

ЗАО «АЙТИ»

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ЗАО «АЙТИ».



Бакиев О.Р.

2011 г.

Создание высокотехнологичного производства комплексных решений в области предметно-ориентированных облачных вычислений для нужд науки, промышленности, бизнеса и социальной сферы

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПОНЕНТ СРЕДСТВ
МОНИТОРИНГА И НАСТРОЙКИ ОСНОВНЫХ
КОМПОНЕНТОВ ПЛАТФОРМЫ CLAVIRE/ADMINTOOL**

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПОНЕНТ CLAVIRE/STATCOLLECTOR
АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ, СБОРА И ОБРАБОТКИ СТАТИСТИК
ИСПОЛНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЕ**

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.СНАБ.80066-06 13 61-ЛУ

2011

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

УТВЕРЖДЕН
RU.СНАБ.80066-06 13 61-ЛУ

**МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА СОЗДАНИЯ
И УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СРЕДОЙ
ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ CLAVIRE**

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПОНЕНТ CLAVIRE/STATCOLLECTOR
АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ, СБОРА И ОБРАБОТКИ СТАТИСТИК
ИСПОЛНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЕ**

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

RU.СНАБ.80066-06 13 61

ЛИСТОВ 12

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

АННОТАЦИЯ

Документ содержит описание программного компонента автоматизации тестирования, сбора и обработки статистик исполнения композитных приложений на вычислительной инфраструктуре CLAVIRE/StatCollector RU.СНАБ.80066-06 01 61, реализующего сбор данных о характеристиках распределенной вычислительной среды под управлением МИТП CLAVIRE с целью определения вероятностных характеристик временных издержек и индексов производительности. Программный компонент разработан в ходе выполнения проекта «Создание распределенной вычислительной среды на базе облачной архитектуры для построения и эксплуатации высокопроизводительных композитных приложений» в рамках реализации постановления Правительства РФ № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства».

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	5
2 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ	5
3 ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ	6
3.1 Принципы расчета временных характеристик	6
3.2 Принципы функционирования программы	8
4 ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА	10
5 ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА	10
6 ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ	10
7 ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ	10
8 ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ	12

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Компонент автоматизации тестирования, сбора и обработки статистик исполнения композитных приложений на вычислительной инфраструктуре CLAVIRE/StatCollector RU.СНАБ.80066-06 01 61 предназначен для сбора данных о характеристиках распределенной вычислительной среды под управлением CLAVIRE с целью определения вероятностных характеристик временных издержек и индексов производительности МИТП. Данный компонент разработан в форме web-сервиса на языке С#.

Компонент функционирует на аппаратных системах с архитектурой процессора x86, x86_64 и IA64. Для его работы необходимо следующее системное программное обеспечение: ОС семейства Windows NT (версии старше Windows 2000), .NET 4.0, Microsoft Internet Information Services (с версией старше 6.0).

2 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

Компонент предназначен для определения временных характеристик выполнения заданий в распределенной среде вычислительных ресурсов МИТП. Работа компонента предполагает сохранение характеристик времени выполнения для завершившихся заданий, а также построение по сохраненной истории соответствующих вероятностных характеристик и индексов производительности. К учитываемым характеристикам относится время выполнения задания на вычислительном ресурсе, а также возникающие накладные расходы при обработке задачи в МИТП. Учитываются следующие виды временных издержек:

- 1) $T^{(1)}$ – случайные издержки, связанные с исполнением задачи на отдельном вычислительном ресурсе (например, обусловленные управляющей системой Грид или системой запуска заданий, установленной на кластере);
- 2) $T^{(2)}$ – время нахождения задачи в очереди на исполнение вне вычислительного ресурса, не включающее прочих издержек (например, на планирование и взаимодействие с вычислительным ресурсом);
- 3) $T^{(3)}$ – время работы компонента-базы пакетов МИТП по формированию входных и выходных файлов и извлечению параметров;

- 4) $T^{(4)}$ – время работы компонента планирования МИТП для выбора вычислительного ресурса для задачи.
- 5) $T^{(5)}$ – издержки компонента доступа к вычислительным ресурсам МИТП (работа компонента CLAVIRE/Farming) на обновление информации о состоянии вычислительного ресурса и запуск задания;
- 6) $T^{(6)}$ – время копирования входных файлов из хранилища МИТП на целевую систему;
- 7) $T^{(7)}$ – время копирования выходных файлов с целевой системы в хранилище МИТП.

В рамках работы компонента время вычислений на выбранном ресурсе включает издержки инфраструктуры вычислительного ресурса (например, управляющей системы Грид или системы запуска заданий, установленной на кластере).

3 ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

3.1 Принципы расчета временных характеристик

Компонент выполняет запуск заданного количества тестовых заданий на выделенных ресурсах МИТП. В результате его функционирования формируется выборка измерений характерных времен $\{T_k^{(i)}\}_{k=1}^N$.

Для выявления неоднородности и контроля выбросов по выборке времен $\{T_k^{(i)}\}_{k=1}^N$ рассчитываются оценки математического ожидания (выборочное среднее) $m_{(i)}$ и среднеквадратичного отклонения $\sigma_{(i)}$. Для проверки наличия линейного тренда в данных измерений рассматриваются выборки времен $\{T_k^{(i)}\}_{k=1}^N$ (после удаления грубых выбросов) в порядке возрастания номера измерений k . Для каждой из выборок применяется модель линейного тренда $\tilde{T}_i(k) = a_i k + b_i + \varepsilon(k, i)$. Для проверки однородности выборки измерений (отсутствия систематического тренда) применяется критерий Фишера с 5% уровнем значимости. В том случае, когда наличие линейного тренда не подтверждается, данные предполагаются однородными и допускаются для дальнейшей обработки. В противном случае эксперимент в целом отвергается (серия измерений выполняется заново).

На основе выборки однородных данных, очищенных от возможных выбросов и засорений, рассчитываются индексы производительности МИТП:

- 1) технологическая эффективность использования (ТЭИ) МИТП: $\mathcal{G}_1 = (T_d - T_o) / T_d \cdot 100\%$ (по сравнению с наличием выделенной вычислительной системы с предустановленным сервисом), где $T_d = t + T^{(1)} + T^{(6)} + T^{(7)}$ - время вычислений на выделенном (dedicated) ресурсе (без учета накладных расходов МИТП), куда включается время исполнения задания и время на копирование входных и выходных файлов, а $T_o = T^{(2)} + T^{(3)} + T^{(4)} + T^{(5)}$ - время накладных расходов МИТП (overhead);
- 2) средняя пользовательская эффективность использования (ПЭИ) МИТП $\mathcal{G}_2 = (\bar{T} / T_{\max}) \cdot 100\%$ (по сравнению с временем исполнения T_{\max} на вычислительной системе с минимальными характеристиками, необходимыми для выполнения данного сервиса);
- 3) абсолютная эффективность технических решений (АЭТР) МИТП: $\mathcal{G}_3 = (T^{(1)} + T^{(6)} + T^{(7)}) / (T^{(2)} + T^{(3)} + T^{(4)} + T^{(5)}) \cdot 100\%$ - эффективность технических решений МИТП (в сопоставлении с техническими решениями низкоуровневой вычислительной инфраструктуры);
- 4) относительная эффективность технических решений (ОЭТР) МИТП. $\mathcal{G}_4 = (t + T^{(1)} + T^{(6)} + T^{(7)}) / T_{all} \cdot 100\%$ - эффективность технических решений МИТП (в сопоставлении с техническими решениями низкоуровневой вычислительной инфраструктуры для решения конкретной прикладной задачи); T_{all} - общее время вычислений в МИТП.

Для всех выборок временных издержек, а также индексов ТЭИ, ПЭИ, АЭТР, ОЭТР определяются одномерные плотности их распределения, рассчитываемые через ядерные оценки вида:

$$\tilde{f}(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{s=1}^N G \left[\frac{x - U_s}{h} \right].$$

Здесь G - нормированная плотность распределения Гаусса, а $h = \sigma_U N^{-0.2}$ - параметр масштаба. Величина среднеквадратичного отклонения σ_U определяется непосредственно по выборке. Кроме того, определяются квантили времени функционирования МИТП,

оцениваемые через порядковые статистики соответствующего вариационного ряда $x_p^* = U'_{[Np]+1}$, а также соответствующие им доверительные интервалы.

3.2 Принципы функционирования программы

Схема взаимодействия компонента прогнозирования с другими компонентами МИТП показана на рис. 3.1

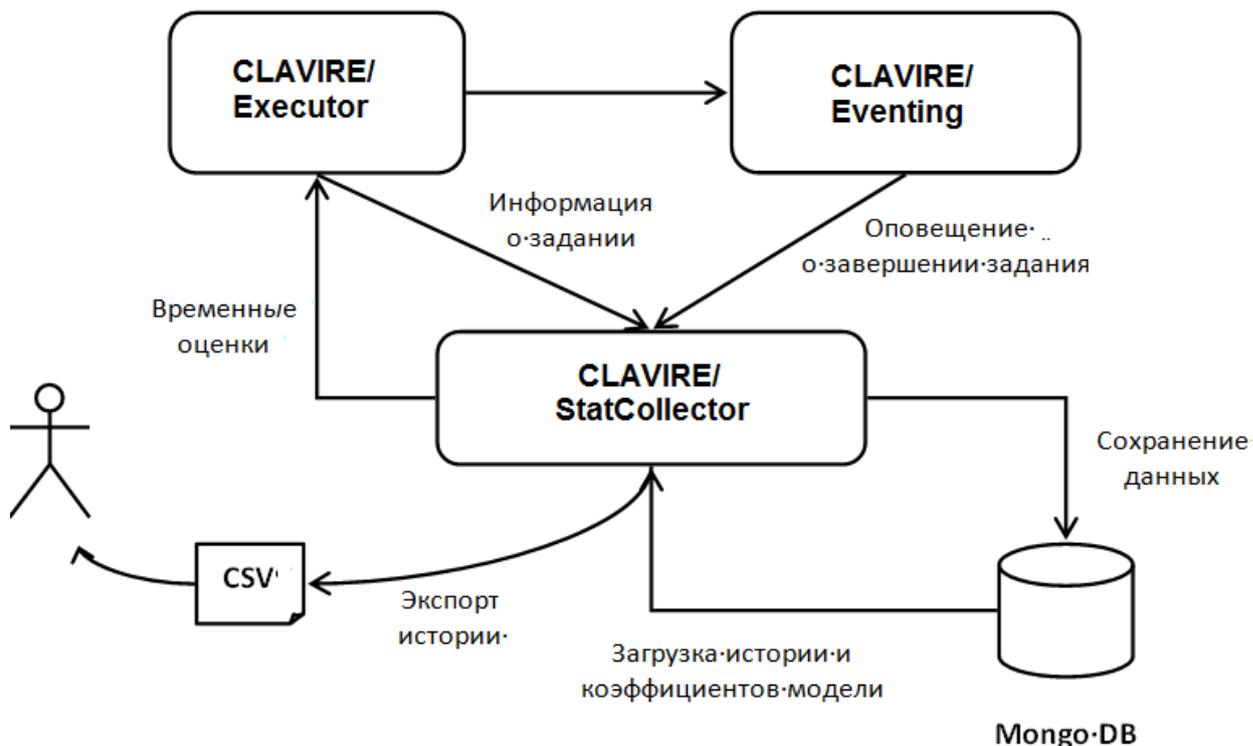


Рисунок 3.1 — Схема взаимодействия компонента с другими компонентами МИТП

Компонент является веб-сервисом с интерфейсом для построения соответствующих оценок на основе сохраненной истории запусков, а также для экспорта части сохранённой истории с целью последующего анализа. Непосредственное измерение времени счёта и возникающих накладных расходов происходит в компоненте исполнения сценариев. Эта информация для каждой задачи запрашивается компонентом прогнозирования при получении от компонента событийного взаимодействия оповещения об окончании выполнения задачи. Полученная информация о посчитавшейся задаче включает в себя помимо измерения времени счёта также всю информацию о возникших в ходе её выполнения накладных расходах. Эта информация при получении сохраняется в

постоянное внешнее хранилище, в качестве которого используется NoSQL база данных Mongo DB.

Все полученные результаты выполнения задач автоматически случайным образом разбиваются на три группы: обучающую, контрольную и тестовую. Эти группы используются в разном качестве для решения методами машинного обучения задачи прогнозирования временных характеристик вычислительных заданий МИТП. На основе элементов, попавших в обучающую группу, происходит автоматическая динамическая (онлайновая) подстройка модели для данного типа задач. По контрольной группе идёт автоматическая подстройка параметров самого обучающего алгоритма, таких как значения регуляризующего коэффициента. Тестовая группа используется для оценки погрешности обучившейся модели. Для этого вычисляется средняя разность между предсказанными значениями временных характеристик по обучаемой модели и реальными значениями в тестовой подвыборке. Текущие коэффициенты модели, полученные в результате динамического обучения, также сохраняются во внешнее хранилище (Mongo DB). В случае перезапуска компонента прогнозирования по мере необходимости из внешнего хранилища подгружаются текущие значения для динамически подстраиваемой модели требуемого класса задач.

Компонент CLAVIRE/Executor во время своей работы периодически запрашивает оценки времени выполнения задач у компонента прогнозирования. При этом оценка вычисляется на основе текущего состояния модели по переданному описанию задачи и предполагаемой для запуска комбинации вычислительных ресурсов. Эти оценки используются впоследствии для выбора подходящих для запуска ресурсов.

Компонент CLAVIRE/StatCollector также предусматривает возможность экспортирования необходимой части истории по запросу от пользователя или другого компонента системы. В случае запроса от пользователя предусмотрена возможность формирования результатов в виде CSV-файла для последующего анализа вручную или внешними по отношению к МИТП средствами. Состав формируемых результатов можно контролировать по интервалу дат завершения расчёта, запускаемым вычислительным сервисам, использованным вычислительным ресурсам и конечному состоянию задачи (завершено успешно, завершено с ошибкой, завершено по требованию пользователя или системы).

4 ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Компонент CLAVIRE/StatCollector предназначен для функционирования на аппаратных системах с характеристиками:

- архитектура процессора – x86, x86_64, IA64;
- минимальный объем оперативной памяти – 1 Гб;
- минимальный объем свободного пространства на жестком диске – 1 Гб;
- минимальная тактовая частота процессора – 1 ГГц.

Ком требует для своей работы наличия следующего системного ПО: ОС семейства Windows NT (версии старше Windows 2000), .NET 4.0, IIS (с версией старше 6.0).

5 ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА

Компонент автоматизации тестирования, сбора и обработки статистик исполнения композитных приложений на вычислительной инфраструктуре CLAVIRE/StatCollector реализован в виде прикладного приложения с интерфейсом командной строки. Компонент вызывается стандартным для таких приложений способом из оболочки Windows на компьютере подходящей конфигурации. В результате открывается окно оболочки командной строки, в которое выводятся результаты работы компонента.

6 ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Входными данными для компонента CLAVIRE/StatCollector являются:

- число запусков;
- периодичность времени опроса системы;
- имя выходного файла данных.

Все эти величины передаются в приложение через параметры командной строки.

7 ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Выходные данные содержатся в текстовом файле. В нем каждому моменту времени, в который производится опрос системы, ассоциированы следующие значения измеряемых временных характеристик:

- t_{over} — дата и время завершения задания;
- $TaskId$ — идентификатор запущенной задачи;
- $ResourceId$ — идентификатор ресурса, на котором произведён запуск;
- t_{calc} — время выполнения задания на вычислительном ресурсе;
- t_{queue} — время нахождения задачи в очереди на исполнение вне вычислительного ресурса, не включающее прочие издержки (например, издержки, связанные с планированием);
- t_{pb} — время работы базы пакетов по формированию входных файлов и параметров в соответствии с переданными от пользователя параметрами предметной области, а также время работы базы пакетов по формированию дополнительных выходных файлов и извлечению выходных параметров;
- t_{sched} — издержки планирования: время, потраченное на выбор вычислительного ресурса для задачи — зависит от количества одновременно планируемых заданий;
- t_{prov} — издержки доступа к вычислительным ресурсам на запуск задания;
- t_{in} — время копирования входных файлов из хранилища на вычислительный ресурс или в соответствующую ресурсу папку обмена;
- t_{out} — время копирования выходных файлов в хранилище после завершения счета;
- t_{other} — издержки компонента исполнения сценариев, не учитываемые вышеперечисленными величинами;
- суммарное значение возникших накладных расходов:

$$t_{all} = t_{queue} + t_{pb} + t_{sched} + t_{prov} + t_{in} + t_{out} + t_{other} .$$

8 ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

БД	База данных
МИТП	Многофункциональная инструментально-технологическая платформа

