

教育利用報告：工学院大学3年次講義「並列計算システム」

藤井 昭宏

工学院大学情報学部

教育利用制度により、FX10 スーパーコンピュータシステム (Oakleaf-FX) を工学院大学の情報学部3年生の講義で利用させていただいた。今年度で本制度を利用させていただいて、4年目となった。2017年度の講義とFX10を利用した効果について報告する。

基礎から理解を深められるように、講義の構成については例年通り4段階に分け、1 CPUと並列性、2 並列システム、3 分散メモリと共有メモリでのプログラム、4 FX10での演習とした。1, 2が主に並列システムの知識に関するもので、3, 4が並列システム上でのプログラムに関する講義と演習とした。4の演習では5コマを割り当て、知識と演習がなるべくバランスするように心がけた。演習のはじめの二コマはジョブの投入や実行結果の確認の手続きを学習してもらうため、台形則により積分値を計算し円周率を求める簡単なプログラムを題材とした。後半の三コマはCRS形式の疎行列ベクトル積を題材とした。

この演習のため、百万行程度の疎行列を複数のプロセスに分散させた行列データファイルとそれをCRS (Compressed Row Storage) 形式に読みこむコードを準備し、学生には逐次の疎行列ベクトル積のコードを渡し、分散疎行列の疎行列ベクトル積を計算するプログラムを考えさせた。その上で、FX10上でのOpenMP化、MPI化、ハイブリッド並列化とその計測と性能を考察させる課題とした。

講義の日程と簡単な内容のリストは表1のようにになっている。本講義は並列計算の導入として位置づけており、はじめに基礎知識を講義し、最後の5回の講義時間(表1の4-1~4-5)のみFX10を利用してプログラム演習を行った。上に述べたようなレポート課題もだしており、授業時間外にも各自にFX10上で自習させ、本学の前期末である、8月の第一週までアカウントを利用して頂いた。今年度の履修人数は81人であり、実際に単位を取得したのは54人だった。レポートの内容からは、ハイブリッド並列までできて正しく分析できているのは数名であり、課題内容や考察のポイントの伝え方にもう少し改善の余地があるかもしれない。

工学院大学では、卒業研究を含め、研究用にFX10を利用できるようにトークンを購入している。学部3年生のうちから本制度の支援を受け、この環境の認証に関する手続きやジョブ投入の方法、さらに並列プログラムの基礎知識と合わせて簡単な並列プログラムの実装まで経験させておけたことはこれまでと同様に非常に有意義なものになったと考えている。昨年度この講義を受け、FX10上で研究を進め、今年度HPC研究会で発表を行った学生もいた。今年度も学生達が様々な研究室に配属され、それぞれの研究テーマで自主的にFX10などのスパコンを利用して研究を進めてくれることを期待している。

表 1 : 講義日程, 内容

日付	時間	内容
4月11日	1535-1720	1-1 CPUの仕組み プロセス, キャッシュ
4月18日	1535-1720	1-2 並列性の分類 {命令, スレッド, プロセス}レベル並列性
4月25日	1535-1720	2-1 並列システム 共有メモリや分散メモリでの相互結合網, キャッシュの一貫性, $\alpha\beta$ モデル, 計算と通信のコスト
5月9日	1535-1720	2-2 共有メモリ型と分散メモリ型の並列処理 SPMD, 共有メモリ, 分散メモリ, 性能計測
5月16日	1535-1720	3-1 分散メモリ型の並列処理 MPI 基礎
5月23日	1535-1720	3-2 MPI のプログラム MPI のプログラムと様々な集団通信関数
6月6日	1535-1720	3-3 マルチスレッドと排他制御 mutex_lock, semaphore, デッドロック
6月13日	1535-1720	3-4 OpenMP の書き方と例題
6月20日	1535-1720	4-1 並列プログラムの実践 0 計算環境の説明, 数値積分による円周率の計算
6月27日	1535-1720	4-2 並列プログラムの実践 1 数値積分による円周率の計算の MPI 化
7月4日	1340-1720	4-3 並列プログラムの実践 2 疎行列ベクトル積のプログラムの OpenMP 化
7月11日	1535-1720	4-4 並列プログラムの実践 3 疎行列ベクトル積のプログラムの MPI 化
7月18日	1535-1720	4-5 並列プログラムの実践 4 疎行列ベクトル積のハイブリッド化と性能計測
7月25日		期末試験

参 考 文 献

工学院大学情報学部コンピュータ科学科 3 年次科目シラバス : 並列計算システム :
<http://syllabus.sc.kogakuin.ac.jp/syllabus/daigaku/2017/1J13/2L13.html>