Системи за паралелна обработка - пресмятане на неперовото число

Христо Вригазов

Юли 2017

Съдържание

Глава 1

Цел

1.1 Въведение

Неперовото число е една от най-значимите константи в математиката и инженерните науки [1]. В този проект ще разгледаме един от възможните начини за пресмятане на неперовото число, използвайки сумиране на ред. Този начин за пресмятане е особено удобен, защото позволява много лесно паралелизиране на изчислението. Проектът се състои във създаването на програма на Java, която може да бъде изпълнена от командния ред.

1.2 Ускорение

Целта ни е да намерим как се мени времето за изпълнение според броя нишки, които използваме при паралелното сумиране. За целта програмата може да бъде изпълнена в два режима - за изчисление и за сравнение. В режим "изчисление"даваме на програмата прецизността (колко члена на реда искаме да съберем), колко нишки да използваме, файл, в който да запишем резултата. В режим "сравнение"даваме прециозност, максимален брой нишки и файл, в който да се запишат резултатите за различният брой нишки. В режим "сравнение"просто се изпълнява същото, както в режим "изчисление но с различен брой нишки - вариращ от 1 до дадения максимален брой.

Глава 2

Алгоритъм и изпълнение

2.1 Ред

Редът, който ще използваме за пресмятането на неперовото число, е следният:

$$e = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{2k+1}{(2k!)}$$

Програмата ще разпредели членовете на сумата между нишките и след това ще сумира резултатите по тях. Например ако програма получи като вход броя членове да е 2000 и нишките да са 4, тя ще разпредели на нишка 0 да сумира от 0 до 500, на нишка 1 - от 500 до 1000, на нишка 2 - от 1000 до 1500 и на нишка 3 от 1500 до 2000, след което ще сумира резултатите от всяка от тях.

2.2 Изпънение

Ще сравним за фиксирана прецизност от 1000, 2000, 3000, 4000 и 5000 при различен брой нишки (от 1 до 32) как се мени скоростта на изчислението.

Глава 3

Реализация

3.1 Имплементация

Главният клас на програмата се казва App. В неговия main метод се парсват аргументите, подадени от командния ред чрез библиотеката Docopt и се извиква подходяща инстанция на интерфейса CommandHandler в зависимост от извиканата команда - BenchmarkCommandHandler или ComputeCommandHandler. Във ComputeCommandHandler инстанция на класа RunnablesScheduler разпределя интервалите, които всяка нишка трябва да сумира и връща списък от NapierComputation. Този клас представя сумиране на дадените членове за фиксиран интервал. След това този списък от NapierComputation инстанции се изпълнява чрез класа CompositeNapierComputation, който създава нишка за всеки NapierComputation и ги пуска паралелно. BenchmarkCommandHandler от своя страна просто итерира от 1 до максимания брой нишки като изпълнява същото като в ComputeCommandHandler и накрая записва резултата във файл. Резутатът представлява серия от редове, като всеки ред се състои от брой нишки и времето в милисекунди, което е отнело за изпълнение.

3.2 Използвани класове и библиотеки

Използваните класове от стандартната библиотека и външните библиотеки включват:

1. Docopt - за парсване на аргументи от командния ред
2. ExecutionService - за паралелно изпълнение на нишките
3. Calendar - за засичане на времето
4. BigDecimal - за прецизни операции с плаваща запетая.

3.3 Интерфейс от командния ред

Програмата може да бъде изпълнена с аргумент -h или –help, при което се появява документацията:

Листинг 3.1: Помощно съобщение

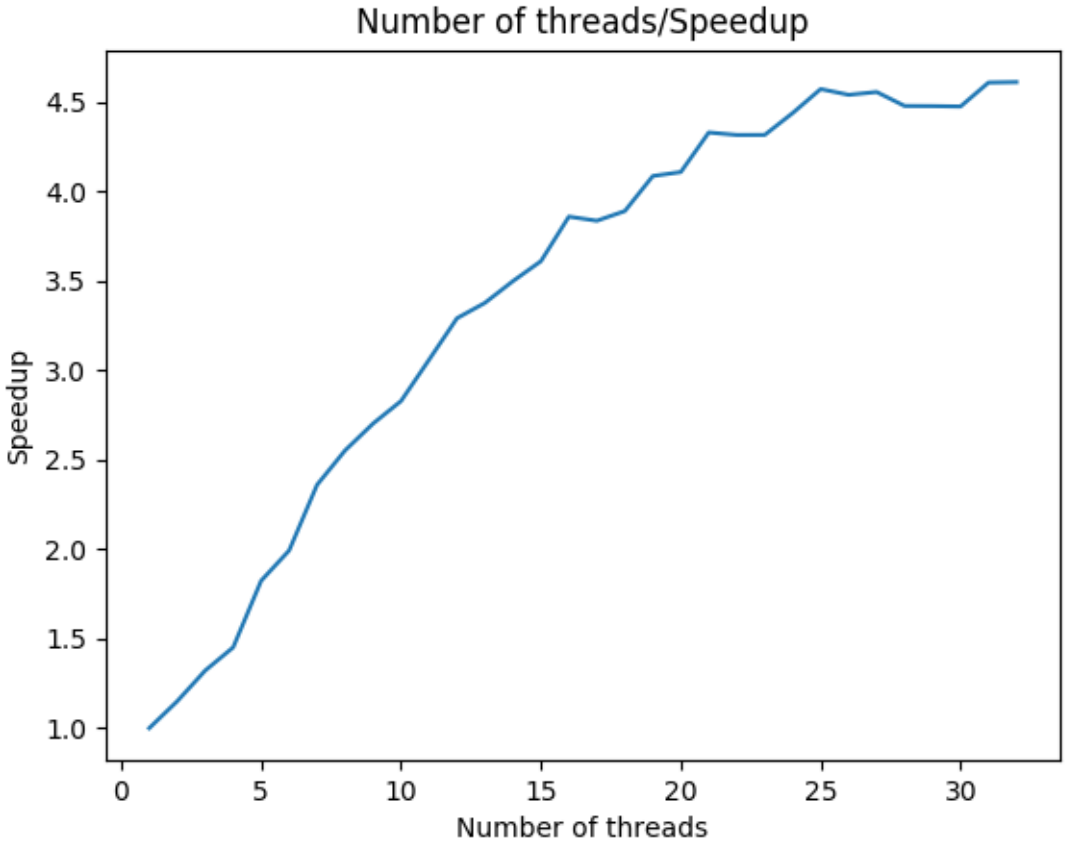
```
napier.

    Usage:
        napier compute -p <precision> -t <tasks> -o <output> [-q]
        napier benchmark -p <precision> -t <tasks> -o <output> [-q]
        napier (-h | --help)
        napier --version

    Commands:
        compute                         Performs computation by
                                        a given number of summation terms,
                                        maximum number of tasks and
                                        output file to dump to.
        benchmark                       For a given fixed precision, runs
                                        computation with tasks from 1 to the
                                        given maximum number and dumps
                                        csv file with the results.

    Options:
        -h --help                       If present, help is shown.
        --version                       Show version.
        -p --precision <precision>      The number of summation terms in the
                                        series approximation.
        -t --tasks <tasks>              The maximum number of tasks
        -o --output <output>            The output file. The result is dumped
                                        to this file.
        -q --quiet                      If set to true, does not output
                                        information about thread starting
                                        and stopping.
```

Глава 4

Измервания и анализ

Нека сега се спрем на измерванията в графичен и табличен вид. В случая сме фиксирали прецизност 5000, а останалите измервания, както и скриптове за генериране на таблиците и графиките, могат да бъдат намерени в хранилището на проекта [2].

4.1 Графика



4.2 Таблица

Времето за изпълнението на серийната програма е

$$T_1 = 79830$$

Таблицата с различния брой нишки и ускорението изглежда по следния начин:

Брой нишки	Време за изпънение в ms	Ускорение
1	79830.0	1.0
2	69395.0	1.1503710641977087
3	60394.0	1.3218200483491738
4	54999.0	1.4514809360170184
5	43771.0	1.8238102853487468
6	40057.0	1.992910103103078
7	33824.0	2.360158467360454
8	31280.0	2.5521099744245523
9	29543.0	2.7021629489219103
10	28226.0	2.8282434634733935
11	26101.0	3.0585035056128116
12	24258.0	3.2908731140242393
13	23639.0	3.3770464063623673
14	22819.0	3.4984004557605504
15	22115.0	3.609767126384807
16	20687.0	3.858945231304684
17	20812.0	3.835767826254084
18	20522.0	3.889971737647403
19	19538.0	4.0858839185177604
20	19433.0	4.107960685431997
21	18440.0	4.329175704989154
22	18499.0	4.3153683982918
23	18498.0	4.315601686668829
24	17988.0	4.437958639092728
25	17461.0	4.571903098333429
26	17585.0	4.539664486778505
27	17524.0	4.555466788404474
28	17829.0	4.477536597677941
29	17832.0	4.47678331090175
30	17841.0	4.474524970573398
31	17323.0	4.608324193269064
32	17313.0	4.61098596430428

Литература

[1] Неперово число - статия във Уикипедия
https://en.wikipedia.org/wiki/E_(mathematical_constant)

[2] Github хранилище на проекта
https://github.com/hristo-vrigazov/napier-number