Тема:

Параллельное программирование на примерах: технологии и алгоритмы.

Кураторы:

Мееров И.Б., к.т.н., доцент, зам. зав. каф. МОЭВМ ф-та ВМК, руководитель лаборатории. В ITLab с момента основания (2003г.).

Бастраков С.И., аспирант ф-та ВМК. В ITLab с 2007г.

Пирова А.Ю., аспирант ф-та ВМК. В ITLab с 2009г.

Аннотация:

Изучаются state of the art технологии параллельного программирования, ориентированные на эффективное использование широкого спектра вычислительных систем, основанных на процессорах Intel, графических процессорах, ускорителях вычислений Intel Xeon Phi. Формируются навыки использования инструментария, изучаются параллельные алгоритмы и особенности их реализации для указанных процессоров и ускорителей. Рассматриваются вопросы анализа и оптимизации программ по скорости работы и используемой памяти.

Чему научатся студенты. Знания и навыки:

1. Традиционный инструментарий программиста (репозиторий, багтрекер, компилятор C/C++, компоновщик, отладчик, профилировщик и др.) в ОС Windows и Linux.
2. Технологии программирования: OpenMP, CUDA.
3. Навыки изучения, разработки и анализа алгоритмов и программ для решения типовых задач.
4. Навыки работы в команде.

Перспективы:

Успешно завершившие обучение смогут присоединиться к научно-исследовательским проектам лаборатории, занимающимися алгоритмами и программами разреженной алгебры и лазерной физики (в зависимости от предпочтений).

Название:

Memory Modeling and Analysis (ММА).

Кураторы:

Сиднев А.А., ассистент каф. МО ЭВМ факультета ВМК. В ITLab с 2005 г.

Юданов В.В., магистрант факультета ВМК. В ITLab с 2009 г.

Аннотация:

Кэш-память процессора - это память с очень быстрым доступом, предназначенная для хранения часто используемых данных. Размер кэш-память в современных процессорах не превышает нескольких мегабайт, поэтому её эффективное использование очень сильно влияет на скорость работы программ. Оценить эффективность использования кэша можно несколькими способами, один из подходов - эмуляция работы кэша. Проект Memory Modeling and Analysis (ММА) направлен на разработку подобного эмулятора для оценки эффективности использования кэш-памяти как для последовательных, так и параллельных программ.

Цели:

1. Обнаружение false-sharing (вплоть до исходников и переменных).
2. Обнаружение неэффективного использования кэш-памяти (вплоть до исходников и переменных).

Сбор статистики по кэш-промахам - достаточно распространённый функционал среди инструментов анализа, но ММА позволяет выполнять эмуляцию различных архитектур, что выделяет его среди прочих. Стоит заметить, что текущая версия эмулятора не учитывает такие важные характеристики как пропускная способность и время доступа элементов подсистемы памяти - есть куда развиваться в данном направлении.

3. Учебный эффект (демонстрация состояния подсистемы памяти).

Пошаговое выполнение и отображение состояния кэш-памяти очень наглядно демонстрирует внутреннее устройство подсистемы памяти. Среди инструментов анализа очень редко можно встретить подобную детализацию и наглядность.

Задачи:

1. Поддержка сбора статистики с многопоточных приложений.
2. Реализация эмулятора многоядерных/многопроцессорных систем и расширение функционала эмулятора.
3. Отображение информации на уровне исходников. Необходимо разобраться как получать и использовать отладочную информацию по данным, которые возвращает PIN.
4. Расширение визуализации. Визуализация состояния кэш-памяти по результатам моделирования с возможностью проигрывания статистики по времени вперёд и назад. Отображение данных на уровне исходников.
5. Поддержка эмуляции в реальном времени. Собирать статистику в файл - это не очень удачное решение как по времени работы, так и по удобству использования. Гораздо удобнее было бы собираемую статистику эмулировать сразу (подобный подход не лишён недостатков). Для этого нужно проработать механизм передачи данных из dll-функции, которую вызывает PIN, в эмулятор.
6. Разработка примеров и оценка эффективности использования подсистемы памяти на них.

Дополнительная информация:

<https://sites.google.com/site/alexeysidnev/proekty-aktivnye/mma>

Название:

Высокопроизводительные вычисления в молекулярной динамике.

Кураторы:

Горшков А.В., ассистент каф. МО ЭВМ факультета ВМК (в ITLab с 2007 года)

Крылов И.Б., магистрант факультета ВМК (в ITLab с 2009 года)

Аннотация:

Проект сочетает в себе изучение современных численных методов, применяющихся в области молекулярной динамики, и технологий высокопроизводительных вычислений. Рассматриваются технологии параллельного программирования для эффективного использования доступных в настоящее время вычислительных ресурсов, таких как многоядерные CPU, графические процессоры и кластерные системы. Особое внимание уделяется поиску подходящих алгоритмов для соответствующей архитектуры, а также оптимизации программного кода по скорости работы.

Знания и навыки:

1. Инструменты разработки в OS Windows (MS Visual Studio, SVN)
2. Технологии параллельного программирования: OpenMP, MPI, CUDA.
3. Навыки изучения, разработки и анализа алгоритмов и программ для решения типовых задач.
4. Навыки работы в команде.

Перспективы:

Успешно завершившие обучение смогут присоединиться к научно-исследовательскому коллективу, выполняющему исследования и разработку ПО методами молекулярной динамики в области наноматериалов и нанотехнологий. Проект выполняется в ITLab совместно с Физическим факультетом ННГУ.

Тема:

Реконструкция внутренних органов человека по медицинским данным.

Куратор:

Носова С.А., аспирант ф-та ВМК. В ITLab с 2008г.

Аннотация:

На примере задачи реконструкции внутренних органов человека будут рассмотрены классические алгоритмы компьютерной графики, которые имеют широкий круг применения в области анализа изображений и визуализации данных. В ходе работы над проектом будут сформированы базовые навыки работы с инструментарием программиста (MVS, Git). Особое внимание будет уделено повышению скорости обработки медицинских данных.

Знания и навыки:

1. Грамотная работа с инструментами программиста (MVS, Git)
2. Технологии программирования: OpenMP, OpenGL (далее - Nvidia OptiX).
3. Навыки изучения, разработки и анализа алгоритмов и программ для решения задач визуализации данных.
4. Навыки работы в команде.

Перспективы:

Успешно завершившие обучение смогут присоединиться к научно-исследовательскому проекту лаборатории, посвященному реконструкции и моделированию внутренних органов человека по медицинским данным.

Тема:

Разработка параллельных программ для сверхбольших высокопроизводительных систем.

Куратор:

Сысоев А.В., к.т.н. В ITLab с момента основания (2003г.).

Аннотация:

Номер 1 в текущем (июнь 2013) списке top500 самых производительных суперкомпьютеров в мире имеет более 3 млн ядер. Ожидается, что в течение ближайших лет число ядер в суперкомпьютерах приблизится к 1 млрд. Далеко не все задачи и/или методы их решения обладают подобной степенью параллелизма. В тех же случаях, когда с «внутренним» параллелизмом все в порядке, нужно суметь правильно его использовать в процессе разработки. В мини-проекте не будет рассматриваться программирование таких систем. Как это делать, пока никому не известно. Но! Известно, из каких «кирпичей» придется строить подобные программы. Именно эти кирпичи и будут пристально изучаться на примере некоторой задачи.

«Кирпичи»:

1. Технологии программирования: MPI, OpenMP.
2. Синхронные и асинхронные способы взаимодействия процессов при обмене данными в системах с распределенной памятью.
3. Гибридные программы (MPI+OpenMP).
4. Управляющие схемы типа «мастер-рабочие» и их развитие в виде дерева процессов.

Инструменты:

1. Традиционный инструментарий программиста (репозиторий, багтрекер, компилятор C/C++, компоновщик, отладчик, профилировщик и др.) в ОС Windows.

Развитие:

1. В процессе работы над мини-проектом планируется активно развивать у участников навыки мозгового штурма в режиме: «постановка проблемы – генерация идей по ее решению – выбор варианта – обоснование выбора – обсуждение правильного варианта от куратора». В идеале к концу мини-проекта последний пункт в цепочке должен стать не нужным.
2. При выполнении мини-проекта участники получают навыки работы в команде. Но! Куратор активно приветствует желание работать без команды, то есть инициативно и самостоятельно...

Перспективы:

Успешно завершившие обучение в мини-проекте смогут присоединиться к научно-исследовательскому проекту лаборатории, занимающемуся разработкой программной системы поиска глобально-оптимальных решений, способной функционировать на экзафлопных суперкомпьютерах.

Тема:

Решение базовых задач компьютерного зрения с использованием современных численных методов.

Кураторы:

Козинев Е.А., ассистент каф. МО ЭВМ факультета ВМК. В ITLab с момента основания (2003г.).

Аннотация:

Изучаются современные численные методы, которые широко применяются в типовых задачах компьютерного зрения. К таким задачам относится сегментация изображений, восстановление контуров объекта, определение формы объекты, поиск объектов определенной формы и другие. Рассматриваются вопросы разработки эффективной программной реализации определенного класса методов: анализ сложности алгоритмов, алгоритмическая и программная оптимизация.

Знания и навыки:

1. Традиционный инструментарий программиста (репозиторий, багтрекер, компилятор C/C++, компоновщик, отладчик, профилировщик и др.).
2. Навыки изучения, разработки и анализа алгоритмов и программ для решения типовых задач.
3. Навыки работы в команде.

Перспективы:

Успешно завершившие обучение смогут присоединиться к научно-исследовательскому проекту лаборатории, который занимается алгоритмами и программами компьютерного зрения и машинного обучения.

Название

Моделирование и визуализация динамики генных регуляторных сетей

Куратор

Иванченко М.В., д.ф-м.н., проф., зав. каф. биоинформатики ф-та ВМК.

Котельников Р.А., младший научный сотрудник каф. биоинформатики, магистрант факультета ВМК. В Itlab с 2009г.

Аннотация

Ген - часть ДНК, кодирующая определенный функциональный элемент (белок) в клетке организма.

Многие из процессов проходящих внутри живых организмов, являются следствием производства того или иного белка. Примером тому, являются циркадиевы ритмы, благодаря которым человек чувствует ход времени. Исследование этих процессов ведет к построению и анализу регуляторных сетей взаимодействий генов. Такая сеть может быть описана графом (pathway), вершинами которого являются гены.

Генная регуляция - процесс происходящий с течением времени и наиболее общей моделью для ее описания являются обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ). В рамках данного проекта предлагается разработка программы-симулятора генной динамики, а так же конструирование простейших регуляторных сетей, способных осуществлять логические операции, принятие решений в живой клетке.

Задачи

1. Разработка архитектуры программного комплекса
2. Автоматическое построение pathway'я по описанию в известном формате
3. Конвертация pathway'я в математическую модель, описаную в ОДУ
4. Поддержка нескольких подходов написания ОДУ
5. Численное интегрирование полученных систем

Тема:

Разработка приложений на мобильной платформе для распознавания образов мобильным роботом.

Куратор:

Борисов Н.А., к.т.н., доцент каф. МОЭВМ ф-та ВМК, руководитель Лаборатории робототехники факультета ВМК, В ITLab с 2013г.

Аннотация:

Изучаются технологии создания программного обеспечения под распространенные платформы для мобильных вычислительных устройств: Android, Windows Phone, iOS.

Формируются навыки использования соответствующего инструментария разработчика (MS Visual Studio for Windows Phone, Eclipse, XCode), а также вопросы использования существующих программных средств распознавания образов (OpenCV).

Для программирования мобильных роботов используется язык RobotC, Для взаимодействия робота с мобильным устройством – Bluetooth.

Чему научатся студенты. Знания и навыки:

1. Традиционный инструментарий программиста (репозиторий, багтрекер, компилятор C/C#, Java, Objective C, компоновщик, отладчик, профилировщик и др.) в соответствующей операционной системе (Windows, Linux, MacOS).
2. Технологии программирования: OpenCV
3. Навыки изучения, разработки и анализа алгоритмов и программ для решения типовых задач.
4. Навыки работы в команде.

Перспективы:

Успешно завершившие обучение смогут присоединиться к научно-исследовательским проектам лаборатории Робототехники, занимающимися алгоритмами и программами управления мобильными роботами.