

Параллельная реализация алгоритма симплекс-метода для задач оптимизации большой размерности

Безбородов В.А., ЕТ-224

Научный руководитель:
д.ф.-м.н., профессор Панюков А.В.

Цели

Краткая постановка

- Разработка реализации
- Оценка производительности

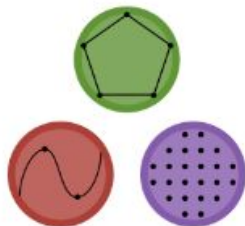
Задачи

- Изучение математической модели алгоритма параллельного модифицированного симплекс-метода;
- Разработка реализации, поддерживающей арифметику произвольной точности;
- Модульное тестирование разработанного ПО;
- Проведение вычислительных экспериментов, показывающих производительность на ЗЛП большой размерности.



ЯП для вычислений

- Мультидиспетчеризация
- Динамическая типизация
- Пользовательские типы
- Шаблоны
- Метапрограммирование
- Вызов функций Python, C
- Встроенный параллелизм
- Лицензия MIT



JuliaOpt

JuMP

Convex.jl

MathProgBase.jl

Cbc.jl

Clp.jl

CPLEX.jl

ECOS.jl

GLPK.jl

Gurobi.jl

Ipopt.jl

KNITRO.jl

Mosek.jl

NLopt.jl

SCS.jl

Optim.jl

LsqFit.jl

CoinOptServices.jl

AmpNLWriter.jl

AmpNLReader.jl

Как это выглядит для пользователя

```
using JuMP, Clp
m = Model(solver=ClpSolver())
@defVar(m, x[1:2] >= 0)
@setObjective(m, Max, sum(x))
@addConstraint(m,
    x[1]+2*x[2] <= 1)
status = solve(m)
```

```
using Convex, Clp
x = Variable(2)
problem = maximize(sum(x),
    [x >= 0, x[1]+2*x[2] <= 1])
solve!(problem, ClpSolver())
```

```
using MathProgBase, Clp
sol = linprog([-1.0, -1.0], [1.0 2.0], '<', 1.0, ClpSolver())
```

Симплекс-метод

CHUZC: Выбрать из \hat{c}_N хорошего кандидата q для ввода в базис.

FTRAN: Сформировать колонку поворота $\hat{a}_q = B^{-1}a_q$, где a_q – колонка q матрицы A .

CHUZR: Из отношений \hat{b}_i/\hat{a}_{iq} определить номер p строки хорошего кандидата для вывода из базиса.

Положить $\alpha = \hat{b}_p/\hat{a}_{pq}$.

Обновить $\hat{b} := \hat{b} - \alpha\hat{a}_q$.

BTRAN: Сформировать $\pi_p^T = e_p^T B^{-1}$.

PRICE: Сформировать строку поворота $\hat{a}_p^T = \pi_p^T N$.

Обновить альтернативные издержки $\hat{c}_N^T := \hat{c}_N^T - \hat{c}_q\hat{a}_p^T$.

Если {рост в представлении B^{-1} }, тогда

INVERT: Сформировать новое представление B^{-1} .

иначе

UPDATE: Обновить представление B^{-1} в соответствии с изменением базиса.

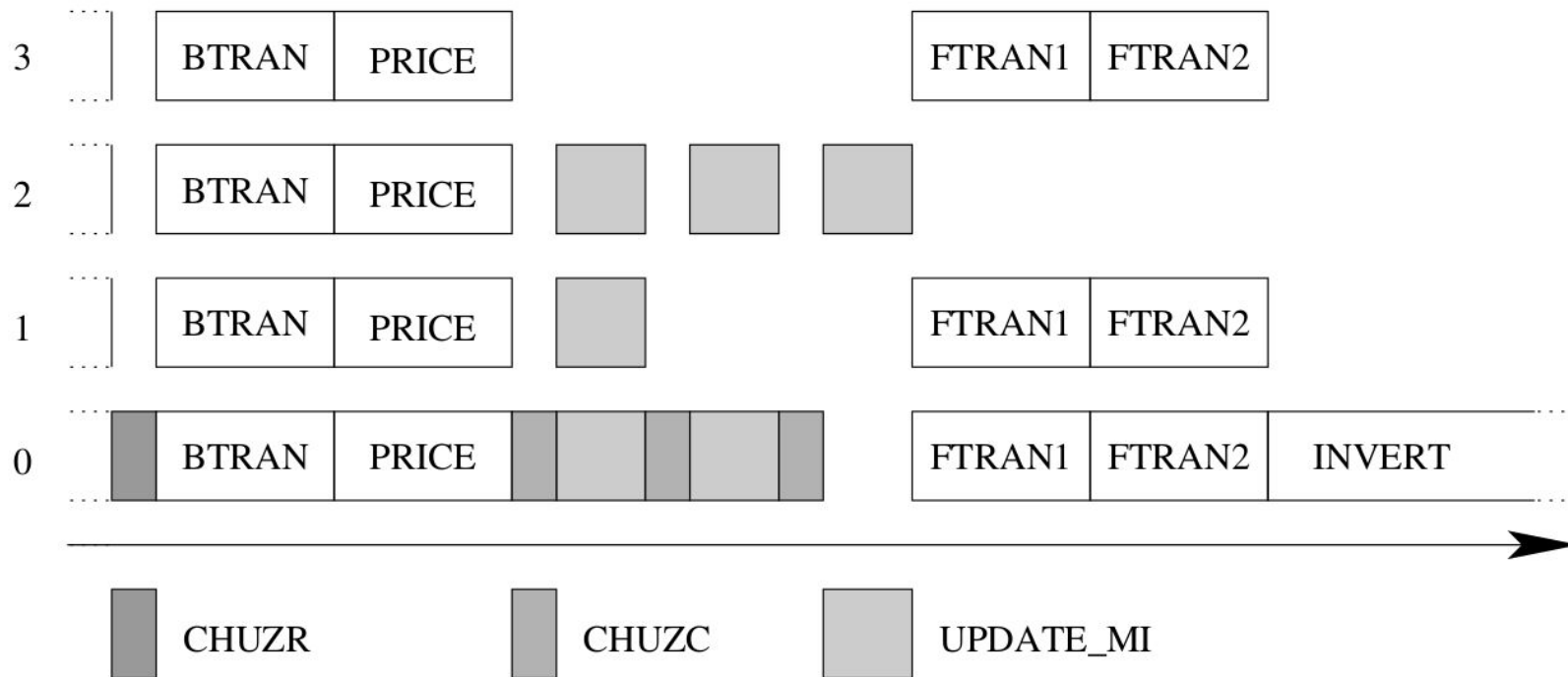
конец если

$$c^T x \rightarrow \min$$

$$Ax = b$$

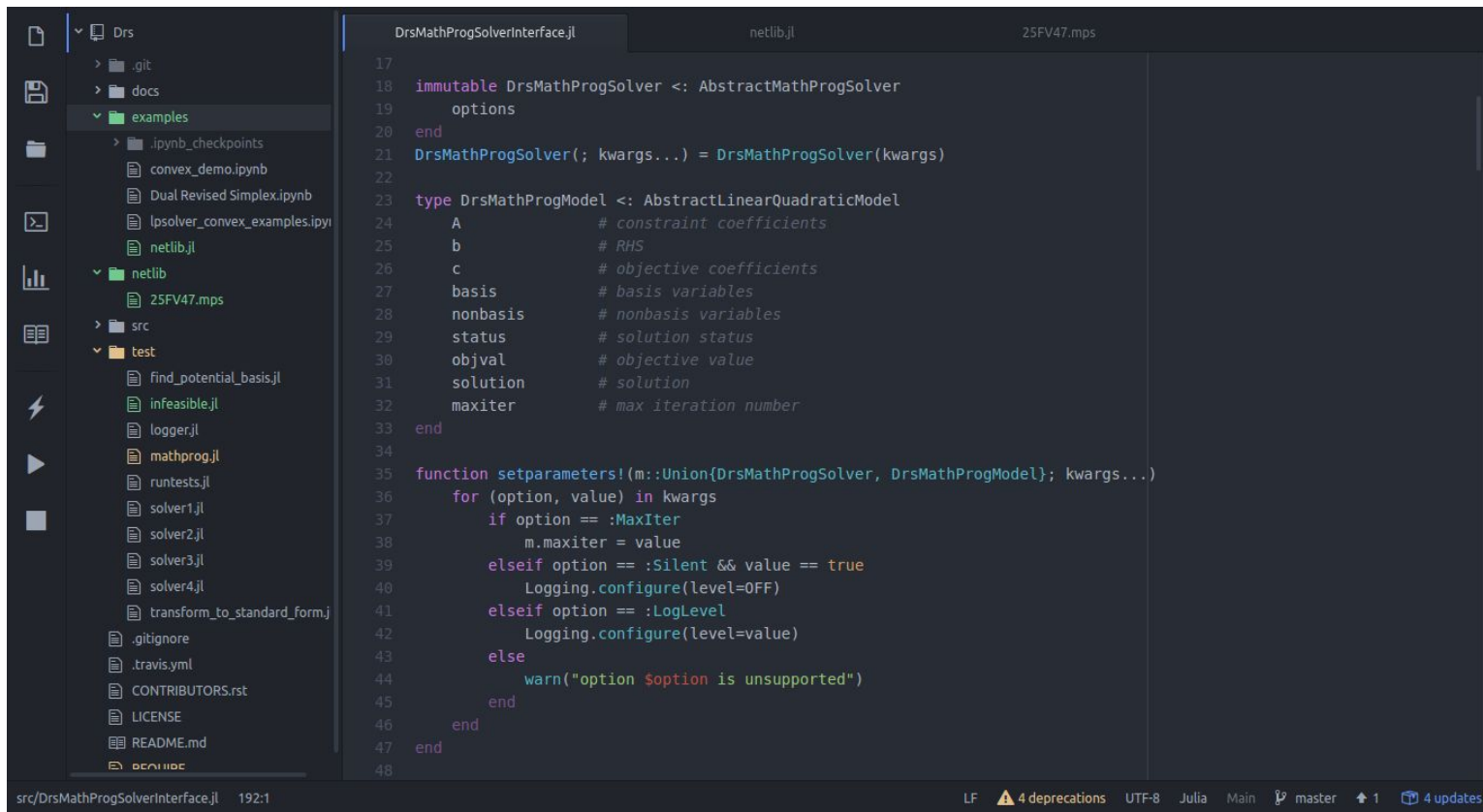
$$x \geq 0$$

Схема распараллеливания



Инструменты

Julia IDE







```
17
18 immutable DrsMathProgSolver <: AbstractMathProgSolver
19     options
20 end
21 DrsMathProgSolver(; kwargs...) = DrsMathProgSolver(kwargs)
22
23 type DrsMathProgModel <: AbstractLinearQuadraticModel
24     A          # constraint coefficients
25     b          # RHS
26     c          # objective coefficients
27     basis      # basis variables
28     nonbasis   # nonbasis variables
29     status     # solution status
30     objval     # objective value
31     solution   # solution
32     maxiter    # max iteration number
33 end
34
35 function setparameters!(m::Union{DrsMathProgSolver, DrsMathProgModel}; kwargs...)
36     for (option, value) in kwargs
37         if option == :MaxIter
38             m.maxiter = value
39         elseif option == :Silent && value == true
40             Logging.configure(level=OFF)
41         elseif option == :LogLevel
42             Logging.configure(level=value)
43         else
44             warn("option $option is unsupported")
45         end
46     end
47 end
48
```

src/DrsMathProgSolverInterface.jl 192:1

LF 4 deprecations UTF-8 Julia Main master 1 4 updates






GitHub

 lpsusu / **lplib**


 2  1  0

[Code](#) [Issues 0](#) [Pull requests 0](#) [Wiki](#) [Pulse](#) [Graphs](#) [Settings](#)









Repository for demo parallel LP solver — Edit

 16 commits  1 branch  0 releases  2 contributors  MIT

Branch: **master** [New pull request](#) [Create new file](#) [Upload files](#) [Find file](#) [Clone or download](#)

 Vyacheslav Bezbordov Add solver stubs

Latest commit 84c5fbb on 23 Jun

 src	Add solver stubs	3 months ago
 test	Add solver stubs	3 months ago
 .gitignore	ignore	3 months ago
 .travis.yml	Add lpsolver test	3 months ago
 CONTRIBUTORS.rst	contributors	3 months ago
 LICENSE	license file	3 months ago
 README.md	README	3 months ago
 REQUIRE	Add lpsolver test	3 months ago

Travis-CI

lpsusu / lplib  build passing

Current Branches Build History Pull Requests

More options



✓ master Add solver stubs

 Commit 84c5fbb

 Compare 2c70521..84c5fbb

 Vyacheslav Bezborodov authored and committed









🔗 #10 passed

⌚ Elapsed time 1 min 56 sec

⌚ Total time 3 min 16 sec

📅 3 months ago

Build Jobs

✓ # 10.1	 </> Julia: 0.4	 no environment variables set	⌚ 43 sec
✓ # 10.2	 </> Julia: nightly	 no environment variables set	⌚ 40 sec
✓ # 10.3	 </> Julia: 0.4	 no environment variables set	⌚ 59 sec
✓ # 10.4	 </> Julia: nightly	 no environment variables set	⌚ 54 sec

Travis-CI

lpsusu / lplib 

build passing

Current Branches Build History Pull Requests

















More options



Default Branch

 master  6 builds	 #10 passed  3 months ago	 84c5fbb  Vyacheslav Bezborodov					
--	--	--	---	---	---	---	---

Inactive Branches

 test  1 builds	 #8 errored  3 months ago	 2c70521  Vyacheslav Bezborodov					
 travis  3 builds	 #3 passed  3 months ago	 5da447b  Vyacheslav Bezborodov					



















Travis-CI

lpsusu / lplib  build passing

Current Branches Build History Pull Requests

More options



✓ master	Add solver stubs	🔗 #10 passed	🕒 3 min 16 sec
 Vyacheslav Bezborrowov		 84c5fbb	 3 months ago
✓ master	Add lpsolver test	🔗 #9 passed	🕒 3 min 24 sec
 Vyacheslav Bezborrowov		 2c70521	 3 months ago
! test	Add lpsolver test	🔗 #8 errored	🕒 2 min 9 sec
 Vyacheslav Bezborrowov		 2c70521	 3 months ago
✓ master	Solver Interface	🔗 #7 passed	🕒 1 min 9 sec
 abogushov		 e3f0386	 3 months ago
✓ master	Merge branch 'master' of github.com:lpsusu/lplib	🔗 #6 passed	🕒 1 min 3 sec
 abogushov		 d26a71a	 3 months ago
✓ master	Merge branch 'travis'	🔗 #5 passed	🕒 1 min 5 sec
 Vyacheslav Bezborrowov		 59aa43e	 3 months ago

Trello

Boards

Разработка библиотеки LP SUSU Team Visible

Backlog

Просмотреть benchmarks Convex. Определить какие нам подходят для тестирования

Именованение модуля 6

Просмотреть примеры Convex для работы в notebooks и реализовать простой пример

Реализация заглушки: функция loadproblem

Реализация заглушки: функция optimize

Реализация заглушки: функция status

Подумать о возможности прекомпиляции модуля (и внедрить, если возможно)

Add a card...

In progress

Add a card...

Done

Сделать минимальный тест с использованием LPSolver 1

Файл .gitignore 2

Пустой тест с загрузкой модуля LPLib 1

Автоматизация тестирования <https://travis-ci.org> 2

Файл LICENSE 3

Ознакомиться с интерфейсом LinearQuadratic и реализовать заглушку 1

Add a card...

Cancel

Add a card...

Menu

Add Members...

Change Background

Filter Cards

Power-Ups

Stickers

More

Activity 19

Alexander Bogushov added [Посмотреть <https://juliadocs.github.io/Documenter.jl/latest/>](https://juliadocs.github.io/Documenter.jl/latest/) to Backlog Jul 27 at 7:47 PM

Alexander Bogushov added [Подготовить пример решения симплекс метода на простой матрице 2x2](#) to Backlog Jul 27 at 7:30 PM

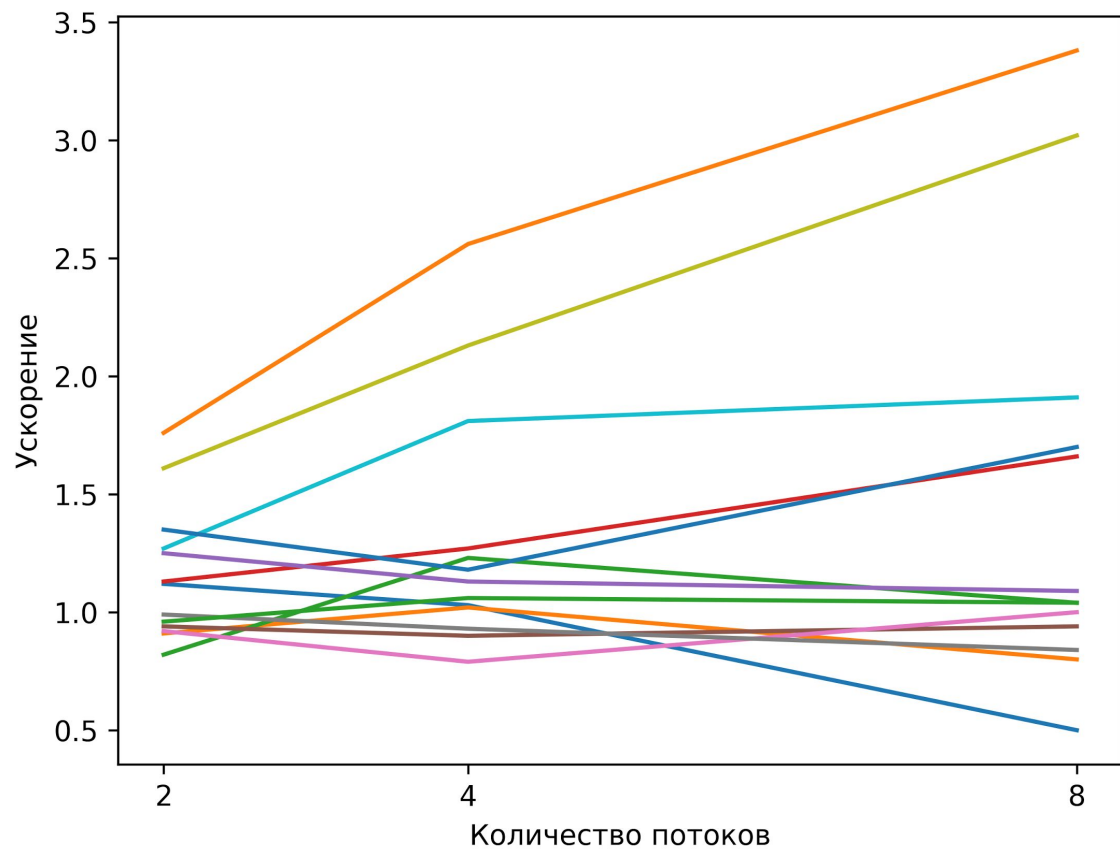
Alexander Bogushov archived Frozen

Результаты

Ускорение

				Ускорение по отношению				
				К 1 потоку			К Clp	
ЗЛП	Строк	Колонок	Элементов	2 потока	4 потока	8 потоков	1 поток	8 потоков
25fv47	822	1571	11127	1.12	1.03	0.50	0.47	0.20
80bau3b	2263	9799	29063	0.91	1.02	0.80	0.16	0.17
cre-b	9649	72447	328542	0.82	1.23	1.04	1.12	1.21
cre-d	8927	69980	312626	1.13	1.27	1.66	0.85	1.46
degen3	1504	1818	26230	1.25	1.13	1.09	0.26	0.29
fit2p	3001	13525	60784	0.94	0.90	0.94	0.39	0.40
osa-14	2338	52460	367220	0.92	0.79	1.00	0.12	0.12
osa-30	4351	100024	700160	0.99	0.93	0.84	0.14	0.16
pds-06	9882	28655	82269	1.61	2.13	3.02	0.47	1.37
pds-10	16559	48763	140063	1.27	1.81	1.91	0.48	0.96
qap8	913	1632	8304	1.35	1.18	1.70	0.30	0.51
stocfor3	16676	15695	74004	1.76	2.56	3.38	0.10	0.42
truss	1001	8806	36642	0.96	1.06	1.04	0.41	0.43
Среднее (геометрическое) ускорение				1.13	1.23	1.26	0.32	0.43

Ускорение



Результаты

- Изучена математической модели алгоритма параллельного модифицированного симплекс-метода;
- Разработана реализация, поддерживающая арифметику произвольной точности;
- Разработанное ПО протестировано модульными тестами;
- Проведены вычислительные эксперименты, показывающие производительность на ЗЛП большой размерности.

**Спасибо за
внимание**