

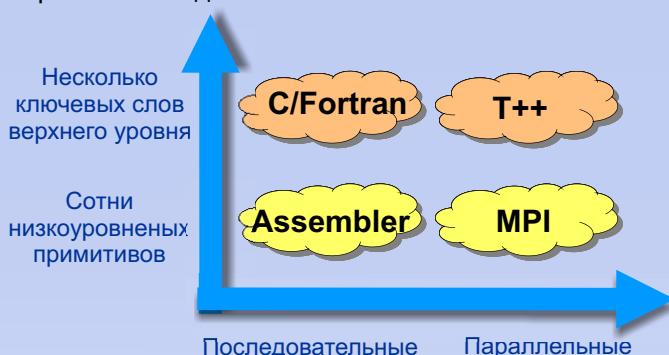


# Российская академия наук Институт программных систем

## Перенос системы параллельного программирования OpenTS на платформу Windows CCS

### Краткий обзор OpenTS

Т-система с открытой архитектурой (OpenTS) была разработана в ИПС РАН в рамках проекта "СКИФ" союзного государства России и Белоруссии (2000-2004 гг.). OpenTS — это технология распараллеливания, основанная на идеологии и принципах Т-системы. Она обеспечивает автоматическое динамическое распараллеливание программ и предоставляет среду исполнения для языка программирования высокого уровня T++. Язык T++ представляет собой параллельный диалект языка Си++.



Для написания параллельных программ используется несколько ключевых слов этого диалекта. Слово "tfun" обозначает Т-функции. Его вызовы порождают грани параллелизма. Ключевые слова "tval", "tout" и "tptr" обозначают входные и выходные данные, которыми могут обмениваться Т-функции. "tdrop" делает значение переменной готовым, "twait" ожидает пока значение не станет готовым, а "tct" используется для явного указания Т-контекста.

Т-система поддерживает миллионы легковесных потоков на процессор. Среда исполнения предоставляет очень быстрое переключение контекста между легковесными потоками — всего несколько наносекунд. На этой основе было реализовано множество важных особенностей: мобильные потоки, объекты и ссылки, распределённая сборка мусора, доска объявлений, которая помогает обмену данными и заданиями, и т.д.

OpenTS поддерживает широкий спектр параллельных платформ: многоядерные процессоры, SMP-системы, кластеры, метакластеры и GRID-системы.

### Приложения OpenTS

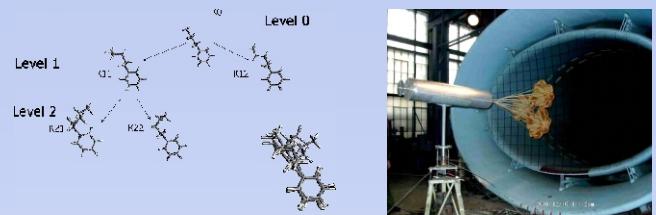
Все эти Т-приложения были разработаны экспертами в своей области знаний, ранее не знакомыми с программированием на T++.

Система MultiGen была реализована на T++ группой учёных-химиков из Челябинского государственного

Этот инструмент используется для получения мультиконформационной модели молекул с целью предсказания биологической активности лекарств.

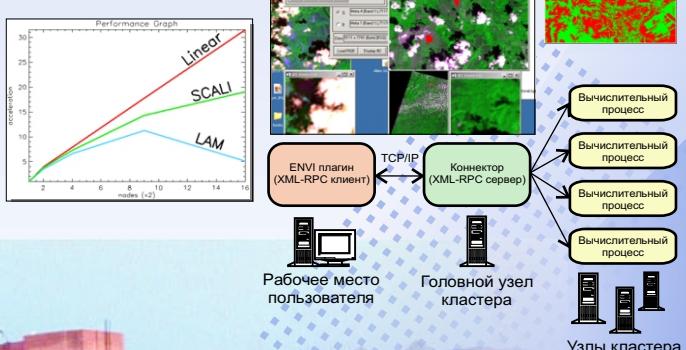
Приложение MultiGen демонстрирует хорошее ускорение для различных лекарств.

Следующее приложение было разработано учёными из Института механики МГУ. Оно используется для моделирования воздушного потока вокруг сложных конструкций, у которых нет обтекаемой гладкой формы. Например: парашюты, паруса, антенны, ветрогенераторы и т.д. Используемый в MultiGen научный подход был разработан российским академиком Белоцерковским. Накладные расходы Т-системы составляют всего около 30-40% наряду с хорошим ростом скорости.



Существует множество приложений по дистанционному зондированию местности, разработанных в рамках суперкомпьютерного проекта "СКИФ". Например, одно из них используется для категоризации участков фотографий, полученных со спутника LANDSAT. Работа приложения состоит в следующем: оператор выделяет определённые участки изображения и указывает их типы — лес, поле, озеро и т.д. Эти участки определяют различные категории земной поверхности. Далее происходит классификация всех участков изображения на эти категории. Данное Т-приложение демонстрирует хорошее ускорение — в 18 раз на 32 процессорах — и может быть в дальнейшем усовершенствовано.

Классификация изображений, полученных со спутника LANDSAT

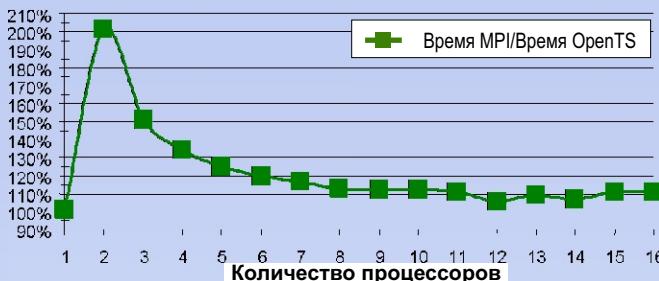




## OpenTS против MPI

В 2005 г. ИПС РАН и корпорация Microsoft заключили контракт на проект портирования двух MPI-приложений на основу T++. Цель проекта — сравнение производительности различных параллельных реализаций приложений PovRay и ALCMD.

PovRay — это широко известное приложение, использующее алгоритм трассировки лучей для получения реалистичных изображений. Изначально оно было реализовано для однопроцессорных машин, а затем переписано на MPI (в 2000 г.) для параллельных платформ. MPI-модуль для PovRay имеет объём примерно в 3000 строк. Параллельная реализация PovRay на OpenTS намного более компактна и проста — модуль на T++ занимает менее 200 строк. Эффективности обеих параллельных реализаций PovRay сравнимы и отношение (время MPI-PovRay / время T-PovRay) варьируется в диапазоне от 100% до 200%.



2CPUs AMD Opteron 248 2.2 GHz RAM 4GB, GigE, LAM 7.1.1

ALCMD — это химическое приложение, используемое для моделирования молекулярной динамики. Оно написано на языке Фортран и использует библиотеку передачи сообщений MP\_Lite. Она может быть использована сама по себе или как тонкая прослойка над MPI. Библиотека MP\_Lite была заменена модулем на языке T++, а код на Фортране был оставлен в первоначальном виде. Объём кода MP\_Lite составляет более 20 000 строк. Уменьшенное подмножество исходного кода библиотеки MP\_Lite, которое необходимо для работы ALCMD, составляет около 3500 строк. Реализация MP\_Lite на языке T++ занимает менее 500 строк кода. Как результат, OpenTS-версия библиотеки MP\_Lite намного более компактнее и проще, чем MPI-версия. Производительности этих реализаций ALCMD сравнимы. Накладные расходы Т-системы варьируются в диапазоне +7%.



2CPUs AMD Opteron 248 2.2 GHz RAM 4GB, GigE, LAM 7.1.1, Lennard-Jones MD, 512000 atoms

## OpenTS для Windows

Многие учёные хотели бы использовать Windows для высокопроизводительных вычислений. Для разработки высокопроизводительных приложений чаще всего ими используются языки Си/Си++. Учёные больше всего сконцентрированы на проблемах в своих областях знаний и не являются сторонниками программирования на MPI. В 2006 году корпорация Microsoft выпустит новую платформу — Windows Compute Cluster Server (WCCS), разработанную специально для высокопроизводительных вычислений. За этим последует широкое распространение кластерных решений для Windows. Это приведёт к востребованности систем параллельного программирования для этой платформы.

В начале 2006 г. корпорация Microsoft и ИПС РАН заключили контракт на портирование системы параллельного программирования OpenTS на платформу Windows. Порт OpenTS под Windows унаследовал все основные черты оригинальной версии под Linux.

Разработан инсталлятор OpenTS для Windows XP/2003/WCCS, который обладает следующими возможностями:

- поддержка платформ x86 и AMD64;
- установка WCCS SDK (содержащего MS-MPI), если это необходимо;
- интеграция с Visual Studio 2005;
- тестирование работоспособности OpenTS сразу после инсталляции.

OpenTS под Windows не требует коммерческого компилятора для разработки Т-программ. Достаточно установить Visual C++ 2005 Express Edition, свободно доступный на сайте Microsoft.

Помимо интерфейса командной строки, есть возможность разработки и сборки Т-приложений в среде Visual Studio 2005.

Скриншот Microsoft Visual Studio. На панели Solution Explorer выбран проект T-Solution\T-App. В окне main.cpp отображается код функции fib и main. В окне Output выводится лог компиляции и выполнения программы.

```

1>----- Build started: Project: T-App, Configuration: Release x64 -----
1>Compiling T-program
1>T++(C/C++-TSS) Converter v3.0, 2003-2006, PSI RAS, Russia.
1>Converting: occ -v -n -E -STXX -- "d:\VS2005\projects\T-Solution\T-App\main.tpp"
1>Load TXX.dll... Done.
1>Build log was saved at "file:///d:/VS2005/projects/T-Solution\T-App\main.log"
1>(Done)
1>Registered metaclass TXX.
1>Tfun int fib:
1>Tfun int main:
1>Tfun void main:
1>Compiling: cl "d:\VS2005\projects\T-Solution\T-App\main.occ" /c /Ow /W4 /EHsc /FItcl
1>main.occ
1>Linking...
1>Build log was saved at "file:///d:/VS2005/projects/T-Solution\T-App\main.log"
1>T-App - 0 error(s), 0 warning(s)

```