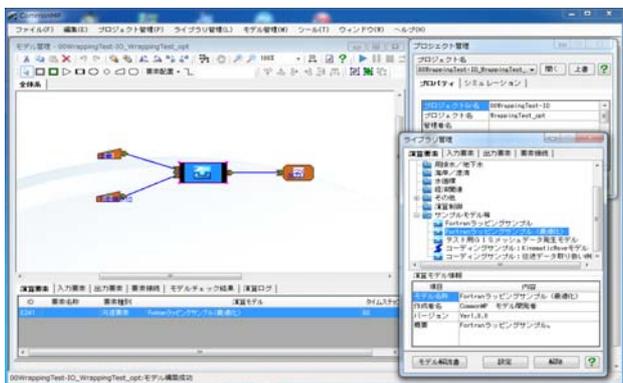


図 1 構築した演算プロジェクト

4. 性能等評価結果

演算性能の結果は表 3 のとおりである。オリジナル Fortran プログラムをそのままラッピングすると、CommonMP (64bit) では約 3 倍、32bit では約 10 倍の時間がかかる。64bit 環境下では Fortran オリジナル・モデルをそのまま C#に書き換えた解析モデルが 5 倍かかっていることから、C#に書き換えるよりは、Fortran のソースコードをそのまま使った方が演算性能上は有利であることがわかる。64bit と 32bit では、32bit の方が 3 倍時間がかかっている。64bit と 32bit では実装コストは同じであることから、64bit の方が有利であると言える。最適化した場合についても演算に要する時間が相当程度短縮されていることから、演算性能向上のための有用な方法であることが示唆される。

表 3 演算性能比較

ラッピング等条件	演算に要した時間*
Fortran ラッピング(64bit) 最適化あり	116.13 sec
Fortran ラッピング(64bit) 最適化なし	358.27 sec
Fortran ラッピング(32bit) 最適化あり	409.30 sec
Fortran ラッピング(32bit) 最適化なし	1,220.44 sec
Fortran オリジナル(64bit) 最適化なし	121.66 sec
C#化モデル(64bit) 最適化なし	584.05 sec

*3 回平均値

ソースコードの改変量の比較を表 4 に示す。C#化モデルがもっとも多く、ついでラッピングの最適化あり、最適化なしの順になっていることがわかる。演算性能を勘案すると、Fortran ラッピング(64bit) 最適化ありがもっとも効率的な改変手法と評価することができる。また、C#化モデルと異なり、オリジナル・モデルと異なる値が出る可能性も低い。オリジナル・モデルを忠実に再現しなければならない場合に有用な手法である。しかしながら、ラッピングは異なる言語同士の通信部分の実装に高度な知識を要し、必ずしも容易な手法と言うことはできない。

表 4 ソースコードの改変量の比較

ラッピング等条件	改変に要した行数*
Fortran ラッピング 最適化あり***	約 170 行(30+170)
Fortran ラッピング 最適化なし***	約 110 行(30+80)
Fortran オリジナル(64bit)***	—
C#化モデル(64bit)	901 行

* (Fortran プログラム+ラッピング要素モデル)
 ** 64bit と 32bit は同じ改変量
 *** Fortran オリジナルのソースコードの量は、906 行

5. おわりに

本稿では、64bitOS 上での DLL 方式によるラッピング手法についての性能比較・コスト評価を実施した。その結果、64bitOS 上でラッピングの最適化を実施すると、比較的少ない作業量で高い演算性能が得られることが確認できた。しかしながら、ラッピングには、高度な知識を要することから、必ずしも容易な手法ではなく、実装例や技術資料を充実させていく必要があると言える。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有用な支援を頂いた。ここに、感謝の意を表す。

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) 菊森佳幹: CommonMP からの Fortran プログラムの活用の実装的検討, 土木学会年次学術講演会, 2013