

教育利用報告：工学院大学3年次講義「並列・分散システム」

藤井 昭宏

工学院大学情報学部

教育利用制度により、Reedbush スーパーコンピュータシステム (Reedbush-U システム) 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、6年目となった。2019年度の講義とReedbush-Uシステム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 Reedbush-Uでの演習としている。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ている。最終課題は昨年度と同様に、オイラー法による重力についての多体問題の単純な逐次コードと、各物体の座標情報を記録した結果ファイルの可視化プログラムを用意した。レポート課題はこのプログラムのOMP化とMPI化としている。OMP化では相互の作用を計算するループにプラグマをいれるだけであり、MPI化では、各プロセスに担当する物体集合を分割し、担当の物体情報を更新したのち全体でallgatherをするだけである。

昨年度との違いは、Reedbush-Uを使う時間を例年より1コマ多く4コマ割り当てなるべく演習を通じて学べるように心がけたこと、また、その分、単純なベクトル演算において、MPIやOMPによる並列化を紹介できたことがある。そのため、レポート課題については、例年よりできている学生が多かったように思われる。一方で、C言語とMPIやOMPを組み合わせたプログラムは、デバッグが大変であり、なかなかモチベーションを上げにくいことも感じられた。最近の学生はpythonなども講義で扱われ、簡単なプログラムを動作させ、可視化する手順にも慣れており、そのようなものとの連携をする方向で今後は考えていけたらと思っている。

講義の日程と簡単な内容のリストは表1のようになっている。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4回の講義時間(表1の4-1~4-4)のみReedbush-U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77人であり、実際に単位を取得したのは66人だった。

工学院大学では、卒業研究を含め、研究用にReedbush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。本講義を受け、Reedbush上で研究を進め、情報処理学会HPC研究会やそのほかの会議で発表を行う学生も毎年でてきている。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Reedbushなどのスパコンを利用し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9日	15:35-17:20	1-1 CPUの仕組み プロセス, キャッシュ
4月16日	15:35-17:20	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23日	15:35-17:20	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7日	15:35-17:20	2-2 共有メモリ型と分散メモリ型の並列処理 SPMD, 共有・分散メモリ, 性能計測, アムダールの法則
5月14日	15:35-17:20	3-1 分散メモリ型の並列処理 MPI 基礎, 集団通信
5月21日	15:35-17:20	3-2 MPI のプログラム MPI の簡単なプログラム 内積など
6月4日	15:35-17:20	3-3 マルチスレッドと排他制御 mutex_lock, semaphore, デッドロックとその検知
6月11日	15:35-17:20	3-4 OpenMP の書き方と例題 文法と簡単なプログラム例. False sharing
6月18日	15:35-17:20	4-1 並列プログラムの実践 1 計算環境説明, 数値積分による円周率の計算 (OMP 化)
6月25日	15:35-17:20	4-2 並列プログラムの実践 2 数値積分による円周率の計算の MPI 化
7月2日	13:40-17:20	4-3 並列プログラムの実践 3 逐次の多体問題のプログラムの OMP 化
7月9日	15:35-17:20	4-4 並列プログラムの実践 4 逐次の多体問題のプログラムの MPI 化
7月16日	15:35-17:20	筆記試験

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・分散システム :
<http://syllabus.sc.kogakuin.ac.jp/syllabus/daigaku/2019/1J13/2H19.html>