

Лабораторные работы №6-8

Цель работы

Целью является приобретение практических навыков в:

- Управлении серверами сообщений (№6)
- Применение отложенных вычислений (№7)
- Интеграция программных систем друг с другом (№8)

Задание

Реализовать распределенную систему по асинхронной обработке запросов. В данной распределенной системе должно существовать 2 вида узлов: «управляющий» и «вычислительный». Необходимо объединить данные узлы в соответствии с той топологией, которая определена вариантом. Связь между узлами необходимо осуществить при помощи технологии очередей сообщений. Также в данной системе необходимо предусмотреть проверку доступности узлов в соответствии с вариантом.

Управляющий узел отвечает за ввод команд от пользователя и отправку этих команд на вычислительные узлы. Список основных поддерживаемых команд:

Создание нового вычислительного узла

Формат команды: `create id [parent]`

`id` – целочисленный идентификатор нового вычислительного узла

`parent` – целочисленный идентификатор родительского узла. Если топологией не предусмотрено введение данного параметра, то его необходимо игнорировать (если его ввели)

Формат вывода:

«Ok: `pid`», где `pid` – идентификатор процесса для созданного вычислительного узла

«Error: Already exists» - вычислительный узел с таким идентификатором уже существует

«Error: Parent not found» - нет такого родительского узла с таким идентификатором

«Error: Parent is unavailable» - родительский узел существует, но по каким-то причинам с ним не удается связаться

«Error: [Custom error]» - любая другая обрабатываемая ошибка

Пример:

```
> create 10 5
```

```
Ok: 3128
```

Примечания: создание нового управляющего узла осуществляется пользователем программы при помощи запуска исполняемого файла. `id` и `pid` — это разные идентификаторы.

Удаление существующего вычислительного узла

Формат команды: `remove id`

`id` – целочисленный идентификатор удаляемого вычислительного узла

Формат вывода:

«Ok» - успешное удаление

«Error: Not found» - вычислительный узел с таким идентификатором не найден

«Error: Node is unavailable» - по каким-то причинам не удается связаться с вычислительным узлом

«Error: [Custom error]» - любая другая обрабатываемая ошибка

Пример:

```
> remove 10
```

Ok

Примечание: при удалении узла из топологии его процесс должен быть завершен и работоспособность вычислительной сети не должна быть нарушена.

Исполнение команды на вычислительном узле

Формат команды: `exec id [params]`

`id` – целочисленный идентификатор вычислительного узла, на который отправляется команда

Формат вывода:

«Ok:id: [result]», где `result` – результат выполненной команды

«Error:id: Not found» - вычислительный узел с таким идентификатором не найден

«Error:id: Node is unavailable» - по каким-то причинам не удается связаться с вычислительным узлом

«Error:id: [Custom error]» - любая другая обрабатываемая ошибка

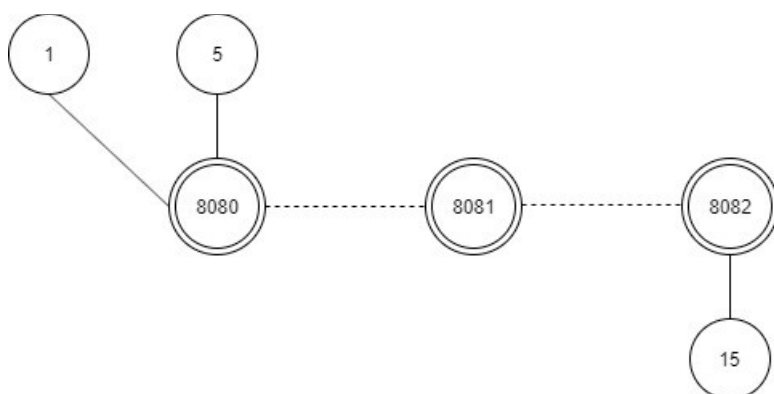
Пример:

Можно найти в описании конкретной команды, определенной вариантом задания.

Примечание: выполнение команд должно быть асинхронным. Т.е. пока выполняется команда на одном из вычислительных узлов, то можно отправить следующую команду на другой вычислительный узел.

Типы топологий

Топология 1



На рисунке представлено три управляющих узла 8080, 8081, 8082 и три вычислительных 1, 5, 15. Все вычислительные узлы привязываются только к управляющим узлам.

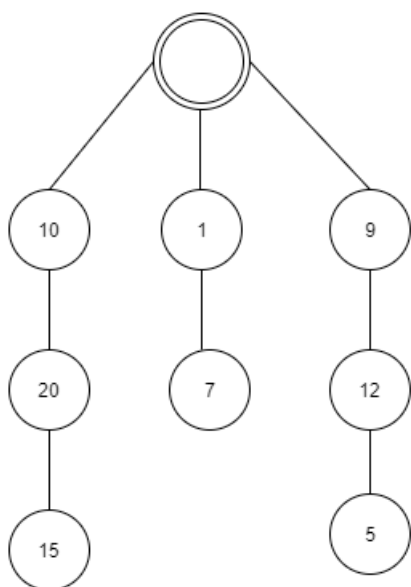
Для данной топологии требуется поддерживать дополнительную команду (union) связывания двух управляющих узлов:

(8080)> union 8081

Находясь на узле 8080 можно ввести команду связывания с узлом 8081.

При связывании двух управляющих узлов - все вычислительные узлы становятся общими (при этом связи вычислительных и управляющих узлов остаются прежние). Если у двух управляющих узлов при связывании есть узлы с одним идентификатором, то произвольный из дублирующихся узлов останавливается.

Топология 2

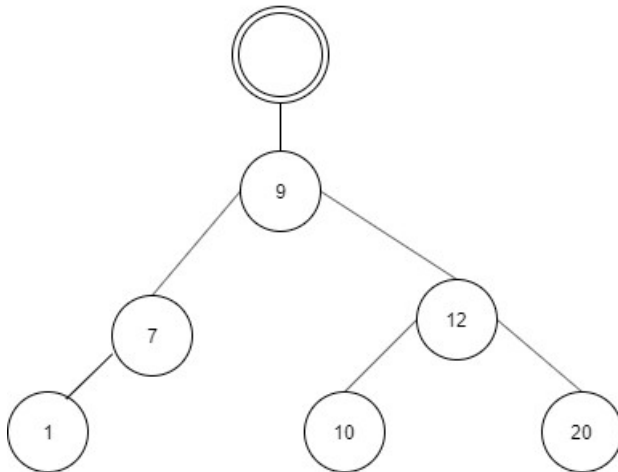


Все вычислительные узлы находятся в списке. Есть только один управляющий узел. Чтобы добавить новый вычислительный узел к управляющему, то необходимо выполнить команду: create id -1.

Топология 3

Аналогично топологии 2, но узлы находятся в дереве общего вида.

Топология 4



Все вычислительные узлы хранятся в бинарном дереве поиска. [parent] — является необязательным параметром.

Топология 5

Аналогично топологии 4, но узлы находятся в идеально сбалансированном бинарном дереве. Каждый следующий узел должен добавляться в самое наименьшее левое поддерево.

Типы команд для вычислительных узлов

Набор команд 1 (подсчет суммы n чисел)

Формат команды: `exes id n k1 ... kn`

`id` — целочисленный идентификатор вычислительного узла, на который отправляется команда

`n` — количество складываемых чисел (от 1 до 10₈)

`k1 ... kn` — складываемые числа

Пример:

```
> exes 10 3 1 2 3
```

```
Ok:10: 6
```

Набора команд 2 (локальный целочисленный словарь)

Формат команды сохранения значения: `exes id name value`

`id` — целочисленный идентификатор вычислительного узла, на который отправляется команда

`name` — ключ, по которому будет сохранено значение (строка формата [A-Za-z0-9]+)

`value` — целочисленное значение

Формат команды загрузки значения: `exes id name`

Пример:

```
> exes 10 MyVar
```

```
Ok:10: 'MyVar' not found
```

> ехес 10 MyVar 5

Ok:10

> ехес 12 MyVar

Ok:12: 'MyVar' not found

> ехес 10 MyVar

Ok:10: 5

> ехес 10 MyVar 7

Ok:10

> ехес 10 MyVar

Ok:10: 7

Примечания: Можно использовать std:map.

Набора команд 3 (локальный таймер)

Формат команды сохранения значения: ехес id subcommand

subcommand – одна из трех команд: start, stop, time.

start – запустить таймер

stop – остановить таймер

time – показать время локального таймера в миллисекундах

Пример:

> ехес 10 time

Ok:10: 0

>ехес 10 start

Ok:10

>ехес 10 start

Ok:10

прошло 10 секунд

> ехес 10 time

Ok:10: 10000

прошло 2 секунды

>ехес 10 stop

Ok:10

прошло 2 секунды

>ехес 10 time

Ok:10: 12000

Набора команд 4 (поиск подстроки в строке)

Формат команды:

> exec id

> text_string

> pattern_string

[result] – номера позиций, где найден образец, разделенный точкой с запятой

text_string — текст, в котором искать образец. Алфавит: [A-Za-z0-9]. Максимальная длина строки 10⁸ символов

pattern_string — образец

Пример:

> exec 10

> abracadabra

> abra

Ok:10:0;7

> exec 10

> abracadabra

> mmm

Ok:10: -1

Примечания: Выбор алгоритма поиска не важен

Тип проверки доступности узлов

Команда проверки 1

Формат команды: pingall

Вывод всех недоступных узлов вывести разделенные через точку запятую.

Пример:

> pingall

Ok: -1 // Все узлы доступны

> pingall

Ok: 7;10;15 // узлы 7, 10, 15 — недоступны

Команда проверки 2

Формат команды: ping id

Команда проверяет доступность конкретного узла. Если узла нет, то необходимо выводить ошибку: «Error: Not found»

Пример:

> ping 10

Ok: 1 // узел 10 доступен

> ping 17

Ok: 0 // узел 17 недоступен

Команда проверки 3

Формат команды: heartbit time

Каждый узел начинает сообщать раз в time миллисекунд о том, что он работоспособен. Если от узла нет сигнала в течении $4 * \text{time}$ миллисекунд, то должна выводиться пользователю строка: «Heartbit: node id is unavailable now», где id – идентификатор недоступного вычислительного узла.

Пример:

> heartbit 2000

Ok

Пример:

> ping 10

Ok: 1 // узел 10 доступен

> ping 17

Ok: 0 // узел 17 недоступен

Возможные сервера сообщений

1. ZeroMQ
2. MSMQ
3. RabbitMQ
4. Nats

Варианты

Вариант для группы 80-201: $(N + 12) \% 60 + 1$

Вариант для группы 80-206: $(N + 20) \% 60 + 1$

Вариант для группы 80-207: $(N + 28) \% 60 + 1$

Вариант для группы 80-208: $(N + 36) \% 60 + 1$

Вариант 1:

Тип топологии: 3

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 2:

Тип топологии: 1

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 3:

Тип топологии: 1

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 4:

Тип топологии: 5

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 5:

Тип топологии: 2

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 6:

Тип топологии: 5

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 7:

Тип топологии: 1

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 8:

Тип топологии: 4

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 9:

Тип топологии: 3

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 10:

Тип топологии: 3

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 11:

Тип топологии: 1

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 12:

Тип топологии: 5

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 13:

Тип топологии: 2

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 14:

Тип топологии: 4

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 15:

Тип топологии: 1

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 16:

Тип топологии: 3

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 17:

Тип топологии: 2

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 18:

Тип топологии: 1

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 19:

Тип топологии: 3

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 20:

Тип топологии: 1

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 21:

Тип топологии: 5

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 22:

Тип топологии: 1

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 23:

Тип топологии: 2

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 24:

Тип топологии: 5

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 25:

Тип топологии: 2

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 26:

Тип топологии: 3

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 27:

Тип топологии: 3

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 28:

Тип топологии: 1

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 29:

Тип топологии: 1

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 30:

Тип топологии: 2

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 31:

Тип топологии: 4

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 32:

Тип топологии: 5

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 33:

Тип топологии: 2

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 34:

Тип топологии: 5

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 35:

Тип топологии: 5

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 36:

Тип топологии: 3

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 37:

Тип топологии: 4

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 38:

Тип топологии: 2

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 39:

Тип топологии: 4

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 40:

Тип топологии: 1

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 41:

Тип топологии: 4

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 42:

Тип топологии: 4

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 43:

Тип топологии: 2

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 44:

Тип топологии: 2

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 45:

Тип топологии: 1

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 46:

Тип топологии: 3

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 47:

Тип топологии: 4

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 48:

Тип топологии: 3

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 49:

Тип топологии: 4

Тип вычислительных команд: 4

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 50:

Тип топологии: 5

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 51:

Тип топологии: 5

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 52:

Тип топологии: 3

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 53:

Тип топологии: 2

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 54:

Тип топологии: 3

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 55:

Тип топологии: 4

Тип вычислительных команд: 1

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 56:

Тип топологии: 5

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 57:

Тип топологии: 5

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 1

Вариант 58:

Тип топологии: 2

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 2

Вариант 59:

Тип топологии: 4

Тип вычислительных команд: 3

Тип команд доступности узлов: 3

Вариант 60:

Тип топологии: 4

Тип вычислительных команд: 2

Тип команд доступности узлов: 3