

Отчёт по проекту Оптимизатор

1 Краткое описание проекта

Проект имеет целью разработку промышленного решателя оптимизационных проблем целочисленного линейного программирования (ЦЛП). Продукт предполагается предложить промышленным потребителям на лицензионной основе. Бюджет проекта на весь срок в три года планировался в размере 220 млн. рублей.

На сегодняшний момент глобальный рынок коммерческих решателей доминируется компаниями из США (Gurobi, Cplex, Fico) и Западной Европы (Mosek). В основе продуктов этих компаний лежит опыт по разработке высокоуровневых алгоритмов оптимизации и лежащих в их основе низкоуровневых численных методов, исчисляющийся десятилетиями.

Для создания продукта, хотя бы не сильно отстающего по скорости и качеству решения задач от упомянутых эталонных пакетов, требуется усвоить и нагнать этот опыт. За профинансированный Фондом Целевого Капитала полугодичный период планировалось подготовить базу для создания полноценного продукта:

- изучение и сравнение существующих решателей ЦЛП по мере их доступности
- сравнительный анализ литературы по низко-уровневым численным методам в применении к решению оптимизационных задач
- детальный анализ вспомогательных методов, в частности, методов внутренней точки

2 Актуальность

Современные решатели задач ЦЛП используются в планировании производства в самых разных отраслях, от раскройки материала до производства электроэнергии, оптимизации расписаний, от перевозок грузов и пассажиров до выездов ремонтных бригад, графиков работы персонала, создании регуляторов для сложных промышленных динамических процессов, оценок риска в финансовом секторе. Размах внедрения оптимизации в экономику таков, что обладание программного обеспечения (ПО) для эффективного решения возникающих задач зачастую является одним из определяющих факторов конкурентоспособности данного предприятия.

Зависимость потребителей от перечисленных выше эталонных западных продуктов в нынешних условиях может обернуться тяжёлыми последствиями для отечественной экономики, если, например, продление лицензий будет использоваться в качестве рычага давления, или просто будет приостановлено. Эта проблема осознаётся всё большим количеством предприятий, у которых появляется спрос на замену используемого ими ПО западного производства на менее рискованные альтернативы. Конкретные запросы за прошедшие два года поступали от компаний финансового, нефте-газового, транспортного, аграрного сектора и из лёгкой и тяжёлой промышленности.

В этом контексте создание отечественного ПО для решения промышленных задач ЦЛП является актуальным и с рыночной точки зрения перспективным.

3 Команда проекта

Руководителем проекта является зам. зав. Лаборатории численных методов прикладной структурной оптимизации, старший научный сотрудник, к.ф.-м.н. Алексей Владимирович Чернов.

Научным руководителем является ведущий научный сотрудник Лаборатории Математических Моделей Оптимизации, д.ф.-м.н. Роланд Хильдебранд.

В проекте участвуют к.ф.-м.н., Владислав Вячеславович Матюхин, к.ф.-м.н. Сергей Протасов, к.ф.-м.н. Леонид Иванов, ведущий инженер Руслан Габбасов, аспирант ФПМИ МФТИ Илья Курузов, инженер, магистр физ.-мат. наук (выпуск 2024 г., ФПМИ) Георгий Милючихин, инженер, магистр физ.-мат. наук (выпуск 2024 г., ФПМИ) Анна Лисаченко.

4 Цитаты главных организаторов и участников

Алексей Чернов:

Роланд Хильдебранд: Задачи ЦЛП — самые практически значимые из оптимизационных задач и одновременно одни из самых сложных. Создать решатель ЦЛП — значит не прожить жизнь зря.

Владислав Матюхин:

Сергей Протасов:

Леонид Иванов:

Руслан Габбасов:

Илья Курузов:

Георгий Милючихин:

Анна Лисаченко:

5 Реализация проекта

Участники проекта встречались еженедельно на обсуждение прогресса и распределения новых заданий. Также проводился еженедельный семинар (по пятницам в 13 ч в 903 КПП), на котором участники представляли результаты анализа литературы или типов и особенностей промышленных задач и требований к их решению.

Часть участников подключалась удалённо.

Здесь бы ещё фотографий пару

6 Основные результаты

Основные усилия были направлены на изучение деталей возможных реализаций симплекс-метода, как самом востребованном в верхне-уровневых алгоритмах решения задач ЦЛП блоке и одновременно самым проблемным с точки зрения численной устойчивости. В этом контексте был составлен детальный список критических требований к промышленной реализации симплекс-метода. В частности, были выявлены следующие блоки, требующие особого внимания:

- представление базисной матрицы в рабочей памяти
- правила выбора выходящего и входящего индексов
- факторизация базисной матрицы
- явный учёт границ на отдельные переменные задачи

Были изучены свойства разных способов реализации этих блоков и их влияние на численную устойчивость, склонность к заикливанию, количество и скорость итераций.

7 Влияние на развитие МФТИ

В проекте по разработке решателя МФТИ участвует как соучредитель совместного предприятия (СП). Это гарантирует вовлечённость МФТИ в данном направлении на долгосрочной основе.

В подготовительных работах в течении профинансированных ФЦК шести месяцев было задействовано некоторое количество студентов, аспирантов и сотрудников МФТИ, которые приобрели ценный опыт в области численных алгоритмов для решения задач ЦЛП и низко-уровневых вспомогательных задач, таких как линейные программы (ЛП). При этом степень вовлечённости и глубина погружения в детали работы алгоритмов намного превышали уровень даже спецкурсов по этой теме.

Часть этих участников далее останутся в проекте и смогут, в свою очередь, привлекать новых студентов и аспирантов МФТИ к работе над алгоритмами решения задач ЦЛП и передавать им приобретённый опыт.

8 Бюджет

5 млн от ФЦК.

9 Популяризация деятельности ФЦК

Участником Роландом Хильдебрандом по запросу спонсоров ФЦК был проведён научно-популярный доклад для студентов Центрального Университета на тему истоков и сущности оптимизации.

ФЦК упомянут на вебсайте СП КОР qore.pro/#rec764951579 в числе партнёров предприятия.