## Office hour

火曜8限@演習室4/8th period on Tue.@std4

## メールの送り方/How to send a mail

質問等がある場合, TAにメールを送ってください/If you have a guestion, send a mail to TA

• TA: d8181105, Yuki Murakami

## 注意/Remark

- 件名に [PCS] を入れること/To put [PCS] in a subject
- 本文に学籍番号と氏名を入れること/To write your student ID and your name in a body

# レポートの書き方/How to write a report

1. 学籍番号、名前、レポート回数を必ず含めること

- Office hour
- メールの送り方/How to send a mail o 注意/Remark
- レポートの書き方/How to write a report
- Ex01
  - Gnuplot
  - Shell Script
- Ex02
  - o Fileの読み取りかた/Read data from a file
  - o 2次元配列の動的確保/Allocate memory for 2-dimensional array dynamically
    - 注意/Remark
- Ex03
  - o テンプレート/Template
  - o 計測方法の例/Example of measurement
  - o グラフの作成方法の例/Example of plotting data
- Ex04
  - o テンプレート/Template
    - デバッグ方法/How to debug your program
  - o 計測方法の例/Example of measurement
  - o グラフの作成方法の例/Example of plotting data ■ 注意/Remark

- 2. プログラムの実行環境, コンパイルオプションを明記すること
- 3. プログラムの作成に当たって創意工夫した点があれば言及すること
- Office bp.実行結果は図だけではなく,表にもまとめて載せること
- メールの送**波で例のような実**符結果になったのか,実行結果からどのようなことが言えるのか等,十分に考察するこ o 注意/Remark
- レポートの書き方/How to write a report
- Fx0 LaTeXを使用する場合は以下のリンクを参考にしてください/If you use LaTeX, access the following link
  - o GhlapTeXを使用したレポートの作成/How to write a report in LaTeX
  - Shell Script
- Ex02

  - Fileの読み取りかた/Read data from a file
    2次元の対の動的確保/Allocate memory for 2-dimensional array dynamically
    - 注意/Remark
- Ex03
  - o 7 Grup / Otnplate
  - o 計測方法の例/Example of measurement
  - o グラフの作成方法の例/Example of plotting data Data
- Ex04

  - マンプレート/Template
     サバッグ方法/How to debug your program
     計測方法の例/Example of measurement
     グララの作成方法の例/Example of plotting data
     注意/Remark

    - 例1: 実測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance
    - **例**2t性能向上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio

ex01.dat

3 of 16

GROWI 3.2.2 = Ctrl-/

ex01.plt set term pngcairo set output "ex01.png" set logscale x Office Seturxlabel "Number of partitions" set ylabel "Elapsed time/seconds" ● メールの強り方法tow tobsehd wintail lines o 注意/Remark Terminal • Ex01\$ gnuplot ex01.plt Gnuplot Shell Script • Ex0Shell Script o Fileの読み取りかた/Read data from a file o 2次元配列の動的確保/Allocate memory for 2-dimensional array dynamically ■ 注意水をpartneasurement Ex03 exu3 o テップレート/Template o 計測方法の例/Example of measurement o グラフの作成方法の例/Example of plotting data echo \$n ex01.sh time ./ex01 \$n Ex04 o テメ**ナテル・**ト/Template ■ デバッグ方法/How to debug your program ○ 計**製**存券独/何級でも代析品が低が見けminal ○ グラフの作成方法の例/Example of plotting data ■ 注意/Remark ■ 例1:美洲性能的比較/Example 1: Comparison of measured performance **Terminal** ■ 例2:性能問上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio Ex02

## Fileの読み取りかた/Read data from a file

```
ex02_fp.c
• Office hold lude <stdio.h>
       #include <stdlib.h>
● メールの送り方/How to send a mail
  o 注意/Remmarkn (int argc, char* argv[]) {
           FILE* fp;
● レポートの書き方/How to write a report
           fp = fopen("sample.dat", "r");
  • Gnuplot // Error check
  o Shell Script (fp == NULL) {
                exit(-1);

    Ex02

   o Fileの読み取りかた/Read data from a file
  o 2次元配列の動的確保如Altocafe one mor flore 2-dimensional array dynamically
    ■ 注意/Resocatof(fp, "format", ...);

    Ex03

           fclose(fp);
  o テンプレート/Template
  o 計測方法。例 Example of measurement
  o グラフの作成方法の例/Example of plotting data
Ex04
  o テンプレート/Template
  ■ 2次元配例の動的確保/Allocate memory for 2-dimensional array

計測方法の例(Example of measurement)
グランの作成方法の例(Example of plotting data

    ■ 注意/Remark
    ■ 例1: 実測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance
    ■ 例2: 性能向上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio
```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

```
• Office intumain (int argc, char* argv[]) {
           double** array;
• メールの送い病s/i-topwetto signtl aimaili, nx, ny;
  o 注意/Remark
● レポートの書き方/How to write a report ny
• Ex01

    Gnuplot

  o Shell Script Allocate memory for 2-dimensional array
           array = (double**)malloc(sizeof(double*)*ny);
           for (i = 0; i < ny; i++) {

    Ex02

  o Fileの読み取りay/たARe[ait]clata f(rdoubfile*)malloc(sizeof(double)*nx);
  o 2次元配列の動的確保/Allocate memory for 2-dimensional array dynamically
    ■ 注意/Remark
           for (i = 0; i < ny; i++) {

    Ex03

  _{\rm cx} for (j = 0; j < nx; j++) { o テンプレート/Template*
  o 計測方法の例/Example of measurement 
Initialize array[i][j]
  o グラフの作成方法の例/Example of plotting data
• Ex04
  o テンプレート/Template
    ■ デバッグ方法/How to debug your program
  o 計測方法的例是 sangle of Rivers Wrefrent 2-dimensional array
  o グラフの作成方法の例名xample blyploiting data
    ■ 注意/Remarfree(array[i]);
    ■ 例1: 実測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance
    ■ 例2:性能向比率の対較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio
           return 0;
```

ex02\_mem.c

### 注意/Remark

全データをソートする場合、2次元配列のままソートするのはあまり上手な方法とは言えません.

- Office hour 1次元配列としてデータを初期化し、いずれかのソート手法を使うと良いでしょう.
- メール印화わたgood wasnto-sopit data of 2-dimensional array in case of sorting all data. You use 1-dimensional
  - o 注意/Remark array for using a sort algorithm.
- レポートの書き方/How to write a report
- Ex01
- Ex02

  - Fileの読み取りかた/Read data from a file 2次元配列の動的確保**人間のいまた**y for 2-dimensional array dynamically
    - 注意/Remark
- Ex03
  - o テンプレート/Template
  - o 計測方法の例/Example of measurement
  - o グラフの作成方法の例/Example of plotting data
- Ex04
  - o テンプレート/Template
    - デバッグ方法/How to debug your program
  - o 計測方法の例/Example of measurement
  - o グラフの作成方法の例/Example of plotting data
    - 注意/Remark
  - 例1: 実測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance
  - 例2: 性能向上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio

```
#include <stdio.h>
      #include <stdlib.h>
      #include <time.h>

    Office#include <sys/time.h>

      #include <sys/resource.h>
● メールの送り方/How to send a mail
  o 注意/Remark
           Define macro for a matrix described in Lec04
● レポートの書き方/How to write a report
• Ex01

    Gnuplot

  o Shell Script e_time() explained in Ex01

    Ex02

  o 2次元配列ds動的確保JAltocate memory for 2-dimensional array dynamically
    ■ 注意/Remsailgned int N;

    Ex03

          Declare pointers for matrix
  o テンプレート/Template
  ○ 計測方法の例/Example of measurement

double St en,

○ グラフの作成方法の例/Example of plotting data
          if (argc != 2) {
• Ex04
  o テンプレート/Tempfate28;
    ■ デバッグ 方法 Aow to debug your program
  o 計測方法の例/Example of measurement
  o グラフの作成労法め例性AshpisofijiStingfaMatrix, from a command line argument
    ■ 淫惹/Remark
    ■ 例1: 実測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance
    ■ 例2: 性能向上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio
           Allocate memory for matrices as explained in Lec04
      */
```

ex03\_template.c

Initialize the input matrices with random numbers \*/

- st = e\_time(); Office hour
- メールの送り知ればetamathix-multiplication
  - o 注意/Remark

$$en = e_time();$$

● レポートの書き方/How to write a report

- Ex01
  - Gnuplot
  - Shell Script metrices
- Ex02 \*/
  - o Fileの読み取りがた/Read data from a file
  - o 2次元配列の動的確保/Allocate memory for 2-dimensional array dynamically
    - 注意/Remark
- Ex03計測方法の例/Example of measurement

  - o 計測方法の例/Example of measurement
  - o グラフの作成方法の例/Example of plotting data
- Ex04
  - o テンプレート/Template
    - デバッグ方法/How to debug your program
  - o 計測方法の例/Example of measurement
  - o グラフの作成方法の例/Example of plotting data
    - 注意/Remark
  - 例1: 実測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance
  - 例2: 性能向上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio

#### #!/usr/local/qnu/bin/bash for i in {1..5}; do

# Change the matrix size n as 2, 4, 8, 16, 32

• Office hour n=\$((2 \*\* i))

echo \$n

メールの送り方/How to send a mail

o 注意/Reniafrk[ -f "tmp" ]; then

rm tmp ・ レポートの書き方/How to write a report

# Repeat the measurement of computation time 5 times Fx01

o Gnuplot for j in {1..5}; do

o Shell Script ./ex03 \$n >> tmp done

Ex02

o Fileの読み取れかれ』Radael dantalfrodinspfllay average elapsed time

○ 2次元配列亞動的確保/Allubcate(sneumoryfcb12)-dEnkensionaliantays.dnm/ahinically

■ 消**請**かRemark

Ex03

o 元 表行 古法代 Low to run in your terminal

o 計測方法の例/Example of measurement

o グラシンの作成方法の例をAmathe of plotting data

\$ ./ex03.sh

Ex04

o テンプレート/Template

o グラフの作成方法の例/Example of plotting data

■ 注意/Remark

■ 例1: 実測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance

■ 例2: 性能向上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio # size elapsedTime(-00) elapsedTime(-02)

2 6.400000e-8 1.600000e-8

4 5.100000e-7 1.300000e-7

8 4.100000e-6 1.000000e-6

ex03.sh

Terminal

ex03.dat

#### Plot script

ex03.plt set term pngcairo • Office Aturout put "ex03.png" set title "Performance for matrix-multiplication as double precision" ● メールを送り右/bew tossend amfailmatrix" o 注意#Permarkbel "Performance/MFLOPS" set xrange [1:10] ・レポートの書き方/How to write a report set logscale x 2 •  $F_{\times 0.1}$  plot "ex03.dat" using 1:(2\*\$1\*\$1\*\$1/\$2/1.0e6) title "-00" with lines,\ o Gnuplot "ex03.dat" using 1:(2\*\$1\*\$1\*\$1/\$3/1.0e6) title "-02" with lines Shell Script 実行方法/How to run in your terminal ● Ex02 o Fileの読み取りかた/Read data from a file Terminal o 2次先配列列動的確保3APlocate memory for 2-dimensional array dynamically ■ 注意/Remark Ex03 o テンプレート/Template o 計画 X を対例/Example of measurement o グラフの作成方法の例/Example of plotting data Ex04 。テ<del>ゔ</del>ンプル艸棒/Template ■ デバッグ方法/How to debug your program o 計測方法の例/Example of measurement o グラフの作成方法の例/Example of plotting data ■ 注意/Remark ■ 例1: 実測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance ■ 例2: 性能向上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio

```
ex04_template.c
       #include <stdio.h>
       #include <stdlib.h>
       #include <time.h>

    Office#include <sys/time.h>

       #include <sys/resource.h>
メールの送り方/How to send a mail
  o 注意/Remark
           Define macro for a matrix described in Lec04, but use matrixSize instead of N
● レポートの書き方/How to write a report
Ex01

    Gnuplot

  o Shell Script e_time() explained in Ex01

    Ex02

  o Fileinn読anunthか(左)作teadropata frohaarfileargv[]) {
  o 2次元配列的动物在保JAltocate memory for 2-dimensional array dynamically
    ■ 注意/RémaAk matrix has matrixSize-by-matrixSize elements,
           // and blockedMatrixSize-by-blockedMatrixSize blocks

    Ex03

           // each of size blockSize-by-blockSize
  o テンプレート/Template
unsigned int matrixSize, blockSize, blockedMatrixSize;
o 計測方法の例/Example of measurement
  o グラフの作成方法の例/Example of plotting data
Declare pointers for matrix
• Ex04 */
  o テンプレーd pyhenblate, en;
    ■ デバッグ方法/How to debug your program
  o 計測方法的例例在 Sample of measuriantees to use, if any
  o グラグの作成方法の例/Example of plotting data
    ■ 注意/Remark
    ■ 例1: 実期性能切此較在xample 1: Comparison of measured performance
    ■ 例2:性能向血率の比較/Egample28 Comparison of performance improvement ratio
                blockSize = 8;
           } else {
           Input matrixSize and blockSize from command line arguments like the following
           $ ./ex04 matrixSize blockSize
```

```
*/
                if (blockSize > matrixSize) {
                      blockSize = matrixSize;

    Office hour

メールが送り方/How to send a mail
  o 注意/Remarkpute blockedMatrixSize from matrixSize and blockSize
● レポートの書き方/How to write a report

    Ex01

            Allocate memory for matrices as explained in Lec04

    Gnuplot

    Shell Script

• Ex02 /*
  o Fileの読み取りがた/Read data from a file
  o 2次光配列の動的確保/Allocate memory for 2-dimensional array dynamically
     ■ 注意/Remark
            st = e_time();
• Ex03/*
  o テンプレーComTemperate attrix-multiplication with the blocking algorithm described in Lec05
   o 計測方法の例/Example of measurement
  o グラフの作成方法の倒縮(a)mple of plotting data

    Ex04

  EXU4 printf("%.10e\n", en - st);
o テンプレート/Template
     ■ デバッグ方法/How to debug your program
  ○ 計測方法の例/Example of measurement
Release memory for matrices
○ グラ<sub>オ</sub>フの作成方法の例/Example of plotting data
    ■ 注意/Remark

return 0.

■ 例1: 実測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance
    ■ 例2: 性能向上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio
      デバッグ方法/How to debug your program
```

blocking algorithm を使用した行列積の結果と, naive algorithm を使用した行列積の結果は, おおよそ

float 型で 1.0e-5 以内, double 型で 1.0e-15 以内で一致します. そのため, blocking algorithm を使用し正しく計算できているかどうかを確かめるためには, Ex03 で作成した naive algorithm を使用した行列積の結果と比較すると良いでしょう. ただし, 2つのプログラムで, 行列の初期値を等しくする必要があります.

```
    Office hour

 メールの送り方/How to send a mail
。注意に表示法の例/Example of measurement
● レポートの書き方/How to write a report
     Example of script for measurement
• Ex01
  ° Gnuplotusr/local/gnu/bin/bash
                                                                                      ex04.sh
  o Shell Script
for b in {1..3}; do
          # Change the block size bSize as 2, 4, 8
• Ex02
  o Fileの読み気がある(ata from a file
  o 2次元配列の動的確保/Allocate memory for 2-dimensional array dynamically
    ■ 注意/Remark
          for i in {1..5}; do

    Ex03

              # Change the matrix size n as 2, 4, 8, 16, 32
  o テンプレート/Temapstatte2 ** i))
  o 計測方法の例/Example of measurement
  o グラフの作成方法の例/Example of plotting data
              if [ -f "tmp" ]; then

    Ex04

  o テンプレート/Template
 ■ 注意/Remark
   ■ 例1: 実測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance
   ■ 例2: 性能向上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio
              # Calculate and display average elapsed time
              cat tmp | awk '{sum += $1} END {print sum/NR}'
          done
      done
```

#### 実行方法/How to run in your terminal

\$ chmod 700 ex04.sh

Terminal

- Officehourex04.sh
- メールの送り方/How to send a mail
  - 。注意であった。 作成方法の例/Example of plotting data
- レポートの書き方/How to write a report
- Ex01

  - Shell Script
- $\bullet$  Fx0グラフを作成する際の naive algorithm を使用したデータは, Ex03 のものを使用してよいが, 必ず実行環境を
  - o Fileが読むなした/Read data from a file
  - · 2次元配剂以動的確保在到Postemeror Extra in Insertic executively carvirally ment used in ExO3.
- Ex03 。テ例1: 実測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance
  - o 計測方法の例/Example of measurement
  - o グラオの作成方法の例/Example of plotting data
- Ex04
  - o テザパSize/elapsedTime(naive) elapsedTime(b=2)
  - 子パック男祭/A6wto de 60g 900 e j 8 gram 計測方法も例例と名前 Jie of 3 fe 3 gram A fine a

  - o グラフの体験分裂の例/Example 8P内ofting data
    - 注意/Remark
    - **何もま**測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance
    - 例2: 性能向上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio

ex04 1.dat

set term pngcairo set output "ex04\_1.png"

set title "Performance for matrix-multiplication with the blocking algorithm as doub

• Office len precision"

set xlabel "Size of matrix"

- メールの送り右(be)w t'chentarmaince/MFLOPS"
  - o 注意Atensatrkle histogram clustered gap 4
- set style fill solid border linecolor rgb "black"

  ・ レポートの書き方/How to write a report set key outside
- $\bullet$  Fx01 plot "ex04\_1.dat" using (2\*\$1\*\$1\*\$1/\$2/1.0e6):xtic(1) title "naive" with histogram,
  - "ex04\_1.dat" using (2\*\$1\*\$1\*\$1/\$3/1.0e6) title "b = 2" with histogram

Shell Script

実行方法/How to run in your terminal ● Ex02

- - o Fileの読み取りかた/Read data from a file
  - o 2次先配列的動的確保/Affocate memory for 2-dimensional array dynamically
    - 注意/Remark
- | Ex03例2: 性能向上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio
  - o テンプレート/Template
  - o 計測方法の例/Example of measurement
  - o グラフの作成方法の例/Example of plotting data
- Ex04Data
  - o テンプレート/Template
  - 尹/も立方法はHofartroateceg polityerogreem formance(b=2)
  - o 計測方法の例E12000le@f measurement
  - o グラ4フ**25作成方法の**例652xample of plotting data
    - 注意/#R9m7a6k 1024.0
  - 例1: 実測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance
  - 例2: 性能向上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio Plot script

**Terminal** 

ex04\_1.plt

ex04\_2.dat

ex04\_2.plt

set term pngcairo set output "ex04\_2.png"

set title "Performance for matrix-multiplication with the blocking algorithm as doub

• Office for precision"

set xlabel "Size of matrix"

- メールs@送り左(bbolv topsentlammailace improvement ratio"
  - o 注意Atenyaraknge [0:]
    - set\_style histogram clustered gap 4
- レポートの書き方/How to write a report set set style fill soll border linecolor rgb "black"
- Ex01 set key outside
  - o Gnublot "ex04\_2.dat" using (\$2/\$2):xtic(1) title "naive" with histogram, o Shell Script "ex04\_2.dat" using (\$3/\$2) title "b = 2" with histogram

- Ex02実行方法/How to run in your terminal o Fileの読み取りかた/Read data from a file

  - o 2次元配列の動的確保/Allocate memory for 2-dimensional array dynamically
    - \$= Remark ex04\_2.plt
- Ex03
  - o テンプレート/Template
  - o 計測方法の例/Example of measurement
  - o グラフの作成方法の例/Example of plotting data
- Ex04
  - o テンプレート/Template
    - デバッグ方法/How to debug your program
  - o 計測方法の例/Example of measurement
  - o グラフの作成方法の例/Example of plotting data
    - 注意/Remark
  - 例1: 実測性能の比較/Example 1: Comparison of measured performance
  - 例2: 性能向上率の比較/Example 2: Comparison of performance improvement ratio

**Terminal**