

*Я.С. Коровин, С.Г. Капустян, А.И. Каляев,
М.В. Хисамутдинов, Д.Я. Иванов*

СООБЩЕСТВА АГЕНТОВ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАКЕ КОРПОРАТИВНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ КОМПАНИИ*

*НИИ многопроцессорных вычислительных систем ЮФУ, г. Таганрог,
donat.ivanov@gmail.com*

Перед каждым нефтедобывающим предприятием остро стоит задача повышения объемов добываемой продукции без необходимости приобретения дополнительного оборудования. Достичь этого можно путем проведения адекватных и своевременных мероприятий, направленных на увеличение нефтеотдачи [1–3] с целью повышения эффективности функционирования месторождения, снижения внутрисменных простоев, для чего должна осуществляться постоянная обработка данных о функционировании нефтепромыслового оборудования.

При этом актуальная информация о функционировании нефтепромыслового оборудования должна быть доступна множеству заинтересованных в ней лиц: от конкретных инженеров, до аналитиков и руководства, находящихся за тысячи километров от скважин. Возникает задача разработки сервиса онлайн-обработки разнородных данных и предоставления результатов этой обработки в цифровом виде, построенная на основе принципов [4] облачного сервиса.

Архитектура облачного сервиса

Предложенная архитектура облачного сервиса на основе мультиагентного диспетчера [5–7] включает в себя следующие основные компоненты (рис. 1):

- оболочка пользователя (создание задач и взаимодействие пользователя с облачным сервисом) – взаимодействует с доской объявлений;
- доска объявлений (ДО) – обеспечивает взаимодействие коллектива агентов, размещенных на вычислительных узлах [8];
- коллектив агентов (мониторинг ресурсов вычислительного узла, обмен данными между подзадачами, хранение промежуточных данных при сбое подзадач для корректного восстановления вычислительного процесса) – взаимодействует с доской объявлений.

* Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы Минобрнауки РФ соглашение № 14.575.21.0152 от 26.09.2017.



Рис. 1. Архитектура облачного сервиса

Для решения каждой конкретной задачи агенты самоорганизуются в группу. При этом один и тот же агент может быть включен в несколько групп для решения разных задач. Обмен данными о конкретной задаче происходит только в рамках соответствующей группы.

Каждый из агентов, размещенных на вычислительных узлах, регулярно опрашивает все известные доски объявлений на предмет наличия новых нераспределенных задач. При обнаружении таковой, агенты иницируют процесс самоорганизации группы. Для этого агенты оценивают задачу на предмет выполнимости за требуемое время на ресурсах, имеющихся в распоряжении агентов вычислительных узлов.

Как только группа формируется, каждый агент оповещает доску объявлений о перечне подзадач, которые выбраны для исполнения на его вычислительном узле. После этого каждый агент загружает с доски объявлений необходимые файлы и запускает подзадачи на выполнение.

В процессе выполнения каждая подзадача передает результаты вычислений следующей, согласно графу задачи. Конечная подзадача передает (посредством агента, соответствующего вычислительного устройства) результаты выполнения ДО, которая, в свою очередь, передает результаты оболочке пользователя. Когда все подзадачи выполнили свою работу, агенты оповещают доску объявлений о завершении, и задача отмечается как выполненная.

Для реализации облачного сервиса системы поддержки принятия решений были разработаны следующие алгоритмы:

- алгоритм создания сообщества агентов для решения пользовательской задачи;
- алгоритм распределения вычислительной нагрузки в сообществе агентов;
- алгоритм распределения подзадач пользовательской задачи в сообществе агентов;
- алгоритм мультиагентного диспетчирования ресурсов в гетерогенной облачной среде;
- алгоритм функционирования агента.

Алгоритм создания сообщества агентов

1) пользователь размещает дескриптор задачи на ДО;
 2) ДО помечает полученную задачу как неполную;
 3) агент A_j ищет задачи, помеченные как неполные, на ДО. Для каждой из таких задач он считывает следующую информацию, записанную в ее дескрипторе:

а) граф задачи;

б) стоимость P и трудоемкость Y задачи, которая определяется как сумма трудоемкостей отдельных подзадач $\sum_{i=1}^K Y_i$, где K – количество подзадач в задаче;

в) статусы всех подзадач q_i ($i=1,2,\dots,K$) («выполнена»/«выполняется»/«свободна»);

г) время, которое осталось до требуемого пользователем момента решения задачи $T_{\text{ост}}=T_{\text{max}}-T^*$, где T^* – промежуток времени, прошедший от момента размещения задачи на ДО;

д) степень распараллеливаемости задачи M ;

4) агент A_j анализирует возможность и целесообразность своего участия в сообществе для решения какой-либо задачи. Для этого:

а) агент A_j ранжирует обнаруженные задачи по соотношению их стоимости к трудоёмкости P/Y («выгодности» задачи);

б) агент A_j выбирает очередную задачу из списка обнаруженных задач начиная с самых «выгодных». Если список пустой, то агент переходит к пункту 5.

в) если выгодность задачи удовлетворяет заданному владельцем значению, то агент A_j считывает с доски объявлений число N агентов, уже задействованных в решении задачи, и параметры их производительности.

г) если $N = M$, где N – число задействованных в сообществе агентов, M – степень распараллеливаемости задачи, то агент удаляет задачу из своего списка обнаруженных задач и переходит к пункту 4.б);

д) если $T_{\text{ост}} < T_{\text{реш}}$, где $T_{\text{реш}} = \frac{\sum_{i=1}^L Y_i}{\sum_{m=1}^D S_m}$, Y_i – вычислительная сложность еще не решенной подзадачи q_i , L – число еще не решенных подзадач, S_j – текущая производительность ИВУ j , D – количество ИВУ в сообществе, то агент удаляет задачу из своего списка обнаруженных задач и переходит к пункту 4.б);

е) агент A_j вступает в сообщество и отправляет всем членам сообщества и на ДО данные о параметрах своего ИВУ;

ж) если производительности членов обновленного сообщества хватает для решения задачи (т.е. $T_{\text{ост}} \geq T_{\text{реш}}$), она помечается на ДО как полная;

5) если агент A_j вступил в сообщество, то переход к пункту 7, иначе он переходит в режим ожидания в течении времени $T_{\text{ожидания}}$;

6) если во время ожидания агент A_j получает сообщение с приглашением в сообщество от других агентов, он переходит к пункту 4.в), иначе переходит к пункту 3;

7) если задача неполная и $N < M$, агент A_j рассылает приглашения на участие в ее решении известным ему агентам. Переход к пункту 9;

8) если задача неполная и $N = M$, то агент, обладающей наименьшей производительностью, исключается из сообщества. Переход к пункту 7;

9) агенты переходят в режим распределения подзадач пользовательской задачи в сообществе и их решения (алгоритм распределения вычислительной нагрузки в сообществе агентов).

Приведенный выше алгоритм позволяет формировать сообщества агентов в GRID для решения поступающих в систему задач. При этом состав сообщества для решения пользовательской задачи будет зависеть от текущей производительности ИВУ его членов. Иными словами, состав сообщества будет постоянно адаптироваться к динамически изменяемым параметрам ИВУ-«фрилансеров», входящих в его состав.

Результаты экспериментальных исследований

С целью исследования работоспособности и эффективности предложенного мультиагентного диспетчирования ресурсов гетерогенной облачной вычислительной среды (ОВС) при решении потока задач Z была разработана программная модель. Программная модель обеспечивает возможность моделирования работы ОВС при различных значениях таких исходных параметров, как:

- количество ресурсов в ОВС (до 1000 шт.);
- количество различных типов подзадач, выполняемых отдельным ресурсом, входящим в ОВС (до 20);
- производительность ресурсов при решении подзадач различных типов и пропускная способность их каналов связи с облачной инфраструктурой;

- граф пользовательской задачи (количество вершин; вычислительная трудоемкость подзадач, приписанных отдельным вершинам; объем передаваемых данных между подзадачами, приписанный дугам графа);
- требуемые моменты времени получения решения пользовательских задач и количество премиальных баллов, начисленных за их успешное решение.

При этом в качестве критериев эффективности работы ОВС при выполнении потока заданий были приняты:

- коэффициент полезного действия (КПД) – отношение времени, затраченного ресурсами ОВС на выполнение пользовательских задач, к общему времени их работы в системе;
- коэффициент гарантированности выполнения (КГВ) пользовательской задачи – отношение количества пользовательских задач, выполненных к требуемому моменту времени, к общему количеству задач, направленных пользователями на ДО.

Результаты серии экспериментов, проведенных при различных значениях исходных параметров программной модели, показывают, что значение КПЗ не опускается ниже 70 %, а значение КГВ не опускается ниже 90 %.

1. *Крянев, Д.Ю.* Методы увеличения нефтеотдачи: опыт и перспективы применения [Текст] / Д.Ю. Крянев, С.А. Жданов // Нефтегазовая вертикаль. – 2011. – Т. 5. – С. 30–33.
2. *Бадретдинов, И.А.* Классификация методов увеличения нефтеотдачи (экономический подход) [Текст] / И.А. Бадретдинов, В.Г. Карпов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2014. – Т. 9, № 1. – С. 6.
3. *Абызбаев, И.И.* Прогнозирование применения новых методов увеличения нефтеотдачи при освоении трудноизвлекаемых запасов нефти [Текст] : монография / И.И. Абызбаев, В.Е. Андреев. – 2007. – 204 с.
4. *Риз, Д.* Облачные вычисления (Cloud Application Architectures) / Д. Риз. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. – 288 с.
5. *Каляев, А.И.* Метод мультиагентного диспетчирования ресурсов в облачных вычислительных средах [Текст] / А.И. Каляев, И.А. Каляев // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2016. – № 2. – С. 51.
6. *Каляев, И.А.* Метод мультиагентного диспетчирования ресурсов в облачной вычислительной среде при решении потока задач [Текст] / И.А. Каляев // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2015. – С. 31–40.
7. *Иванов, Д.Я.* Принципы организации децентрализованных сетевых информационных систем [Текст] / Д.Я. Иванов, Э.В. Мельник // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – № 4. – С. 25–30.
8. *Каляев, А.И.* Децентрализованная организация диспетчера GRID на базе сообществ агентов [Текст] / А.И. Каляев // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2011. – Т. 121. – № 8. – С. 230–237.