

# Разработка экспериментальной библиотеки работы с распределенным массивом для поддержки автоматического конструирования параллельных программ

Выполняет:

студент гр. 18201 ФИТ НГУ Баранов Илья Николаевич

Руководитель:

Киреев Сергей Евгеньевич, н.с. ИВМиМГ СО РАН

# Цели и задачи

Целью является разработка библиотеки параллельного программирования для работы с распределенными массивами с автоматизированным подбором параметров для эффективного выполнения программы, а также возможностью внедрения в системы автоматического конструирования параллельных программ.

## Задачи:

- Изучить средства и алгоритмы для автоматического подбора параметров в параллельных программах
- Разработать прототип библиотеки, упрощающий написание параллельной программы
- Создать параллельную программу с помощью разработанной библиотеки, принимающую множество различных параметров
- Зная специфику программы, разработать алгоритм по подбору оптимальных параметров
- Протестировать разработанный алгоритм
- На основе полученного алгоритма создать прототип языка программирования для описания процесса подбора параметров
- На разработанном языке программирования написать программу для подбора параметров для написанной с помощью библиотеки программы. Выполнить тесты.

# Разработан прототип библиотеки

- ParaHelper - точка входа библиотеки
  - getParametr - получение параметров из командной строки
- Grid - распределенный массив
  - Декомпозиция средствами MPI (Decomposition\_type)
  - Асинхронный обмен границами (Waiter)
  - Синхронный обмен границами
- Range - “прямоугольное” подмножество индексов
  - for\_each - применение лямбда-функции (C++11) к элементам подмножества
- ThreadPool - пул нитей для параллельного исполнения метода for\_each
  - std::thread (C++11)
- Reduce - редукция по подмножеству индексов
  - Применение лямбда-функции и MPI\_Allreduce для сбора результата

# Визуализация работы библиотеки

Tetrayder ULTRA

Подбор параметров    Настройки    Визуализация

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	2	1.83365	1.68242	1.54631	1.42533	1.31947	1.22873	1.15312	1.09263	1.04726	1.01701	1.00189	1.00189	1.01701	1.04726	1.09263	1.15312	1.22873	1.31947	1.42533	1.54631	1.68242	1.83365	2
1	1.83365	1.66329	1.51024	1.37468	1.25417	1.14873	1.05835	0.983032	0.922779	0.87759	0.847464	0.8324	0.8324	0.847464	0.87759	0.922779	0.983032	1.05835	1.14873	1.25417	1.37468	1.51024	1.66329	1.83365
2	1.68242	1.51024	1.3576	1.22221	1.10186	0.996559	0.906299	0.831082	0.770909	0.725779	0.695693	0.680649	0.680649	0.695693	0.725779	0.770909	0.831082	0.906299	0.996559	1.10186	1.22221	1.3576	1.51024	1.68242
3	1.54631	1.37468	1.22221	1.08682	0.966472	0.861169	0.770909	0.695693	0.63552	0.59039	0.560303	0.54526	0.54526	0.560303	0.59039	0.63552	0.695693	0.770909	0.861169	0.966472	1.08682	1.22221	1.37468	1.54631
4	1.42533	1.25417	1.10186	0.966472	0.846126	0.740823	0.650563	0.575346	0.515173	0.470043	0.439957	0.424913	0.424913	0.439957	0.470043	0.515173	0.575346	0.650563	0.740823	0.846126	0.966472	1.10186	1.25417	1.42533
5	1.31947	1.14873	0.996559	0.861169	0.740823	0.63552	0.54526	0.470043	0.40987	0.36474	0.334654	0.31961	0.31961	0.334654	0.36474	0.40987	0.470043	0.54526	0.63552	0.740823	0.861169	0.996559	1.14873	1.31947
6	1.22873	1.05835	0.906299	0.770909	0.650563	0.54526	0.455	0.379783	0.31961	0.27448	0.244394	0.229351	0.229351	0.244394	0.27448	0.31961	0.379783	0.455	0.54526	0.650563	0.770909	0.906299	1.05835	1.22873
7	1.15312	0.983032	0.831082	0.695693	0.575346	0.470043	0.379783	0.304567	0.244394	0.199264	0.169177	0.154134	0.154134	0.169177	0.199264	0.244394	0.304567	0.379783	0.470043	0.575346	0.695693	0.831082	0.983032	1.15312
8	1.09263	0.922779	0.770909	0.63552	0.515173	0.40987	0.31961	0.244394	0.184221	0.139091	0.109004	0.0939609	0.0939609	0.109004	0.139091	0.184221	0.244394	0.31961	0.40987	0.515173	0.63552	0.770909	0.922779	1.09263
9	1.04726	0.87759	0.725779	0.59039	0.470043	0.36474	0.27448	0.199264	0.139091	0.0939609	0.0638743	0.048831	0.048831	0.0638743	0.0939609	0.139091	0.199264	0.27448	0.36474	0.470043	0.59039	0.725779	0.87759	1.04726
10	1.01701	0.847464	0.695693	0.560303	0.439957	0.334654	0.244394	0.169177	0.109004	0.0638743	0.0337877	0.0187444	0.0187444	0.0337877	0.0638743	0.109004	0.169177	0.244394	0.334654	0.439957	0.560303	0.695693	0.847464	1.01701
11	1.00189	0.8324	0.680649	0.54526	0.424913	0.31961	0.229351	0.154134	0.0939609	0.048831	0.0187444	0.003701...	0.003701...	0.0187444	0.048831	0.0939609	0.154134	0.229351	0.31961	0.424913	0.54526	0.680649	0.8324	1.00189
12	1.00189	0.8324	0.680649	0.54526	0.424913	0.31961	0.229351	0.154134	0.0939609	0.048831	0.0187444	0.003701...	0.003701...	0.0187444	0.048831	0.0939609	0.154134	0.229351	0.31961	0.424913	0.54526	0.680649	0.8324	1.00189
13	1.01701	0.847464	0.695693	0.560303	0.439957	0.334654	0.244394	0.169177	0.109004	0.0638743	0.0337877	0.0187444	0.0187444	0.0337877	0.0638743	0.109004	0.169177	0.244394	0.334654	0.439957	0.560303	0.695693	0.847464	1.01701
14	1.04726	0.87759	0.725779	0.59039	0.470043	0.36474	0.27448	0.199264	0.139091	0.0939609	0.0638743	0.048831	0.048831	0.0638743	0.0939609	0.139091	0.199264	0.27448	0.36474	0.470043	0.59039	0.725779	0.87759	1.04726
15	1.09263	0.922779	0.770909	0.63552	0.515173	0.40987	0.31961	0.244394	0.184221	0.139091	0.109004	0.0939609	0.0939609	0.109004	0.139091	0.184221	0.244394	0.31961	0.40987	0.515173	0.63552	0.770909	0.922779	1.09263
16	1.15312	0.983032	0.831082	0.695693	0.575346	0.470043	0.379783	0.304567	0.244394	0.199264	0.169177	0.154134	0.154134	0.169177	0.199264	0.244394	0.304567	0.379783	0.470043	0.575346	0.695693	0.831082	0.983032	1.15312
17	1.22873	1.05835	0.906299	0.770909	0.650563	0.54526	0.455	0.379783	0.31961	0.27448	0.244394	0.229351	0.229351	0.244394	0.27448	0.31961	0.379783	0.455	0.54526	0.650563	0.770909	0.906299	1.05835	1.22873
18	1.31947	1.14873	0.996559	0.861169	0.740823	0.63552	0.54526	0.470043	0.40987	0.36474	0.334654	0.31961	0.31961	0.334654	0.36474	0.40987	0.470043	0.54526	0.63552	0.740823	0.861169	0.996559	1.14873	1.31947
19	1.42533	1.25417	1.10186	0.966472	0.846126	0.740823	0.650563	0.575346	0.515173	0.470043	0.439957	0.424913	0.424913	0.439957	0.470043	0.515173	0.575346	0.650563	0.740823	0.846126	0.966472	1.10186	1.25417	1.42533
20	1.54631	1.37468	1.22221	1.08682	0.966472	0.861169	0.770909	0.695693	0.63552	0.59039	0.560303	0.54526	0.54526	0.560303	0.59039	0.63552	0.695693	0.770909	0.861169	0.966472	1.08682	1.22221	1.37468	1.54631
21	1.68242	1.51024	1.3576	1.22221	1.10186	0.996559	0.906299	0.831082	0.770909	0.725779	0.695693	0.680649	0.680649	0.695693	0.725779	0.770909	0.831082	0.906299	0.996559	1.10186	1.22221	1.3576	1.51024	1.68242
22	1.83365	1.66329	1.51024	1.37468	1.25417	1.14873	1.05835	0.983032	0.922779	0.87759	0.847464	0.8324	0.8324	0.847464	0.87759	0.922779	0.983032	1.05835	1.14873	1.25417	1.37468	1.51024	1.66329	1.83365
23	2	1.83365	1.68242	1.54631	1.42533	1.31947	1.22873	1.15312	1.09263	1.04726	1.01701	1.00189	1.00189	1.01701	1.04726	1.09263	1.15312	1.22873	1.31947	1.42533	1.54631	1.68242	1.83365	2

Загрузить    Запуск    Номер итерации 1    -    +    F:\VSProjects\Graduate\ParamsOptimizer\bin\Debug\net5.0-windows\visualizations\24x24\visualisation8X    Выбрать папку

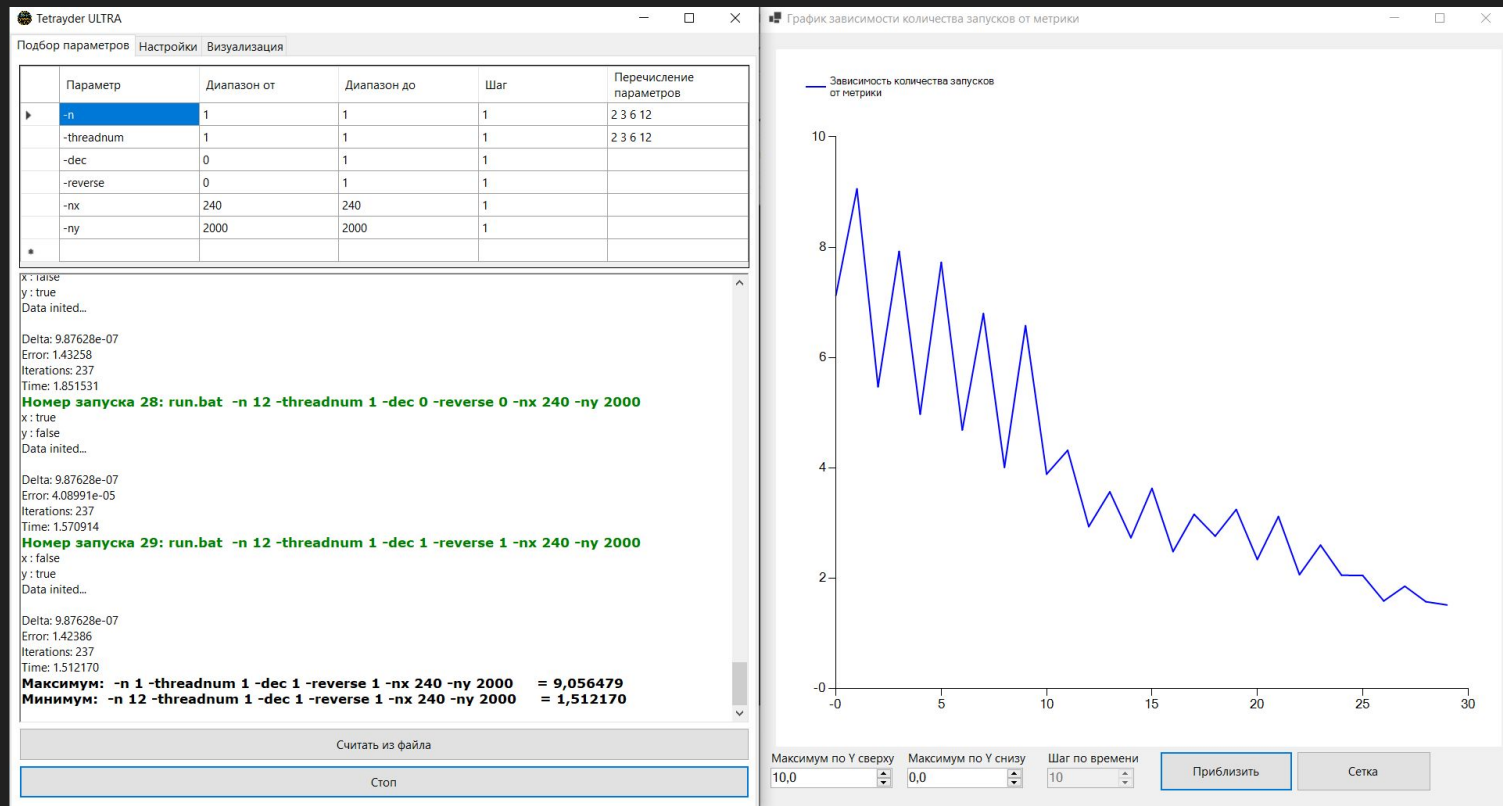
# Скриптовый язык программирования для подбора параметров

```
optimalScript.txt
1  ADD PARAM : PROGNAME ENUM(run.bat)
2
3  ADD PARAM : METRIC ENUM(Time)
4
5  ADD PARAM : -n ENUM(1,2,3,6,12)
6  ADD PARAM : -threadnum ENUM(1,2,3,6,12)
7  ADD PARAM : -dec RANGE(0->1|1)
8  ADD PARAM : -reverse RANGE(0->1|1)
9  ADD PARAM : -nx ENUM(240)
10 ADD PARAM : -ny ENUM(2000)
11
12 METHOD: GRID
13
14 IF -n = 2 THEN -threadnum != 12
15 IF -n = 3 THEN -threadnum != 6,12
16 IF -n = 6 THEN -threadnum != 3,6,12
17 IF -n = 12 THEN -threadnum != 2,3,6,12
18 IF -dec = 0 THEN -reverse = 0
19 IF -dec = 1 THEN -reverse = 1
20
21 CALC -threadnum FROM -n : 12 / -n
22
23 REMOVE COMB : -n 1 -threadnum 12 -dec 0 -reverse 0
24
25 TAKE 5 RANDOM
26
```

## Поддержка

- Объявления исполняемой программы
- Объявления метрики
- Описания параметров (Диапазоны, перечисления, их комбинации)
- Выбора метода перебора (Перебор по сетке, случайный, с помощью другого скрипта)
- Фильтраций параметров (условия, удаление комбинаций по строке, оставление N комбинаций)
- Вычисляемых параметров (любые выражения + - \* / %)

# Тестирование



# Результаты школы

- Прототип библиотеки дополнен возможностью декомпозиции по оси Y
- Добавлена возможность визуализации процесса работы библиотеки
- Разработано средство для подбора параметров программы
- Разработан прототип языка программирования для описания процесса подбора параметров
- Работа написанной с помощью этого языка программы протестирована на разработанной с помощью библиотеки программе