



Реализация поддержки асинхронного программирования для фреймворка DSLab

Артём Макогон

21 мая 2023 г.

Введение

Описание предметной области

- Большой объем данных/вычислений
- Надежность
- Масштабируемость



Введение

Описание предметной области

- Большой объем данных/вычислений
 - Надежность
 - Масштабируемость
- ⇓
- > Недетерминированные алгоритмы
 - > Сложное тестирование





Введение

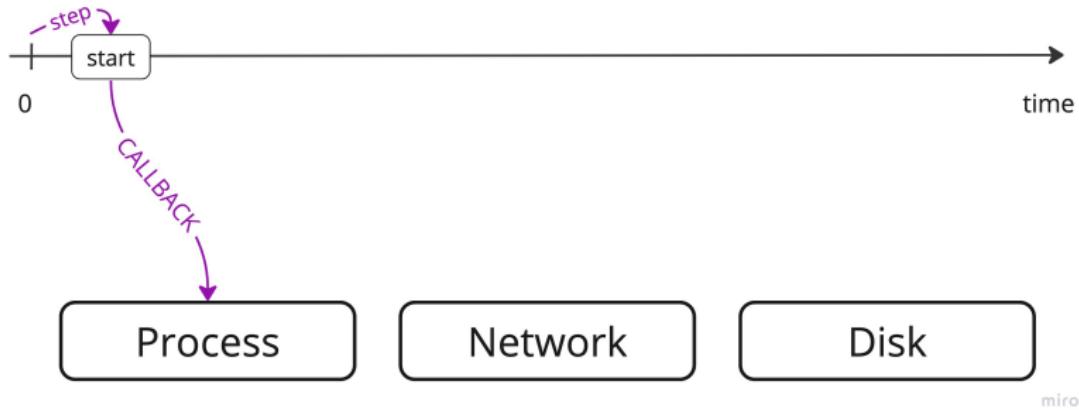
Дискретно-событийное моделирование



Исполнение симуляции

Введение

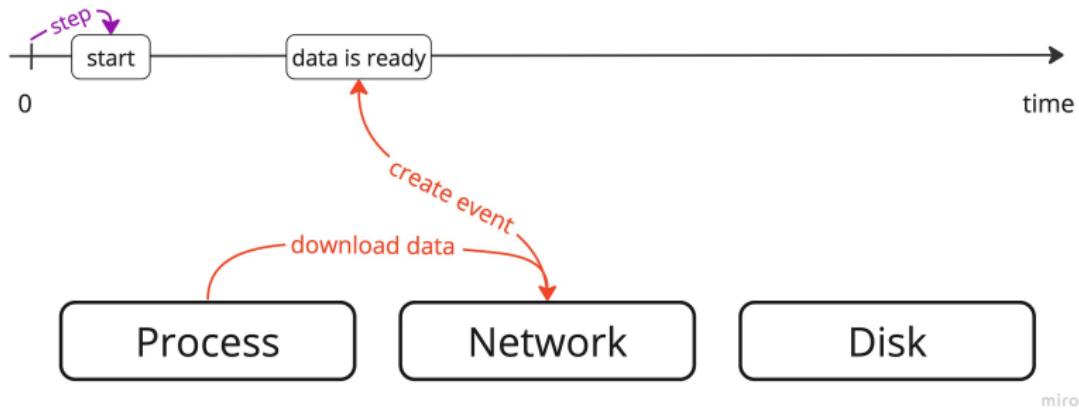
Дискретно-событийное моделирование



Исполнение симуляции

Введение

Дискретно-событийное моделирование

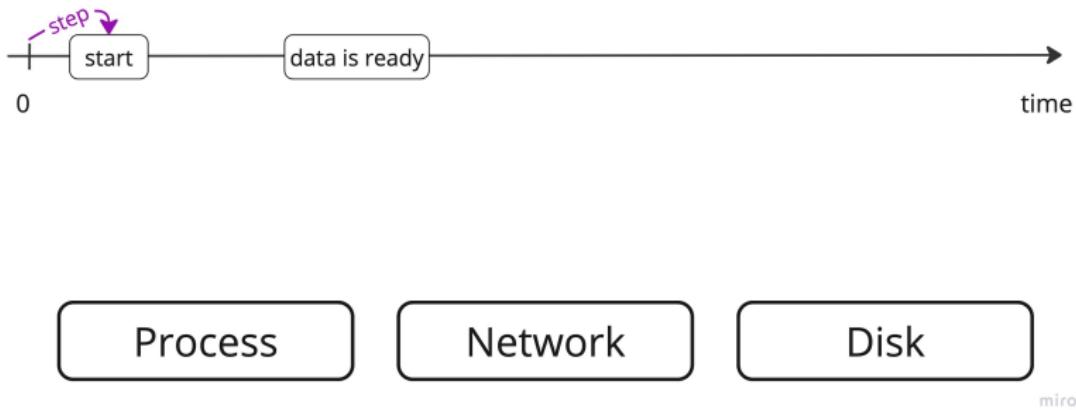


Исполнение симуляции



Введение

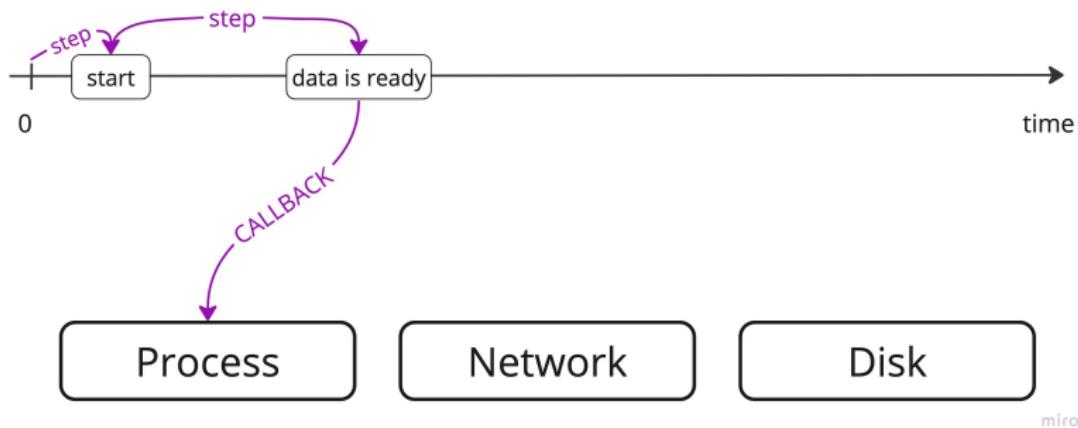
Дискретно-событийное моделирование



Исполнение симуляции

Введение

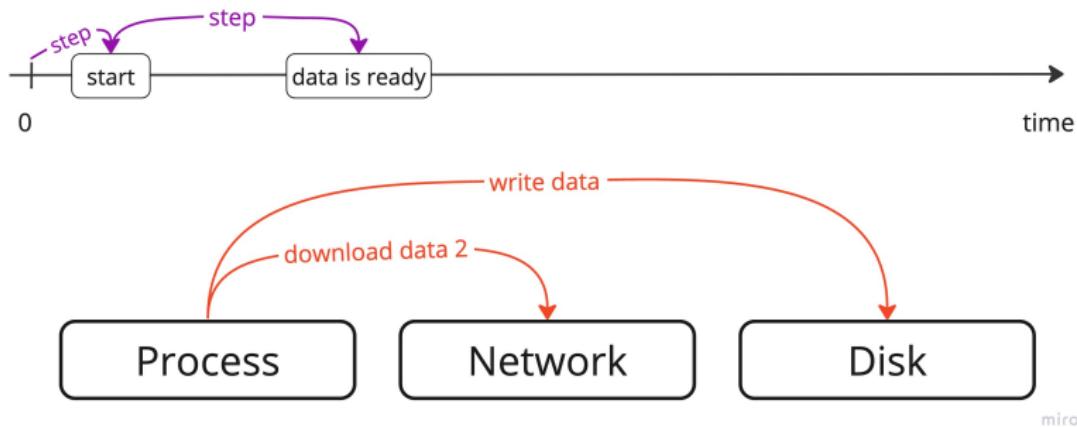
Дискретно-событийное моделирование



Исполнение симуляции

Введение

Дискретно-событийное моделирование

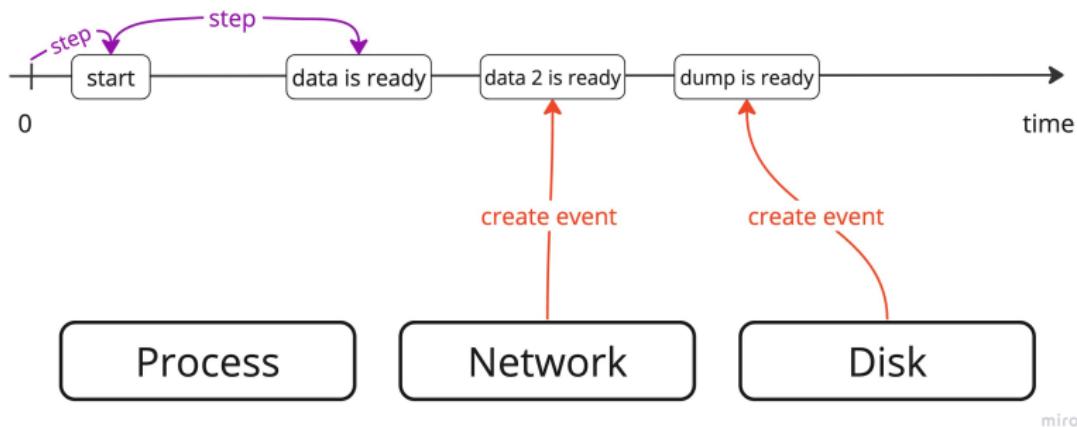


Исполнение симуляции



Введение

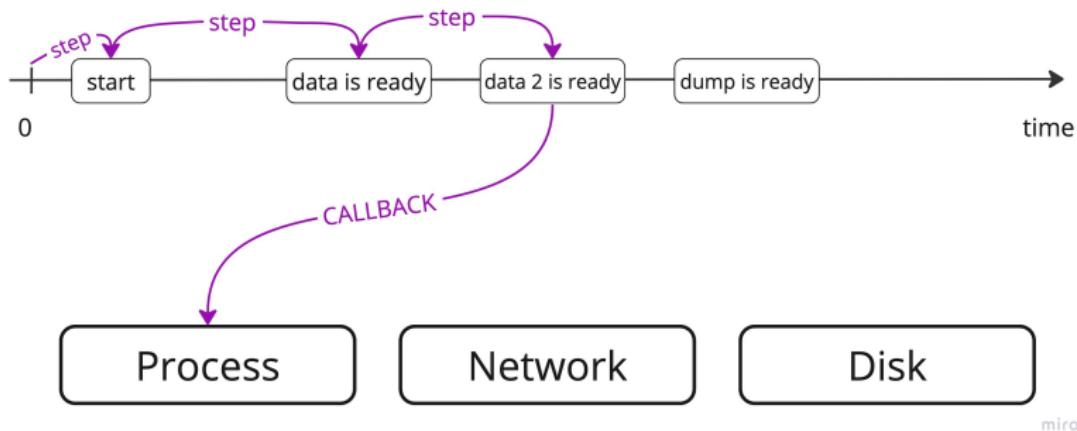
Дискретно-событийное моделирование



Исполнение симуляции

Введение

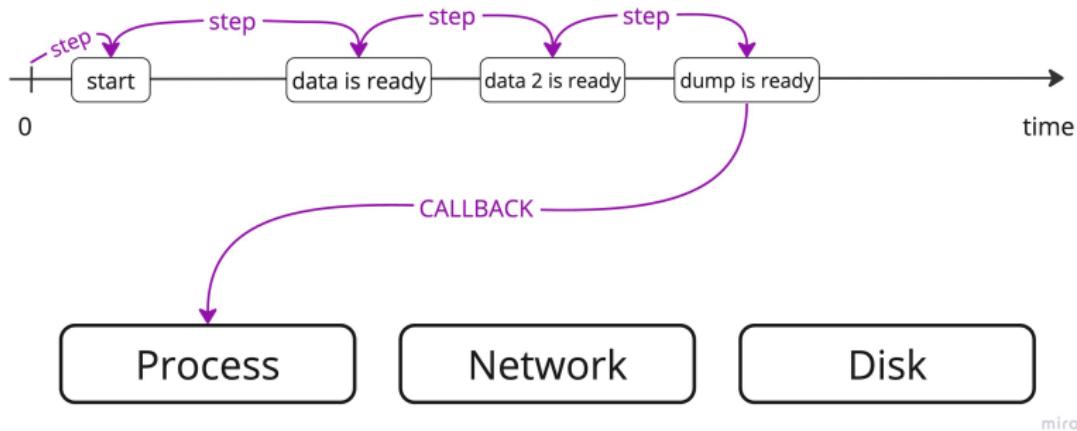
Дискретно-событийное моделирование



Исполнение симуляции

Введение

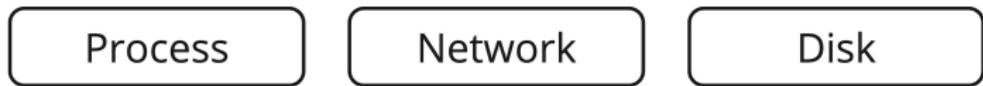
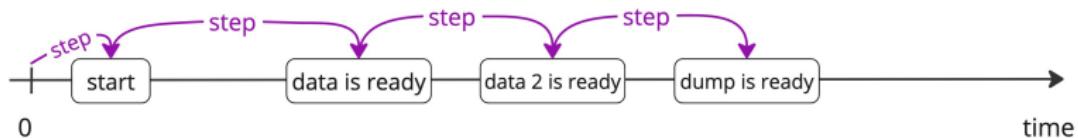
Дискретно-событийное моделирование



Исполнение симуляции

Введение

Дискретно-событийное моделирование



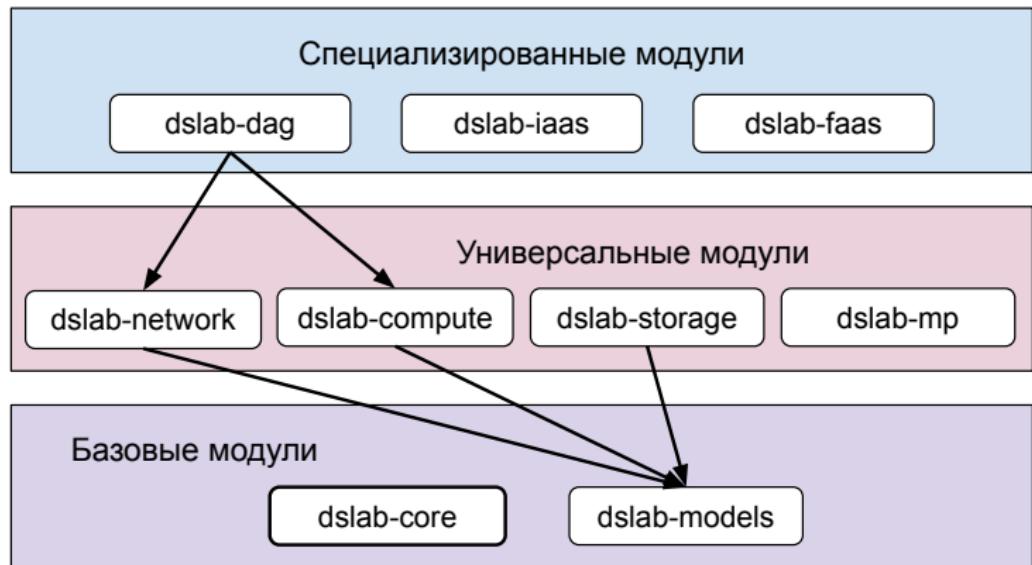
miro

Исполнение симуляции



Введение

Архитектура проекта DSLab





Введение

Callback модель. Фрагментированная реализация Process.

```
fn on(&mut self, event: Event) {  
    cast!(match event.data {  
        Start {} => {  
            self.on_start();  
        }  
        DownloadCompleted {data} => {  
            self.on_download_completed(data);  
        }  
        DiskWriteCompleted => {  
            self.on_disk_write_completed();  
        }  
    })  
}
```

Реагирование на события.

```
impl Process {  
    fn on... {  
          
    }  
    fn on... {  
          
    }  
    fn on... {  
          
    }  
}
```

Реализация
callback-ов



Введение

Преимущества асинхронного подхода

```
async fn add_file_to_storage(some_file) {
    send_file_to_all_replicas(some_file);
    result = wait_confirmation_from_all().await;

    if result.has_quorum {
        send_commit_to_replicas(result.nodes);
        wait_commit_confirmation_from(result.nodes).await;

        send_ok_message_to_user();
    } else {
        send_reject_message_to_user();
    }
}
```

Псевдокод асинхронного взаимодействия нод в симуляции



Введение

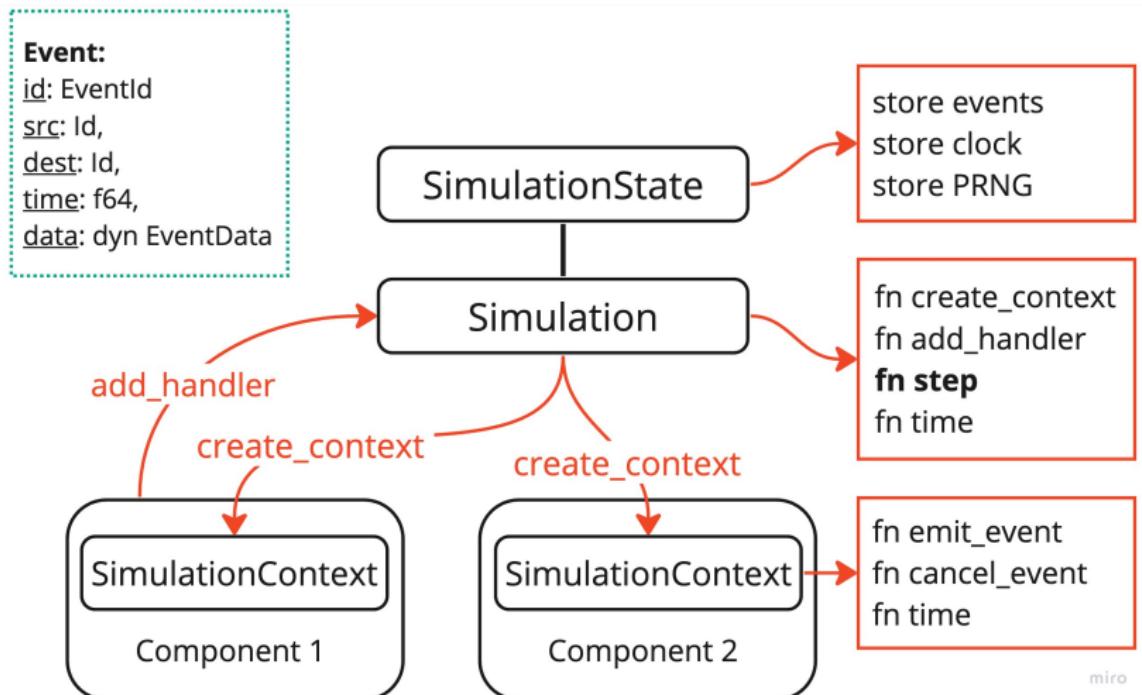
Постановка задачи

Цель проекта – реализация поддержки асинхронного программирования для фреймворка DSLab. Для этого необходимо:

- Реализовать эффективное асинхронное расширение для существующего ядра `dslab-core`. Поддержать возможности:
 - запустить асинхронную задачу;
 - «заснуть» на определенное время внутри симуляции;
 - асинхронно ждать событий от других компонент;
 - комбинировать ожидания с помощью методов `futures`.
- Добавить примеры использования нового функционала высокоДуровневыми компонентами.
- Написать документацию нового API и покрыть реализацию тестами.

Введение

Дизайн и структура ядра dslab-core



Внутреннее устройство dslab-core



Управление исполнением

Stackless-корутины

```
fn on_start_action(&self) {  
    // do 1  
}  
  
fn on_first_event(&self) {  
    // do 2  
}  
  
fn on_second_event(&self) {  
    // do 3  
}
```

Синхронный код (разрезан на
части разработчиком)



```
async fn action(&self) {  
    // do 1  
  
    wait_for_first_event().await;  
  
    // do 2  
  
    wait_for_second_event().await;  
  
    // do 3  
}
```

Асинхронный код (разрезан на части
компилятором)



Новое API для пользователей

Расширение SimulationContext

- Запустить асинхронную задачу:

```
> fn spawn(&self, future: impl Future<Output = ()>)
```

- «Заснуть» на определенное время:

```
> async fn async_wait_for(&self, timeout: f64)
```

- Дождаться события с «данными» типа T от компонента src:

```
> async fn async_handle_event<T>(src: Id) -> (Event, T)
```

```
> async fn async_wait_for_event<T>(src: Id, timeout: f64) ->  
    AwaitResult<T>
```

- Дождаться события с «данными» T, деталями details от src:

```
> async fn async_detailed_handle_event<T>(src: Id, details: u64)  
    -> (Event, T)
```

```
> async fn async_detailed_wait_for_event<T>(src: Id, details:  
    u64, timeout: f64) -> AwaitResult<T>
```



Новое API для пользователей

Детализированное ожидание. Пример

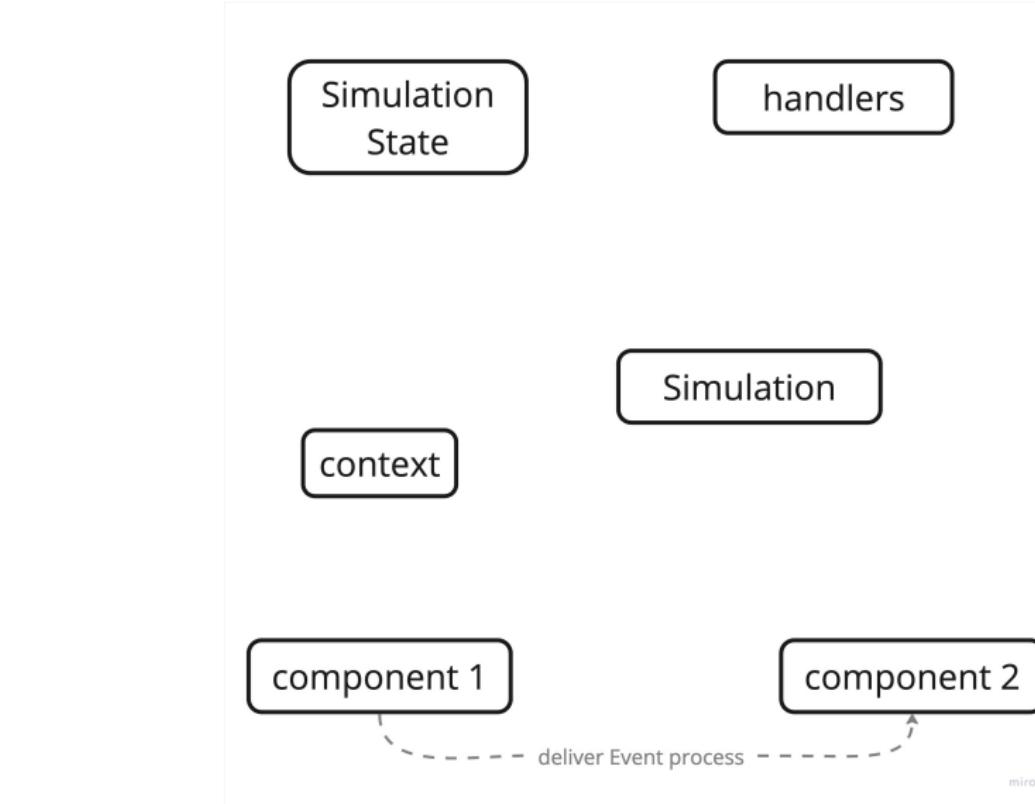
```
async fn process_data_transfer_request(
    &self, request: Request) {
    let request_id = self.network.send(request);

    self.ctx.
        async_detailed_handle_event::<DataTransferCompleted>(
            self.network.id,
            request_id,
        ).await;
}
```

Использование детализированного асинхронного ожидания

Внутреннее устройство и реализация

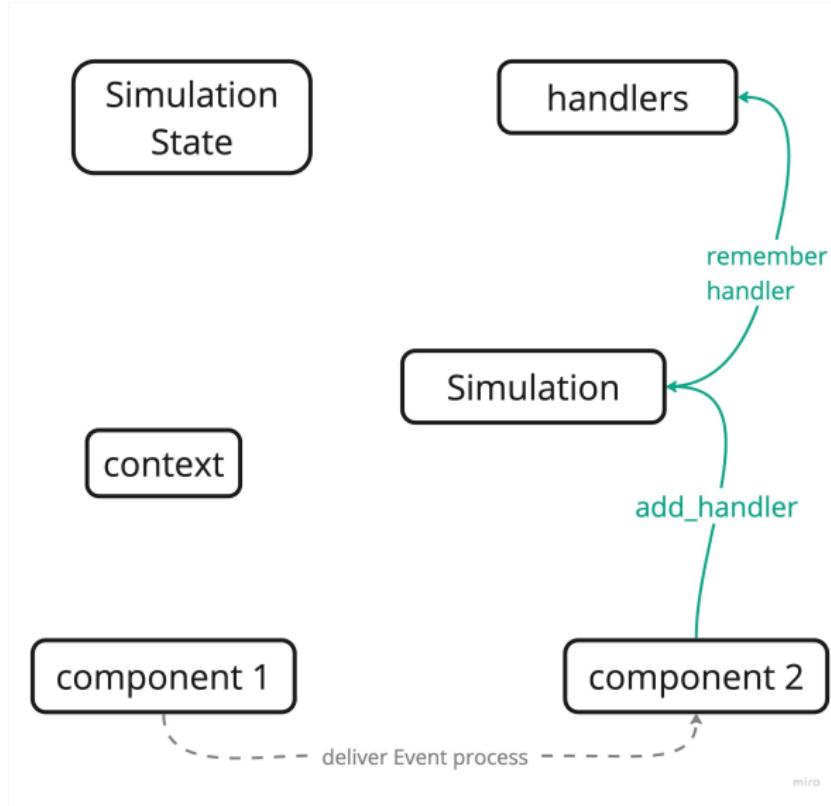
Callback-based модель





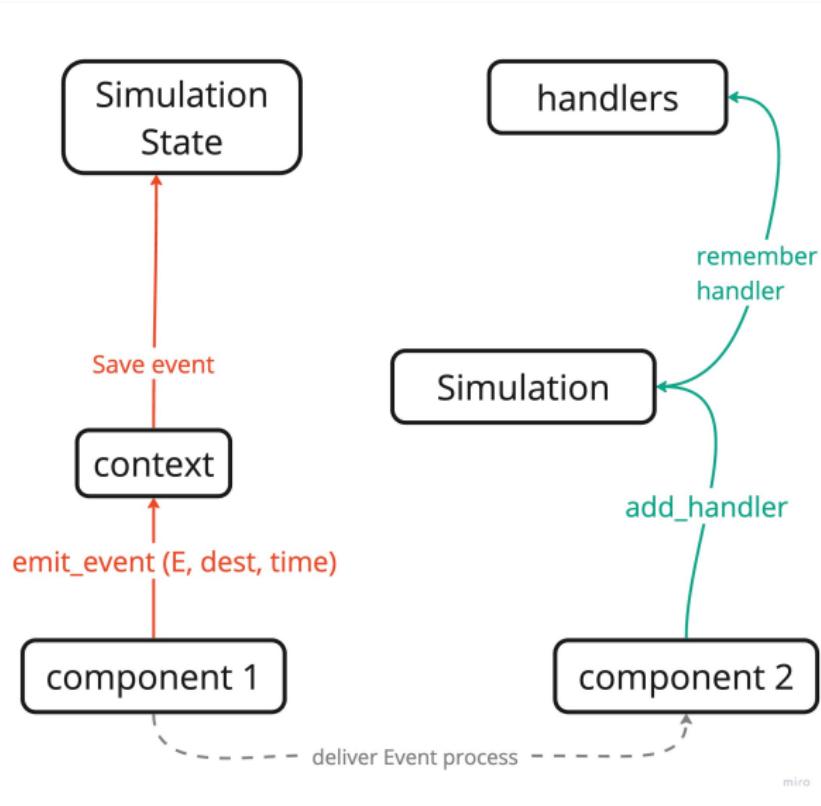
Внутреннее устройство и реализация

Callback-based модель



Внутреннее устройство и реализация

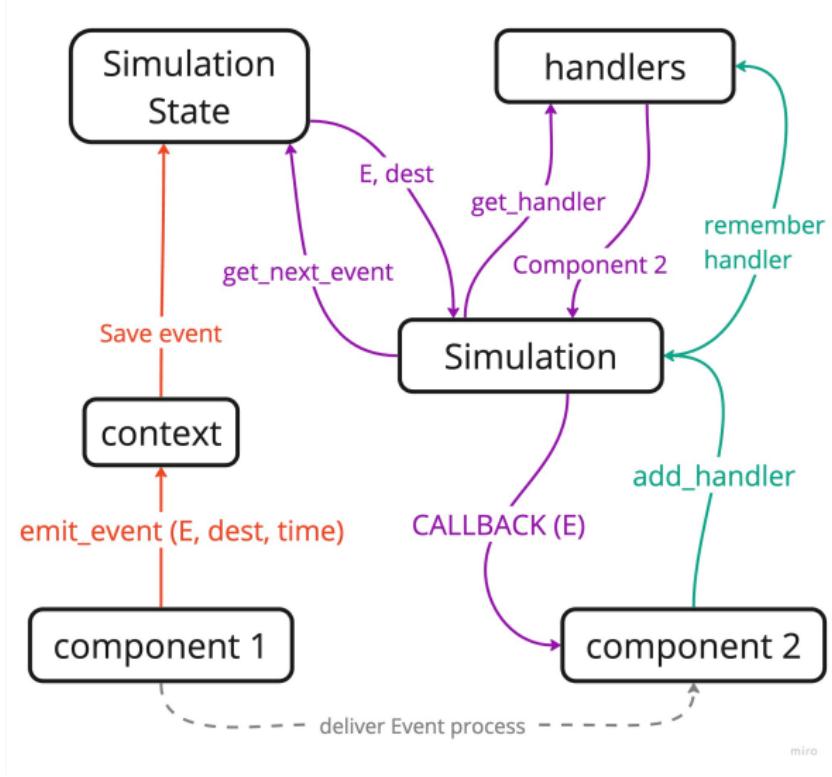
Callback-based модель





Внутреннее устройство и реализация

Callback-based модель

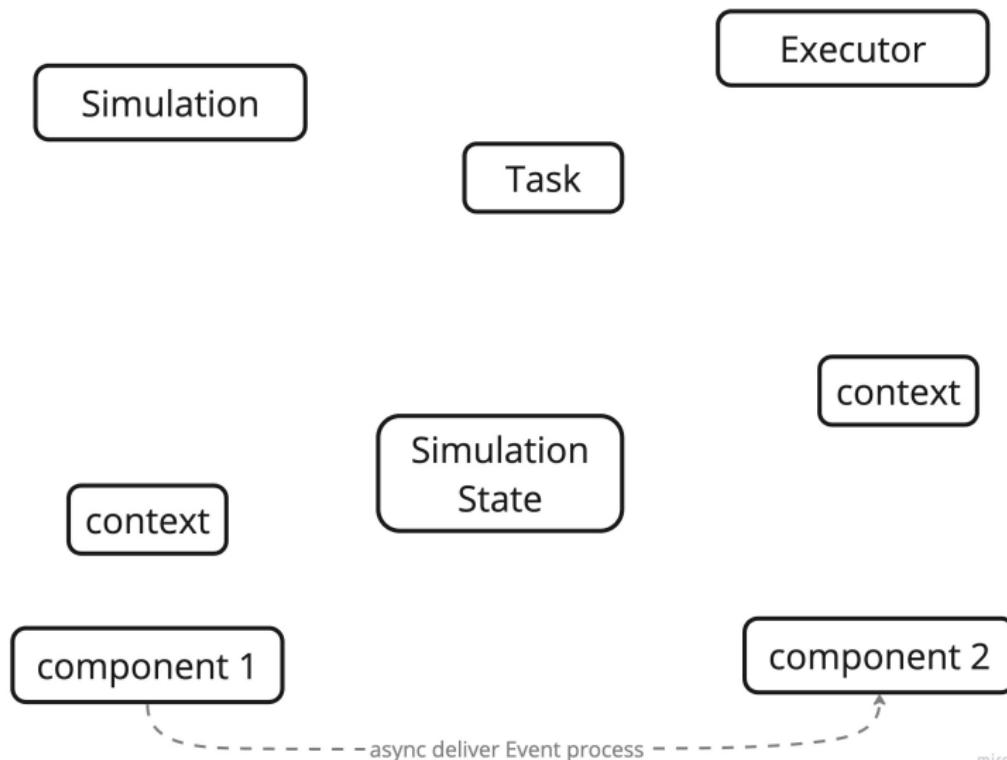


miro



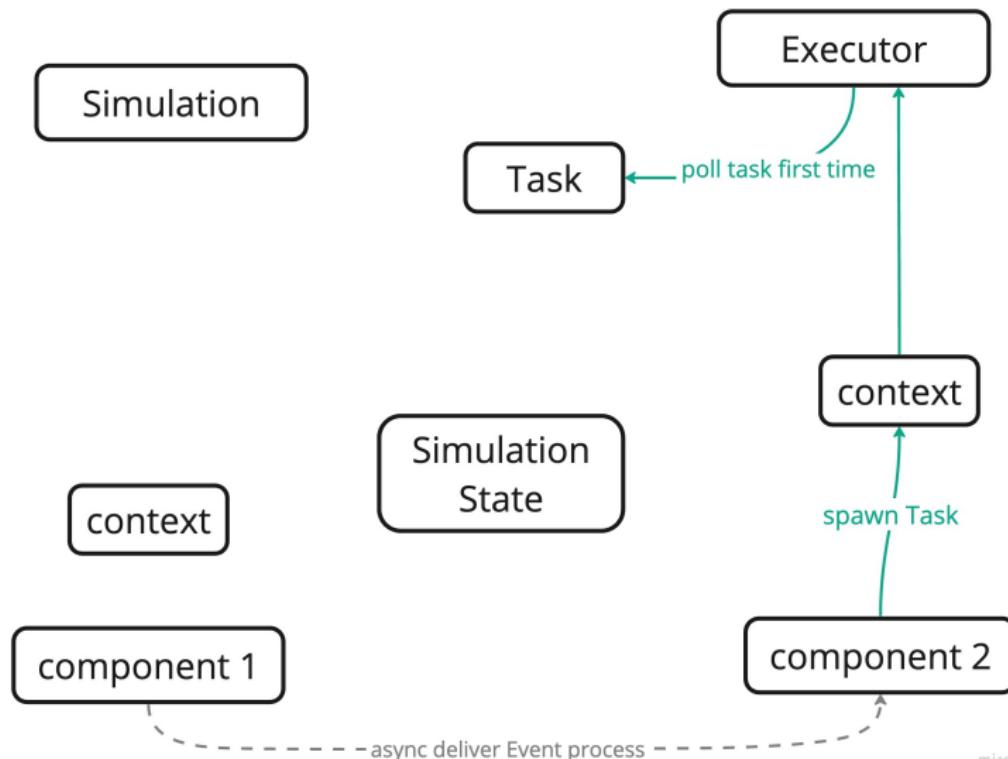
Внутреннее устройство и реализация

Асинхронная модель



Внутреннее устройство и реализация

Асинхронная модель

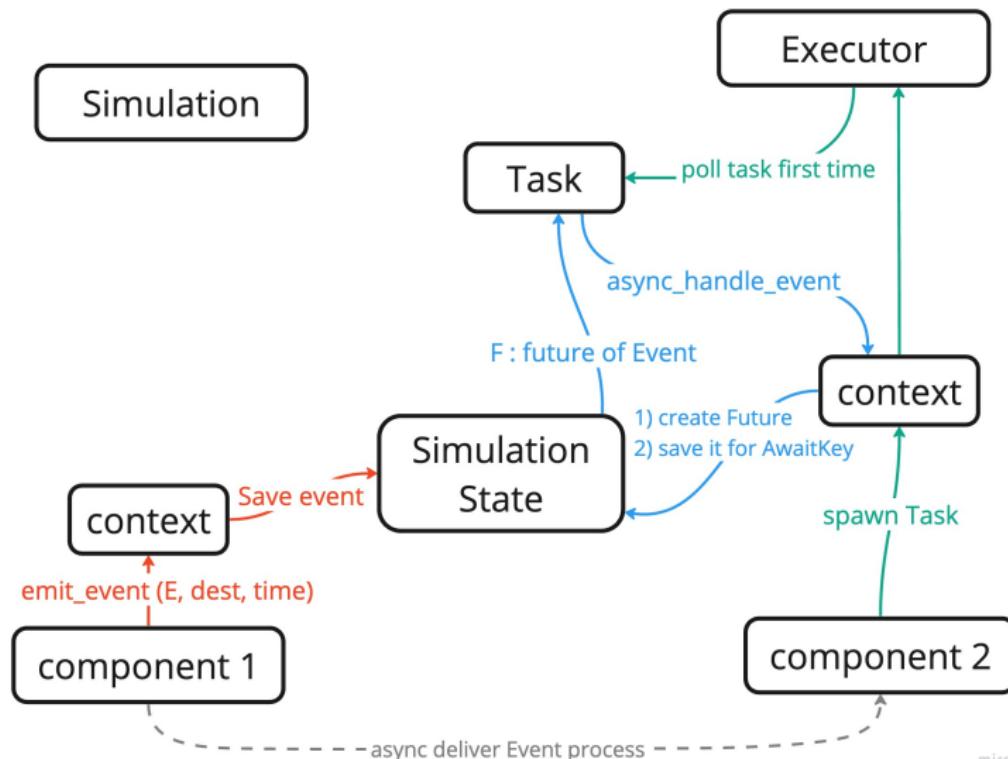


miro



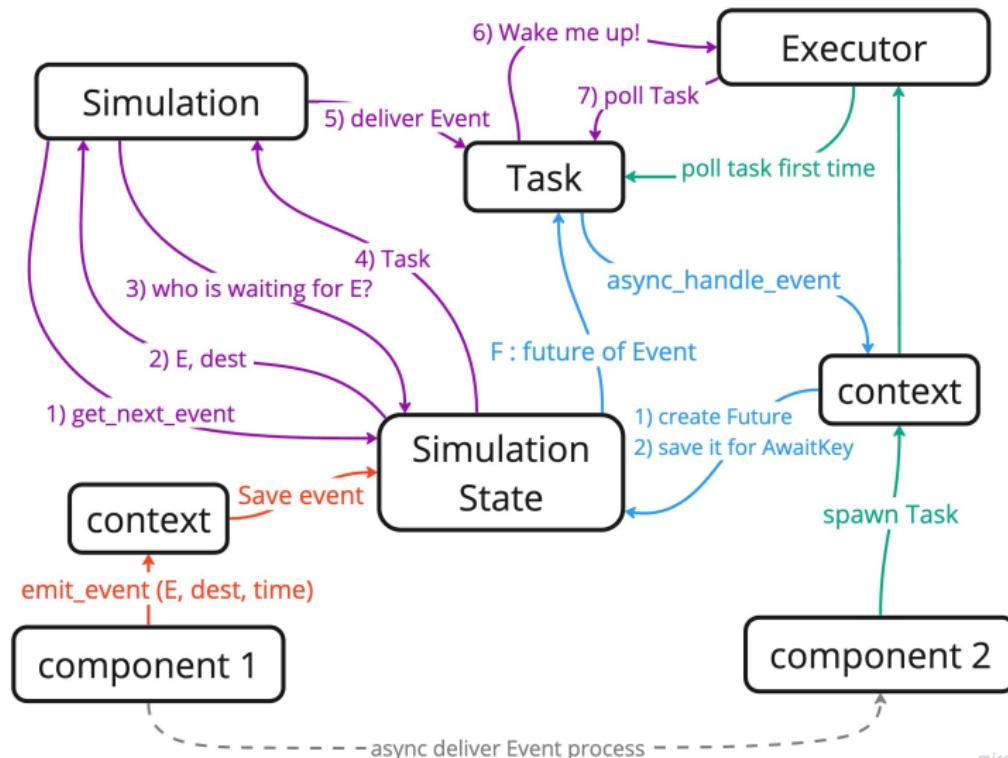
Внутреннее устройство и реализация

Асинхронная модель



Внутреннее устройство и реализация

Асинхронная модель

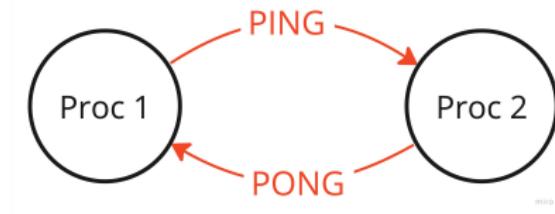


Тестирование

Ping-pong. Производительность

Hosts	100000
Peers per host	100
Iterations	100

Аргументы

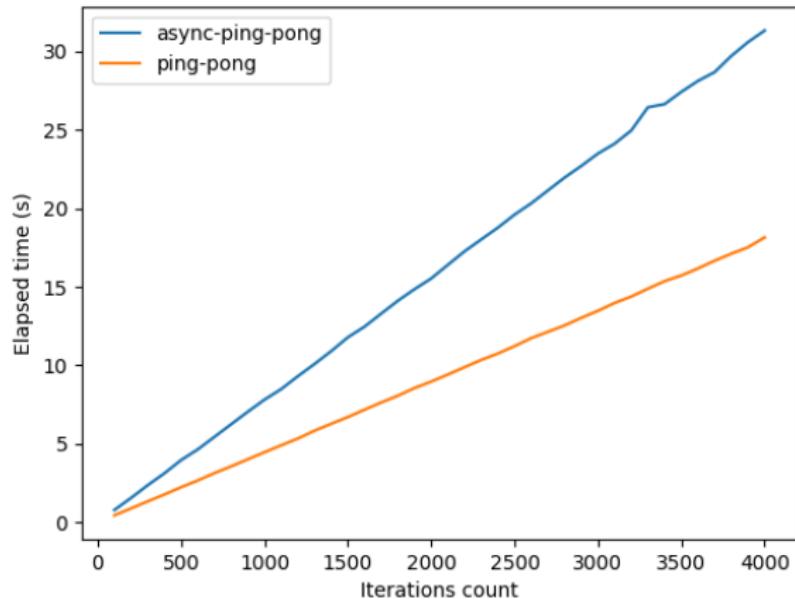


Example	Elapsed time	Events/s	Iterations/s
async-ping-pong	16.45s	1234103	6.08
ping-pong	8.20s	2452670	12.20

Сравнение производительности

Тестирование

Ping-pong. Производительность



Сравнение производительности



Тестирование

Ping-pong. Сравнение кода

```
pub struct Process {  
    iterations: u32,  
}  
  
fn on_start(&mut self) {  
    let peer = /*random peer*/;  
    self.send(Ping {}, peer);  
}  
  
fn on_ping(&mut self, from: Id) {  
    self.send(Pong {}, from);  
}  
  
fn on_pong(&mut self, from: Id) {  
    self.iterations -= 1;  
    if self.iterations > 0 {  
        let peer = /*choose peer*/  
        self.send(Ping {}, peer);  
    }  
}
```

ping-pong

```
fn on_start(&self) {  
    self.ctx.spawn(self.process());  
}  
  
fn on_ping(&mut self, from: Id) {  
    self.send(Pong {}, from);  
}  
  
async fn process(&self) {  
    for _i in 0..self.iterations {  
        let peer = /*choose peer*/;  
        self.send(Ping {}, peer);  
  
        // stop until receive Pong  
        self.ctx.async_handle_event  
            ::<Pong>(peer).await;  
    }  
}
```

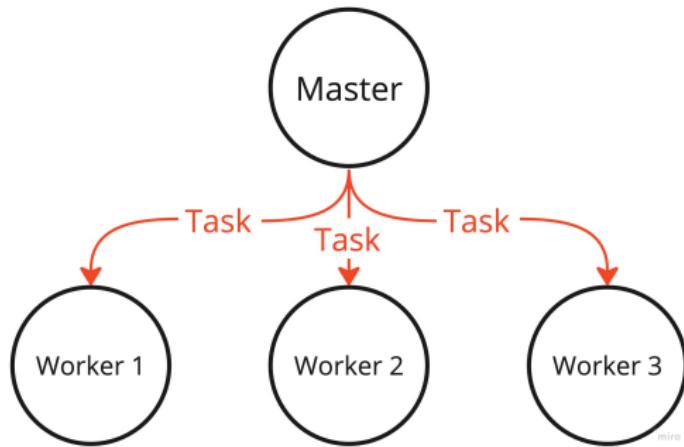
async-ping-pong

Тестирование

Master-workers. Производительность

Hosts	100
Tasks	100000

Аргументы



Example	Elapsed time	Scheduling time	Events/s
async-master-workers	5.97s	4.31s	285059
master-workers	5.19s	4.31s	328392

Сравнение производительности



Тестирование

Master-workers. Сравнение кода компонента Worker

```
pub struct Worker {  
    tasks: HashMap<u64, TaskInfo>,  
    computations: HashMap<u64, u64>,  
    reads: HashMap<u64, u64>,  
    writes: HashMap<u64, u64>,  
    downloads: HashMap<usize, u64>,  
    uploads: HashMap<usize, u64>,  
}  
  
fn on_task_request(request);  
fn on_data_read_completed(  
    request_id);  
fn on_comp_started(comp_id);  
fn on_comp_finished(comp_id);  
fn on_data_write_completed(  
    request_id);  
  
fn on_data_transfer_completed(  
    data);
```

master-workers

```
fn on_task_request(req) {  
    self.ctx.spawn(  
        self.process_task(req));  
}  
  
async fn process_task(&self, req:  
    TaskRequest) {  
    let mut task = TaskInfo {req};  
  
    self.download_data(&task).await;  
    self.read_data(&task).await;  
    self.run_task(&task).await;  
    self.write_data(&task).await;  
    self.upload_result(&task).await;  
}
```

async-master-workers



- ✓ Реализовать эффективное асинхронное расширение для существующего ядра `dslab-core`
- ✓ Добавить примеры использования нового функционала высокоуровневыми компонентами.
- ✓ Написать документацию нового API и покрыть реализацию тестами.



- ✓ Реализовать эффективное асинхронное расширение для существующего ядра `dslab-core`
 - ✓ Добавить примеры использования нового функционала высокоуровневыми компонентами.
 - ✓ Написать документацию нового API и покрыть реализацию тестами.
-
- **Stateful**-процесс \implies используем асинхронный подход.
 - **Stateless**-процесс \implies используем модель callback-ов.

Вопросы