

# Fortran コードのチューニング支援ツール K-scope の開発

寺井優晃<sup>†1</sup> 富山栄治<sup>†2</sup> 村井 均<sup>†1</sup> 熊畑 清<sup>†1</sup> 濱田信次<sup>†1</sup>  
井上俊介<sup>†1</sup> 黒田明義<sup>†1</sup> 長谷川幸弘<sup>†1</sup> 南一生<sup>†1</sup> 横川三津夫<sup>†1</sup>

プログラム構造を俯瞰的に理解する場合、木構造に基づくトップダウンなアプローチが多用される。所謂ボトルネックとなるカーネルはその木構造の末端に現れることが多く、本当に重要なルーチンかどうかはプロファイラのコスト情報等を用いて決定する。最終的にカーネル中のプログラム構造からループ、分岐等に注目し、最適化作業を実施する。本研究では、Fortran 90 及び FORTRAN 77 コードのチューニングにおいてボトルネックとなり易いループ、分岐、プロシージャ呼び出しに代表されるプログラムの論理構造の可視化に特化した支援ツール (K-scope) を開発した。支援ツールを用いることで、性能改善の最初のステップで必要となるコードの全体把握を容易にすることを目的とする。

## 1. はじめに

近年、プログラミング開発環境及び実行環境の性能向上を背景に、より精緻なシミュレーションを目的とした大規模で複雑な科学技術計算コードが比較的容易に用いられる。その一方で、チューニングの最初のステップではプログラムの論理構造を把握することになるが、コード開発者以外がチューニングを行う場合、その取り掛かりにおけるコード・リーディングで多くの時間と労力を消費することが多い。特に、大規模計算機センター等の業務で複数の科学技術分野のソースコードに対してチューニングを行う場合は、支援ツールの有無は作業の効率に重要な影響を与える。その一方で、チューニングに特化した支援ツールはそれほど多くはない。特に Fortran 90 コードを対象とする無償の支援ツールは皆無である。

本研究はチューニングにおけるコード・リーディングの支援を目的とし、Fortran 90 及び FORTRAN 77 を対象とした静的解析に基づくプログラム構造の可視化ツールの開発について報告する。

## 2. 概要

開発した支援ツール (K-scope) [1]は、Java で構築されており、一般的な PC 環境で動作する。図 1 のようなインターフェースを採用しており、左側にプログラム論理構造の木構造、右上に選択された部分のソースコード、右下に変数の特性一覧、浮動小数点演算数のカウント等の解析結果を提供する。

処理の流れとして K-scope は、まず始めにプログラム構造を静的に解析し抽象構文木の構築を行う。この処理はコンパイラの字句解析、構文解析とほぼ同等の機能が要求される。本研究では、筑波大学が開発している XscalableMP コンパイラ[2]のフロントエンドを外部プログラムとして利用した。このフロントエンドは、Fortran ソースコードを構造化された XML に変換する。支援ツールは、XML のパース結果に基づいて抽象構文木を構築する。ただし、抽象構文木はチューニングするには詳細過ぎるため、論理構造をフィルタリングすることで情報の間引きを行い、最終的な可視化で用いられる木構造を生成する。支援ツールの内部では、Fortran ソースコードと同等の構文情報をクラス定義し、操作は全

て Java オブジェクトに対して行われる。

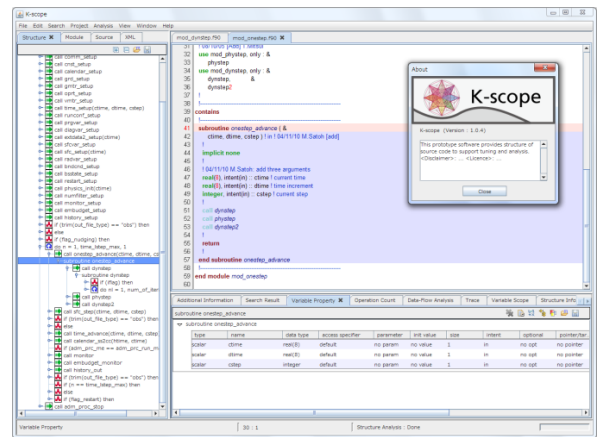


図 1. K-scope のインターフェース

## 3. まとめ

検証では、「京」コンピュータ開発プロジェクトのターゲットアプリ 6 本を対象に K-scope によるプログラム構造の可視化を行った。結果、NICAM[3]、FlontFlow/blue[4]、Seism3D[5]、RSDFT[6]については問題なく構造情報に変換され、カーネル部分まで確認することができた。一方、Phase[7]及び LatticeQCD[8]については、フロントエンドが出力する XML の構文木の親子関係が不完全なため K-scope がエラーで終了した。これについては、K-scope 側を改修することで対応予定である。なお、K-scope は来年度 4 月にオープンソースによる公開を予定している。ポスターでは、これら対応状況について整理し報告する予定である。

## 参考文献

- [1] M.Terai, et al., *K-scope: A Java-Based Fortran Source Code Analyzer with Graphical User Interface for Performance Improvement*, 41st International Conference on Parallel Processing Workshops, pp.434-443, (2012).
- [2] <http://www.xscalablemp.org/spec/xmp-spec-1.0.pdf>
- [3] Satoh, M., et al., *Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model for global cloud resolving simulations*, J. of Comp. Phys., 227, pp.3486-3514, doi:10.1016/j.jcp.2007.02.006 (2008).
- [4] [http://www.ciss.iis.u-tokyo.ac.jp/rss21/theme/multi/fluid/fluid\\_softwareinfo.html](http://www.ciss.iis.u-tokyo.ac.jp/rss21/theme/multi/fluid/fluid_softwareinfo.html)
- [5] T.Furumura et al., *Parallel simulation of strong ground motions during recent and historical damaging earthquakes in Tokyo, Japan*, Parallel Computing, 31, pp.149-165, (2005).
- [6] J.Iwata, et al., *A massively-parallel electronic-structure calculations based on real-space density functional theory*, J. of Comp. Phys., 229, pp.2339-2363, (2010).
- [7] <http://www.ciss.iis.u-tokyo.ac.jp/riss/project/device/>
- [8] K.Ishikawa, et al., *Multi-block/multi-core SSOR preconditioner for the QCD quark solver for K computer*, Lattice2012, (2012).

<sup>†1</sup> 独立行政法人理化学研究所 計算科学研究機構  
RIKEN AICS

<sup>†2</sup> 高度情報科学技術研究機構

Research Organization for Information Science and Technology