

Отчёт

ВШЭ

2 апреля 2018 г.

Содержание

1	Реализация дискретно-событийной библиотеки Simlibrary для моделирования СХД	3
1.1	Описание Environment имитации	3
1.1.1	Функции Environment	5
1.2	Описание примитивов, использованных при имитации системы	7
1.2.1	Имитация сети	7
1.2.2	Имитация хоста	8
1.3	Устройство очереди	9

1 Реализация дискретно-событийной библиотеки Simlibrary для моделирования СХД

1.1 Описание Environment имитации

Имитация системы происходит при помощи объекта типа `Environment`, который полностью отражает текущее положение системы. Данный объект обладает следующими полями:

currentTime Текущее время системы типа `float64`. Изменяется дискретными шагами.

workers Словарь типа `map[uint64] * Process`, где в качестве ключа выступает идентификатор PID объекта, а в качестве значения указатель `Worker`.

routesMap Словарь типа `map[Route] * Link`. Содержит значения обо всех путях, возможной в данной конфигурации компьютерной сети. `Route` – структура, имеющая в качестве своих полей `start` и `finish` – указатели на хост, которые являются началом и концом пути, соответственно. Значение `*Link` – является указателем на сеть, по которой будет проходить передача пакетов в обе стороны.

queue Поле типа `eventQueue`. Является глобальным хранилищем всех событий во время имитации сложных систем.

mutex Поле типа `sync.Mutex`. Примитив синхронизации нужный для того, чтобы обеспечивать консистентность доступа к данным, таким как очередь событий `queue`.

shouldStop Поле типа `bool`. Во время прогона симуляции является равным 1. После того, как все события в имитации заканчиваются, либо при наличии специального события, выставляется в отрицательное значение и прогон прекращается.

hostsMap Словарь типа `map[string]HostInterface`. Содержит информацию обо всех хостах, которые имеются в симуляции. В качестве ключа словаря – имя хоста, в качестве значения интерфейс типа `HostInterface`, который обобщает такие типы как `host`, `NetworkSwitch` и `IOBalancer`.

vesninServers Поле типа `[] * Host`. Является списком, который содержит информацию о рабочих дисковых контроллерах, поддерживающих отношения с клиентом, представленных в виде указателя на `*Host`.

allVesninServers Поле типа `[] * Host`. Поле типа `[] * Host`. Является списком, который содержит информацию о обо всех (рабочих и нерабочих) дисковых контроллерах, поддерживающих отношения с клиентом, представленных в виде указателя на `*Host`.

storagesMap Словарь типа `map[string] * Storage`. В данном контейнере хранится информация обо всех дисках, примонтированных к системе хранения данных. В качестве ключа словаря используется идентификатор конечного хранилища данных, а в качестве значения – указатель на дисковое хранилище.

linksMap Словарь типа `map[string] * Link`. Контейнер, содержащий информацию обо всех сетях, представленных в данной симуляции. В качестве ключа словаря используется идентификатор сети, а в качестве значения – сеть, по которой будет идти передача данных.

FunctionsMap Словарь типа `map[string]func(*Process, []string)`. Данный контейнер хранит информацию обо всех функциях, которые будут

запущены в качестве горутин в начальный момент времени (время запуска симуляции). Функции должны быть объявлены в файле `deployment.xml`. В качестве ключа словаря используется идентификатор функции, представленный в строковом виде, а качестве значения — указатель на функцию.

daemonList Поле типа `[] * Process`. Является списком, который содержит информацию о горутинах, которые во время симуляции СХД, являются представлениями Unix-демонов и самостоятельно должны завершить своё исполнение.

pid Поле типа `ProcessID`. Указатель на функцию, которая выполняется в текущий момент времени.

waitWorkerAmount Поле типа `uint64`. Количество горутин, запущенных в текущий момент времени, завершения которых нужно ожидать для того, чтобы наполнить очередь актуальными текущими событиями.

stepEnd Поле типа `chaninter face`. Является средством коммуникации горутин с главной (*master*) горутинной. В данный канал связи горутин, которые исполняются в текущий момент времени, сигнализируют о своём завершении.

nextWorkers Поле типа `[] * Process`. Является списком, который содержит информацию о горутинах, которые должны быть запущены на следующем шаге работы имитации системы со статусом *OK*.

timeOutWorkers Поле типа `[] * Process`. Является списком, который содержит информацию о горутинах, которые должны быть запущены на следующем шаге работы имитации системы со статусом *TIMEOUT*.

anomalyWorkers Поле типа `[] * Process`. Является списком, который содержит информацию о горутинах, которые должны быть запущены на следующем шаге работы имитации системы со статусом *FAIL*.

logsMap Словарь типа `map[string]float64`. Данный контейнер хранит информацию, которая впоследствии будет выведена в виде логов системы. В качестве ключа словаря используется идентификатор наблюдаемого значения, а качестве значения — числовая характеристика данной величины.

unitsMap Словарь типа `map[string]float64`. Данный контейнер хранит информацию о единицах системы измерений, принятых в данной симуляции. В качестве ключа словаря используется идентификатор единицы измерения, а качестве значения — численная характеристика относительно эталона.

backupRoutesMap Словарь типа `map[Route] * Link`. Содержит значения обо всех запасных (backup) путях, возможной в данной конфигурации компьютерной сети. *Route* — структура, имеющая в качестве своих полей *start* и *finish* — указатели на хост, которые являются началом и концом пути, соответственно. Значение **Link* — является указателем на сеть, по которой будет проходить передача пакетов в обе стороны.

HostLinksMap Словарь типа `map[HostInterface][] * Link`. Данный контейнер хранит информацию о сетях, к которым имеет доступ каждый хост. В качестве ключа словаря используется идентификатор хоста, а качестве значения — список, состоящий из указателей на сеть, принадлежащих данному хосту.

LinkBackupsMap Словарь типа `map[*Link] * Link`. В качестве ключа словаря используется идентификатор конечного хранилища данных, а качестве значения — указатель на дисковое хранилище.

Таблица 1: My caption

TB	1000 ⁴ byte
GB	1000 ³
MB	1000 ²
KB	1000
B	1
GBps	1000 ³ byte per sec
MBps	1000 ² byte per sec
KBps	1000 byte per sec
Bps	1 byte per sec
Gf	1000 ³ flops
Mf	1000 ² flops
Kf	1000 flops
f	1 flops

1.1.1 Функции Environment

func NewEnvironment() *Environment

Входные аргументы: отсутствуют.

Выходное значение: переменная типа *Environment.

Описание функции: Создаёт и инициализует необходимые поля для функционирования симуляции, такие как:

- queue
- workers
- SendEventsNameMap
- ReceiveEventsNameMap
- ReceiverSendersMap
- stepEnd
- logsMap
- HostLinksMap
- LinkBackupsMap

func createUnits()

Входные аргументы: отсутствуют.

Выходное значение: отсутствует.

Описание функции: Инициализирует единицы измерения необходимые при симуляции системы.

func (env *Environment) stopSimulation(EventInterface)

Входные аргументы: указатель на объект типа *Environment.

Выходное значение: отсутствует.

Описание: Данная функция останавливает исполнение программы путем выставления флага `shouldStop` в положительное значение.

func (env *Environment) updateQueue(deltaTime float64)

Входные аргументы: указатель на объект типа `*Environment`.

Выходное значение: отсутствует.

Описание: Данная функция обновляет очередь событий за время *deltaTime*.

func (env *Environment) CreateTransferEvents()

Входные аргументы: указатель на объект типа `*Environment`.

Выходное значение: отсутствует.

Описание: Данная функция создаёт события, которые имитируют передачу данных от одного хоста к другому.

func (env *Environment) Step() EventInterface

Входные аргументы: указатель на объект типа `*Environment`.

Выходное значение: текущее событие симуляции.

Описание: Данная функция осуществляет шаг симуляции, который состоит из следующих шагов.

1. Создать события, которые имитируют передачу данных от одного хоста к другому.
2. Проверить является ли этот шаг симуляции последним.
3. Проверить симуляцию на возникновение дедлоков.
4. Получить событие из очереди с минимальным значением времени.
5. Обновить текущее время.
6. Обновить очередь событий за время, прошедшее с времени прошлого события.
7. Обработать коллбэки (callbacks) текущего события.
8. Проверить является ли этот шаг симуляции последним.

func (env *Environment) FindNextWorkers(event EventInterface)

Входные аргументы: указатель на объект типа `*Environment`, текущее событие `EventInterface`.

Выходное значение: отсутствует.

Описание: Данная функция занимается поиском горутин, которые должны начать исполнение после выполнения текущего шага. Данный список включает в себе также горутин, которые начнут исполнение со статусами *OK*, *FAIL*, *TIMEOUT*.

func (env *Environment) SendStartToSignalWorkers()

Входные аргументы: указатель на объект типа `*Environment`.

Выходное значение: отсутствует.

Описание: Данная функция рассылает сигналы через каналы коммуникации горутинам, которые должны начать исполнение после выполнения текущего шага. Данный список включает в себе также горутин, которые начнут исполнение со статусами *OK*, *FAIL*, *TIMEOUT*.

func (env *Environment) WaitWorkers()

Входные аргументы: указатель на объект типа `*Environment`.

Выходное значение: отсутствует.

Описание: Данная функция дожидается выполнения задач текущими горутинами, которым были посланы сигналы на предыдущем этапе.

1.2 Описание примитивов, использованных при имитации системы

1.2.1 Имитация сети

Сеть имитируется при помощи структуры *Link*. Она обладает следующими полями (характеристиками).

name Идентификатор сети в текстовом представлении типа `string`.

state `float64` Степень соответствия изначальному ресурсу, либо 1 минус деградация данной сети. Значение типа `float64`, может принимать значения от 0 до 1, где 0 соответствует полной деградации сети, а 1 – "фабричному" состоянию.

route `*Route` Указатель на структуру данных `Route`, которая содержит информацию о хостах, которые соединяет данная сеть.

minEvent Указатель на минимальное событие-пакет `*TransferEvent`, которое передаётся в текущий момент по сети.

bandwidth Переменная типа `float64`. Пропускная способность сети, которая изменяется в байтах в секунду.

lastTimeRequest Переменная типа `float64`. Время последнего обращения к данной сети.

mutex Примитив синхронизации типа `sync.Mutex` необходимой для корректности параллельного доступа к полям структуры данной сети.

counter Переменная типа `int64`. Количество пакетов, которые передаются в текущий момент времени по сети.

func NewLink(bandwidth float64, name string) *Link

Входные аргументы: `bandwidth` – переменная типа `float64`. Содержит информацию о пропускной способности сети. `name` – переменная типа `string`, имя сети.

Выходное значение: Указатель созданную структуру, которая инкапсулирует сеть.

Описание функции: Создаёт указатель созданную структуру, которая инкапсулирует сеть с именем `name` и пропускной способностью `bandwidth` и инициализирует необходимые поля сети, такие как:

- `bandwidth`
- `mutex`
- `name`
- `state`

func (link *Link) Put(e *TransferEvent)

Входные аргументы: Указатель на структуру `*Link`, указатель на событие, которое должно передаваться по сети.

Выходное значение: отсутствует.

Описание функции: Данная функция добавляет событие в очередь событий, относящейся к сети `link`.

func (link *Link) EstimateTimeEnd(e *SendEvent)

Входные аргументы: Указатель на структуру Link; указатель на событие SendEvent, которое должно передаваться по сети.

Выходное значение: отсутствует

Описание функции: Оценить время окончания t_{end} передачи события-пакета по данной сети по следующей формуле:

$$t_{end} = t_0 + \frac{S}{\frac{B}{n} \cdot q}$$

, где t_0 – это текущее время, S – размер передаваемого пакета, B – пропускная способность сети, n – количество пакетов, которые передаются в текущий момент времени, q – степень деградации сети.

func (env *Environment) FindNextTransferEvent()

Входные аргументы: Указатель на структуру *Environment.

Выходное значение: Отсутствует.

Описание функции: Данная функция "составляет" события, которые будут передаваться в текущий момент времени.

func GetRoute(route Route) *Link

Входные аргументы: route переменна типа Route, содержащая информацию об начальном и конечном хостах.

Выходное значение: Указатель на структуру Link.

Описание функции: Данная функция по имени route возвращает указатель на структуру Link.

Route обладает следующими полями. Указатель на начальный start. Тип HostInterface

Указатель на конечный finish. Тип HostInterface

Входные аргументы: отсутствуют.

Выходное значение:

Описание функции:

1.2.2 Имитация хоста

name Поле типа string. Является идентификатором объекта.

typeId Поле типа string. Содержит информацию о классе устройств, которым принадлежит данный хост.

processes Поле типа []*Process. Содержит информацию в виде списка указателей на Process обо всех текущих процессах, запущенных на данном хосте.

speed Поле типа float64. Скорость работу данного хоста, измеряемая в flops.

storage Поле типа *Storage. Содержит указатель на диск, который при-монтирован к данному хосту.

traffic Поле типа float64. Трафик в байт/с, который проходит через данный хост.

logs Поле типа interface{}. Текстовое представление логов данного хоста.

Функции необходимые для имитации хоста

func (env *Environment) getHostByName(name string) HostInterface

Входные аргументы: отсутствуют.
 Выходное значение:
 Описание функции:
func (process *Process) GetHost() HostInterface
 Входные аргументы: отсутствуют.
 Выходное значение:
 Описание функции:
func (host *Host) GetName() string
 Входные аргументы: отсутствуют.
 Выходное значение:
 Описание функции:
func (host *Host) GetType() string
 Входные аргументы: отсутствуют.
 Выходное значение:
 Описание функции:
func (host *Host) GetDevTemp() float64
 Входные аргументы: отсутствуют.
 Выходное значение:
 Описание функции:
func (host *Host) GetTraffic() float64
 Входные аргументы: отсутствуют.
 Выходное значение:
 Описание функции:
func (host *Host) AddTraffic(traffic float64)
 Входные аргументы: отсутствуют.
 Выходное значение:
 Описание функции:
func (host *Host) GetLoad() int
 Входные аргументы: отсутствуют.
 Выходное значение:
 Описание функции:
func (host *Host) GetLogs() interface
 Входные аргументы: отсутствуют.
 Выходное значение:
 Описание функции:
func (host *Host) SetLogs(logs interface)
 Входные аргументы: отсутствуют.
 Выходное значение:
 Описание функции:
func (host *Host) GetStorage() *Storage
 Входные аргументы: отсутствуют.
 Выходное значение:
 Описание функции:
func GetHostByName(hostName string) HostInterface
 Входные аргументы: отсутствуют.
 Выходное значение:
 Описание функции:

1.3 Устройство очереди

Наиболее важным элементом при реализации моделирования сложных систем является поддержание консистентности очереди событий. В текущей версии библиотеки она реализована при помощи встроенного в язык программирования интерфейса "container/heap". Данный интерфейс представляет структуру данных под названием дерево, которое обладает свойством, что каждая его узел является минимальным значением в его поддереве. Эта структура данных была выбрана для моделирования, т.к является наиболее распространенной при реализации очереди событий с приоритетом, которым в случае моделирования событийных имитаций является время окончания события.

Для имплементации данного интерфейса были реализованы следующие функции:

Таблица 3: My caption

Функция	Входные аргументы	Выходные аргументы	Описание функции
func (eq eventQueue) Len() int	-	Длина очереди, тип int	Данная функция возвращает значение длины очереди.
func (eq eventQueue) Less(i, j int) bool	Индексы элементов очереди. Тип int	Тип bool	Данная функция задаёт правило сравнения и сравнивает элемент очереди с индексом i с элементом с индексом j. В случае, если первый элемент больше, то возвращается логическое да, в противном случае – логическое нет.
func (eq eventQueue) Swap(i, j int)	Индексы элементов очереди. Тип int	-	Данная функция меняет местами элемент очереди с индексом i с элементов очереди с индексом j.
func (eq *eventQueue) Push(e interface{})	Значение, которое необходимо добавить в очередь. Тип interface{}	-	Данная функция добавляет новый элемент e в очередь событий.
func (eq *eventQueue) Pop() interface{}	-	Минимальный элемент в очереди. Тип interface{}	Данная функция извлекает минимальный элемент из очереди событий.
func (eq *eventQueue) Fix(h Interface, i int)	h - элемент в очереди, который нуждается в изменениях. i - новый приоритет	-	Данная функция меняет приоритет у элемента h в очереди событий на приоритет i.